

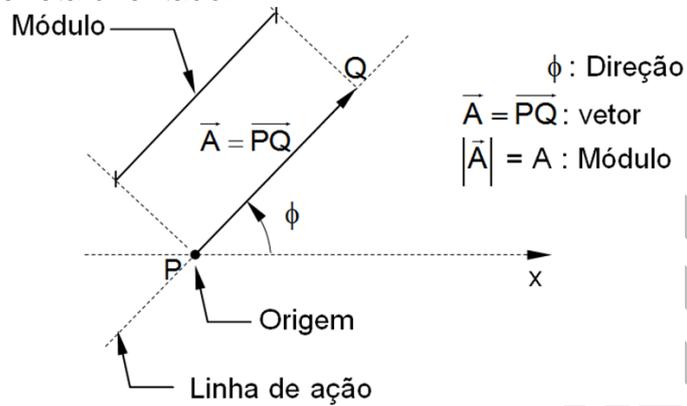


**CINEMÁTICA**

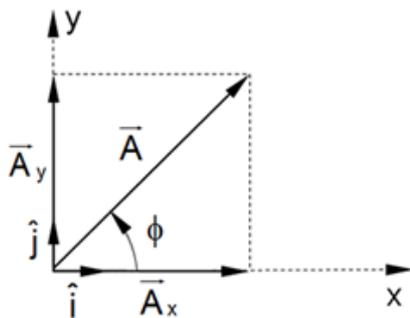
**ANÁLISE VETORIAL**

**Vetor**

O vetor é um segmento de reta orientado.



**Representação de um vetor no plano cartesiano**



$$A^2 = A_y^2 + A_x^2$$

$$\text{sen } \phi = \frac{A_y}{A}$$

$$\text{cos } \phi = \frac{A_x}{A}$$

$$\text{tg } \phi = \frac{A_y}{A_x}$$

$$\vec{A} = (A_x; A_y) = (A_x \hat{i} + A_y \hat{j}) = (A; \phi)$$

**Ex.:** Uma partícula tem velocidade  $\vec{v} = (3;4)$  m/s. Determine o módulo da velocidade da partícula e a direção do vetor velocidade.

Dados:

$$\text{sen } 53^\circ = \text{cos } 37^\circ = 0,8 \text{ e } \text{sen } 37^\circ = \text{cos } 53^\circ = 0,6.$$

Passo 1

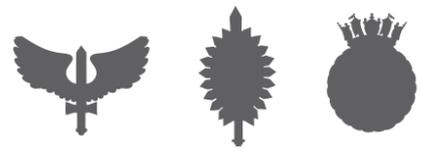
$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \therefore v^2 = 3^2 + 4^2 \therefore v = \underline{5 \text{ m/s}}$$

Passo 2

$$\text{sen } \phi = \frac{v_y}{v} \therefore \text{sen } \phi = \frac{4}{5} \therefore \text{sen } \phi = 0,8 \therefore \phi = \underline{53^\circ}$$

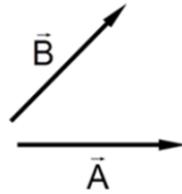
Passo 3

$$\vec{v} = \underline{(5 \text{ m/s}; 53^\circ)}$$



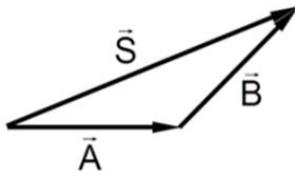
## Operações com vetores

### Soma vetorial

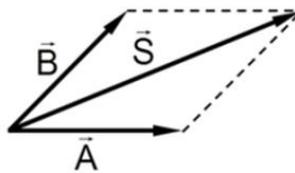


$$\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$$

Método do polígono



Método do paralelogramo

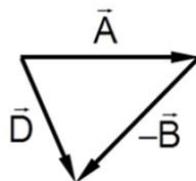


### Diferença vetorial

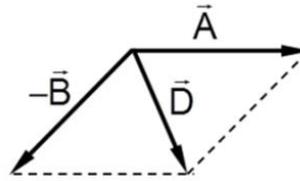
$$\vec{D} = \vec{A} - \vec{B}$$

$$\vec{D} = \vec{A} + (-\vec{B})$$

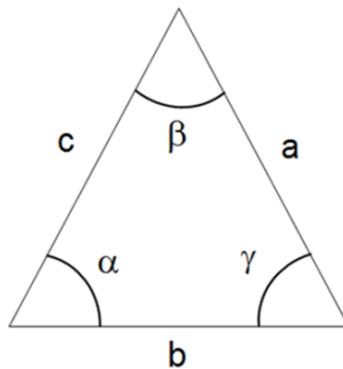
Método do polígono



Método do paralelogramo



### Atenção!

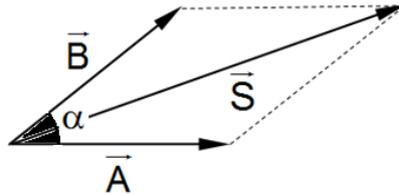


Lei dos cossenos

$$\begin{cases} a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha \\ c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \\ b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta \end{cases}$$

Lei dos senos

$$\left\{ \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} \right.$$



$$S^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha$$

**Atenção!**

O vetor soma pode ser chamado de vetor resultante.

A resultante máxima e a resultante mínima entre dois vetores  $\vec{a}$  e  $\vec{b}$ , podem ser determinadas por:

$$S_{\text{máx}} = a + b \text{ e } S_{\text{mín}} = a - b$$

Maxwell Videoaulas

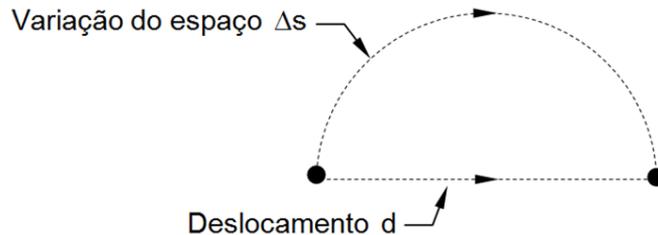




## CINEMÁTICA CONCEITOS FUNDAMENTAIS

### Velocidade

Todo corpo em movimento apresenta uma velocidade  $v$ , que pode ser interpretada da seguinte forma:



### Velocidade escalar média

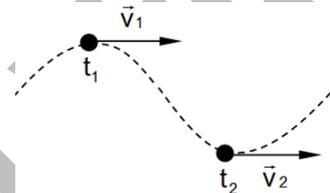
$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

### Velocidade vetorial média

$$\vec{v}_m = \frac{\vec{d}}{\Delta t}$$

### Velocidade instantânea

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} v_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{s - s_0}{t - t_0} = \frac{ds}{dt}$$

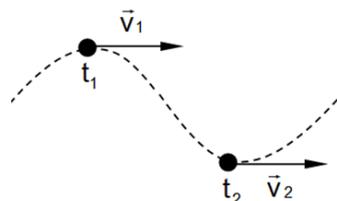


### Unidades:

$$\left. \begin{array}{l} \text{S.I.: m/s} \\ \text{Usual: km/h} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{m/s} \begin{array}{l} \xrightarrow{\times 3,6} \text{km/h} \\ \xleftarrow{\div 3,6} \end{array}$$

### Aceleração

Todo corpo que sofre uma variação de velocidade tem uma aceleração, que pode ser interpretada da seguinte forma:

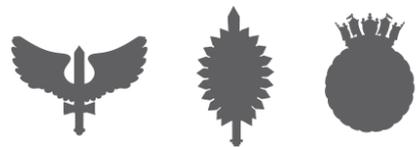


### Aceleração escalar média

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

**Ex.:** Num instante  $t_0 = 0\text{ s}$  um carro tem velocidade de  $10\text{ m/s}$  e no instante  $t = 2\text{ s}$  o carro tem velocidade de  $20\text{ m/s}$ . Determine a aceleração escalar média do carro.

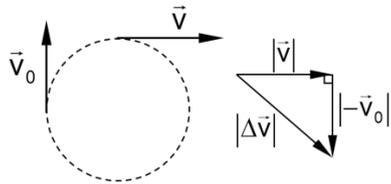
$$a_m = \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{20 - 10}{2 - 0} = \underline{5\text{ m/s}^2}$$



## Aceleração vetorial média

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}$$

**Ex.:** Num instante  $t_0 = 0s$  um móvel tem velocidade de 3 m/s e no instante  $t = 5 s$  o móvel tem velocidade de 4 m/s. Determine o módulo da aceleração vetorial média. Veja a figura abaixo.



$$|\Delta \vec{v}|^2 = 3^2 + 4^2$$

$$|\Delta v| = 5 \text{ m/s}$$

$$|\vec{a}_m| = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{5}{5} = 1 \text{ m/s}^2$$

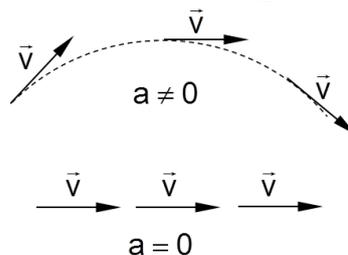
## Unidades:

SI.:  $m/s^2$

Usual:  $km/h^2$

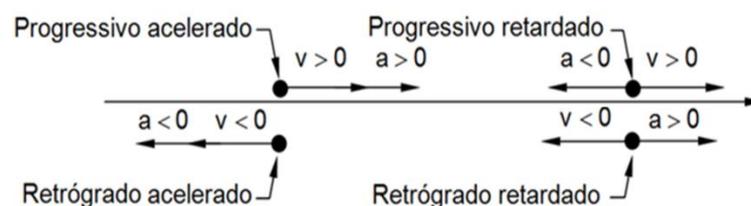
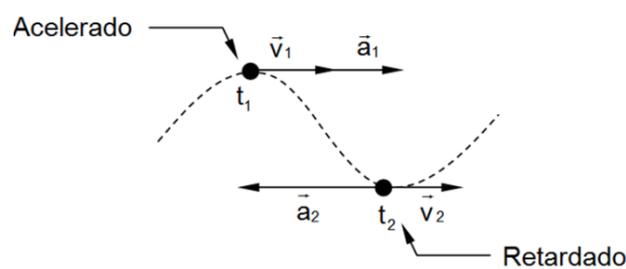
## Atenção!

Um corpo só tem aceleração se a velocidade variar. Logo, temos:



## Aceleração instantânea

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} a_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{v - v_0}{t - t_0} = \frac{dv}{dt}$$





**01. (EFOMM)** Um iatista solitário completa certa travessia de 4600 milhas náuticas, em 22 dias. Sua velocidade média, em km/h, foi de (Dado: 1 milha náutica = 1852 m)

- A) 12,9
- B) 14,7
- C) 16,1
- D) 17,6
- E) 19,4

**02. (EFOMM)** Um navegador solitário completa certo percurso com velocidade média de 9 nós (1 nó = 1 milha/hora = aproximadamente 1,852 km/h) em 24 dias; a distância percorrida, em km, foi de

- A) 5401
- B) 6507
- C) 8723
- D) 9601
- E) 10202



**GABARITO**

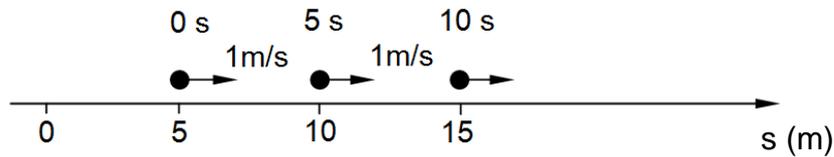
**01. C 02. D**



**MRU E GRÁFICOS DE CINEMÁTICA**

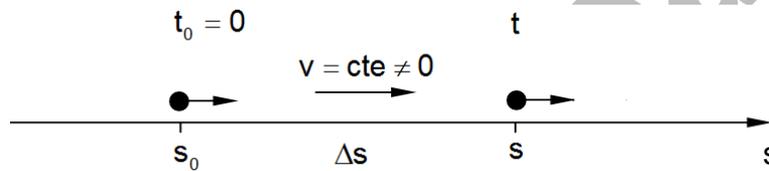
**Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)**

O movimento retilíneo uniforme é todo, em linha reta, em que o corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempos iguais consequentemente a velocidade vetorial  $\vec{v}$  é constante. Desse modo, temos:



$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow v = \frac{10-5}{5-0} = \frac{15-10}{10-5} = 1 \text{ m/s} = \text{cte}$$

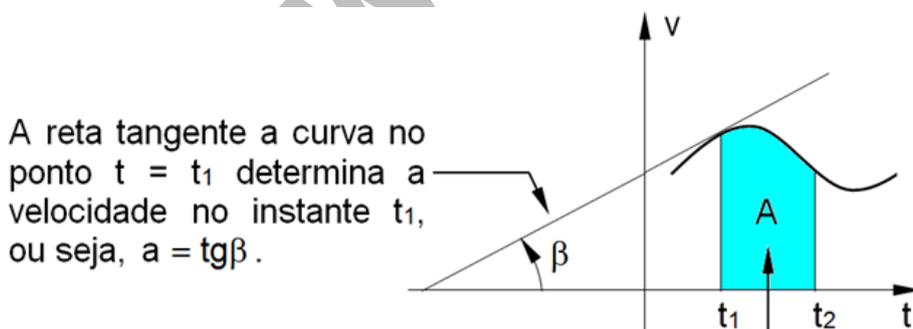
**Formulário**



$$\text{M.R.U.} \begin{cases} v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \\ t_0 = 0 \Rightarrow s = s_0 + vt \end{cases}$$

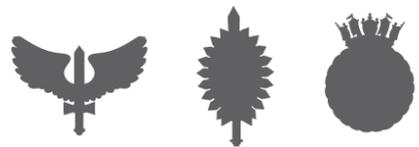
**Diagramas**

**Velocidade em função do tempo**



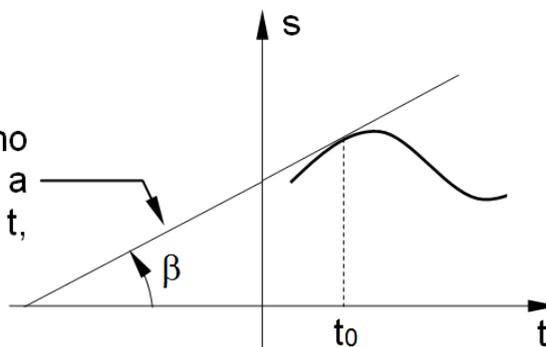
A reta tangente a curva no ponto  $t = t_1$  determina a velocidade no instante  $t_1$ , ou seja,  $a = \text{tg}\beta$ .

A área hachurada no intervalo de  $t_1$  a  $t_2$  determina a variação do espaço nesse intervalo, ou seja,  $A = \Delta s$ .

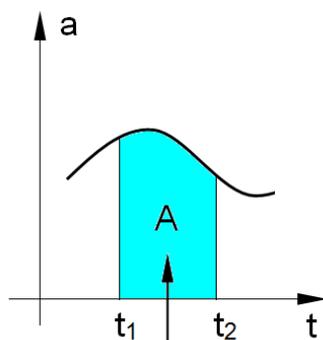


## Espaço em função do tempo

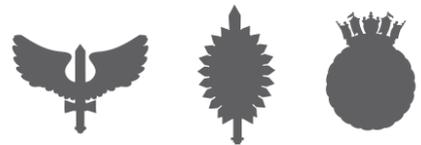
A reta tangente a curva no ponto  $t = t_0$  determina a velocidade no instante  $t$ , ou seja,  $v = \text{tg}\beta$ .



## Aceleração em função do tempo



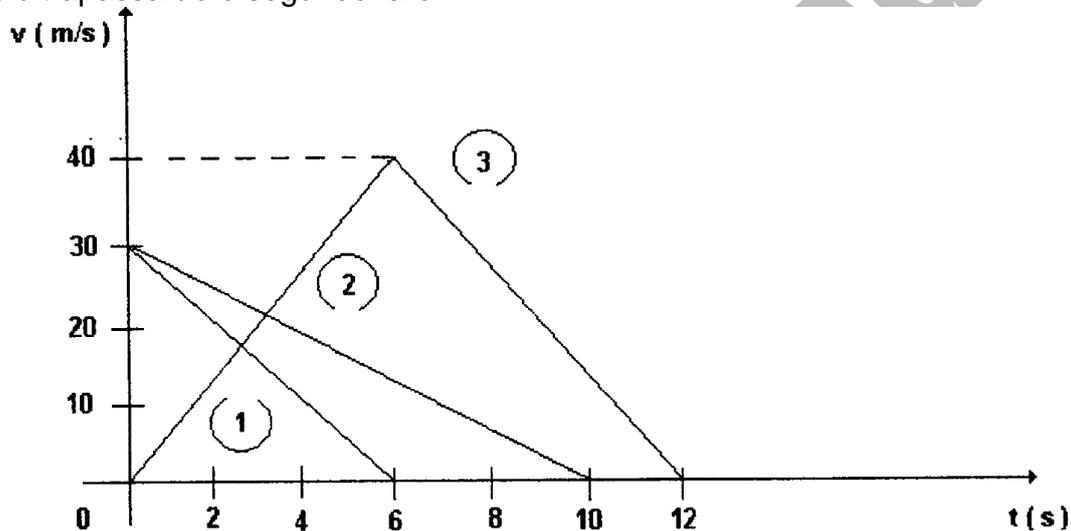
A área hachurada no intervalo de  $t_1$  a  $t_2$  determina a variação da velocidade nesse intervalo, ou seja,  $A = \Delta v$ .



**01. (EFOMM)** Considere a velocidade da luz no ar  $3 \cdot 10^8$  m/s e a velocidade do som no ar 340 m/s. Um observador vê um relâmpago e, 3 segundos depois, ele escuta o trovão correspondente. A distância que o observador está do ponto em que caiu o raio é de aproximadamente

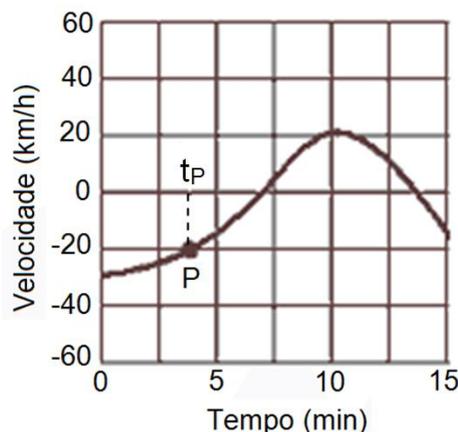
- A) 0,3 km.
- B) 0,6 km.
- C) 1 km.
- D) 3 km.
- E) 5 km.

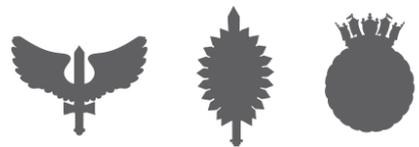
**02. (EFOMM)** Três carros percorrem uma estrada plana e reta com velocidades em função do tempo representadas pelo gráfico ao abaixo. No instante  $t = 0$ , os três carros passam por um farol. A 140 metros desse farol há um outro sinal luminoso permanentemente vermelho. Quais dos carros ultrapassarão o segundo farol ?



- A) Nenhum dos três.
- B) 2 e 3
- C) 1 e 2
- D) 1 e 3
- E) 1, 2 e 3

**03. (EFOMM)**





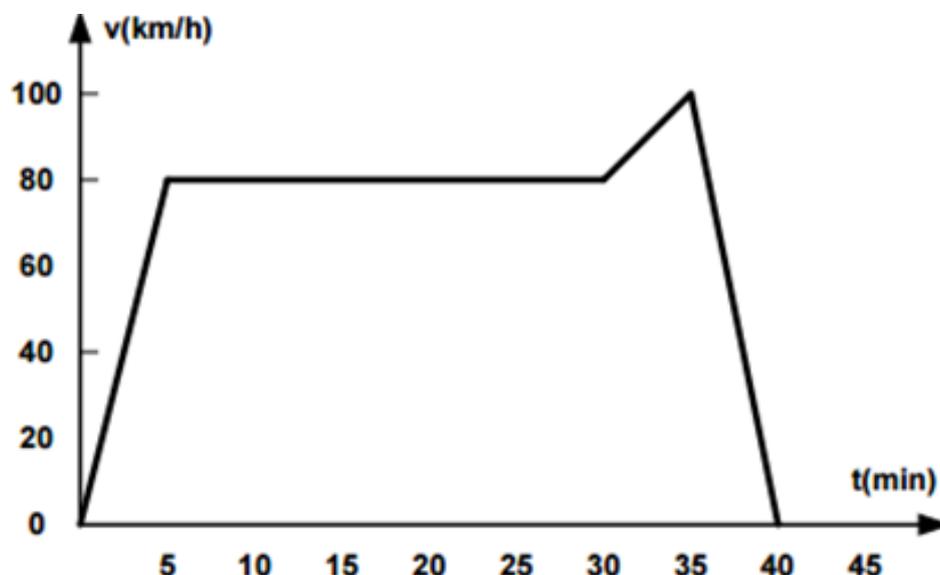
O gráfico acima mostra a evolução da velocidade escalar instantânea de uma partícula no tempo que em  $t = 0$  encontrava-se na posição  $x = 20$  km. Sobre a descrição do movimento da partícula no instante  $t_p$ , referente ao ponto P marcado na curva, analise as afirmativas abaixo.

- I - A partícula se dirige para a origem das posições.
- II - A partícula se afasta da origem das posições.
- III - A aceleração é nula.
- IV - O movimento é progressivo e desacelerado.
- V - O movimento é retrógrado e desacelerado.

Assinale a alternativa correta.

- A) As afirmativas I e II são verdadeiras.
- B) As afirmativas I e V são verdadeiras.
- C) As afirmativas II e III são verdadeiras.
- D) As afirmativas III e IV são verdadeiras.
- E) As afirmativas IV e V são verdadeiras.

04. (EFOMM) Um carro se desloca, partindo do repouso, segundo o gráfico dado:



O espaço total percorrido é de

- A) 48,3 km.
- B) 52,8 km.
- C) 55,7 km.
- D) 59,4 km.
- E) 61,5 km.

05. (EFOMM) Uma videochamada ocorre entre dois dispositivos móveis localizados sobre a superfície da Terra, em meridianos opostos, e próximo ao equador. As informações, codificadas em sinais eletromagnéticos, trafegam em cabos de telecomunicações com velocidade muito próxima à velocidade da luz no vácuo. O tempo mínimo, em segundos, para que um desses sinais atinja o receptor e retorne ao mesmo dispositivo que o transmitiu é, aproximadamente,

Dados: raio médio da Terra,  $R_{\text{med}} = \frac{1}{15} \times 10^8 \text{ m}$  e velocidade da luz (vácuo),  $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- A) 1/30
- B) 1/15
- C) 2/15
- D) 1/5
- E) 3/10

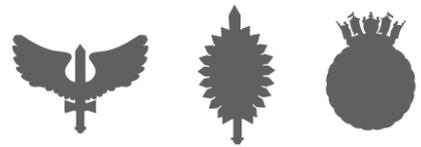


GABARITO

01. C 02. B 03. B 04. A 05. C

Maxwell Videoaulas

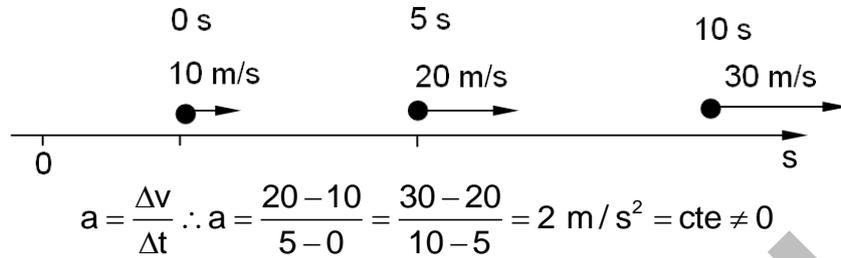




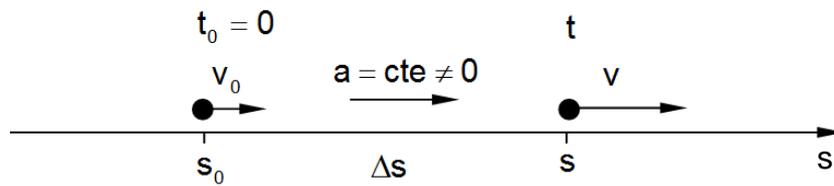
MRUV

**Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV)**

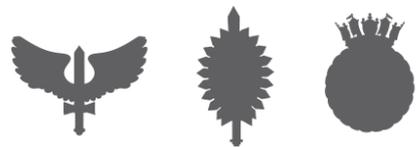
O movimento uniforme é aquele em linha reta em que a aceleração vetorial  $\vec{a}$  é constante. Desse modo, temos:



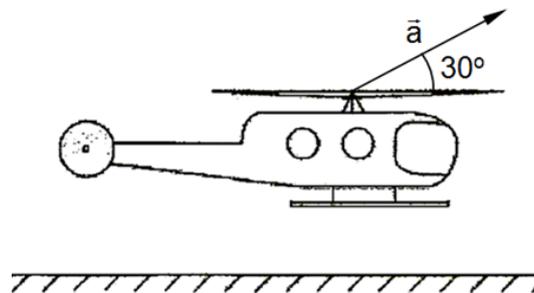
**Formulário**



$$\text{M.R.U.V.t} \begin{cases} a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ t_0 = 0 \begin{cases} v = v_0 + at \\ \Delta s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \text{ ou } s = s_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \end{cases} \\ v^2 = v_0^2 + 2\Delta s a \\ v_m = \frac{v + v_0}{2} = \frac{\Delta s}{\Delta t} \end{cases}$$



01. (EFOMM) Observe a figura a seguir

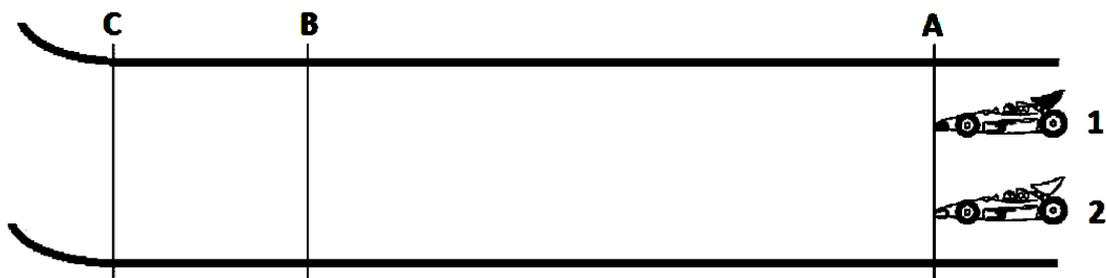


Um helicóptero decola de sua base que está ao nível do mar, com uma aceleração constante de  $2,0 \text{ m/s}^2$ , fazendo um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal, conforme indica a figura acima. Após 10 segundos, qual será a altitude do helicóptero, em metros?

Dados:  $\text{sen}30^\circ = 0,50$  e  $\text{cos}30^\circ = 0,87$

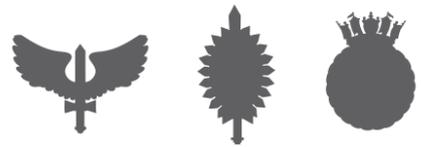
- A) 38
- B) 45
- C) 50
- D) 72
- E) 87

02. (EFOMM)



No circuito da figura dada, a distância entre as linhas **A** e **B**, é de 512 m. O carro número 1, que estava parado na linha **A**, como indicado na figura, parte com aceleração de  $4 \text{ m/s}^2$ , que mantém constante até cruzar a linha **B**. No mesmo instante em que o carro número 1 parte (podemos considerar  $t = 0 \text{ s}$ ), o carro número 2 passa em MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) com velocidade de 120 km/h, que mantém até cruzar a linha **B**. A velocidade, aproximada, do carro número 1 ao cruzar a linha **B** e o carro que a cruza primeiro são, **respectivamente**,

- A) 230 km/h e carro número 2.
- B) 230 km/h e carro número 1.
- C) 120 km/h e carro número 1.
- D) 120 km/h e carro número 2.
- E) 180 km/h e carro número 1.



**03. (EFOMM)** Um navio, em certo trecho de sua rota, se desloca em movimento uniformemente variado, segundo a equação horária:  $S = 3 + 2t - t^2$  (S.I). Calcule, respectivamente, os instantes nos quais:

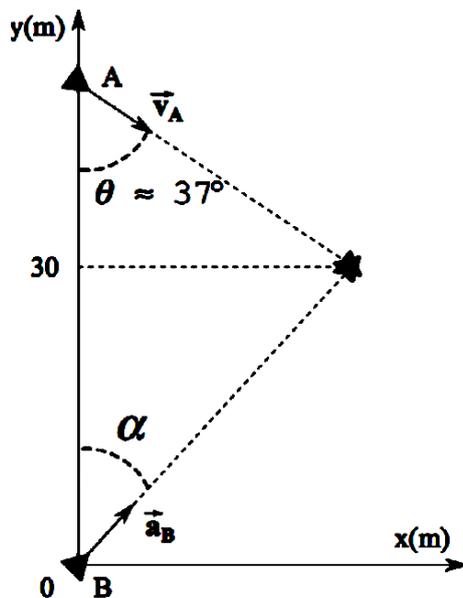
- Este navio passa pela origem dos espaços;
- O seu deslocamento inverte o sentido.

- A) 1 e 2 segundos
- B) 3 e 2 segundos
- C) 4 e 3 segundos
- D) 3 e 1 segundos
- E) 2 e 1 segundos

**04. (EFOMM)** Um navio se desloca para frente com velocidade vetorial constante. Do alto do seu mastro deixa-se cair uma pedra sobre seu convés (piso onde está fixada a base do mastro). Pode-se afirmar, com relação a um ponto fixo na beira do cais, que

- A) a trajetória de queda da pedra é retilínea e vertical.
- B) a pedra cairá sobre o convés, em um ponto situado atrás da base do mastro.
- C) a pedra cairá, segundo trajetória retilínea, em um ponto do convés situado à frente da base do mastro.
- D) a trajetória da pedra é parabólica e ela cairá em um ponto do convés à frente da base do mastro.
- E) a trajetória da pedra é parabólica e ela cairá na base do mastro.

**05. (EFOMM)** Dois navios **A** e **B** podem mover-se apenas ao longo de um plano XY. O navio **B** estava em repouso na origem quando, em  $t = 0$ , parte com vetor aceleração constante fazendo um ângulo  $\alpha$  com o eixo Y. No mesmo instante ( $t = 0$ ), o navio **A** passa pela posição mostrada na figura com vetor velocidade constante de módulo 5,0 m/s e fazendo um ângulo  $\theta$  com o eixo Y. Considerando que no instante  $t_1 = 20$  s, sendo  $y_A(t_1) = y_B(t_1) = 30$  m, ocorre uma colisão entre os navios, o valor de  $\text{tg}\alpha$  é (**Dados:**  $\text{sen}(\theta) = 0,60$ ;  $\text{cos}(\theta) = 0,80$ )



- A)  $\sqrt{3} / 3$
- B) 1,0
- C) 1,5
- D) 3
- E) 2,0



**06. (EFOMM)** O “tempo médio de reação” de um motorista, isto é, o tempo considerado entre ele perceber o sinal para parar e o momento de apertar os freios é de cerca de 0,7 s. Se um automóvel pode ser desacelerado a  $5 \text{ m/s}^2$ , a distância total percorrida entre a percepção do sinal e a parada do carro que vinha com uma velocidade de 30 km/h é, em metros, aproximadamente, igual a

- A) 9,7
- B) 10,6
- C) 11,5
- D) 12,8
- E) 13,7

**07. (EFOMM)** Uma lancha da guarda costeira, atracada à costa, recebe a denúncia de que um navio, carregado de contrabando, a 50 milhas afastado da costa, vem avançando a uma velocidade constante de 12 nós. A distância mínima que qualquer navio estranho deve estar da costa é de 20 milhas. A aceleração constante mínima que a lancha deverá ter, em milhas/h<sup>2</sup>, para que o navio não adentre o perímetro da costa é, aproximadamente,

Nota: 1 nó  $\cong$  1,15 milha/hora

- A) 0,8
- B) 1,6
- C) 3,2
- D) 8,49
- E) 16

**08. (EFOMM)** Um automóvel, partindo do repouso, pode acelerar a  $2,0 \text{ m/s}^2$  e desacelerar a  $3,0 \text{ m/s}^2$ . O intervalo de tempo mínimo, em segundos, que ele leva para percorrer uma distância de 375 m, retornando ao repouso, é de

- A) 20
- B) 25
- C) 30
- D) 40
- E) 55

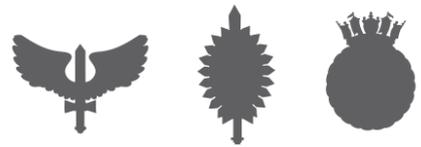


GABARITO

01. C 02. A 03. D 04. E 05. E 06. D 07. D 08. B

Maxwell Videoaulas

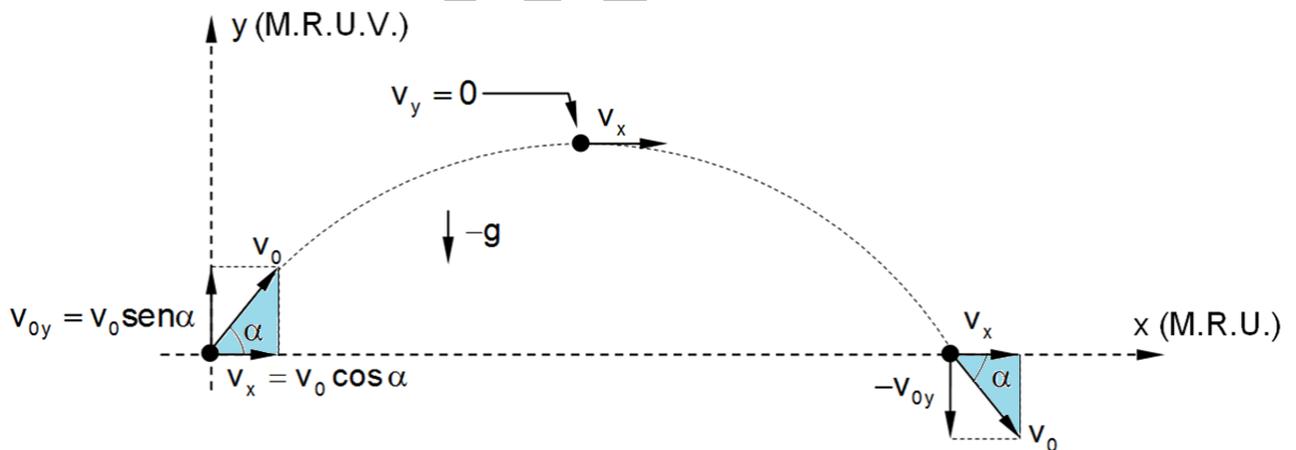
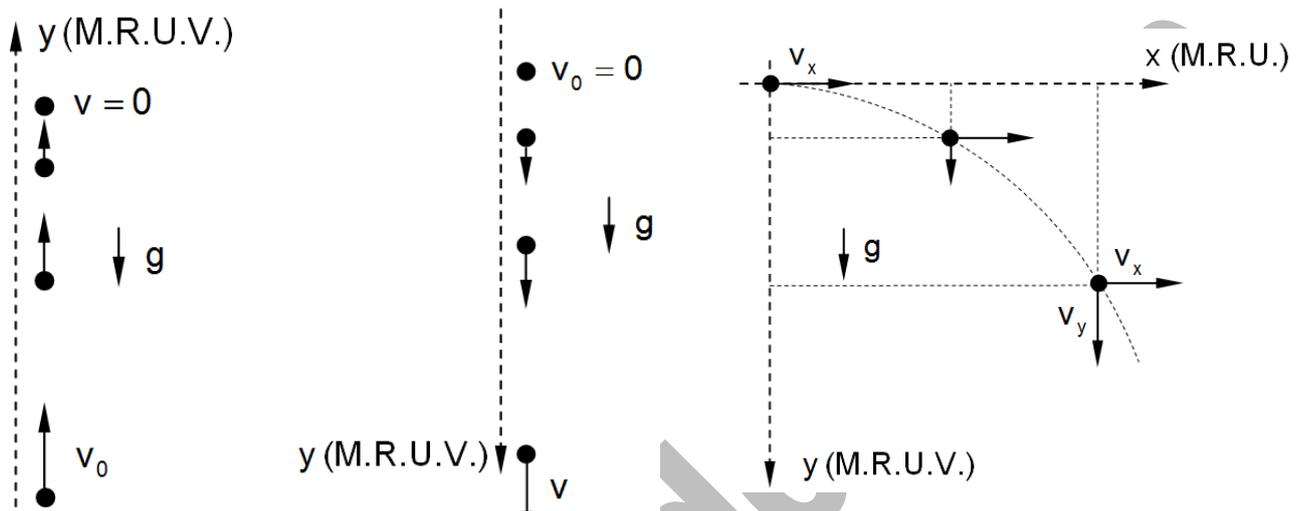




LANÇAMENTOS

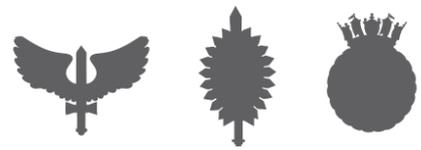
**Vertical, horizontal e oblíquo**

Quando um corpo é lançado para cima ou para baixo, ignorando a resistência do ar, independentemente de sua massa, forma e material que o constitui, este passa a desenvolver uma aceleração vertical igual a aceleração da gravidade. Desse modo, considerando a aceleração da gravidade local constante, temos:



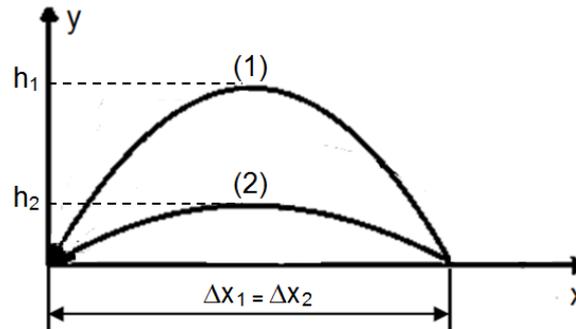
LANÇAMENTO

$$\begin{cases} \Delta x = v_x \cdot \Delta t \\ v_y = v_{0y} + a_y t \\ \Delta y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} \text{ ou } y = y_0 + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2} \\ v_y^2 = v_{0y}^2 + 2\Delta y a_y \end{cases}$$



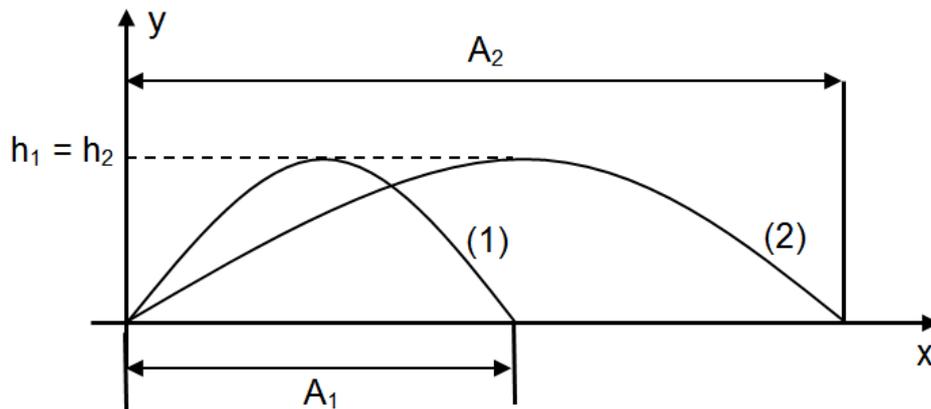
Atenção!

I)



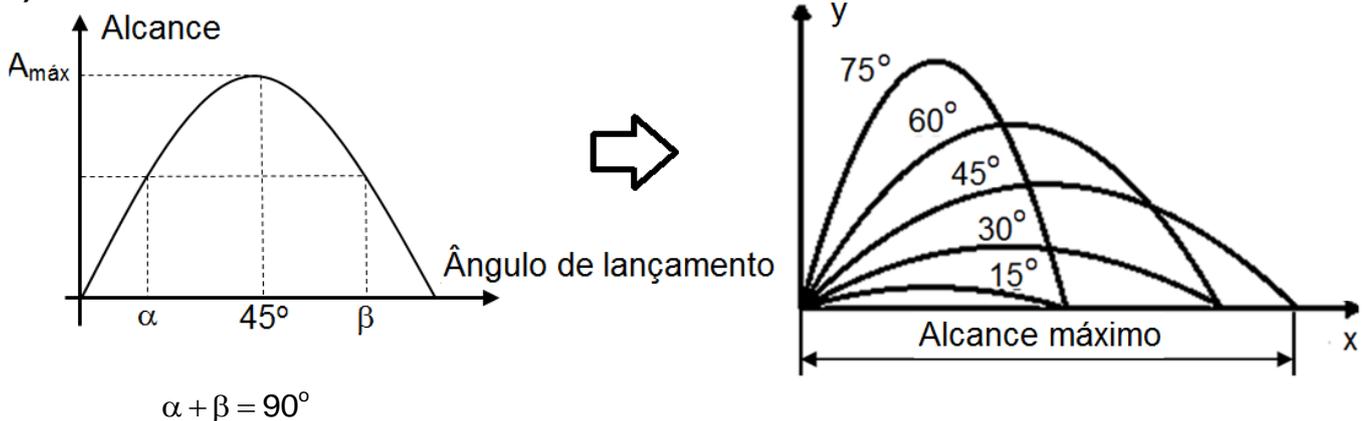
- $\alpha + \beta = 90^\circ$
- $h_1 > h_2 \begin{cases} t_1 > t_2 \\ v_{y1} > v_{y2} \end{cases}$   
mesma
- $\downarrow v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \uparrow \therefore v_{x1} < v_{x2}$

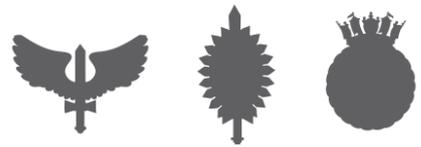
II)



- $h_1 = h_2 \begin{cases} t_1 = t_2 \\ v_{y1} = v_{y2} \end{cases}$
- $\uparrow v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \uparrow \therefore v_{x2} > v_{x1}$   
mesmo

III)





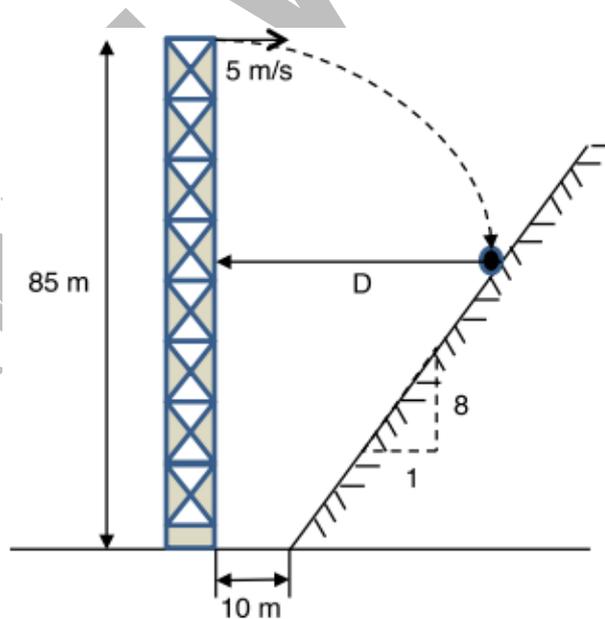
**01. (EFOMM)** Um corpo é lançado verticalmente para cima a partir da superfície da Terra e atinge a altura de 80 metros. A gravidade na superfície da Terra é de  $10 \text{ m/s}^2$  e são desprezados os efeitos de altitude e da resistência do ar. A velocidade de lançamento é:

- A) 80 m/s
- B) 60 m/s
- C) 40 m/s
- D) 30 m/s
- E) 25 m/s

**02. (EFOMM)** Uma experiência de queda livre foi realizada em um prédio residencial para determinar sua altura. Com a área de queda isolada, a equipe do teste se posicionou no alto do prédio de onde foi largado um objeto com velocidade inicial nula. O cronômetro da equipe registrou o tempo de aproximadamente 3 s, contado desde a largada do objeto até o som do impacto do objeto no chão ser ouvido pela equipe. Foi decidido que o tempo de propagação do som e o atrito do objeto com o ar seriam desprezados no experimento. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a velocidade do som  $340 \text{ m/s}$ , assinale de modo correto a opção que indica, respectivamente, o valor aproximado da altura do prédio determinada pelo experimento e, para esse valor determinado, o tempo aproximado correspondente à propagação do som.

- A) 45 m e 0,13 s.
- B) 25 m e 0,23 s.
- C) 20 m e 0,13 s.
- D) 45 m e 0,45 s.
- E) 35 m e 0,45 s.

**03. (EFOMM)** Uma bola é lançada do topo de uma torre de 85 m de altura com uma velocidade horizontal de  $5,0 \text{ m/s}$  (ver figura). A distancia horizontal  $D$ , em metros, entre a torre e o ponto onde a bola atinge o barranco (plano inclinado), vale  
Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

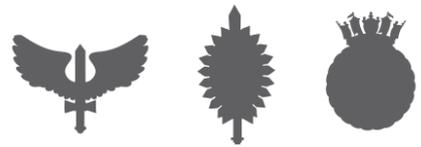


- A) 15
- B) 17
- C) 20
- D) 25
- E) 28



**GABARITO**

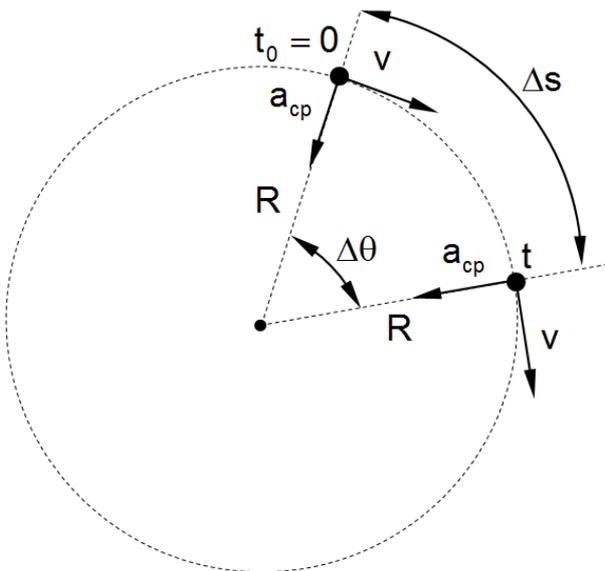
01. C 02. A 03. A



**MOVIMENTO CIRCULAR**

Quando um corpo descreve um movimento circular além das grandezas lineares existem as grandezas angulares, desse modo, temos:

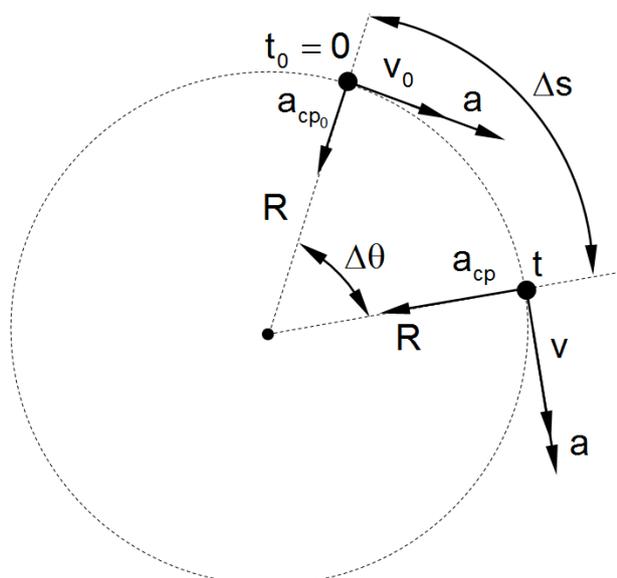
**Movimento circular uniforme (MCU)**



M.C.U. {

- Velocidade linear (v)
- $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ (m/s)}$
- Velocidade angular ( $\omega$ )
- $\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{v}{R} \text{ (rad/s)}$
- Espaço linear (s)
- $s = s_0 + vt$
- Espaço angular ( $\theta$ )
- $\theta = \theta_0 + \omega t$
- Aceleração centrípeta ( $a_{cp}$ )
- $a_{cp} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$

**Movimento circular uniformemente variado (M.C.U.V.)**



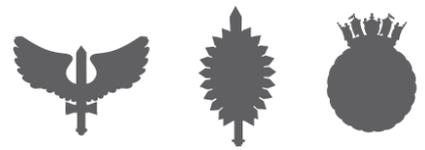
M.C.U.V. {

- Aceleração linear (a)
- $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ (m/s}^2\text{)}$
- Aceleração angular ( $\alpha$ )
- $\alpha = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{a}{R} \text{ (rad/s}^2\text{)}$
- $v = v_0 + at \Rightarrow \omega = \omega_0 + \alpha t$
- $v^2 = v_0^2 + 2\Delta s a \Rightarrow \omega^2 = \omega_0^2 + 2\Delta \theta \alpha$
- $\Delta s = v_0 t + \frac{at^2}{2} \Rightarrow \Delta \theta = \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$
- $v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v + v_0}{2} \Rightarrow \omega_m = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{\omega + \omega_0}{2}$

**Período e frequência**

Quando um corpo executa um M.C.U. o período T corresponde ao intervalo de tempo gasta em cada volta e a frequência f o número de voltas por unidade de tempo.

$$f = \frac{n}{\Delta t} = \frac{1}{T}$$



**Unidades:**

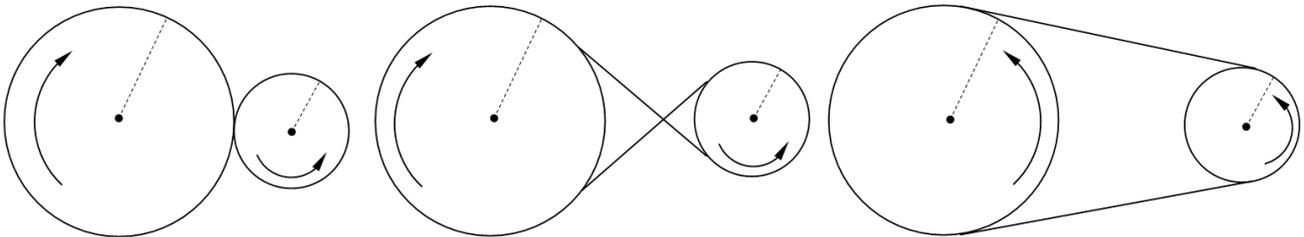
$$\left. \begin{array}{l} \text{S.I. : s}^{-1} = \text{hertz (Hz)} \\ \text{Usual : RPM} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Hz} \begin{array}{l} \xrightarrow{\times 60} \\ \xleftarrow{\div 60} \end{array} \text{RPM}$$

**Atenção!**

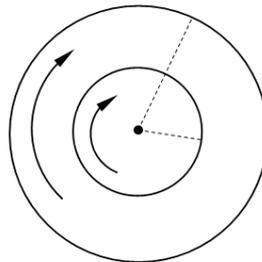
**Velocidade angular**

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

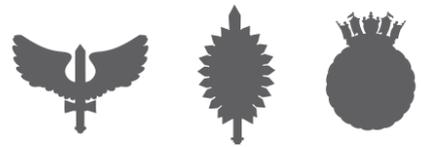
**Transmissão de movimento**



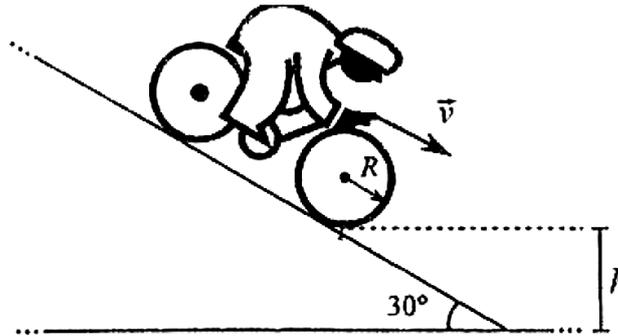
$$v_1 = v_2$$



$$\omega_1 = \omega_2$$

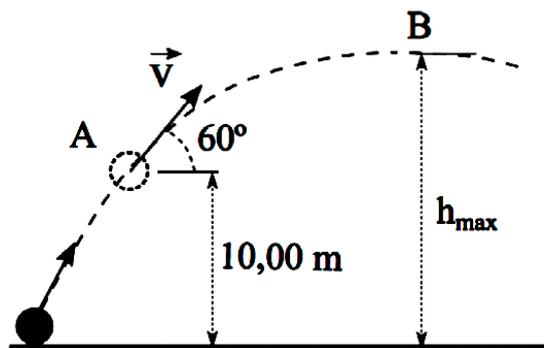


01. (EFOMM) Devido à resistência do ar, após algum tempo descendo sem pedalar um longo plano inclinado de  $30^\circ$ , o ciclista da figura atingiu uma velocidade escalar máxima constante  $v$ , com as rodas de raio igual a  $25,0$  cm girando, sem deslizar, com frequência angular de  $10$  rad/s. Nessa velocidade, considerando uma altura inicial  $h$  igual a  $75,0$  m, a roda dianteira tocará o plano horizontal num intervalo de tempo, em segundos, igual a



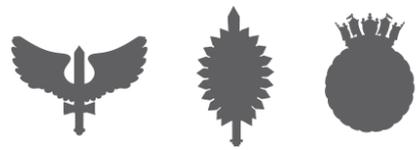
- A) 375
- B) 240
- C) 150
- D) 60,0
- E) 33,3

02. (EFOMM) Uma bola é lançada obliquamente e, quando atinge a altura de  $10$  m do solo, seu vetor velocidade faz um ângulo de  $60^\circ$  com a horizontal e possui uma componente vertical de módulo  $5,0$  m/s . Desprezando a resistência do ar, a altura máxima alcançada pela bola, e o raio de curvatura nesse mesmo ponto (ponto B), em metros, são, respectivamente,



Dado:  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>

- A)  $45/4$  e  $5/6$
- B)  $45/4$  e  $5/3$
- C)  $50/4$  e  $5/6$
- D)  $50/4$  e  $5/3$
- E)  $15$  e  $5/3$



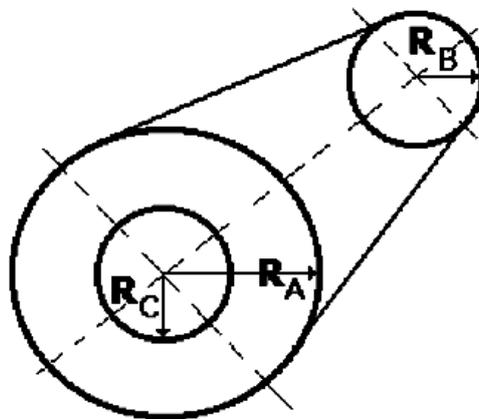
**03. (EFOMM)** Num relógio, o ponteiro dos minutos se superpõe ao ponteiro das horas exatamente às:

- A) 7 horas e  $\frac{423}{11}$  minutos
- B) 7 horas e  $\frac{420}{11}$  minutos
- C) 7 horas e  $\frac{417}{12}$  minutos
- D) 7 horas e  $\frac{426}{13}$  minutos
- E) 7 horas e  $\frac{426}{11}$  minutos

**04. (EFOMM)** O diâmetro do “leque” de uma bomba que gira a 4000 rpm e que possui velocidade tangencial de 62,8 m/s é: (Dado: Considere  $\pi \approx 3,14$ )

- A) 0,5 m
- B) 0,3 m
- C) 0,4 m
- D) 0,6 m
- E) 0,1 m

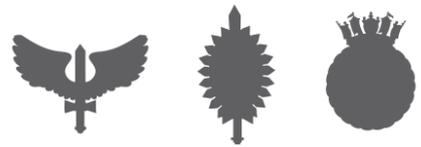
**05. (EFOMM)**



Na figura acima, temos um sistema de transmissão de movimento de um dos motores auxiliares de um navio, formado por três discos A, B e C. Os raios dos discos B e C são iguais e correspondem à metade do raio do disco A. Sabe-se que o disco A move-se solidariamente com o disco B através de uma correia, e que os discos A e C estão ligados ao mesmo eixo central. Analise as afirmativas abaixo.

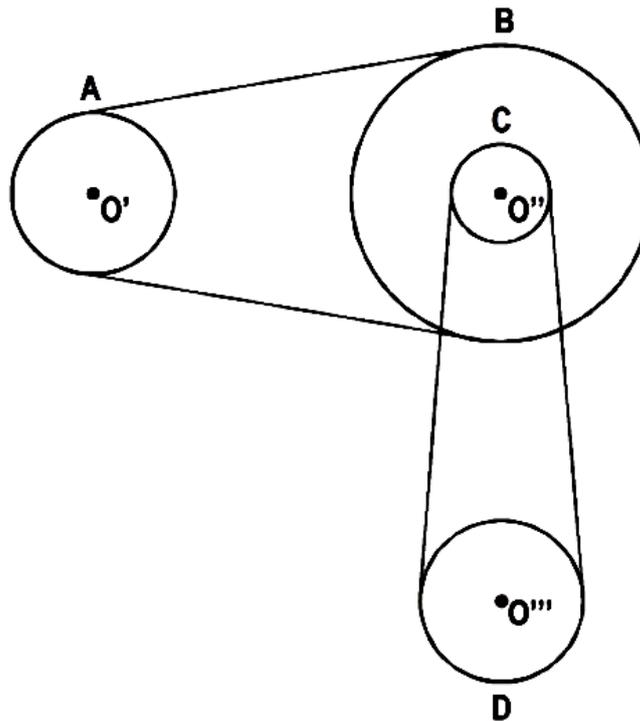
- I - A velocidade angular do disco C é metade do disco B.
- II - A velocidade escalar de um ponto do perímetro do disco A é o dobro da velocidade escalar de um ponto do perímetro do disco C.
- III - Os discos B e C têm a mesma velocidade escalar em pontos de seus perímetros.
- IV - O período do disco C é o dobro do período do disco B.
- V - As frequências dos discos A e B são iguais.

Com base nessas informações, assinale a alternativa correta.



- A) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- B) As afirmativas II e I são verdadeiras.
- C) As afirmativas III e IV são verdadeiras.
- D) As afirmativas I, II, IV são verdadeiras.
- E) As afirmativas I e IV são verdadeiras.

**06. (EFOMM)** No sistema de transmissão de movimento da figura abaixo, a polia motora “A” tem 500 mm de diâmetro e gira a 120 rpm. As polias intermediárias “B” e “C”, solidárias entre si (soldadas uma na outra), têm, respectivamente, 1000 mm e 200 mm. A rotação da polia “D”, de diâmetro 400 mm, é de:



- A) 120 rpm
- B) 80 rpm
- C) 60 rpm
- D) 30 rpm
- E) 20 rpm

**07. (EFOMM)** Uma bomba centrífuga gira a 1800 rpm. A velocidade tangencial de um volume de fluido impelido pelo seu rotor, de raio igual a 12 cm, é em m/s de

- A)  $6,1\pi$
- B)  $7,2\pi$
- C)  $8,6\pi$
- D)  $9,3\pi$
- E)  $10,4\pi$



**08. (EFOMM)** Um satélite meteorológico envia para os computadores de bordo de um navio conteneiro informações sobre um tornado que se forma na rota desse navio a 54,0 milhas a boreste (direita). Segundo as informações, o tornado tem forma cônica de 252 m de altura e 84 m de raio. A velocidade angular é aproximadamente 45 rad/s. O módulo da velocidade vetorial de rotação do tornado, em km/h, num ponto situado a 3 m do plano de sua base, vale

- A) 162
- B) 242
- C) 308
- D) 476
- E) 588

**09. (EFOMM)** Uma bomba centrífuga de bordo gira a 1800 rpm, impelindo água salgada para o sistema de resfriamento do motor principal. Sendo o diâmetro externo do rotor impelidor de 7,5 cm, a velocidade tangencial imposta à partícula fluida (em m/s), no contato com o impelidor, é, aproximadamente

- A) 1
- B) 3
- C) 5
- D) 7
- E) 9

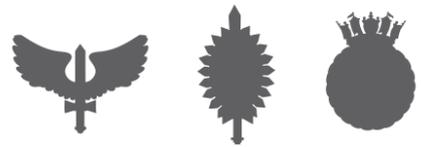


GABARITO

01. D 02. A 03. B 04. B 05. D 06. D 07. B 08. A 09. D

Maxwell Videoaulas





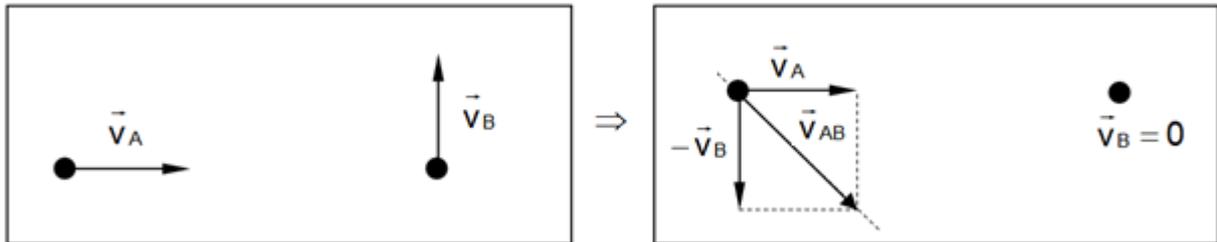
## COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTOS

Define-se que:

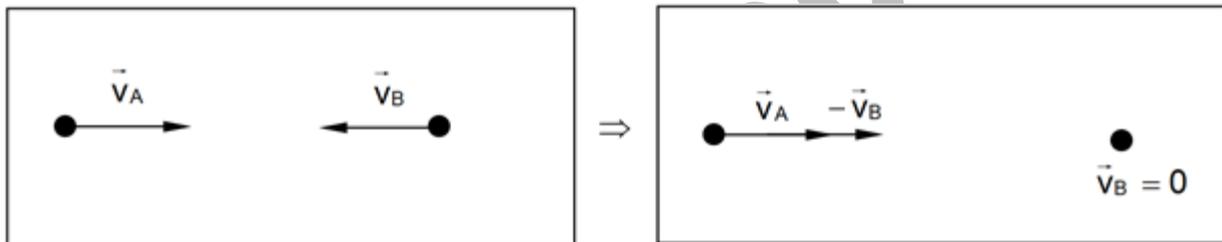
$$\vec{V}_{AB} = \vec{V}_A - \vec{V}_B$$

$$\vec{a}_{AB} = \vec{a}_A - \vec{a}_B$$

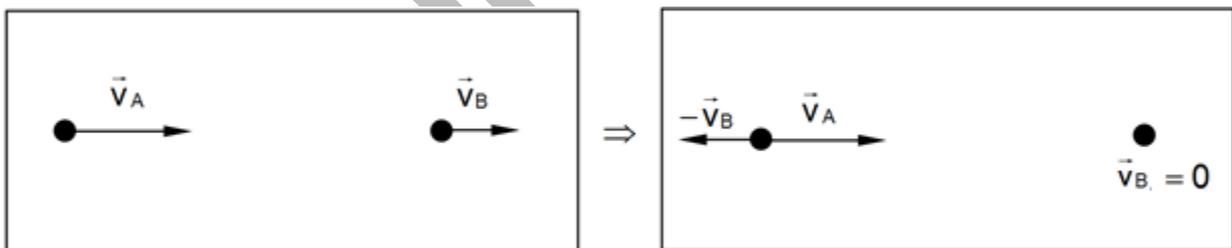
### Aplicação 1



$$v_{AB}^2 = v_A^2 + v_B^2$$



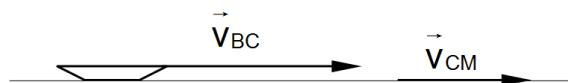
$$v_{AB} = v_A + v_B$$



$$v_{AB} = v_A - v_B$$

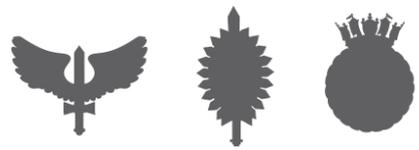
### Aplicação 2

Um barco descendo um rio



$$\vec{V}_{BC} = \vec{V}_{BM} - \vec{V}_{CM} \therefore \vec{V}_{BM} = \vec{V}_{BC} + \vec{V}_{CM}$$

$$v_{BM} = v_{BC} + v_{CM}$$



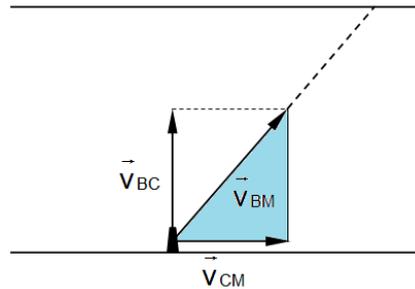
## Um barco subindo um rio



$$\vec{V}_{BC} = \vec{V}_{BM} - \vec{V}_{CM} \therefore \vec{V}_{BM} = \vec{V}_{BC} + \vec{V}_{CM}$$

$$V_{BM} = V_{BC} - V_{CM}$$

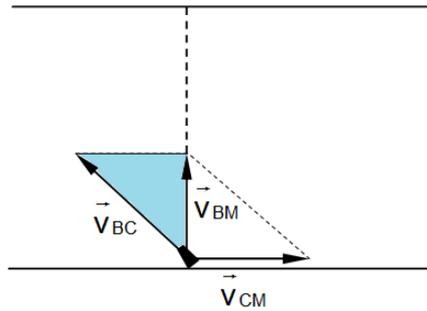
## Intervalo de tempo mínimo



$$\vec{V}_{BC} = \vec{V}_{BM} - \vec{V}_{CM} \therefore \vec{V}_{BM} = \vec{V}_{BC} + \vec{V}_{CM}$$

$$V_{BM}^2 = V_{BC}^2 + V_{CM}^2$$

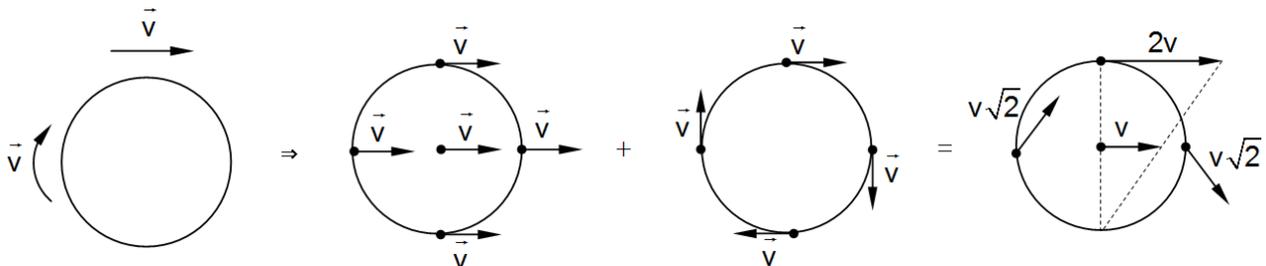
## Distância mínima

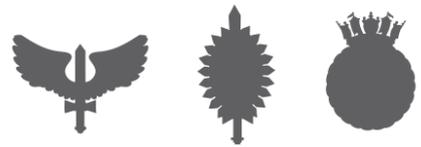


$$\vec{V}_{BC} = \vec{V}_{BM} - \vec{V}_{CM} \therefore \vec{V}_{BM} = \vec{V}_{BC} + \vec{V}_{CM}$$

$$V_{BM}^2 = V_{BC}^2 + V_{CM}^2$$

## Cilindro girando sem deslizar

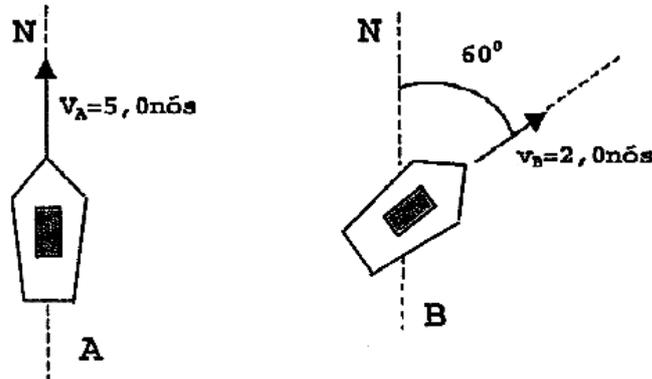




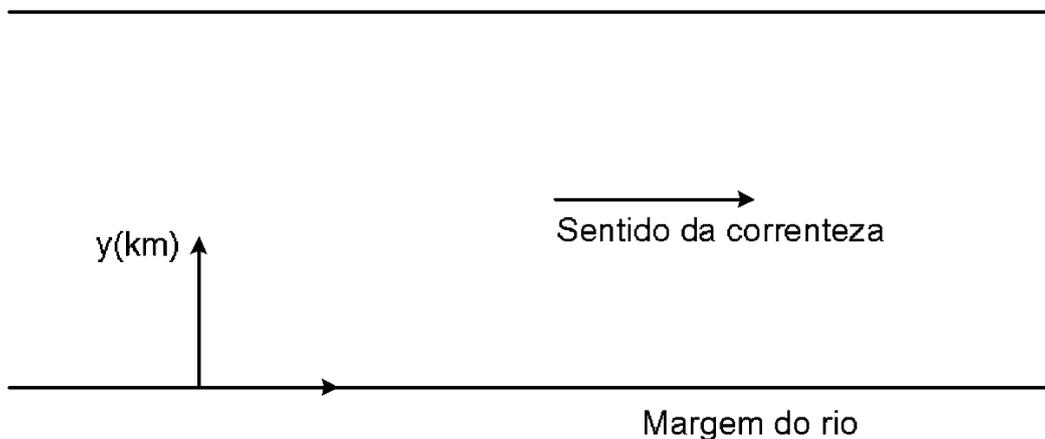
**01. (EFOMM)** Numa região de mar calmo, dois navios, A e B, navegam com velocidades, respectivamente, iguais a  $v_A=5,0$  nós no rumo norte e  $v_B = 2,0$  nós na direção  $60^\circ$  NEE, medidas em relação à terra, conforme indica a figura acima. O comandante do navio B precisa medir a velocidade do navio A em relação ao navio B. Que item informa o módulo, em nós, e esboça a direção e sentido do vetor velocidade a ser medido?

Dado:  $\cos 60^\circ=0,5$ .

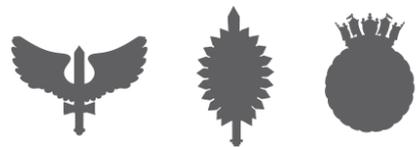
- A) 2,2
- B) 4,4
- C) 4,4
- D) 6,6
- E) 6,6



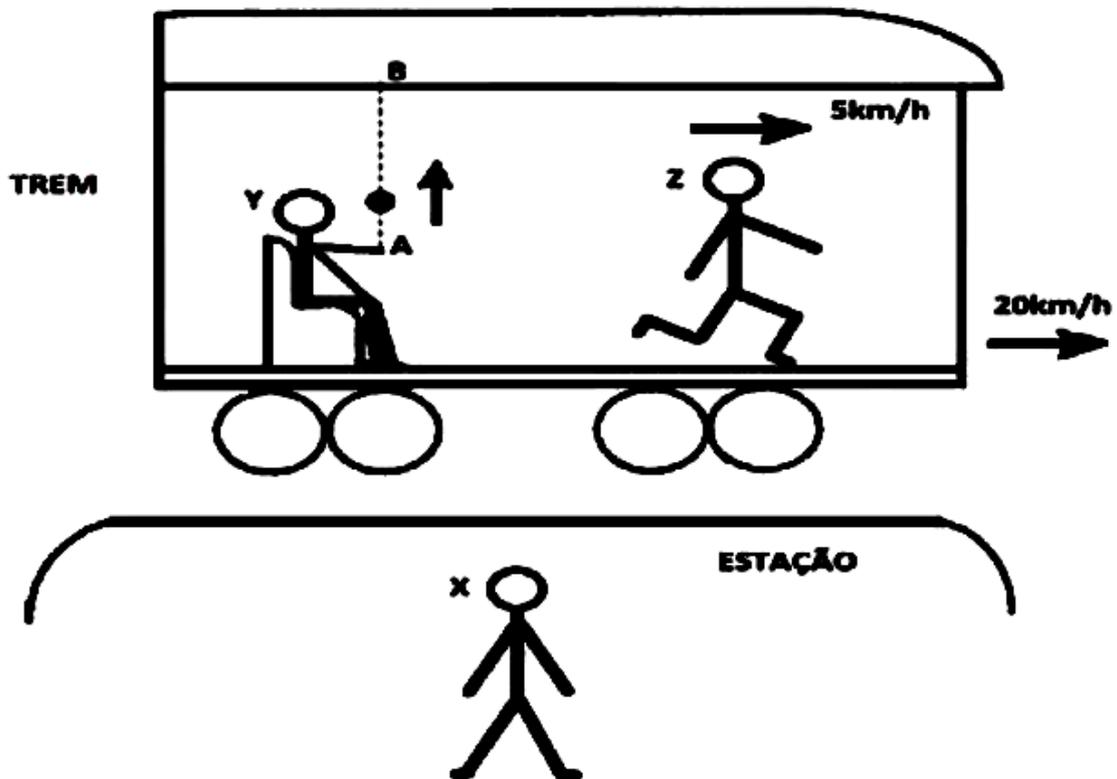
**02. (EFOMM)** Um barco atravessa um rio de margens paralelas e largura de 4,0 km. Devido à correnteza, as componentes da velocidade do barco são  $v_x = 0,50$  km/h e  $v_y = 2,0$  km/h. Considerando que, em  $t = 0$ , o barco parte da origem do sistema cartesiano  $xy$  (indicado na figura), as coordenadas de posições, em quilômetros, e o instante, em horas, de chegada do barco à outra margem são



- A) (1;4) e 1
- B) (1;4) e 2
- C) (2;4) e 4
- D) (16;4) e 4
- E) (16;4) e 8

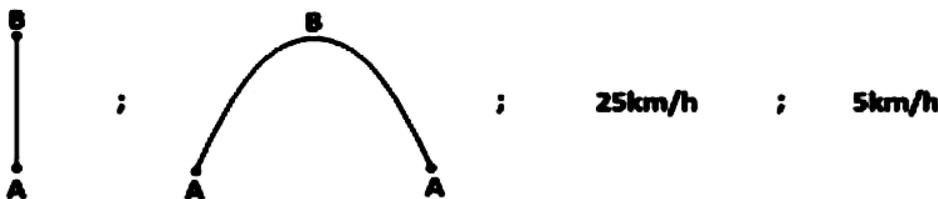


03. (EFOMM)

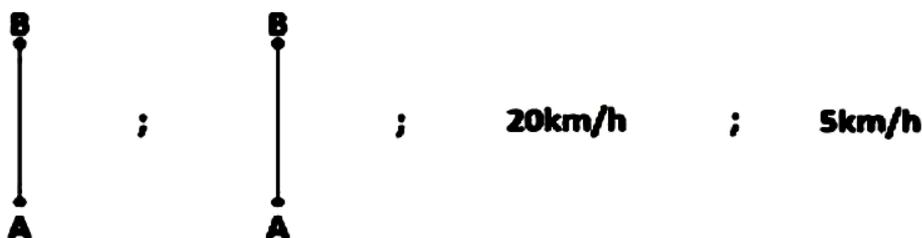


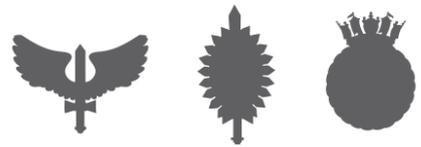
Um observador X está parado em uma estação quando vê um trem passar em MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) a 20 km/h, da esquerda para a direita, conforme a figura dada. Nesse momento o passageiro Y joga uma bola para cima do ponto A ao ponto B, pegando-a de volta. Simultaneamente, um passageiro Z se desloca no trem, da esquerda para a direita, com velocidade de 5 km/h. Podemos afirmar que a trajetória da bola vista pelo observador X, a trajetória da bola vista pelo passageiro Y, a velocidade do passageiro Z em relação ao observador X e a velocidade do passageiro Z, em relação ao passageiro Y, são, respectivamente,

A)

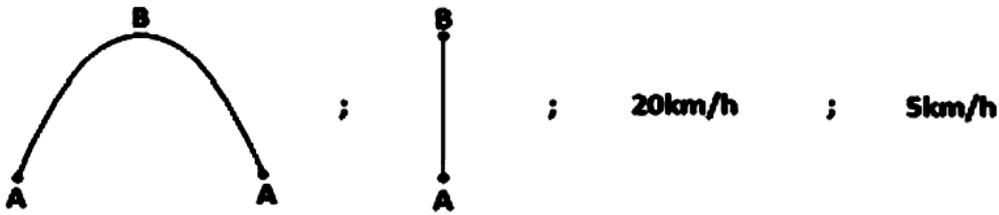


B)

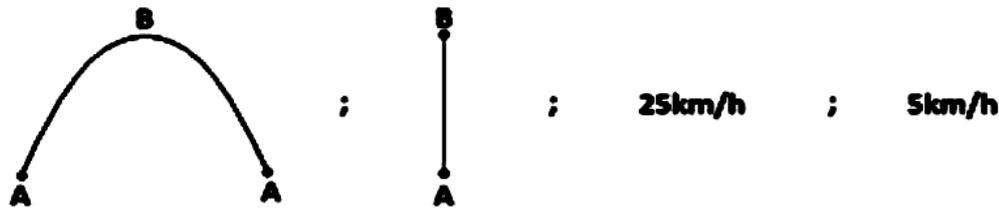




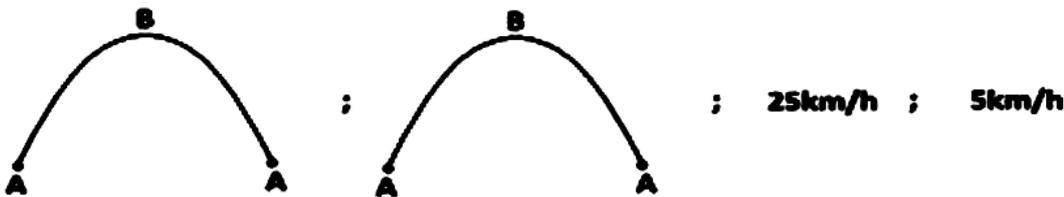
C)



D)



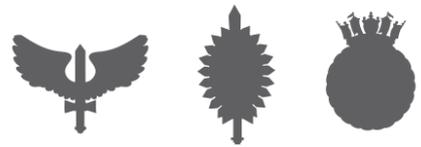
E)





**GABARITO**

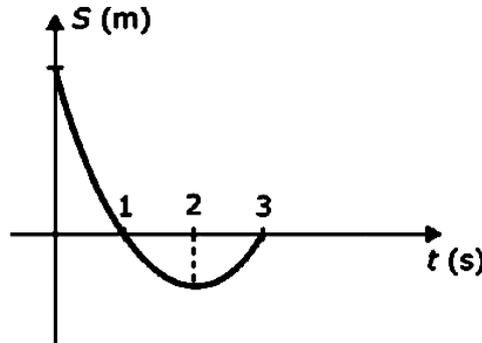
**01. C 02. B 03. D**



**CINEMÁTICA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

O gráfico da posição (S) em função do tempo (t) a seguir representa o movimento retilíneo de um móvel.

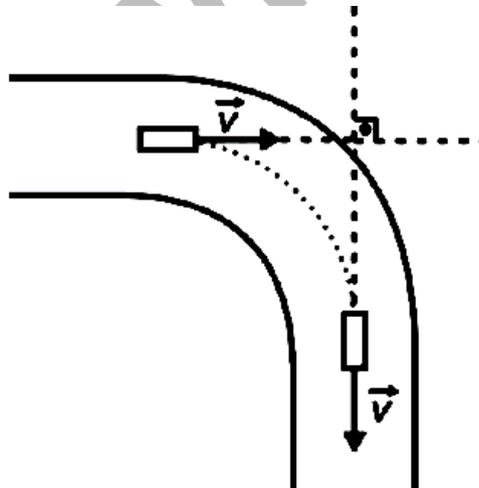


A partir do gráfico é correto afirmar que,

- A) no primeiro segundo, o seu movimento é progressivo.
- B) entre 1 s e 3 s, a aceleração é negativa.
- C) no instante 2 s, a velocidade do móvel é nula.
- D) nos instantes 1 s e 3 s, os vetores velocidades são iguais.

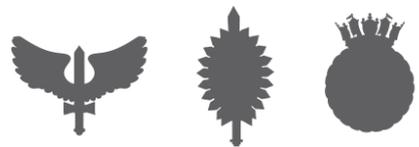
**02. (AFA)**

Um carro percorre uma curva circular com velocidade linear constante de 15 m/s completando-a em  $5\sqrt{2}$  s, conforme figura abaixo.



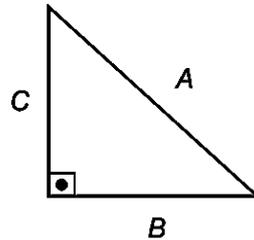
É correto afirmar que o módulo da aceleração média experimentada pelo carro nesse trecho, em  $m/s^2$ , é

- A) 0
- B) 1,8
- C) 3,0
- D) 5,3



**03. (AFA)**

Um turista, passeando de bugre pelas areias de uma praia em Natal – RN, percorre uma trajetória triangular, que pode ser dividida em três trechos, conforme a figura abaixo.



Os trechos B e C possuem o mesmo comprimento, mas as velocidades médias desenvolvidas nos trechos A, B e C foram, respectivamente,  $v$ ,  $2v$  e  $v$ . A velocidade escalar média desenvolvida pelo turista para percorrer toda a trajetória triangular vale

- A)  $v\sqrt{2}$
- B)  $v\sqrt{2}$
- C)  $4v$
- D)  $(4 - 2\sqrt{2})v$

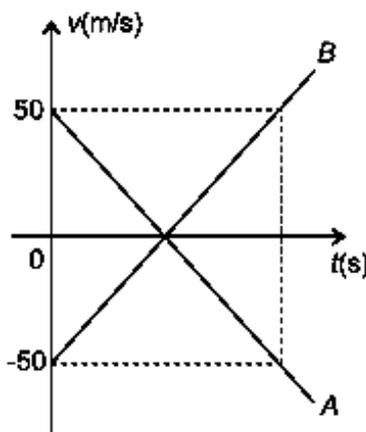
**04. (AFA)**

Dois automóveis A e B encontram-se estacionados paralelamente ao marco zero de uma estrada. Em um dado instante, o automóvel A parte, movimentando-se com velocidade escalar constante  $v_A = 80$  km/h. Depois de certo intervalo de tempo,  $\Delta t$ , o automóvel B parte no encalço de A com velocidade escalar constante  $v_B = 100$  km/h. Após 2 h de viagem, o motorista de A verifica que B se encontra 10 km atrás e conclui que o intervalo  $\Delta t$ , em que o motorista B ainda permaneceu estacionado, em horas, é igual a

- A) 0,25
- B) 0,50
- C) 1,00
- D) 4,00

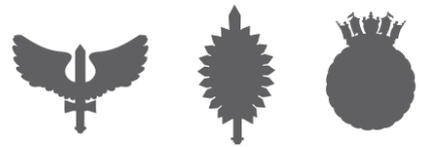
**05. (AFA)**

Duas partículas, A e B, que executam movimentos retilíneos uniformemente variados, se encontram em  $t = 0$  na mesma posição. Suas velocidades, a partir desse instante, são representadas pelo gráfico abaixo.



As acelerações experimentadas por A e B têm o mesmo módulo de  $0,2 \text{ m/s}^2$ . Com base nesses dados, é correto afirmar que essas partículas se encontrarão novamente no instante

- A) 10 s
- B) 50 s
- C) 100 s
- D) 500 s



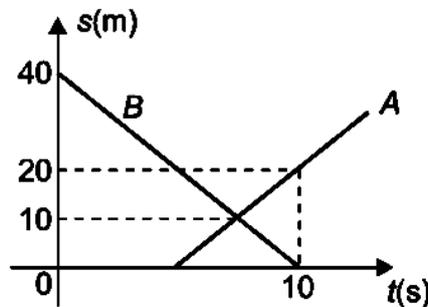
**06. (AFA)**

Considere que dois vetores  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$  e fazem entre si um ângulo de  $60^\circ$ , quando têm suas origens sobre um ponto em comum. Além disso, considere também, que o módulo de  $\vec{B}$  é duas vezes maior que o de  $\vec{A}$ , ou seja,  $B = 2A$ . Sendo o vetor soma  $\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$  e o vetor diferença  $\vec{D} = \vec{A} - \vec{B}$ , a razão entre os módulos  $\frac{S}{D}$  vale

- A)  $\frac{\sqrt{21}}{3}$
- B) 1
- C)  $\sqrt{7}$
- D) 3

**07. (AFA)**

O diagrama abaixo representa as posições de dois corpos A e B em função do tempo.

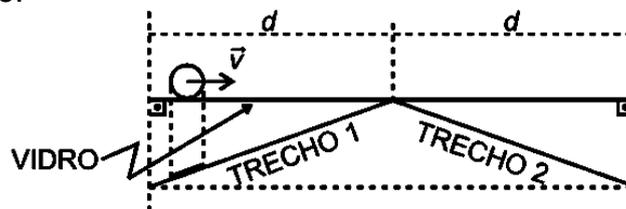


Por este diagrama, afirma-se que o corpo A iniciou o seu movimento, em relação ao corpo B, depois de

- A) 2,5 s
- B) 5,0 s
- C) 7,5 s
- D) 10 s

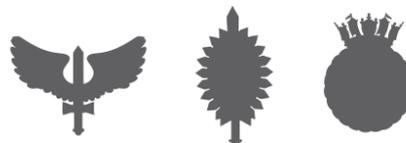
**08. (AFA)**

Uma bola rola com velocidade  $v$ , constante, sobre uma superfície de vidro plana e horizontal, descrevendo uma trajetória retilínea. Enquanto a bola se desloca, a sua sombra percorre os planos representados pelos trechos 1 e 2 da figura abaixo, com velocidades escalares médias  $v_1$  e  $v_2$ , respectivamente.



Considerando que a sombra está sendo gerada por uma projeção ortogonal à superfície de vidro, pode-se afirmar que o seu movimento é

- A) acelerado no trecho 1 e retardado no trecho 2, sendo  $v_1 > v > v_2$ .
- B) acelerado nos dois trechos, sendo  $v_1 = v_2 > v$ .
- C) uniforme nos dois trechos, sendo  $v_1 = v_2 > v$ .
- D) uniforme nos dois trechos, sendo  $v_1 = v_2 = v$ .



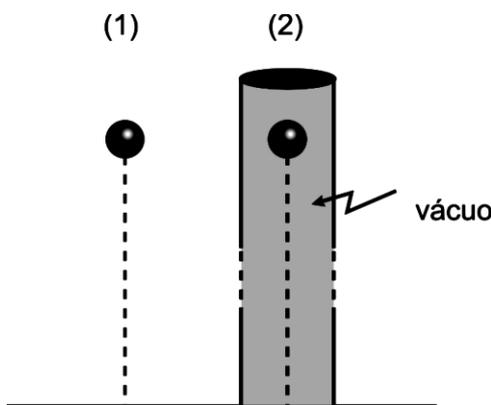
**09. (AFA)**

Uma partícula move-se com velocidade de 50 m/s. Sob a ação de uma aceleração de módulo  $0,2 \text{ m/s}^2$ , ela chega a atingir a mesma velocidade em sentido contrário. O tempo gasto, em segundos, para ocorrer essa mudança no sentido da velocidade é

- A) 500
- B) 250
- C) 100
- D) 50

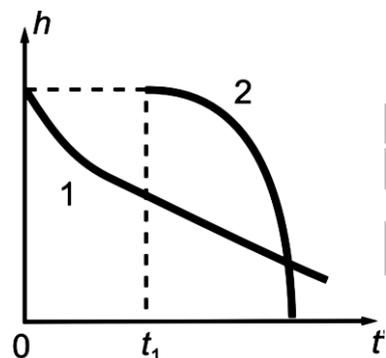
**10. (AFA)**

A figura mostra uma bola de isopor caindo, a partir do repouso, sob efeito da resistência do ar, e outra bola idêntica, abandonada no vácuo no instante  $t_1$  em que a primeira atinge a velocidade de limite.

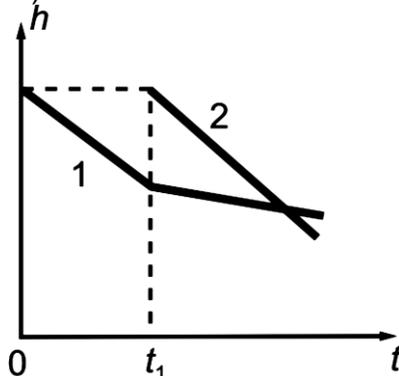


A opção que pode representar os gráficos da altura  $h$  em função do tempo  $t$  para as situações descritas é

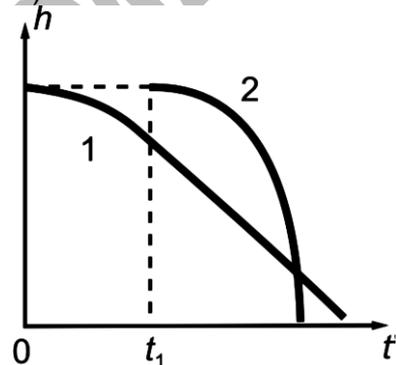
A)



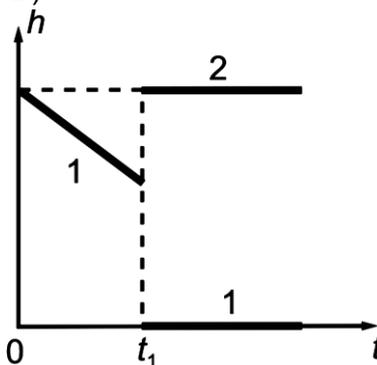
B)

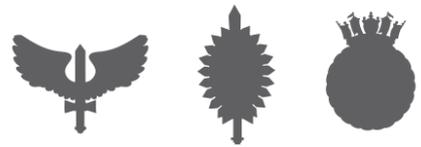


C)



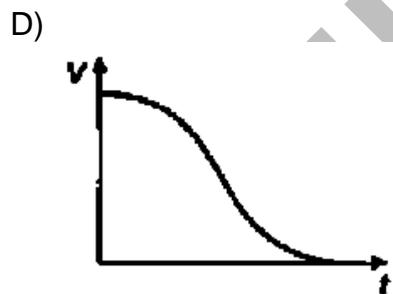
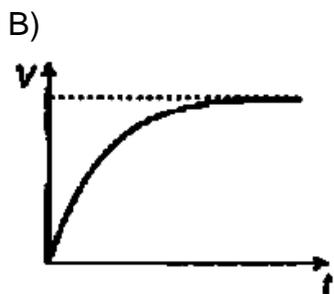
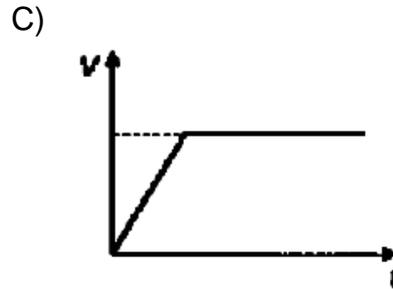
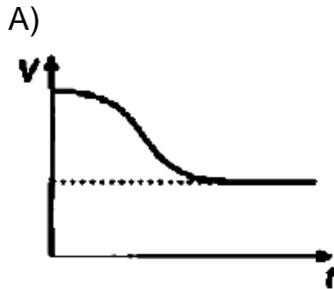
D)





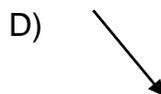
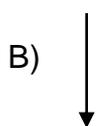
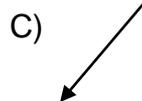
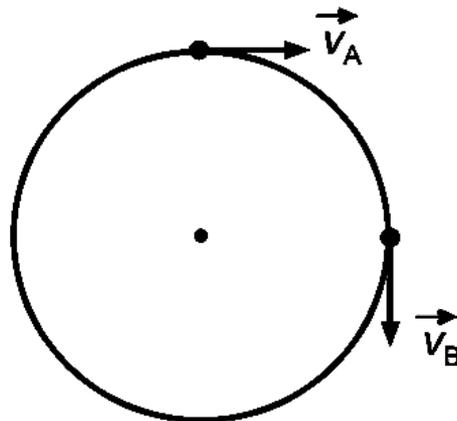
11. (AFA)

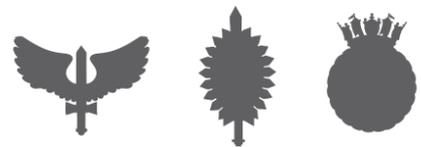
Um paraquedista, ao saltar na vertical de um avião que se desloca na horizontal em relação ao solo, sofre uma redução crescente da aceleração até atingir a velocidade limite. O gráfico que melhor representa o módulo da componente vertical da velocidade do paraquedista em função do tempo, a partir do instante em que começa a cair, é



12. (AFA)

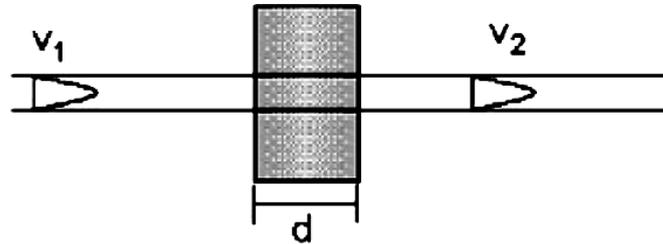
Uma partícula descreve movimento circular passando pelos pontos A e B com velocidades  $\vec{v}_A$  e  $\vec{v}_B$ , conforme a figura abaixo. A opção que representa o vetor aceleração média entre A e B é





**13. (AFA)**

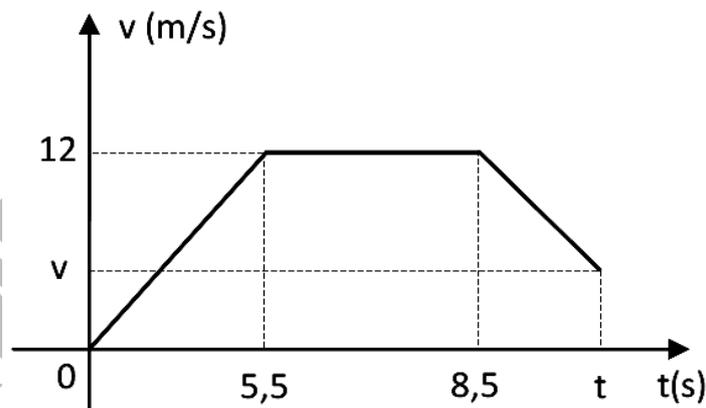
Um projétil de massa  $m$  incide horizontalmente sobre uma tábua com velocidade  $v_1$  e a abandona com velocidade, ainda horizontal,  $v_2$ . Considerando-se constante a força exercida pela tábua de espessura  $d$  sobre o projétil, pode-se afirmar que o tempo de perfuração é dado por:



- A)  $\frac{2d}{v_1 + v_2}$
- B)  $\frac{d}{2(v_1 + v_2)}$
- C)  $\frac{2d}{v_1 - v_2}$
- D)  $\frac{d}{2(v_1 - v_2)}$

**14. (AFA)**

O gráfico abaixo mostra como variou a velocidade de um atleta durante uma disputa de 100 m rasos.

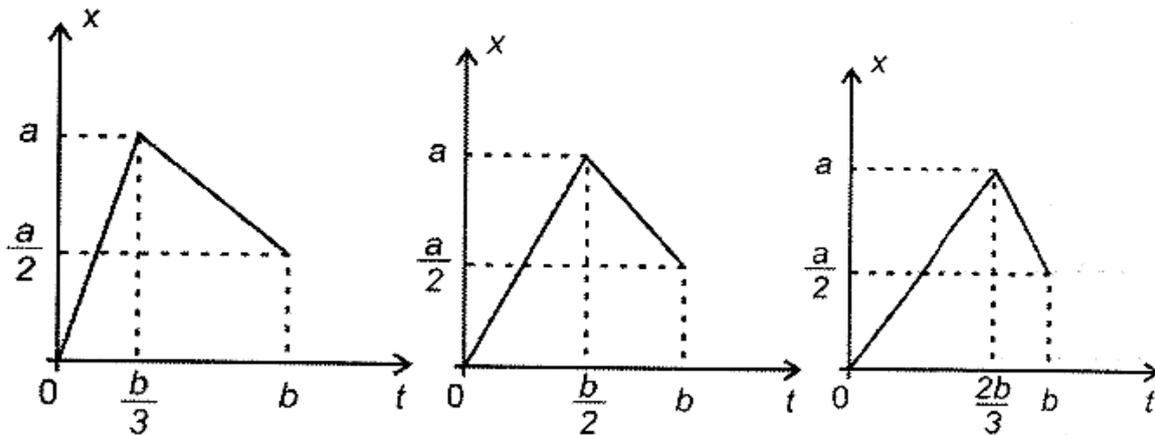
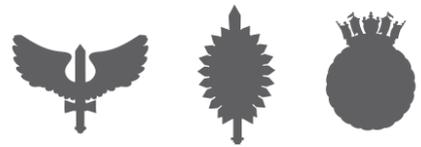


Sendo de 8,0 m/s a velocidade média deste atleta, pode-se afirmar que a velocidade  $v$  no instante em que ele cruzou a linha de chegada era, em m/s,

- A) 5,0
- B) 8,5
- C) 3,5
- D) 10

**15. (AFA)**

Os gráficos a seguir referem-se a movimentos unidimensionais de um corpo em três situações diversas, representando a posição como função do tempo.



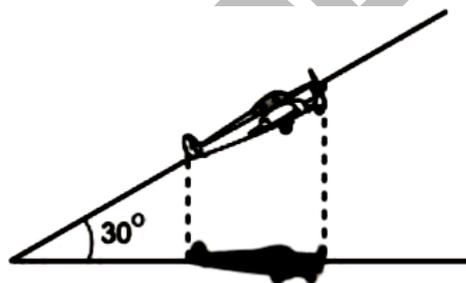
Nas três situações, são iguais as velocidades

- A) finais.
- B) médias.
- C) instantâneas.
- D) iniciais.

**16. (AFA)**

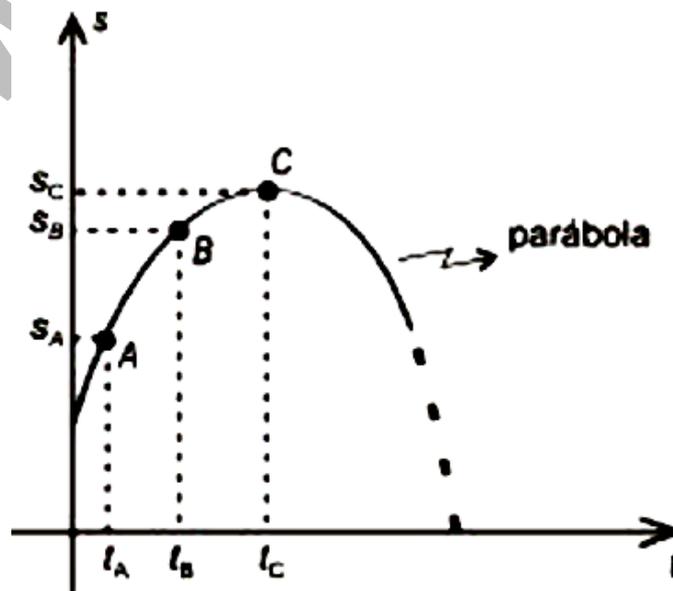
Durante uma decolagem, ao perder o contato com a pista, um avião mantém velocidade constante em direção que forma um ângulo de  $30^\circ$  com a pista horizontal. A razão entre a velocidade do avião e a velocidade de sua sombra sobre a pista é

- A)  $\frac{1}{2}$
- B) 2
- C)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- D)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

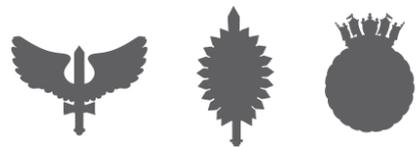


**17. (AFA)**

A figura abaixo apresenta o gráfico posição x tempo para um móvel em movimento retilíneo.



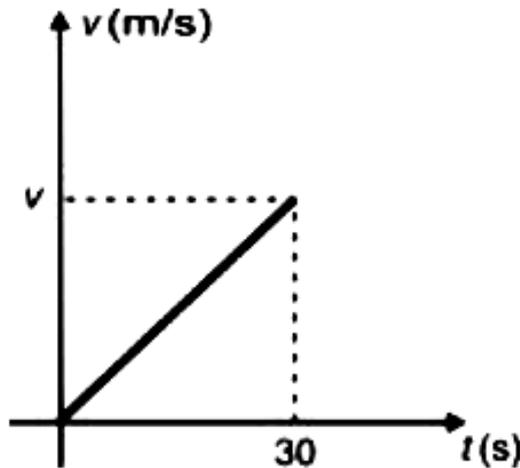
É correto afirmar que



- A) a velocidade no instante  $t_A$  é menor que a velocidade no instante  $t_B$ .
- B) para  $t_C$ , a aceleração do móvel é nula.
- C) para  $t_A < t < t_C$ , o movimento é acelerado.
- D) para  $t_B < t < t_C$ , a velocidade do móvel decresce de maneira uniforme.

**18. (AFA)**

Um avião necessita percorrer 750 m de uma pista para decolar. O gráfico a seguir representa a velocidade desse avião em função do tempo desde o instante da partida até a decolagem. Então, a velocidade atingida no instante da decolagem é



- A) 50 km/h
- B) 120 km/h
- C) 90 km/h
- D) 180 km/h

**19. (AFA)**

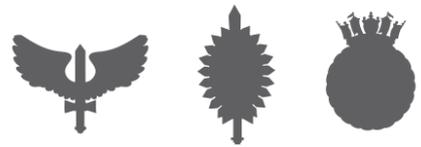
O odômetro de um automóvel é um aparelho que mede a distância percorrida. Na realidade, esse aparelho é ajustado para fornecer a distância percorrida através do número de voltas e do diâmetro do pneu. Considere um automóvel cujos pneus, quando novos, têm diâmetro  $D$ . Suponha que os pneus tenham se desgastado e apresentem 98% do diâmetro original. Quando o velocímetro assim alar 100 km/h, a velocidade real do automóvel será

- A) 104 km/h
- B) 102 km/h
- C) 98 km/h
- D) 96 km/h

**20. (AFA)**

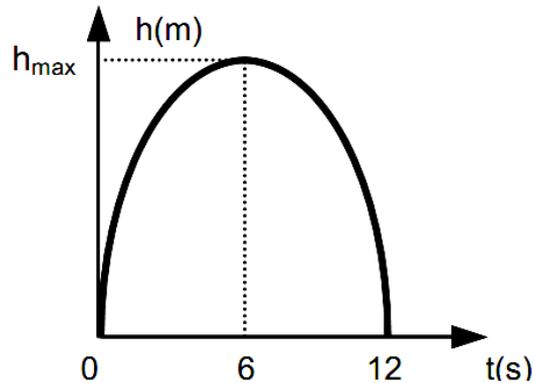
Um automóvel faz uma viagem em que, na primeira metade do percurso, é obtida uma velocidade média de 100 km/h. Na segunda metade a velocidade média desenvolvida é de 150 km/h. Pode-se afirmar que a velocidade média, ao longo de todo o percurso, é, em km/h,

- A) 120
- B) 125
- C) 110
- D) 130



**21. (AFA)**

O gráfico mostra a variação, com o tempo, da altura de um objeto lançado verticalmente para cima a partir do solo.

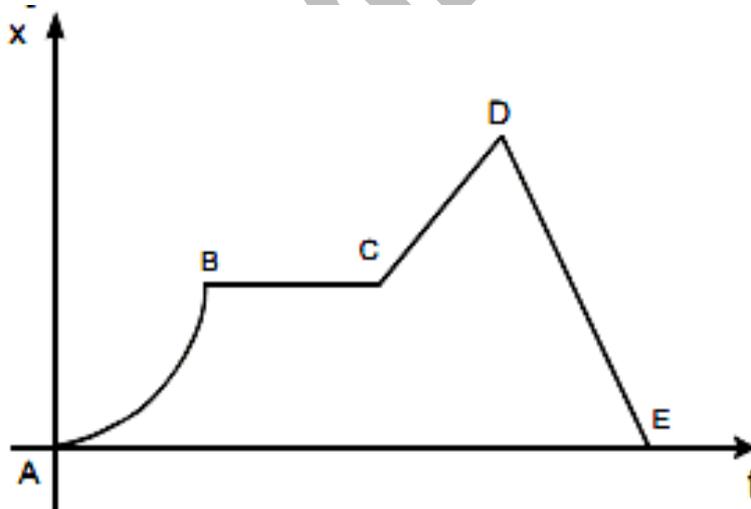


Desprezando a resistência do ar e considerando o módulo da aceleração desenvolvida por ele  $10 \text{ m/s}^2$ , a altura máxima atingida pelo objeto vale, em m,

- A) 180
- B) 240
- C) 60
- D) 300

**22. (AFA)**

Um móvel desloca-se ao longo de uma linha reta, sendo sua posição em função do tempo dada pelo gráfico abaixo.

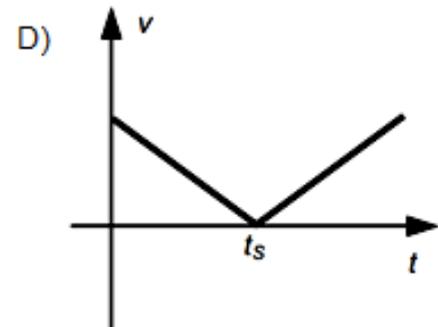
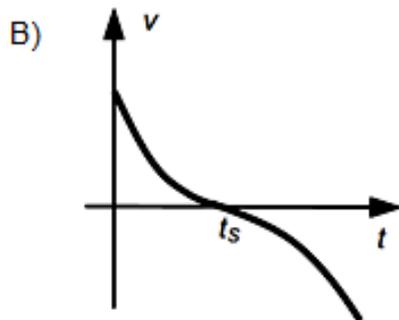
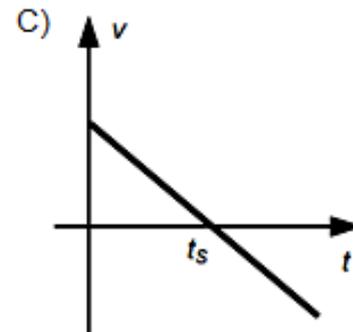
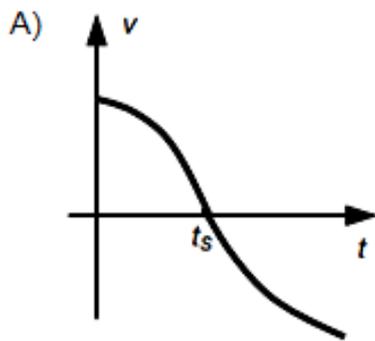
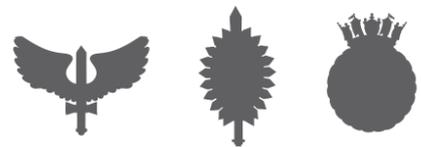


Pode-se afirmar que

- A) nos trechos CD e DE, o movimento foi acelerado.
- B) no trecho DE, a velocidade é negativa.
- C) no trecho BC, a velocidade foi constante e não nula.
- D) no trecho AB, a velocidade é decrescente.

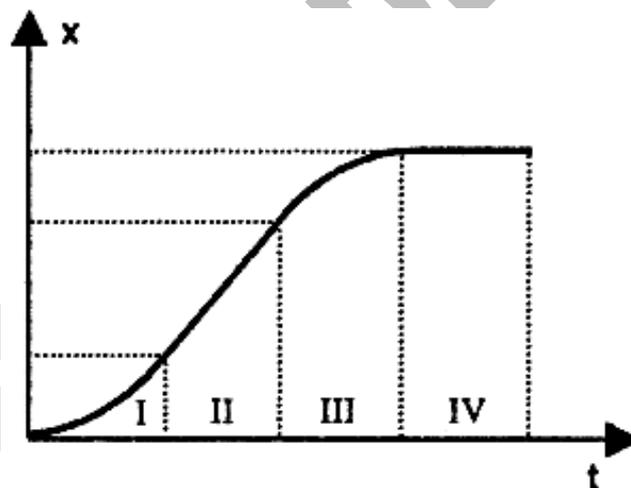
**23. (AFA)**

Um corpo é lançado com uma velocidade inicial de baixo para cima num plano inclinado perfeitamente liso. Se o corpo gasta um tempo  $t_s$  para subir, qual dos gráficos abaixo representa a velocidade do corpo em função do tempo?



**24. (AFA)**

A posição  $x$  de um corpo que se move ao longo de uma reta, em função do tempo  $t$ , é mostrada no gráfico. Analise as afirmações abaixo e marque a alternativa correta.

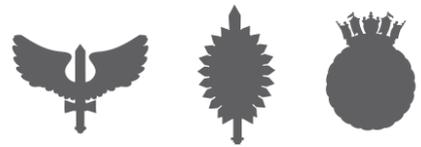


- A) A velocidade do corpo é positiva nos quatro trechos.
- B) A aceleração do corpo é nula apenas no trecho IV.
- C) A trajetória descrita pelo corpo no trecho I é parabólica.
- D) O movimento descrito pelo corpo no trecho III é progressivo e retardado.

**25. (AFA)**

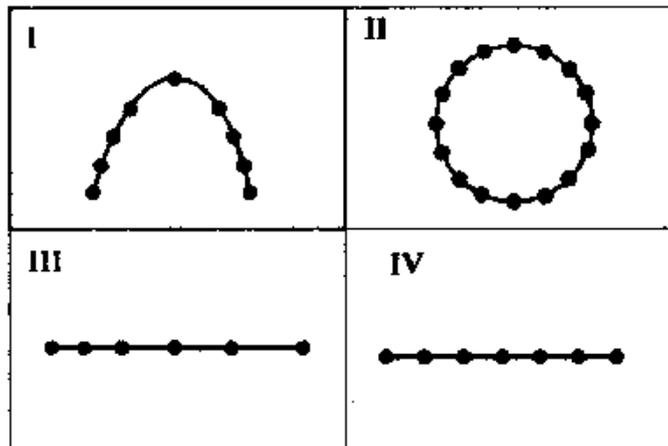
A maior aceleração (ou retardamento) tolerada pelos passageiros de um trem urbano é  $1,5 \text{ m/s}^2$ . A maior velocidade que pode ser atingida pelo trem, que parte de uma estação em direção a outra, distante 600 m da primeira, em m/s, é

- A) 42
- B) 30
- C) 48
- D) 54



26. (AFA)

As figuras abaixo apresentam pontos que indicam as posições de um móvel, obtidas em intervalos de tempos iguais.



Em quais figuras o móvel apresenta aceleração **NÃO** nula?

- A) Apenas em I, III e IV.
- B) Apenas em II e IV.
- C) Apenas I, II e III.
- D) Em I, II, III e IV.

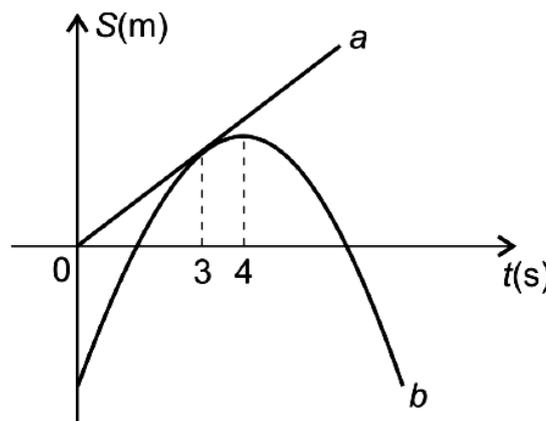
27. (AFA)

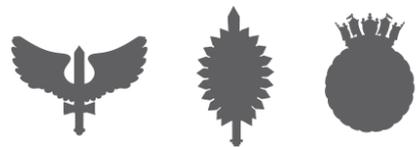
Sejam três vetores  $\vec{A}$ ,  $\vec{B}$  e  $\vec{C}$ . Os módulos dos vetores  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$  são, respectivamente,  $6u$  e  $8u$ . O módulo do vetor  $\vec{S} = \vec{A} + \vec{B}$  vale  $10u$ , já o módulo do vetor  $\vec{D} = \vec{A} + \vec{C}$  é nulo. Sendo o vetor  $\vec{R} = \vec{B} + \vec{C}$ , tem-se que o módulo de  $\vec{F} = \vec{R} + \vec{S}$  é igual a

- A)  $16u$
- B)  $10u$
- C)  $8u$
- D)  $6u$

28. (AFA)

Duas partículas, a e b, que se movimentam ao longo de um mesmo trecho retilíneo tem as suas posições (S) dadas em função do tempo (t), conforme o gráfico abaixo.



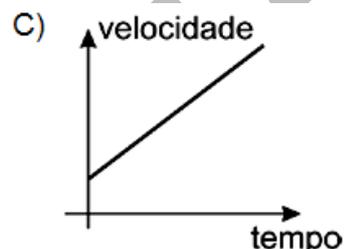
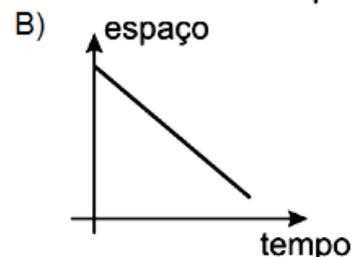
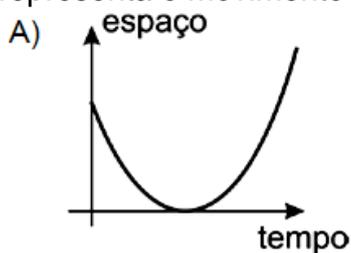


O arco de parábola que representa o movimento da partícula b e o seguimento de reta que representa o movimento de a tangenciam-se em  $t = 3$  s. Sendo a velocidade inicial da partícula b de 8 m/s, o espaço percorrido pela partícula a do instante  $t = 0$  até o instante  $t = 4$  s, em metros, vale

- A) 3,0
- B) 4,0
- C) 6,0
- D) 8,0

**29. (AFA)**

Considere um móvel deslocando-se numa trajetória horizontal e descrevendo um movimento retilíneo uniformemente acelerado e retrógrado. a alternativa que contém o gráfico que melhor representa o movimento descrito pelo móvel é



**30. (EFOMM)**

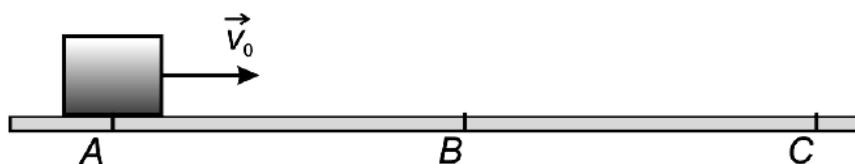
Um navio, em certo trecho de sua rota, se desloca em movimento uniformemente variado, segundo a equação horária:  $S = 3 + 2t - t^2$  (S.I). Calcule, respectivamente, os instantes nos quais:

- Este navio passa pela origem dos espaços;
- O seu deslocamento inverte o sentido.

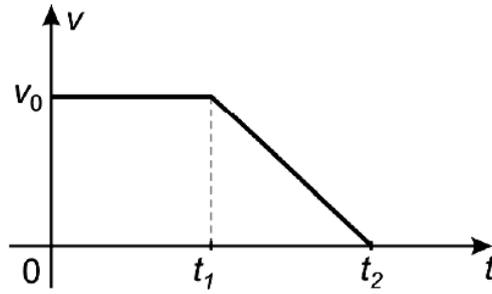
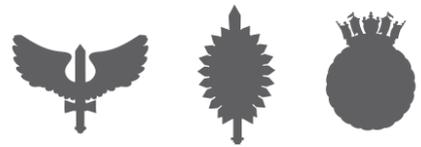
- A) 1 e 2 segundos
- B) 3 e 2 segundos
- C) 4 e 3 segundos
- D) 3 e 1 segundos
- E) 2 e 1 segundos

**31. (AFA)**

Um bloco se movimenta retilineamente, do ponto A até o ponto C, conforme a figura abaixo.



Sua velocidade  $v$  em função do tempo  $t$ , ao longo da trajetória, é descrita pelo diagrama  $v \times t$  mostrado abaixo.



Considere que o bloco passa pelos pontos A e b nos instantes 0 e  $t_1$ , respectivamente, e para no ponto C no instante  $t_2$ , a razão entre as distâncias percorridas pelo bloco nos trechos  $\overline{BC}$  e  $\overline{AB}$  vale:

A)  $\frac{t_2 + t_1}{t_1}$

B)  $\frac{(t_2 - t_1)^2}{t_2^2}$

C)  $\frac{t_2 - t_1}{2t_1}$

D)  $\frac{t_2 + t_1}{2t_2}$

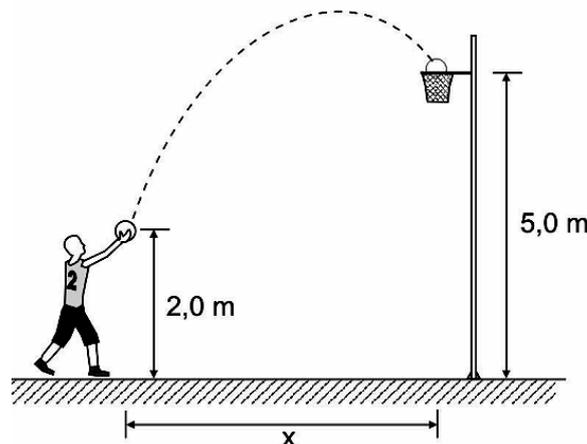
**32. (AFA)**

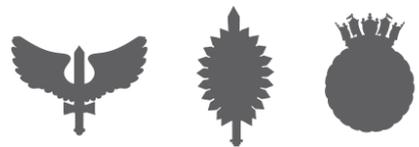
No instante  $t = 0$ , uma partícula A é lançada obliquamente, a partir do solo, com velocidade de 80 m/s sob um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. No instante  $t = 2$  s, outra partícula B é lançada verticalmente para cima, também a partir do solo, com velocidade de 70 m/s, de um ponto situado a  $200\sqrt{3}$  m da posição de lançamento da primeira. Sabendo-se que essas duas partículas colidem no ar, pode-se afirmar que no momento do encontro

- A) ambas estão subindo.
- B) A está subindo e B descendo.
- C) B está subindo e A descendo.
- D) ambas estão descendo.

**33. (AFA)**

Uma bola de basquete descreve a trajetória mostrada na figura após ser arremessada por um jovem atleta que tenta bater um recorde de arremesso.





A bola é lançada com uma velocidade de 10 m/s e, ao cair na cesta, sua componente horizontal vale 6,0 m/s. Despreze a resistência do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Pode-se afirmar que a distância horizontal ( $x$ ) percorrida pela bola desde o lançamento até cair na cesta, em metros, vale

- A) 3,0
- B) 3,6
- C) 4,8
- D) 6,0

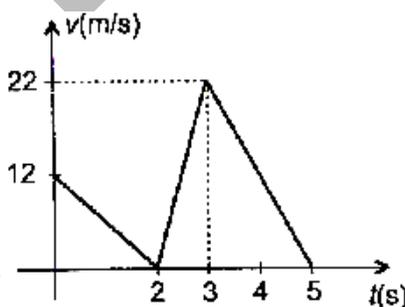
**34. (AFA)**

Um corpo é abandonado do repouso de uma altura  $h$  acima do solo. No mesmo instante, um outro é lançado para cima, a partir do solo, segundo a mesma vertical, com velocidade  $v$ . Sabendo que os corpos se encontram na metade da altura da descida do primeiro, pode-se afirmar que  $h$  vale

- A)  $\frac{v}{g}$
- B)  $\frac{v^2}{g}$
- C)  $\left(\frac{v}{g}\right)^{\frac{1}{2}}$
- D)  $\left(\frac{v}{g}\right)^2$

**35. (AFA)**

O gráfico ao lado representa o movimento de subida de um protótipo de foguete em dois estágios lançado a partir do solo.

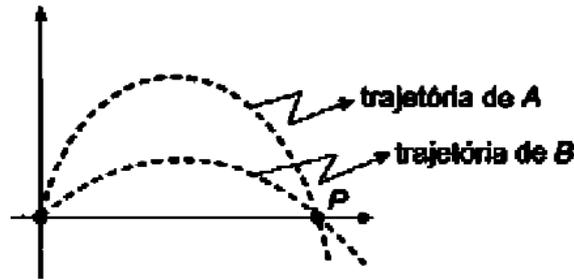
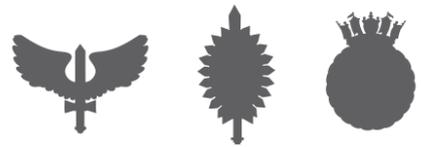


Após ter atingido a altura máxima, pode-se afirmar que o tempo de queda livre desse protótipo será de

- A) 1 s
- B) 2 s
- C) 3 s
- D) 4 s

**36. (AFA)**

A figura abaixo representa as trajetórias de dois projéteis A e B lançados no mesmo instante num local onde o campo gravitacional é constante e a resistência do ar é desprezível.

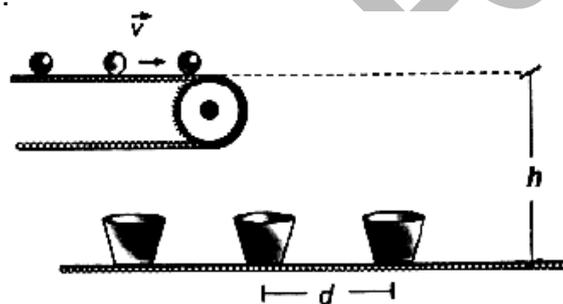


Ao passar pelo ponto P, ponto comum de suas trajetórias, os projéteis possuíam a mesma

- A) velocidade tangencial.
- B) velocidade horizontal.
- C) aceleração centrípeta.
- D) aceleração resultante.

**37. (AFA)**

Dois esteiras mantêm movimentos uniformes e sincronizados de forma que as bolinhas sucessivamente abandonadas em uma delas atingem ordenadamente recipientes conduzidos pela outra. Cada bolinha atinge o recipiente no instante em que a seguinte é abandonada. Sabe-se que a velocidade da esteira superior é  $v$  e que o espaçamento das bolinhas é a metade da distância, entre os recipientes. Sendo  $g$  a aceleração da gravidade local, a altura  $h$ , entre as esteiras, pode ser calculada por:

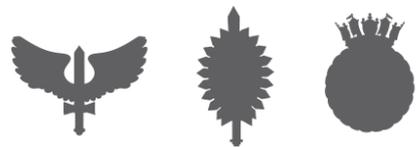


- A)  $\frac{g}{8} \left(\frac{d}{v}\right)^2$
- B)  $g \frac{d}{v}$
- C)  $\frac{g}{2} \left(\frac{d}{v}\right)^2$
- D)  $\frac{g d}{2 v}$

**38. (AFA)**

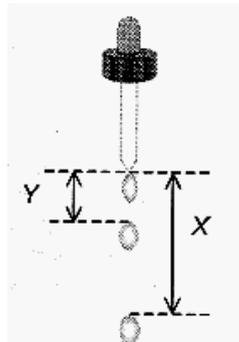
Uma equipe de resgate se encontra num helicóptero, parado em relação ao solo, a 305 m de altura. Um paraquedista abandona o helicóptero e cai livremente durante 1,0 s, quando abre o paraquedas. A partir desse instante, mantendo-se constante sua velocidade, o paraquedista atingirá o solo em

- A) 30 s
- B) 28 s
- C) 60 s
- D) 15 s



**39. (AFA)**

Certa mãe, ao administrar um medicamento para o seu filho, utiliza um conta-gotas pingando em intervalos de tempo iguais. A figura mostra a situação no instante em que uma das gotas está se soltando.

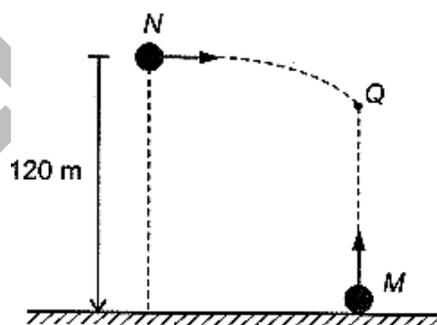


Considerando que cada pingo abandone o conta-gotas com velocidade nula e desprezando a resistência do ar, pode-se que a razão  $\frac{X}{Y}$ , entre as distâncias X e Y, mostradas na figura, vale

- A)  $\frac{1}{2}$
- B) 4
- C)  $\frac{1}{4}$
- D) 2

**40. (AFA)**

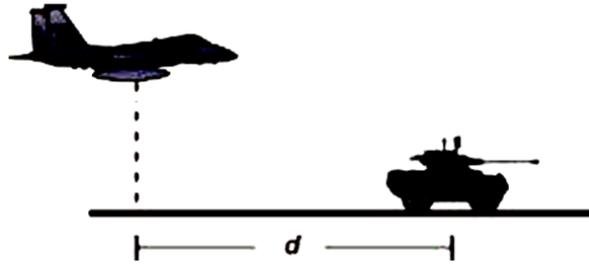
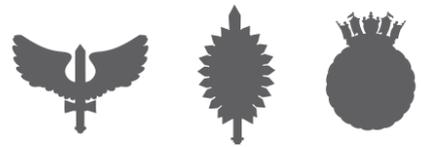
Considere uma partícula M lançada verticalmente para cima com uma velocidade de 30 m/s. No mesmo instante, uma outra N é lançada horizontalmente de um ponto situado a 120 m do solo. Sabe-se que elas irão se chocar em um ponto Q, conforme a figura. Desprezando os efeitos do ar, a altura do ponto Q é



- A) 40 m
- B) 60 m
- C) 15 m
- D) 80 m

**41. (AFA)**

Um avião, em voo horizontal a 500 m de altura, deve lançar uma bomba sobre um móvel. A velocidade do avião é de 360 km/h e a do alvo é de 72 km/h, ambas constantes e de mesmo sentido. Se o projétil é lançado com velocidade horizontal constante em relação ao avião de 432 km/h, para que o alvo seja atingido, a distância  $d$  entre o avião e o alvo, no instante de lançamento, é (Despreze a resistência do ar)



- A) 1500 m
- B) 2000 m
- C) 2500 m
- D) 3000 m

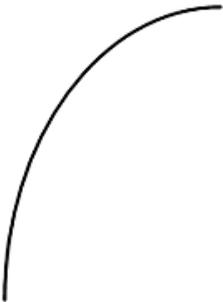
**42. (AFA)**

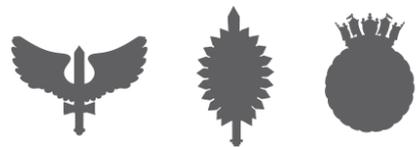
Um canhão dispara projéteis com velocidade  $v_0$ . Desprezando-se os efeitos do ar e adotando-se  $g$  como módulo do vetor aceleração da gravidade, pode-se afirmar que a altura máxima atingida pelo projétil, quando o alcance horizontal for máximo, é

- A)  $\frac{v_0^2}{4g}$
- B)  $\frac{v_0^2}{2g}$
- C)  $\frac{v_0}{2g}$
- D)  $\frac{2v_0}{g}$

**43. (AFA)**

Um garoto está em repouso sobre o vagão de um trem que se move com velocidade constante igual a 10 m/s em relação à Terra. Num certo instante o garoto chuta uma bola com uma velocidade de módulo 20 m/s, em relação ao vagão, formando um ângulo de  $120^\circ$  com o sentido do movimento do trem. Para uma pessoa que está em repouso na Terra, a trajetória da bola é MELHOR representada pela alternativa:

- A) 
- B) 
- C) 
- D) 



**44. (AFA)**

Dois projéteis A e B são lançados obliquamente em relação à horizontal. Sabendo que ambos permanecem no ar durante o mesmo intervalo de tempo e que o alcance de B é maior que o alcance de A, afirma-se que:

- I - Ambos atingem a mesma altura máxima.
- II - A velocidade inicial de B é maior que a de A.
- III - A maior altura é atingida por A que foi lançado com maior velocidade.

É(são) verdadeira(s) apenas

- A) II.
- B) I e II.
- C) III.
- D) I.

**45. (AFA)**

Uma bola abandonada de uma altura H, no vácuo, chega ao solo e atinge, agora, altura máxima h. A razão entre a velocidade com que a bola chega ao solo e aquela com que ela deixa o solo é

- A)  $\left(\frac{H}{h}\right)^{\frac{1}{2}}$
- B)  $\frac{H}{h}$
- C)  $\left(\frac{H}{h}\right)^{\frac{3}{2}}$
- D)  $\left(\frac{H}{h}\right)^2$

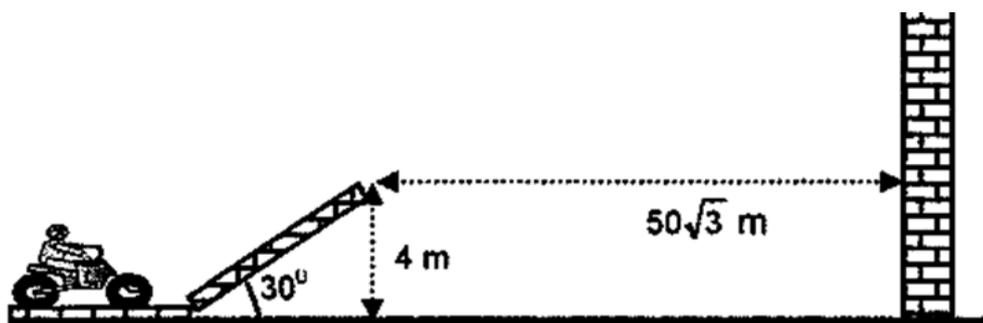
**46. (AFA)**

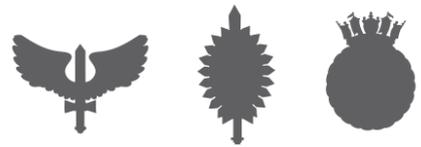
Duas armas são disparadas simultaneamente, na horizontal, de uma mesma altura. Sabendo-se que os projéteis possuem diferente massas e desprezando a resistência do ar, pode-se afirmar que

- A) a bala mais pesada atinge o solo em um tempo menor.
- B) o tempo de queda das balas é o mesmo.
- C) a bala que foi disparada com maior velocidade atinge o solo em um tempo maior.
- D) nada se pode dizer a respeito do tempo de queda, porque não se sabe qual das armas é mais potente.

**47. (AFA)**

Um audacioso motociclista deseja saltar de uma rampa de 4 m de altura e inclinação  $30^\circ$  e passa sobre um muro (altura igual a 34 m) que está localizado a  $50\sqrt{3}$  m do final da rampa.



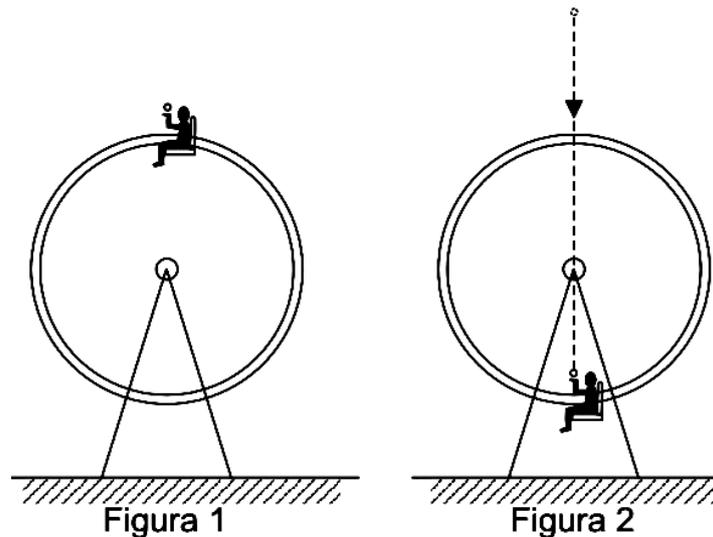


Para conseguir o desejado, a velocidade mínima da moto no final da rampa deverá ser igual a

- A) 144 km/h
- B) 72 km/h
- C) 180 km/h
- D) 50 km/h

**48. (AFA)**

Uma pessoa, brincando em uma roda-gigante, ao passar pelo ponto mais alto, arremessa uma pequena bola (Figura 1), de forma que esta descreve, em relação ao solo, a trajetória de um lançamento vertical para cima.



A velocidade de lançamento da bola na direção vertical tem o mesmo módulo da velocidade escalar ( $v$ ) da roda-gigante, que executa um movimento circular uniforme. Despreze a resistência do ar, considere a aceleração da gravidade igual a  $g$  e  $\pi = 3$ . Se a pessoa consegue pegar a bola no ponto mais próximo do solo (Figura 2), o período de rotação da roda-gigante pode ser igual a

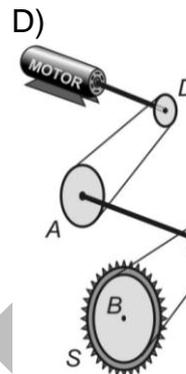
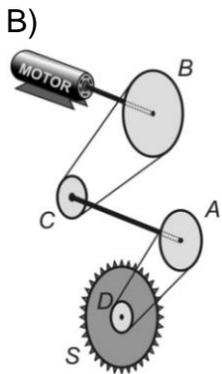
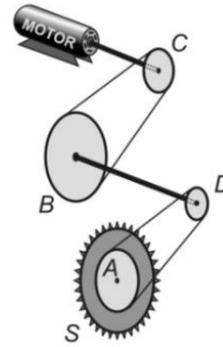
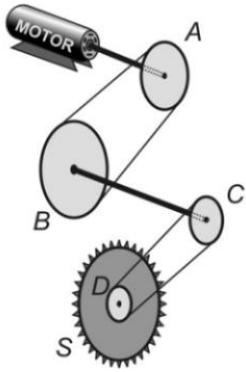
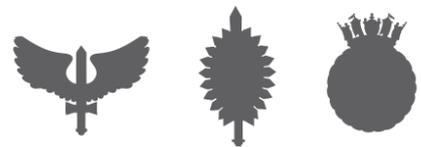
- A)  $\frac{v}{g}$
- B)  $\frac{10v}{7g}$
- C)  $\frac{20v}{3g}$
- D)  $\frac{12v}{g}$

**49. (AFA)**

Dispõe-se de quatro polias ideais de raios  $R_A = R, R_B = 3R, R_C = \frac{R}{2}$  e  $R_D = \frac{R}{10}$  que podem ser

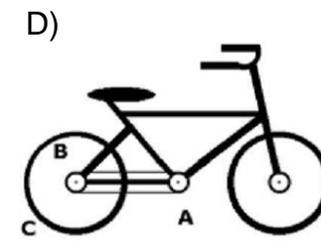
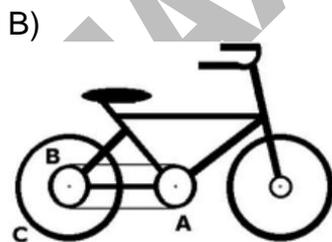
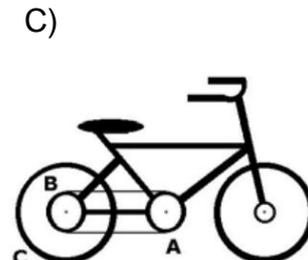
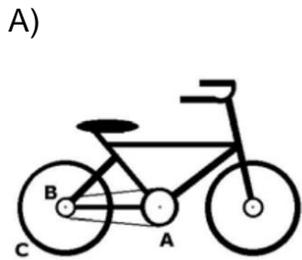
combinadas e acopladas a um motor cuja frequência de funcionamento tem valor  $f$ . As polias podem ser ligadas por correias ideais ou unidas por eixos rígidos e, nos acoplamentos, não ocorre escorregamento. Considere que a combinação dessas polias com o motor deve acionar uma serra circular (S) para que ela tenha uma frequência de rotação igual a  $\frac{5}{3}$  da frequência do motor. Sendo assim, marque a alternativa que representa essa combinação de polias.

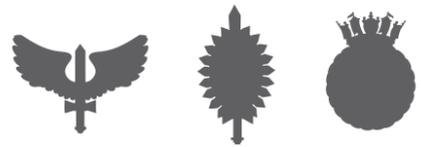
- A) \_\_\_\_\_
- C) \_\_\_\_\_



50. (AFA)

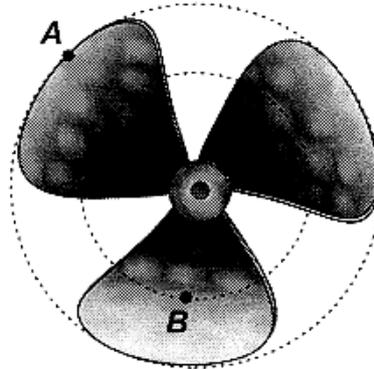
O movimento da coroa dentada (A) de uma bicicleta é transmitido a uma catraca (B) localizada no eixo da roda traseira (C) por meio de uma corrente. A opção que representa a bicicleta mais veloz para o mesmo número de pedaladas do ciclista é





51. (AFA)

Observe os pontos A e B marcados nas pás de um ventilador que gira com frequência constante, conforme a figura abaixo.

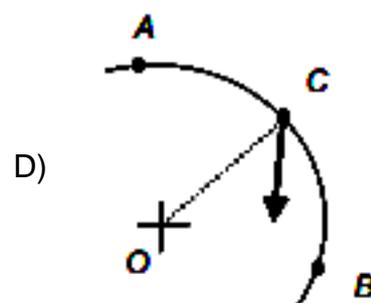
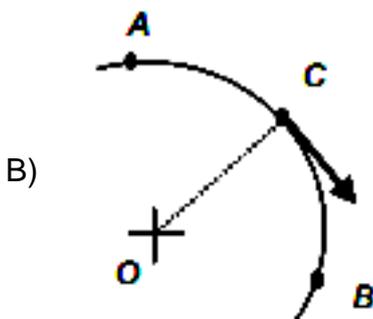
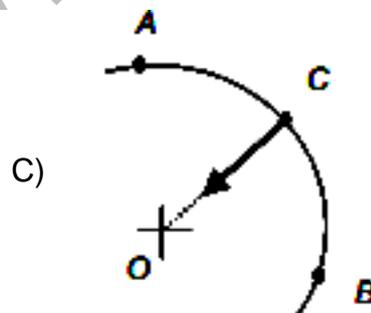
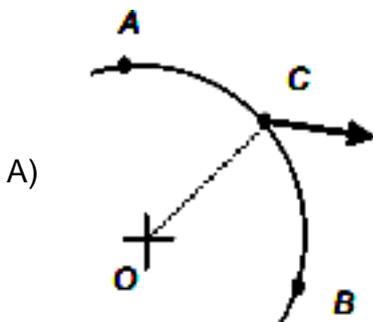


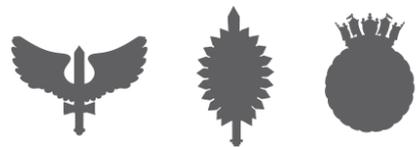
É incorreto afirmar que em A

- A) a velocidade escalar de é maior que em B.
- B) a aceleração é menor que em B.
- C) a velocidade angular é a mesma que em B.
- D) o período é o mesmo que em B.

52. (AFA)

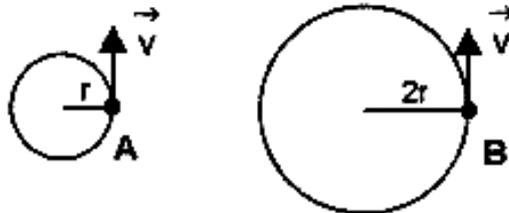
Um corpo desenvolve movimento circular em um plano horizontal. Se no ponto A a velocidade escalar tem intensidade menor que no ponto B, então a opção em que o vetor aceleração em C está MELHOR representado é:





**53. (AFA)**

Dois corpos A e B giram em movimento circular uniforme presos aos extremos de cordas de comprimentos, respectivamente,  $r$  e  $2r$ . Sabendo que eles giram com a mesma velocidade tangencial, pode-se dizer que



- A) ambos desenvolverão mesma velocidade angular
- B) ambos estarão submetidos à mesma aceleração centrípeta.
- C) num mesmo intervalo de tempo o corpo A dará maior numero de voltas que o B.
- D) O corpo A desenvolve menor aceleração centrípeta que o corpo B.

**54. (AFA)**

A figura 1 abaixo apresenta um sistema formado por dois pares de polias coaxiais, AB e CD, acoplados por meio de uma correia ideal e inextensível e que não desliza sobre as polias C e B, tendo respectivamente raios  $R_A = 1\text{ m}$ ,  $R_B = 2\text{ m}$ ,  $R_C = 10\text{ m}$  e  $R_D = 0,5\text{ m}$ .

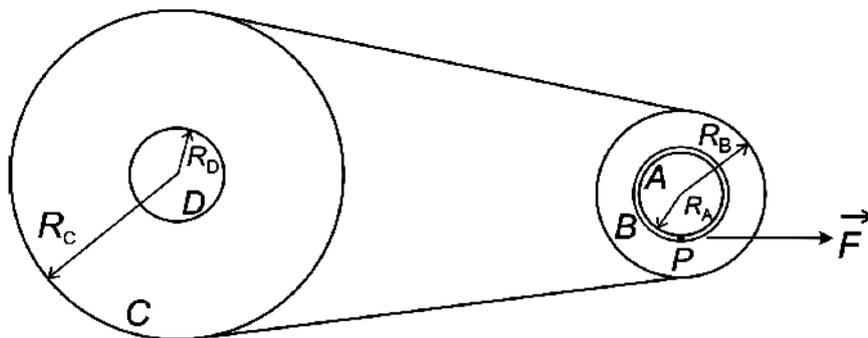


Figura 1

A polia A tem a forma de um cilindro no qual está enrolado um fio ideal e inextensível de comprimento  $L = 10\pi\text{ m}$  em uma única camada, como mostra a figura 2.

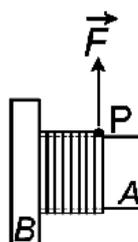
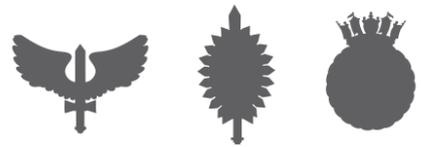


Figura 2

Num dado momento, a partir do repouso, o fio é puxado pela ponta P, por uma força  $\vec{F}$  constante que imprime uma aceleração linear  $a$ , também constante, na periferia da polia A, até que



o fio se solte por completo desta polia. A partir desse momento, a polia C gira até parar após  $n$  voltas, sob a ação de uma aceleração angular constante de tal forma que o gráfico da velocidade angular da polia D em função do tempo é apresentado na figura 3.

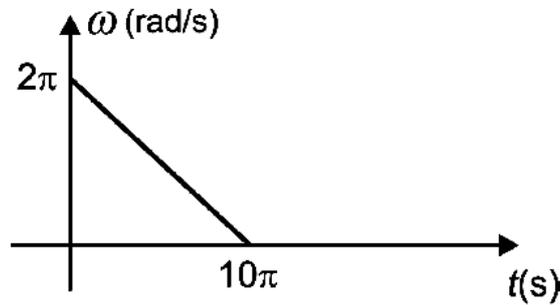


Figura 3

Nessas condições, o número total de voltas dadas pela polia A até parar e o módulo da aceleração  $a$ , em  $\text{m/s}^2$ , são, respectivamente,

- A)  $5n, \pi$
- B)  $5n, 5\pi$
- C)  $2(n - 1), 3\pi$
- D)  $5(n + 1), 5\pi$

**55. (AFA)**

Considere um pequeno avião voando em trajetória retilínea com velocidade constante nas situações a seguir.

- (1) A favor do vento.
- (2) Perpendicularmente ao vento.

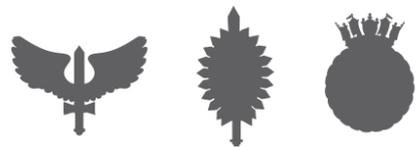
Sabe-se que a velocidade do vento é 75% da velocidade do avião. Para uma mesma distância percorrida, a razão  $\frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$ , entre os intervalos de tempo nas situações (1) e (2), vale

- A)  $\frac{1}{3}$
- B)  $\frac{3}{5}$
- C)  $\frac{5}{7}$
- D)  $\frac{7}{9}$

**56. (AFA)**

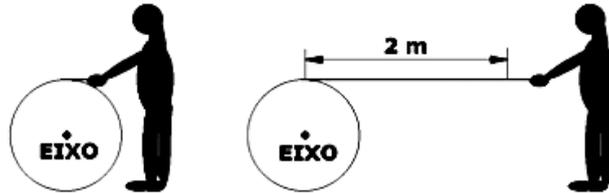
Um avião voa na direção leste a 120 km/h para ir da cidade A à cidade B. Havendo vento para o sul com velocidade de 50 km/h, para que o tempo de viagem seja o mesmo, a velocidade do avião deverá ser

- A) 130 km/h
- B) 145 km/h
- C) 170 km/h
- D) 185 km/h



**57. (AFA)**

Um operário puxa a extremidade de um cabo que está enrolado num cilindro. À medida que o operário puxa o cabo o cilindro vai rolando sem escorregar. Quando a distância entre o operário e o cilindro for igual a 2 m (ver figura abaixo), o deslocamento do operário em relação ao solo será de



- A) 1 m
- B) 2 m
- C) 4 m
- D) 6 m

**58. (AFA)**

Dois aeroportos, A e B, estão no mesmo meridiano, com B 600 km ao sul de A. Um avião P decola de A para B ao mesmo tempo que um avião Q, idêntico a P, decola de B para A. Um vento de 30 km/h sopra na direção sul-norte. O avião Q chega ao aeroporto A 1 hora antes do avião P chegar ao aeroporto B. A velocidade dos dois aviões em relação ao ar (admitindo que sejam iguais) é, aproximadamente, em km/h,

- A) 190
- B) 390
- C) 90
- D) 690

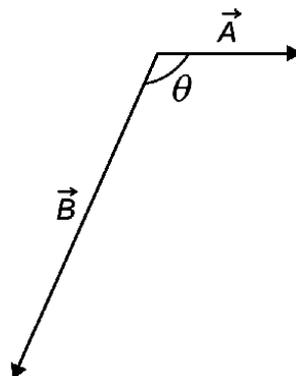
**59. (AFA)**

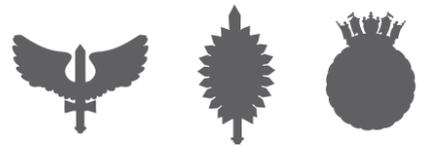
Sob a chuva que cai verticalmente a  $10\sqrt{3}$  m/s, um carro se desloca horizontalmente com velocidade de 30 m/s. Qual deve ser a inclinação do vidro traseiro (em relação à horizontal) para que o mesmo não se molhe?

- A)  $30^\circ$
- B)  $45^\circ$
- C)  $60^\circ$
- D)  $90^\circ$

**60. (AFA)**

Os vetores  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$ , na figura abaixo, representam, respectivamente, a velocidade do vento que é medida em relação ao solo e a velocidade de um avião em pleno voo que é medida em relação ao vento.



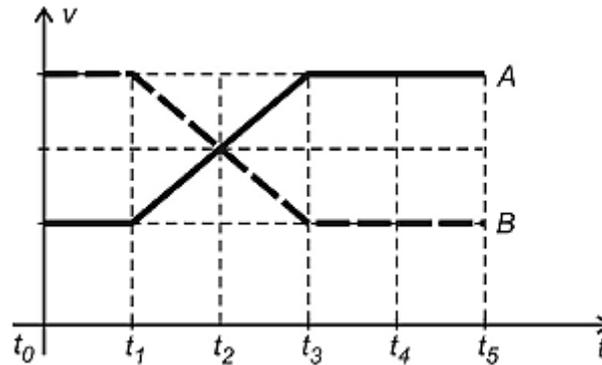


Sabendo-se que o movimento resultante do avião acontece em uma direção perpendicular à direção da velocidade do vento, tem-se que o cosseno do ângulo  $\theta$  entre os vetores velocidades  $\vec{A}$  e  $\vec{B}$  vale:

- A)  $-\frac{|\vec{B}|}{|\vec{A}|}$
- B)  $-\frac{|\vec{A}|}{|\vec{B}|}$
- C)  $-\frac{|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|}{|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|}$
- D)  $|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|$

**61. (AFA)**

Dois móveis, A e B, partindo juntos de uma mesma posição, porém com velocidades diferentes, que variam conforme o gráfico abaixo, irão se encontrar novamente em um determinado instante.



Considerando que os intervalos de tempo  $t_1 - t_0$ ,  $t_2 - t_1$ ,  $t_3 - t_2$ ,  $t_4 - t_3$  e  $t_5 - t_4$  são todos iguais, os móveis A e B novamente se encontrarão no instante

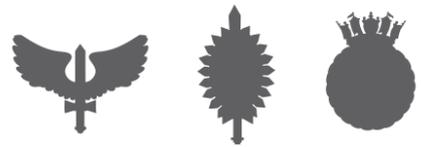
- A)  $t_4$
- B)  $t_5$
- C)  $t_2$
- D)  $t_3$



GABARITO

01. C	02. C	03. D	04. B	05. D	06. A	07. B	08. C	09. A	10. C	11. B	12. C
13. A	14. C	15. B	16. D	17. D	18. D	19. B	20. A	21. A	22. B	23. B	24. D
25. B	26. C	27. A	28. D	29. D	30. D	31. C	32. C	33. D	34. B	35. C	36. D
37. A	38. A	39. B	40. A	41. B	42. A	43. C	44. B	45. A	46. B	47. C	48. C
49. A	50. A	51. B	52. D	53. C	54. D	55. C	56. A	57. C	58. A	59. A	60. B
61. A											

MAXWELL VIDEOAULAS



**CINEMÁTICA - TESTES DE REVISÃO**

1. (EN) Em um certo cruzamento de uma rodovia, no instante  $t_0 = 0$ , um veículo A possui velocidade de  $4.0\hat{i}$  (m/s) e outro veículo B velocidade de  $6.0\hat{j}$  (m/s). A partir de então, o veículo A recebe, durante 2,8 s, uma aceleração de  $3,0 \text{ m/s}^2$ , no sentido positivo do eixo dos Y, e o veículo B recebe, durante 2,5 s, uma aceleração de  $2,0 \text{ m/s}^2$ , no sentido negativo do eixo dos X. O módulo da velocidade do veículo A em relação ao veículo B, em m/s, no instante  $t = 1,0 \text{ s}$ , é

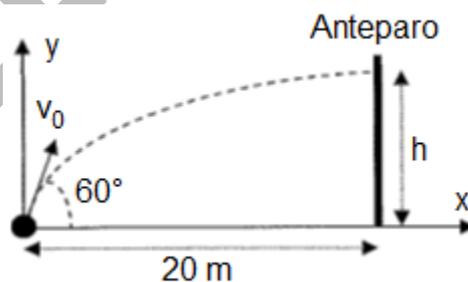
- a)  $1,5\sqrt{3}$
- b)  $2,0\sqrt{5}$
- c)  $3,0\sqrt{3}$
- d)  $3,0\sqrt{5}$
- e)  $5,0\sqrt{5}$

2. (EN) Um carro de testes parte do repouso com uma aceleração constante de  $6,00 \text{ m/s}^2$  em uma pista retilínea. Ao atingir a velocidade de  $216 \text{ km/h}$ , é submetido a uma desaceleração constante até parar. Qual foi o módulo da desaceleração, em  $\text{m/s}^2$ , considere que a distância total percorrida pelo carro foi de  $750 \text{ m}$ ?

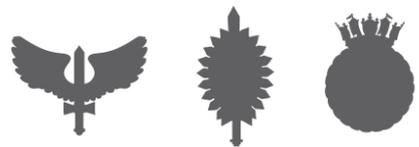
- a) 3,50
- b) 4,00
- c) 4,50
- d) 5,00
- e) 5,50

3. (EN) Um projétil é lançado contra um anteparo vertical situado a  $20 \text{ m}$  do ponto de lançamento. Despreze a resistência do ar. Se esse lançamento é feito com uma velocidade inicial de  $20 \text{ m/s}$  numa direção que faz um ângulo de  $60^\circ$  com a horizontal, a altura aproximada do ponto onde o projétil se choca com o anteparo, em metros, é:

Dados:  $\text{tg } 60^\circ \approx 1,7$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$

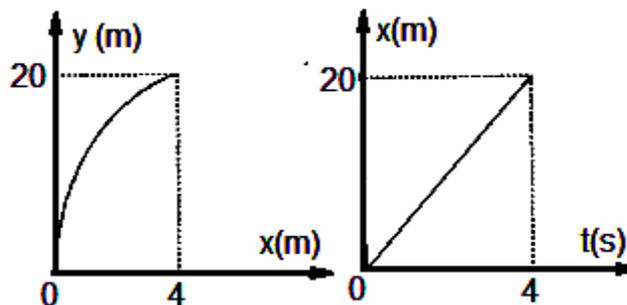


- a) 7,0
- b) 11
- c) 14
- d) 19
- e) 23



4. (EN) O gráfico a abaixo foram obtidos da trajetória de um projétil, sendo  $y$  a distancia vertical e  $x$  a distância horizontal percorrida pelo projétil. A componente vertical as velocidade, em m/s, do projétil no instante inicial vale:

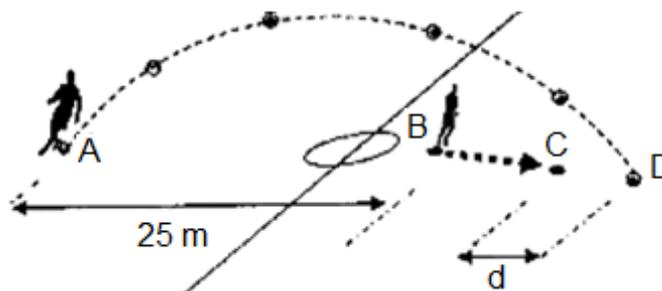
Dado:  $|\vec{g}| = 10 \text{ m/s}^2$



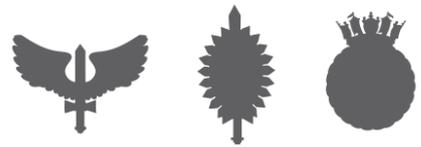
- a) zero
- b) 5,0
- c) 10
- d) 17
- e) 29

5. (EN) Conforme mostra a figura abaixo, em um jogo de futebol, no instante em que o jogador situado no ponto A faz uma lançamento, o jogador situado no ponto B, que inicialmente estava parado, começa a correr com a aceleração constante igual a  $3,00 \text{ m/s}^2$ , deslocando-se até o ponto C. Esse jogador chega em C no instante em que a bola toca o chão no ponto D. todo movimento se processa em um plano vertical, e a distância inicial entre A e B vale  $25,0 \text{ m}$ . Sabendo-se que a velocidade inicial da bola tem módulo igual a  $20,0 \text{ m/s}$ , e faz um ângulo de  $45^\circ$  com a horizontal, o valor da distância,  $d$ , entre os pontos C e D, em metros, é:

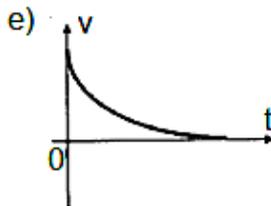
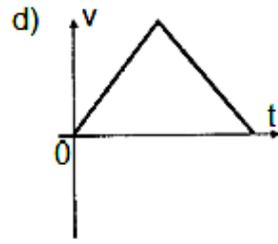
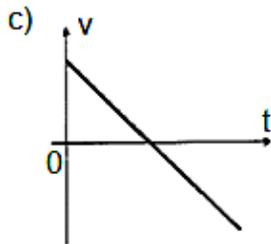
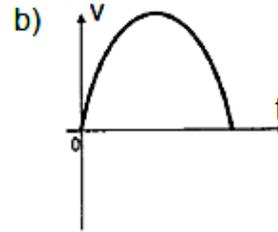
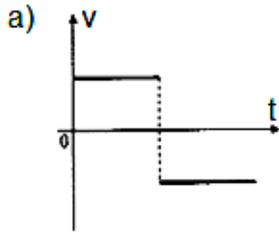
Dado:  $|\vec{g}| = 10 \text{ m/s}^2$



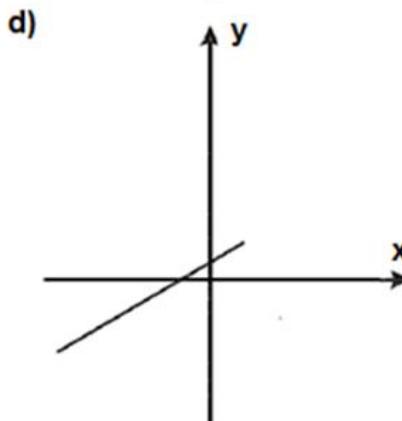
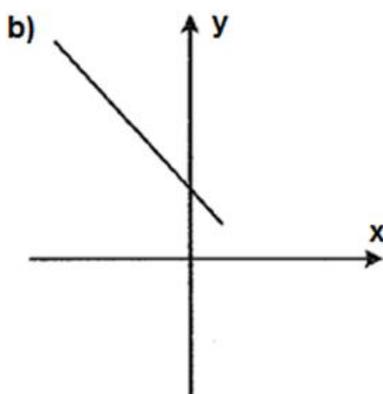
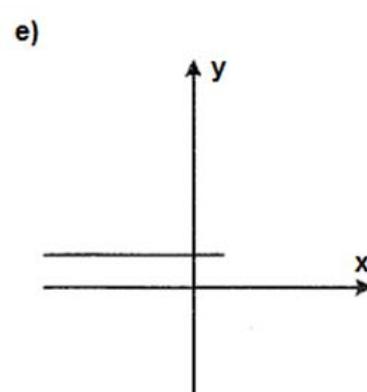
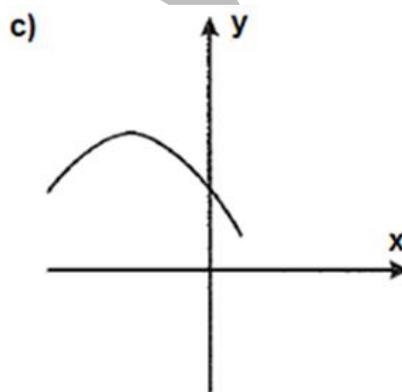
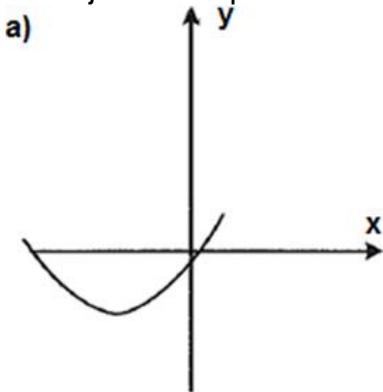
- a) 1,00
- b) 3,00
- c) 5,00
- d) 12,0
- e) 15,0

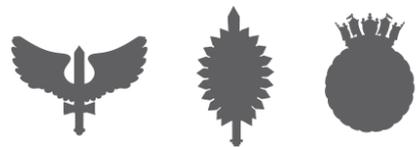


6. (EN) Um garoto atira uma pequena pedra verticalmente para cima, no instante  $t = 0$ . Qual dos gráficos abaixo pode representar a relação velocidade  $\times$  tempo?

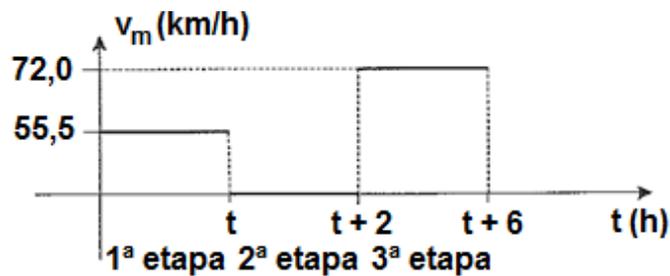


7. (EN) Considere uma partícula se movimentando no plano  $xy$ . As coordenadas  $x$  e  $y$  da posição da partícula em função do tempo são dadas por  $x(t) = -2t^2 + 2t + 1$  e  $y(t) = t^2 - t + 2$ , com  $x$  e  $y$  em metros e  $t$  em segundos. Das opções abaixo, assinale a que pode representar o gráfico da trajetória da partícula de  $t = 0$  a  $t = 4s$ .





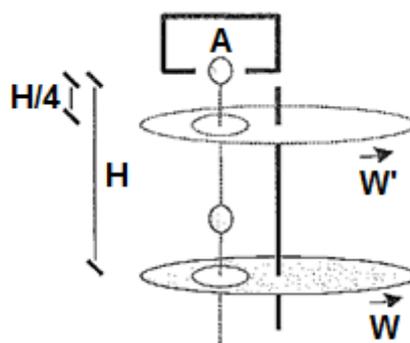
8. (EN) Analise o gráfico abaixo.



O trajeto entre duas cidades é de 510 km. Considere um veículo executando esse trajeto. No gráfico acima, temos a velocidade média do veículo em três etapas. Com base nos dados apresentados no gráfico, qual a velocidade média, em km/h, estabelecida pelo veículo no trajeto todo?

- a) 48
- b) 51
- c) 54
- d) 57
- e) 60

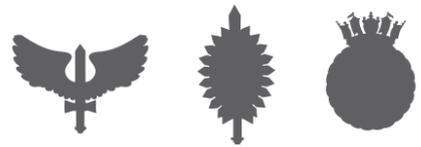
9. (EN) Analise a figura a abaixo.



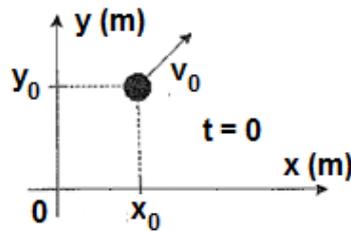
Na figura acima temos um dispositivo A que libera partículas a partir do repouso com um período  $T = 3$  s. Logo abaixo do dispositivo, a uma distância  $H$ , um disco contém um orifício que permite a passagem de todas as partículas liberadas pelo dispositivo. Sabe-se que entre a passagem de duas partículas, o disco executa 3 voltas completas em torno de seu eixo. Se elevarmos o disco a uma altura  $H/4$  do dispositivo, qual das opções abaixo exibe o conjunto de três velocidades angulares  $w'$ , em rad/s, possíveis para o disco, de forma tal, que todas as partículas continuem passando pelo seu orifício?

Dado: considere  $\pi = 3$

- a)  $2/3$ ,  $5/3$ , e  $8/3$
- b) 2, 3 e 5
- c)  $4/3$ ,  $8/3$ , e  $12/3$
- d) 4, 7 e 9
- e) 6, 8 e 12



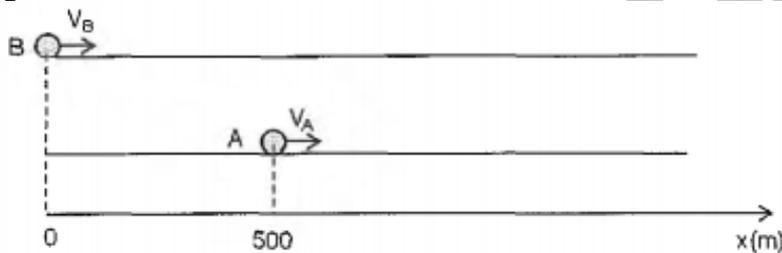
10. (EN) Analise a figura a abaixo



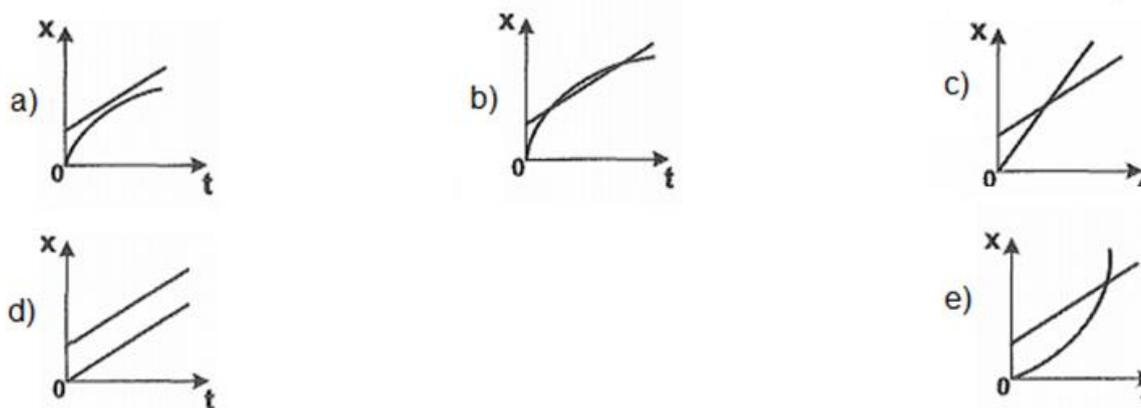
Conforme indica a figura acima, no instante  $t = 0$ , uma partícula é lançada no ar, e sua posição em função do tempo é descrita pela equação  $\vec{r}(t) = (6t + 2,5)\hat{i} + (-5t^2 + 2t + 8,4)\hat{j}$ , com  $r$  em metros e  $t$  em segundos. Após 1,0 segundo, as medidas de sua altura do solo, em metros, e do módulo da sua velocidade, em m/s, serão, respectivamente, iguais a:

- a) 3,4 e 10
- b) 3,6 e 8,0
- c) 3,6 e 10
- d) 5,4 e 8,0
- e) 5,4 e 10

11. (EN) Analise a figura abaixo.

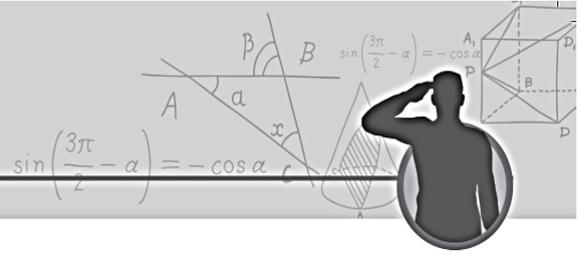


A figura acima mostra duas partículas A e B se movendo em pistas retas e paralelas, no sentido positivo do eixo  $x$ . A partícula A se move com velocidade constante de módulo  $v_A = 8,0\text{m/s}$ . No instante em que A passa pela posição  $x = 500\text{ m}$ , a partícula B passa pela origem,  $x = 0$ , com velocidade de  $v_B = 45\text{ m/s}$  e uma desaceleração constante cujo módulo é  $1,5\text{ m/s}^2$ . Qual dos gráficos abaixo pode representar as posições das partículas A e B em função do tempo?



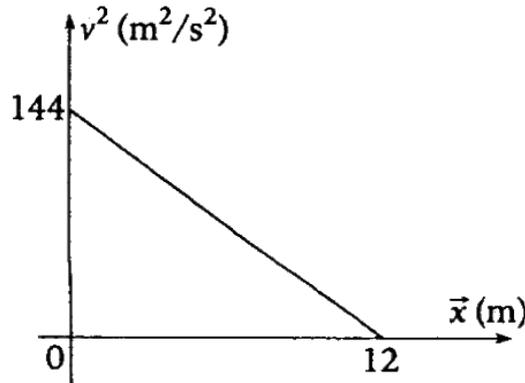
12. (EN) Dois navios da Marinha de Guerra, as Fragatas Independência e Rademaker, encontram-se próximos a um farol. A Fragata Independência segue em direção ao norte com velocidade de  $15\sqrt{2}$  nós e a Fragata Rademaker, em direção ao nordeste com velocidade de 20 nós. Considere que ambas as velocidades foram medidas em relação ao farol. Se na região há uma corrente marítima de 2,0 nós no sentido norte-sul, qual o módulo da velocidade relativa da Fragata Independência, em nós, em relação à Fragata Rademaker?

- a) 10,0
- b) 12,3
- c) 13,8
- d) 15,8
- e) 16,7



**QUESTÃO 01**

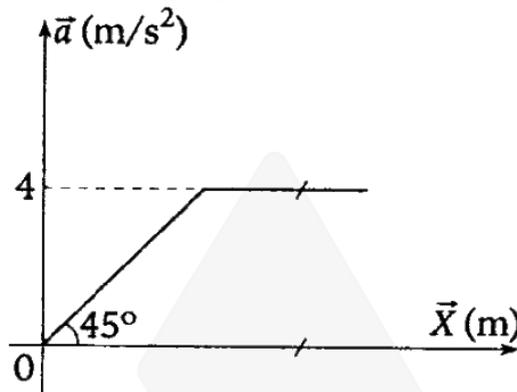
Uma partícula se desloca sobre o eixo dos  $x$ , de maneira que o quadrado de sua velocidade varia com o tempo de acordo com o diagrama. Determine a sua velocidade em  $t = 1,5$  s. (Considere que a partícula estava inicialmente na origem)



- A) 60 m/s
- B) 5 m/s
- C) 4,5 m/s
- D) 3 m/s
- E) 1,5 m/s

**QUESTÃO 02**

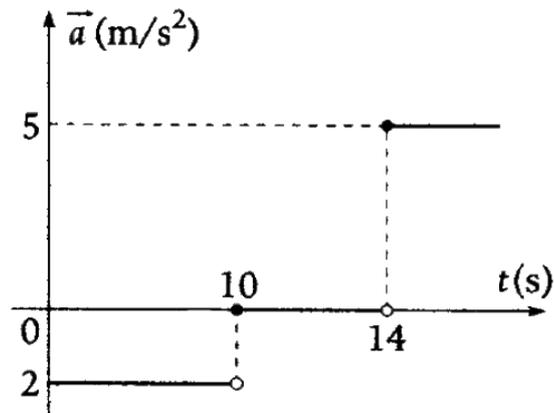
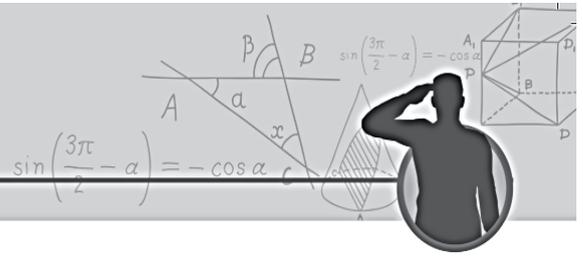
Um automóvel se desloca em linha reta sobre uma superfície horizontal e sua aceleração varia em função da posição conforme o diagrama. Se ele passa pela posição +2 m com velocidade de  $2\sqrt{5}$  m/s, que velocidade ele terá na posição +8 m?



- A) 8 m/s
- B) 9 m/s
- C) 10 m/s
- D) 12 m/s
- E) 14 m/s

**QUESTÃO 03**

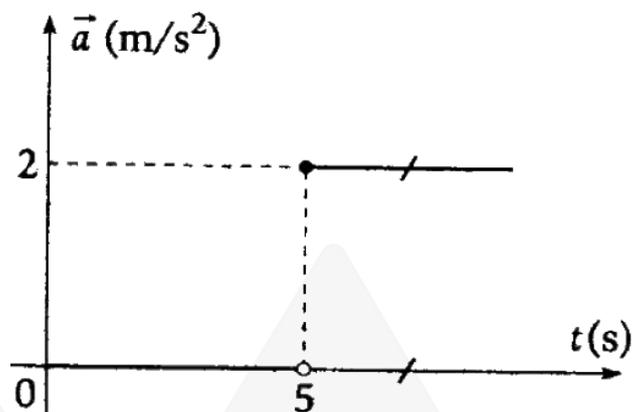
Uma partícula se desloca em linha reta e com aceleração que varia com o tempo de acordo com o gráfico. Se em  $t = 1$  s sua velocidade é de +5 m/s, que velocidade terá em  $t = 16$  s



- A) -1 m/s
- B) -2 m/s
- C) -3 m/s
- D) -4 m/s
- E) -5 m/s

#### QUESTÃO 04

Uma partícula que se desloca sobre o eixo dos x é observada inicialmente com velocidade de  $+4\hat{i}$  m/s, sua aceleração se comporta de acordo com o diagrama. Determine a velocidade da partícula para  $t = 9$  s e a distância percorrida nos primeiros 8 s.

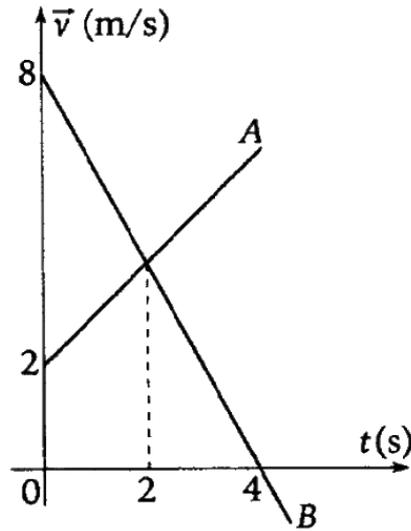
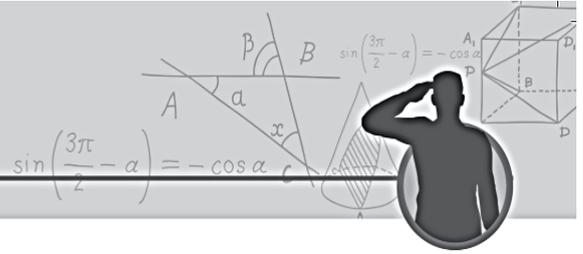


- A)  $+12\hat{i}$  m/s e 52 m
- B)  $+12\hat{i}$  m/s e 41 m<sup>2</sup>
- C)  $+14\hat{i}$  m/s e 41 m
- D)  $+16\hat{i}$  m/s e 52 m
- E)  $+14\hat{i}$  m/s e 52 m

#### QUESTÃO 05

Duas partículas A e B se deslocam sobre o eixo dos x, suas velocidades variam de acordo com o diagrama. Se em  $t = 0$  s suas posições são  $x_A = 0$  m e  $x_B = +18$  m, em que posição elas estão juntas?

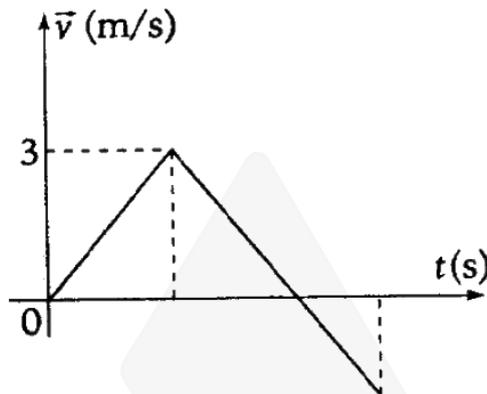




- A) +20 m
- B) +22 m
- C) +24 m
- D) +30 m
- E) +48 m

**QUESTÃO 06**

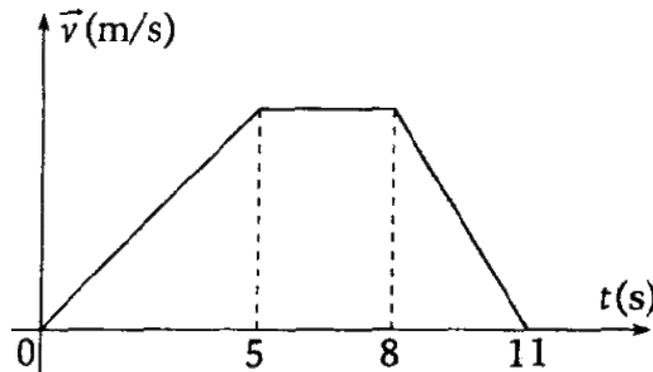
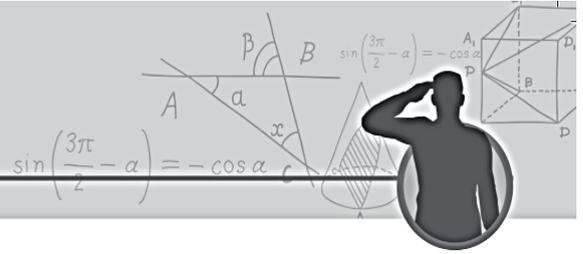
Um automóvel inicia seu movimento com uma aceleração de módulo igual a  $a = 0,75 \text{ m/s}^2$  e sua velocidade varia em função do tempo de acordo com o diagrama. Determine depois de quanto tempo (a partir de  $t = 0 \text{ s}$ ) o automóvel inicia o retorno, se sabe que depois de 20 s ele volta a posição de partida.



- A) 8,1 s
- B) 9,1 s
- C) 10,1 s
- D) 11,1 s
- E) 12,1 s

**QUESTÃO 07**

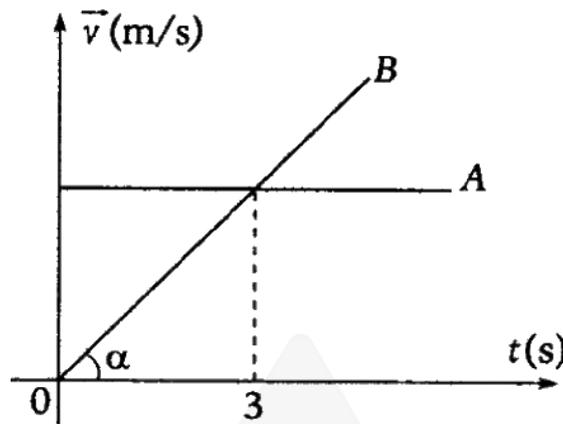
O diagrama mostra como varia a velocidade de um automóvel, em linha reta, em função do tempo. Se nos primeiros 8 s ele percorre uma distância de 165 m, que aceleração ( $\text{m/s}^2$ ) e velocidade (m/s) ele terá em  $t = 10 \text{ s}$ ?



- A)  $-10\hat{i}$  e  $+20\hat{i}$
- B)  $-15\hat{i}$  e  $+15\hat{i}$
- C)  $-15\hat{i}$  e  $+10\hat{i}$
- D)  $-9\hat{i}$  e  $+20\hat{i}$
- E)  $-10\hat{i}$  e  $+10\hat{i}$

**QUESTÃO 08**

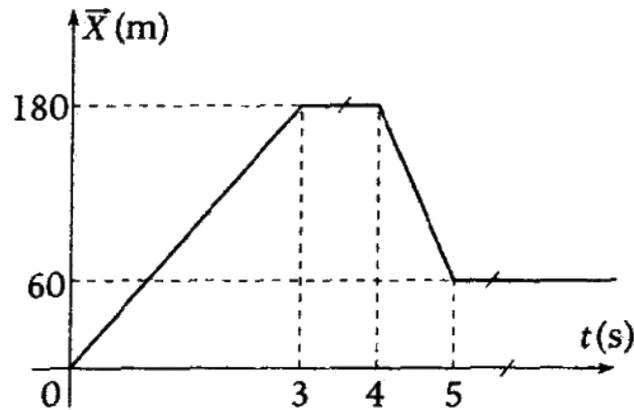
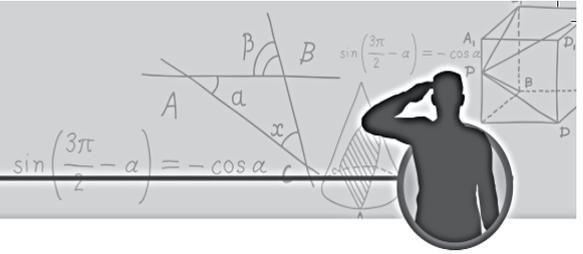
O diagrama mostra varia a velocidade de dois móveis A e B, que se movimentam em estradas retas e paralelas, em função do tempo. Se inicialmente eles estão separados por uma distância de 8 m (B atrás de A), determine para que instante B estará 16 m a frente de A. ( $\text{tg}\alpha = 3$ )



- A) 4 s
- B) 4,12 s
- C) 6 s
- D) 5,12 s
- E) 8 s

**QUESTÃO 09**

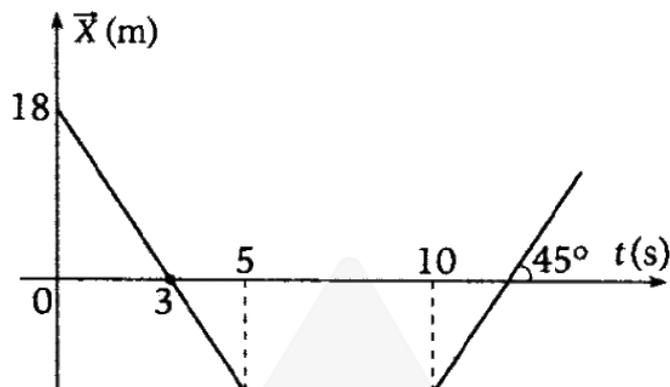
Um corpo se desloca em linha reta sobre uma superfície plana e o gráfico mostra como varia a sua posição em função do tempo. Determine a distância percorrida pelo corpo para  $t \in (0;6)$  s e sua velocidade escalar média para  $t \in (4;5)$  s.



- A) 240 m e  $-60\hat{i}$  m/s
- B) 320 m e  $-90\hat{i}$  m/s
- C) 300 m e  $-60\hat{i}$  m/s
- D) 300 m e  $-120\hat{i}$  m/s
- E) 180 m e  $-120\hat{i}$  m/s

**QUESTÃO 10**

O gráfico representa o movimento de uma partícula. Qual a velocidade e a posição correspondente ao instante 14 s?

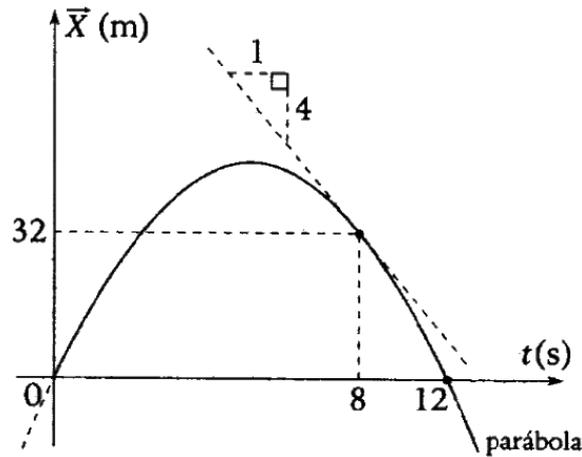
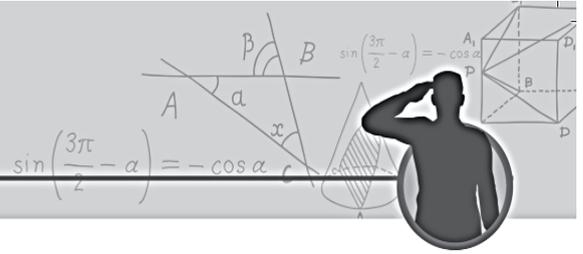


- A)  $+0,5$  m/s e  $+2$  m
- B)  $+1$  m/s e  $+2$  m
- C)  $-1$  m/s e  $-2$  m
- D)  $+1$  m/s e  $-8$  m
- E)  $+0,5$  m/s e  $-1$  m

**QUESTÃO 11**

De acordo com o diagrama da posição em função do tempo, determine a velocidade, em m/s, da partícula no instante  $t = 0$  s.

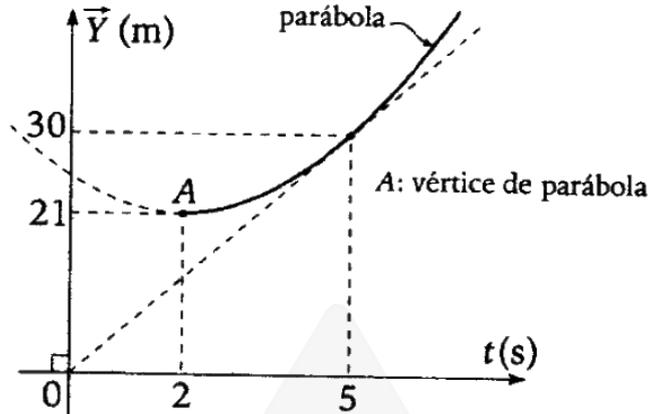




- A) +4
- B) +12
- C) -12
- D) +6
- E) +6/54

**QUESTÃO 12**

O gráfico mostra como varia a posição de uma partícula em função do tempo. Determine sua posição e velocidade no instante  $t = 12$  s. ( a partir de  $t = 2$  s têm-se uma parábola).

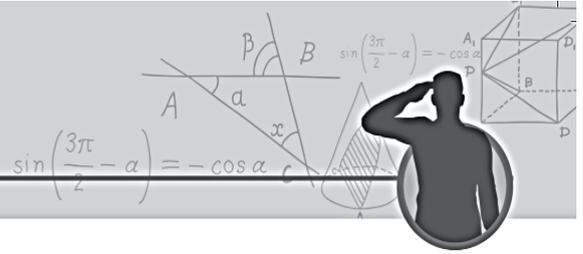


- A) +121 m e 20 m/s
- B) +130 m e 21 m/s
- C) +120 m e 20 m/s
- D) +121 m e 24 m/s
- E) +126 m e 30 m/s

**QUESTÃO 13**

Uma partícula é lançada obliquamente de um posição  $P(-k;25)$  m. Com uma velocidade de  $10\sqrt{5}$  m/s. Se a equação de seu movimento é  $x = (-20 + 10t)$  m, qual a sua posição depois de 5 s do lançamento?

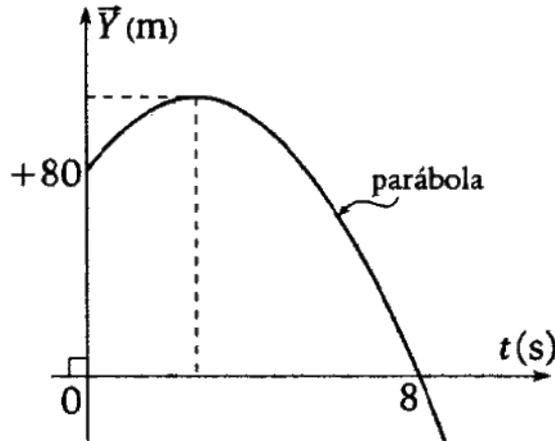
- A) (30;0) m
- B) (20;0) m
- C) (25;0) m



- D) (30;5) m
- E) (25;5) m

**QUESTÃO 14**

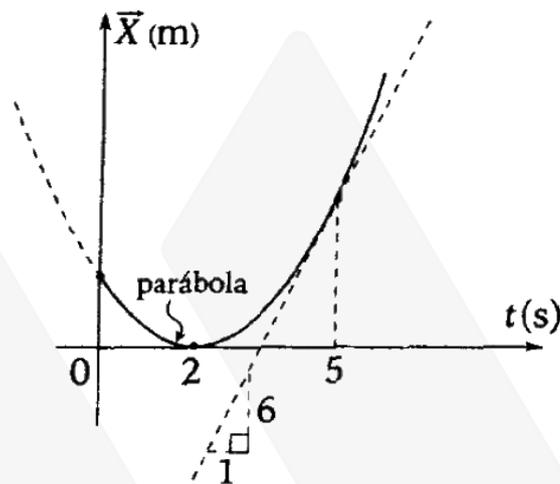
Uma pedra é lançada de uma altura de 80 m verticalmente para cima e a sua posição em função do tempo é mostrada no diagrama. Determine a velocidade de lançamento e a posição da pedra para  $t = 7$  s.



- A) 20 m/s e +40 m
- B) 30 m/s e +45 m
- C) 30 m/s e +35 m
- D) 20 m/s e +45 m
- E) 25 m/s e +35 m

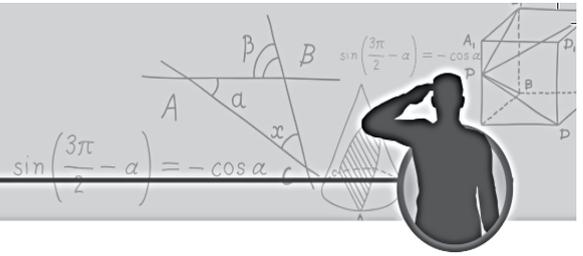
**QUESTÃO 15**

De acordo com o diagrama da posição em função do tempo, determine a aceleração e a distância percorrida pela partícula no intervalo  $t \in [0;6]$  s.



- A) +2 m/s<sup>2</sup> e -12 m
- B) +1 m/s<sup>2</sup> e +24 m
- C) +1 m/s<sup>2</sup> e 12 m
- D) +2 m/s<sup>2</sup> e +20 m
- E) +3 m/s<sup>2</sup> e -24 m





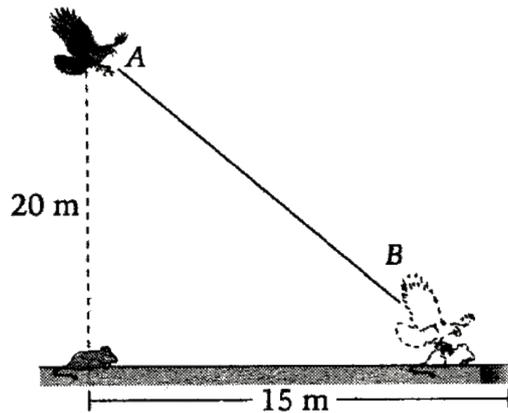
**QUESTÃO 01**

Dois móveis A e B separados por 50 m se movem na mesma direção e no mesmo sentido com velocidades constantes de 40 m/s e 15 m/s, respectivamente. Qual o menor tempo, em s, que o móvel A leva para ficar 150 m a frente do móvel B?

- A) 4
- B) 8
- C) 10
- D) 2
- E) 12

**QUESTÃO 02**

De acordo com a figura, um roedor se encontra 20 m abaixo de um falcão e a 15 m de sua toca com velocidade de 3 m/s. Determine a velocidade escalar média, em m/s, desenvolvida pelo falcão para que ele alcance a sua presa no momento em que ela está prestes a entrar na sua toca.



- A) 3
- B) 4
- C) 5
- D) 6
- E) 6

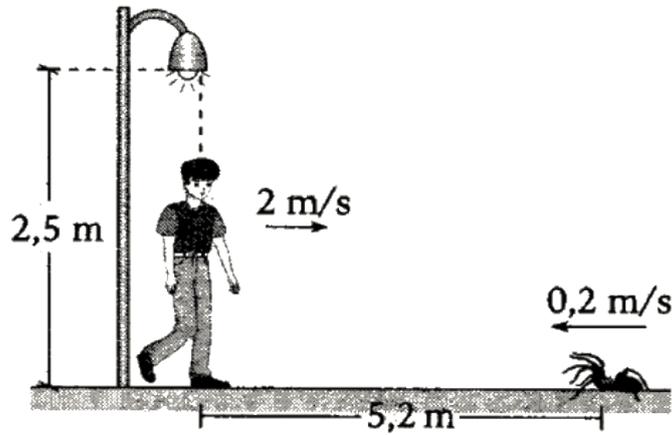
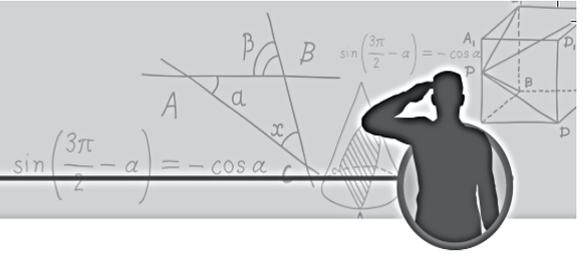
**QUESTÃO 03**

De acordo com a figura, uma fonte sonora emite um som que leva 4 s para sair da fonte, ser refletido pela montanha da direita e chegar na montanha da esquerda. Determine a distância, em m, entre as montanhas. ( $v_{\text{som}} = 340$  m/s)

- A) 670
- B) 650
- C) 690
- D) 1360
- E) 1340

**QUESTÃO 04**

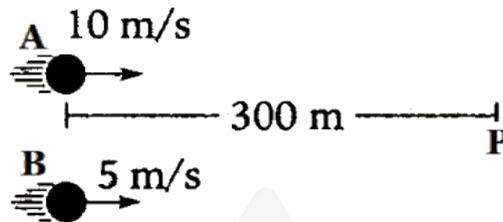
A figura mostra um garoto de 1,5 m de altura e uma aranha que estão com velocidades constantes. No momento em que o garoto passa em baixo de uma lâmpada a aranha se encontra a 5,2 m dele. A partir desse momento, determine depois de quanto tempo, em s, a aranha começa a ser coberta pela sombra do garoto.



- A) 0,25
- B) 0,50
- C) 0,75
- D) 1,00
- E) 1,50

**QUESTÃO 05**

De acordo com a figura, dois móveis A e B ambos em MRU passam simultaneamente pelo mesmo lugar distante  $300 \text{ m}$  de um ponto P, com velocidades, respectivamente, iguais  $10 \text{ m/s}$  e  $5 \text{ m/s}$ . Logo, depois de quanto tempo, em s, eles estarão equidistantes novamente do ponto P?



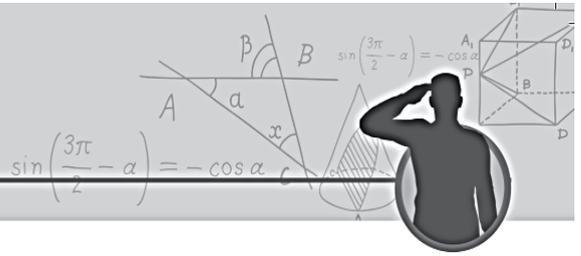
- A) 30
- B) 40
- C) 35
- D) 25
- E) 50

**QUESTÃO 06**

Um pescador se encontra na beira de um rio. A uma determinada distância  $d$  do pescador ocorre uma explosão e o mesmo percebe o som pelo ar  $11 \text{ s}$  depois de ter percebido o som pela água. Determine a distância  $d$  do pescador, em m, em que ocorreu a explosão. Considere a velocidade do som no ar igual a  $340 \text{ m/s}$  e do som na água igual a  $1440 \text{ m/s}$ .

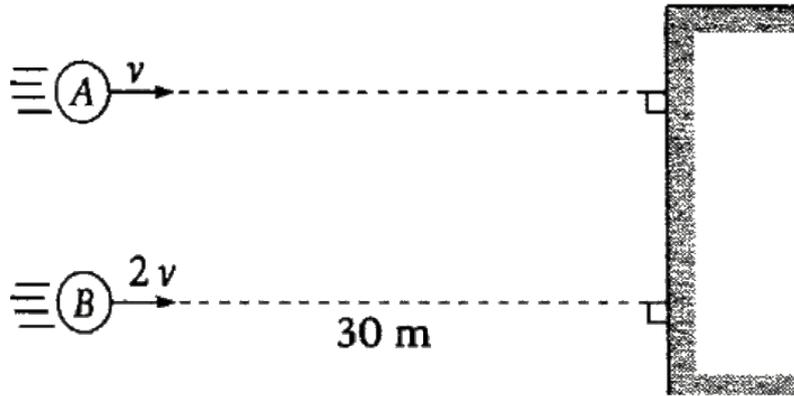
- A) 3935
- B) 3824
- C) 4920
- D) 5100
- E) 4896





**QUESTÃO 07**

De acordo com a figura, duas esferas A e B se movem em um piso liso com velocidades  $v$  e  $2v$ , respectivamente. Determine a distância percorrida, em m, pela esfera A até ela se cruzar com a esfera B. Considere que a esfera B sofre colisão elástica.



- A) 40
- B) 15
- C) 30
- D) 20
- E) 35

**QUESTÃO 08**

Um trem de 60 m de comprimento se movimenta em linha reta com velocidade constante de 40 m/s e demora a cruzar uma ponte em  $t$  segundos. Se duplicarmos a sua velocidade ele leva dois segundos a menos para cruzar a mesma ponte. Determine o comprimento da ponte, em km.

- A) 0,20
- B) 0,15
- C) 0,12
- D) 0,10
- E) 0,08

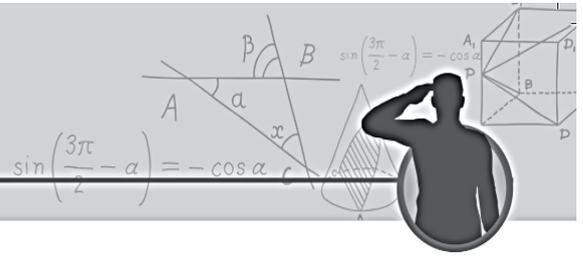
**QUESTÃO 09**

Um automóvel afasta-se em MRU, com velocidade de 20 m/s, de um muro. A uma determinada distância de um muro, o motorista aciona a buzina e percebe o eco depois de 4 s da emissão. Se a velocidade do som no ar vale 340 m/s, determine a que distância, em m, do muro se encontra o carro quando o motorista perceber o eco.

- A) 640
- B) 320
- C) 720
- D) 600
- E) 520

**QUESTÃO 10**

Uma partícula subatômica conhecida como mesón está entre dois detectores A e B que estão separados por uma distância de 2 m. Em um determinado instante a partícula se desintegra em dois fótons que viajam cada uma em direção a um detector. Se o detector A registra um fóton



$10^{-9}$ s depois que o detector B, determine a que distância de A, em mm, ocorreu a desintegração do mesón.

- A) 750
- B) 850
- C) 1095
- D) 1150
- E) 1250

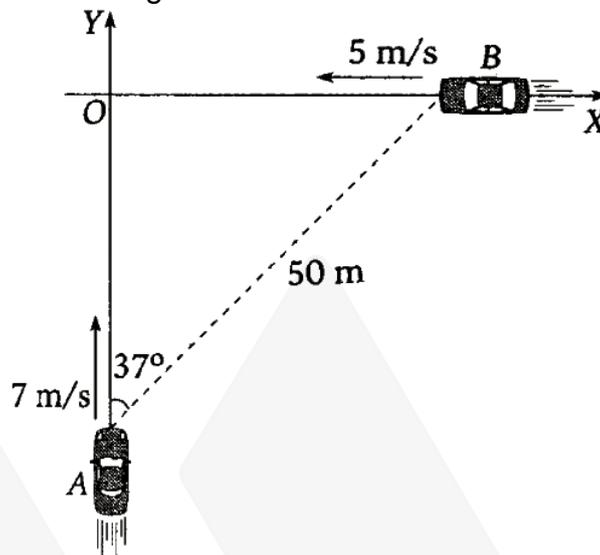
**QUESTÃO 11**

Na frente de uma estação A, passam juntos dois automóveis em MRU com velocidades de 5 m/s e 20 m/s, para dirigir-se a uma outra estação B. Nesse instante, por uma estação B passa outro automóvel que dirige-se em MRU para A com velocidade de 30 m/s e se cruza com os anteriores, com um intervalo de tempo de 1 min. Qual a distância entre as duas estações?

- A) 4 km
- B) 5 km
- C) 6 km
- D) 7 km
- E) 8 km

**QUESTÃO 12**

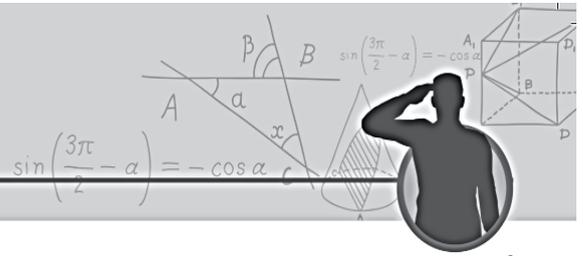
Dois automóveis A e B, realizam MRU com 7 m/s e 5 m/s, respectivamente. A partir do instante mostrado na figura, determine o intervalo de tempo, em s, que deve transcorrer até que os automóveis fiquem equidistantes da origem.



- A) 3
- B) 5
- C) 6
- D) 8
- E) 2

**QUESTÃO 13**

A velocidade de uma partícula em MRU foi medida e obteve-se o valor de 1 m/s. Pouco depois percebeu-se que a partícula havia percorrido um decímetro a menos e que o cronômetro usado



se adianta  $1/20$  de segundo por cada segundo. Determine a verdadeira velocidade da partícula, em m/s.

- A)  $6/7$
- B)  $20/21$
- C)  $18/19$
- D)  $19/21$
- E)  $9/10$

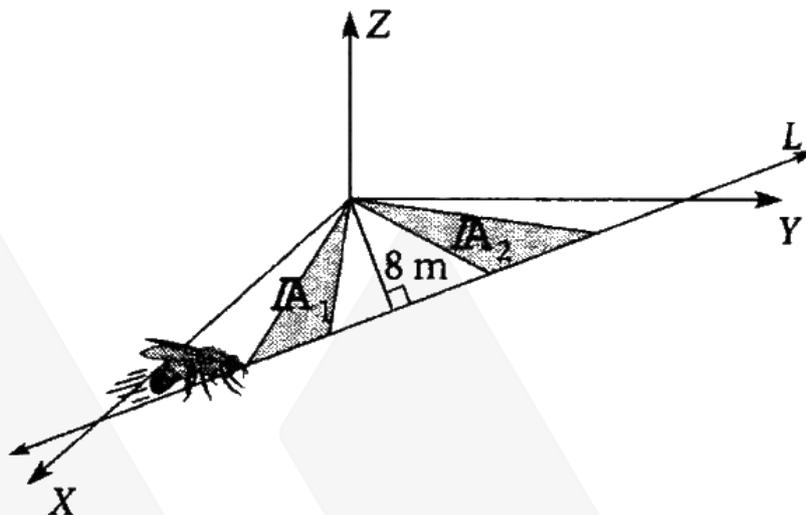
**QUESTÃO 14**

Uma camioneta de aproximadamente 3 m de comprimento em MRU passa por uma avenida que apresenta depressões. O motorista percebe o ruído das rodas quando elas entram na depressão a cada 0,2 s. Depois que as rodas traseiras passam pela depressão a camioneta leva 6 s para que as suas rodas dianteiras comecem a entrar na próxima depressão. Determine a distância entre as duas depressões, em m.

- A) 90
- B) 91
- C) 93
- D) 95
- E) 97

**QUESTÃO 15**

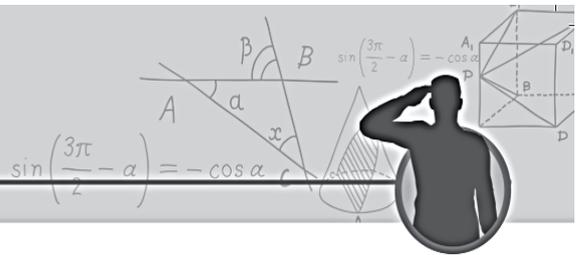
De acordo com a figura, um inseto em MRU se desloca ao longo da reta L. Se a área  $A_1$  vale  $40 \text{ m}^2$  e foi varrida em 5 s, determine a área varrida  $A_2$ , em  $\text{m}^2$ , em 8 s e a velocidade, em m/s, do inseto.



- A) 60 e 2
- B) 56 e 4
- C) 64 e 4
- D) 64 e 2
- E) 60 e 1

**QUESTÃO 16**

Um estudante se encontra a 3 m do centro de uma janela de 1 m de largura, e um veículo, que experimenta um MRU, se move por uma pista paralela à janela distante 87 m do centro dela.



Se um veículo de 10 m de comprimento foi observado pelo estudante durante 8 s, qual a velocidade, em km/h, do veículo?

- A) 10
- B) 15
- C) 12
- D) 18
- E) 20

**QUESTÃO 17**

Quando um automóvel em MRU, com velocidade de 30 m/s, está a uma certa distância de uma parede, o motorista aciona a buzina durante um certo intervalo de tempo. Determine a razão entre o intervalo de tempo de acionamento da buzina  $t_1$  e o intervalo de tempo durante o qual o motorista escuta o eco do som da buzina refletido na parede  $t_2$ . Considere a velocidade do som igual a 340 m/s e que o automóvel estava se aproximando da parede.

- A) 1
- B) 1,1
- C) 1,33
- D) 1,5
- E) 1,66

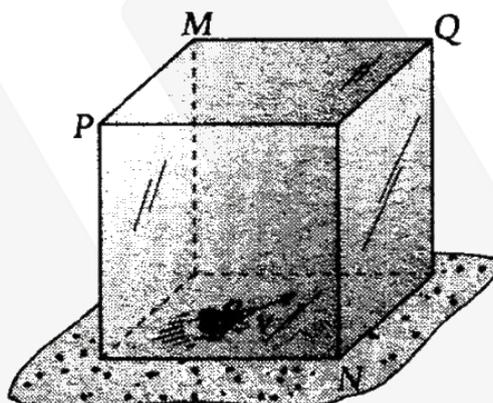
**QUESTÃO 18**

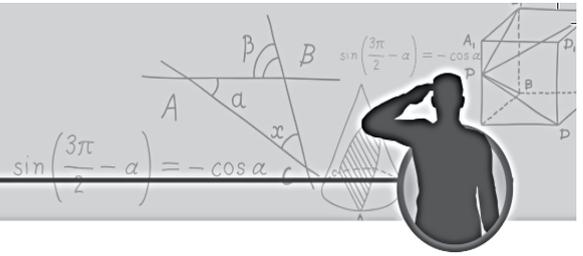
Um esquiador inicia seu movimento realizando MRUV. Se percorre a segunda metade de seu trajeto completando-o em 10 s, determine o tempo, aproximado, em que ele completa a primeira metade do seu trajeto.

- A) 10 s
- B) 24 s
- C) 4 s
- D) 5 s
- E) 12 s

**QUESTÃO 19**

Uma aranha se movimenta no interior de uma caixa cúbica com velocidade constante de 2 cm/s. Se a aranha vai do vértice P ao vértice Q movendo-se pelas paredes internas da caixa passando por sua base. Determine o intervalo de tempo mínimo que a aranha demora para fazer esse percurso. Considere  $MN = 10\sqrt{30}$  cm.





- A) 40 s
- B) 45 s
- C) 48 s
- D) 50 s
- E) 54 s

### QUESTÃO 20

Três formigas, uma em cada vértice de um triângulo equilátero de lado  $L$ , se movem simultaneamente uma em direção a outra, cada uma com velocidade de módulo constante  $v$ . Determine depois de quanto tempo as formigas estarão no mesmo lugar.

- A)  $\sqrt{3} L/v$
- B)  $2L/3v$
- C)  $L/v$
- D)  $L/\sqrt{3}v$
- E)  $3L/2v$

### QUESTÃO 21

Um atleta inicia um movimento retilíneo com aceleração constante, a qual permite aumentar a sua velocidade a razão de 5 m/s a cada 2 s. Determine o menor intervalo de tempo que o atleta tem para percorrer 60 m se a velocidade máxima que ele pode alcançar é de 5 m/s.

- A) 12 s
- B) 11 s
- C) 10 s
- D) 13 s
- E) 14 s

### QUESTÃO 22

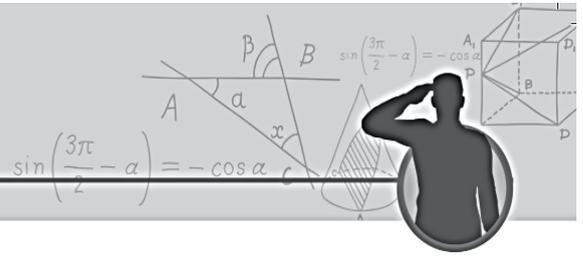
Um ciclista está em linha reta com velocidade constante de 15 m/s em um determinado momento desvia  $32^\circ$  durante 0,15 s sem alterar o módulo de sua velocidade. Determine o módulo da aceleração média, em  $\text{m/s}^2$ .

- A) 80
- B) 64
- C) 84
- D) 60
- E) 56

### QUESTÃO 23

Um automóvel inicia seu movimento com aceleração constante de  $2,5 \text{ m/s}^2$  e depois de certo tempo o automóvel começa desacelerar uniformemente a razão de  $5 \text{ m/s}^2$  até parar. Se o intervalo de tempo gasto em todo o percurso é de 1 minuto, determine o espaço total percorrido pelo automóvel, em km, e o intervalo de tempo gasto durante o aumento de sua velocidade, em s.

- A) 2 e 40
- B) 3 e 20
- C) 1 e 20



- D) 1 e 20
- E) 3 e 40

### QUESTÃO 24

Duas partículas P e Q se movem na mesma direção com velocidades constantes, respectivamente, iguais a +30 m/s e -12 m/s. Quando a partícula P passa pela posição -120 m, a partícula Q passa pela posição +180 m e a partícula P começa a experimentar uma aceleração de  $-3 \text{ m/s}^2$ . Determine a distância que separa as partículas quando elas tiverem a mesma velocidade.

- A) 3 m
- B) 6 m
- C) 9 m
- D) 11 m
- E) 12 m

### QUESTÃO 25

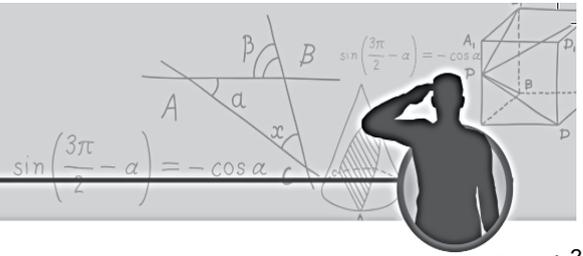
Um automóvel se move sobre uma mesma pista, experimentando MRU com 20 m/s, e se dirige a um caminhão em repouso. Quando o automóvel está a 80 m do caminhão, este inicia seu movimento na mesma direção e sentido do automóvel com aceleração constante  $a$ . Qual o valor que de  $a$ , em  $\text{m/s}^2$ , para que o automóvel nunca alcance o caminhão?

- A)  $a > 2,0$
- B)  $a > 1,5$
- C)  $a > 2,4$
- D)  $a > 2,5$
- E)  $a > 3,0$

### QUESTÃO 26

Uma partícula se encontra na posição A (0;75) cm e inicia seu movimento com aceleração constante igual a  $\vec{a} = (1,5\hat{i} - 2\hat{j}) \text{ cm/s}^2$ . Se a velocidade máxima que a partícula pode alcançar é de 15 cm/s, qual a distância, em cm, que separa a origem de coordenadas 8 s depois do início do movimento?

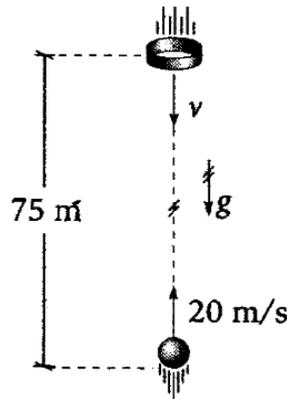
- A)  $5\sqrt{10}$
- B)  $15\sqrt{10}$
- C) 5
- D)  $10\sqrt{10}$
- E) 10



“Nos testes a seguir despreze a resistência do ar e considere quando necessário  $g = 10 \text{ m/s}^2$  para a superfície da Terra.”

**QUESTÃO 01**

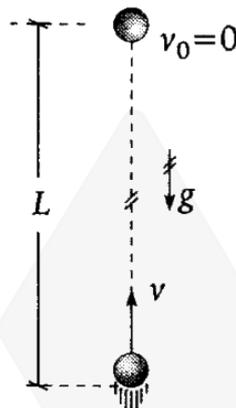
Determine a velocidade  $v$  do anel no instante mostrado na figura abaixo, se depois de 3 s a esfera passa por ele.



- A) 3,0
- B) 3,5
- C) 4,0
- D) 4,5
- E) 5,5

**QUESTÃO 02**

Dentro de um salão, um malabarista faz uma apresentação com três bolas. As bolas a 1,4 m do solo são lançadas em intervalos de tempo de 0,5 s. Determine a mínima altura do salão para que o malabarista possa manter todas as bolas no ar.

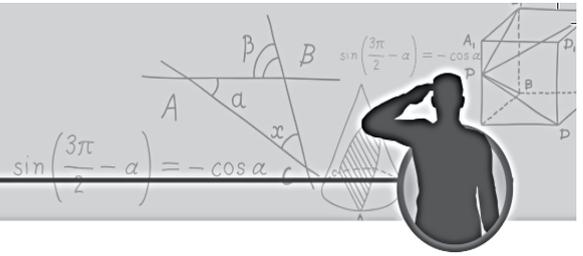


- A) 2,10 m
- B) 2,05 m
- C) 2,35 m
- D) 2,65 m
- E) 3,15 m

**QUESTÃO 03**

No instante em que uma esfera A é abandonada uma segunda esfera B é lançada verticalmente para cima com velocidade  $v$ , como mostra a figura abaixo. Se quando elas estão separadas





L/2 pela segunda vez apresentam a mesma velocidade, determine o espaço percorrido pela esfera A até esse instante.

- A) 3L/8
- B) 2L/5
- C) 3L/4
- D) 7L/2
- E) L/2

**QUESTÃO 04**

Um bola é lançada verticalmente para cima do topo de um prédio de 240 m de altura. Se dois de 5 s sua velocidade quadruplica, com que velocidade a bola se choca com o solo?

- A) 30 m/s
- B) 40 m/s
- C) 50 m/s
- D) 60 m/s
- E) 70 m/s

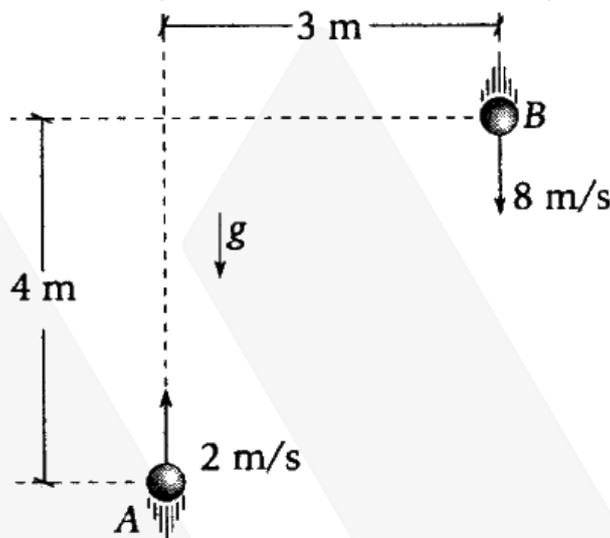
**QUESTÃO 05**

Uma esfera foi solta de certa altura e durante o sétimo segundo ela percorreu 1/13 da altura total de queda. Qual a velocidade com que a esfera colide com o solo?

- A) 100 m/s
- B) 110 m/s
- C) 130 m/s
- D) 150 m/s
- E) 160 m/s

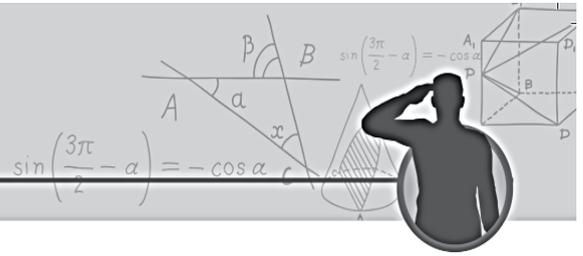
**QUESTÃO 06**

Esferas são lançadas simultaneamente, como mostra a figura. Logo, quanto tempo, a partir desse instante, as esferas estarão separadas 5 m uma da outra pela segunda vez?



- A) 0,2 s
- B) 0,4 s
- C) 0,6 s

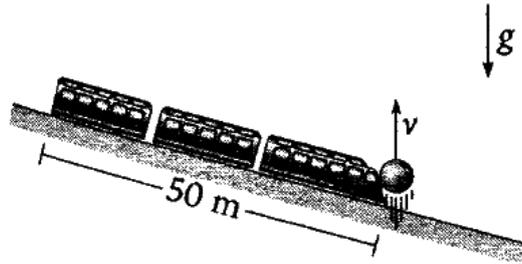




- D) 0,8 s
- E) 1,0 s

**QUESTÃO 07**

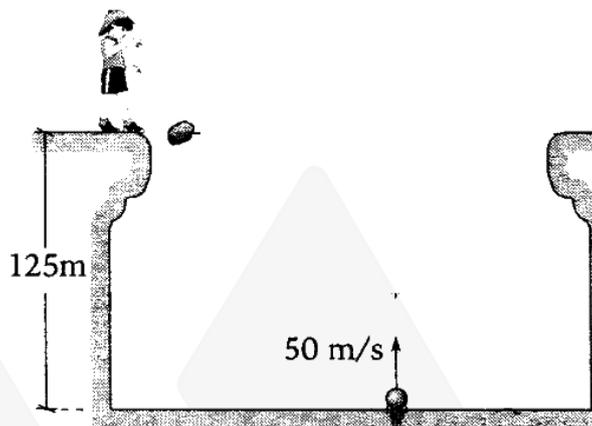
De acordo com a figura abaixo, um trem a partir desse instante inicia um MRUV com aceleração de  $4 \text{ m/s}^2$  e da parte dianteira for lançada uma bola verticalmente para cima, determine a máxima velocidade de lançamento para que a bola caia sobre o trem.



- A) 10 m/s
- B) 15 m/s
- C) 25 m/s
- D) 40 m/s
- E) 45 m/s

**QUESTÃO 08**

Um garoto, na borda de um poço, abandona pedras a razão de uma pedra por segundo. No mesmo instante do fundo do poço uma bola é lançada verticalmente para cima com velocidade de  $50 \text{ m/s}$ . Determine o número de pedras que o garoto soltou até o instante que a bola cruza com a segunda pedra.

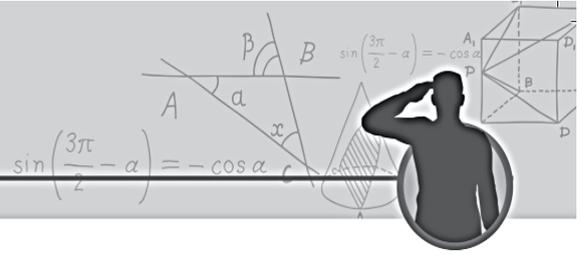


- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 6

**QUESTÃO 09**

Em um planeta se lança verticalmente para cima uma pedra, de tal maneira que durante o terceiro e quarto segundo percorre 21 m e 15 m, respectivamente. Com que velocidade a pedra foi lançada?

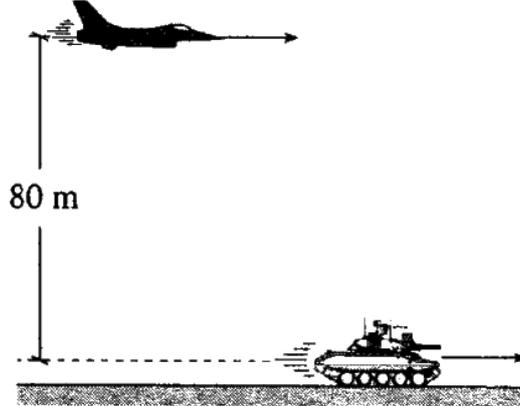




- A) 12 m/s
- B) 18 m/s
- C) 20 m/s
- D) 28 m/s
- E) 36 m/s

**QUESTÃO 10**

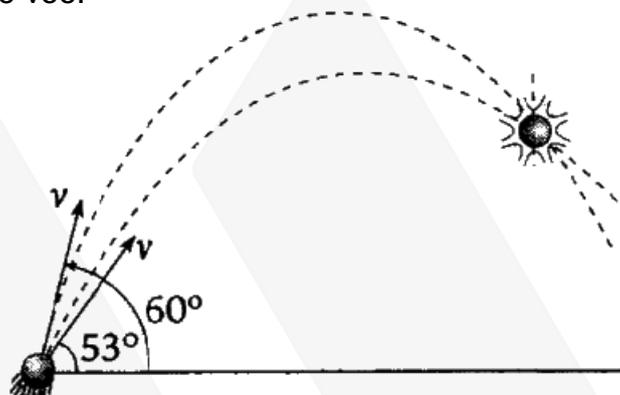
De acordo com a figura abaixo, um avião e um tanque estão em MRU com velocidade de 42 m/s e 27 m/s, respectivamente. Determine a que distância do tanque o avião deve soltar uma bomba para poder destruir o tanque.



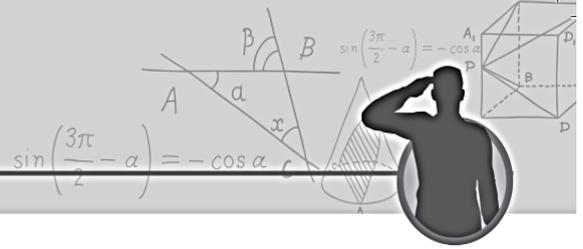
- A) 60 m
- B) 70 m
- C) 90 m
- D) 100 m
- E) 120 m

**QUESTÃO 11**

Dois projéteis são lançados, com um intervalo de tempo  $\Delta t$  da mesma posição com a mesma velocidade 110 m/s, conforme a figura. Determine o valor aproximado de  $\Delta t$  para que os projéteis se choquem durante o voo.

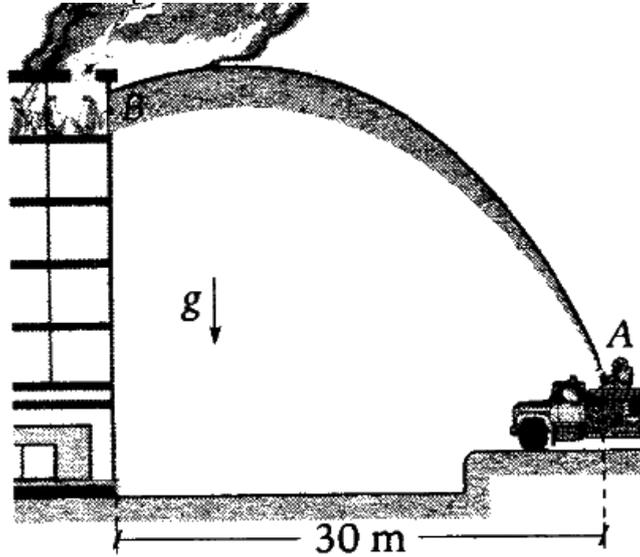


- A) 1,4 s
- B) 3,2 s
- C) 6,1 s
- D) 2,4 s
- E) 4,8 s



**QUESTÃO 12**

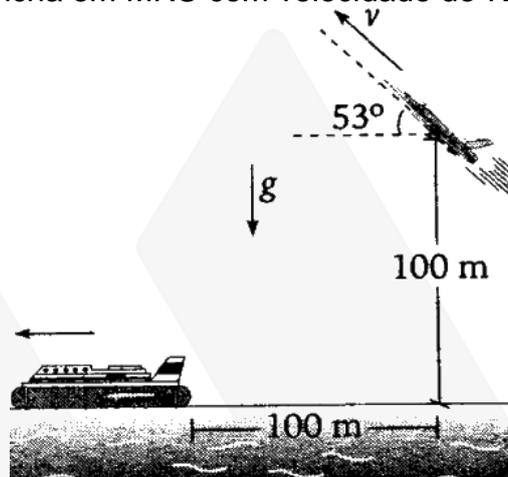
Para apagar o fogo no ponto B do prédio um bombeiro lança água de uma mangueira inclinada  $53^\circ$  com a horizontal, conforme a figura abaixo. Se o jato de água leva 2 s para atingir o seu objetivo, qual a distância entre os pontos A e B?



- A) 40 m
- B)  $10\sqrt{13}$  m
- C) 60 m
- D)  $30\sqrt{5}$  m
- E)  $30\sqrt{2}$  m

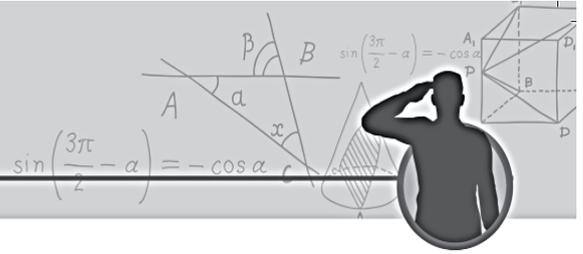
**QUESTÃO 13**

De acordo com a figura abaixo, em um determinado instante um avião com velocidade  $v$  solta um projétil que atinge uma lancha em MRU com velocidade de 72 km/h, determine  $v$ .



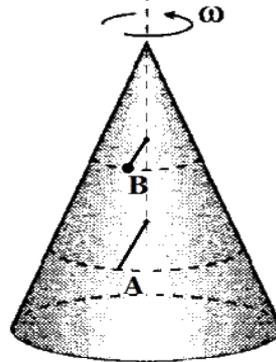
- A) 40 m/s
- B) 50 m/s
- C) 60 m/s
- D) 70 m/s
- E) 80 m/s





**QUESTÃO 01**

De acordo com a figura, o que se pode afirmar a respeito dos pontos A e B da superfície do cone que gira com velocidade angular constante  $\omega$ ?



- A)  $\omega_A > \omega_B$
- B)  $v_A < v_B$
- C)  $v_A = v_B$
- D)  $v_A > v_B$
- E)  $\omega_A < \omega_B$

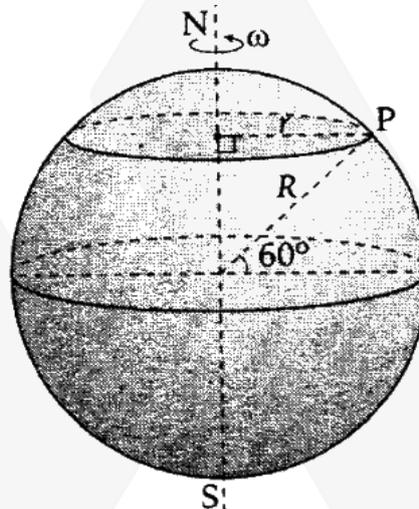
**QUESTÃO 02**

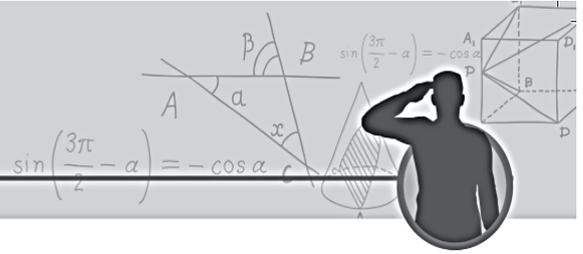
Um cilindro oco de 3 m de comprimento gira em MCU com frequência de 100 rpm; e um projétil é disparado paralelamente ao eixo de rotação, perfura as bases em dois pontos cujos raios formam entre si um ângulo de  $8^\circ$ . Determine a velocidade da bala, em m/s.

- A) 205
- B) 400
- C) 225
- D) 390
- E) 405

**QUESTÃO 03**

A figura mostra um planeta hipotético esférico 28800 km de raio tem período de rotação em torno do seu próprio eixo igual a 32 h. Determine a velocidade tangencial, em m/s, de um ponto P da superfície cuja latitude é de  $60^\circ$ .





- A)  $250\pi$
- B)  $500\pi$
- C)  $250\sqrt{3}\pi$
- D)  $125\sqrt{3}\pi$
- E)  $500\sqrt{3}\pi$

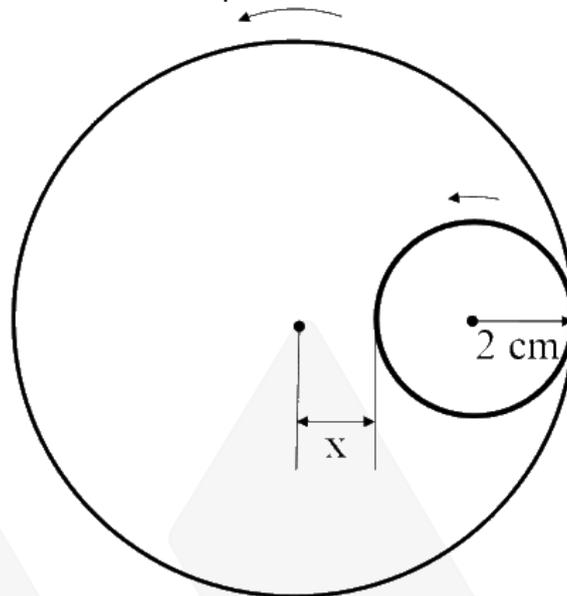
**QUESTÃO 04**

Dois móveis A e B estão em MCU, na mesma trajetória, ambos com velocidades iguais a e  $v_A = 8\pi$  m/s e  $v_B = 6\pi$  m/s. Determine o tempo que o móvel mais veloz leva para alcançar o outro a partir do instante em que B se encontra adiantado um arco de  $2\pi$  m.

- A) 0,5 s
- B) 1 s
- C) 1,5 s
- D) 2 s
- E) 2,5 s

**QUESTÃO 05**

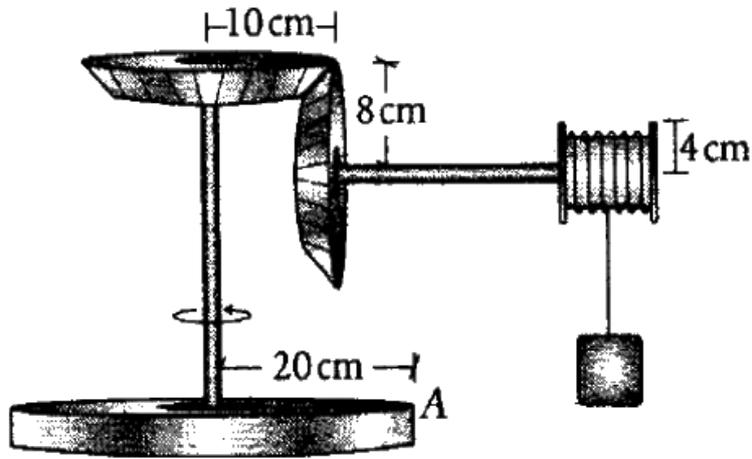
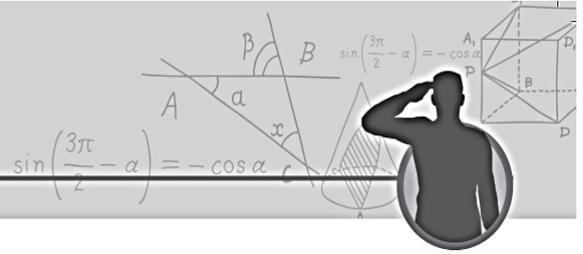
De acordo com a figura, as polias dentadas executam um MCU. Determine x se a relação entre o numero de voltas por segundos de cada polia é 1/3.



- A) 0,2 cm
- B) 0,8 cm
- C) 1,0 cm
- D) 1,6 cm
- E) 2,0 cm

**QUESTÃO 06**

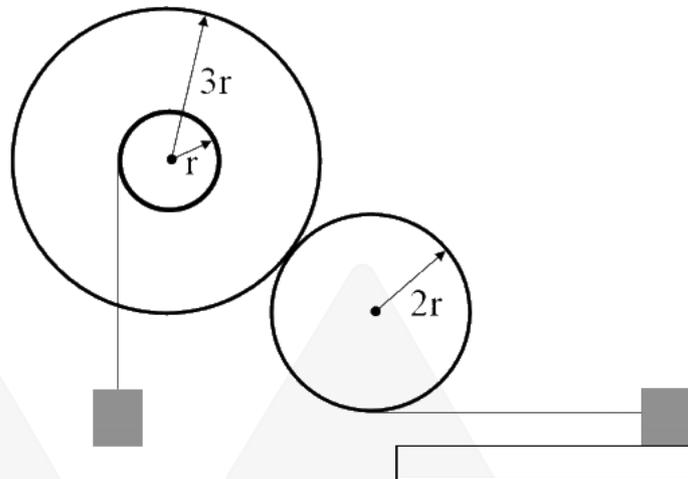
De acordo com a figura, o ponto A da polia apresenta velocidade linear de 2 m/s. Com que velocidade se move o bloco, em m/s?



- A) 2
- B) 1
- C) 1,5
- D) 0,5
- E) 0,25

**QUESTÃO 07**

De acordo com o sistema de polias indicado na figura, determine a velocidade do bloco que desliza sobre a superfície horizontal, se o outro bloco desce com velocidade constante de 0,2 m/s.

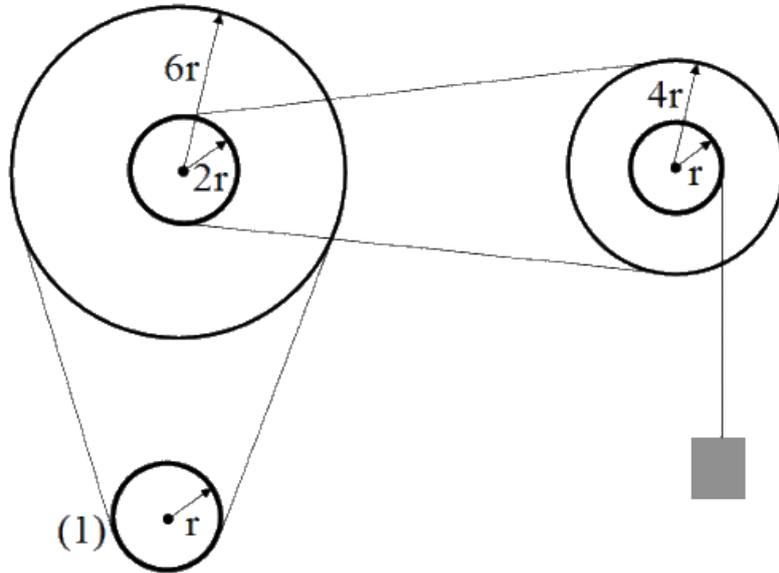
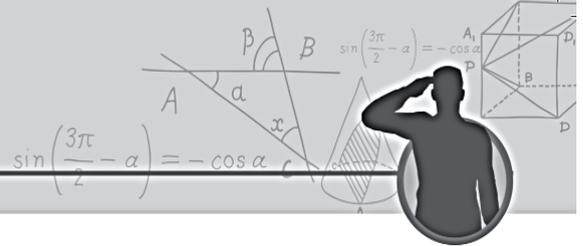


- A) 0,1 m/s
- B) 0,2 m/s
- C) 0,3 m/s
- D) 0,5 m/s
- E) 0,6 m/s

**QUESTÃO 08**

De acordo com o sistema de polias da figura, sabe-se que a polia (1) apresenta velocidade angular de 3 rad/s. Em 5 s, quanto percorre o bloco ? ( $r = 24 \text{ cm}$ ).

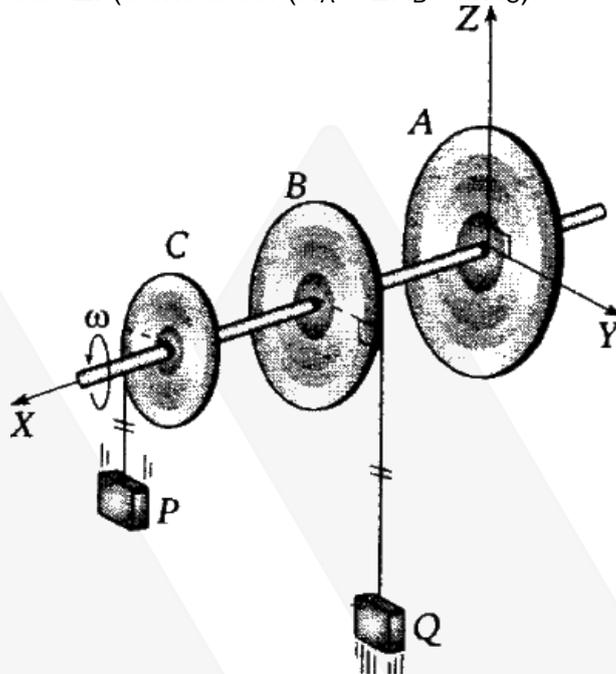




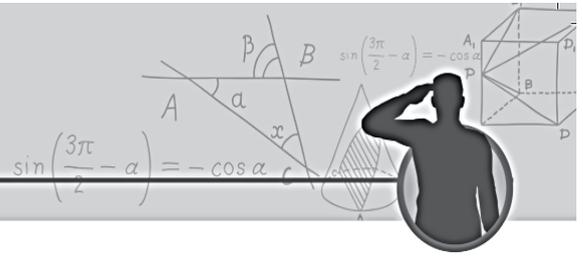
- A) 10 cm
- B) 15 cm
- C) 20 cm
- D) 25 cm
- E) 30 cm

**QUESTÃO 09**

De acordo com a figura, a polia A tem uma velocidade angular constante e um ponto na superfície periférica que se move com velocidade de  $1/3$  m/s. Os blocos P e Q apresentam no eixo dos Z uma diferença de coordenadas de 1 m. Determine depois de quanto tempo os blocos P e Q terão a mesma coordenada Z. (Considere:  $(R_A = 2R_B = 4R_C)$ ).



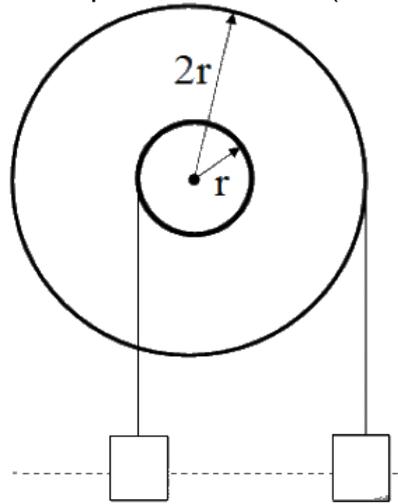
- A) 2 s
- B) 3 s



- C) 4 s
- D) 5 s
- E) 6 s

**QUESTÃO 10**

De acordo com a figura, as esferas se movem com velocidade constante se a partir da posição indicada transcorrem 2 s para que elas fiquem separadas 50 cm de distância uma da outra, com que velocidade angular se move a polia, em rad/s? ( $r = 10$  cm).



- A) 1/3
- B) 2/3
- C) 3/4
- D) 5/4
- E) 7/8

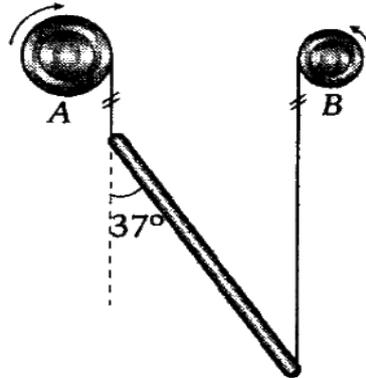
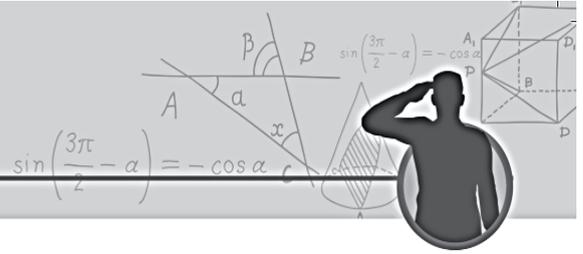
**QUESTÃO 11**

Leis as afirmações a seguir.

- I. No MCU o vetor velocidade é variável.
  - II. No MCUV o vetor velocidade e o vetor aceleração do móvel são perpendiculares entre si.
  - III. No MCU o vetor velocidade e o vetor aceleração do móvel são perpendiculares entre.
- A) Somente a I está correta.
  - B) I e II estão corretas.
  - C) Somente a III está correta.
  - D) Todas estão corretas.
  - E) I e III estão corretas.

**QUESTÃO 12**

Na figura, uma barra de 0,75 m de comprimento na qual suas extremidades estão presas a cordas que passam pelas polias A e B, de raios 6 cm e 4 cm, respectivamente. Se as polias giram com velocidades angulares constantes e iguais a 0,2 rad/s, determine, a partir do instante mostrado, o intervalo de tempo que transcorre até que a barra fique na horizontal.



- A) 100 s
- B) 150 s
- C) 200 s
- D) 300 s
- E) 250 s

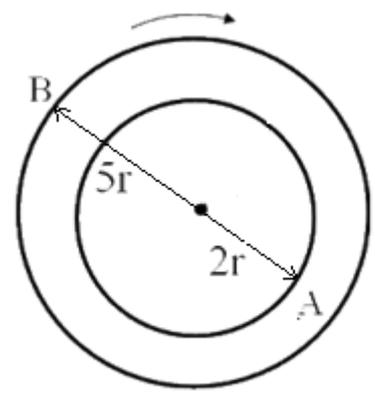
**QUESTÃO 13**

Uma roda a partir do repouso gira com aceleração angular constante de  $4 \text{ rad/s}^2$ . Se depois de 1 s ter iniciado o movimento um ponto equidistante do centro da roda e da periferia da roda apresenta aceleração de  $\sqrt{17} \text{ m/s}^2$ , determine o diâmetro da roda.

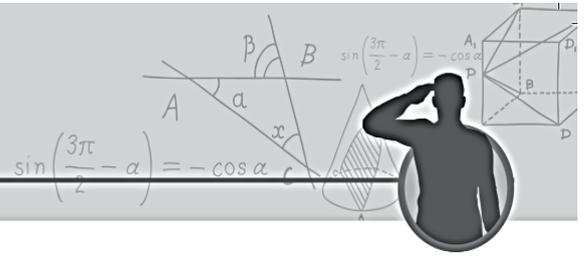
- A)  $\sqrt{19}/4 \text{ m}$
- B) 2 m
- C)  $\sqrt{3}/2 \text{ m}$
- D) 1 m
- E)  $1/2 \text{ m}$

**QUESTÃO 14**

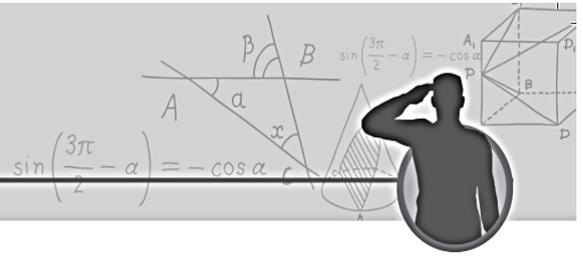
A figura mostra um disco em posição vertical que executa um MCU. No instante mostrado a partícula A apresenta uma aceleração  $\vec{a} = (-3, 4) \text{ m/s}^2$  e a partícula B se desprende com velocidade  $v$ . Determine  $v$ , sabendo-se que a partícula B passa tangente ao disco a 1,2 m da posição de onde ela se desprendeu.



- A)  $\sqrt{2} \text{ m/s}$
- B)  $2\sqrt{2} \text{ m/s}$



- C)  $2,5\sqrt{2}$  m/s
- D)  $3\sqrt{2}$  m/s
- E)  $4\sqrt{2}$  m/s



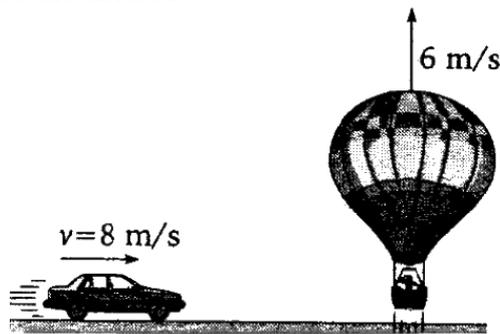
**QUESTÃO 01**

Numa região onde chove e há pouco vento, perto da superfície da Terra, as gotas de água descem verticalmente com velocidade constante. Quando há participação do vento as gotas caem com 10 m/s formando 37° com a vertical. Para que velocidade, em m/s, do vento as gotas caem formando 60° com a vertical?

- A)  $6\sqrt{3}$
- B)  $5\sqrt{3}$
- C) 10
- D) 6
- E)  $8\sqrt{3}$

**QUESTÃO 02**

No instante mostrado, o balão sobe verticalmente com velocidade constante de  $v = 6$  m/s, enquanto um automóvel anda em MRU a 100 m do balão. Depois de quantos segundos se encontrarão separados na mínima distância?



- A) 2 s
- B) 3 s
- C) 5 s
- D) 7 s
- E) 8 s

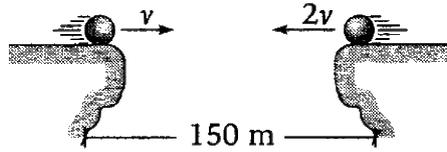
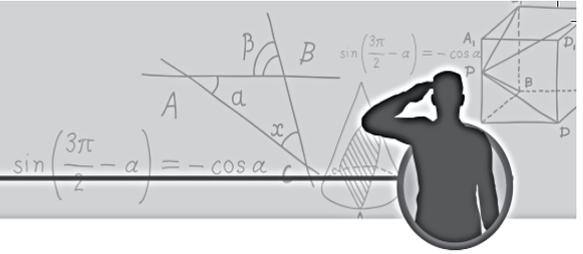
**QUESTÃO 03**

Um porta aviões que está MRU para o norte tem  $v = 50$  m/s, em relação a terra. Em certo instante, saem da porta aviões dois jatos um para o norte e outro para o sul, ambos com  $v = 250$  m/s, em relação a terra. Se cada avião se afasta 3 km da porta aviões e volta a ele depois de um certo tempo. Qual a razão entre o tempo de ida e volta do avião que foi para o norte e o que foi para o sul?

- A) 1
- B) 1,5
- C) 0,8
- D) 2
- E) 3,1

**QUESTÃO 04**

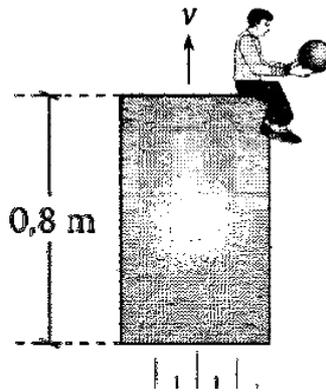
No instante mostrado na figura, duas partículas são lançadas e depois de  $t$  segundos elas estão separadas por uma distância de 120 m. Determine depois de quanto tempo do lançamento essas partículas se chocam.



- A) 2t
- B) 3t
- C) 4t
- D) 5t
- E) 6t

**QUESTÃO 05**

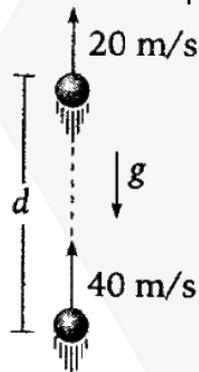
Se instante mostrado um jovem sentado na borda de uma caixa, que sobe com velocidade constante  $v$ , larga uma bola, depois de quantos segundos a bola passará pela parte inferior da caixa?



- A) 0,1 s
- B) 0,2 s
- C) 0,3 s
- D) 0,4 s
- E) 0,6 s

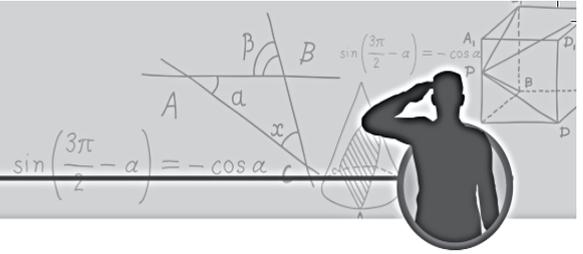
**QUESTÃO 06**

No instante mostrado duas esferas são lançadas simultaneamente. Depois de 5 s de lançamento elas se chocam. Determine a distância  $d$  de separação entre elas.



- A) 60 m
- B) 80 m
- C) 100 m

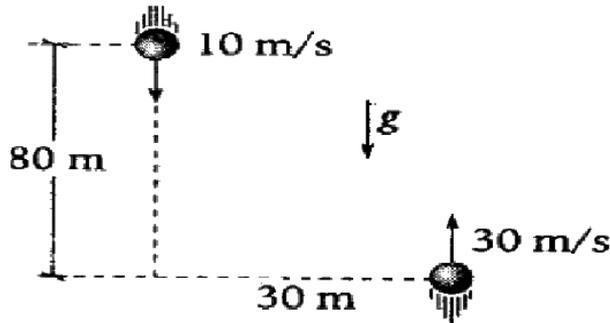




- D) 120 m
- E) 150 m

**QUESTÃO 07**

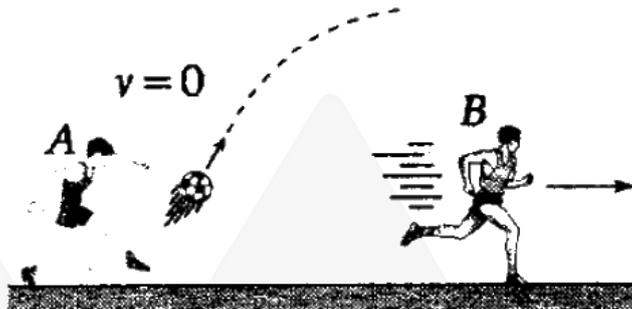
No instante mostrado duas esferas são lançadas simultaneamente. Logo, depois de quantos segundos do lançamento elas encontram-se separadas, pela primeira vez, por uma distância de 50 m.



- A) 1 s
- B) 2 s
- C) 1,5 s
- D) 2,5 s
- E) 3 s

**QUESTÃO 08**

Um jogador de futebol A parado lança uma bola com velocidade  $\vec{v} = (30;\mathbf{k})$  m/s. Determine a razão entre os raios de curvatura da trajetória da bola, em relação aos jogadores A e B, respectivamente, no instante em que a bola atinge a sua altura máxima. Considere que o jogador B se desloca em MRU com velocidade de 5 m/s.

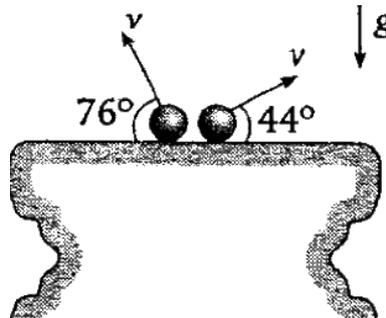
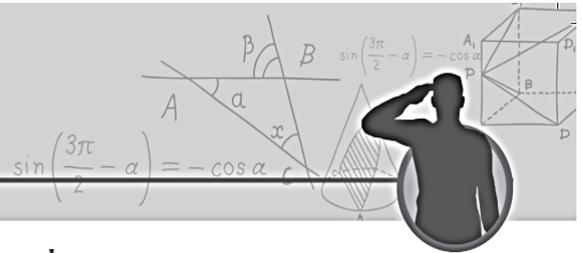


- A) 10/17
- B) 16/21
- C) 36/25
- D) 25/32
- E) 15/19

**QUESTÃO 09**

No instante mostrado na figura, duas partículas são lançadas com a mesma velocidade 25 m/s, em módulo. Determine o desnível entre elas depois de 10 s do lançamento. ( $\text{sen}16 = 0,28$ )



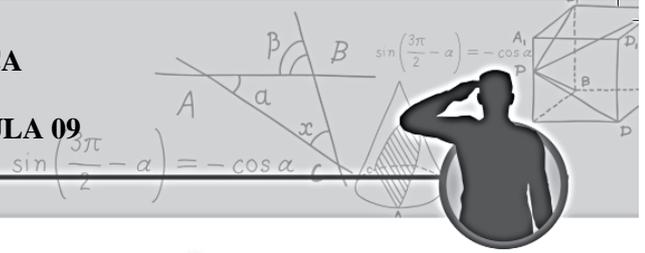


- A) 60 m
- B) 70 m
- C) 80 m
- D) 240 m
- E) 250 m

**QUESTÃO 10**

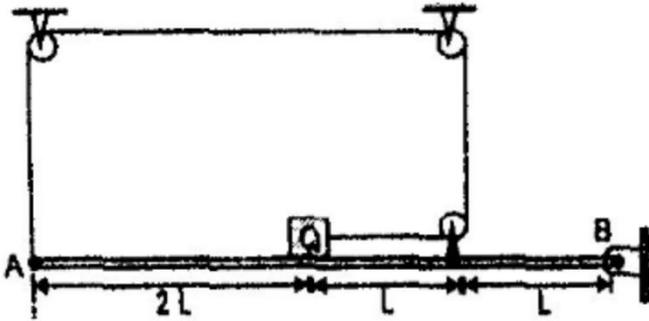
Um barco leva 10 horas para subir e 4 horas para descer um mesmo trecho do rio Amazonas, mantendo constante o módulo de sua velocidade em relação à água. Quanto tempo ele leva para descer esse trecho com os motores desligados?

- A) 14 horas e 30 minutos
- B) 13 horas e 20 minutos
- C) 7 horas e 20 minutos
- D) 10 horas
- E) Faltam dados.



01.

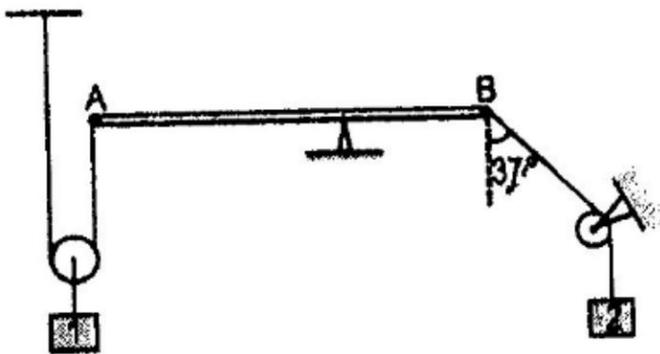
Se a barra AB uniforme e homogênea mostrada na figura pesa 10 N e o coeficiente de atrito estático entre a barra e o bloco Q é 0,8, determinar o mínimo valor do peso de Q para que o sistema se conserve em equilíbrio.



- (A) 10 N                      (B) 12 N                      (C) 14 N  
(D) 16 N                      (E) 18 N

02.

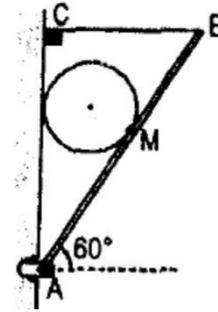
A que distância de B se deve colocar um apoio para que a barra de peso desprezível e 3 m de comprimento, permaneça em equilíbrio? Considere as polias ideais e os pesos dos blocos 1 e 2, respectivamente, iguais a 4 N e 10 N.



- (A) 0,2 m                      (B) 0,3 m                      (C) 0,4 m  
(D) 0,5 m                      (E) 0,6 m

03.

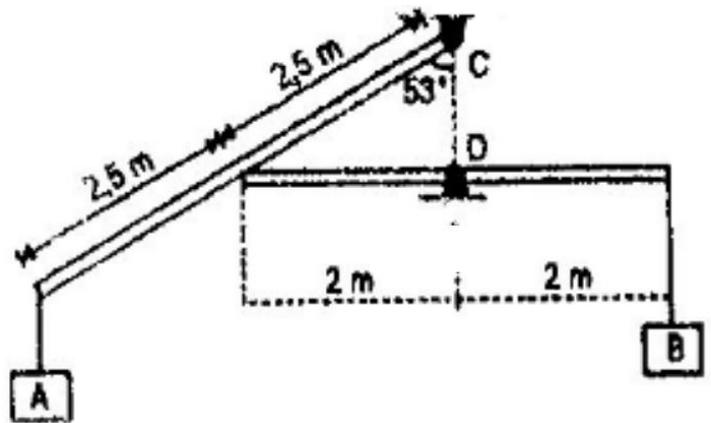
Se o peso da esfera mostrada na figura é de 10 N e o peso da barra AB uniforme e homogênea é de 8 N, determine a tração na corda horizontal BC. M é o ponto médio de AB.



- (A)  $4\sqrt{3}$  N                      (B)  $5\sqrt{3}$  N                      (C)  $6\sqrt{3}$   
(D)  $7\sqrt{3}$  N                      (E)  $8\sqrt{3}$  N

04.

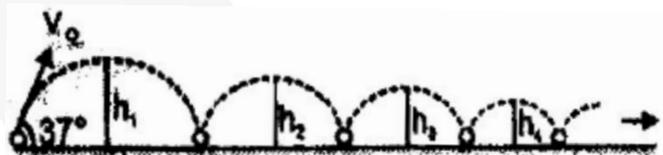
Se o sistema mostrada na figura se encontra em equilíbrio, determine o peso do bloco B. O peso do bloco A é de 150 N e as barras rígidas com peso desprezível.



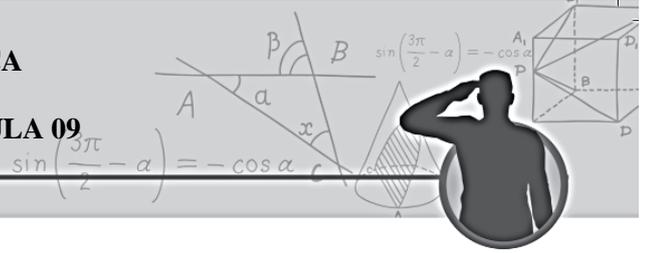
- (A) 172 N                      (B) 182 N                      (C) 192 N  
(D) 202 N                      (E) 212 N

05.

Uma bola é lançada com velocidade de 15 m/s numa direção de  $37^\circ$  em relação a horizontal, como mostra a figura abaixo.



Qual a distância total percorrida pela bola imediatamente antes de deixar de saltar. Considere o

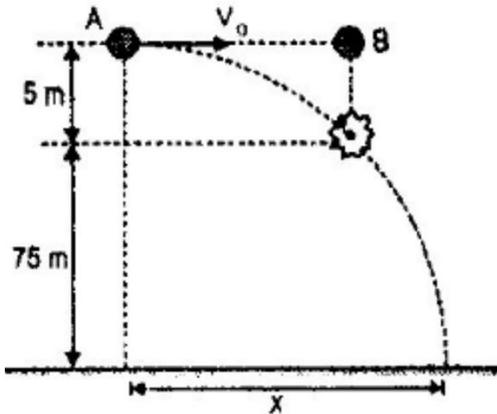


coeficiente de restituição de cada choque 0,8, o piso liso e a aceleração da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

- (A) 80 m            (B) 90 m            (C) 100 m  
(D) 108 m        (E) 109 m

**06.**

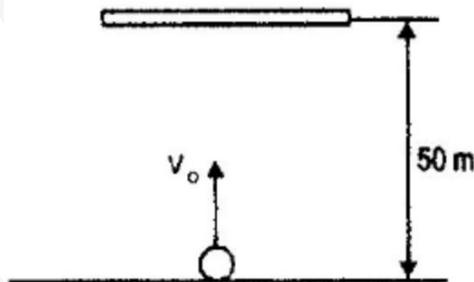
No mesmo instante em que a esfera A de massa  $m$  é lançada horizontalmente com uma velocidade inicial de  $10 \text{ m/s}$ , a esfera B de igual massa é deixada cair da posição indicada na figura. Se as esferas realizam um choque inelástico, calcular  $x$ .



- (A) 15 m            (B) 20 m            (C) 25 m  
(D) 30 m            (E) 35 m

**07.**

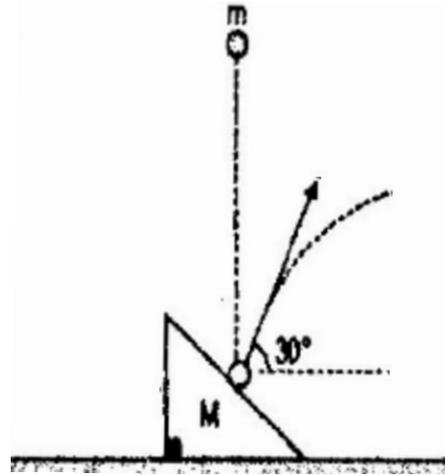
No mesmo instante em que uma plataforma de massa  $3m$  é abandonada uma esfera de massa  $m$  é lançada do solo verticalmente para cima com velocidade  $v_0 = 20 \text{ m/s}$ . Determine a velocidade da esfera imediatamente após o choque elástico com a plataforma. Ignore a resistência do ar e considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



- (A) 15 m/s            (B) 20 m/s            (C) 25 m/s  
(D) 30 m/s            (E) 35 m/s

**08.**

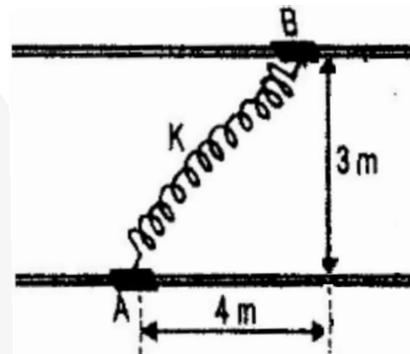
Uma cunha de massa  $2 \text{ kg}$  repouso sobre um plano horizontal liso. Uma esfera de massa  $1 \text{ kg}$  é abandonada de uma altura de  $11 \text{ m}$  e após chocar-se elasticamente com a cunha rebate com velocidade que forma um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. Determine a altura máxima atingida pela esfera após o choque.



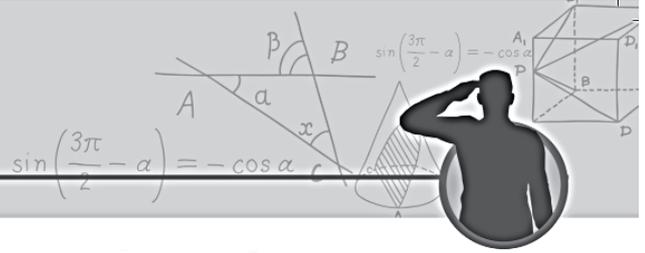
- (A) 1 m            (B) 2 m            (C) 3 m  
(D) 4 m            (E) 5 m

**09.**

De acordo com a figura abaixo os corpos A e B de massa, respectivamente, iguais a  $4 \text{ kg}$  e  $8 \text{ kg}$  deslizam sobre guias horizontais lisas e paralelas unidos por uma mola de constante elástica  $K = 9 \text{ N/m}$ . Se os corpos parte do repouso das posições indicadas na figura e se o comprimento natural da mola é de  $2,5 \text{ m}$ , determine a velocidade máxima alcançada pelo corpo A.



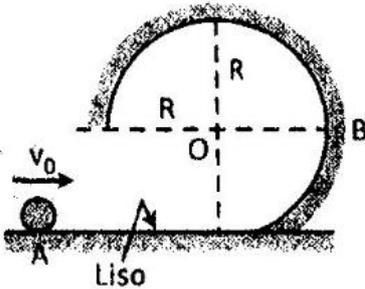
- (A) 1 m/s            (B) 2 m/s            (C) 3 m/s  
(D) 4 m/s            (E) 5 m/s



**REVISÃO DE FÍSICA - MECÂNICA  
PROF. MAXWELL - AULA 05**

**1ª Questão**

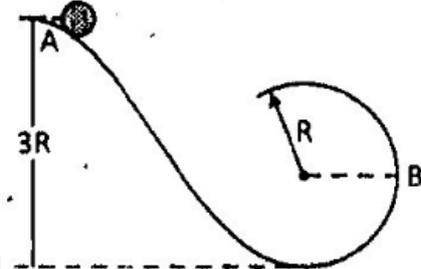
Um corpo de massa 2 kg é lançado com velocidade  $v_0 = 15 \text{ m/s}$ , tal como indica a figura. Quanto vale a força que o corpo faz na superfície do piso quando ele passa pelo ponto B? Ignore o atrito e a resistência do ar e considere  $R = 5 \text{ m}$ .



- a) 50 N
- b) 40 N
- c) 30 N
- d) 25 N
- e) 20 N

**2ª Questão**

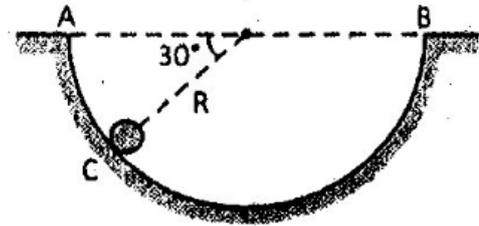
A esfera de massa  $m$  indicada na figura é abandonado do ponto A. Determine a resultante das forças que atuam na esfera quando ela passa pelo ponto B. Ignore o atrito e a resistência do ar.



- a)  $mg\sqrt{17}$
- b)  $mg\sqrt{15}$
- c)  $15mg$
- d)  $17mg$
- e)  $16mg$

**3ª Questão**

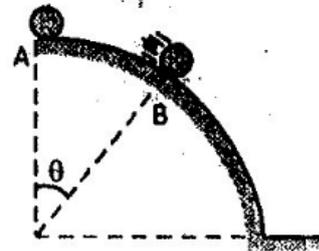
Uma esfera de massa  $m$  é abandonada no ponto A. Determine a força que a esfera faz no piso quando ela passar no ponto C. Ignore o atrito e a resistência do ar.



- a)  $mg$
- b)  $\frac{3\sqrt{3}}{2}mg$
- c)  $2mg$
- d)  $\frac{3}{2}mg$
- e)  $\frac{3}{4}mg$

**4ª Questão**

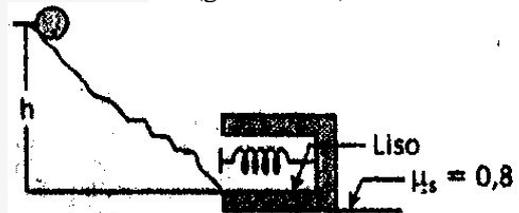
Uma esfera é abandonada em A. Determine o ângulo  $\theta$  sabendo que a esfera ao passar pelo ponto B perde o contato com a superfície lisa.



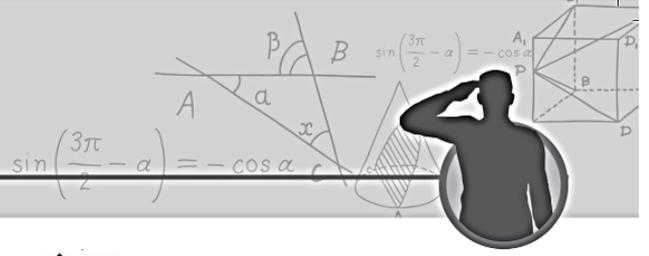
- a)  $\arccos(1/4)$
- b)  $\arccos(1/2)$
- c)  $\arccos(1/3)$
- d)  $\arccos(1/5)$
- e)  $\arccos(2/3)$

**5ª Questão**

Determine a altura mínima  $h$ , indicada na figura, com que uma esfera de massa 50 g deve ser abandonada, para que a caixa de 950 g acoplada a uma mola de constante elástica  $k = 800 \text{ N/m}$  não deslize. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )



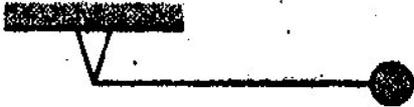
- a) 20 cm
- b) 4 cm



- c) 8 cm
- d) 12 cm
- e) 16 cm

**6ª Questão**

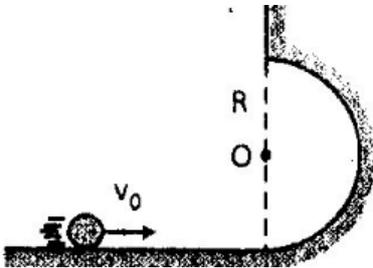
Um pêndulo de massa 2 kg e comprimento 5 m é abandonado da posição indicada na figura. Determine a tração no fio quando a velocidade do pêndulo for a metade da velocidade de sua máxima.



- a) 5 N
- b) 10 N
- c) 20 N
- d) 15 N
- e) 25 N

**7ª Questão**

Determine a velocidade  $v_0$  com que a esfera deve ser lançada da posição indicada na figura, para que ela passe pelo ponto O. Ignore o atrito e a resistência do ar.

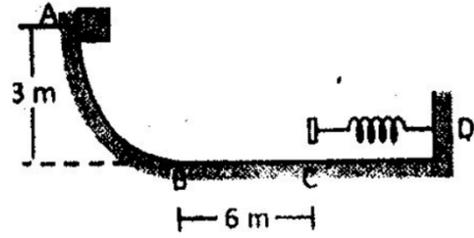


- a)  $\sqrt{2Rg}$
- b)  $\sqrt{3Rg}$
- c)  $\sqrt{(2 + \sqrt{3})Rg}$
- d)  $\sqrt{(2 - \sqrt{3})Rg}$
- e)  $\sqrt{Rg}$

**8ª Questão**

Um bloco de 10 kg é abandonado do ponto A e desliza passando pelos pontos B e C até provocar uma deformação máxima de 0,3 m numa mola de constante elástica  $k = 2000$  N/m. Determine o coeficiente de atrito no trecho BC de 6 m de comprimento.

**Dado:**  $g = 10 \text{ m/s}^2$

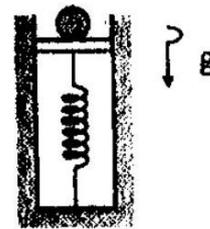


- a) 0,25
- b) 0,35
- c) 0,45
- d) 0,70
- e) 0,75

**9ª Questão**

Sobre a parte superior de uma mola sem deformação larga-se um bloco de 1 kg. Determine a máxima deformação sofrida pela mola de constante elástica  $k = 400$  N/m.

**Dado:**  $g = 10 \text{ m/s}^2$

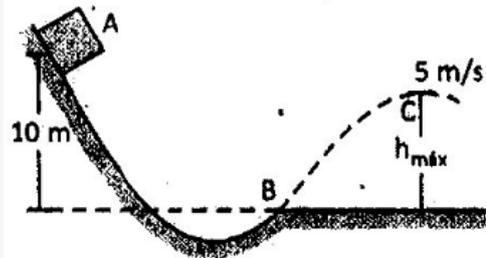


- a) 2 cm
- b) 4 cm
- c) 5 cm
- d) 7 cm
- e) 9 cm

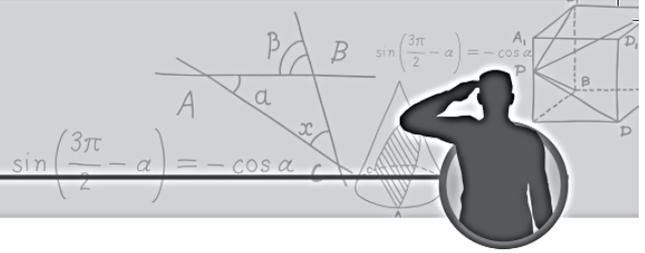
**10ª Questão**

Um bloco que parte do repouso desce pela rampa AB e perde 10% de sua energia mecânica por efeito do atrito. Determine a altura máxima, indicada na figura, que ele atinge após passar pelo ponto B. Considere que no ponto C a sua velocidade vale 5 m/s.

**Dado:**  $g = 10 \text{ m/s}^2$



- a) 7 m
- b) 7,75 m
- c) 9 m
- d) 9,75 m
- e) 6,28 m



**REVISÃO DE FÍSICA - MECÂNICA  
PROF. MAXWELL - AULA 06**

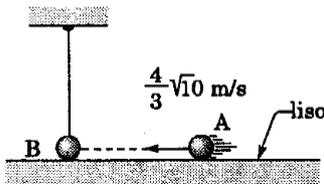
**1ª Questão**

Uma esfera de 1,5 kg que desliza com velocidade de 20 m/s sobre uma superfície horizontal lisa colidindo frontalmente com outra esfera de massa 0,5 kg em repouso. Determine a perda máxima de energia mecânica nessa colisão.

- a) 80 J
- b) 70 J
- c) 75 J
- d) 25 J
- e) 50 J

**2ª Questão**

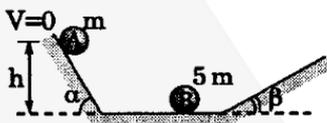
A figura indica o choque parcialmente elástico ( $e = 0,5$ ) de duas esferas de massas iguais. Qual o desvio angular máximo experimentado pelo fio de comprimento 1 m?



- a)  $30^\circ$
- b)  $15^\circ$
- c)  $45^\circ$
- d)  $37^\circ$
- e)  $60^\circ$

**3ª Questão**

De acordo com a figura, uma esfera a de massa  $m$  é abandonada da posição indicada e depois de certo tempo colide com uma esfera B de massa  $5m$ . Depois da colisão ambas atingem a mesma altura. Determine o coeficiente de restituição da colisão. Considere as superfícies lisas.

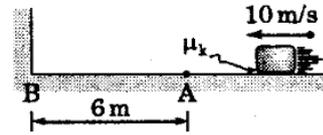


- a) 0,3
- b) 0,5
- c) 0,1
- d) 0,2
- e) 0,4

**4ª Questão**

Um bloco é lançado sobre uma superfície tal como mostra a figura. Se depois do impacto com a parede ele para no

ponto A Determine o coeficiente de restituição da colisão com a parede. Considere o trecho AB áspero com coeficiente de atrito 0,3).



- a) 1/2
- b) 1/5
- c) 1/8
- d) 1/5
- e) 3/4

**5ª Questão**

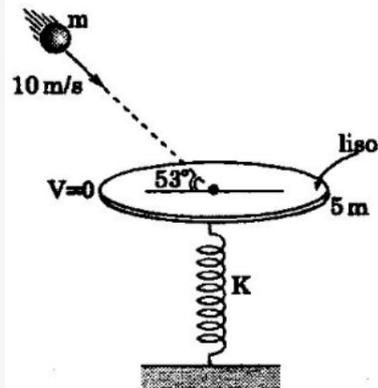
Um corpo esférico A de massa igual a 1 kg se move com velocidade  $\vec{V}_A = (4\hat{i} + 3\hat{j})$  m/s e choca-se frontalmente e elasticamente com outra esfera B de massa 2 kg em repouso na posição  $(-8\hat{i} - 6\hat{j})$ m, determine a posição do corpo esférico A, 3 s depois do impacto. O movimento é realizado num plano liso.

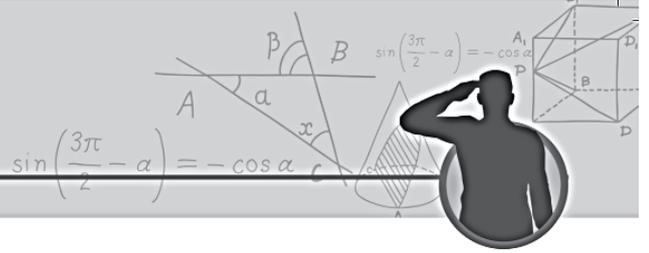
- a)  $(-12\hat{i} - 15\hat{j})$ m
- b)  $(-6\hat{i} - 8\hat{j})$ m
- c)  $(-12\hat{i} - 9\hat{j})$ m
- d)  $(6\hat{i} + 4\hat{j})$ m
- e)  $(-9\hat{i} - 12\hat{j})$ m

**6ª Questão**

A esfera de massa  $m$  da figura está prestes a sofrer uma colisão parcialmente elástica ( $e = 0,5$ ) com um disco de massa 2 kg. Determine a máxima deformação da mola de constante elástica  $k = 200$  N/m.

**Dado:**  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>



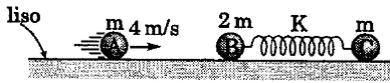


- a) 0,9 m
- b) 0,1 m
- c) 0,2 m
- d)  $0,3\sqrt{10}$  m
- e) 0,3 m

**7ª Questão**

Determine a máxima deformação que experimenta a mola, se o choque entre elas é frontal e parcialmente elástico ( $e = 0,5$ )

**Dado:**  $m = 3$  kg



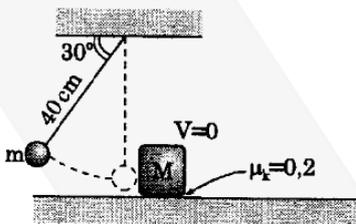
- a)  $\sqrt{\frac{1}{4k}}$
- b)  $\sqrt{\frac{8}{k}}$
- c)  $\sqrt{\frac{1}{k}}$
- d)  $\sqrt{\frac{3}{k}}$
- e)  $\sqrt{\frac{4}{3k}}$

**8ª Questão**

A esfera mostrada é abandonada da posição indicada e depois de certo tempo sofre uma colisão parcialmente elástica ( $e = 0,75$ ). Determine a distância percorrida pelo

bloco, de massa  $M = \frac{5m}{2}$ , até parar.

**Dado:**  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>



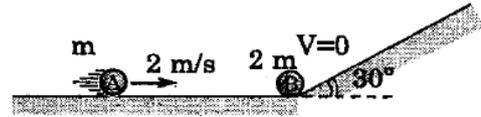
- a) 0,25 m
- b) 0,4 m
- c) 1 m
- d) 0,5 m
- e) 0,75 m

**9ª Questão**

Se os corpos sofrem uma colisão parcialmente elástica ( $e = 0,5$ ), determine a máxima distância entre os corpos.

Despreze o atrito.

**Dado:**  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>

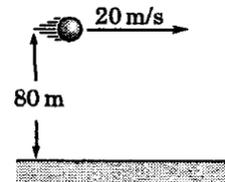


- a) 20 cm
- b) 5 cm
- c) 30 cm
- d) 50 cm
- e) 10 cm

**10ª Questão**

A figura mostra um corpo sendo lançado com uma velocidade de 20 m/s de uma altura de 80 m, em relação ao solo. Qual a distância entre a posição de lançamento e a posição quando o corpo atinge a altura máxima depois do primeiro choque com o piso liso.

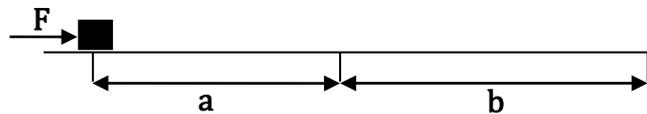
**Dados:**  $e = 0,25$  e  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>



- a) 125 m
- b) 100 m
- c) 80 m
- d) 90 m
- e) 120 m

**QUESTÃO 01**

O bloco da figura parte do repouso, empurrado por uma força **F** de intensidade constante que atua durante todo o percurso. O trecho **a** é liso, e o trecho **b** é áspero. Determinar a intensidade da força de atrito que age sobre o bloco no trecho **b**, sabendo que o bloco pára ao final do percurso.



- a)  $F\left(1 + \frac{a}{b}\right)$
- b)  $F\left(1 + \frac{b}{a}\right)$
- c)  $\frac{Fa}{b}$
- d)  $\frac{Fb}{a}$
- e)  $\frac{2Fb}{a}$

**QUESTÃO 02**

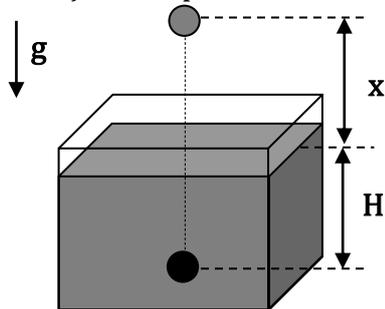
Um projétil de massa 100 g atinge perpendicularmente uma parede vertical com velocidade escalar 60 m/s. O projétil penetra na parede e desloca-se 20 cm até parar. Determine a intensidade da força que a parede exerce no projétil e que se opõe ao movimento. Considere esta força constante.

- a) 100 N
- b) 400 N
- c) 600 N
- d) 700 N
- e) 900 N

**QUESTÃO 03**

Uma pequena esfera de isopor, de densidade  $d = 0,2 \text{ g/cm}^3$ , é abandonada no fundo de um tanque contendo água até uma altura  $H = 10 \text{ cm}$ . Se a gravidade local vale  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e a densidade da água vale  $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ , determine a altura máxima  $x$  atingida pela bola, medida a partir da superfície da água. Despreze todas as forças dissipativas.

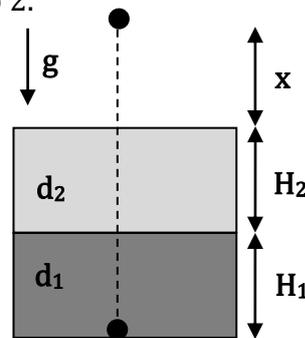
- a) 10 cm
- b) 20 cm
- c) 30 cm
- d) 40 cm
- e) 50 cm



**QUESTÃO 04**

A figura mostra dois líquidos imiscíveis 1 e 2, de densidade  $d_1$  e  $d_2$ , ocupando alturas respectivamente iguais a  $H_1$  e  $H_2$ , no interior de um recipiente cilíndrico reto, num local onde a gravidade vale  $g$ . Uma bolinha de dimensões desprezíveis e densidade  $d_3$ , com  $d_3 < d_2 < d_1$ , é abandonada do repouso a partir do fundo desse recipiente. Desprezando todas as forças dissipativas, Determine a altura máxima  $x$

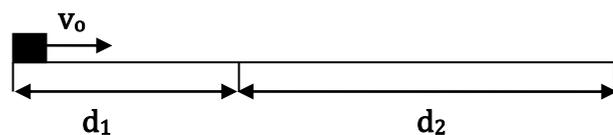
atingida pela bolinha, medida a partir da superfície livre do líquido 2.



- a)  $x = H_1 \left( \frac{d_1}{d_3} - 1 \right) + H_2 \left( \frac{d_2}{d_3} - 1 \right)$
- b)  $x = H_2 \left( \frac{d_1}{d_3} - 1 \right) + H_1 \left( \frac{d_2}{d_3} - 1 \right)$
- c)  $x = H_2 \left( \frac{d_1}{d_3} + 1 \right) + H_1 \left( \frac{d_2}{d_3} + 1 \right)$
- d)  $x = H_1 \left( \frac{d_1}{d_3} + 1 \right) + H_2 \left( \frac{d_2}{d_3} - 1 \right)$
- e)  $x = H_1 H_2 \left( \frac{d_1}{d_3} + 1 \right) \left( \frac{d_2}{d_3} - 1 \right)$

**QUESTÃO 05**

Um bloco de madeira foi lançado sobre um solo horizontal com velocidade  $v_0$  e atravessa dois trechos consecutivos de mármore e granito, de comprimentos  $d_1$  e  $d_2$  e coeficientes de atrito  $\mu_1$  e  $\mu_2$ . Sabendo que a gravidade local vale  $g$  e que o bloco pára no final do percurso, determine  $v_0$ .



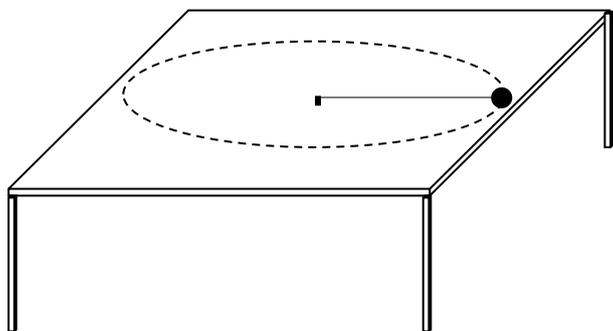
Dados:

$d_1 = 1 \text{ m}, d_2 = 2 \text{ m}, \mu_1 = 0,3, \mu_2 = 0,25 \text{ e } g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 1 m/s
- b) 2 m/s
- c) 3 m/s
- d) 4 m/s
- e) 5 m/s

**QUESTÃO 06**

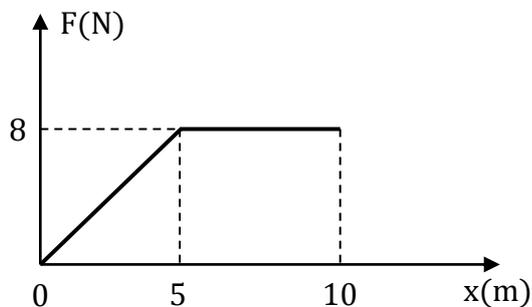
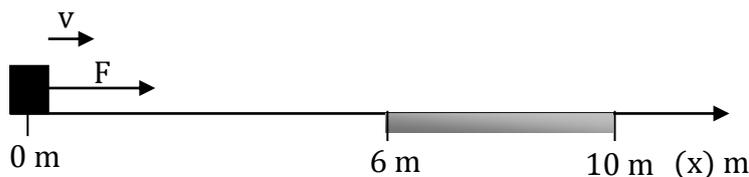
Uma partícula de massa  $m$ , presa por um fio centro de uma mesa horizontal áspera, descreve uma trajetória circular de raio  $R$ . Sabendo que a gravidade local vale  $g$  e que a velocidade inicial  $v_0$  da partícula cai a metade, após três voltas completas, determine o coeficiente de atrito cinético entre a partícula e a mesa e quantas voltas ela dará até parar.



- a)  $\mu = \frac{v_0^2}{16\pi gR}$  e 4 voltas      d)  $\mu = \frac{v_0^2}{16\pi gR}$  e 5 voltas  
 b)  $\mu = \frac{v_0^2}{8\pi gR}$  e 4 voltas      e)  $\mu = \frac{v_0^2}{8\pi gR}$  e 5 voltas  
 c)  $\mu = \frac{v_0^2}{8\pi gR}$  e 6 voltas

**QUESTÃO 07**

Uma caixa de massa  $m = 5$  kg move-se sobre um eixo horizontal  $x$ , passa pelo ponto A com velocidade  $v = 4$  m/s e sofre a ação de uma força  $F$  cuja intensidade é descrita pelo gráfico abaixo:



Entretanto, devido à força de atrito  $F_{at}$  existente apenas no trecho BC, a caixa para ao atingir o ponto C. Determine a intensidade do coeficiente de atrito no trecho BC.

- a) 0,1      c) 0,3      e) 0,5  
 b) 0,2      d) 0,4

**QUESTÃO 08**

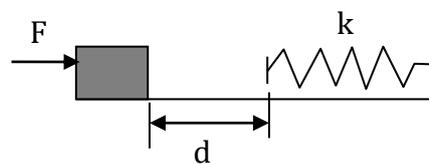
Um bloco de massa  $m = 1,0$  kg desloca-se sobre um plano horizontal com atrito e comprime uma mola de constante elástica  $k = 10$  N/m. O coeficiente de atrito vale  $\mu = 0,3$  e a aceleração da gravidade vale  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Sabendo-se que a máxima compressão atingida pela mola vale 40 cm, calcule a velocidade da caixa ao tocar na mola.

- a) 1 m/s  
 b) 2 m/s  
 c) 3 m/s  
 d) 4 m/s  
 e) 5 m/s



**QUESTÃO 09**

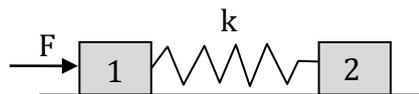
Seja uma caixa de massa  $m = 2$  kg inicialmente em repouso a uma distância  $d$  de uma mola de constante elástica  $k = 100$  N/m pressa a uma parede. Uma força  $F = 4$  N (constante) passa a agir sobre a caixa, empurrando-a em direção à mola. Sabendo que a máxima deformação sofrida pela mola, nesse episódio, foi de 20 cm, determine a distância  $d$  da caixa à mola, a aceleração da caixa ao parar e a velocidade máxima atingida pela caixa, respectivamente.



- a) 0,3 m, 8 m/s<sup>2</sup> e  $\frac{4\sqrt{2}}{5}$  m/s  
 b) 0,3 m, 4 m/s<sup>2</sup> e  $\frac{4\sqrt{2}}{5}$  m/s  
 c) 0,2 m, 4 m/s<sup>2</sup> e  $\frac{2\sqrt{2}}{5}$  m/s  
 d) 0,2 m, 8 m/s<sup>2</sup> e  $\frac{2\sqrt{2}}{5}$  m/s  
 e) 0,3 m, 8 m/s<sup>2</sup> e  $\frac{6\sqrt{2}}{5}$  m/s

**QUESTÃO 10**

A figura mostra dois blocos de massas  $m_1$  e  $m_2$  inicialmente em repouso, conectados entre si por uma mola relaxada, de constante elástica  $k$ . Sabendo que a gravidade local vale  $g$  e que o coeficiente de atrito entre os blocos e o solo vale  $\mu$ , determine a intensidade da menor força horizontal constante que se deve aplicar ao bloco 1 a fim de mover o bloco 2.

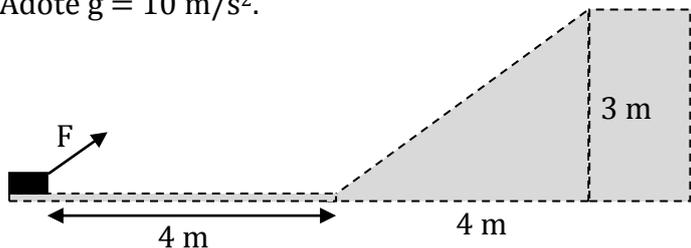


- a)  $F = \frac{(2m_1 + m_2)\mu g}{2}$       d)  $F = \frac{(m_1 + m_2)\mu g}{2}$   
 b)  $F = \frac{(m_1 + m_2)\mu g k}{2}$       e)  $F = (m_1 + 2m_2)\mu g k$   
 c)  $F = \frac{(m_1 + 2m_2)\mu g k}{2}$

**QUESTÃO 11**

A figura mostra uma caixa de massa 1,5 kg inicialmente em repouso sobre um plano horizontal. Se uma força de constante  $F = 6i + 8j$  (N) passar a agir sobre a caixa, com que velocidade ela atingirá o andar superior?

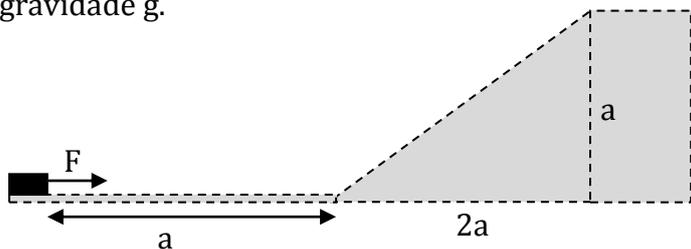
Adote  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



- a) 2 m/s
- b) 4 m/s
- c) 6 m/s
- d) 8 m/s
- e) 10 m/s

**QUESTÃO 11**

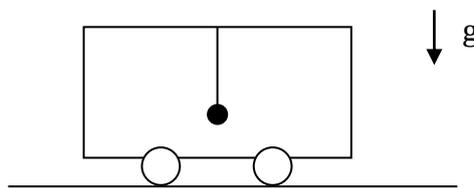
A figura mostra uma caixa de massa  $m$  em repouso num plano horizontal liso. Determine a intensidade da menor força  $F$  (horizontal constante) capaz de fazer a caixa subir a rampa lisa e atingir o piso superior. Despreze os atritos e adote a aceleração da gravidade  $g$ .



- a)  $mg$
- b)  $\frac{mg}{2}$
- c)  $\frac{mg}{3}$
- d)  $\frac{mg}{4}$
- e)  $\frac{mg}{8}$

**QUESTÃO 12**

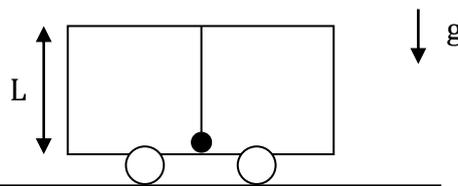
Um pêndulo composto por um fio ideal de comprimento  $L = 1,0 \text{ m}$ , conectado a uma esfera de massa  $M = 5,0 \text{ kg}$ , encontra-se conectado ao teto de um vagão inicialmente em repouso, num local onde  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Bruscamente, o vagão passa a se deslocar com aceleração  $a = 18 \text{ m/s}^2$  para a esquerda. Determine com que velocidade vertical  $v$  a esfera se chocará com o teto, no referencial do vagão.



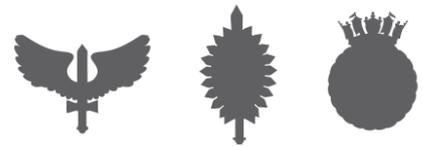
- a) 2 m/s
- b) 4 m/s
- c) 6 m/s
- d) 8 m/s
- e) 10 m/s

**QUESTÃO 13**

Um pêndulo composto por um fio ideal de comprimento  $L$ , conectado a uma esfera de massa  $M$ , encontra-se conectado ao teto de um vagão inicialmente em repouso, num local onde a aceleração da gravidade é  $g$ . Bruscamente, o vagão passa a se deslocar com aceleração  $a$  para a esquerda. Determine a altura máxima atingida pela esfera, em relação ao piso do vagão. Despreze os atritos.



- a)  $\frac{2L}{1 + \left(\frac{g}{a}\right)^2}$
- b)  $\frac{L}{1 + \left(\frac{g}{a}\right)^2}$
- c)  $\frac{4L}{1 + \left(\frac{g}{a}\right)^2}$
- b)  $\frac{3L}{1 + \left(\frac{g}{a}\right)^2}$
- b)  $\frac{L}{4}$

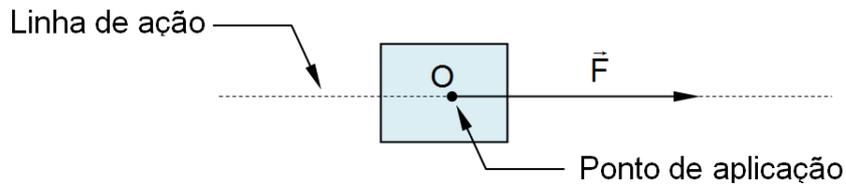


**ESTÁTICA**

**EQUILÍBRIO DE UM PONTO MATERIAL**

**Força**

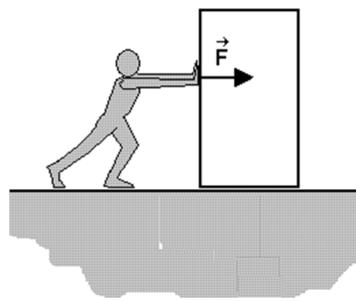
A grandeza física capaz de empurrar ou puxar um corpo é denominada de força sendo esta uma grandeza vetorial representada da seguinte forma:



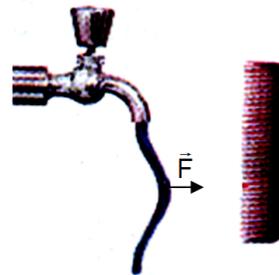
**Atenção!**

No S.I. a força é medida em  $\text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 = \text{newton (N)}$

Existem as forças de contato e as forças de campo, veja os exemplos abaixo:



**Força de contato**

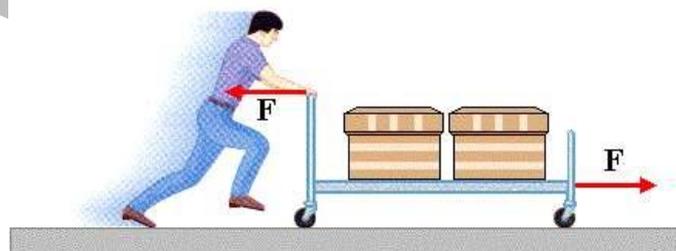


**Força de campo**

**Terceira lei de Newton**

Em uma interação sempre surge um par de forças conhecidas como forças de **ação e reação**, nas quais são de mesmo módulo e direção, mas apresentam sentidos opostos.

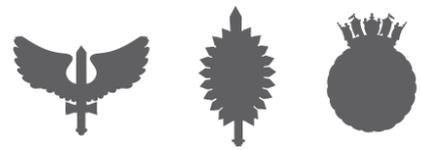
$$\vec{F}_{\text{AÇÃO}} = - \vec{F}_{\text{REAÇÃO}}$$



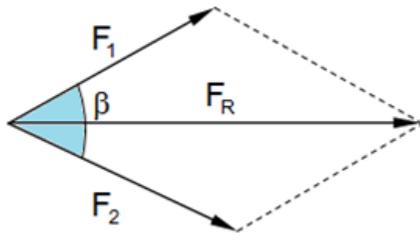
**Força resultante**

A força resultante é definida como sendo a resultante de todas as forças que atuam em um corpo sendo determinada da seguinte forma:

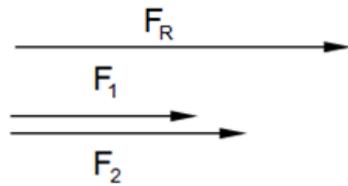
$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$



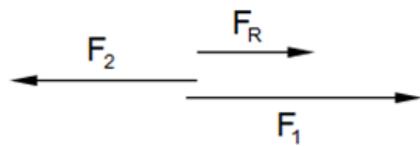
## Aplicações



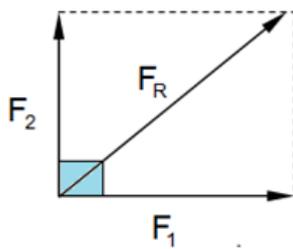
$$F_R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\beta$$



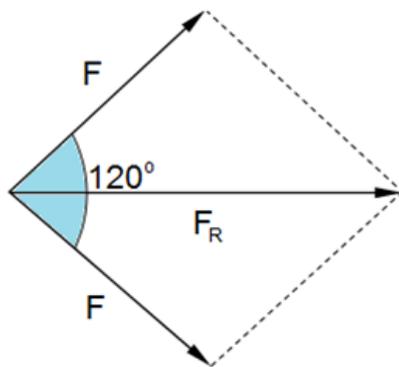
$$F_{R_{\text{máx}}} = F_1 + F_2$$



$$F_{R_{\text{mín}}} = F_1 - F_2$$



$$F_R^2 = F_1^2 + F_2^2$$



$$F_R = F$$

### Atenção!

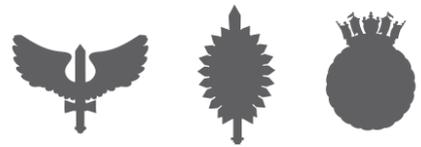
Quando um corpo está em equilíbrio (estático ou dinâmico) a força resultante é nula, ou seja,  $\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$ .

Quando um corpo está em equilíbrio sobre a ação de duas forças, temos:

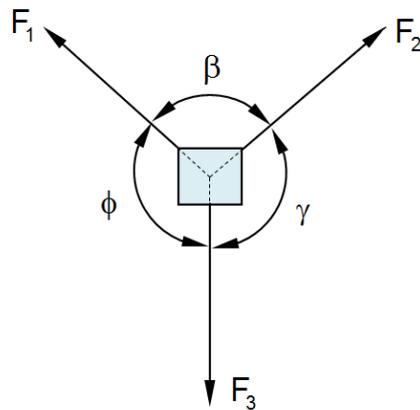
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0 \quad \therefore \vec{F}_2 = -\vec{F}_1$$



$$F_2 = F_1$$

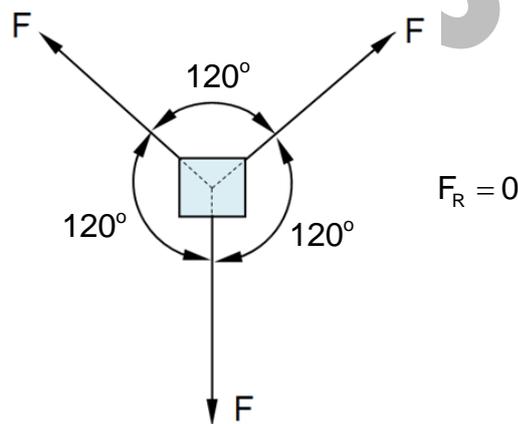


Quando um corpo está em equilíbrio sobre a ação de três forças ( $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$ ) coplanares, concorrentes e não paralelas, temos:



Teorema de Lamy

$$\frac{F_1}{\text{sen}\gamma} = \frac{F_2}{\text{sen}\phi} = \frac{F_3}{\text{sen}\beta}$$

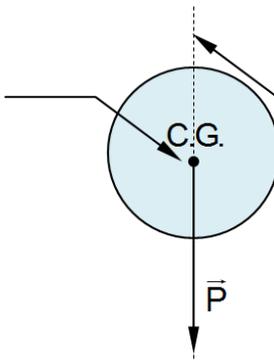


**Peso**

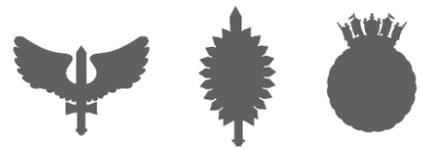
A Terra atrai qualquer massa  $m$ , que se encontra em sua volta, com uma força denominada de peso  $\vec{P}$  sendo determinada por :

O Centro de Gravidade (C.G.) é o ponto de aplicação da força peso.

A linha de ação do peso é vertical.

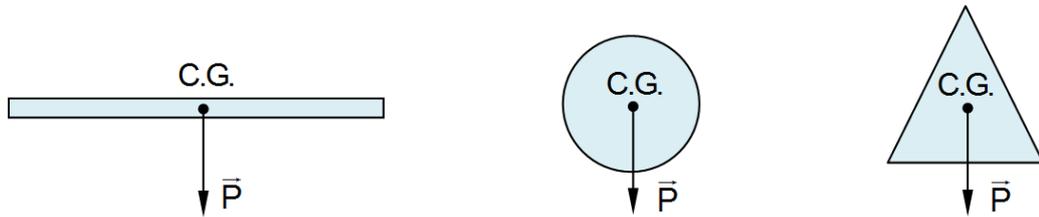


$$P = m \cdot g \begin{cases} m : \text{Massa (constante)} \\ g : \text{Aceleração da gravidade (depende do local)} \end{cases}$$



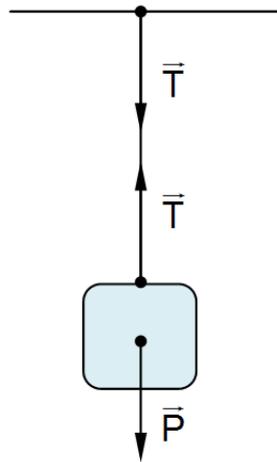
## Atenção!

No caso de um corpo feito de um único material, em que a massa se distribui uniformemente, e que apresenta simetria, o C.G. coincide com o centro geométrico do corpo.



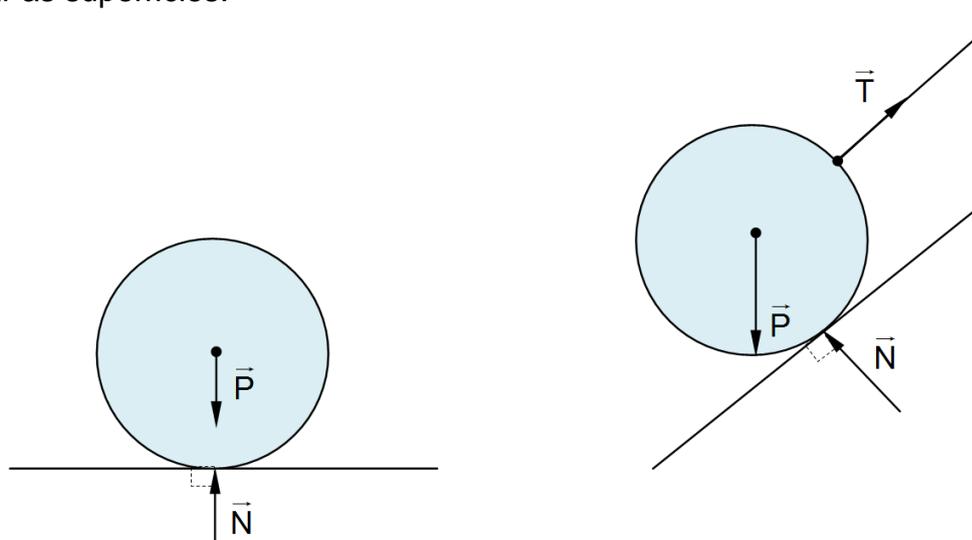
## Tração

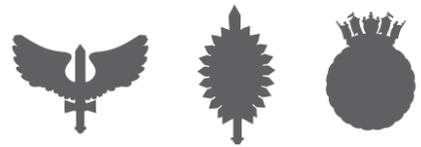
É uma força que atua no interior de um corpo (corda, fio, barra) quando ele é puxado. No caso de uma corda inextensível e de peso desprezível (corda ideal) a tração é a mesma em qualquer ponto dela.



## Força normal

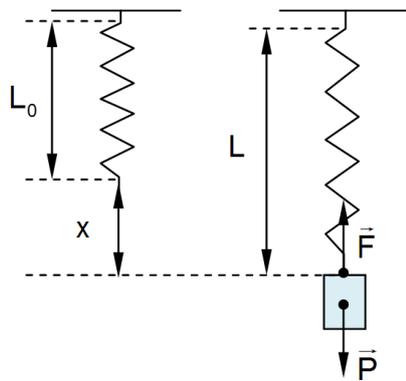
É uma força que atua entre duas superfícies rígidas em contato entre si. a força normal é sempre perpendicular as superfícies.





**Força elástica**

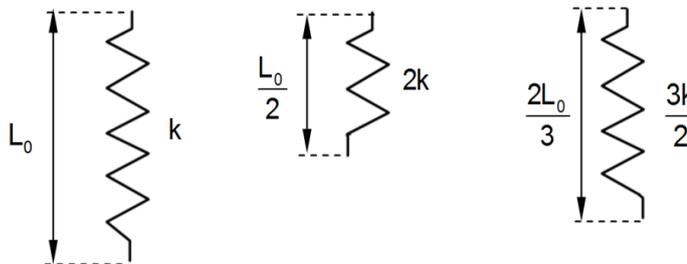
Quando uma mola ideal é comprimida ou alongada atua no interior da mola uma força denominada de força elástica  $\vec{F}$  sendo determinada por:



$$F = k \cdot x \begin{cases} k : \text{constante elástica} \\ x : \text{deformação} \end{cases}$$

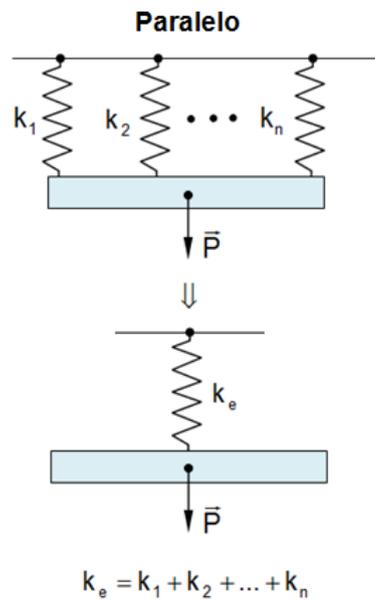
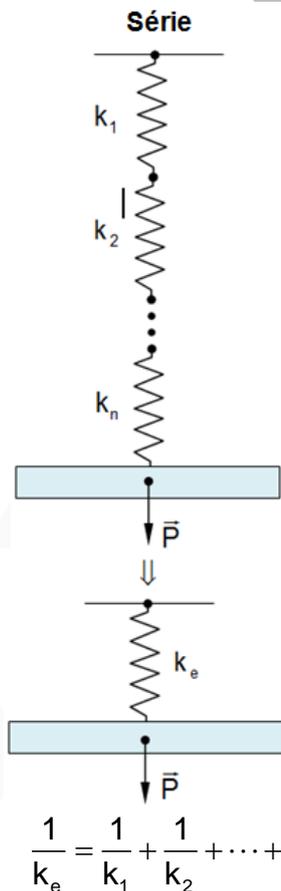
**Atenção!**

A constante elástica é dada por

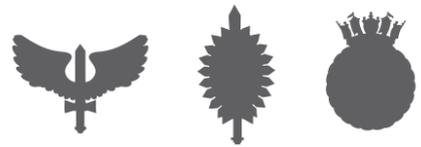


$$k = \frac{Y \cdot A}{L_0} \begin{cases} Y : \text{Módulo de Young (material)} \\ A : \text{Secção transversal da mola} \\ L_0 : \text{Comprimento natural da mola} \end{cases}$$

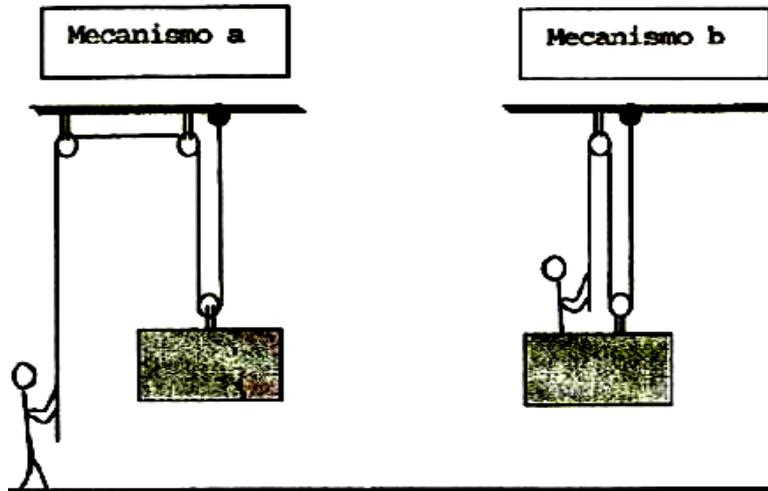
**Associações de molas**







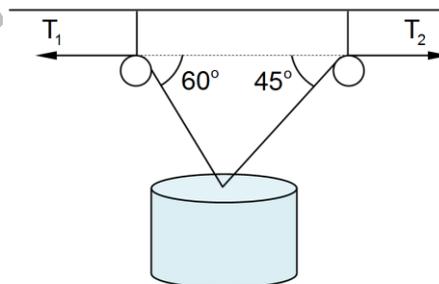
01. (EFOMM) Analise a figura a seguir.



Um trabalhador pretende elevar uma carga de peso  $W$  usando um dos mecanismos a e b mostrados acima. Sabendo que o peso do trabalhador é igual ao da carga e que o atrito nas roldanas é desprezível, é correto afirmar que a relação entre as trações,  $T_a$  e  $T_b$ , que o trabalhador exerce sobre cada um dos mecanismos é

- A)  $T_a = T_b$
- B)  $T_a = \frac{1}{2} T_b$
- C)  $T_a = \frac{2}{3} T_b$
- D)  $T_a = \frac{3}{4} T_b$
- E)  $T_a = 2T_b$

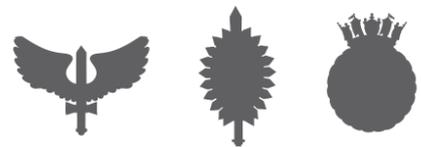
02. (EFOMM) Parte do núcleo de um reator nuclear, de massa 2,3 toneladas, deve ser suspenso por dois cabos para manutenção, conforme diagrama acima.



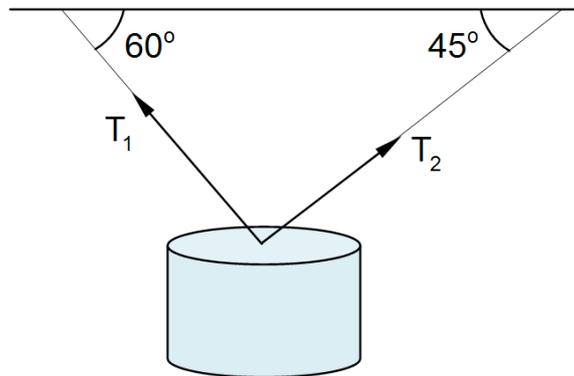
Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,707$ ,  $\sin 60^\circ = 0,866$  e  $\cos 60^\circ = 0,5$

A razão entre as tensões  $T_1$  e  $T_2$  nos cabos de sustentação é, aproximadamente,

- A) 0,707
- B) 0,810
- C) 0,931
- D) 1,056
- E) 1,441



03. (EFOMM)

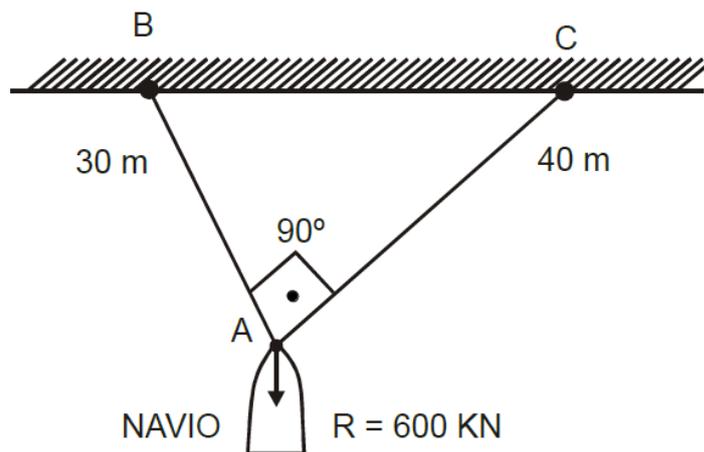


Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,707$ ,  $\sin 60^\circ = 0,866$  e  $\cos 60^\circ = 0,5$

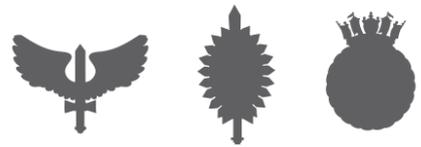
A razão entre as trações  $T_1$  e  $T_2$  é, aproximadamente

- A) 1,2
- B) 1,4
- C) 1,6
- D) 1,8
- E) 1,9

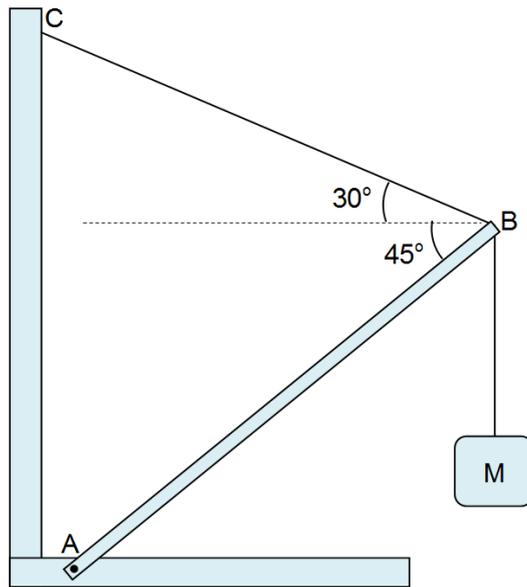
04. (EFOMM) Um navio está amarrado ao cais pelo ponto A por meio de dois cabos: AB de 30m de comprimento e AC de 40m de comprimento. Os motores do navio estão desligados e a força  $R = 600 \text{ kN}$  mostrada na figura abaixo é a resultante do sistema de forças que atuam sobre o navio, no plano horizontal, pela ação do mar e do vento. O ângulo formado pelos cabos AB e AC, no ponto A, é de  $90^\circ$ , e a força "R" está no mesmo plano de AB e AC. As forças de tração no cabo maior AC e no cabo menor AB que reagem à ação da força "R" são respectivamente:



- A) 320 kN e 280 kN
- B) 280 kN e 320 kN
- C) 480 kN e 360 kN
- D) 360 kN e 480 kN
- E) 380 kN e 260 kN



05. (EFOMM) Uma barra AB móvel em torno do pino A sustenta em B um corpo M de peso igual a 480 Kgf, como se mostra na figura abaixo.

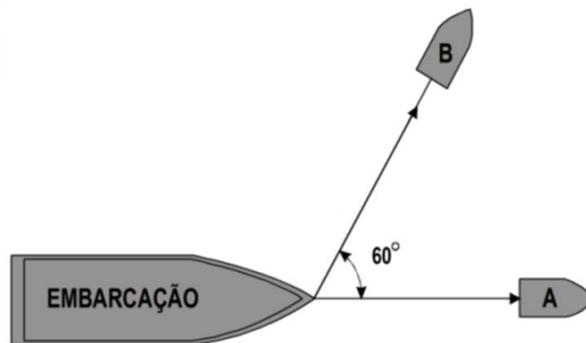


Desse modo, a intensidade da força de tração no cabo BC e a intensidade da força exercida sobre a barra em B são, respectivamente, em Kgf:

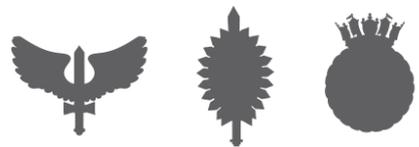
Dados:  $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,7$ ,  $\sin 60^\circ = 0,86$  e  $\cos 60^\circ = 0,5$

- A) 349,0 e 436,3
- B) 532,2 e 650,5
- C) 356,4 e 666,5
- D) 452,1 e 543,2
- E) 424,9 e 657,8

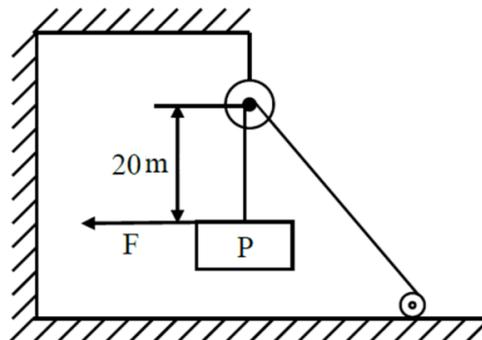
06. (EFOMM) Em uma manobra de atracação, uma embarcação é auxiliada por dois rebocadores "A" e "B". A força de tração que cada rebocador transmite através do cabo de reboque para o navio, é, respectivamente,  $T_A = 8 \text{ kN}$  e  $T_B = 10 \text{ kN}$ . O mar está tranquilo, o motor da embarcação não está atuando, não há vento nem correntes. A **resultante dessas forças** que atuam sobre o navio é de:



- A) 19,87 kN
- B) 16,34 kN
- C) 15,62 kN
- D) 14,32 kN
- E) 11,38 kN

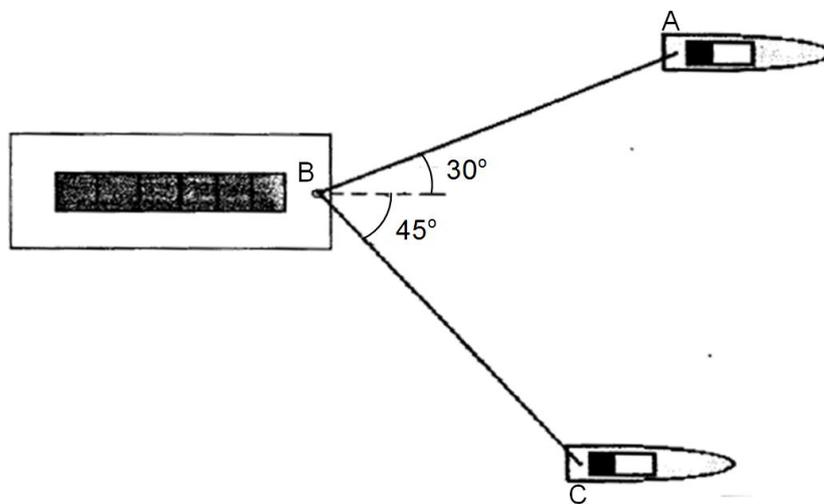


**07. (EFOMM)** Uma carga de material de construção que pesa 300 N é içada do solo, como se vê na figura onde fica suspensa a 20 metros abaixo da polia. Admitindo-se que é constante o comprimento da corda, a força horizontal "F" que é necessário para desviá-la de uma distância horizontal de 6 m na direção horizontal e a tração na corda são aproximadamente e respectivamente iguais a:



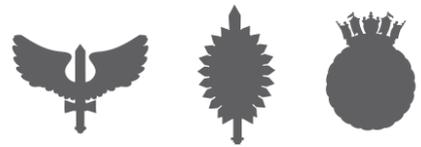
- A) 56 N e 215 N
- B) 102 N e 516 N
- C) 12 N e 353 N
- D) 95 N e 316 N
- E) 24 N e 220 N

**08. (EFOMM)** Uma balsa B carregada desliza num determinado trecho de um rio puxada por dois rebocadores A e C, figura abaixo. A força que atua no cabo AB que liga a balsa ao rebocador A é de 20 kN e a resultante das duas forças aplicadas em B é dirigida ao longo do eixo da balsa.



A força que atua no cabo BC que liga a balsa ao rebocador B e a intensidade da resultante das duas forças aplicadas são, respectivamente, em kN:

- A)  $20\sqrt{3}$  e  $15(\sqrt{2} + 1)$
- B)  $15\sqrt{2}$  e  $15(\sqrt{3} + 1)$
- C)  $10\sqrt{2}$  e  $10(\sqrt{3} + 1)$
- D)  $10\sqrt{3}$  e  $15(\sqrt{3} + 1)$
- E)  $25\sqrt{3}$  e  $20(\sqrt{2} + 1)$



09. (EFOMM)

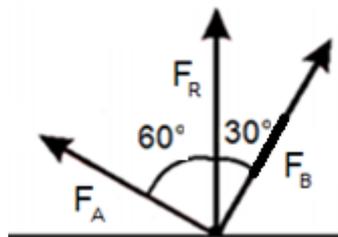


Uma barra cilíndrica, rígida e homogênea, de massa  $m$ , está em equilíbrio estático apoiada por suas extremidades sobre dois planos inclinados que formam com a horizontal ângulos respectivamente iguais a  $\theta_1$  e  $\theta_2$  tal que  $\theta_1 < \theta_2$ , conforme mostra a figura acima. Supondo irrelevantes os possíveis atritos e sabendo que a barra está num plano perpendicular a ambos os planos inclinados, calcula-se que a força normal que o plano mais íngreme exerce sobre a barra seja dada por

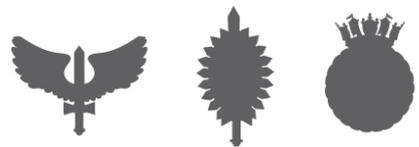
- A)  $\frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}(\theta_1 + \theta_2)} mg$
- B)  $\frac{\text{sen}\theta_2}{\text{sen}(\theta_1 + \theta_2)} mg$
- C)  $\frac{\text{cos}\theta_1}{\text{cos}(\theta_1 + \theta_2)} mg$
- D)  $\frac{\text{cos}\theta_2}{\text{sen}(\theta_1 + \theta_2)} mg$
- E)  $\frac{\text{tg}\theta_2}{\text{tg}(\theta_1 + \theta_2)} mg$

10. (EFOMM) Duas pessoas tentam desempacar uma mula, usando uma corda longa amarrada no animal. Uma delas puxa com força  $F_A$ , cuja intensidade é de 200 N, e a outra com força  $F_B$ . Ambas desejam mover a mula apenas na direção perpendicular à linha horizontal representada na figura dada por  $F_R$ . Considere que os ângulos são os dados na figura, que a mula está no ponto P e que essas pessoas, após um tempo de 0,1 microséculo, conseguem finalmente mover o animal na direção desejada. Pode-se afirmar, em valores aproximados, que a intensidade da força  $F_B$  aplicada e o tempo em minutos levado para mover o animal são, respectivamente,

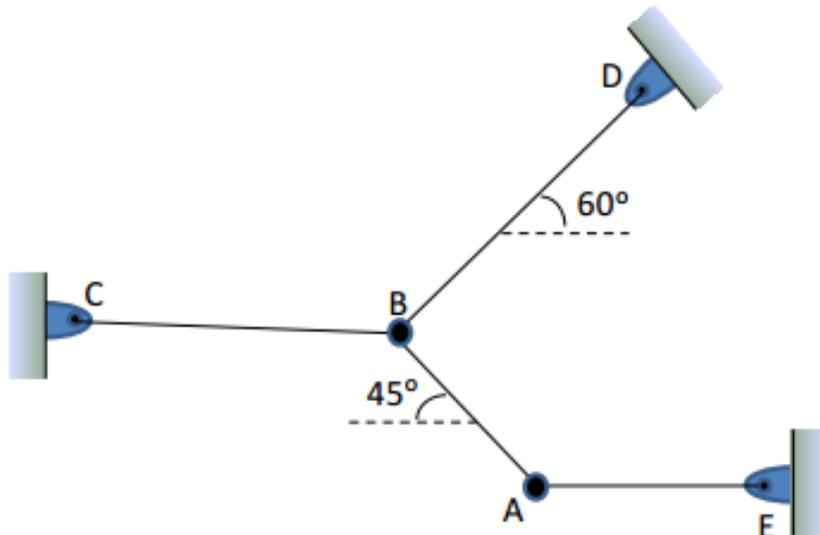
Dados:  $\text{cos}30^\circ = 0,87$  e  $\text{sen}30^\circ = 0,50$



- A) 230 N e 25 min.
- B) 230 N e 5 min.
- C) 348 N e 25 min.
- D) 348 N e 5 min.
- E) 348 N e 15 min.

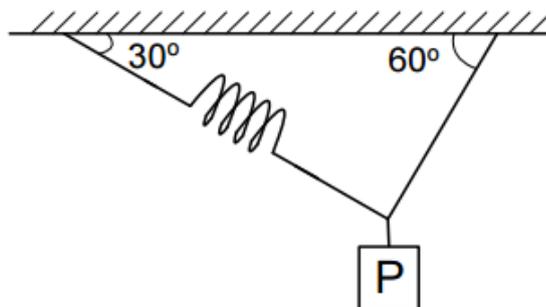


11. (EFOMM) Cada esfera (A e B) da figura pesa 1,00 kN. Elas são mantidas em equilíbrio estático por meio de quatro cordas finas e inextensíveis nas posições mostradas. A tração na corda BD, em kN, é



- A)  $\frac{2\sqrt{2}}{3}$                       B) 1                      C)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$   
 D)  $\frac{3\sqrt{2}}{3}$                       E)  $\frac{4\sqrt{3}}{3}$

12. (EFOMM) Considere o sistema em equilíbrio da figura dada



$\cos 30^\circ = 0,87$

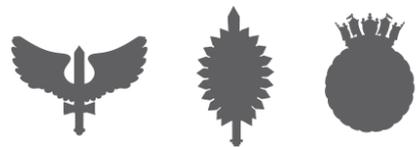
$\cos 60^\circ = 0,50$

Os fios são ideais e o peso do bloco P é de 50 N. Sabendo-se que a constante da mola K vale  $5,0 \times 10^3$  N/m, determina-se que a mola está alongada de

- A) 0,05 cm.  
 B) 0,10 cm.  
 C) 0,50 cm.  
 D) 0,87 cm.  
 E) 1,00 cm.



# Maxwell Videoaulas



### Força de atrito

A força de atrito é uma força que aparece entre duas superfícies ásperas quando elas tendem a deslizar uma sobre a outra. Esta força é sempre tangente as superfícies e se opõe a tendência de deslizamento de cada superfície.

### Força de atrito estático

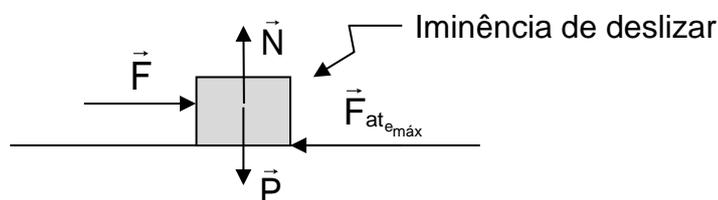
A força de atrito estático é aquela que aparece quando as superfícies não deslizam uma sobre a outra.

### Força de atrito cinético

A força de atrito cinético é aquela que aparece quando as superfícies deslizam uma sobre a outra.

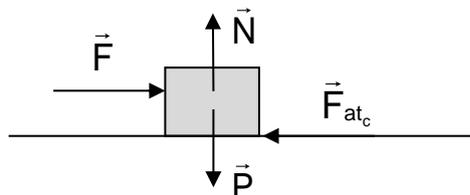
### Leis do atrito

**1ª lei:** Quando um corpo está na iminência de deslizar a força de atrito estático que atua na superfície deste é máxima. Sendo determinada por:



$$F_{at_{emáx}} = \mu_e \cdot N \begin{cases} N: \text{Força normal} \\ \mu_e: \text{Coeficiente de atrito estático} \end{cases}$$

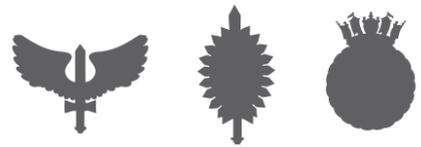
**2ª lei:** Quando um corpo desliza a força de atrito cinético que atua na superfície deste é determinada por:



$$F_{at_c} = \mu_c \cdot N \begin{cases} N: \text{Força normal} \\ \mu_c: \text{Coeficiente de atrito cinético} \end{cases}$$

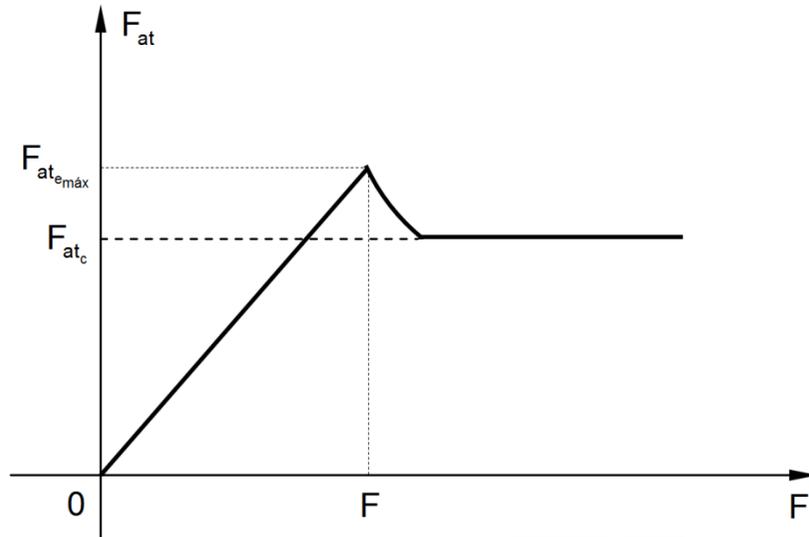
**3ª lei:** Os coeficientes de atrito estático e cinético dependem da natureza das superfícies e do grau de polimento. Mas, dentro de certos limites, não dependem da área de contato dessas superfícies.

**4ª lei:** Para um mesmo par de superfícies o  $\mu_e > \mu_c$ .

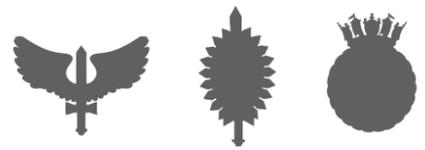


**Atenção!**

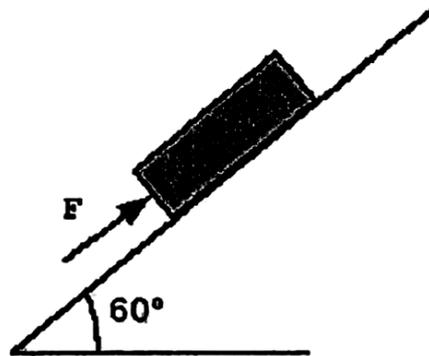
O diagrama abaixo mostra como varia a força de atrito em função da força que provoca o deslizamento.



Maxwell Video



13. (EFOMM) Analise a figura a seguir.

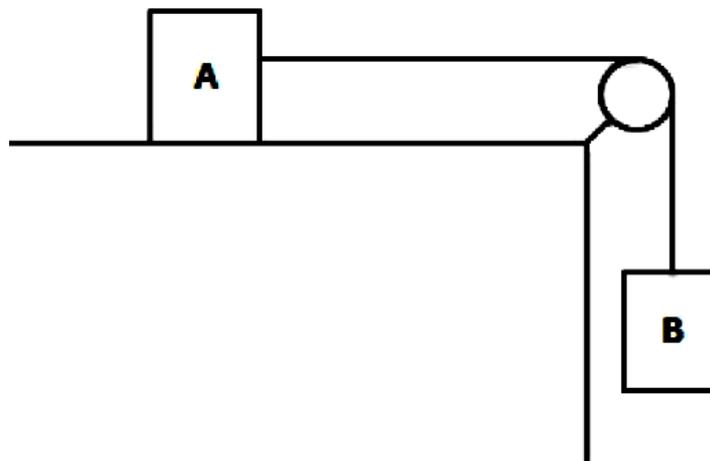


No convés de um navio, um marinheiro apoia uma caixa de massa 20 kg sobre um plano inclinado de  $60^\circ$ , aplicando uma força  $F$  de módulo igual a 100 N paralela à superfície inclinada do plano, conforme indica a figura acima. Nestas condições, ele observa que a caixa está na iminência de descer o plano inclinado. Para que a caixa fique na iminência de subir o plano inclinado, ele deve alterar o módulo da força  $F$  para

Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $\text{sen } 60^\circ = 0,85$

- A) 100 N
- B) 140 N
- C) 180 N
- D) 200 N
- E) 240 N

14. (EFOMM)



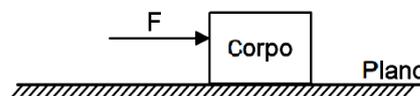
Na figura dada, a polia e o fio são ideais, e a aceleração da gravidade vale  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . O bloco B possui massa  $m_B = 20 \text{ kg}$ , e o coeficiente de atrito estático entre o bloco A e a superfície de apoio é de  $\mu_e = 0,4$ . Considerando que o sistema é abandonado em repouso, qual é o menor valor da massa do bloco A que consegue equilibrar o bloco B?

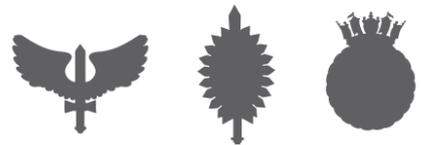
- A) 20 kg.
- B) 30 kg.
- C) 50 kg.
- D) 75 kg.
- E) 100 kg.

15. (EFOMM) Aplica-se em um corpo em repouso, apoiado em um plano horizontal, uma força  $F$  paralela ao plano; o corpo continua em repouso.

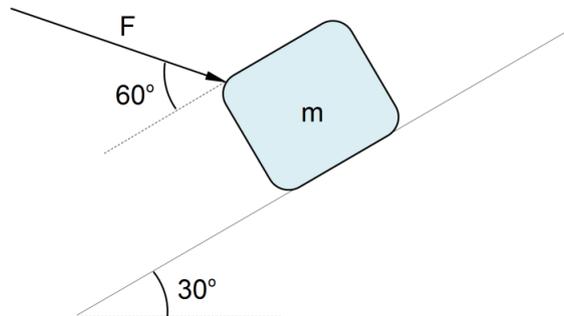
A respeito da força de atrito entre o corpo e a superfície do plano, podemos afirmar que ela é:

- A) maior do que  $F$ .
- B) menor do que  $F$ .
- C) igual a zero.
- D) a metade de  $F$ .
- E) igual a  $F$ .





**16. (EFOMM)** Uma força  $F$  atua sobre um bloco de 1 Kg o qual está apoiado sobre um plano inclinado de  $30^\circ$ . Calcule o módulo da força  $F$ , em newtons, necessária para que o bloco suba o plano inclinado com velocidade constante. O coeficiente de atrito dinâmico é  $\sqrt{3}/4$  e a aceleração da gravidade é de  $10 \text{ m/s}^2$ .



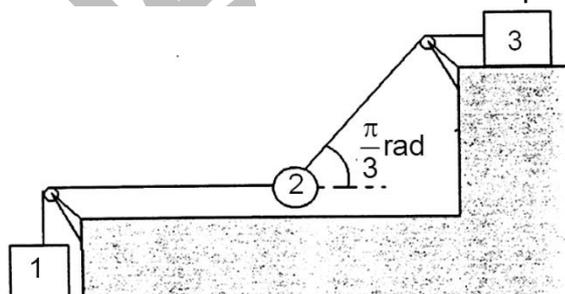
A) 50  
D) 80

B) 60

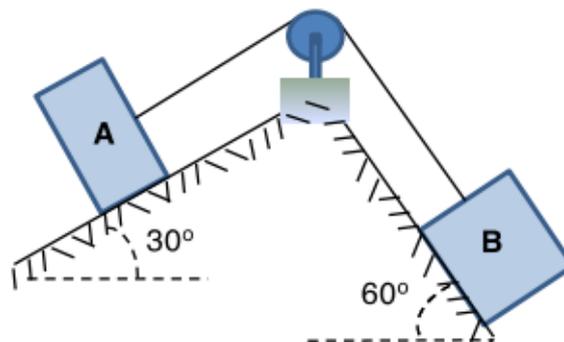
C) 70  
E) 90

**17. (EFOMM)** Na situação abaixo, o bloco 3 de massa igual a 6,0 Kg está na iminência de deslizar. Supondo as cordas inextensíveis e sem massa e as roldanas também sem massa e sem atrito, quais são as massas dos blocos 1 e 2 se o coeficiente de atrito estático do plano horizontal para o bloco 3 é  $\mu_e = 0,5$  ?

- A)  $M_1 = 1,5 \text{ kg}$  e  $M_2 = 1,5 \text{ kg}$
- B)  $M_1 = 1,5 \text{ kg}$  e  $M_2 = \sqrt{27}/2 \text{ kg}$
- C)  $M_1 = 3,0 \text{ kg}$  e  $M_2 = \sqrt{27}/2 \text{ kg}$
- D)  $M_1 = 2,0 \text{ kg}$  e  $M_2 = 4,0 \text{ kg}$
- E)  $M_1 = \sqrt{2}/2 \text{ kg}$  e  $M_2 = 3/\sqrt{2} \text{ kg}$



**18. (EFOMM)** Os blocos A e B da figura pesam 1,00 kN, e estão ligados por um fio ideal que passa por uma polia sem massa e sem atrito. O coeficiente de atrito estático entre os blocos e os planos é 0,60. Os dois blocos estão inicialmente em repouso. Se o bloco B está na iminência de movimento, o valor da força de atrito, em newtons, entre o bloco A e o plano, é  
Dado:  $\cos 30^\circ \approx 0,87$

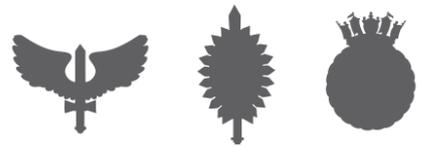


- A) 60
- B) 70
- C) 80
- D) 85
- E) 90



**GABARITO**

01. D   02. E   03. B   04. D   05. A   06. C   07. D   08. C   09. A   10. D   11. E   12. C  
13. E   14. C   15. E   16. C   17. B   18. B

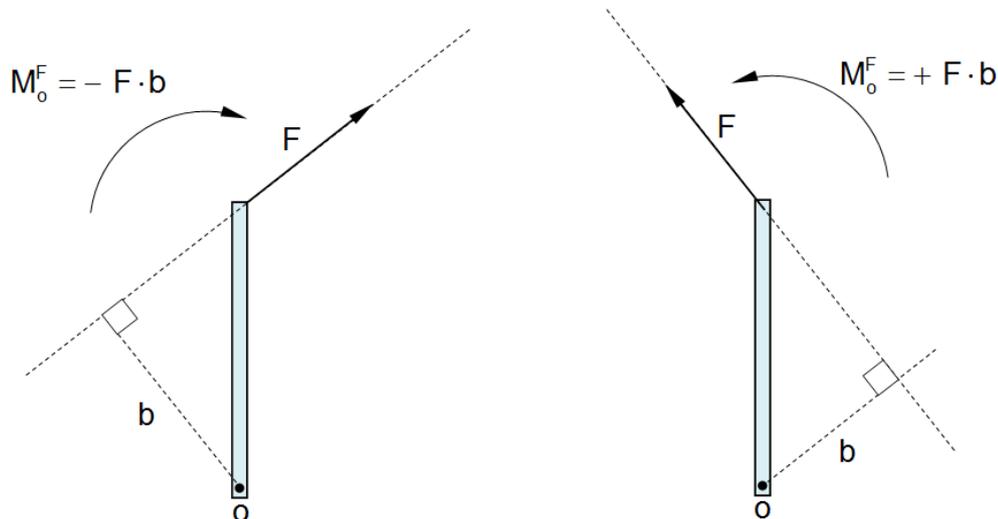


**EQUILÍBRIO DE UM CORPO EXTENSO**

**Momento de uma força**

O momento de uma força, em relação a um determinado ponto "o",  $M_o^F$  é a capacidade que a força tem de produzir rotação no corpo no qual ela atua em relação ao ponto "o". O momento de uma força é uma grandeza vetorial, mas iremos interpreta-lo de forma escalar. Por de definição, o momento de uma força é dado pelo produto do módulo da força  $F$  e o braço  $b$  ( $b \perp \vec{F}$ ).

Desse modo, temos:



**Teorema de Varignon**

O momento da força resultante de um sistema de forças em relação a determinado ponto "o", é igual ao somatório algébrico dos momentos das forças que atuam no sistema em relação ao mesmo ponto. Desse modo, temos:

$$M_o^R = M_o^{F_1} + M_o^{F_2} + \dots + M_o^{F_n} = F_R \cdot b$$

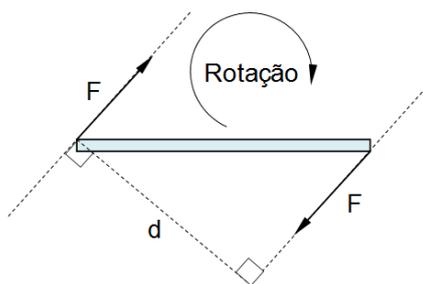
**Equilíbrio de um corpo rígido**

Condições de equilíbrio

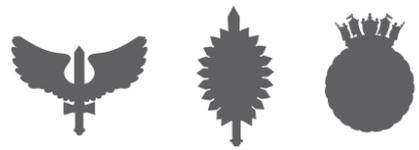
$$\left\{ \begin{array}{l} 1) M_o^R = M_o^{F_1} + M_o^{F_2} + \dots + M_o^{F_n} = 0 \Rightarrow \sum M_{\text{horários}} = \sum M_{\text{anti-horários}} \\ 2) \vec{F}_R = 0 \left\{ \begin{array}{l} \sum F_{x \text{ para direita}} = \sum F_{x \text{ para esquerda}} \\ \sum F_{y \text{ para cima}} = \sum F_{y \text{ para baixo}} \end{array} \right. \end{array} \right.$$

**Binário**

O binário é um sistema constituído por duas forças paralelas, opostas e de mesma intensidade. O objetivo de um binário é produzir rotação.

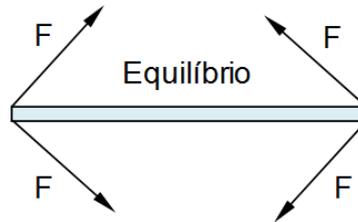


Momento de um binário  
 $M = F \cdot b$



## Atenção!

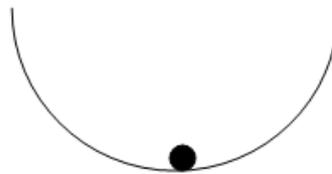
Dois binários um cancelando o efeito do outro.



## Tipos de equilíbrio estático

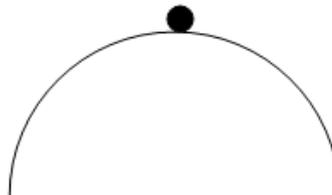
### Estável

Um corpo está em equilíbrio estável quando ao ser retirado de sua posição de equilíbrio ele tende a voltar para ela.



### Instável

Um corpo está em equilíbrio instável quando ao ser retirado de sua posição de equilíbrio ele tende a se afastar dela indefinidamente.



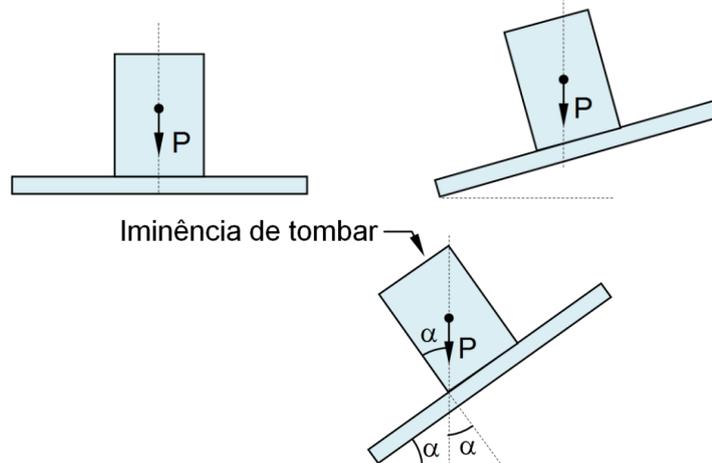
### Indiferente

Um corpo está em equilíbrio indiferente quando ao ser retirado de sua posição de equilíbrio ele fica numa nova posição de equilíbrio idêntica a anterior.



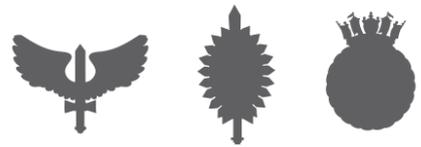
## Tombamento

Para que um corpo não tombe é necessário que a linha de ação da força peso do corpo passe pela superfície de contato do corpo com o piso onde ele está apoiado.



Iminência de tombar

$\alpha$  : Ângulo máximo

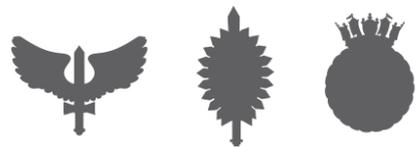


Atenção!

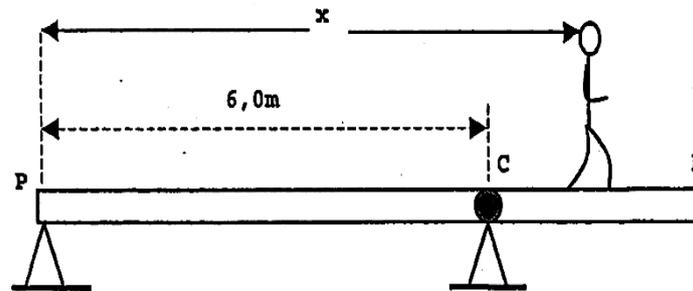


Nas duas situações acima o equilíbrio é estável. Quando inclinamos o malabarista, ou o pássaro, eles oscilam e voltam à posição original. Isso ocorre porque **o centro de gravidade do sistema CG está situado abaixo do ponto de apoio.**

Maxwell Videoaulas



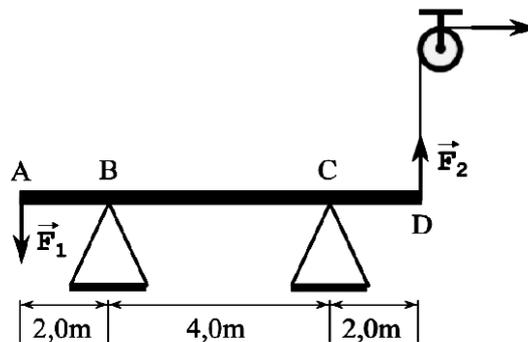
01. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



Uma barra PB tem 10 m de comprimento e pesa 100 kgf. A barra pode girar em torno do ponto C. Um homem pesando 70 kgf está caminhando sobre a barra, partindo do ponto P. Conforme indica a figura acima, qual a distância x que o homem deve percorrer para que a força de interação entre a barra e o ponto de apoio em P seja de 5 kgf?

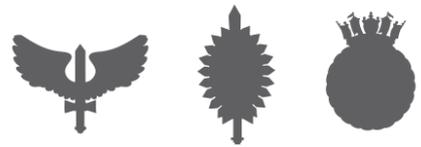
- A) 1,0 m
- B) 3,0 m
- C) 5,0 m
- D) 7,0 m
- E) 9,0 m

02. (EFOMM) Uma viga metálica uniforme de massa 50 Kg e 8,0 m de comprimento repousa sobre dois apoios nos pontos B e C. Duas forças verticais estão aplicadas nas extremidades A e D da viga: a força  $F_1$  de módulo 20 N para baixo e a força  $F_2$  de módulo 30 N, para cima, de acordo com a figura. Se a viga se encontra em equilíbrio estável, o módulo, em newtons, da reação  $F_B$  no apoio B vale

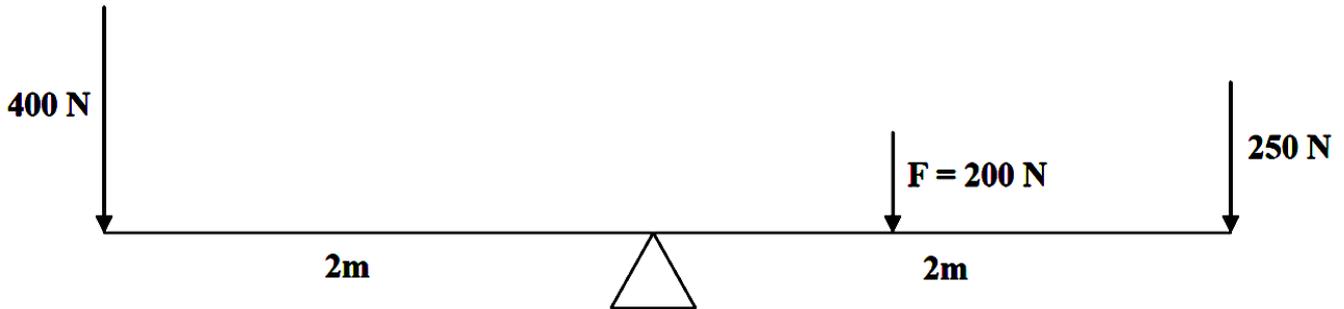


Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

- A) 795
- B) 685
- C) 295
- D) 275
- E) 195

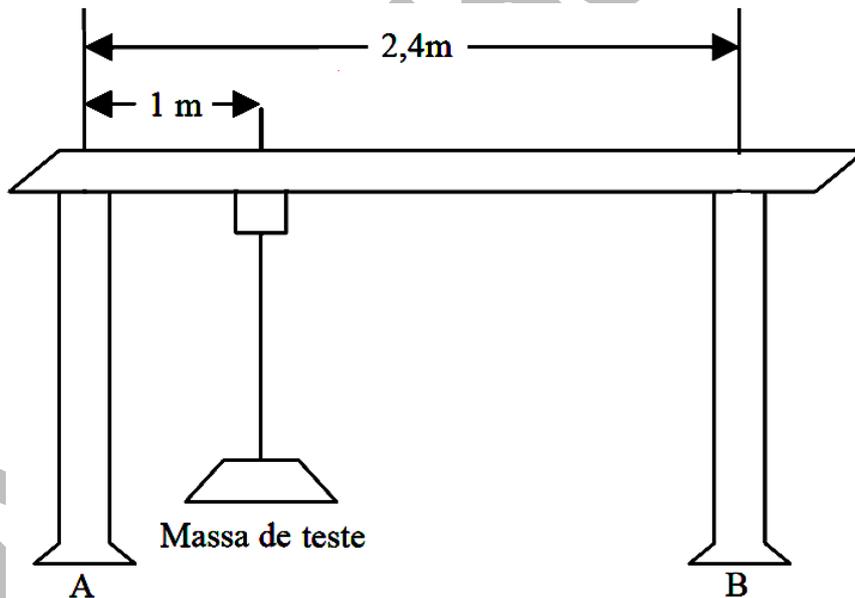


03. (EFOMM) No diagrama de forças abaixo aplicadas, a força  $F = 200\text{ N}$  promove o equilíbrio de rotação. Pode-se afirmar que a força “F” está localizada a



- A) 0,5 m da extremidade direita.
- B) 1,5 m da extremidade direita.
- C) 0,5 m da extremidade esquerda.
- D) 1,0 m da extremidade esquerda.
- E) 1,5 m da extremidade esquerda.

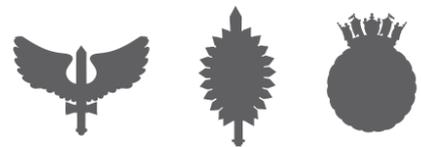
04. (EFOMM) Uma viga de concreto, de 2,4 m de comprimento, apoia-se em duas colunas “A” e “B”. Supondo sua distribuição de massa homogênea e que, a 1 m do apoio da coluna “A” é posicionada uma massa teste de 180 Kg, calcule as reações nos apoios “A” e “B”.



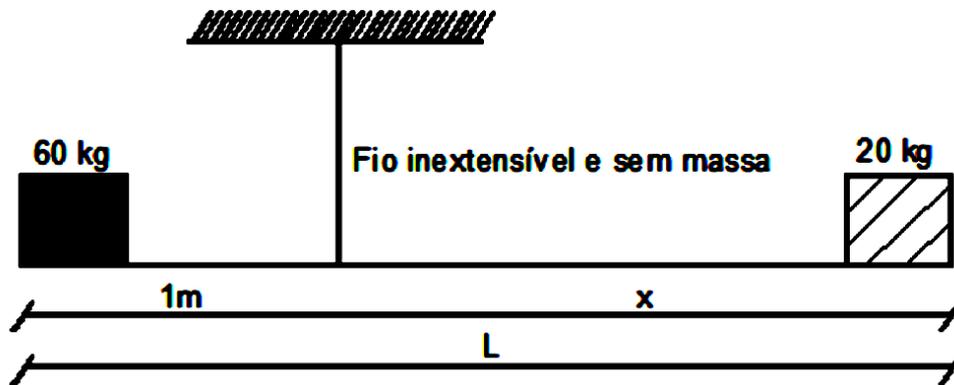
Considere:

- $g = 10\text{ m/s}^2$ ;
- as reações devem ser calculadas em newtons; e
- massa da viga = 240 Kg.

- A) 2200 e 2000
- B) 2250 e 1950
- C) 2300 e 1900
- D) 2350 e 1850
- E) 2400 e 1800



05. (EFOMM)

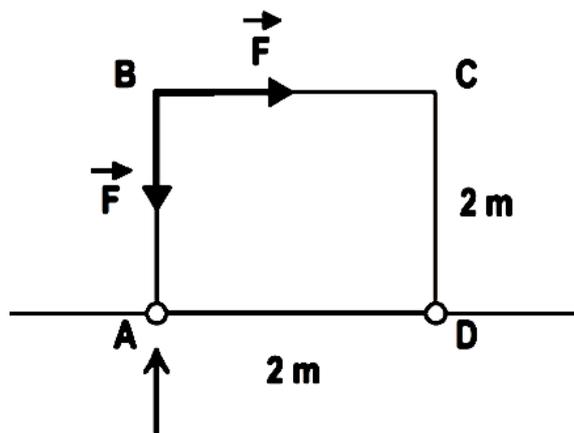


$g = 10\text{ m/s}^2$

Uma tábua homogênea de massa  $20\text{ kg}$  encontra-se em equilíbrio, de acordo com o esquema apresentado no desenho acima. O comprimento da tábua, para que esta permaneça em equilíbrio na posição horizontal é, aproximadamente,

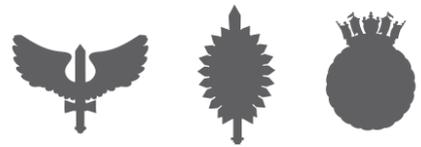
- A)  $3,3\text{ m}$ .
- B)  $4,2\text{ m}$ .
- C)  $5,4\text{ m}$ .
- D)  $6,5\text{ m}$ .
- E)  $6,9\text{ m}$ .

06. (EFOMM) Um quadrado gira em torno do ponto "A", conforme mostra a figura:



Sabendo que as forças aplicadas são iguais e têm módulos  $2\text{ N}$  e que o lado do quadrado vale  $2\text{ m}$ , quanto vale o momento que provoca a rotação?

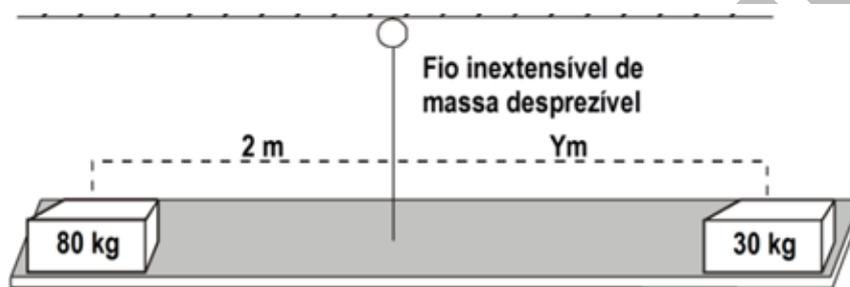
- A)  $4\text{ Nm}$
- B)  $8\text{ Nm}$
- C)  $4\sqrt{2}\text{ Nm}$
- D)  $8\sqrt{2}\text{ Nm}$
- E)  $2\sqrt{2}\text{ Nm}$



**07. (EFOMM)** Marque a afirmativa correta:

- A) O momento de um binário não depende do polo em relação ao qual se quer determiná-lo.
- B) Um sistema de forças que tem resultante geral nula terá, necessariamente, momento resultante nulo.
- C) Se você tiver de construir um varal com arame de pouca resistência poderá melhor fazê-lo bem esticado.
- D) Um paralelepípedo de acabamento superficial igual em todas as faces apoia-se no tampo de uma mesa. Ele possui um coeficiente de atrito diferente para cada uma das faces, por serem diferentes as áreas das mesmas.
- E) A força de atrito depende da área das superfícies em contato.

**08. (EFOMM)** Uma tábua homogênea de comprimento útil  $(2 + y)$  metros e massa 25 kg encontra-se equilibrada, na horizontal, conforme o diagrama abaixo (considerar a aceleração da gravidade como  $10 \text{ m/s}^2$ ):



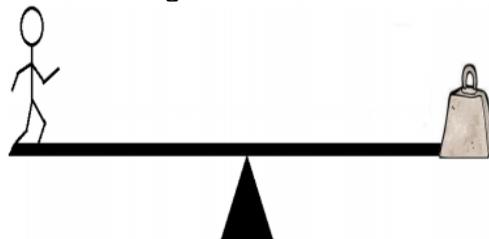
O valor aproximado do seu comprimento útil é:

- A) 6,35 m
- B) 5,77 m
- C) 5,20 m
- D) 4,89 m
- E) 4,22 m

**09. (EFOMM)** A grandeza física “MOMENTO DE UMA FORÇA” está associada a uma:

- A) translação.
- B) rotação.
- C) pressão.
- D) quantidade de movimento linear.
- E) energia potencial apenas.

**10. (EFOMM)** Na figura dada, inicialmente uma pessoa equilibra um bloco de 80 kg em uma tábua de 4 m apoiada no meio. Tanto a pessoa quanto o bloco estão localizados nas extremidades da tábua. Assinale a alternativa que indica de modo correto, respectivamente, o peso da pessoa e a distância a que a pessoa deve ficar do centro para manter o equilíbrio, caso o bloco seja trocado por outro de 36 kg. Considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

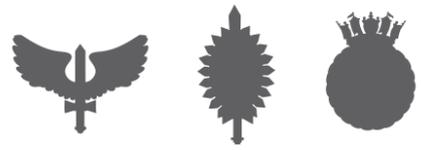


- A) 800 N, 90 cm.
- B) 400 N, 90 cm.
- C) 800 N, 50 cm.
- D) 800 N, 100 cm.
- E) 360 N, 90 cm.



**GABARITO**

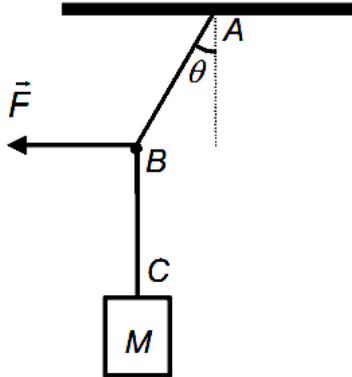
01. D 02. C 03. A 04. B 05. A 06. A 07. A 08. A 09. B 10. A



**ESTÁTICA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

Na figura, os fios são ideais, o corpo tem massa  $M$  e a aceleração da gravidade no local tem módulo  $g$ .

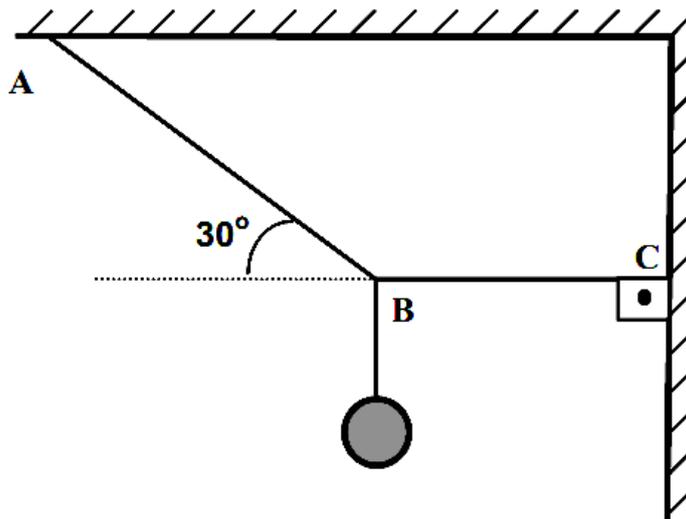


A intensidade da tração no fio AB e a intensidade da força  $\vec{F}$  que mantém o sistema em equilíbrio valem, respectivamente,

- A)  $\frac{Mg}{\cos \theta}$ ;  $Mg \sin \theta$
- B)  $\frac{Mg}{\cos \theta}$ ;  $Mg \operatorname{tg} \theta$
- C)  $Mg \cos \theta$ ;  $Mg \sin \theta$
- D)  $Mg \sin \theta$ ;  $Mg \cos \theta$

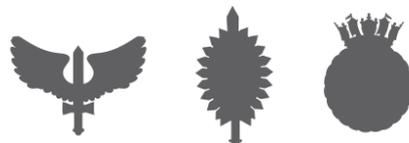
**02. (AFA)**

Um corpo é sustentado por duas cordas inextensíveis, conforme a figura.



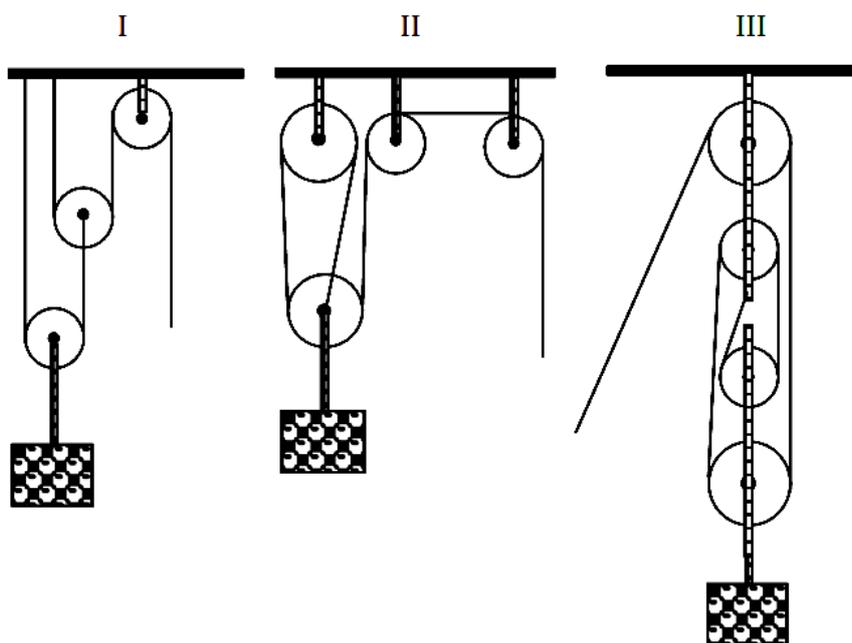
Sabendo-se que a intensidade da tração na corda AB é de 80 N, a intensidade da tração na corda BC será:

- A) 60 N
- B) 40 N
- C)  $40\sqrt{3}$  N
- D)  $60\sqrt{3}$  N



**03. (AFA)**

Para levantar um pequeno motor até determinada altura, um mecânico dispõe de três associações de polias:

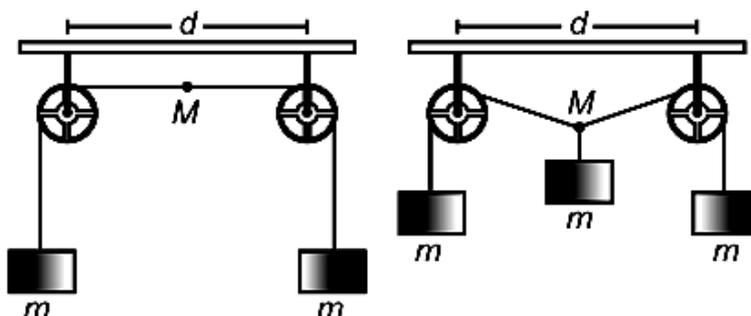


Aquela(s) que exigirá(ão) MENOR esforço do mecânico é (são) somente:

- A) I.
- B) II.
- C) I e III.
- D) II e III.

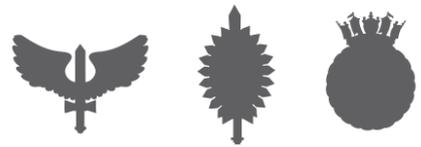
**04. (AFA)**

A figura abaixo apresenta dois corpos de massa  $m$  suspensos por fios ideais que passam por roldanas também ideais. Um terceiro corpo, também de massa  $m$ , é suspenso no ponto médio  $M$  do fio e baixado até a posição de equilíbrio.



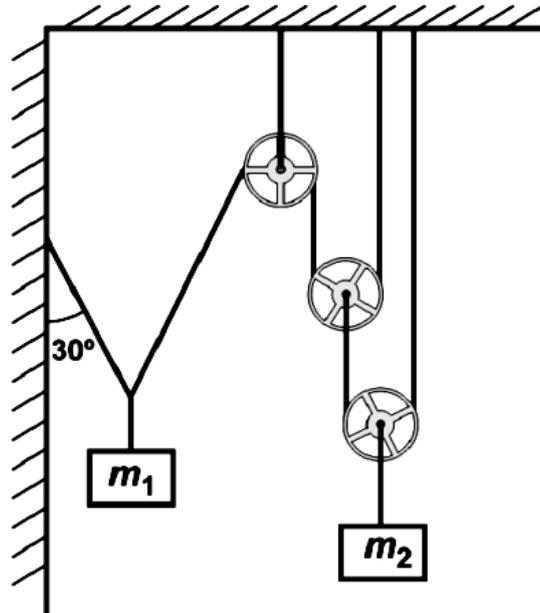
O afastamento do ponto  $M$  em relação à sua posição inicial é

- A)  $\frac{\sqrt{3}}{2}d$
- B)  $\frac{\sqrt{3}}{3}d$
- C)  $\frac{\sqrt{3}}{4}d$
- D)  $\frac{\sqrt{3}}{6}d$



**05. (AFA)**

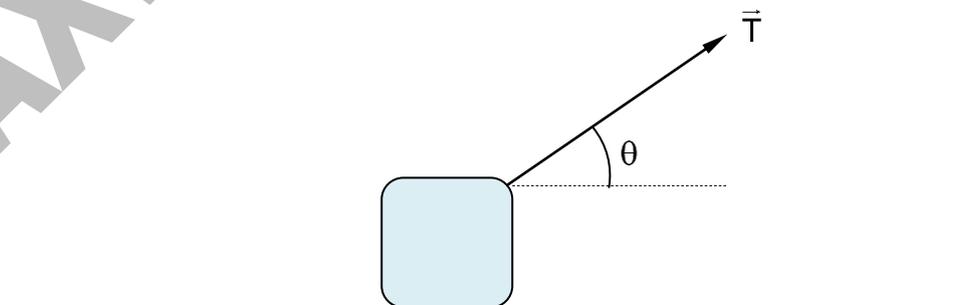
Na figura abaixo, as polias e os fios são ideais. Se o sistema está em equilíbrio, pode-se afirmar que a razão  $\frac{m_1}{m_2}$  é



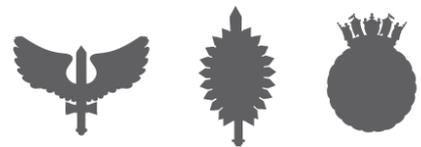
- A)  $\frac{\sqrt{3}}{4}$
- B)  $\frac{1}{4}$
- C)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- D)  $\frac{1}{2}$

**06. (AFA)**

Um bloco de massa  $m$  é arrastado, à velocidade constante, sobre uma superfície horizontal por uma força aplicada a uma corda, conforme o esquema da figura abaixo. Sendo  $\mu$  o coeficiente de atrito entre as superfícies, o módulo da força de atrito é

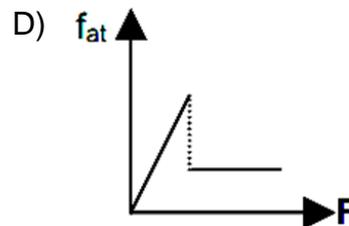
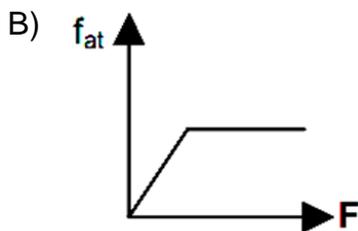
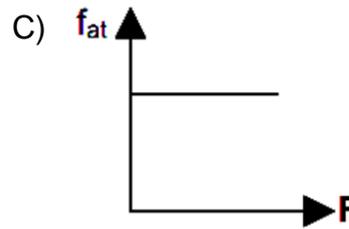
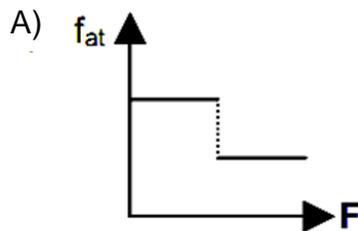
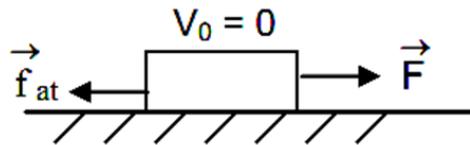


- A)  $\mu(T-mg)$
- B)  $\mu(mg+T\text{sen}\theta)$
- C)  $T\text{cos}\theta$
- D)  $T\text{sen}\theta$



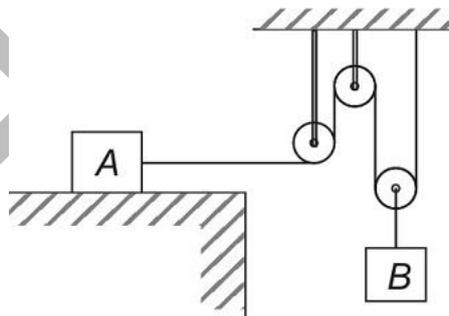
**07. (AFA)**

Sobre uma partícula situada num plano horizontal aplica-se uma força  $F$  variável, somente em módulo, cujo valor cresce desde zero. Assinale, dentre os gráficos abaixo, aquele que MELHOR representa a intensidade da força de atrito ( $f_{at}$ ) em função da força ( $F$ ) aplicada.



**08. (AFA)**

Na situação de equilíbrio abaixo, os fios e as polias são ideais e a aceleração da gravidade é  $g$ . Considere  $\mu_e$  o coeficiente de atrito estático entre o bloco A, de massa  $m_A$ , e o plano horizontal em que se apoia.

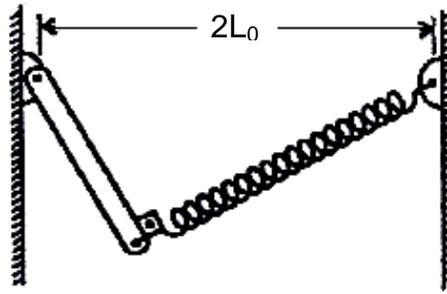
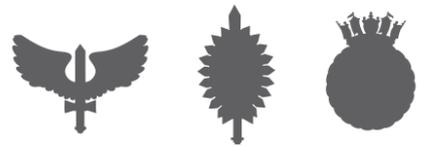


A maior massa que o bloco B pode ter, de modo que o equilíbrio se mantenha, é

- A)  $\mu_e m_A$
- B)  $3\mu_e m_A$
- C)  $2\mu_e m_A$
- D)  $4\mu_e m_A$

**09. (AFA)**

A figura abaixo mostra um sistema em equilíbrio estático, formado por uma barra homogênea e uma mola ideal que estão ligadas através de uma de suas extremidades e livremente articuladas às paredes.

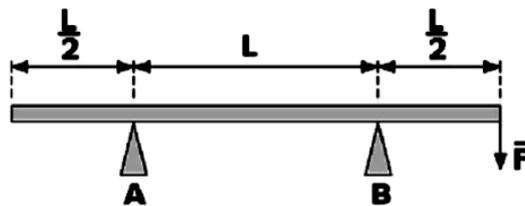


A barra possui massa  $m$  e comprimento  $L_0$ , a mola possui comprimento natural  $L_0$  e a distância entre as articulações é de  $2L_0$ . Esse sistema (barra-mola) está sujeito à ação da gravidade cujo módulo da aceleração é  $g$  e, nessas condições, a constante elástica da mola vale

- A)  $\frac{mgL_0^{-1}}{4(\sqrt{3}-1)}$
- B)  $mgL_0^{-1}$
- C)  $2mgL_0^{-1}$
- D)  $\frac{mg}{\sqrt{6}-2}$

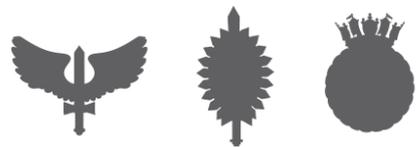
10. (AFA)

Uma barra rígida homogênea de comprimento  $2L$  e massa  $m$  está apoiada em dois suportes A e B, como mostra a figura abaixo.



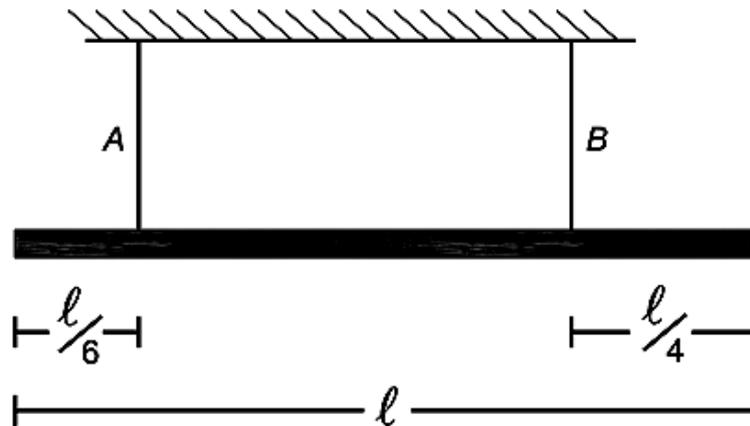
O gráfico que melhor indica a intensidade  $N_A$  da reação que o apoio A exerce sobre a barra, em função da intensidade da força  $F$  aplicada na extremidade é

- A)
- B)
- C)
- D)



11. (AFA)

Uma viga homogênea é suspensa horizontalmente por dois fios verticais como mostra a figura abaixo.

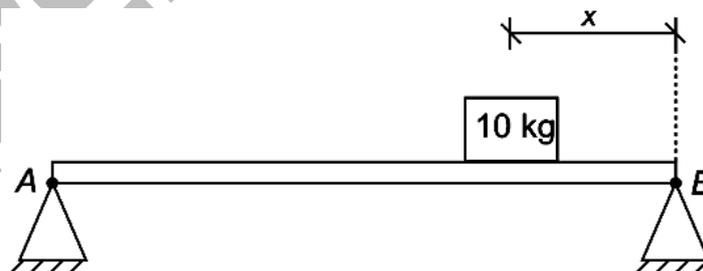


A razão entre as trações nos fios A e B vale

- A)  $\frac{1}{2}$
- B)  $\frac{2}{3}$
- D)  $\frac{5}{6}$
- C)  $\frac{3}{4}$

12. (AFA)

Uma prancha de comprimento 4 m e de massa 2 kg está apoiada nos pontos A e B, conforme a figura. Um bloco de massa igual a 10 kg é colocado sobre a prancha à distância  $x = 1$  m da extremidade da direita e o sistema permanece em repouso. Nessas condições, o módulo da força que a prancha exerce sobre o apoio no ponto B é, em newtons,



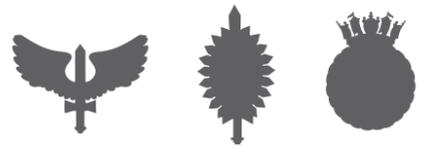
- A) 340
- B) 100
- C) 85
- D) 35



GABARITO

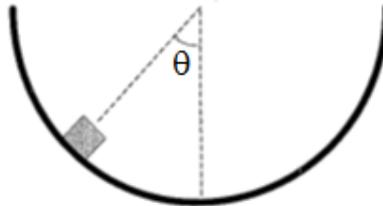
01. B 02. C 03. A 04. D 05. A 06. C 07. D 08. C 09. A 10. A 11. D 12. C

MAXWELL VIDEOAULAS



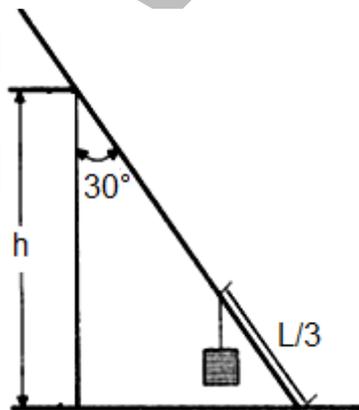
**ESTÁTICA - TESTES DE REVISÃO**

1. (EN) Um pequeno bloco de massa  $m$  está, devido ao atrito, em repouso sobre uma superfície cilíndrica numa posição que forma um ângulo  $\theta$  com a vertical, conforme indica a figura. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e a superfície são, respectivamente, iguais a  $\mu_e$  e  $\mu_c$ . Considerando o bloco como uma partícula, quanto vale o módulo da força de atrito entre o bloco e a superfície?

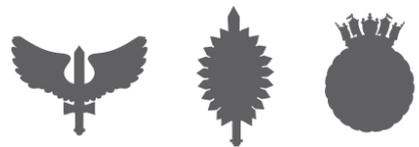


- a)  $mg \operatorname{sen} \theta$
- b)  $mg \operatorname{cos} \theta$
- c)  $\mu_e mg$
- d)  $\mu_e mg \operatorname{sen} \theta$
- e)  $\mu_c mg \operatorname{cos} \theta$

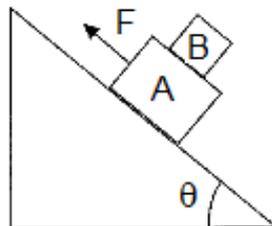
2. (EN) A figura abaixo mostra uma barra uniforme e homogênea de peso  $P$  e comprimento  $L$ , em repouso sobre uma superfície horizontal. A barra está apoiada, sem atrito, ao topo de uma coluna vertical de altura  $h$ , fazendo um ângulo de  $30^\circ$  com a vertical. Um bloco de peso  $P/2$  está pendurado a uma distância  $L/3$  da extremidade inferior da barra. Se a barra está na iminência de deslizar, a expressão do módulo da força de atrito entre a sua extremidade inferior e a superfície horizontal é:



- a)  $\frac{1}{4} \cdot \frac{P.L}{h}$
- b)  $\frac{\sqrt{3}}{6} \cdot \frac{P.L}{h}$
- c)  $\frac{1}{2} \cdot \frac{P.L}{h}$
- d)  $\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{P.L}{h}$
- e)  $\frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{P.L}{h}$

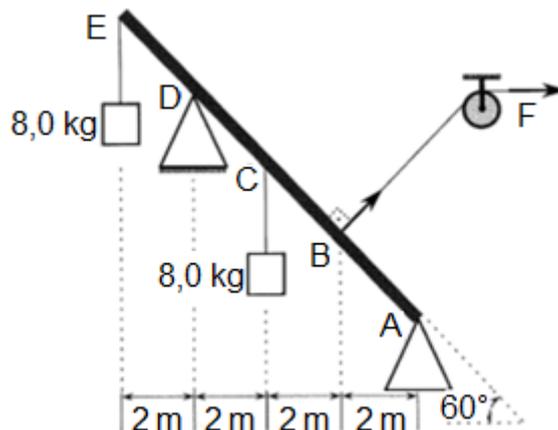


3. (EN) O bloco B, de massa 10 kg, está sobre o bloco A, de massa 40,0 kg ambos em repouso sobre um plano inclinado que faz um ângulo  $\theta = 30^\circ$  com a horizontal, conforme a figura. Há atrito, com coeficiente estático 0,600, entre o bloco B e o bloco A, não havendo atrito entre o bloco A e o plano inclinado. A intensidade mínima da força  $\vec{F}$ , em newtons, aplicada ao bloco A e paralela ao plano inclinado, para que o sistema permaneça em repouso, é:  
 Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

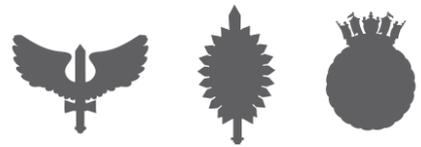


- a) 250
- b) 225
- c) 200
- d) 175
- e) 150

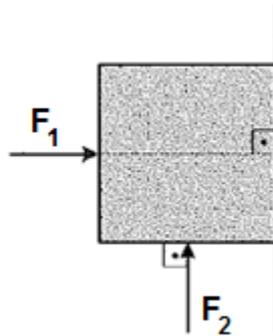
4. (EN) A viga inclinada de  $60^\circ$  mostrada na figura repousa sobre dois apoios A e D. Nos pontos C e E, dois blocos de massa 8,00 kg estão pendurados por meio de um fio ideal. Uma força de  $F = 30,0 \text{ N}$  traciona um fio ideal preso à viga no ponto B. Desprezando o peso da viga e o atrito no apoio D, a reação normal que o apoio C exerce na viga, em newtons, é igual a:



- a) 30,0
- b) 50,0
- c) 70,0
- d) 90,0
- e) 110



5. (EN) Observe a figura a seguir.

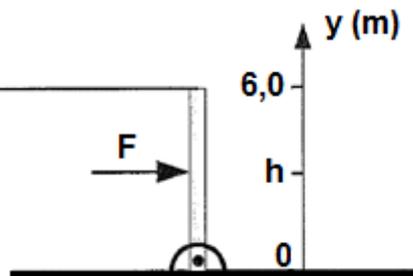


Na figura acima, o bloco de massa  $m = 2,0 \text{ kg}$  que está encostado na parede é mantido em repouso devido à ação de duas forças,  $F_1$  e  $F_2$ , cujos módulos variam no tempo segundo as respectivas equações  $F_1 = F_0 + 2,0t$  e  $F_2 = F_0 + 3,0t$ , onde a força é dada em newtons e o tempo, em segundos. Em  $t = 0$ , o bloco está na iminência de entrar em movimento de descida, sendo o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a parede igual a  $0,6$ . Em  $t = 3,0 \text{ s}$ , qual o módulo, em newtons, a direção e o sentido da força de atrito?

Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

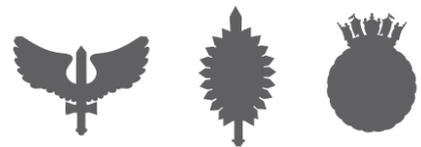
- a) 7,5 e vertical para cima
- b) 7,5 e vertical para baixo
- c) 4,5 e vertical para cima
- d) 1,5 e vertical para cima
- e) 1,5 e vertical para baixo

6. (EN) Analise a figura a abaixo.

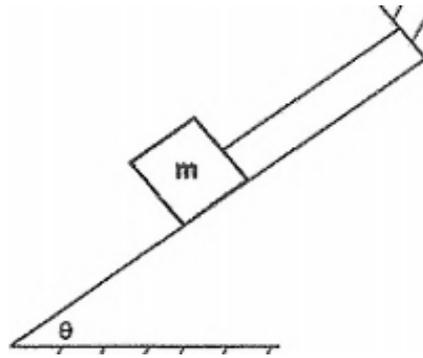


Na figura acima, uma força horizontal, de módulo numericamente igual a dezoito vezes a altura  $h$  do seu ponto de aplicação, atua sobre uma viga vertical homogênea presa a uma dobradiça na extremidade inferior. A viga tem comprimento  $L = 6,0 \text{ m}$  e é mantida na posição por um cabo horizontal na extremidade superior. Sabendo que a tração máxima suportada pelo cabo horizontal é de  $12 \text{ N}$ , o valor máximo da componente horizontal da força exercida pela dobradiça sobre a viga é:

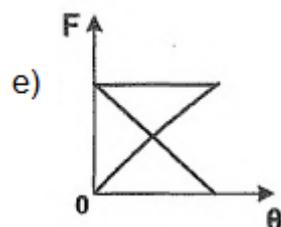
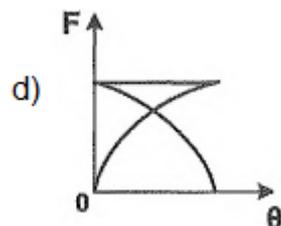
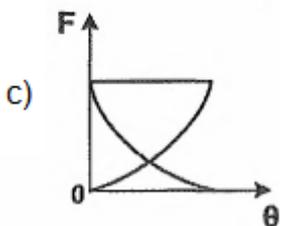
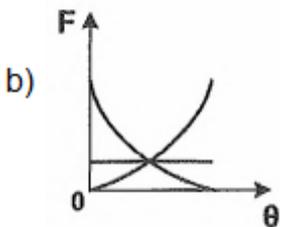
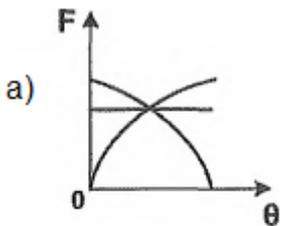
- a) 12
- b) 18
- c) 24
- d) 36
- e) 48

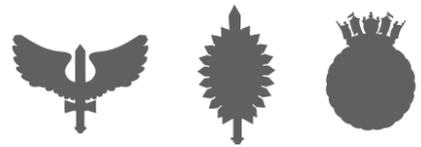


7. (EN) Analise a figura abaixo.

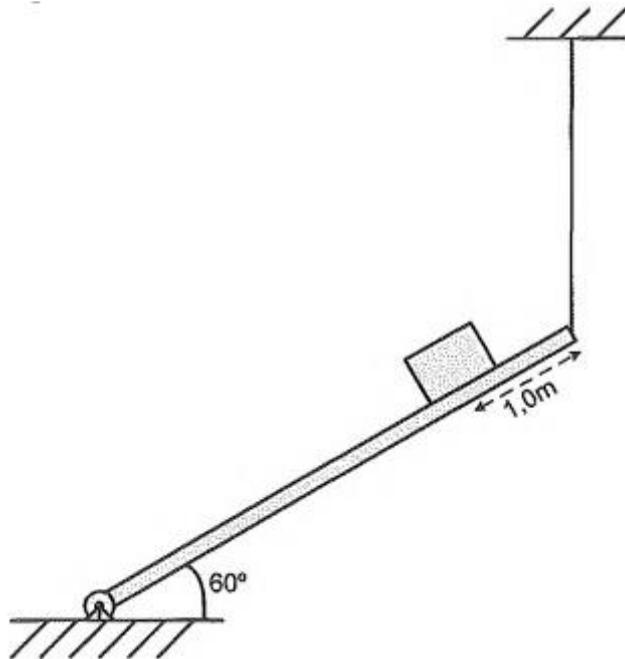


Na figura acima, tem-se um bloco de massa  $m$  que encontra-se sobre um plano inclinado sem atrito. Esse bloco está ligado à parte superior do plano por um fio ideal. Sendo assim, assinale a opção que pode representar a variação do módulo das três forças que atuam sobre o bloco em função do ângulo de inclinação  $\theta$ .





8. (EN) Analise a figura abaixo.

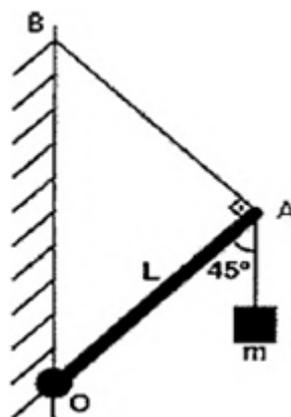


A figura acima ilustra um sistema mecânico em equilíbrio estático, composto de uma tábua de 5,0kg de massa e 6,0m de comprimento, articulada em uma de suas extremidades e presa a um cabo na outra, o cabo está estendido na vertical. Sobre a tábua, que está inclinada de  $60^\circ$ , temos um bloco de massa 3,0kg na posição indicada na figura. Sendo assim, qual o módulo, em newtons, a direção e o sentido da força que a tábua faz na articulação?

Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 45, horizontal para esquerda.
- b) 45, vertical para baixo.
- c) 45, vertical para cima.
- d) 30, horizontal para esquerda.
- e) 30, vertical para baixo.

9. (EN) Analise a figura abaixo.



A figura acima ilustra uma haste homogênea OA de comprimento  $L = 5,0 \text{ m}$ . A extremidade O da haste está presa a um ponto articulado. A extremidade A suspende um bloco de massa  $m = 2,0 \text{ kg}$ . Conforme a figura, o sistema é mantido em equilíbrio estático por meio de um fio preso à parede no ponto B. Considerando os fios ideais e sabendo que a força que o fio faz na haste tem módulo  $T = 15\sqrt{2} \text{ N}$ , assinale a opção que apresenta, respectivamente, a densidade linear de massa da haste, em  $\text{kg/m}$  e o módulo da componente vertical da força, em newtons, que a haste faz no ponto articulado.

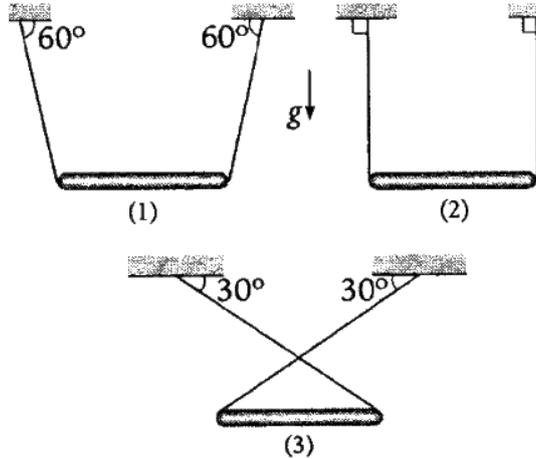


Dado:  $g = 10\text{m/s}^2$

- a) 0,6 e 26
- b) 0,4 e 26
- c) 0,4 e 25
- d) 0,2 e 25
- e) 0,2 e 24

**QUESTÃO 01**

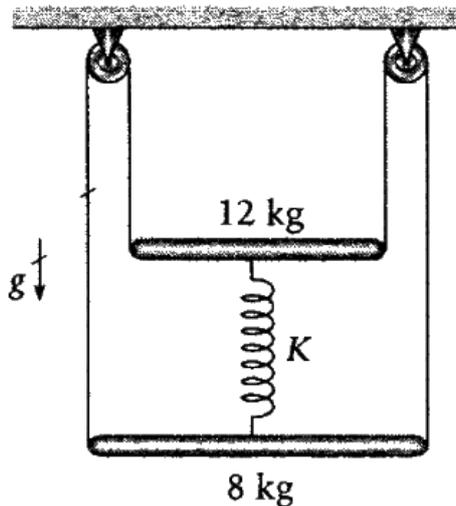
Uma barra homogênea está sustentada por cordas ideais em três casos diferentes. Qual das alternativas abaixo apresenta a ordem decrescente?



- A) 1;2;3
- B) 2;1;3
- C) 2;3;1
- D) 3;1;2
- E) 3;2;1

**QUESTÃO 02**

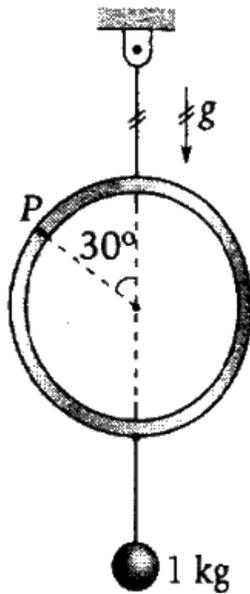
O sistema mostrado está em repouso, determine a deformação na mola cuja constante elástica é  $k = 500 \text{ N/m}$ .



- A) 2 cm
- B) 4 cm
- C) 5 cm

**QUESTÃO 03**

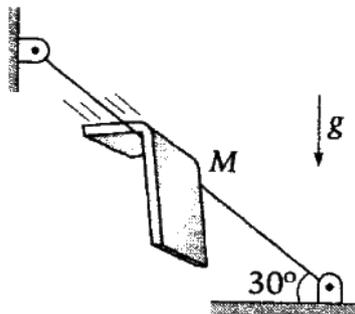
O anel mostrado é homogêneo e apresenta densidade linear de massa  $\lambda = 6/\pi \text{ kg/m}$  e raio  $R = 0,5 \text{ m}$ . Determine o módulo da tensão no ponto P.



- A) 35 N
- B) 40 N
- C) 50 N
- D) 60 N
- E) 70 N

**QUESTÃO 04**

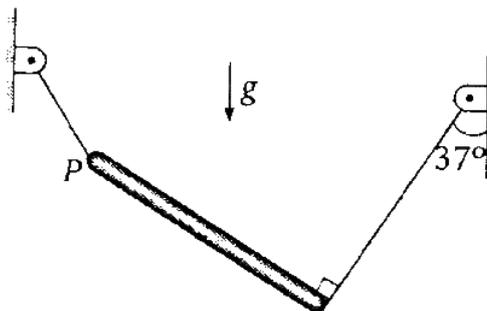
A figura apresenta uma chapa metálica, apoiada em um arame, desce com velocidade  $v$  constante. Qual a força (paralela ao arame) que deve ser aplicada na chapa para que ela suba com velocidade constante de  $v/3$ ? ( $M = 5 \text{ kg}$ )



- A) 30 N
- B) 60 N
- C) 25 N

**QUESTÃO 05**

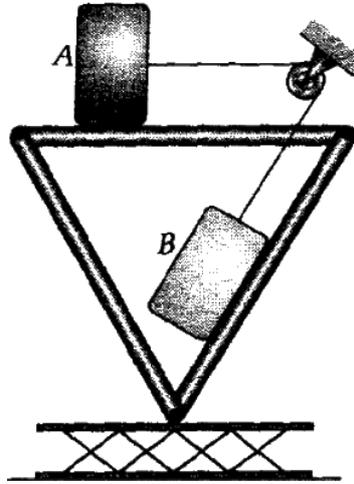
Um tubo liso, de 64 cm de comprimento, é sustentado por uma corda ideal que passa pelo seu interior, como mostra a figura. Determine a distância entre o centro de gravidade da barra e o ponto P.



- A) 40 cm
- B) 14 cm
- C) 24 cm
- D) 50 cm
- E) 48 cm

### QUESTÃO 06

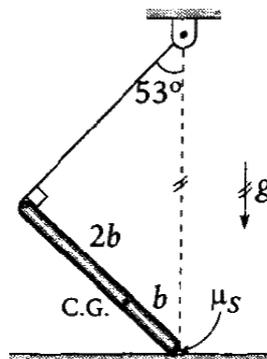
Uma estrutura equilátera rígida formada por três planos serve de apoio a dois blocos de mesma massa, como mostra a figura. Determine o menor coeficiente de atrito entre os blocos e a estrutura, para que eles fiquem em equilíbrio.



- A)  $\sqrt{3}/3$
- B)  $2\sqrt{3}/3$
- C)  $\sqrt{3}$
- D)  $1/2$
- E)  $\sqrt{3}/2$

### QUESTÃO 07

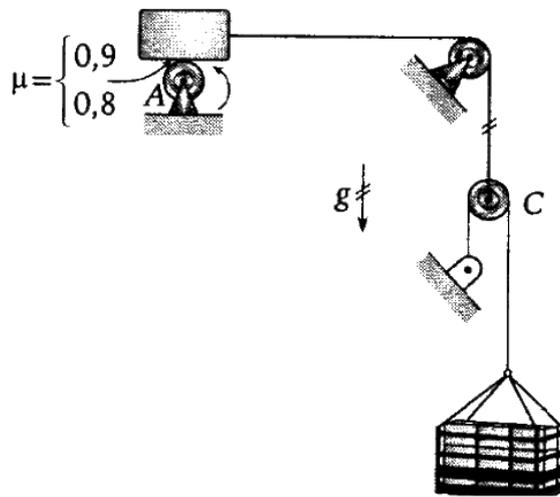
A barra mostrada na figura está na iminência de deslizar. Determine o coeficiente de atrito  $\mu_s$ .



- A) 5/11
- B) 5/33
- C) 10/33
- D) 2/11
- E) 11/20

### QUESTÃO 08

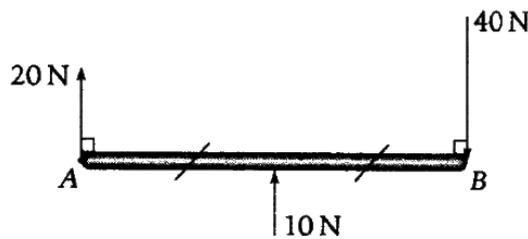
Se a polia gira mantendo um bloco de 100 kg em equilíbrio, determine a quantidade de ladrilhos de 4 kg que se deve colocar na caixa de 4 kg, mostrada na figura, para que seja mantido o equilíbrio.



- A) 5
- B) 6
- C) 8
- D) 9
- E) 12

**QUESTÃO 09**

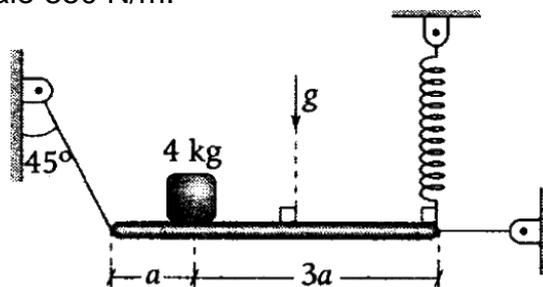
De acordo com a figura abaixo, a que distância do ponto A atua a resultante das forças aplicadas na barra? ( $AB = L$ )



- A) 1,5L
- B) 2L
- C) 2,5L
- D) 3L
- E) 3,5L

**QUESTÃO 10**

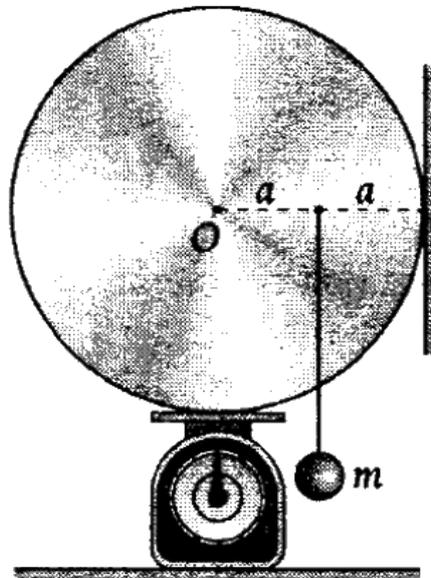
A barra em equilíbrio, mostrada na figura, é homogênea e pesa 150 N. Determine a deformação na mola cuja constante elástica vale 850 N/m.



- A) 10 cm
- B) 5 cm
- C) 2,5 cm
- D) 1 cm
- E) 7,5 cm

**QUESTÃO 11**

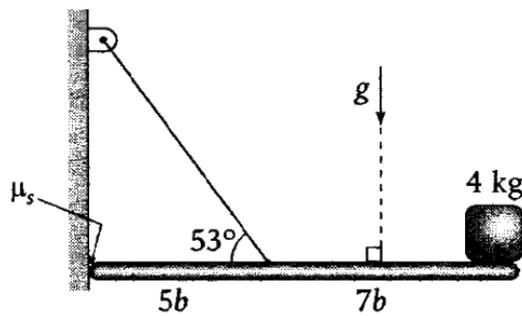
A figura mostra um cilindro homogêneo de 20 N em repouso sobre uma balança. Se a balança registra 30 N, qual a reação da parede vertical lisa sobre o cilindro?



- A) 15 N
- B) 12 N
- C) 10 N
- D) 7,5 N
- E) 5 N

**QUESTÃO 12**

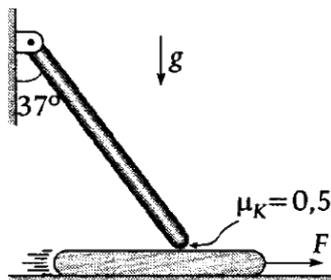
A barra mostrada na figura, de 5 kg, está na iminência de deslizar. Calcule o coeficiente de atrito  $\mu_s$ .



- A) 0,68
- B) 0,56
- C) 0,45
- D) 0,36
- E) 0,26

**QUESTÃO 13**

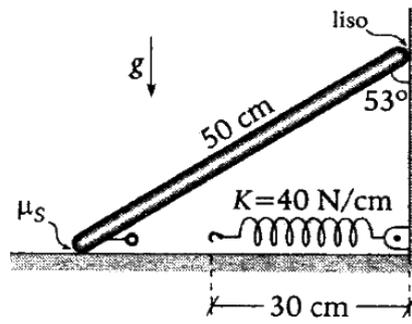
A figura mostra um livro sendo arrastado com velocidade constante por uma força  $F$ . Se a barra articulada em uma das extremidades é homogênea e tem massa de 10 kg, qual o módulo da força  $F$ ?



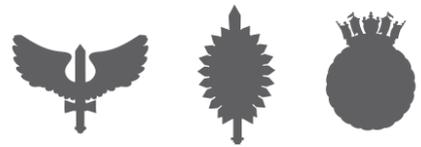
- A) 15 N
- B) 20 N
- C) 30 N
- D) 25 N
- E) 35 N

### QUESTÃO 14

Para que a barra homogênea de 30 kg fique em equilíbrio na posição indicada na figura ela tem a sua extremidade inferior presa a uma mola não deformada. Determine o coeficiente de atrito  $\mu_s$ .



- A) 1/2
- B) 1/3
- C) 2/3
- D) 3/4
- E) 3/2



**DINÂMICA**

**CAUSAS DOS MOVIMENTOS**

**Primeira lei de Newton ou lei da inércia**

Quando a resultante das forças que atuam em um corpo é nula este tende a ficar em repouso (equilíbrio estático) se estiver em repouso ou tende a ficar em M.R.U. (equilíbrio dinâmico) se estiver em movimento.

**Segunda lei de Newton ou lei fundamental da dinâmica**

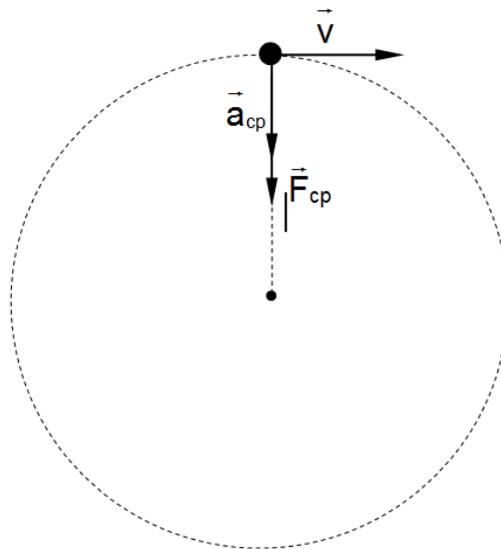
Quando a resultante das forças que atuam em um corpo não é nula este sofre uma aceleração que é determinada por  $\vec{a} = \frac{\vec{F}_R}{m}$

**Atenção !**

As Leis de Newton são leis restritas a certo grupo de referenciais chamados de **referenciais inerciais** que são referenciais que não apresentam aceleração (referenciais em repouso ou M.R.U.).

**Força centrípeta**

A força centrípeta e a resultante das forças que atuam em um corpo na direção do centro da curva que este descreve. Está força resultante é determinada por  $\vec{F}_{cp} = m \cdot \vec{a}_{cp}$

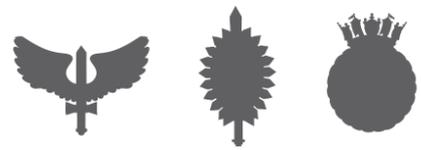


**Força de resistência do ar ( $\vec{F}_R$ )**

A resistência do ar consiste na força que é oposta pelo ar ao movimento de objetos que o atravessam por efeito do atrito (fricção).

A resistência do ar é uma força de restrição ao movimento de um corpo, sendo determinada da seguinte forma:

$$F = k \cdot S \cdot v^2 \left\{ \begin{array}{l} k : \text{Constante de resistência} \left\{ \begin{array}{l} \text{depende do formato do corpo} \\ \text{depende do tipo de fluido} \end{array} \right. \\ S : \text{Área de contato do corpo com o ar, perpendicular a velocidade do corpo} \\ v : \text{Velocidade do corpo em relação ao ar} \end{array} \right.$$

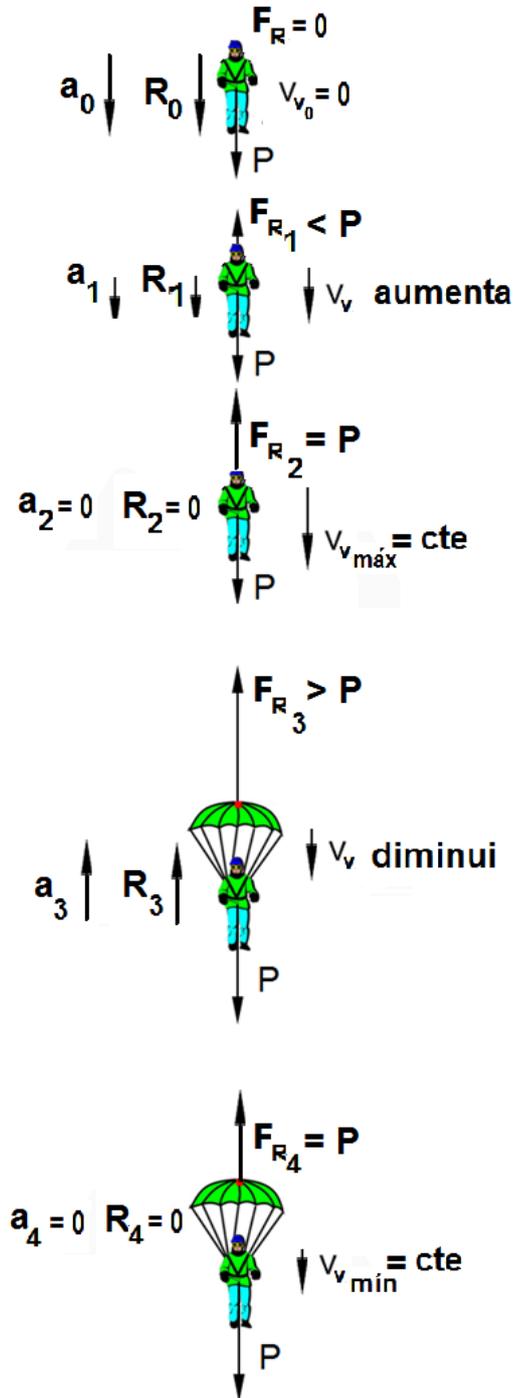
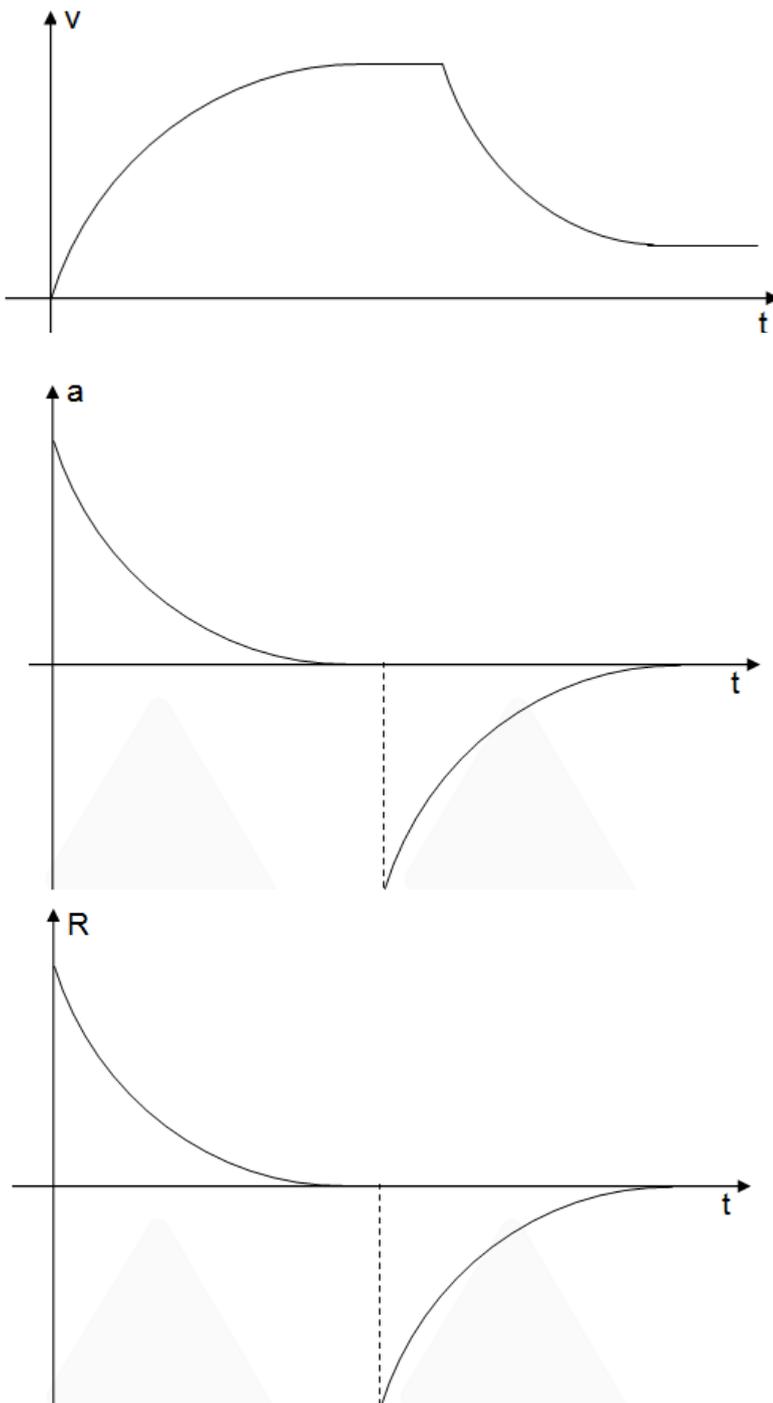


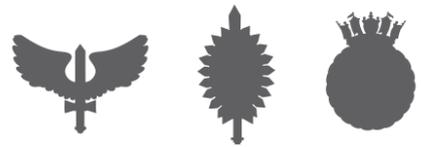
## Atenção!

Se  $F = k \cdot S \cdot v^2$ , temos:

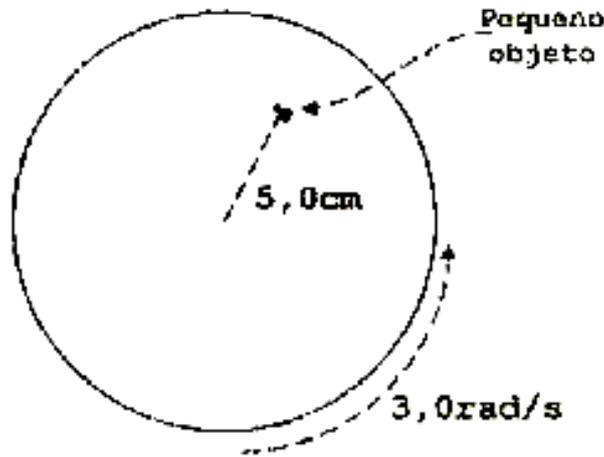
v	F
2v	4F
3v	9F
4v	16F

## Paraquedista





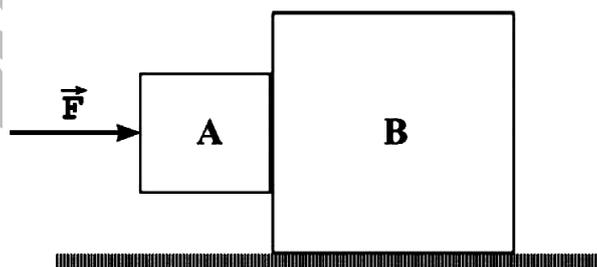
01. (EFOMM) Analise a figura a seguir.



Sobre um disco que gira num plano horizontal, com uma velocidade angular constante de  $3,0 \text{ rad/s}$ , repousa um pequeno objeto de massa  $1,0 \text{ g}$ , que gira solidário ao disco, conforme mostra a figura acima. Se o pequeno objeto está a uma distância de  $5,0 \text{ cm}$  do centro do disco, qual o módulo, em milinewtons, da força de atrito entre ele e a superfície do disco?

- A) 0,50
- B) 0,45
- C) 0,40
- D) 0,35
- E) 0,30

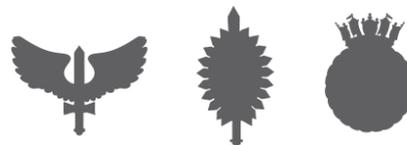
02. (EFOMM) Os blocos A e B devem ser movimentados conforme mostrado na figura abaixo, sem que o bloco menor deslize para baixo (os blocos não estão presos um ao outro). Há atrito entre o bloco A, de massa  $8,00 \text{ kg}$ , e o bloco B, de massa  $40,0 \text{ kg}$ , sendo o coeficiente de atrito estático  $0,200$ .



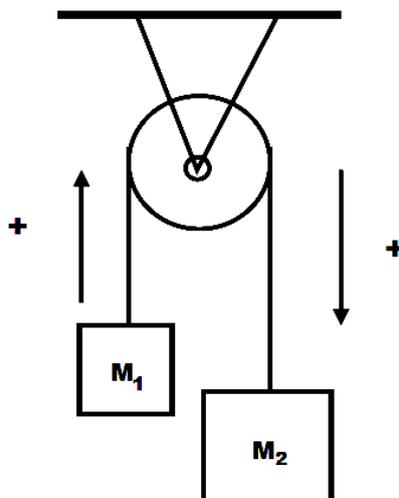
Não havendo atrito entre o bloco B e o solo, a intensidade mínima da força externa  $F$ , em newtons, deve ser igual a

Dado:  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ .

- A) 480
- B) 360
- C) 240
- D) 150
- E) 100



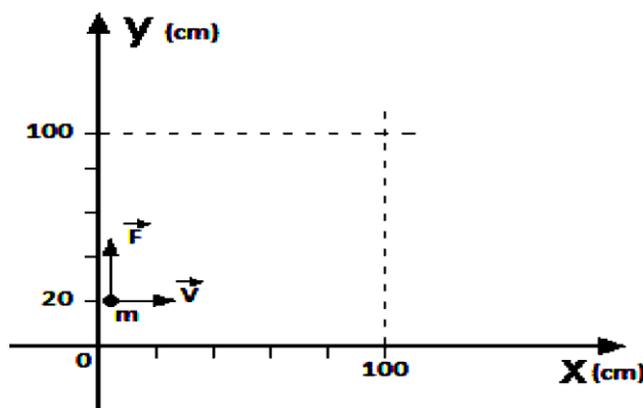
03. (EFOMM) Na máquina de Atwood representada na figura  $M_1 = 2,0 \text{ kg}$  e  $M_2 = 3,0 \text{ kg}$ . Assumindo que o fio é inextensível e tem massa desprezível, assim como a polia, a tração no fio, em newtons, é



Dado:  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

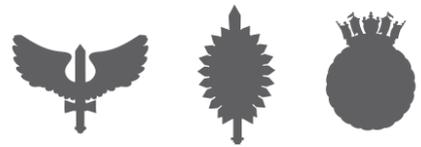
- A) 6,0
- B) 9,0
- C) 12
- D) 18
- E) 24

04. (EFOMM)



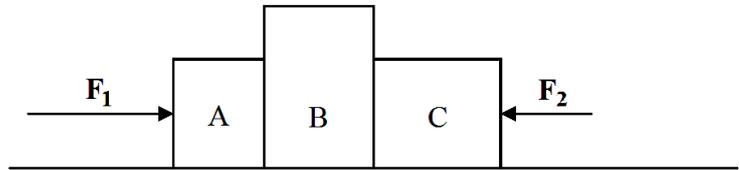
Na figura acima, uma partícula de massa  $m = 0,02 \text{ kg}$  em movimento retilíneo uniforme entra com velocidade horizontal com módulo igual a  $80 \text{ m/s}$ , conforme a figura dada, em uma região do espaço onde uma força passa a atuar sobre ela, sendo esta sempre perpendicular ao vetor velocidade, enquanto estiver dentro desta região. A região mencionada está no primeiro quadrante e corresponde ao quadrado com limite inferior esquerdo nas coordenadas  $(0,0)$  e limite superior direito nas coordenadas  $(100,100)$ . O vetor força tem módulo constante, igual ao módulo da velocidade multiplicado por 8 (oito), e no ponto de entrada da partícula é vertical para cima. Considerando que a partícula entra na região mencionada nas coordenadas  $(0,20)$ , podemos dizer que as coordenadas onde a partícula abandona essa região são:

- A)  $(100,20)$ .
- B)  $(0,100)$ .
- C)  $(100,100)$ .
- D)  $(100,60)$ .
- E)  $(0,60)$ .



**05. (EFOMM)** Três blocos A, B e C encontram-se agrupados e sob a ação das forças  $F_1 = 100 \text{ N}$  e  $F_2 = 50 \text{ N}$ , conforme desenho abaixo, deslizando em superfície na qual o coeficiente de atrito é  $\mu = 0,1$ . Sabendo que as massas desses blocos são, respectivamente, 5, 10 e 5 kg, a aceleração do sistema é de (Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

- A) zero ( não há deslocamento).
- B)  $1,5 \text{ m/s}^2$ , para a direita.
- C)  $1,5 \text{ m/s}^2$ , para a esquerda.
- D)  $3,0 \text{ m/s}^2$ , para a direita.
- E)  $3,0 \text{ m/s}^2$ , para a esquerda.



**06. (EFOMM)** Analise as afirmativas abaixo.

- I - A segunda lei de Newton estabelece que a força resultante aplicada pode ser avaliada pela respectiva variação da quantidade de movimento, no tempo.
- II - A força que desloca um nadador em uma piscina é um exemplo típico de aplicação da terceira lei de Newton.
- III - A força de atrito permanece com valor fixo, independentemente da força aplicada ao corpo, enquanto não houver deslocamento.
- IV - O que permite a um automóvel realizar uma curva é o fato de a resultante centrípeta ser a própria força de atrito.

Assinale a alternativa correta.

- A) As afirmativas I e III são verdadeiras.
- B) As afirmativas II e III são verdadeiras.
- C) As afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
- D) As afirmativas III e IV são verdadeiras.
- E) Apenas a afirmativa IV é verdadeira.

**07. (EFOMM)** Aplica-se força de 200 N a um corpo de massa 25 kg, em plano horizontal com atrito; verifica-se, em laboratório, que sua velocidade aumenta de 18 km/h para 27 km/h em 0,4 s. O coeficiente de atrito dinâmico entre o corpo e a superfície do plano horizontal é

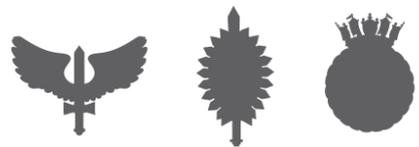
- A) 0,125
- B) 0,175
- C) 0,225
- D) 0,275
- E) 0,325

**08. (EFOMM)** No estudo das leis do movimento, foram feitas as afirmações abaixo, a respeito dos pares de forças de ação e reação.

- I - Ação: a Terra atrai a Lua. Reação: a Lua atrai a Terra.
- II - Ação: o boxeador golpeia o adversário. Reação: o adversário cai.
- III - Ação: o pé chuta um objeto. Reação: o objeto adquire velocidade.
- IV - Ação: ao sentarmos num banco de automóvel, empurramos o assento para baixo. Reação: o assento nos empurra para cima.

Assinale a alternativa que relaciona a(s) afirmativa(s) correta(s).

- A) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- B) Apenas a afirmativa II é verdadeira.
- C) As afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- D) As afirmativas I e IV são verdadeiras.
- E) As afirmativas I, II, III e IV são verdadeiras.



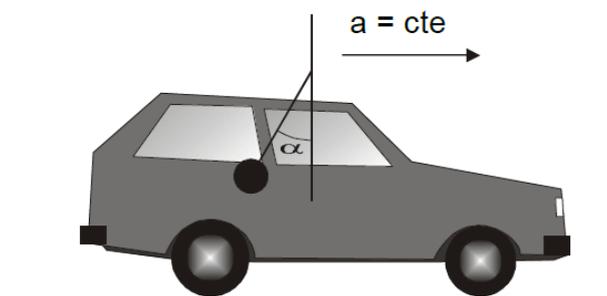
**09. (EFOMM)** Um carro com massa de 850 Kg consegue fazer uma curva de raio 250 m sem deslizamento lateral. Sua velocidade (indicação de velocímetro), em Km/h, é de  
 Dados: coeficiente de atrito  $\mu = 0,42$  e  $g \cong 10 \text{ m/s}^2$

- A) 68,4
- B) 76,3
- C) 89,4
- D) 94,7
- E) 116,6

**10. (EFOMM)** Um veículo a 72 km/h percorre, sem deslizamento lateral (derrapagem), uma trajetória curvilínea de raio 160 m. Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , o valor estimado do coeficiente de atrito dinâmico entre os pneus e o piso da estrada é de:

- A) 0,25
- B) 0,30
- C) 0,35
- D) 0,40
- E) 0,45

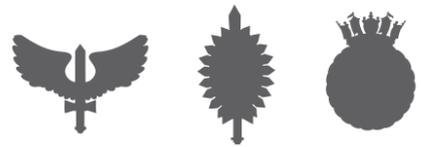
**11. (EFOMM)** Um veículo movimenta-se em uma estrada reta e horizontal, com aceleração constante. Para determinar o módulo da aceleração do veículo, penduramos, em seu teto, um pêndulo, que fica inclinado de alfa graus em relação à vertical, como na figura abaixo. Sendo  $\alpha = 45^\circ$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a aceleração do veículo em  $\text{m/s}^2$ , será igual a:



- A) 7
- B) 8
- C) 9
- D) 10
- E) 11

**12. (EFOMM)** Um navio de transporte de minério cujo volume imerso desloca massa de 50.000 toneladas e que está viajando a 10 nós (cerca de 18 km/h) aproxima-se de uma área de manobra na qual a velocidade máxima permitida é de 5 nós. O Oficial de Serviço no passadiço ordena a "parada das máquinas" e, a seguir, "máquinas à ré". A ordem é cumprida e a embarcação leva 4 minutos para chegar aos desejados 5 nós (9 km/h). Desprezando-se as perdas, qual é aproximadamente o valor médio da força de frenagem aplicada ao navio?

- A) 521kN.
- B) 637kN.
- C) 757kN
- D) 847 kN.
- E) 991 kN.

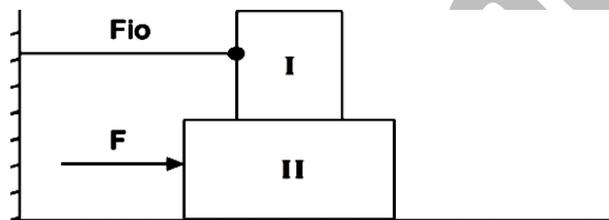


**13. (EFOMM)** A segunda Lei de Newton permite concluir que o afastamento da Lua é provocado pela ação de forças, cuja resultante, na direção do afastamento, deixa de ser balanceada, por algum tempo, devido a perturbações de natureza provavelmente antigravitacional. Sabendo que a massa da Lua é de  $7,0 \cdot 10^{22}$  kg, considerando  $1,0$  cm / ano a velocidade inicial da mesma na direção do deslocamento e o intervalo de tempo de um ano, determine o valor aproximado, em Newtons (N), da força resultante causadora do fenômeno.

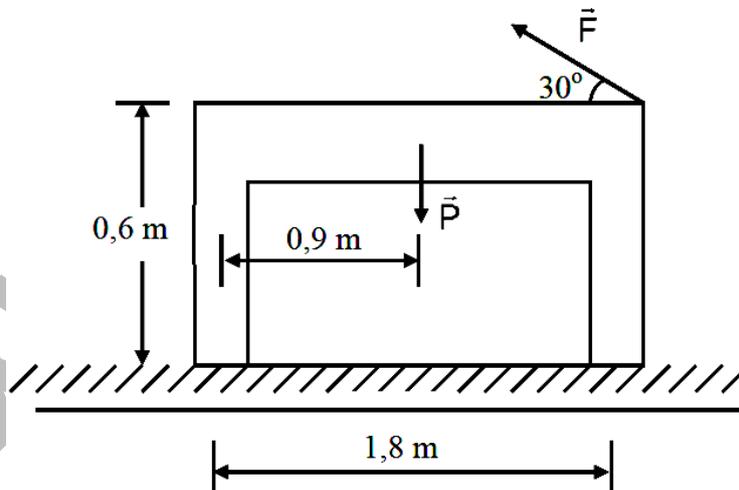
- A)  $4,25 \cdot 10^{10}$
- B)  $3,33 \cdot 10^9$
- C)  $6,13 \cdot 10^8$
- D)  $1,06 \cdot 10^6$
- E)  $9,68 \cdot 10^5$

**14. (EFOMM)** Na figura a seguir, o bloco "I" de massa 2 kg repousa sobre o bloco "II" de massa 4 kg. O bloco "I" está preso por uma corda a uma parede. Sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre os blocos é de 0,1 e entre o bloco "II" e o solo é 0,2, qual seria a intensidade da força "F" que, ao ser aplicada ao corpo "II", o aceleraria a  $2 \text{ m/s}^2$  (considerar a aceleração da gravidade como  $10 \text{ m/s}^2$ )?

- A) 42 N
- B) 40 N
- C) 32 N
- D) 22 N
- E) 12 N

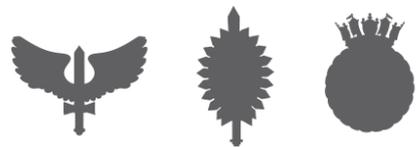


**15. (EFOMM)** A figura abaixo representa um banco de madeira de peso 25 N. O coeficiente de atrito de escorregamento é 0,20. A força "F" que arrastará o banco com velocidade constante sobre a superfície horizontal é de aproximadamente:

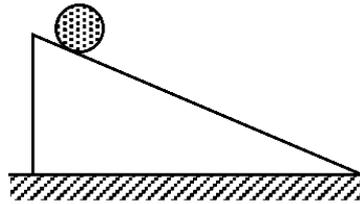


**Dados:**  $\text{sen } 30^\circ = 0,500$  e  $\text{cos } 30^\circ = 0,866$

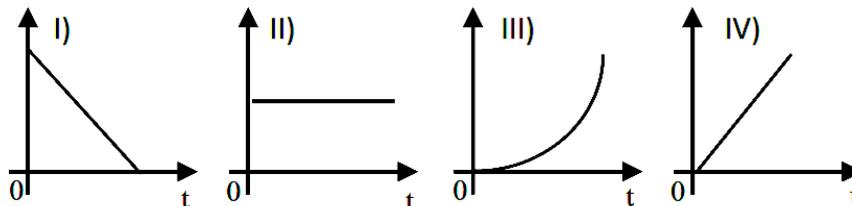
- A) 2,35 N
- B) 5,18 N
- C) 10,85 N
- D) 25,89 N
- E) 9,83 N



16. (EFOMM) Considere o movimento de uma esfera abandonada no instante  $t = 0$  em um plano inclinado. Analise, a seguir, a sequência de gráficos, abaixo do diagrama:



GRÁFICOS



O par de gráficos que melhor representa, respectivamente a velocidade (em módulo) e a distância percorrida pela esfera está na opção:

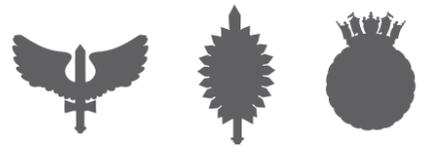
- A) III e II
- B) I e IV
- C) IV e III
- D) II e IV
- E) I e II

17. (EFOMM) Um avião de peso 10000 N voa com velocidade constante de 1900 km/h. Aumenta-se a força das turbinas em 5000 N. Considerando que a resistência do ar permaneça constante, determine o valor aproximado da distância horizontal que deverá ser percorrida pela aeronave, para que sua velocidade atinja 2400 km/h. Considere a aceleração local da gravidade igual a  $10 \text{ m/s}^2$ .

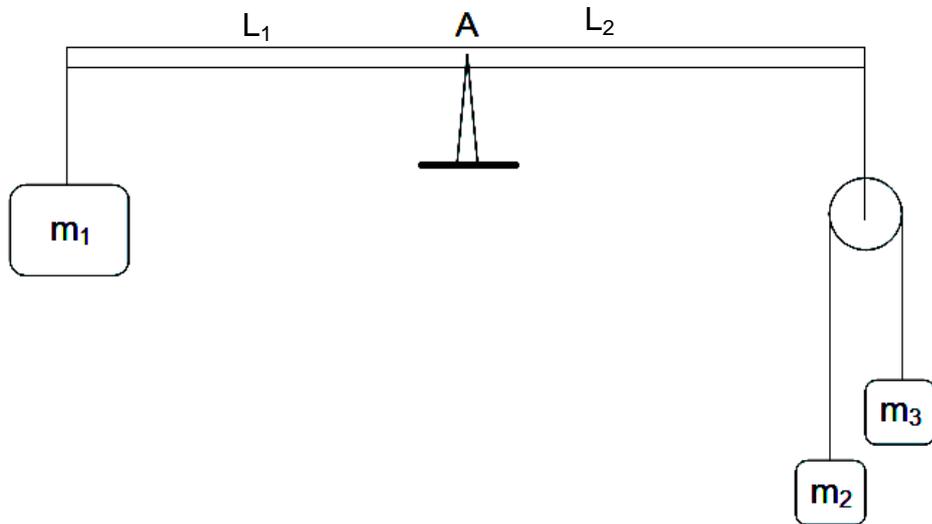
- A) 5,6 km
- B) 16,6 km
- C) 8,7 km
- D) 10,8 km
- E) 25,3 km

18. (EFOMM) Um homem que sabe que seu peso é de 75 Kgf, é encerrado num elevador de um edifício. O elevador não tem janelas e seu funcionamento é perfeitamente silencioso. Ele sobe numa balança de molas que se encontra dentro do elevador e nota que ela, durante certo período, acusa 85 Kgf. Desta observação o viajante do elevador pode concluir que o elevador neste período:

- A) Está subindo e o valor de sua velocidade está diminuindo.
- B) Está subindo e o valor de sua velocidade é constante.
- C) Está subindo e o valor de sua velocidade está crescendo.
- D) Está descendo e o valor de sua velocidade é constante
- E) Pode estar subindo e neste caso o valor de sua velocidade está aumentando ou pode estar descendo e neste caso o valor de sua velocidade está diminuindo.



19. (EFOMM) Considere o sistema ilustrado na figura, abaixo. Supondo-se que a massa da barra AB como a da polia são desprezíveis e que ela está articulada no seu ponto A. Considerando  $m_2 > m_3$ , podemos afirmar que AB está em equilíbrio se:



- A)  $M_1 L_1 = (m_2 + m_3) L_2$
- B)  $m_1 (m_2 + m_3) L_1 = 4 m_2 m_3 L_2$
- C)  $m_1 (m_2 + m_3) L_1 = 2 m_2 m_3 L_2$
- D)  $2 m_1 (m_2 + m_3) L_1 = m_2 m_3 L_2$
- E)  $m_1 L_2 = (m_2 + m_3) L_1$

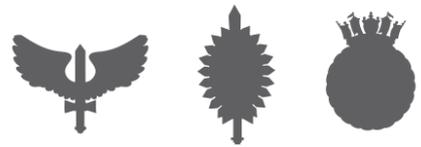
20. (EFOMM) Um elevador de massa  $M$  sobe com velocidade cada vez menor (desaceleração constante  $a$ ). Após ter atingido sua posição máxima volta a descer com velocidade cada vez maior (aceleração  $a$ ). Sendo  $g$  a aceleração da gravidade local, a tensão no cabo do elevador vale:

- | Na subida                      | Na descida  |
|--------------------------------|-------------|
| A) $M (g - a)$                 | $M (g + a)$ |
| B) $M (g + a)$                 | $M (g - a)$ |
| C) $M (g - a)$                 | $M (g - a)$ |
| D) $M (g + a)$                 | $M (g + a)$ |
| E) Nenhuma das resposta acima. |             |



**GABARITO**

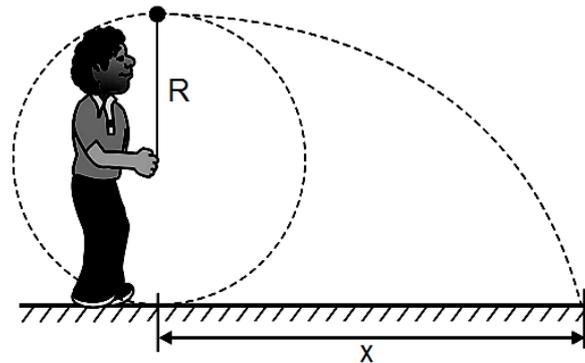
01. B   02. A   03. E   04. E   05. B   06. C   07. B   08. D   09. E   10. A   11. D   12. A  
13. E   14. D   15. B   16. C   17. B   18. E   19. D   20. C



**DINÂMICA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

Um garoto, que se encontra em repouso, faz girar, com velocidade constante, uma pedra de massa  $m$  presa a um fio ideal. Descrevendo uma trajetória circular de raio  $R$  num plano vertical, essa pedra dá diversas voltas, até que, em um dado instante, o fio arrebenta e ela é lançada horizontalmente, conforme ilustra a figura a seguir.



Sujeita apenas à aceleração da gravidade  $g$ , a pedra passou, então, a descrever uma trajetória parabólica, percorrendo uma distância horizontal  $x$  equivalente a  $4R$ . A tração experimentada pelo fio toda vez que a pedra passava pelo ponto onde ele se rompeu era igual a

- A)  $mg$
- B)  $2mg$
- C)  $3mg$
- D)  $4mg$

**02. (AFA)**

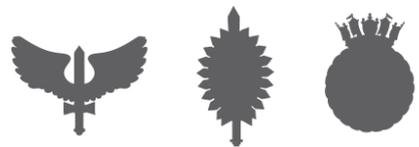
Um vagão movimenta-se sobre trilhos retos e horizontais obedecendo à equação horária  $S = 20t - 5t^2$  (SI). Um fio ideal tem uma de suas extremidades presa ao teto do vagão e, na outra, existe uma esfera formando um pêndulo. As figuras que melhor representam as configurações do sistema vagão-pêndulo de velocidade  $\vec{v}$  e aceleração  $\vec{a}$ , nos instantes 1 s, 2 s e 3 s, são respectivamente

A)

B)

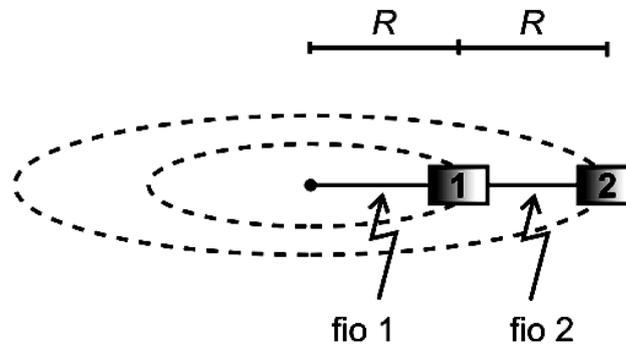
C)

D)



**03. (AFA)**

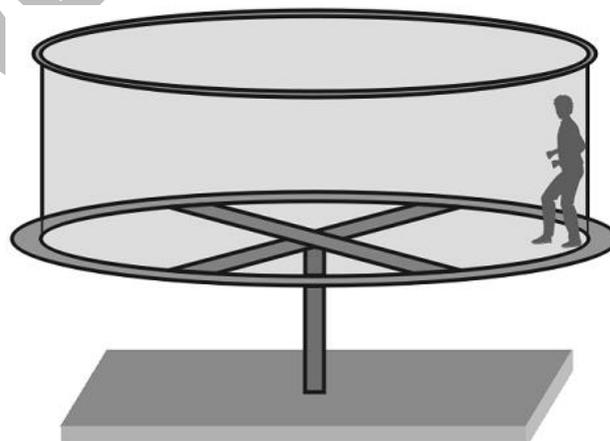
A figura abaixo representa dois corpos idênticos girando horizontalmente em MCU com velocidades lineares  $v_1$  e  $v_2$ . A razão  $\frac{T_1}{T_2}$  entre as intensidades das trações nos fios ideais 1 e 2 é



- A)  $\frac{2v_1^2 + v_2^2}{v_2^2}$
- B)  $\frac{v_1^2 + v_2^2}{v_2^2}$
- C)  $\frac{v_1^2 - v_2^2}{v_2^2}$
- D)  $\frac{v_2^2}{v_1^2}$

**04. (AFA)**

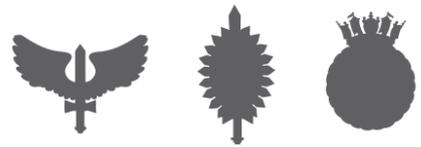
A figura representa um brinquedo de parque de diversão em que as pessoas, apenas em contato com a parede vertical, giram juntamente com uma espécie de cilindro gigante em movimento de rotação.



Considere as forças envolvidas abaixo relacionadas.

$\vec{P}$  é a força peso

$\vec{F}_{at}$  é a força de atrito estático

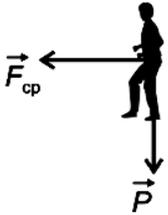


$\vec{F}_{cp}$  é a força centrípeta

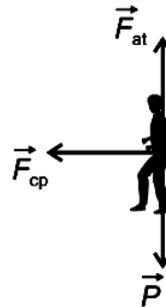
$\vec{F}_{cf}$  é a força centrífuga

Para um referencial externo, fixo na terra, as forças que atuam sobre uma pessoa estão representadas pela opção

A)



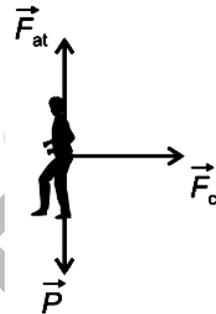
C)



B)

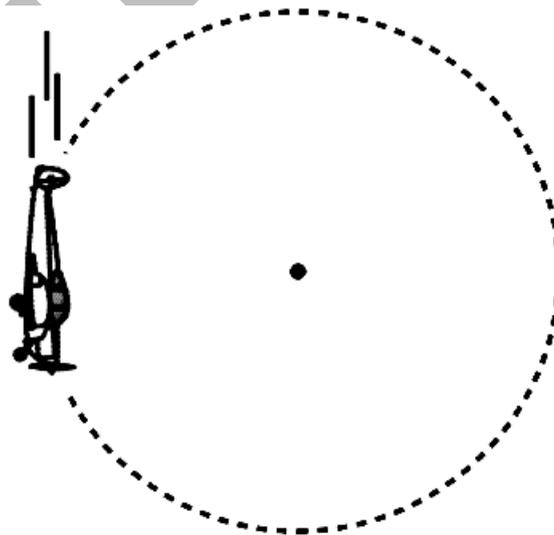


D)

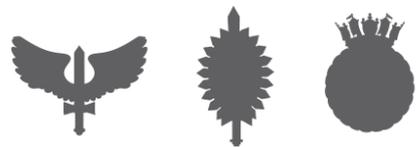


**05. (AFA)**

Em uma apresentação da Esquadilha da Fumaça, uma das acrobacias é o "loop", representado pela trajetória circular da figura. Ao passar pelo ponto mais baixo da trajetória, a força que o assento do avião exerce sobre o piloto é

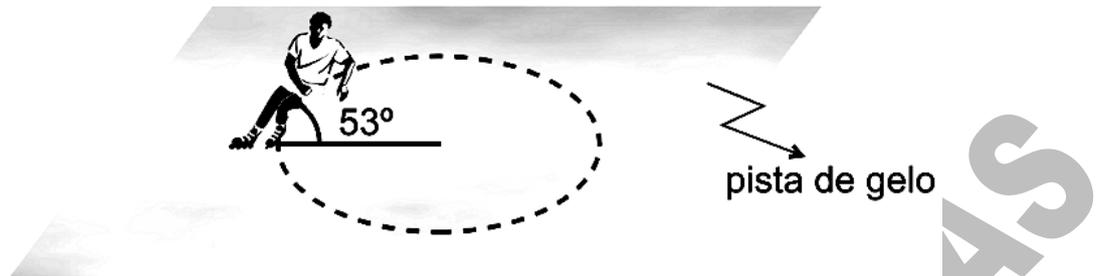


- A) maior que o peso do piloto.
- B) igual ao peso do piloto.
- C) menor que o peso do piloto.
- D) nula.



**06. (AFA)**

Durante um show de patinação, o patinador, representado na figura abaixo, descreve uma evolução circular, com velocidade escalar constante, de raio igual a 10,8 m. Considerando desprezíveis quaisquer resistências, a velocidade do patinador, ao fazer a referida evolução, é igual a

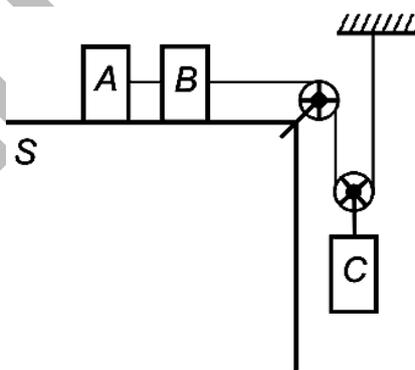


Dados:  $\sin 53^\circ = 0,80$   
 $\cos 53^\circ = 0,60$

- A) 12 m/s
- B) 7 m/s
- C) 8 m/s
- D) 9 m/s

**07. (AFA)**

Três blocos, cujas massas  $m_A = m_B = m$  e  $m_C = 2m$ , são ligados através de fios e polias ideais, conforme a figura. Sabendo-se que C desce com uma aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$  e que 0,2 é o coeficiente de atrito entre B e a superfície S, pode-se afirmar que o coeficiente de atrito entre A e S vale

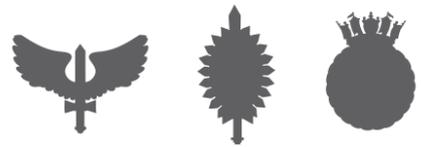


- A) 0,10
- B) 0,20
- C) 0,30
- D) 0,40

**08. (AFA)**

Com relação à força de atrito, apresentam-se três situações e uma afirmação relativa a cada uma.

Situação 1: Um automóvel faz uma curva em que o lado interno da pista é mais baixo que o lado externo.



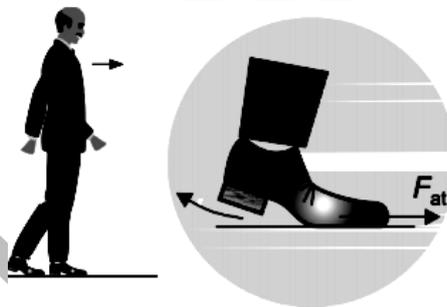
Afirmção 1: A força de atrito entre os pneus e a pista depende do número de passageiros do automóvel.

Situação 2: Duas crianças de diferentes pesos descem um tubo água permanecendo em contato físico.



Afirmção 2: Por efeito da força de atrito, a criança mais leve, que está na frente, será empurrada pela outra.

Situação 3: Uma pessoa se movimenta em relação ao solo.



Afirmção 3: A força de atrito é oposta ao sentido de movimento da sola do sapato.

São verdadeiras as afirmações:

- A) 1, 2 e 3
- B) apenas 2 e 3
- C) apenas 1 e 3
- D) apenas 1 e 2

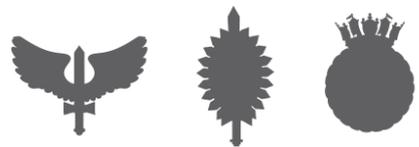
**09. (AFA)**

Analise as afirmativas abaixo sobre o movimento circular uniforme:

- I – A velocidade vetorial tem direção variável.
- II – A resultante das forças que atuam num corpo que descreve esse tipo de movimento não é nula.
- III – O módulo da aceleração tangencial é nulo.

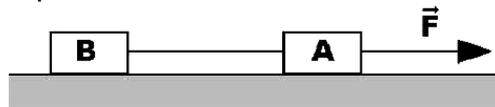
Está(ao) correta(s)

- A) I apenas.
- C) II e III apenas.
- B) I e III apenas.
- D) I, II e III.



**10. (AFA)**

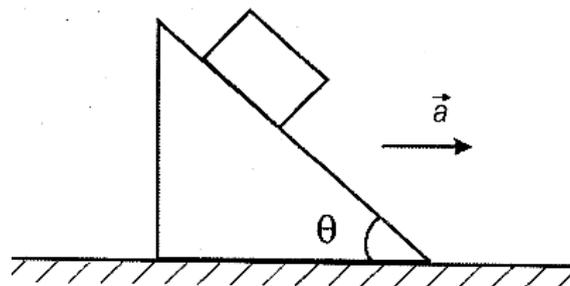
Os blocos A e B, de massas iguais a 2 kg e 3 kg, respectivamente, ligados por um fio ideal, formam um sistema que submetido a ação de uma força constante  $\vec{F}$  de intensidade 15 N, desloca-se com aceleração de  $1 \text{ m/s}^2$ , conforme a figura abaixo. Se a tração no fio que liga os blocos durante o deslocamento é de 9 N, pode-se afirmar que a razão entre os coeficientes de atrito dos blocos A e B com a superfície vale



- A) 1/3
- B) 3/2
- C) 2/3
- D) 1

**11. (AFA)**

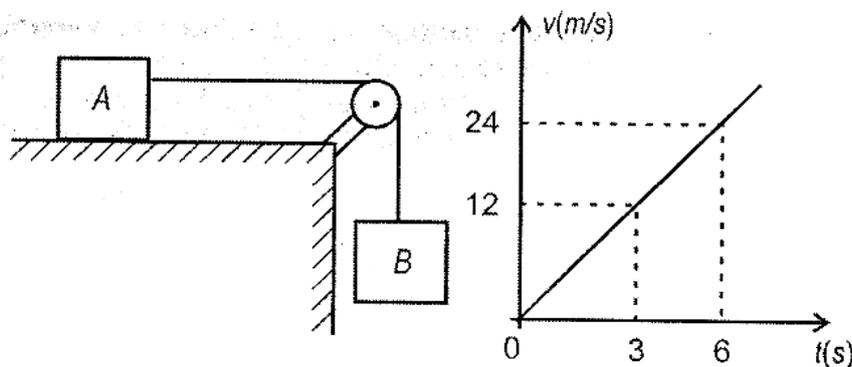
Um bloco encontra-se em repouso sobre um plano inclinado que se move com aceleração horizontal de intensidade  $a$ , como indica a figura. Desprezando-se o atrito entre quaisquer superfícies, o valor de  $a$  é proporcional a:



- A)  $\text{cosec } \theta$
- B)  $\text{tg } \theta$
- C)  $\text{cotg } \theta$
- D)  $\text{cos } \theta$

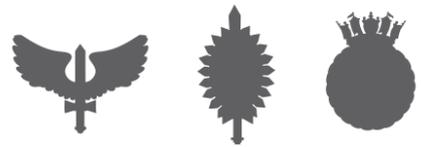
**12. (AFA)**

O conjunto abaixo, constituído de fio e polia ideais, é abandonado do repouso no instante  $t = 0$  e a velocidade do corpo A varia em função do tempo segundo o gráfico dado.



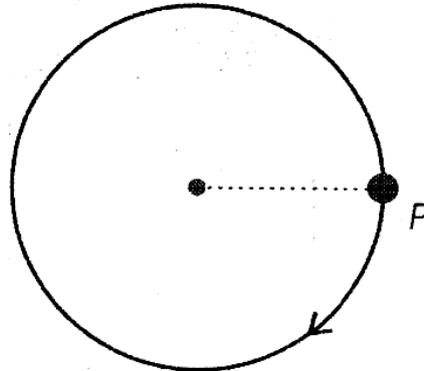
Desprezando o atrito, a razão entre a massa A e a massa de B é:

- A) 3/2
- B) 2/3
- C) 2
- D) 1/2

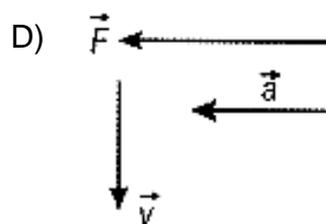
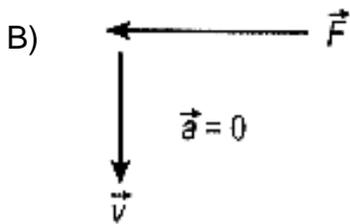
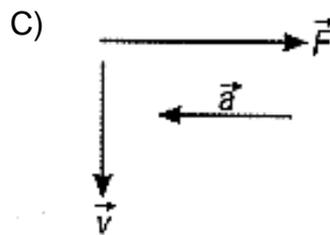
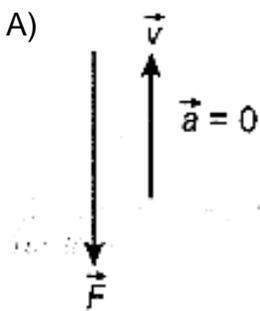


13. (AFA)

Uma partícula descreve trajetória circular com movimento uniforme, no sentido horário, como mostra a figura.

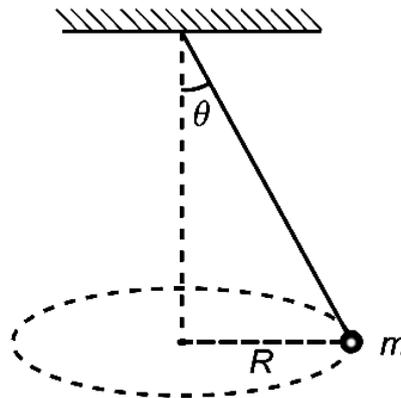


O conjunto de vetores que melhor representa a força resultante  $\vec{F}$ , a velocidade  $\vec{v}$  e a aceleração  $\vec{a}$  da partícula, no ponto P indicado na figura é:

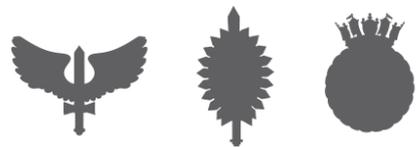


14. (AFA)

O pêndulo da figura abaixo gira apresentando um ângulo  $\theta$  de abertura em relação à vertical.



Afirma-se que:

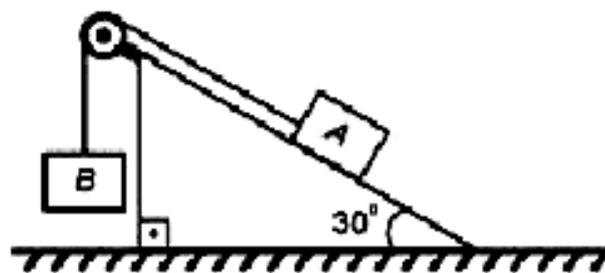


- I- a força centrípeta é a força resultante.
  - II- variando a velocidade o período permanece inalterado.
  - III- a tensão no fio diminui com o aumento de  $\theta$
- Estão corretas as afirmativas:

- A) I e III apenas
- B) II e III apenas
- C) I e II apenas
- D) I, II e III

**15. (AFA)**

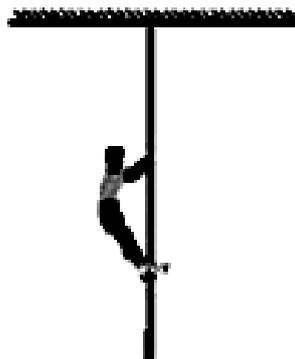
A figura apresenta um plano inclinado no qual está fixa uma polia ideal. O fio também é ideal e não há atrito. Sabendo-se que os blocos A e B têm massas iguais, o módulo da aceleração de B é



- A)  $2,5 \text{ m/s}^2$
- B)  $4 \text{ m/s}^2$
- C)  $5 \text{ m/s}^2$
- D)  $7,5 \text{ m/s}^2$

**16. (AFA)**

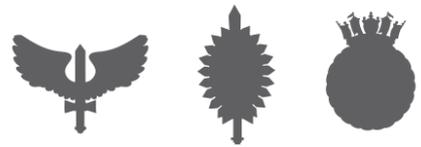
Um homem de massa  $70 \text{ kg}$  está subindo por um fio ideal com aceleração igual a  $0,50 \text{ m/s}^2$ . Nessas condições, a intensidade da tração, em newtons, no fio, vale



- A) 350
- B) 665
- C) 700
- D) 735

**17. (AFA)**

A massa de uma bola de pingue-pongue é de  $2,43 \text{ g}$  e a sua velocidade terminal, no ar, é de  $9 \text{ m/s}$ . A força retardadora que atua sobre a bola é diretamente proporcional ao quadrado da velocidade. Nestas condições, a constante de proporcionalidade vale



- A)  $3 \cdot 10^{-4}$  kg/m
- B)  $4 \cdot 10^{-3}$  kg/m
- C)  $6 \cdot 10^{-4}$  kg/m
- D)  $8 \cdot 10^{-3}$  kg/m

**18. (AFA)**

Um carro de 1500 kg faz uma curva sem superelevação, com um raio de 75 m, à velocidade de 54 km/h. O coeficiente de atrito mínimo que deve haver entre o pavimento da estrada e os pneus, a fim de impedir a derrapagem do carro, é

- A) 0,1
- B) 0,3
- C) 0,5
- D) 0,6

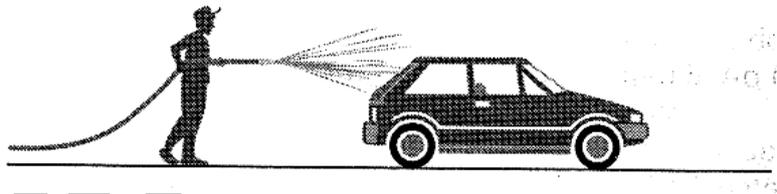
**19. (AFA)**

Um foguete cuja massa vale 6 toneladas é colocado em posição vertical para lançamento. Se a velocidade de escape dos gases vale 1 km/s, a quantidade de gases expelida por segundo, a fim de proporcionar o empuxo necessário para dar ao foguete uma aceleração inicial para cima igual a  $20 \text{ m/s}^2$  é

- A) 180 kg
- B) 120 kg
- C) 100 kg
- D) 80 kg

**20. (AFA)**

Um lavador de carros segura uma mangueira do modo que aparece na figura abaixo.



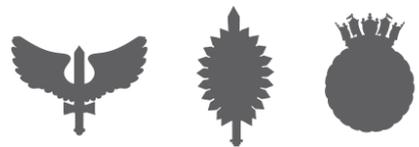
Qual a força necessária para manter o bico da mangueira estacionário na horizontal, sabendo que a vazão da água é de 0,60 kg/s, com a velocidade de saída na mangueira de 25 m/s?

- A) 15,0 N
- B) 10,0 N
- C) 20,0 N
- D) 5,0 N

**21. (AFA)**

Um automóvel desloca-se numa estrada horizontal com velocidade constante de 30 m/s. Num dado instante o carro é freado e, até parar, desliza sobre a estrada numa distância de 75 m. O coeficiente de atrito entre os pneus e a estrada vale

- A) 0,4.
- B) 0,6.
- C) 0,5
- D) 0,3.



**22. (AFA)**

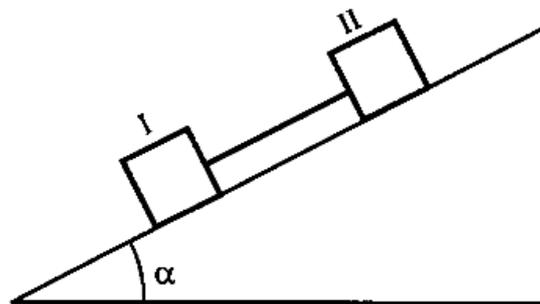
Um avião reboca dois planadores idênticos de massa  $m$ , com velocidade constante. A tensão no cabo (II) é  $T$ . De repente o avião desenvolve uma aceleração  $a$ . Considerando a força de resistência do ar invariável, a tensão no cabo (I) passa a ser:



- A)  $T + ma$
- B)  $T + 2ma$
- C)  $2T + 2ma$
- D)  $2T + ma$

**23. (AFA)**

Dois corpos de massas iguais, unidos por um fio inextensível, descem ao longo de um plano inclinado. NÃO há atrito entre o corpo I e o plano.



De acordo com o enunciado, analise as afirmativas abaixo.

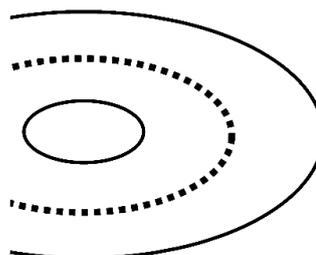
- I - Se não houver atrito entre o corpo II e o plano, a tensão no fio é nula.
- II - Se houver atrito entre o corpo II e o plano, a aceleração do corpo II é menor que a do corpo III
- III - Se houver atrito entre o corpo II e o plano, o movimento do corpo I será retardado.

Assinale a alternativa que contém apenas afirmativa(s) INCORRETA(S)

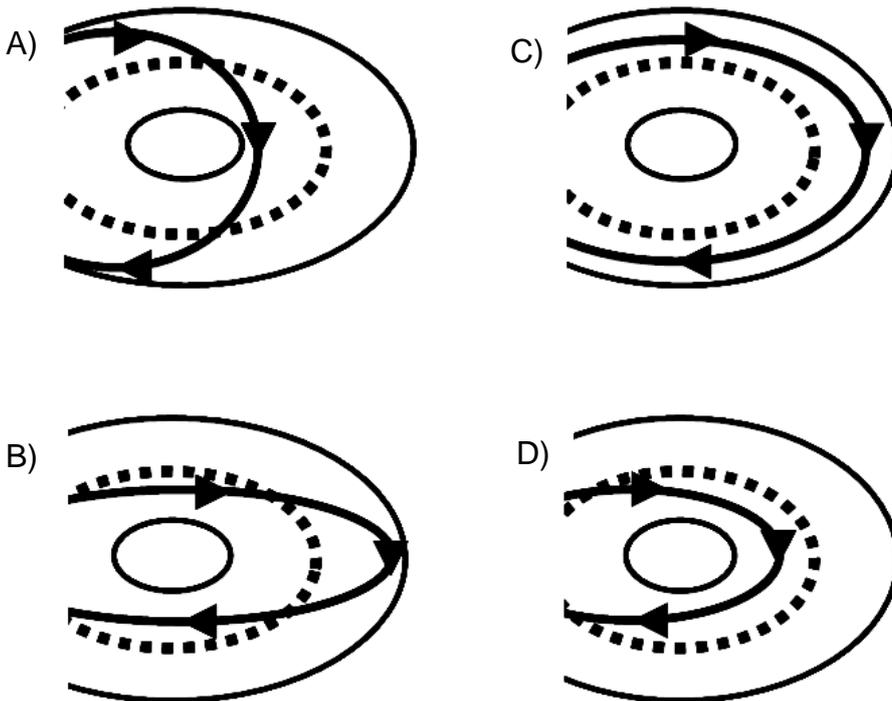
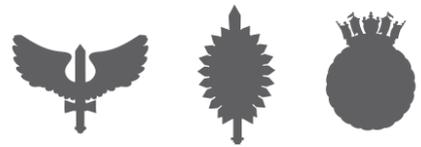
- A) II.
- B) I e III.
- C) II e III.
- D) I, II, e III.

**24. (AFA)**

A figura representa uma curva plana de um circuito de fórmula 1.

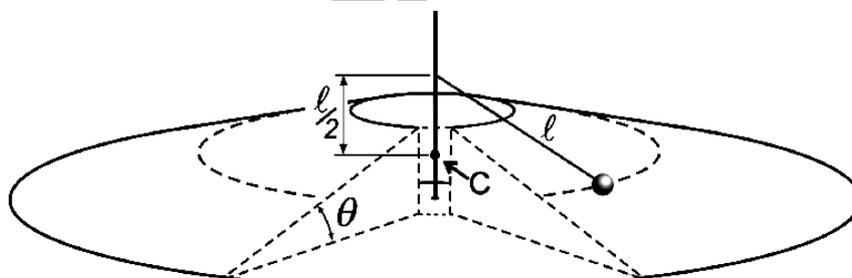


Se, durante uma corrida, um piloto necessitar fazer tal curva com velocidade elevada, evitando o risco de derrapar, deverá optar pela trajetória representada em qual alternativa?



25. (AFA)

Em um local onde a aceleração da gravidade vale  $g$ , uma partícula move-se sem atrito sobre uma pista circular que, por sua vez, possui uma inclinação  $\theta$ . Essa partícula está presa a um poste central, por meio de um fio ideal de comprimento  $l$  que, através de uma articulação, pode girar livremente em torno do poste. O fio é mantido paralelo à superfície da pista, conforme figura abaixo.

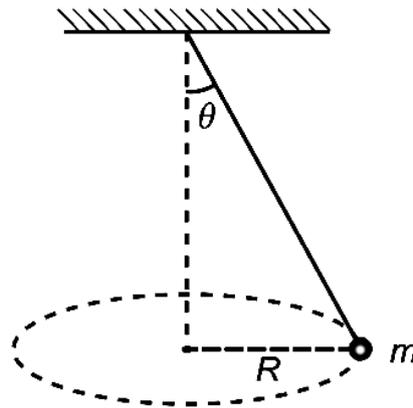
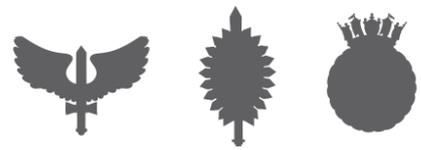


Ao girar com uma determinada velocidade constante, a partícula fica “flutuando” sobre a superfície inclinada da pista, ou seja, a partícula fica na iminência de perder o contato com a pista e, além disso, descreve uma trajetória circular com centro em C, também indicado na figura. Nessas condições, a velocidade linear da partícula deve ser igual a

- A)  $\sqrt{\left(\frac{3}{2}g\ell\right)}$
- B)  $\sqrt{(g\ell)}$
- C)  $\sqrt{3g\ell}$
- D)  $\sqrt[4]{2}\sqrt{(g\ell)}$

26. (AFA)

Um corpo de massa  $m$ , preso à extremidade de um fio, constituindo um pêndulo cônico, gira num círculo horizontal de raio  $R$ , como mostra a figura.

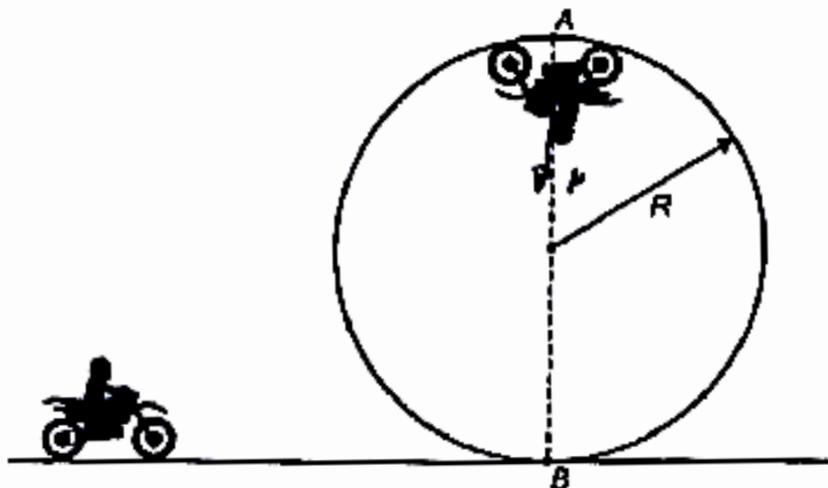


Sendo  $g$  a aceleração da gravidade local e  $\theta$  o ângulo do fio com a vertical, a velocidade do corpo pode ser calculada por

- A)  $\sqrt{Rg}$
- B)  $\sqrt{2Rg}$
- C)  $\sqrt{Rg \sin \theta}$
- D)  $\sqrt{Rg \tan \theta}$

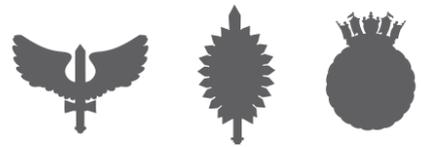
**27. (AFA)**

Um motociclista, pilotando sua motocicleta, move-se com velocidade constante durante a realização do looping da figura abaixo.



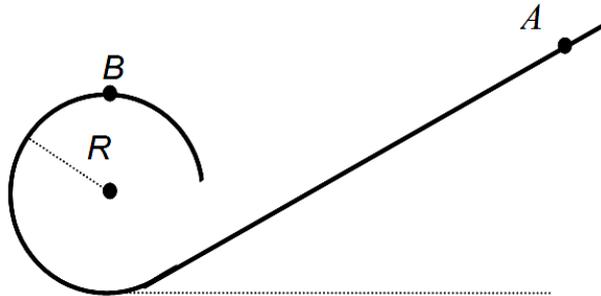
Quando está passando pelo ponto mais alto dessa trajetória circular, o motociclista lança, para trás, um objeto de massa desprezível, comparada à massa de todo o conjunto motocicleta-motociclista. Dessa forma, o objeto cai, em relação à superfície da Terra, como se tivesse sido abandonado em A, percorrendo uma trajetória retilínea até B. ao passar, após esse lançamento, em B, o motociclista consegue recuperar o objeto imediatamente antes dele tocar o solo. Desprezando a resistência do ar e as dimensões do conjunto motocicleta-motociclista, e considerando  $\pi^2 = 10$ , a razão entre a normal ( $N$ ), que age sobre a motocicleta no instante em que passa no ponto A, e o peso ( $P$ ) do conjunto motocicleta-motociclista, ( $N/P$ ), será igual a

- A) 0,5
- B) 1,0
- C) 1,5
- D) 3,5



**28. (AFA)**

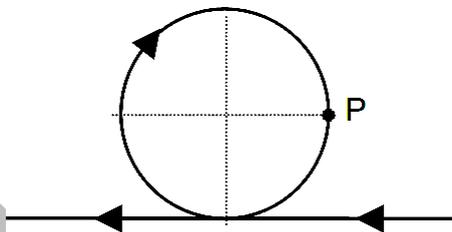
A figura abaixo representa uma pista pertencente ao plano vertical. O raio  $R$  da parte circular vale 4 m. Um corpo parte do repouso no ponto  $A$ . Desprezando o atrito e a resistência do ar e considerando que, em  $B$ , a força que comprime o móvel contra a pista vale  $1/4$  do seu peso, pode-se afirmar que, a sua velocidade em  $B$  vale, em m/s, aproximadamente,



- A) 3,2
- B) 7,1
- C) 5,5
- D) 6,3

**29. (AFA)**

Um piloto de 80 kg executa um loop perfeito de raio 90 m. Se no ponto  $P$  do loop, conforme figura, a velocidade do avião é de 216 km/h, o módulo da força com a qual o piloto comprimirá a poltrona, em newtons, é igual a:



- A) 1800.
- B) 2400.
- C) 2700.
- D) 3200.

**30. (AFA)**

Uma determinada caixa é transportada em um caminhão que percorre, com velocidade escalar constante, uma estrada plana e horizontal. Em um determinado instante, o caminhão entra em uma curva circular de raio igual a 51,2 m, mantendo a mesma velocidade escalar. Sabendo-se que os coeficientes de atrito cinético e estático entre a caixa e o assoalho horizontal são, respectivamente, 0,4 e 0,5 em considerando que as dimensões do caminhão, em relação ao raio da curva, são desprezíveis e que a caixa esteja apoiada apenas no assoalho da carroceria, pode-se afirmar que a máxima velocidade, em m/s, que o caminhão poderá desenvolver, sem que a caixa escorregue é

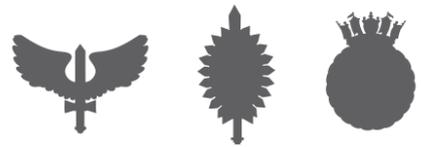
- A) 14,3
- B) 16,0
- C) 18,0
- D) 21,5



GABARITO

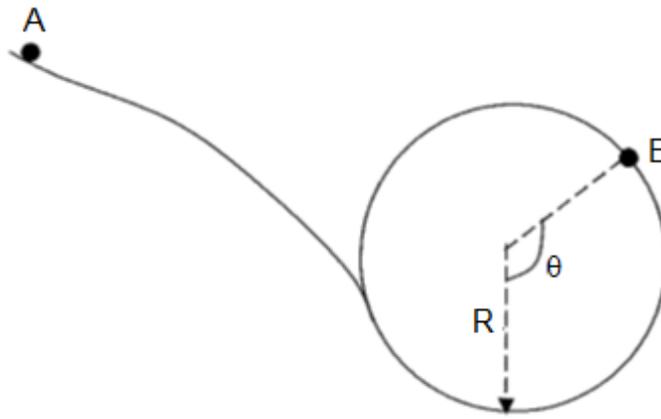
01. C	02. A	03. A	04. C	05. A	06. D	07. C	08. C	09. D	10. D	11. B	12. A
13. D	14. N	15. A	16. D	17. A	18. B	19. A	20. A	21. B	22. C	23. C	24. A
25. A	26. D	27. C	28. B	29. D	30. B						

MAXWELL VIDEOAULAS



**DINÂMICA - TESTES DE REVISÃO**

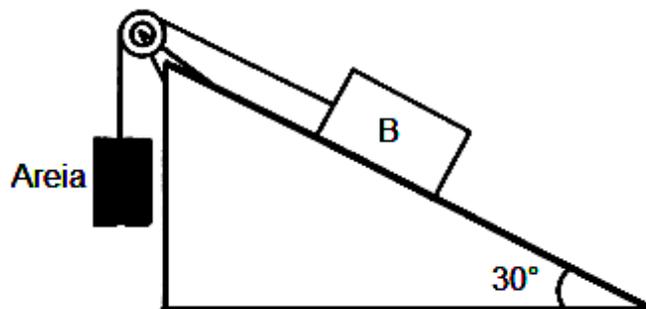
1. (EN) Uma pequena esfera (partícula) de massa  $M$  desliza, a partir do repouso (posição A) por uma trajetória (no plano vertical), passando pela posição B, da circunferência de raio  $R$ , com velocidade de módulo  $V$ , como indica figura abaixo.



Sabe-se que o coeficiente de atrito cinético entre a partícula e a trajetória vale  $\mu_c$ . O módulo da força de atrito que atua na esfera, no instante em que passa pela posição B, é igual a:

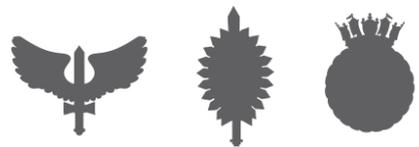
- a)  $\mu_c Mg$
- b)  $\mu_c Mg \sin \theta$
- c)  $\mu_c Mg \cos \theta$
- d)  $\frac{\mu_c M (V^2 + Rg \cos \theta)}{R}$
- e)  $\frac{\mu_c V^2 + g \sin \theta}{R}$

2. (EN) Na figura a abaixo, temos o bloco B de massa igual a 4,0 kg e um recipiente (massa desprezível) cheio de areia, interligados por um fio (inextensível e de massa desprezível) que passa por uma polia ideal. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco B e a aresta e a reta de maior declive do plano inclinado valem, respectivamente,  $0,50 \cdot \sqrt{3}$  e  $0,40 \cdot \sqrt{3}$ . O recipiente possui um pequeno orifício no fundo, por onde a areia pode sair. No instante  $t = 0$ , a massa da areia no recipiente é de 1,7 kg. A partir do instante  $t = 0$  com a areia saindo do orifício, o módulo da maior aceleração (em  $m/s^2$ ) adquirida pelo bloco B é:



Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 m/s^2$

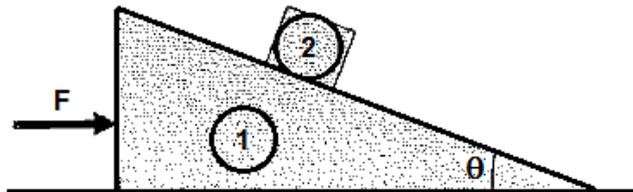
- a) 4,2
- b) 4,4
- c) 5,0
- d) 5,5
- e) 5,8



3. (EN) Considere uma força horizontal  $F$  aplicada sobre a cunha 1, de massa  $m_1 = 8,50 \text{ kg}$ , conforme mostra a figura abaixo. Não há atrito entre a cunha e o chão, e o coeficiente de atrito estático entre a cunha e o bloco 2, de massa  $m_2 = 8,50 \text{ kg}$ , vale  $0,200$ . O maior valor de  $F$ , em newtons, que pode ser aplicada a cunha, sem que o bloco comece a subir a rampa é:

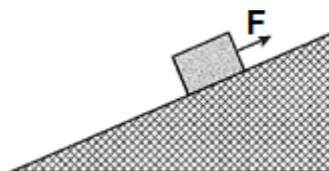
Dado:

$$|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2, \text{ sen } \theta = 0,600 \text{ e } \text{cos } \theta = 0,80$$



- a) 85,0
- b) 145
- c) 170
- d) 190
- e) 340

4. (EN) Observe a figura a seguir.

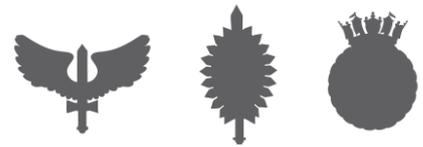


Um caixote pesando  $50 \text{ N}$ , no instante  $t = 0$ , se encontra em repouso sobre um plano muito longo e inclinado de  $30^\circ$  em relação à horizontal. Entre o caixote e o plano inclinado, o coeficiente de atrito estático é  $0,20$  e o cinético é  $0,10$ . Sabe-se que a força  $F$ , paralela ao plano inclinado, conforme indica a figura acima, tem intensidade igual a  $36 \text{ N}$ . No instante  $t = 9 \text{ s}$ , qual o módulo, em newtons, da força de atrito entre o caixote e o plano? Nesse mesmo instante, o bloco estará subindo, descendo ou permanece em repouso sobre o plano inclinado?

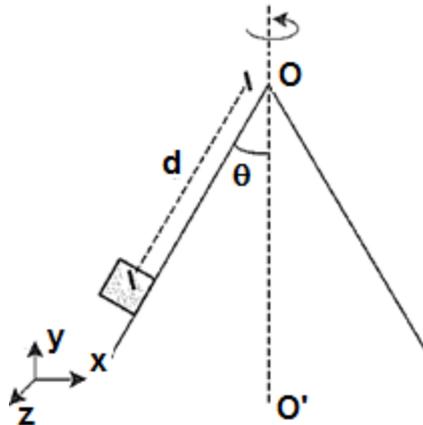
Dados:

$$\text{sen } 30^\circ = 0,5 \text{ e } \text{cos } 30^\circ = 0,9$$

- a) 14 e descendo.
- b) 11 e permanece em repouso
- c) 9,0 e subindo
- d) 8,5 e permanece em repouso
- e) 4,5 e subindo



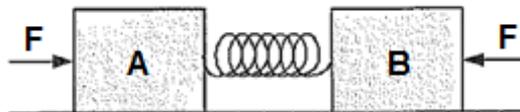
5. (EN) Analise a figura a abaixo.



A figura acima mostra um bloco de massa 0,3 kg que está preso à superfície de um cone que forma um ângulo  $\theta = 30^\circ$  com seu eixo central  $OO'$ , fixo em relação ao sistema de eixos  $xyz$ . O cone gira com velocidade angular  $\omega = 10 \text{ rad/s}$  em relação ao eixo  $OO'$ . Sabendo que o bloco está a uma distância  $d = 20 \text{ cm}$  do vértice do cone, o módulo da força resultante sobre o bloco, medido pelo referencial fixo  $xyz$ , em newtons, é:

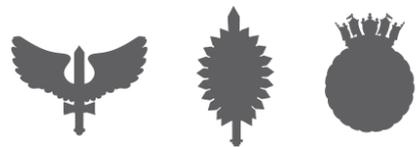
- a) 2,0
- b) 3,0
- c) 3,5
- d) 6,0
- e) 10

6. (EN) Analise a figura a abaixo.

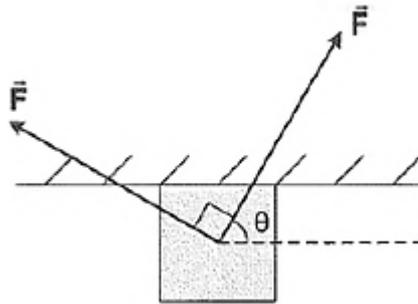


Um bloco A de massa 20 Kg está ligado a um bloco B de massa 10 kg por meio de uma mola. Os blocos foram empurrados um contra o outro, comprimindo a mola pela ação de duas forças de mesma intensidade  $F = 6 \text{ N}$  e em seguida colocados sobre a superfície horizontal, conforme indicado na figura acima. Nessas circunstâncias, os blocos encontram-se em repouso. Sabendo-se que o coeficiente de atrito estático entre os blocos e a superfície é  $\mu_e = 0,4$ , e que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , é correto afirmar que se as forças  $\vec{F}$  forem retiradas, simultaneamente,

- a) os dois blocos permanecerão em repouso.
- b) o bloco A se deslocará para a esquerda e o bloco B para a direita.
- c) o bloco A se deslocará para a esquerda e o bloco B permanecerá em repouso.
- d) o bloco A permanecerá em repouso e o bloco B se deslocará para a direita.
- e) os dois blocos se deslocarão para a direita.



7. (EN) Analise a figura abaixo.

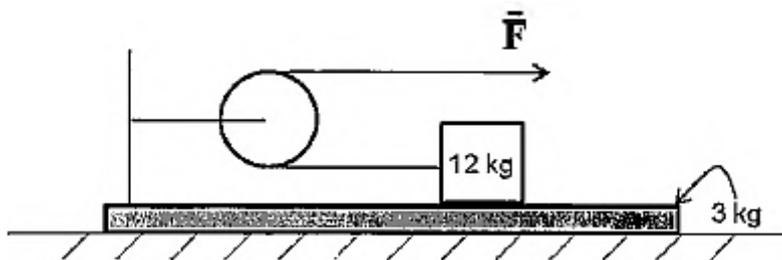


A figura acima mostra um bloco de massa 7,0 kg sob uma superfície horizontal. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o bloco e a superfície são, respectivamente, 0,5 e 0,4. O bloco está submetido a ação de duas forças de mesmo módulo,  $F = 80 \text{ N}$ , mutuamente ortogonais. Se o ângulo  $\theta$  vale  $60^\circ$ , então, pode-se afirmar que o bloco

Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- descola-se da superfície, caindo verticalmente.
- desliza sob a superfície com aceleração constante para a direita.
- não se move em relação à superfície.
- desliza sob a superfície com velocidade constante para a direita.
- desliza sob a superfície com aceleração constante para a esquerda.

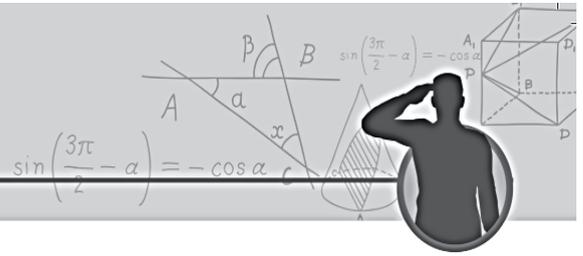
8. (EN) Analise a figura abaixo.



A figura acima exibe um bloco de 12 kg que se encontra na horizontal sobre uma plataforma de 3,0 kg. O bloco está preso a uma corda de massa desprezível que passa por uma roldana de massa e atrito desprezíveis fixadas na própria plataforma. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre as superfícies de contato (bloco e plataforma) são, respectivamente, 0,3 e 0,2. A plataforma, por sua vez, encontra-se inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal sem atrito. Considere que em um dado instante uma força horizontal  $F$  passa a atuar sobre a extremidade livre da corda, conforme indicado na figura. Para que não haja escorregamento entre o bloco e plataforma, o maior valor do módulo da força  $F$  aplicada, em newtons, é

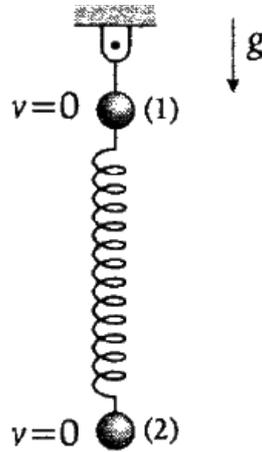
Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- 4/9
- 15/9
- 10
- 20
- 30



**QUESTÃO 01**

A figura mostra duas esferas idênticas, unidas por uma mola. Ao cortar a corda, qual o módulo da aceleração que adquire a esfera (1)?



- A)  $g$
- B)  $2g$
- C)  $2,5g$
- D)  $3g$
- E)  $3,5g$

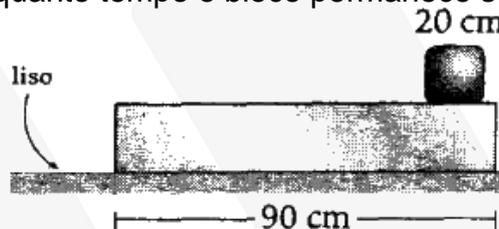
**QUESTÃO 02**

Um jovem está sobre uma superfície horizontal cujos coeficientes de atritos entre os seus pés e a superfície é igual a 0,05 e 0,03. Se ele está a 128 m de um poste, calcule o menor intervalo de tempo que ele leva para passar na frente do poste. Considere que a máxima velocidade desenvolvida por ele vale 8 m/s.

- A) 20 s
- B) 16 s
- C) 32 s
- D) 24 s
- E) 30 s

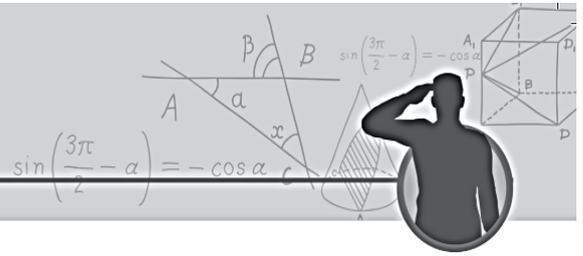
**QUESTÃO 03**

Um bloco liso repousa sobre uma tábua de 10 kg, como mostra a figura. Se a tábua é empurrada com uma força  $\vec{F} = 4\hat{i}$  N, quanto tempo o bloco permanece sobre a tábua?



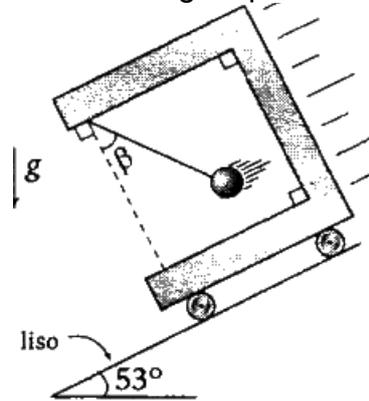
- A) 1 s
- B) 1,5 s
- C) 2 s
- D) 2,5 s
- E) 3 s





**QUESTÃO 04**

A figura mostra uma esfera, sustentada por uma corda ideal, dentro de um carrinho que desce um plano inclinado. Determine a medida do ângulo  $\beta$ .



- A)  $37^\circ$
- B)  $30^\circ$
- C)  $26,5^\circ$
- D)  $18,5^\circ$
- E)  $0^\circ$

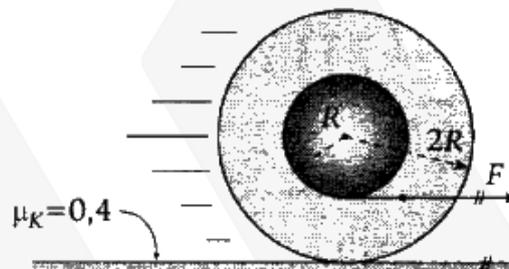
**QUESTÃO 05**

Uma esfera é abandonada de uma grande altura e a resistência exerce nela uma força que é proporcional ao quadrado de sua velocidade. Se a máxima velocidade atingida pela esfera foi de 10 m/s, determine a aceleração,  $m/s^2$ , da esfera quando a sua velocidade for de 5 m/s.

- A) 5
- B) 6,5
- C) 7
- D) 7,5
- E) 8

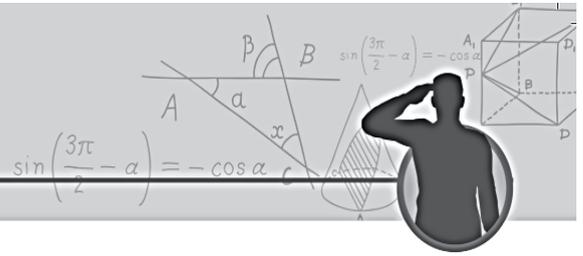
**QUESTÃO 06**

A figura representa um ioiô sendo puxado por uma força  $F$ , este logo começa a se movimentar sem rodar sobre um piso áspero. Determine o módulo da aceleração, em  $m/s^2$ , experimentada por ele.



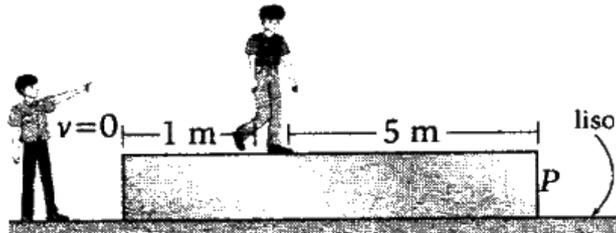
- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5
- E) 6





**QUESTÃO 07**

A figura mostra um garoto de massa  $M$  parado sobre uma tábua de massa  $2M/3$  homogênea em repouso. Quanto andou o garoto até chegar no extremo  $P$ , para o observador parado no solo?



- A) 5 m
- B) 4 m
- C) 3 m
- D) 2 m
- E) 3,5 m

**QUESTÃO 08**

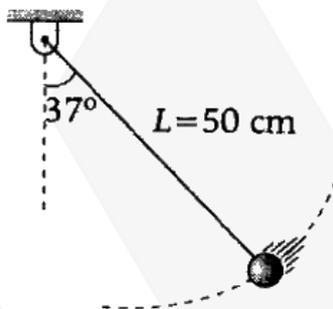
Uma esfera de 1 kg, presa a uma corda de 1 m de comprimento, está dando voltas em um plano vertical. A velocidade da esfera nos pontos mais baixo e mais alto da trajetória são, respectivamente, 20 m/s e  $6\sqrt{10}$  m/s. Determine a razão entre as trações nos pontos mais baixo e mais alto.

- A) 45/38
- B) 41/37
- C) 10/9
- D) 41/35
- E) 7/6

**QUESTÃO 09**

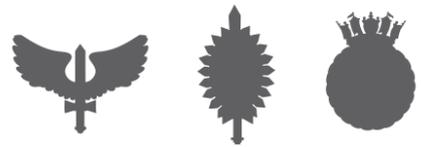
Para o instante mostrado na figura, a esfera de 2 kg tem uma velocidade de 5 m/s e experimenta uma resistência do ar de  $+10\hat{i}$  N. Nesta posição determine o módulo da força de tração e a aceleração tangencial.

Dado:  $\text{sen}37^\circ = 0,6$



- A) 72 N e  $4 \text{ m/s}^2$
- B) 116 N e  $2 \text{ m/s}^2$
- C) 112 N e  $4 \text{ m/s}^2$
- D) 122 N e  $2 \text{ m/s}^2$
- E) 49 N e  $6 \text{ m/s}^2$



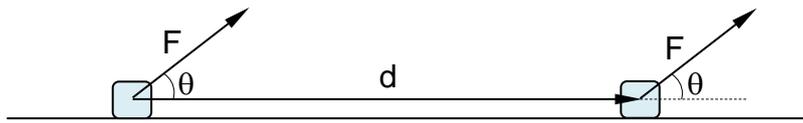


**TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA**

**TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA**

**Trabalho**

Uma força  $F$  realiza trabalho  $W$  quando ela produz um deslocamento  $d$  do seu ponto de aplicação.



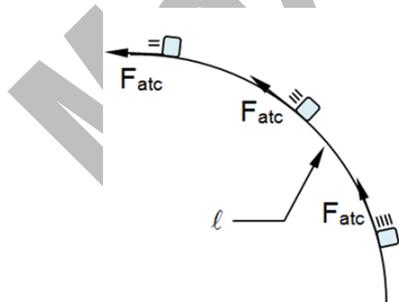
$\vec{F} = \text{cte} \therefore W = \underbrace{F \cdot d \cdot \cos \theta}_{\text{No S.I.} \Rightarrow (U)W = \text{N}\cdot\text{m} = \text{joule(J)}}$

Trabalho motor  $\Rightarrow \cos \theta > 0 \therefore W > 0$

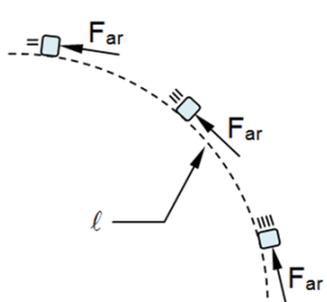
Trabalho resistente  $\Rightarrow \cos \theta < 0 \therefore W < 0$

Trabalho nulo  $\Rightarrow F \perp d \Rightarrow \cos \theta = 0 \therefore W = 0$

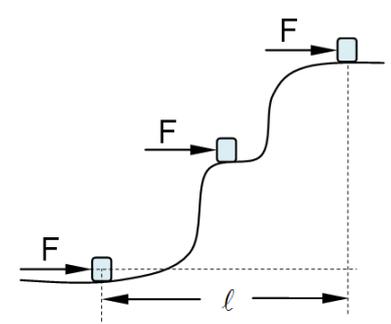
**Atenção!**



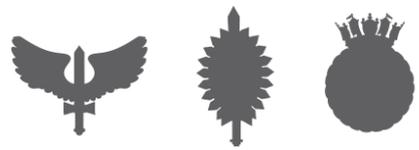
$F_{\text{atc}} = \text{cte}$   
 $W_{F_{\text{atc}}} = -F_{\text{atc}} \cdot l$



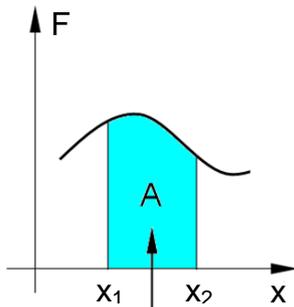
$F_{\text{ar}} = \text{cte}$   
 $W_{F_{\text{ar}}} = -F_{\text{ar}} \cdot l$



$F = \text{cte}$   
 $W_F = F \cdot l$



## Trabalho de uma força de módulo variável



A área hachurada entre  $x_1$  e  $x_2$  determina o trabalho realizado pela força  $F$  nesse intervalo, ou seja,  $A = W$ .

## Trabalho resultante



$$W_R = W_1 + W_2 + \dots + W_n$$

## Energia

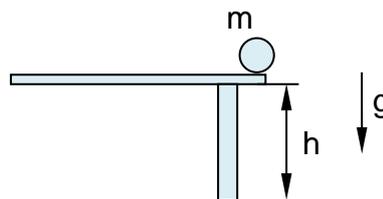
A energia é uma grandeza física que não tem definição mais pode ser interpretada como sendo a capacidade que uma força tem de realizar trabalho. A energia não pode ser criada e nem destruída e sim transformada em outras formas de energia esta é a **lei geral da conservação de energia**. Vamos ver agora algumas formas de energia:

### Energia cinética

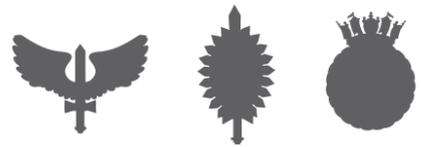


$$E_C = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

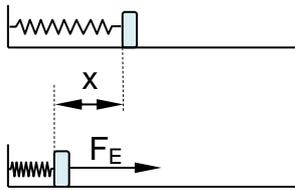
### Energia potencial gravitacional



$$E_{PG} = m \cdot g \cdot h$$



**Energia potencial elástica**



$$E_{PE} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

**Energia mecânica**

$$E_M = E_C + E_P$$

**Teorema da energia cinética**

$$W_R = \Delta E_C$$

**Forças conservativas**

Força conservativa  $\Rightarrow$  Faz a energia mecânica ser constante  $\Rightarrow W_{FC} = -\Delta E_P$

As forças conservativas são

{	Força gravitacional $\Rightarrow W_{FG} = -\Delta E_{PG}$
	Força elástica $\Rightarrow W_{FE} = -\Delta E_{PE}$
	Força elétrica $\Rightarrow W_{FE} = -\Delta E_{PE}$

**Atenção!**

As forças não conservativas são aquelas que fazem a energia mecânica variar. Exemplos: força de atrito, resistência do ar, etc.

Para problemas envolvendo forças não conservativas é prático aplicar:

$$W_{FNC} = \Delta E_M$$

Para problemas envolvendo apenas forças conservativas é prático aplicar:

$$E_M = \text{cte} \therefore E_M = E_{M_0}$$

**Potência**

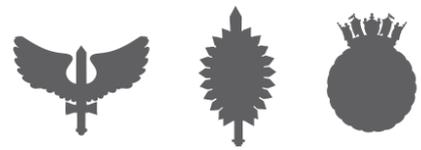
Define-se potência como sendo a rapidez com que uma força realiza trabalho e pode ser interpretada da seguinte forma:

**Potência média ou potência constante**

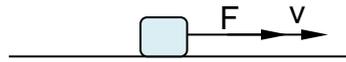
$$P_M = \frac{W}{\Delta t} \quad [\text{No S.I. : J/s = watt (W)}]$$

**Potência instantânea**

$$P = \lim_{t \rightarrow t_0} P_M$$



## Atenção!

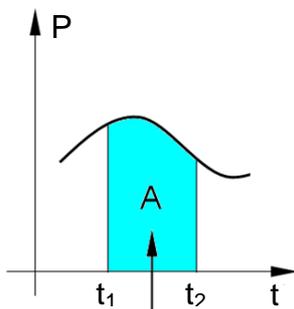


$$P = \lim_{t \rightarrow t_0} P_M \therefore P = \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{W}{\Delta t}$$

$$F = \text{cte} \Rightarrow P = \lim_{t \rightarrow t_0} F \cdot \frac{\Delta s}{\Delta t} \therefore P = F \cdot \lim_{t \rightarrow t_0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

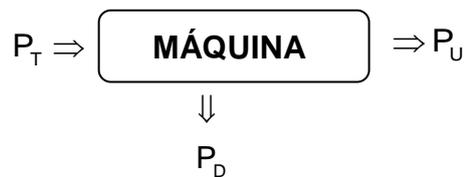
$$P = F \cdot v$$

## Diagrama da potência em função do tempo

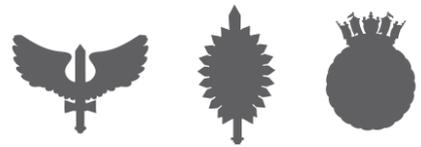


A área hachurada entre  $t_1$  e  $t_2$  determina o trabalho realizado pela força  $F$  nesse intervalo, ou seja,  $A = W$ .

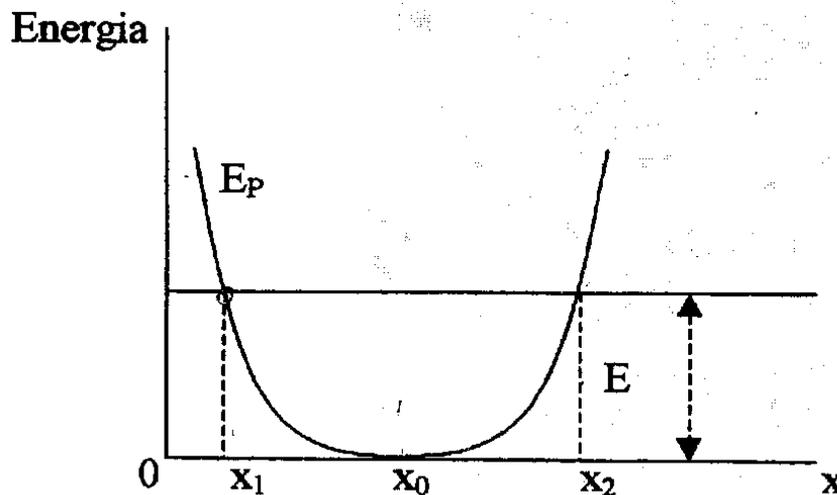
## Rendimento



$$\eta = \frac{P_U}{P_T} = \frac{W_U}{W_T} = \frac{E_U}{E_T}$$



01. (EFOMM) Uma partícula P move-se em linha reta em torno do ponto  $x_0$ . A figura abaixo ilustra a energia potencial da partícula em função da coordenada  $x$  do ponto P. Supondo que a energia total da partícula seja constante e igual a  $E$  podemos afirmar que:

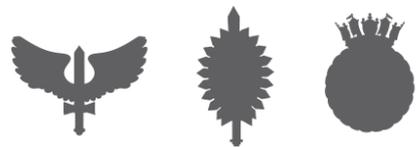


- A) nos pontos  $x_1$  e  $x_2$  a energia cinética da partícula é a máxima
- B) a energia cinética da partícula entre  $x_1$  e  $x_2$  é constante.
- C) no ponto  $x_0$  a energia cinética da partícula é nula
- D) nos pontos  $x_1$  e  $x_2$  a energia cinética da partícula é nula
- E) nenhuma das opções acima é correta.

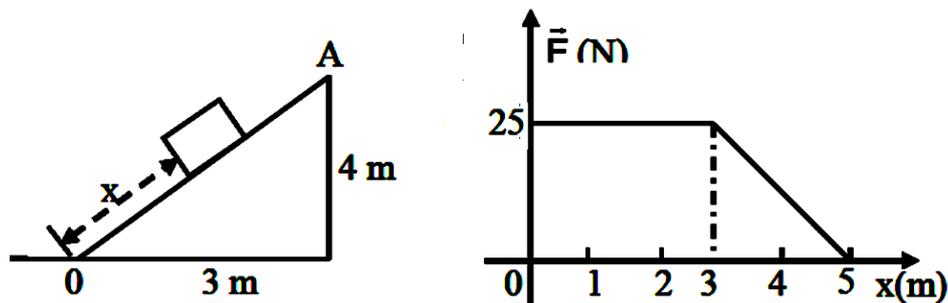
02. (EFOMM) Um bloco de massa  $m = 4,00$  kg desliza sobre um plano horizontal sem atrito e choca-se com uma mola horizontal de massa desprezível, e constante elástica  $k = 1,00$  N/m, presa a uma parede vertical. Se a compressão máxima da mola é de  $2,00$  cm:



- A) a velocidade com que o bloco se afasta da mola, uma vez cessada a interação, é  $10^2$  m/s.
- B) a energia cinética se conserva durante a interação
- C) a quantidade de movimento do bloco é a mesma durante a interação.
- D) a energia potencial do bloco é máxima para uma compressão de  $1,00$  cm da mola
- E) nenhuma das afirmações é correta.



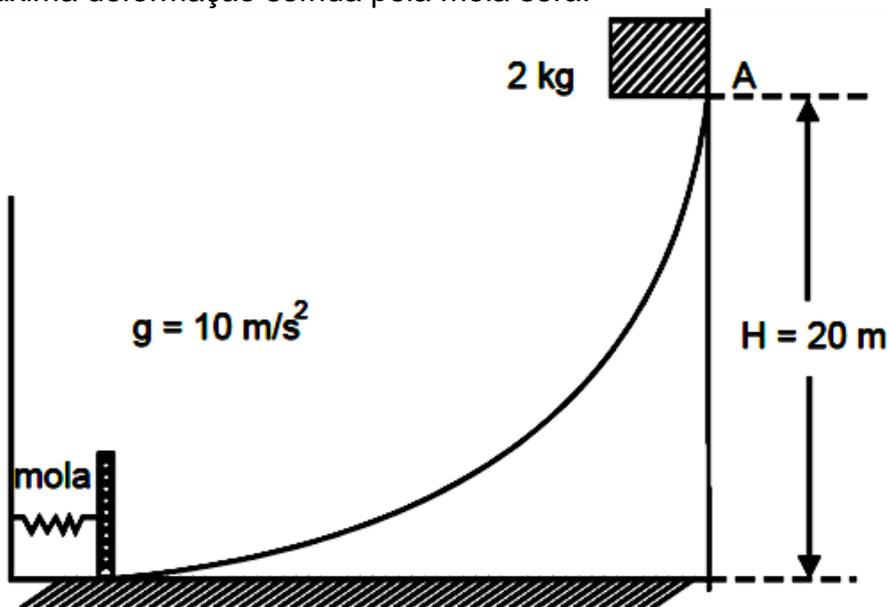
**03. (EFOMM)** Uma carga de massa 1,0 kg parte do repouso e sobe uma rampa, mediante a aplicação da força variável “F”, cujo gráfico em função do deslocamento “x” está abaixo representado.



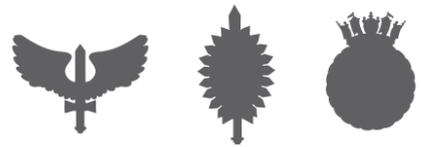
Calcule a velocidade da carga ao atingir o ponto “A” (extremidade da rampa), sabendo que o trabalho correspondente da força de atrito de “0” a “A” é de 10 joules ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

- A) 5 m/s
- B) 6 m/s
- C) 7 m/s
- D) 8 m/s
- E) 10 m/s

**04. (EFOMM)** No sistema conservativo esquematizado, um corpo com massa de 2 Kg desliza a partir do repouso em A até atingir a mola de constante elástica  $2 \times 10^3 \text{ N/m}$ . Considerando-se  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a máxima deformação sofrida pela mola será:



- A)  $\frac{5\sqrt{3}}{3} \text{ m}$
- B)  $\frac{4\sqrt{6}}{7} \text{ m}$
- C)  $\frac{3}{2} \text{ m}$
- D)  $\frac{2\sqrt{3}}{3} \text{ m}$
- E)  $\frac{\sqrt{10}}{5} \text{ m}$



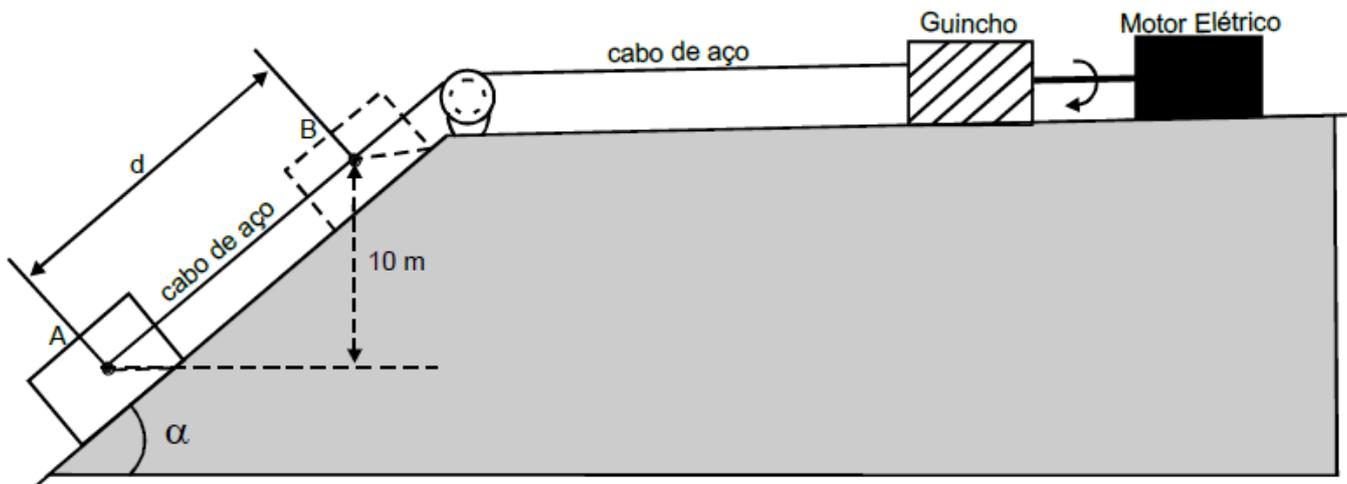
**05. (EFOMM)** Um automóvel se desloca com velocidade constante de 72 km/h, sujeito a uma força útil de tração constante desenvolvida pelo seu motor, de 3000 N. Se o rendimento do motor for de 40 %, a potência total que ele fornece ao veículo é de:

- A) 220 kW
- B) 200 kW
- C) 190 kW
- D) 180 kW
- E) 150 kW

**06. (EFOMM)** Um automóvel tem massa de 1500 kg e pode acelerar do repouso até uma velocidade de 108 km/h, em 10 segundos. O trabalho e a potência desenvolvida pelo carro nesta aceleração são, respectivamente:

- A)  $8,8 \cdot 10^5$  J e 88 kW
- B)  $6,9 \cdot 10^5$  J e 69 kW
- C)  $6,75 \cdot 10^5$  J e 67,5 kW
- D)  $5,5 \cdot 10^5$  J e 55,6 kW
- E)  $4,59 \cdot 10^5$  J e 45,9 kW

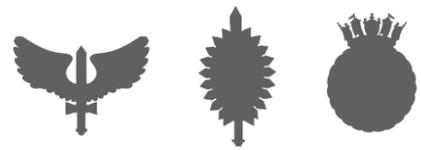
**07. (EFOMM)**



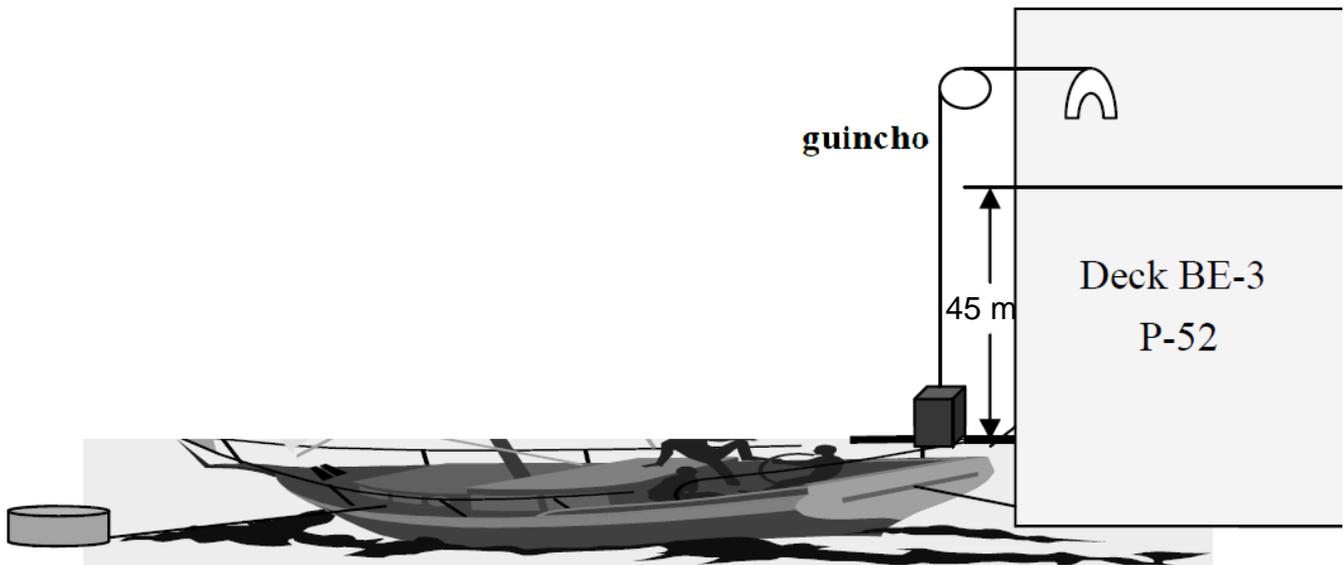
Dados:  $\text{sen} \alpha = 0,8$ ,  $\text{cos} \alpha = 0,6$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Um bloco é içado por um guincho acoplado a um motor elétrico, conforme o esquema apresentado acima. O bloco é içado com velocidade constante desde a posição A até a posição B, sendo elevado a uma altura de 10 m, considerada a posição inicial. A massa do bloco é de 4 toneladas e o coeficientes de atrito entre o bloco e o plano é de 0,2. A tração no cabo de aço e o seu trabalho quando o corpo se desloca de A até são respectivamente,

- A)  $2,00 \cdot 10^3$  N e  $3,80 \cdot 10^3$  N.m
- B)  $3,02 \cdot 10^3$  N e  $3,90 \cdot 10^5$  N.m
- C)  $3,68 \cdot 10^4$  N e  $4,60 \cdot 10^5$  N.m
- D)  $3,68 \cdot 10^4$  N e  $5,25 \cdot 10^5$  N.m
- E)  $4,08 \cdot 10^4$  N e  $4,12 \cdot 10^5$  N.m



**08. (EFOMM)** Um guincho a bordo de uma plataforma na Bacia de Campos eleva, do convés de uma embarcação tipo “Supplier” até o deck BE-3, um minicontêiner de 0,7 toneladas, em um (1) minuto. Sabe-se que a diferença de altura média entre a embarcação de apoio e a plataforma é 45 m.



A potência, em kW, aplicada pelo motor elétrico do guincho para realizar o trabalho em questão, no intervalo de tempo dado, considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , é de aproximadamente:

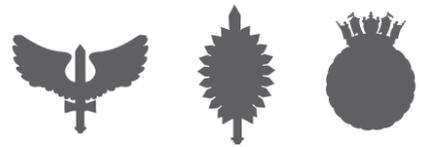
- A) 3,35
- B) 4,45
- C) 5,25
- D) 6,45
- E) 7,55

**09. (EFOMM)** Um automóvel se desloca com velocidade de 54 Km/h e, repentinamente, é acelerado até 72 Km/h, em 10s. Sabendo-se que a massa do automóvel é de 1200 Kg, a potência útil desenvolvida pelo motor para acelerar o automóvel será de

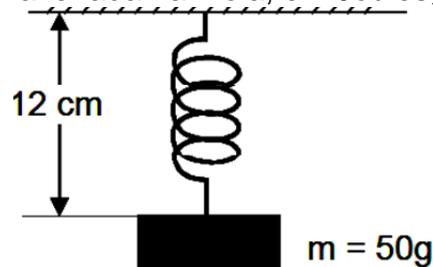
- A) 10,3 kW
- B) 10,5 kW
- C) 11,4 kW
- D) 11,8 kW
- E) 20,5 kW

**10. (EFOMM)** Uma embarcação mercante de 185 m de comprimento e boca (largura máxima a meia nau) de 29 m é impulsionada por um motor principal de potência nominal 18708 kW, a 127 rpm; o módulo da força (em kN) de propulsão, quando a embarcação estiver se deslocando a 14 nós (1nó = 1,852 km/h), aos mesmos 127 rpm, é

- A) 1456
- B) 2598
- C) 3301
- D) 4563
- E) 5447



**11. (EFOMM)** Uma mola possui comprimento natural de 10 cm quando pendurada na posição vertical, ao ser fixada por uma de suas extremidades. Coloca-se, na sua extremidade livre, um objeto de massa 50 gramas; nesta nova situação, o comprimento da mola passa a ser de 12 cm, considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a intensidade da força elástica de deformação, em Newtons, e a energia potencial elástica armazenada na mola, em Joules, valem, respectivamente:



- A) 0,50 e 0,03
- B) 0,50 e 0,005
- C) 0,60 e 0,05
- D) 0,70 e 0,08
- E) 0,60 e 0,003

**12. (EFOMM)** Certa embarcação mercante tem 33000 toneladas de porte bruto (massa da embarcação); quando seu sistema propulsor, de potência 8750 HP, aplica força de 3000000 N na rotação máxima de serviço (118 rpm), a quantidade de movimento da embarcação, em kgm/s é, aproximadamente (dado 1 HP = 746 watts)

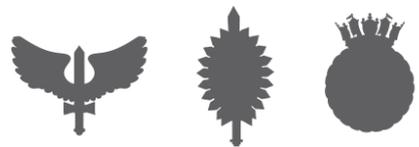
- A)  $3,6 \times 10^7$
- B)  $4,7 \times 10^7$
- C)  $5,8 \times 10^7$
- D)  $7,2 \times 10^7$
- E)  $8,9 \times 10^7$

**13. (EFOMM)** Uma bomba abastece um tanque de 1500 litros de água em 10 minutos. O tanque se encontra a 6 m do nível do rio e a velocidade com que a água chega ao tanque é de 4 m/s. Qual é a potência dessa bomba, em CV, desprezando-se os atritos? (Considere: velocidade da água na superfície do rio nula; densidade da água = 1 kg/litro;  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e 1 CV = 736 W.)

- A) 3,2
- B) 2,4
- C) 1,5
- D) 0,38
- E) 0,23

**14. (EFOMM)** Em um carregamento (carga geral), o cabo que sustenta uma lingada com 16 fardos de algodão prensado, de 40 kg cada um, em repouso, rompe a 24,0 m de altura do convés principal. A energia cinética (em joules), quando do impacto da carga no convés é (supor  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ), aproximadamente,

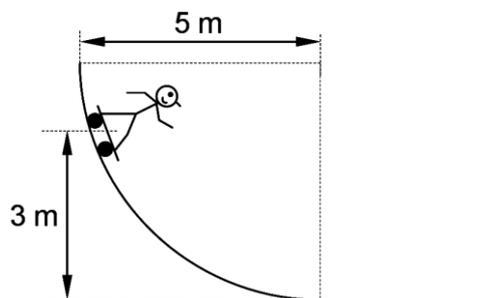
- A)  $1,54 \cdot 10^5$
- B)  $1,64 \cdot 10^5$
- C)  $1,71 \cdot 10^5$
- D)  $1,83 \cdot 10^5$
- E)  $1,97 \cdot 10^5$



15. (EFOMM) Um sistema móvel de talhas é usado para remoção/troca de camisas em uma praça de máquina conseguiu-se remover uma camisa de massa 320 kg de um cilindro de 2,4 metros de altura em 4,4 segundos. A potência mecânica útil (em kW) do sistema de talhas utilizado é, aproximadamente (considere  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ),

- A) 1,75
- B) 2,25
- C) 3,55
- D) 4,35
- E) 5,15

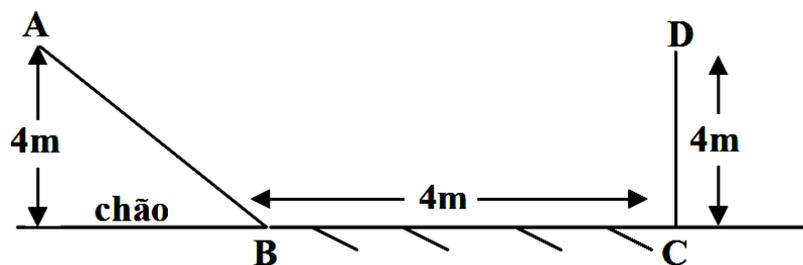
16. (EFOMM) Seja um esquetista (massa total de 72 kg) saindo do repouso, descendo uma pista (suposta circular, de raio 5 m) desde uma altura de 3 m em relação ao solo, conforme desenho abaixo:



A reação normal (em N) que sobre ele atua no ponto de maior velocidade da pista é de  
 Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

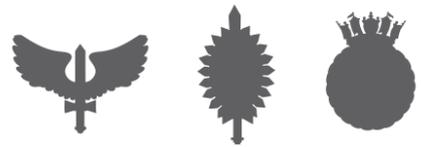
- A) 1243
- B) 1355
- C) 1584
- D) 1722
- E) 1901

17. (EFOMM) Um objeto de massa 2 kg é deslocado pelo trecho ABCD, conforme o desenho abaixo. O trabalho total da força peso, em joules, no trecho é

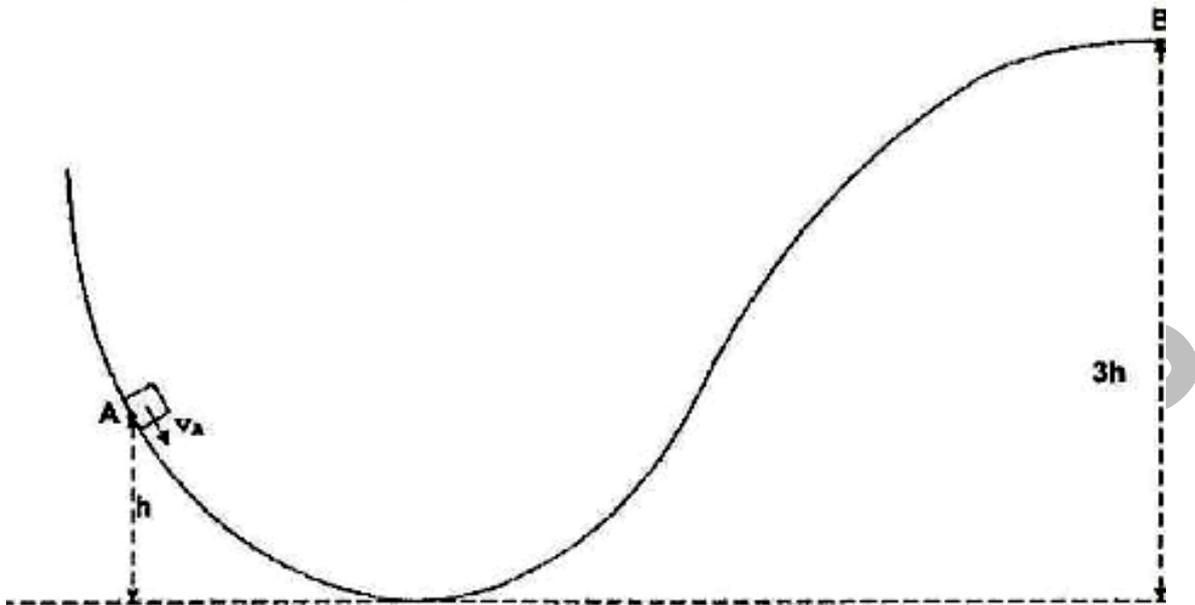


Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- A) 0
- B) 80
- C) 160
- D) 240
- E) 320



18. (EFOMM) Analise a figura a seguir.

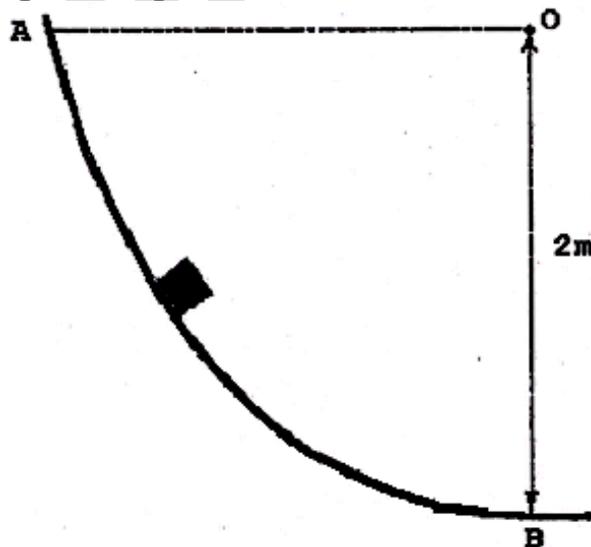


Considere o bloco percorrendo a rampa ilustrada na figura acima, sendo que, ao passar pelo ponto A, o módulo de sua velocidade é  $v_A = 8,0 \text{ m/s}$ . Sabe-se que  $h = 2 \text{ m}$  e que o atrito entre as superfícies da rampa e do bloco é desprezível. Com relação ao ponto B da rampa, é correto afirmar que o bloco

Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- A) não conseguirá atingi-lo.
- B) o atingirá com metade da velocidade  $v_A$ .
- C) o atingirá com 30% da velocidade  $v_A$ .
- D) o atingirá e permanecerá em repouso.
- E) o atingirá com velocidade de  $1,6 \text{ m/s}$ .

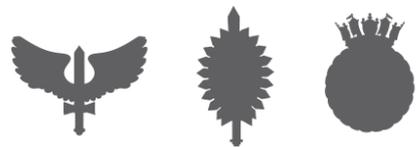
19. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



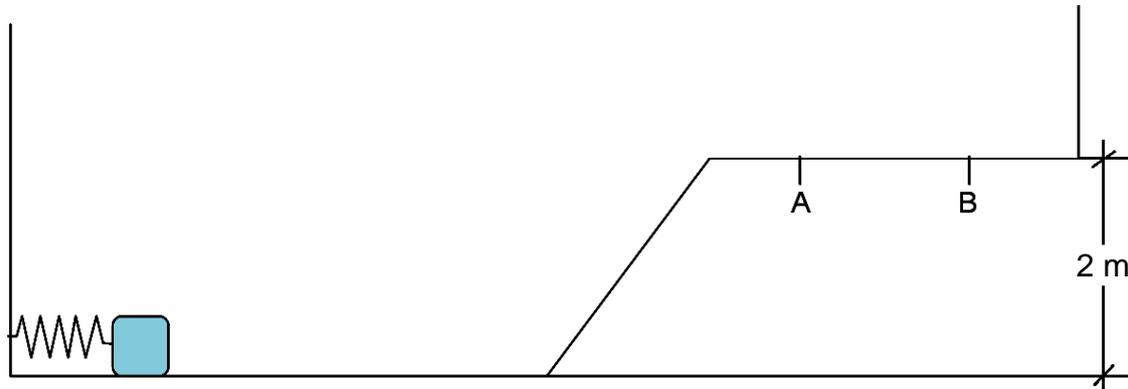
Na figura acima o bloco de massa  $30 \text{ kg}$ , que é abandonado do ponto A com velocidade zero, desliza sobre a pista AB. Considere que ao longo do percurso a força de atrito entre o bloco e a pista dissipa  $60 \text{ J}$  de energia. A velocidade do bloco no ponto B, em  $\text{m/s}$ , é

Dado  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- A) 6,0
- B) 7,0
- C) 8,0
- D) 9,0
- E) 10,0



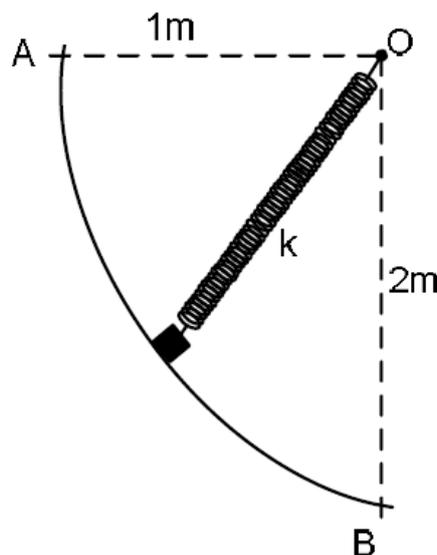
**20. (EFOMM)** Um bloco de massa igual a 500 g está em repouso diante de uma mola ideal com constante elástica de  $1,1 \cdot 10^4$  N/m e será lançado pela mola para atingir o anteparo C com velocidade de 10 m/s.



O percurso, desde a mola até o anteparo C, é quase todo liso, e apenas o trecho de 5 m que vai de A até B possui atrito, com coeficiente igual a 0,8. Então, a compressão da mola deverá ser

- A) 2 cm.
- B) 5 cm.
- C) 8 cm.
- D) 10 cm.
- E) 2 m.

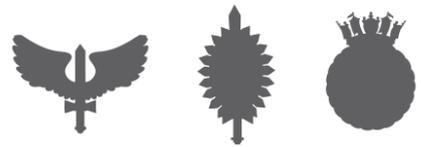
**21. (EFOMM)** Na figura, temos um bloco de massa  $m = 30,0$  kg preso a uma mola de constante elástica  $k = 200$  N/m e comprimento natural  $L = 3,00$  metros, a qual tem seu outro extremo fixo no ponto O.



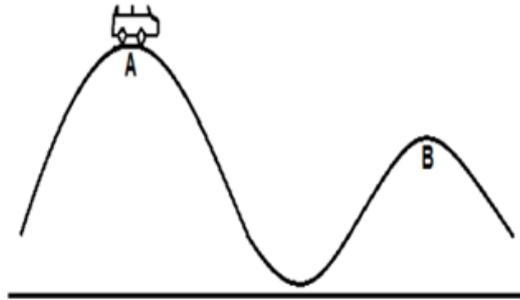
O bloco é abandonado no ponto A com velocidade nula e desliza sem atrito sobre a pista de descida AB, a qual se encontra no plano vertical que contém o ponto O. A velocidade do bloco, em m/s, ao atingir o ponto B, aproximadamente, é

Dado:  $g = 10,0$  m/s<sup>2</sup>

- A) 3,70
- B) 5,45
- C) 7,75
- D) 9,35
- E) 11,0



22. (EFOMM) Em uma montanha russa, um carrinho com massa de 200 kg passa pelo ponto A, que possui altura de 50 m em relação à linha horizontal de referência, com velocidade de 43,2 km/h. Considerando que não há atrito e que  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a velocidade com que o carrinho passa pelo ponto B, que possui altura de 37,2 m em relação à linha horizontal de referência, é de aproximadamente:



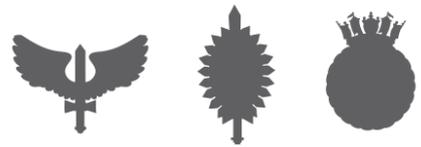
- A) 120 km/h.
- B) 80 km/h.
- C) 72 km/h.
- D) 40 km/h.
- E) 20 km/h.

Maxwell Videoaulas



**GABARITO**

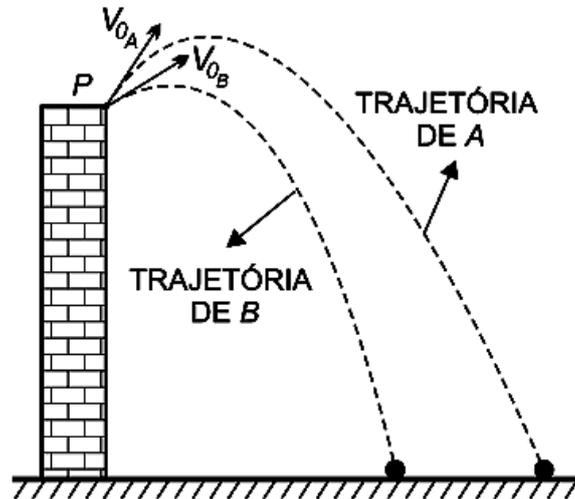
01. D	02. E	03. E	04. E	05. E	06. C	07. C	08. C	09. B	10. B	11. B	12. D
13. E	14. A	15. A	16. C	17. A	18. A	19. A	20. D	21. C	22. C		



**TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

Duas esferinhas A e B, de massas  $2m$  e  $m$ , respectivamente, são lançadas com a mesma energia cinética do ponto P e seguem as trajetórias indicadas na figura abaixo.



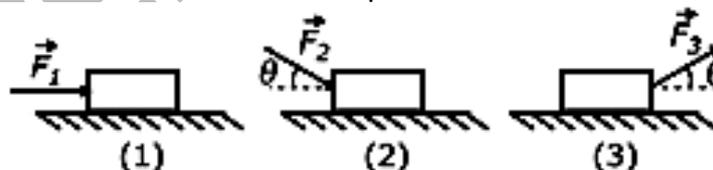
Sendo a aceleração da gravidade local constante e a resistência do ar desprezível, é correto afirmar que a razão  $\frac{V_A}{V_B}$  entre as velocidades das esferinhas A e B imediatamente antes de

atingir o solo é

- A) igual a 1
- B) maior que 1
- C) maior que 2
- D) menor que 1

**02. (AFA)**

A figura abaixo representa três formas distintas para um bloco entrar em movimento.

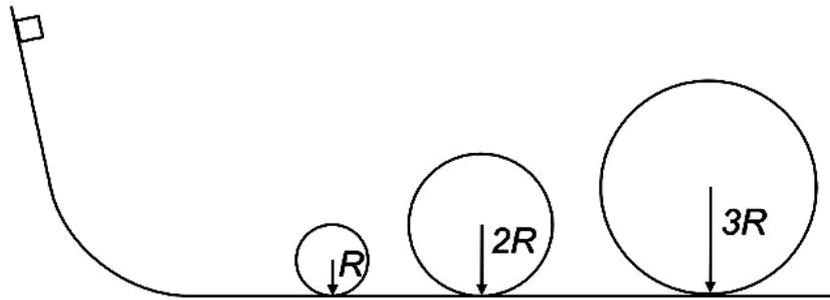
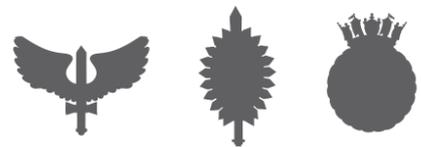


Sabe-se que as forças  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  e  $\vec{F}_3$  são constantes e de mesma intensidade. Desprezando-se qualquer resistência, pode-se afirmar que, depois de percorrida uma mesma distância, a energia cinética,  $E_1$ ,  $E_2$  e  $E_3$  adquirida em cada situação, é tal que

- A)  $E_1 = E_2 = E_3$
- B)  $E_1 > E_2 = E_3$
- C)  $E_1 < E_2 < E_3$
- D)  $E_1 = E_2 > E_3$

**03. (AFA)**

Uma partícula é abandonada de uma determinada altura e percorre o trilho esquematizado na figura abaixo, sem perder contato com ele.

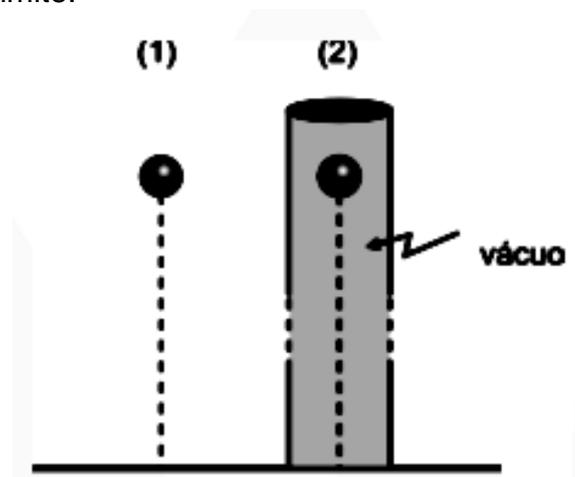


Considere que não há atrito entre a partícula e o trilho, que a resistência do ar seja desprezível e que a aceleração da gravidade seja  $g$ . Nessas condições, a menor velocidade possível da partícula ao terminar de executar o terceiro looping é

- A)  $\sqrt{3Rg}$
- B)  $\sqrt{7Rg}$
- C)  $\sqrt{11Rg}$
- D)  $\sqrt{15Rg}$

**04. (AFA)**

A figura (1) mostra uma bola de isopor caindo, a partir do repouso, sob efeito da resistência do ar, e a figura (2) mostra outra bola idêntica, abandonada no vácuo no instante  $t_1$  em que a primeira atinge a velocidade limite.

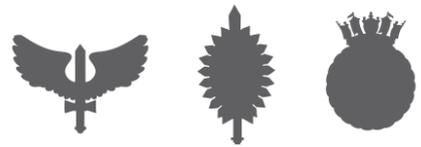


Considere que a bola da situação 2 atinge o solo com uma velocidade duas vezes maior que a velocidade limite alcançada pela bola na situação 1. Nestas condições, pode-se afirmar que o percentual de energia dissipada na situação 1 foi de

- A) 10%
- B) 25%
- C) 50%
- D) 75%

**05. (AFA)**

O volume de água necessário para acionar cada turbina de uma determinada central hidrelétrica é cerca de  $700 \text{ m}^3$  por segundo, "guiado" através de um conduto forçado de queda nominal igual a 112 m. Considere a densidade da água igual a  $1 \text{ kg/L}$ . Se cada turbina geradora asse-

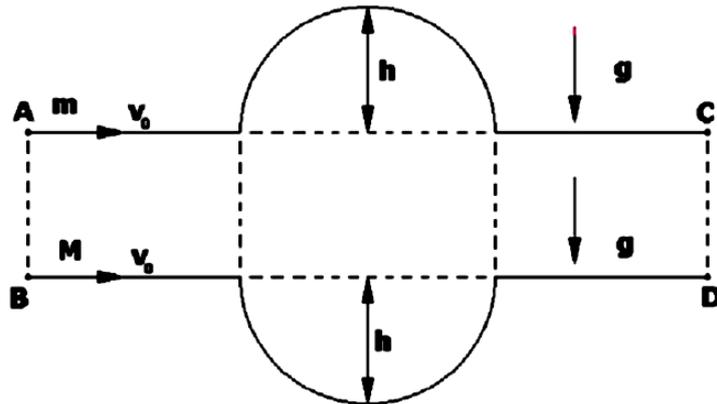


gura uma potência de 700 MW, a perda de energia nesse processo de transformação mecânica em elétrica é, aproximadamente, igual a

- A) 5%
- B) 10%
- C) 15%
- D) 20%

**06. (AFA)**

Duas partículas são lançadas nos pontos A e B com a mesma velocidade  $v_0$ , conforme indica a figura abaixo:

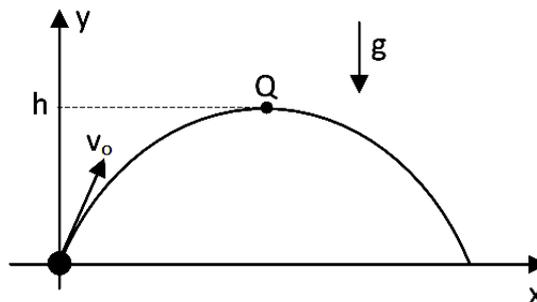


Enquanto a partícula de massa  $m$  passa por um trecho em elevação, a outra, de massa  $M$ , passa por uma depressão com a mesma forma e “profundidade”  $h$ . Desprezando-se quaisquer forças dissipativas, pode-se afirmar que a razão  $t_A / t_B$  entre os tempos gastos pelas partículas para atingirem os pontos D e C é

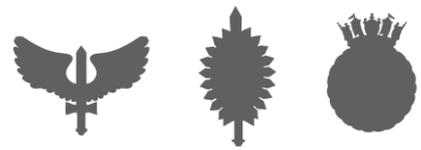
- A) menor que 1, se  $m > M$ .
- B) maior que 1, independentemente da razão  $m/M$ .
- C) igual a 1, independentemente da razão  $m/M$ .
- D) pode ser igual a 1, se  $m < M$ .

**07. (AFA)**

Uma partícula de massa  $m$  é lançada obliquamente com velocidade  $v_0$  próxima à superfície terrestre, conforme indica a figura abaixo. A quantidade de movimento adquirida pela partícula no ponto Q, de altura máxima, é



- A)  $mv_0$
- B)  $m\sqrt{v_0^2 - 2gh}$
- C)  $m\sqrt{2gh}$
- D)  $m\sqrt{\frac{v_0^2}{2} - gh}$



**08. (AFA)**

Um corpo é abandonado em queda livre, a partir do repouso, sob ação da gravidade. Se sua velocidade, depois de perder uma quantidade  $E$  de energia potencial gravitacional, é  $v$ , pode-se concluir que a massa do corpo é dada por:

- A)  $2Ev$
- B)  $2Ev^2$
- C)  $\frac{2v^2}{E}$
- D)  $\frac{2E}{v^2}$

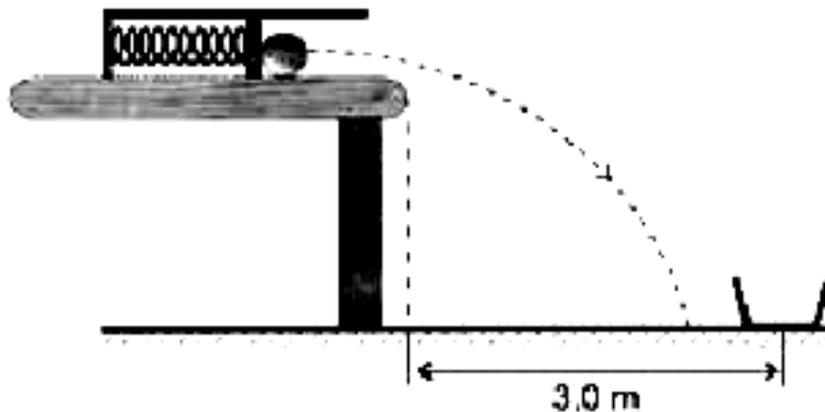
**09. (AFA)**

Para manter uma lancha a uma velocidade constante de 36 km/h, é necessário que o motor forneça às hélices propulsoras uma potência de 40 cv (29400 W). Se a lancha estivesse sendo rebocada a esta velocidade, qual seria a tensão no cabo de reboque?

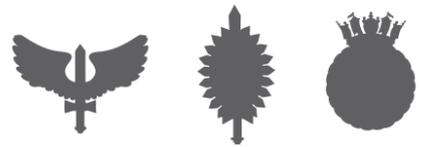
- A) 294 N
- B) 2940 N
- C) 8160 N
- D) 816 N

**10. (AFA)**

Duas crianças estão brincando de atirar bolas de gude dentro de uma caixa no chão. Elas usam um brinquedo que lança as bolas pela descompressão de uma mola que é colocada horizontalmente sobre uma mesa onde o atrito é desprezível. A primeira criança comprime a mola 2 cm e a bola cai a 1,0 m antes do alvo, que está a 3,0 m horizontalmente da borda da mesa. A deformação da mola imposta pela segunda criança, de modo que a bola atinja o alvo é

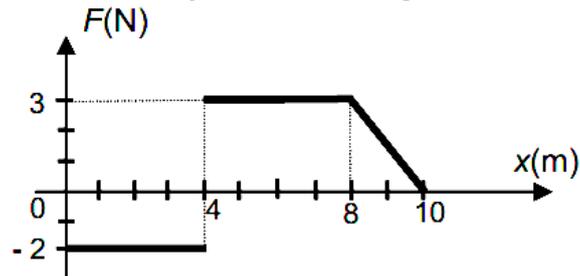


- A) 1,7 cm
- B) 2,0 cm
- C) 3,0 cm
- D) 9,0 cm



**11. (AFA)**

Uma partícula está sob efeito de uma força conforme o gráfico abaixo:

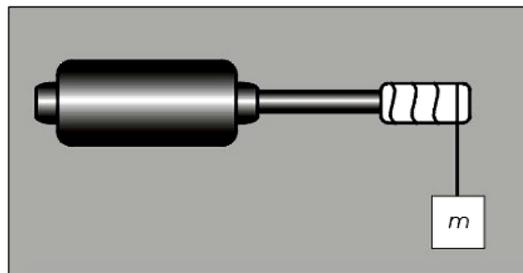


O trabalho, em joules, realizado pela força no intervalo  $x = 0$  a  $x = 10$  é de

- A) 7.
- B) 10.
- C) 4.
- D) 23.

**12. (AFA)**

O motor da figura imprime ao corpo de massa  $m$  uma aceleração para cima de módulo igual a  $g$ . Calcule a potência fornecida pelo motor em função do tempo, sabendo-se que o corpo partiu do repouso no instante  $t = 0$ .



- A)  $P = \frac{2mg^2}{t}$
- B)  $P = \frac{mg^2}{2t}$
- C)  $P = 2mg^2t$
- D)  $P = mg^2t$

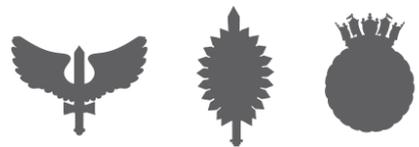
**13. (AFA)**

Um homem de dois metros de altura, com peso igual a  $900\text{ N}$ , preso por um dos pés a uma corda elástica, pula de uma ponte de  $100\text{ m}$  de altura sobre um rio. Sendo a constante elástica da corda equivalente a  $300\text{ N/m}$  e seu comprimento igual a  $72\text{ m}$ , pode-se afirmar que a menor distância entre a cabeça do homem e a superfície da água foi, em metros,

- A) 0
- B) 4
- C) 6
- D) 2

**14. (AFA)**

Uma bola abandonada de uma altura  $H$ , no vácuo, chega ao solo e atinge, agora, altura máxima  $h$ . A razão entre a velocidade com que a bola chega ao solo e aquela com que ela deixa o solo é



- A)  $\left(\frac{H}{h}\right)^{\frac{1}{2}}$
- B)  $\frac{H}{h}$
- C)  $\left(\frac{H}{h}\right)^{\frac{3}{2}}$
- D)  $\left(\frac{H}{h}\right)^2$

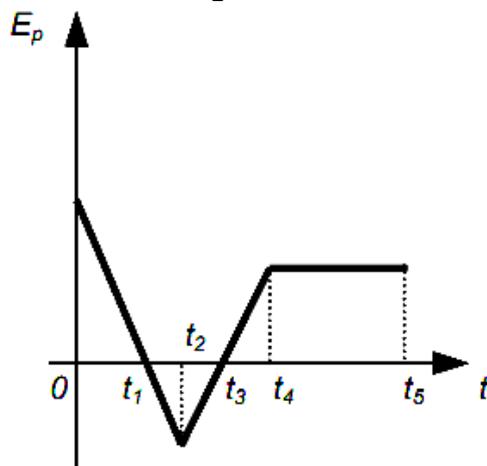
**15. (AFA)**

Uma partícula de massa 1 kg se move ao longo do eixo Ox. O módulo da força, em newtons, que atua sobre a partícula é dado por  $F(x) = 2x - 2$ . Se a partícula estava em repouso na posição  $x = 0$ , a sua velocidade na posição  $x = 4$  m é

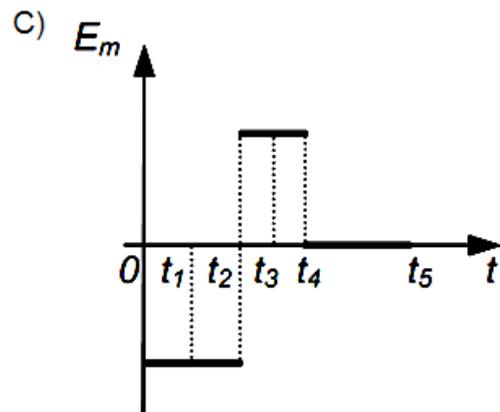
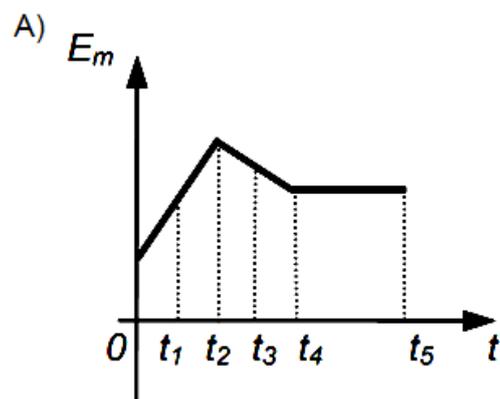
- A) 3,5 m/s.
- B) 4,0 m/s.
- C) 4,5 m/s.
- D) 5,0 m/s.

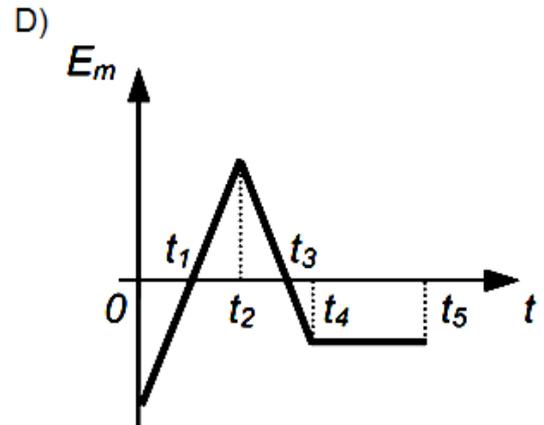
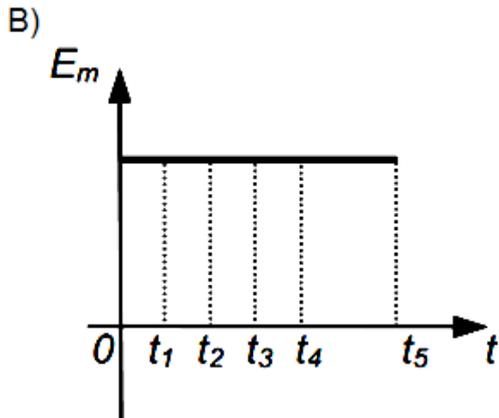
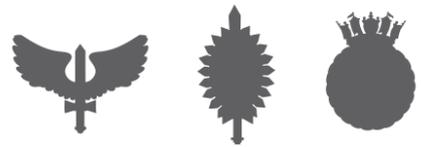
**16. (AFA)**

Um corpo de massa  $m$  se movimenta num campo de forças conservativas e sua energia potencial ( $E_p$ ) varia com o tempo de acordo com o gráfico abaixo.



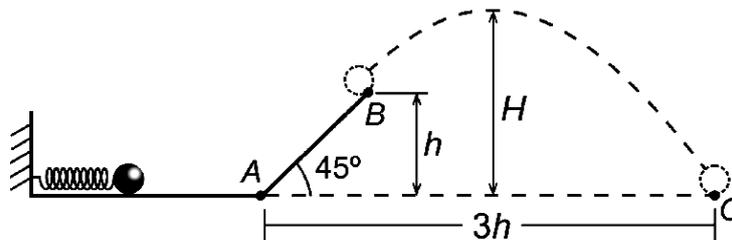
O gráfico que MELHOR representa a variação da energia mecânica ( $E_m$ ) do corpo com o tempo ( $t$ ) é





**17. (AFA)**

Uma pequena esfera de massa  $m$  é mantida comprimindo uma mola ideal de constante elástica  $k$  de tal forma que a sua deformação vale  $x$ . Ao ser disparada, essa esfera percorre a superfície horizontal até passar pelo ponto A subindo por um plano inclinado de  $45^\circ$  e, ao final dele, no ponto B, é lançada, atingindo uma altura máxima  $H$  e caindo no ponto C distante  $3h$  do ponto A, conforme figura abaixo.



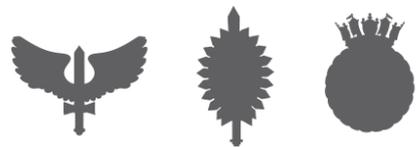
Considerando a aceleração da gravidade igual a  $g$  e desprezando quaisquer formas de atrito, pode-se afirmar que a deformação  $x$  é dada por

- A)  $\left(\frac{3mgh}{5k}\right)^{1/2}$
- B)  $\frac{2h^2k}{mg}$
- C)  $\left(\frac{5mgH}{2k}\right)^{1/2}$
- D)  $\left(\frac{3H^2k}{mg}\right)^{1/2}$

**18. (AFA)**

O motor de um avião a jato que se desloca a  $900 \text{ km/h}$ , expela por segundo  $200 \text{ kg}$  de gases provenientes da combustão. Sabendo-se que estes produtos da combustão são expelidos pela retaguarda, com velocidade de  $1800 \text{ km/h}$  em relação ao avião, pode-se afirmar que a potência liberada pelo motor vale

- A)  $1,00 \cdot 10^5 \text{ W}$ .
- B)  $2,50 \cdot 10^7 \text{ W}$ .
- C)  $3,70 \cdot 10^7 \text{ W}$ .
- D)  $3,24 \cdot 10^8 \text{ W}$ .



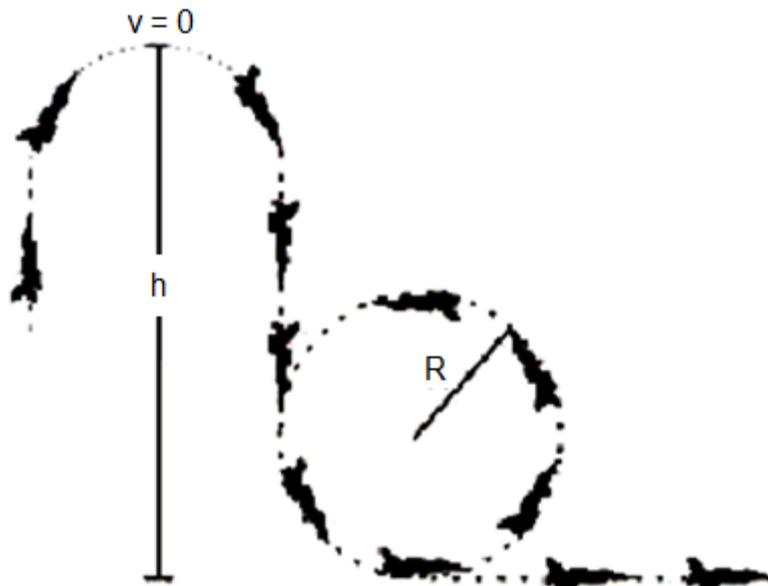
**19. (AFA)**

Um corredor despende 60.000 J durante 10 s, numa competição de 100 metros rasos. Três quartos dessa energia são liberados, diretamente, sob a forma de calor, e o restante é dissipado pelo seu corpo em trabalho mecânico. A força média que esse atleta desenvolve, em N, é

- A) 300.
- B) 450.
- C) 150.
- D) 600.

**20. (AFA)**

Durante uma manobra, ao atingir velocidade nula, um avião desliga o motor e após queda livre realiza um looping, conforme indica a figura.

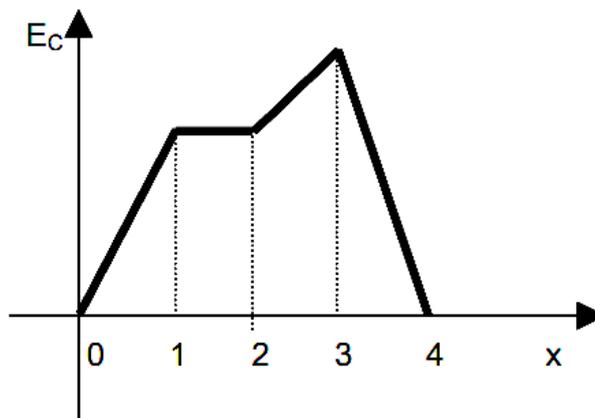


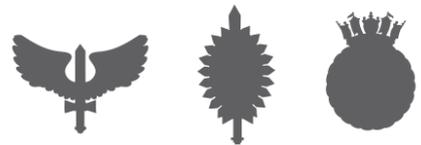
Desprezando-se a resistência com o ar e considerando-se a trajetória do looping circular de raio  $R$ , a menor altura  $h$  para que o avião consiga efetuar esse looping é

- A) 1,5 R
- B) 2,0 R
- C) 2,5 R
- D) 3,0 R

**21. (AFA)**

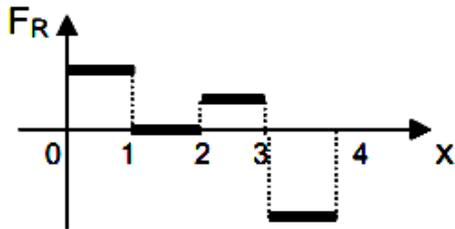
A energia cinética  $E_C$  de um corpo de massa  $m$  que se desloca sobre uma superfície horizontal e retilínea é mostrada no gráfico em função do deslocamento  $x$ .



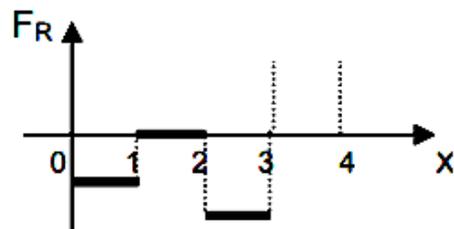


O gráfico da força resultante  $F_R$  que atua sobre o corpo em função do deslocamento  $x$  é:

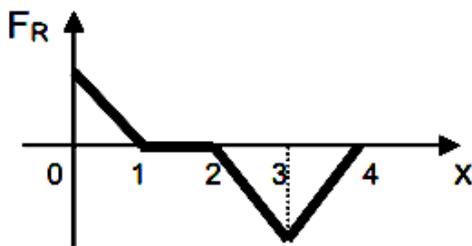
A)



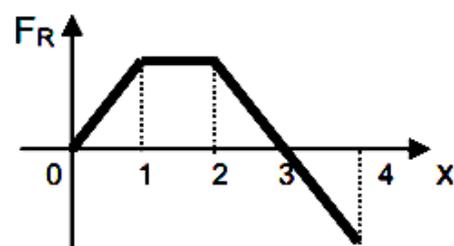
C)



B)



D)



22. (AFA)

Dois mecanismos que giram com velocidades angulares  $\omega_1$  e  $\omega_2$  constantes são usados para lançar horizontalmente duas partículas de massas  $m_1=1\text{kg}$  e  $m_2=2\text{kg}$  de uma altura  $h=30\text{m}$ , como mostra a figura 1 abaixo.

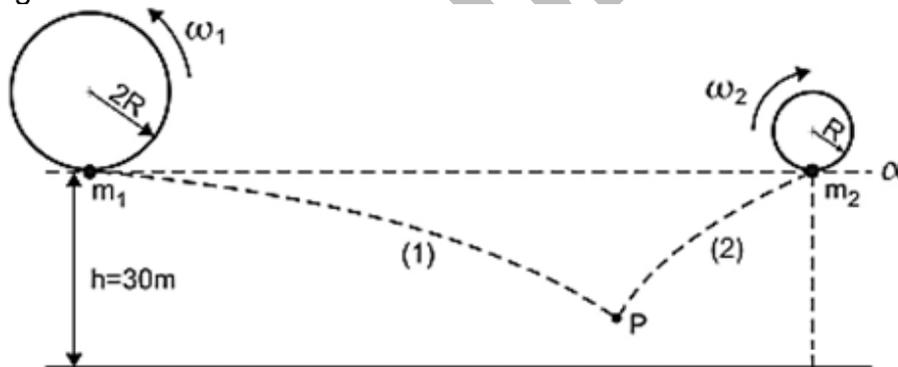


FIGURA 1

Num dado momento em que as partículas passam, simultaneamente, tangenciando o plano horizontal  $\alpha$ , elas são desacopladas dos mecanismos de giro e, lançadas horizontalmente, seguem as trajetórias 1 e 2 (figura 1) até se encontrarem no ponto P. Os gráficos das energias cinéticas, em joule, das partículas 1 e 2 durante os movimentos de queda, até a colisão, são apresentados na figura 2 em função de  $(h - y)$ , em m, onde  $y$  é a altura vertical das partículas num tempo qualquer, medida a partir do solo perfeitamente horizontal.

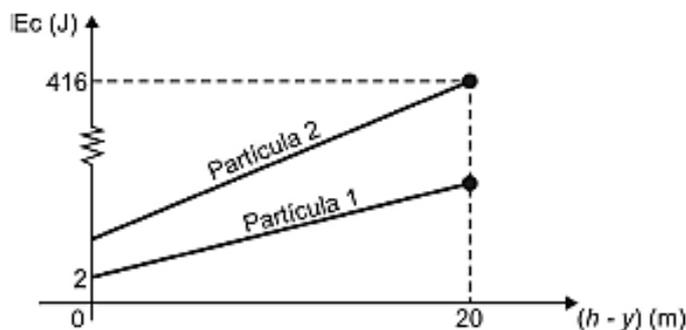
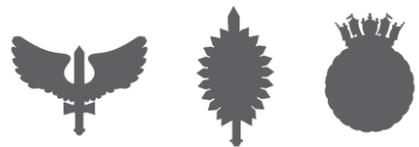


FIGURA 2

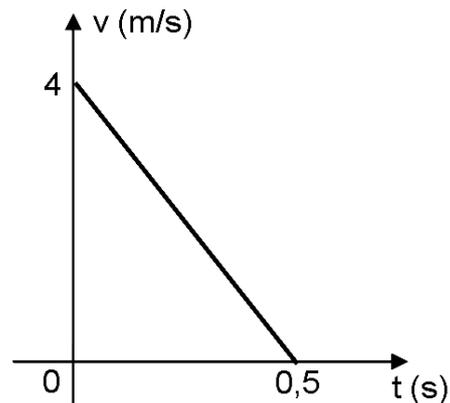
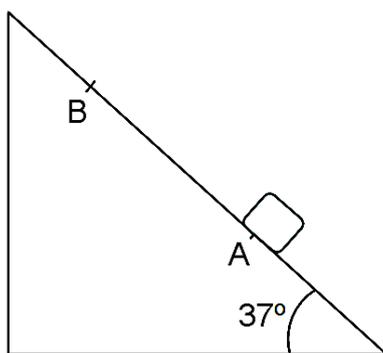


Desprezando qualquer forma de atrito, a razão  $\frac{\omega_2}{\omega_1}$  é

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

**23. (AFA)**

Um bloco, de massa 2 kg, desliza sobre um plano inclinado, conforme a figura seguinte.



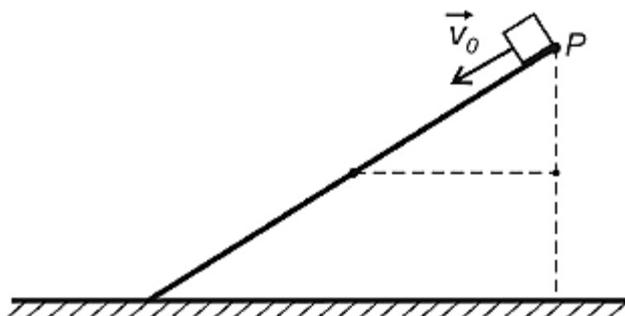
Dados:  $\text{sen}37^\circ = 0,6$ ,  $\text{cos}37^\circ = 0,8$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$

O gráfico  $v \times t$  acima representa a velocidade desse bloco em função do tempo, durante sua subida, desde o ponto A até o ponto B. Considere a existência de atrito entre o bloco e o plano inclinado e despreze quaisquer outras formas de resistência ao movimento. Sabendo que o bloco retorna ao ponto A, a velocidade com que ele passa por esse ponto, na descida, em m/s, vale

- A) 4
- B)  $2\sqrt{2}$
- C) 2
- D)  $\sqrt{3}$

**24. (AFA)**

Um bloco é lançado com velocidade  $v_0$  no ponto P paralelamente a uma rampa, conforme a figura. Ao escorregar sobre a rampa, esse bloco para na metade dela, devido à ação do atrito.



Tratando o bloco como partícula e considerando o coeficiente de atrito entre a superfície do bloco e da rampa, constante ao longo de toda descida, a velocidade de lançamento para que este bloco pudesse chegar ao final da rampa deveria ser, no mínimo,



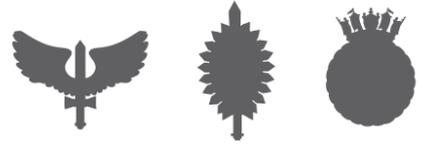
- A)  $\sqrt{2}v_0$
- B)  $2v_0$
- C)  $2\sqrt{2}v_0$
- D)  $4v_0$

MAXWELL VIDEOAULAS



**GABARITO**

01. D   02. B   03. D   04. D   05. B   06. B   07. B   08. D   09. B   10. C   11. A   12. C  
13. D   14. A   15. B   16. B   17. C   18. B   19. C   20. C   21. A   22. D   23. B   24. A



**TRABALHO, ENERGIA E POTÊNCIA - TESTES DE REVISÃO**

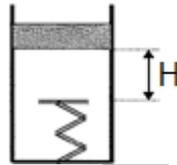
**1. (EN)** Pacotes são transportados de um nível para outro através de uma esteira que se move com velocidade constante de módulo igual a  $0,80 \text{ m/s}$ . Verifica-se que a esteira se move  $1,5 \text{ m}$  para cima, com um ângulo de  $12^\circ$  com a horizontal, em seguida move-se  $2,5 \text{ m}$  horizontalmente e finalmente  $1,0 \text{ m}$  para baixo fazendo um ângulo de  $8^\circ$  com a horizontal. Considere:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$ . A massa de um pacote vale  $3,0 \text{ kg}$ , sendo transportado pela esteira sem escorregar. As potências da força exercida pela esteira sobre cada pacote, quando em movimento para cima, na inclinação de  $12^\circ$ , e na horizontal, são, respectivamente, em watt

Dados:

$\cos 78^\circ = 0,21$ ,  $\cos 72^\circ = 0,31$  e  $\cos 80^\circ = 0,17$

- a) 5,04 e zero
- b) 7,00 e zero
- c) 5,04 e 7,00
- d) 7,44 e 5,04
- e) 7,00 e 5,04

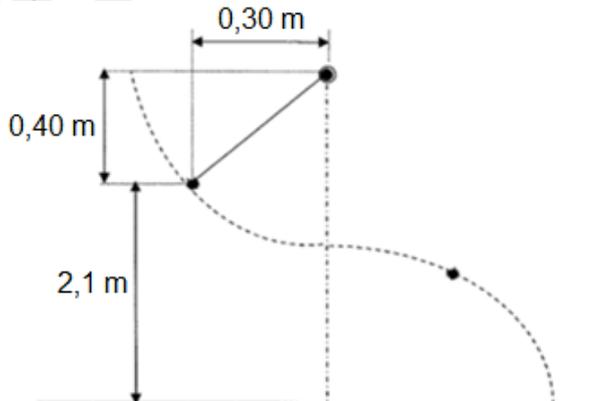
**2. (EN)** O bloco de massa igual a  $2,00 \text{ kg}$  é solto de uma altura  $H = 3,00 \text{ m}$  em relação a uma mola ideal de constante elástica igual a  $40,0 \text{ N/m}$ .



Considere a força de atrito cinético entre as superfícies em contato constante e de módulo igual a  $5,00 \text{ N}$ . Desprezando a força de atrito estático quando em repouso, isso é, desprezando as perdas de energia nas várias situações de repouso, a distância total percorrida pelo bloco até parar, em metros, é:

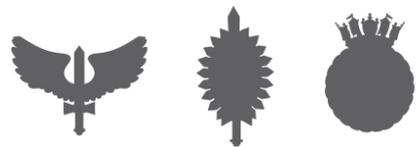
- a) 10,0
- b) 12,0
- c) 12,5
- d) 12,8
- e) 13,0

**3. (EN)** Uma pequena esfera de massa  $M$ , presa a um fio ideal, é solta com o fio na posição horizontal, descrevendo a trajetória abaixo.

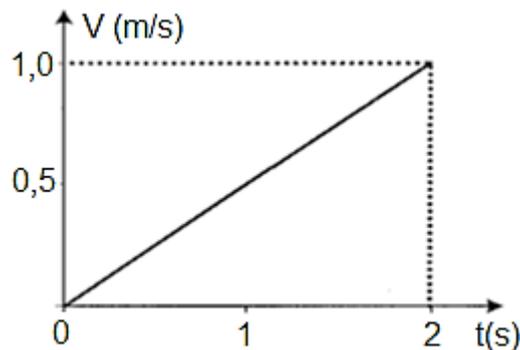


Na posição onde a tração no fio é máxima, o fio se rompe e a esfera é lançada, atingindo o solo. O módulo da tração máxima é igual a três vezes o módulo do peso da esfera. Despreze a resistência do ar e considere  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$ . A distância horizontal (em metros), desde a vertical de saída da esfera até a sua chegada ao solo, é:

- a) 1,5
- b) 1,8
- c) 2,0
- d) 2,3
- e) 2,5



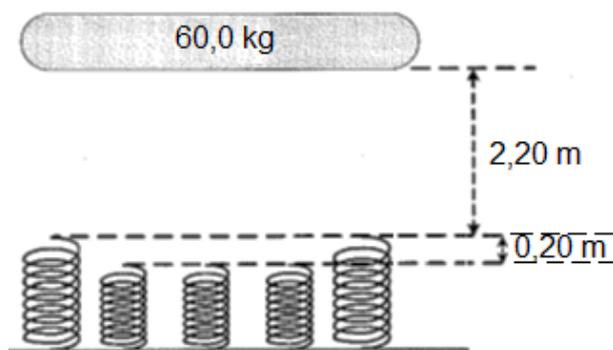
4. (EN) Em uma academia de ginástica, uma pessoa exerce sobre um aparelho, durante dois segundos, uma força constante de 400 N. A função temporal da velocidade da mão que provoca essa força é mostrada no gráfico abaixo. A velocidade da mão tem a mesma direção e sentido da força durante todo o movimento. Quais são, respectivamente, o trabalho realizado pela força nesse intervalo de tempo, e a potência máxima aplicada ao aparelho?



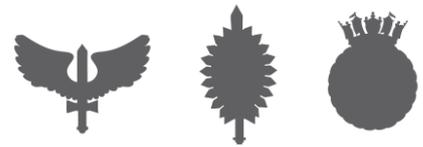
- a) 200 N.m e 200 W
- b) 400 N.m e 200 W
- c) 400 N.m e 400 W
- d) 800 N.m e 400 W
- e) 800 N.m e 800 W

5. (EN) Cinco molas estão dispostas nas posições indicadas na figura, de modo a constituírem um amortecedor de impacto. Um bloco de massa 60,0 kg cai verticalmente, a partir do repouso, de uma altura de 2,20 m acima do topo das molas. As três molas menores têm constante elástica  $k_1 = 200\text{N/m}$ , as duas maiores  $k_2 = 500\text{N/m}$  e estão todas inicialmente em seu tamanho natural. Qual é a máxima velocidade, em m/s, que o bloco irá atingir durante a queda?

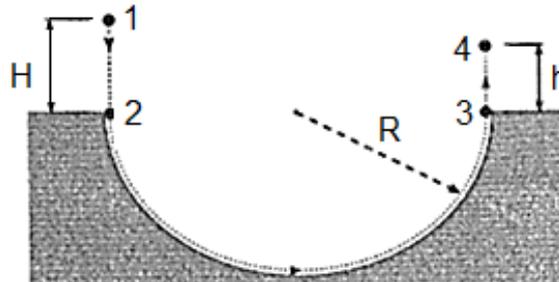
Dado:  $g = 10\text{m/s}^2$



- a) 5,30
- b) 6,00
- c) 6,30
- d) 7,00
- e) 7,30



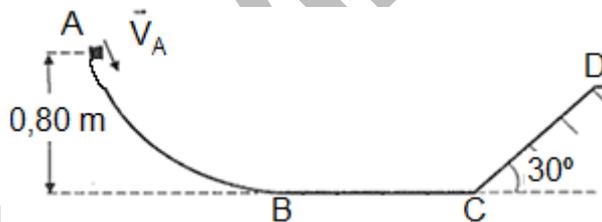
6. (EN) Uma pequena esfera rígida de massa  $m$  é liberada do repouso da posição 1, localizada a uma distância vertical  $H$  acima da borda de uma cavidade hemisférica de raio  $R$  (ver figura). A esfera cai e toca, tangenciando, a superfície rugosa desta cavidade (posição 2) com o dobro da velocidade com a qual deixa a mesma (posição 3), parando momentaneamente na altura acima do plano da borda (posição 4). Despreze a resistência do ar. A razão  $H/h$  é igual a:



- a)  $4/3$
- b)  $3/2$
- c) 2
- d) 3
- e) 4

7. (EN) Um pequeno bloco de massa  $m = 2,0 \text{ kg}$  é lançado da posição A com velocidade de módulo igual a  $4,0 \text{ m/s}$ . O trecho ABC do percurso no plano vertical, possui atrito desprezível e o trecho CD, de comprimento igual a  $1,0 \text{ m}$ , possui atrito cujo coeficiente cinético é  $0,20 \cdot \sqrt{3}$ . Despreze a resistência do ar e considere a energia potencial gravitacional zero no nível BC. Após passa pela posição D, a máxima energia potencial gravitacional (em joules) atingida pelo bloco é:

Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$



- a) 14,0
- b) 13,0
- c) 12,0
- d) 11,0
- e) 10,0

8. (EN) Um bloco é solto de certa altura de uma mola ideal vertical que possui constante elástica  $K$ , como mostra a figura 1. O bloco passa a ficar preso à mola (despreza as perdas nesta colisão) comprimindo-a até parar. A figura 2 mostra o gráfico da Energia Cinética ( $E_C$ ) do sistema mola-bloco em função da deformação da mola ( $Y$ ). Sabe-se que  $E_C$  é medida em Joules e  $Y$  em metros. Analisando o gráfico conclui-se que o valor da constante elástica  $K$ , em  $\text{N/m}$  é:

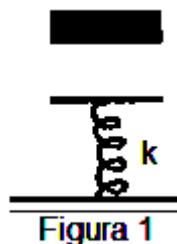


Figura 1

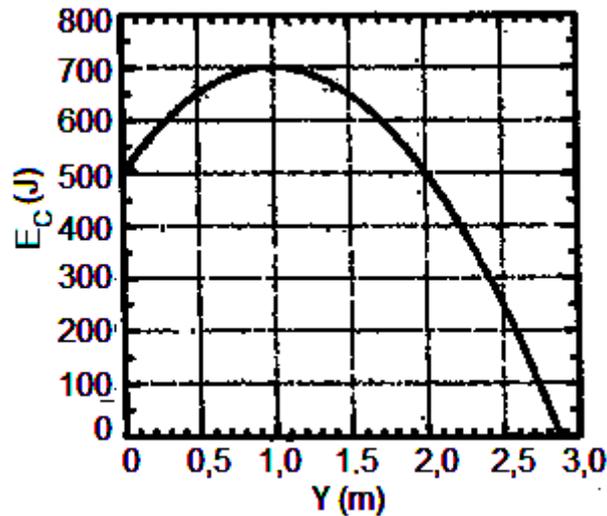
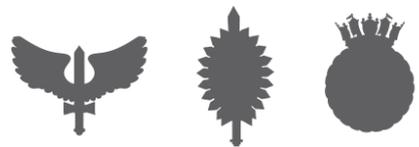
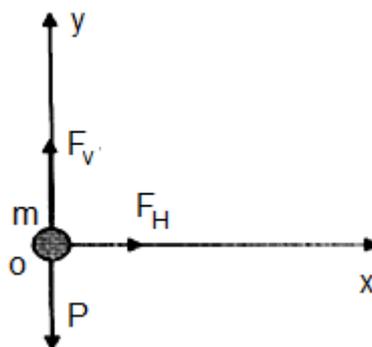


Figura 2

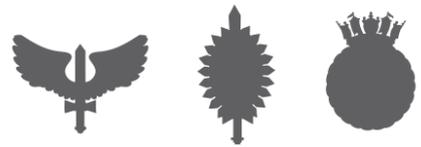
- a) 200
- b) 300
- c) 400
- d) 450
- e) 500

9. (EN) Um corpo de massa  $m$  parrá pela origem do sistema coordenado XOY, no instante  $t = 0$ , com velocidade  $5,0\hat{i}$  (m/s) e aceleração  $4,0\hat{i} + 2,0\hat{j}$  (m/s<sup>2</sup>). Três forças constantes atuam sobre o corpo: o peso, a força vertical para cima  $\vec{F}_V$  e a força horizontal  $\vec{F}_H$ . Verifica-se que entre  $t = 0$  e  $t = 4,0$  s houve variação da energia mecânica de  $9,6 \cdot 10^9$  J. O valor da massa  $m$ , em kg, é

Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$

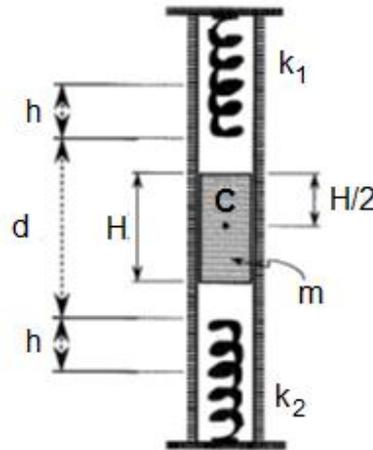


- a) 50
- b) 40
- c) 32
- d) 24
- e) 15



**10. (EN)** O bloco uniforme de massa  $m = 0,20 \text{ kg}$  e altura  $H = 20 \text{ cm}$  oscila comprimindo, alternadamente, duas molas dispostas verticalmente (ver a figura abaixo). Despreze os atritos. As molas, de constantes elásticas  $k_1 = 10^3 \text{ N/m}$  e  $k_2 = 2 \cdot 10^3 \text{ N/m}$ , possuem massas desprezíveis e, quando não deformadas, tem suas extremidades separadas pela distância  $d$ . Sabe-se que as molas sofrem a mesma compressão máxima  $h = 10 \text{ cm}$ . No instante em que o centro de massa  $C$  do bloco estiver equidistante das molas, a sua energia cinética, em joules, é:

Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$

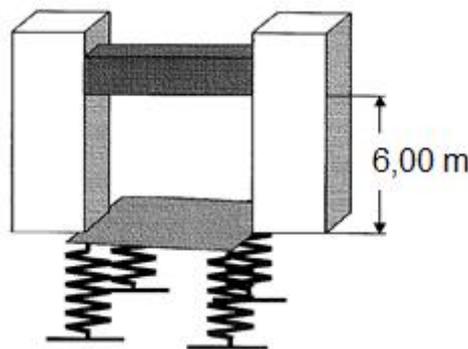


- a) 4,8  
d) 7,3

b) 5,0

- c) 5,2  
e) 7,5

**11. (EN)** Um bloco (comportamento de partícula) de massa igual a  $240 \text{ kg}$  é solto do repouso da altura de  $6,00 \text{ m}$  em relação a uma plataforma amortecedora. A massa e espessura desprezíveis. As duas paredes laterais fixas exercem, cada uma, força de atrito cinético constante de módulo igual a  $400 \text{ N}$ . O bloco atinge a plataforma que possui quatro molas ideais iguais, de constante elástica  $1,20 \cdot 10^3 \text{ N/m}$ , localizadas nos seus vértices (conforme figura abaixo). A energia cinética máxima (em kJ) adquirida pelo bloco, na 1ª queda, é:

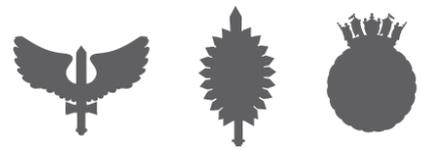


Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$

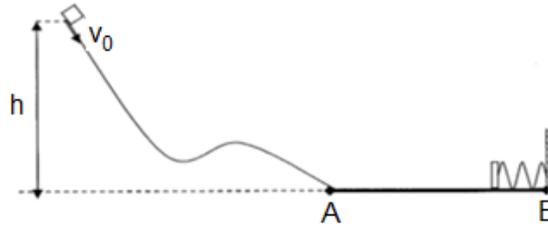
- a) 8,50  
d) 16,6

b) 10,2

- c) 13,0  
e) 18,0



12. (EN) Um bloco de massa 5,00 kg desce, com atrito desprezível, a pista da figura, sendo sua velocidade inicial  $V_0 = 4,00$  m/s e a altura  $h = 4,00$  m. Após a descida, o bloco percorre parte do trajeto horizontal AB, agora com atrito, e, então, colide com uma mola de massa desprezível e constante  $k = 200$  N/m. Se a compressão máxima da mola devido a essa colisão é  $\Delta x = 0,500$  m, o trabalho da força de atrito, em joules, vale:



Dado:  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>

- a) -72,0
- b) -96,0
- c) -140
- d) -192
- e) -215

13. (EN) Um pêndulo, composto de um fio ideal de comprimento  $L = 2,00$  m e uma massa  $M = 20,0$  kg, executa um movimento vertical de tal forma que a massa  $M$  atinge uma altura máxima de 0,400 m em relação ao seu nível mais baixo. A força máxima, em newtons, que agirá no fio durante o movimento será:

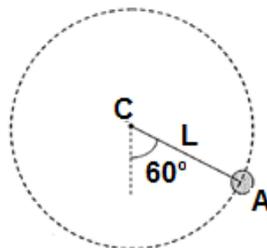
Dado:  $|\vec{g}| = 10,0$  m/s<sup>2</sup>

- a) 280
- b) 140
- c) 120
- d) 80,0
- e) 60,0

14. (EN) Um motorista, dirigindo um carro sem capota, dispara um revólver apontado para cima na direção vertical. Considerando o vetor velocidade do carro constante, para que o projétil atinja o próprio motorista é necessário que:

- a) a velocidade do carro seja muito menor quando comparada à velocidade inicial do projétil.
- b) a velocidade inicial do projétil seja maior que a velocidade do som no ar.
- c) a energia mecânica do projétil seja constante ao longo de toda trajetória.
- d) a energia potencial do projétil atinja um valor máximo igual à energia cinética do carro.
- e) a energia potencial do projétil atinja um valor máximo igual à metade da energia cinética do carro.

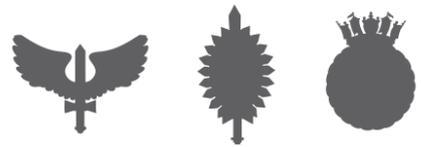
15. (EN) Observe a figura a seguir.



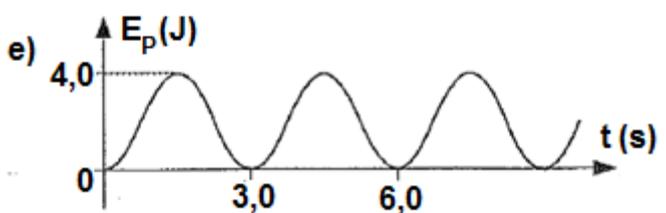
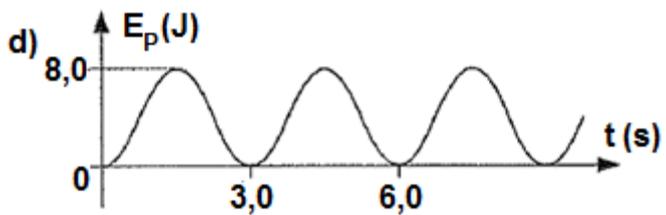
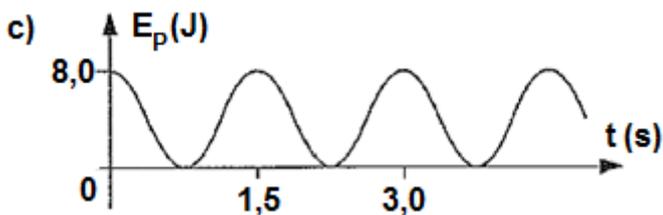
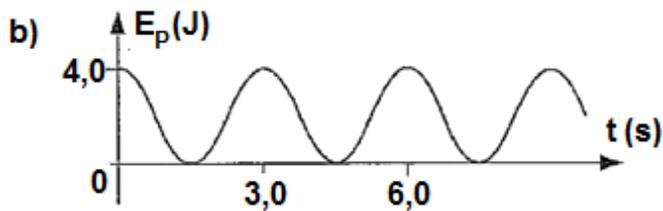
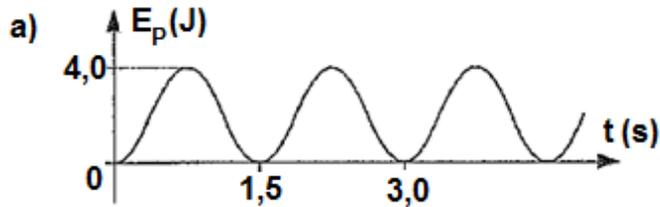
A figura acima mostra uma esfera presa à extremidade de um fio ideal de comprimento  $L$ , que tem sua outra extremidade presa ao ponto fixo  $C$ . A esfera possui velocidade  $v_A$  no ponto  $A$  quando o fio faz um ângulo de  $60^\circ$  com a vertical.

Sendo ainda,  $v_A$  igual a velocidade mínima que a esfera deve ter no ponto  $A$ , para percorrer uma trajetória circular de raio  $L$ , no plano vertical, e sendo  $B$ , o ponto da trajetória onde a esfera tem velocidade de menor módulo, qual é a razão entre as velocidades nos pontos  $B$  e  $A$ ,  $v_B/v_A$ ?

- a) zero
- b) 1/4
- c) 1/3
- d) 1/2
- e)  $\sqrt{1/2}$

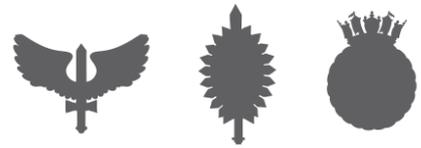


16. (EN) Considere uma partícula que se move sob a ação de uma força conservativa. A variação da energia cinética,  $E_c$ , em joules, da partícula em função do tempo,  $t$ , em segundos, é dada por  $E_c(t) = 4,0 \text{sen}^2\left(\frac{2}{3}\pi t - \frac{\pi}{2}\right)$ . Sendo assim, o gráfico que pode representar a energia potencial,  $E_p(t)$ , da partícula é:

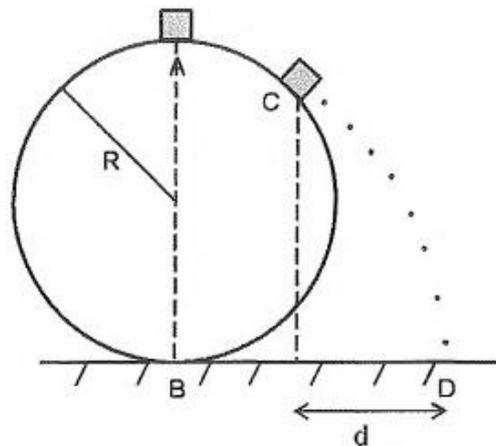


VIDEOAULAS

MA



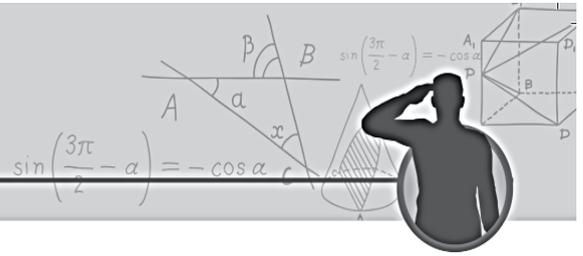
17. (EN) Analise a figura abaixo.



A figura acima mostra um pequeno bloco, inicialmente em repouso, no ponto A, correspondente ao topo de uma esfera perfeitamente lisa de raio  $R = 135$  m. A esfera está presa ao chão no ponto B, o bloco começa a deslizar para baixo, sem atrito, com uma velocidade inicial tão pequena que pode ser desprezada, e ao chegar no ponto C, o bloco perde contato com a esfera. Sabendo que a distância horizontal percorrida pelo bloco durante seu voo é  $d = 102$  m, o tempo de voo do bloco, em segundos, ao cair do ponto C ao ponto D vale:

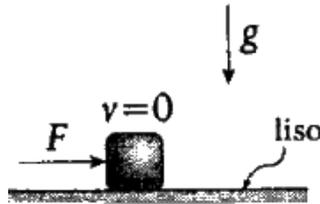
Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 1,3
- b) 5,1
- c) 9,2
- d) 13
- e) 18



**QUESTÃO 01**

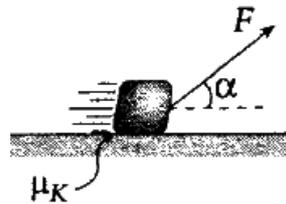
Sobre um bloco de 4 kg atua uma força  $F$  num local que permite que o bloco varie sua velocidade uniformemente em 4 m/s a cada 2 s. Determine a magnitude do trabalho realizado pela força  $F$  nos 10 s iniciais.



- A) 0,8 kJ
- B) 1,2 kJ
- C) 1,6 kJ
- D) 1,6 kJ
- E) 2,4 kJ

**QUESTÃO 02**

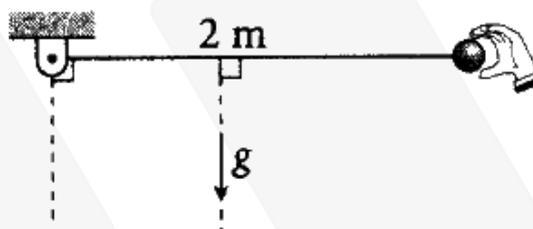
A figura mostra um bloco de 5 kg que experimenta um MRUV. Se sua velocidade varia 12 m/s em 3 s, determine o trabalho resultante para um deslocamento de 10 m.



- A) 100 J
- B) 120 J
- C) 150 J
- D) 200 J
- E) 250 J

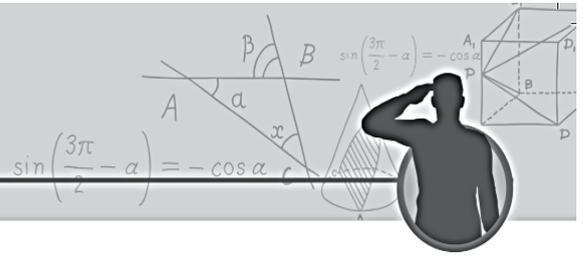
**QUESTÃO 03**

A figura mostra o instante em que um pêndulo de 4 kg é abandonado. Se o pêndulo experimenta uma resistência do ar constante de  $25/\pi$  N, determine o trabalho resultante desde o instante do abandono até o pêndulo passar pelo ponto mais baixo.



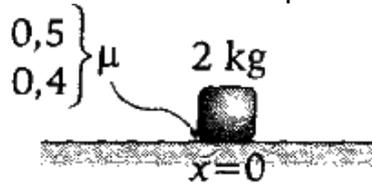
- A) 50 J
- B) 52 J
- C) 54 J
- D) 55 J
- E) 56 J





**QUESTÃO 04**

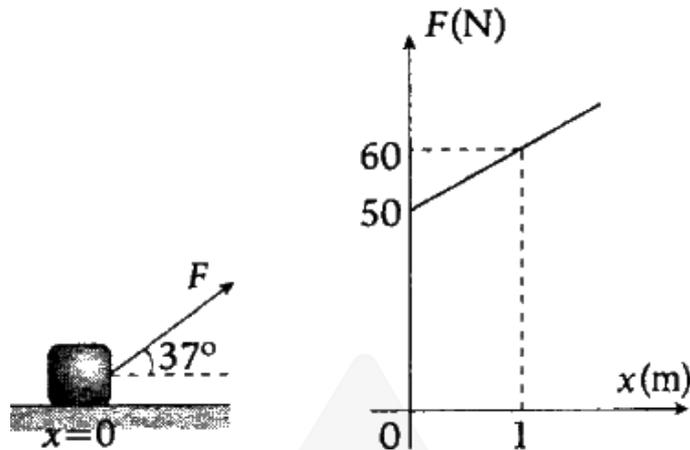
Sobre o bloco mostrado na figura atua uma fora que varia com a posição  $x$ , conforme a equação  $\vec{F} = (48 - 5x)\hat{i}\text{N}$ , onde  $x$  está expresso em metros. Determine o trabalho resultante sobre o bloco, desde o instante mostrado até o momento em que sua velocidade é máxima.



- A) 150 J
- B) 160 J
- C) 180 J
- D) 190 J
- E) 200 J

**QUESTÃO 05**

Um pequeno bloco de  $6\text{ kg}$  se encontra sobre uma superfície horizontal lisa e nele atua uma força  $F$  sempre na mesma direção, como mostra a figura. Sabe-se o módulo da força  $F$  varia de acordo com o diagrama mostrado. Determine a velocidade, em  $\text{m/s}$ , do bloco quando ele abandonar o piso.



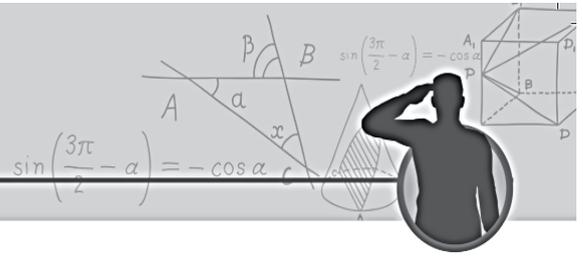
- A) 8
- B) 7,5
- C) 10
- D) 12
- E) 12,5

**QUESTÃO 06**

Um elevador de  $900\text{ kg}$  que é puxado por um motor elétrico pode elevar carga total de  $500\text{ kg}$ . Determine a potência máxima que o motor pode desenvolver para deslocar o elevador com velocidade constante de  $1,2\text{ m/s}$ ? Considere que a potência do motor é  $1,5$  vezes maior que a potência necessária para o elevador subir.

- A) 25 kW
- B) 25,2 kW
- C) 30 kW





- D) 32 kW
- E) 36 kW

### QUESTÃO 07

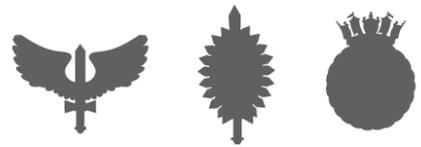
Um trem move-se com uma aceleração  $50 \text{ cm/s}^2$ . Se 50% de sua potência média do motor for usada para vencer a força de atrito e os 50% restante para variar a sua velocidade, determine o coeficiente de atrito.

- A) 0,01
- B) 0,02
- C) 0,03
- D) 0,04
- E) 0,05

### QUESTÃO 08

Dois automóveis, cujas potências estão na ordem 1 para 3, se deslocam com velocidades  $2v$  e  $v$ , respectivamente. Se os dois automóveis acoplarem um no outro, qual a velocidade de translação do conjunto?

- A)  $3v$
- B)  $v$
- C)  $3v/2$
- D)  $8v/7$
- E)  $6v/5$



**HIDROSTÁTICA**

**FLUIDOS EM EQUILÍBRIO ESTÁTICO**

**Densidade volumétrica**

**Densidade absoluta ou massa específica**

Dedine-se massa específica  $\mu$  como sendo a razão entre a massa de um corpo  $m$  e o volume que esta massa ocupa  $V_m$ . A massa específica depende da substância que constitui o corpo.

$$\mu = \frac{m}{V_m}$$

**Densidade do corpo**

Dedine-se densidade do corpo  $d$  como sendo a razão entre a massa de um corpo  $m$  e o volume ocupado pelo corpo  $V_T$ . A densidade do corpo depende da sua forma.

$$d = \frac{m}{V_T}$$

**Densidade de uma mistura de líquidos**

Dedine-se densidade de uma mistura de líquidos  $d_m$  como sendo a razão entre a massa da mistura  $m_m$  e o volume ocupado pela mistura  $V_m$ . A densidade do corpo depende da sua forma.

$$d_m = \frac{m_m}{V_m} = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}$$

**Atenção!**

**Unidades de densidade volumétrica**

**No SI:** Kg/m<sup>3</sup>

**No CGS:** g/cm<sup>3</sup>

**No Sistema Técnico:** utm/m<sup>3</sup>

**Usuais:** Kg/l, g/l ...

**Atenção!**

- 1g/cm<sup>3</sup> = 10<sup>3</sup> Kg/m<sup>3</sup>

- Densidade é uma grandeza escalar.

**Peso específico**

O peso específico  $\rho$  é definido como sendo a razão entre o peso do corpo e o seu volume.

$$\rho = \frac{P}{V}$$

**Atenção!**

**Unidades de densidade volumétrica**

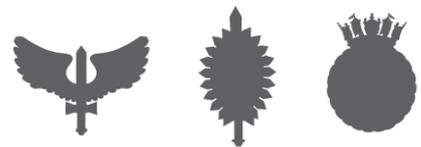
**No SI:** N/m<sup>3</sup>

**No CGS:** dina/cm<sup>3</sup>

**No Sistema Técnico:** kgf/m<sup>3</sup>

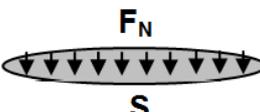
**Usuais:** N/cm<sup>3</sup>, N/l ...

O peso específico é uma grandeza escalar.



## Pressão

Define-se pressão **P** como sendo a razão entre a força normal **F<sub>N</sub>** à uma superfície e a área **S** onde esta força atua.



$$P = \frac{F_N}{S}$$

## Unidades

**No SI:** N/m<sup>2</sup> = pascal (Pa)

**No CGS:** dina/cm<sup>2</sup> = bária (ba)

**No Sistema Técnico:** Kgf/m<sup>2</sup>

**Usuais:** N/cm<sup>2</sup>, atmosfera (atm), mmHg, cmHg ...

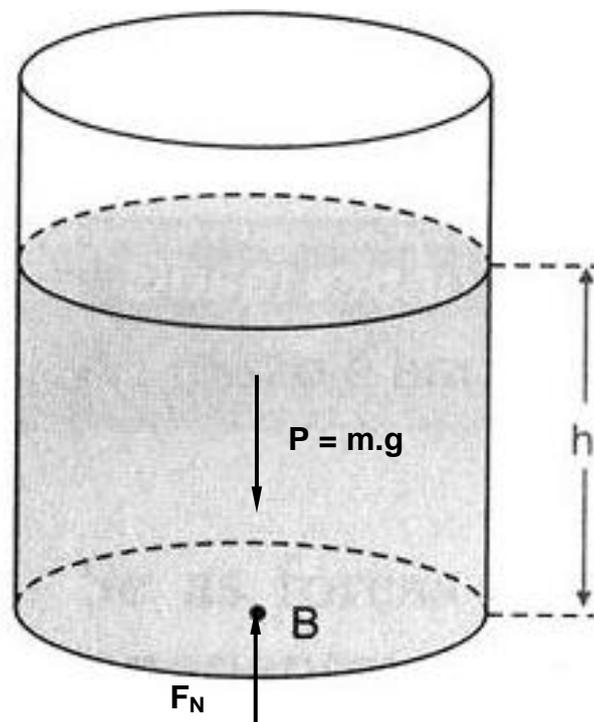
## Atenção!

- 1 atm ≈ 760 mmHg = 76 cmHg ≈ 10<sup>5</sup> Pa

- A pressão é uma grandeza escalar.

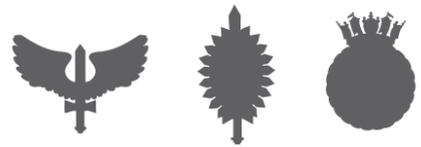
## Pressão hidrostática

A pressão hidrostática é a pressão exercida pela coluna de um fluido na sua parte inferior. Esta pressão é determinada da seguinte forma:

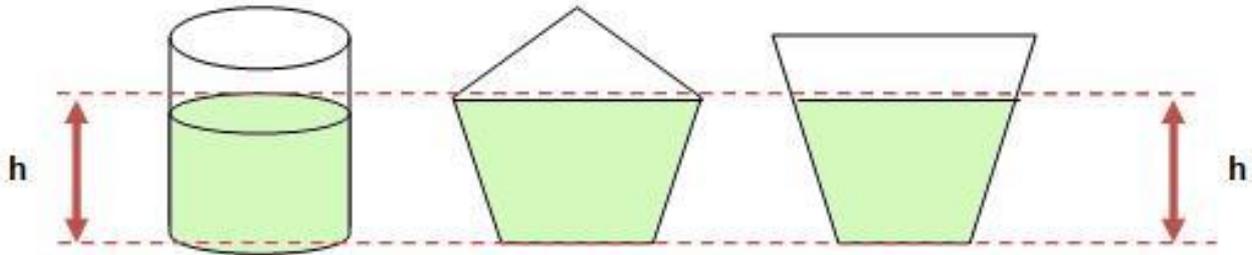


$$P_{\text{hidrostática}} = \frac{F_N}{S} = \frac{m \cdot g}{S} = \frac{d_L \cdot V \cdot g}{S}$$

$$P_{\text{hidrostática}} = d_L \cdot h \cdot g$$

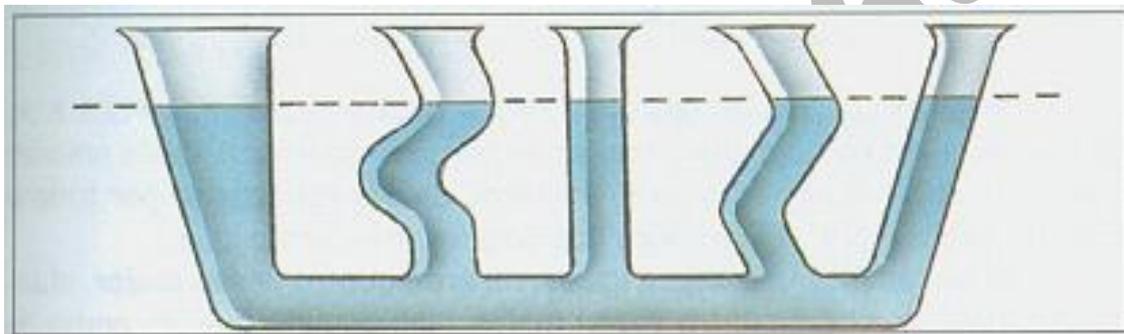


**Atenção!**  
**Paradoxo hidrostático**

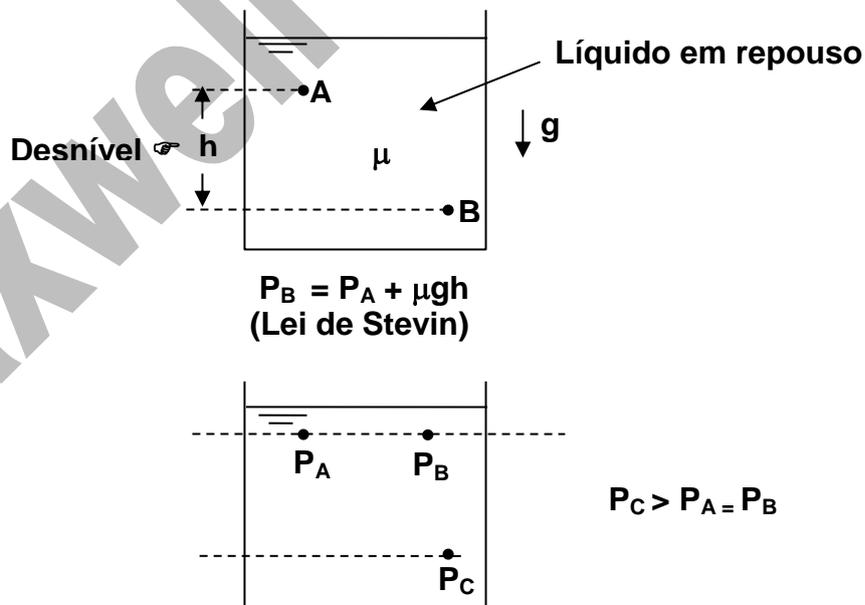


A pressão exercida pelo líquido na base de todos os recipientes é a mesma independentemente da quantidade de líquido e da forma do recipiente.

**Propriedades dos vasos comunicantes**

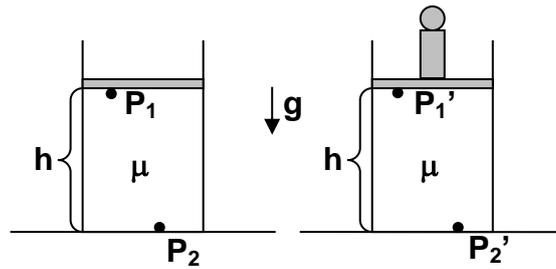
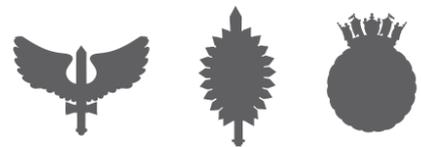


**Lei de Stevin**



**Princípio de Pascal**

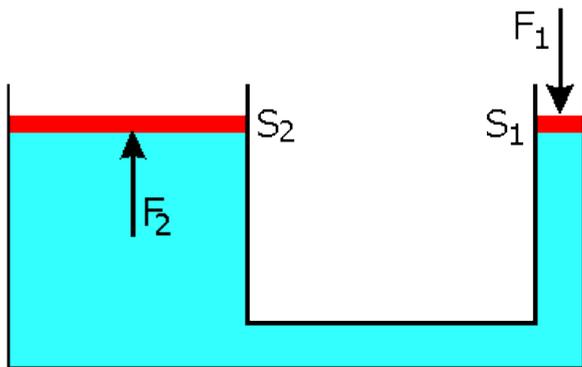
O acréscimo de pressão  $\Delta P$  produzido em um determinado ponto de um líquido em equilíbrio é transmitido a todos os pontos deste líquido.



$$\begin{aligned}
 P_2 - P_1 &= \mu gh \\
 P_2' - P_1' &= \mu gh \\
 P_2 - P_1 &= P_2' - P_1' \\
 \Delta P_1 &= \Delta P_2 \\
 \text{(Princípio de Pascal)}
 \end{aligned}$$

**Atenção!**

Uma das aplicações do Princípio de Pascal é o sistema hidráulico.



$$\boxed{\Delta P_1 = \Delta P_2} \therefore \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_2 = \frac{S_1}{S_2} F_1$$

$$\boxed{V_1 = V_2} \Rightarrow S_1 h_1 = S_2 h_2$$

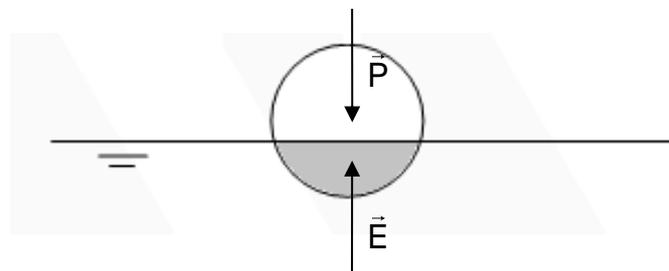
$$W_1 = F_1 h_1$$

$$W_1 = \frac{S_2}{S_1} F_1 h_2 \therefore W_1 = F_2 h_2 \Rightarrow \boxed{W_1 = W_2}$$

**Prensa hidráulica**

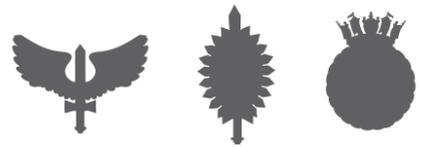
**Lei do empuxo**

Quando um corpo está totalmente ou parcialmente imerso em um fluido ele é impulsionado pelo fluido verticalmente para cima por uma força denominada de empuxo **E**, cujo módulo é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo **P<sub>FD</sub>**. O Empuxo atua no centro de gravidade do volume de fluido deslocado.



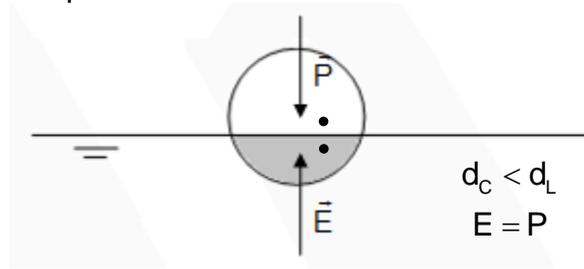
$$\mathbf{E = P_{FD} \text{ ou } E = \mu_F V_{FD} g}$$

**(Lei do Empuxo)**

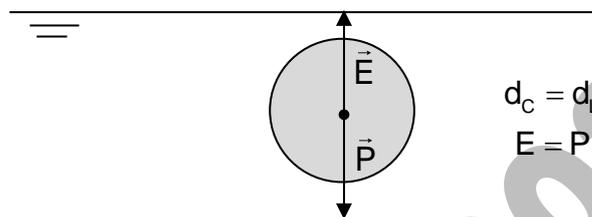


**Atenção!**

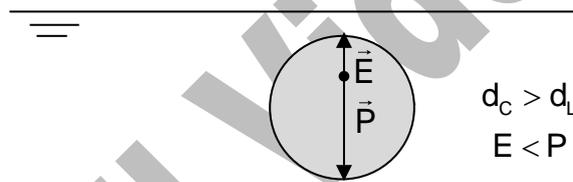
Quando um corpo é menos denso que um fluido ele fica em **equilíbrio estável** e parcialmente imerso no fluido, ou seja, o corpo flutua.



Quando um corpo tem a mesma densidade de um fluido ele fica em **equilíbrio indiferente** totalmente imerso no fluido, ou seja, o corpo fica parado em qualquer ponto no interior do líquido.

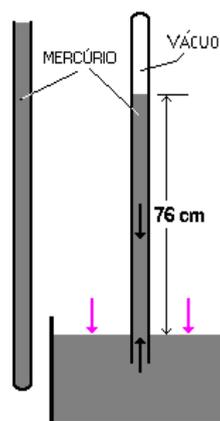


Quando o corpo é mais denso que o fluido ele afunda e só para se alguém intervir.



**Experiência de Torricelli**

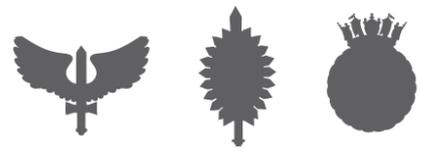
Para medir a pressão atmosférica Torricelli usou a seguinte ideia:



$$P_{atm} = d_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg}$$

$$P_{atm} = 13,6 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 0,76$$

$$P_{atm} \cong 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \text{ ou Pa}$$

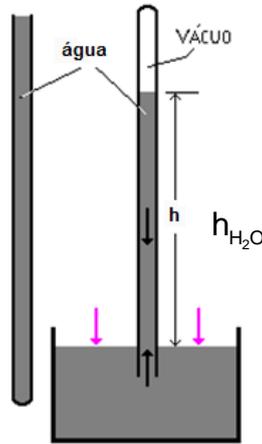


### Atenção!

A pressão atmosférica ao nível do mar vale:

$$P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 10^5 \text{ Pa}$$

Ex.:



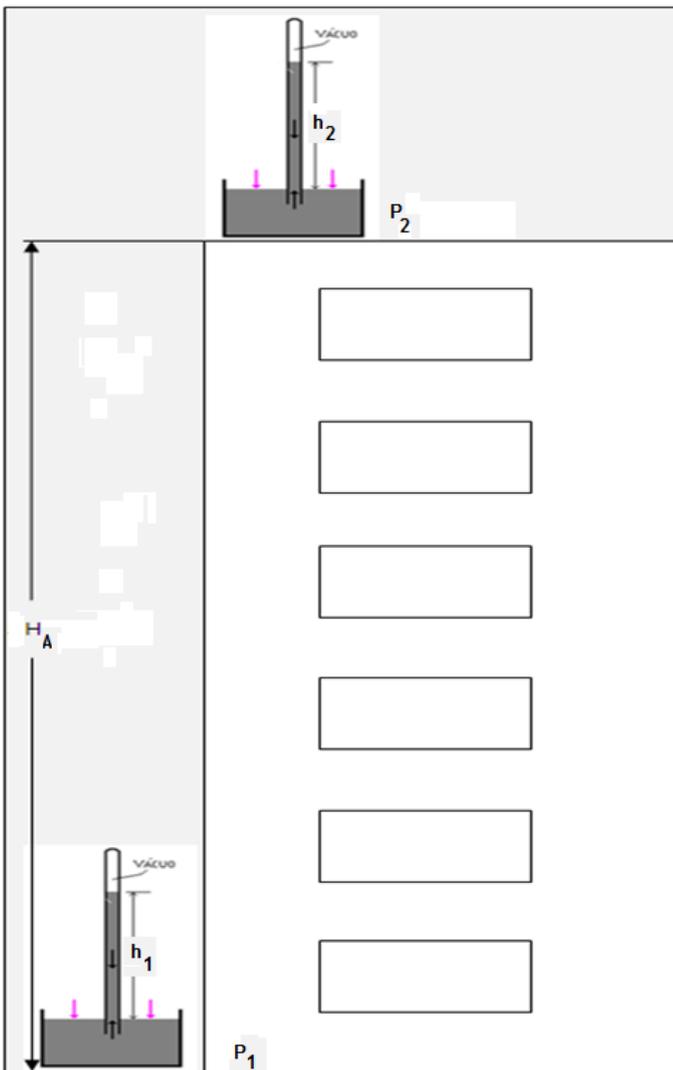
$$P_{\text{atm}} = d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot g \cdot h_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$10^5 = 10^3 \cdot 10 \cdot h_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$h_{\text{H}_2\text{O}} = 10 \text{ m}$$

**Ao mergulharmos em água, a pressão aumenta em 1 atm aproximadamente a cada 10 metros de profundidade.**

### Atenção!



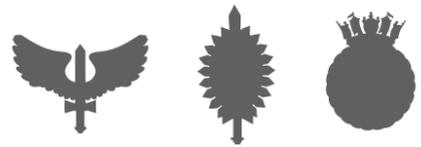
$$P_1 = P_2 + \mu_{\text{ar}} \cdot g \cdot H_P$$

$$P_1 = \mu_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_1$$

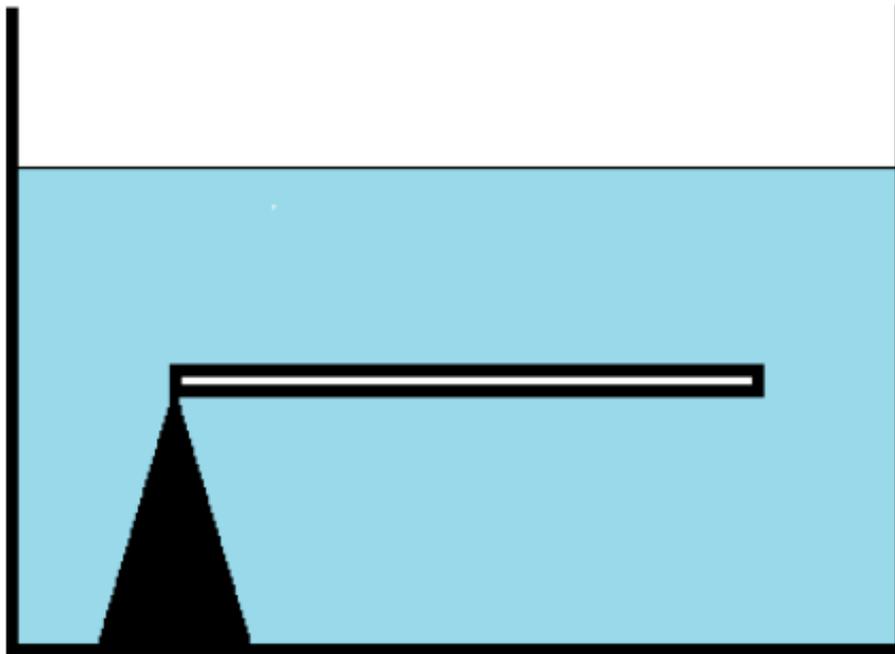
$$P_2 = \mu_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_2$$

$$\mu_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_1 = \mu_{\text{Hg}} \cdot g \cdot h_2 + \mu_{\text{ar}} \cdot g \cdot H_P$$

$$\mu_{\text{Hg}} \cdot (h_1 - h_2) = \mu_{\text{ar}} \cdot H_P$$



01. (EFOMM)



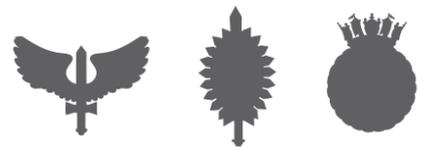
Uma barra com peso de 20N, cuja massa não é uniformemente distribuída, está em equilíbrio dentro de um recipiente com água, como mostrado na figura dada. O apoio apenas oferece reação na vertical. O volume da barra é igual a  $500 \text{ cm}^3$ . Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , a massa específica da água igual a  $10^3 \text{ kg/m}^3$  e que o centro de gravidade da barra está a 30 cm da extremidade apoiada, o comprimento da barra é igual a

- A) 2,0 m.
- B) 2,1 m.
- C) 2,2 m.
- D) 2,3 m.
- E) 2,4 m.

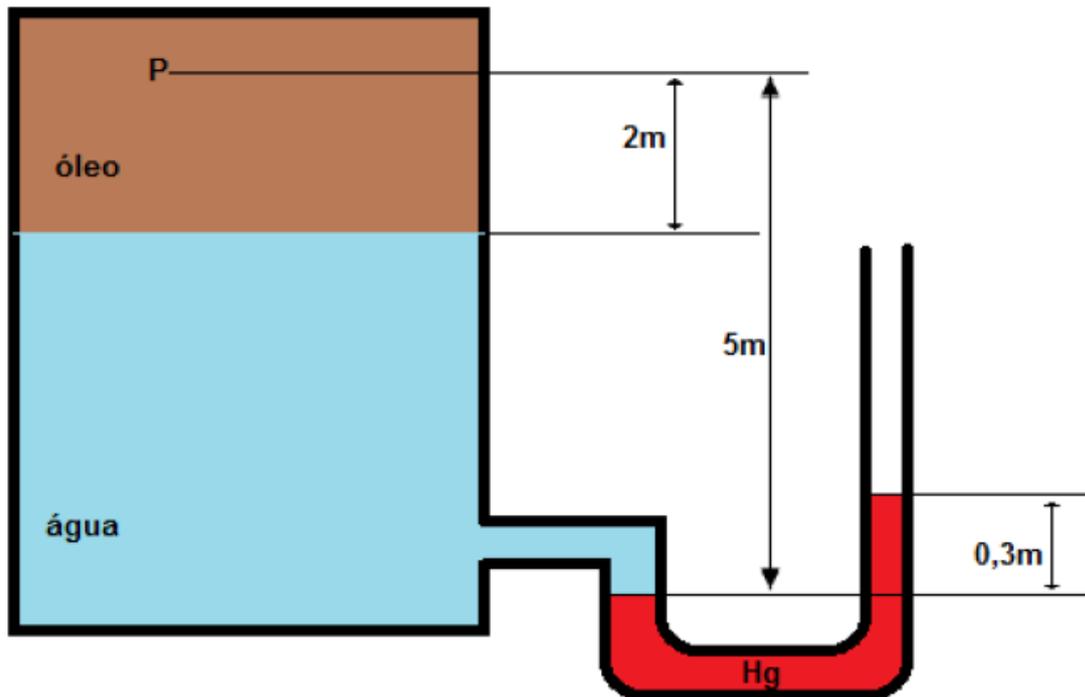
02. (EFOMM) Uma pessoa de massa corporal igual a 75,0 kg flutua completamente submersa em um lago de densidade absoluta  $1500 \text{ kg m}^{-3}$ . Ao sair do lago, essa mesma pessoa estará imersa em ar na temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , à pressão atmosférica (1 atm), e sofrerá uma força de empuxo, em newtons, de

Dado: densidade do ar (1 atm,  $20^\circ\text{C}$ ) =  $1,20 \text{ kg/m}^3$ .

- A) 1,50
- B) 1,20
- C) 1,00
- D) 0,80
- E) 0,60



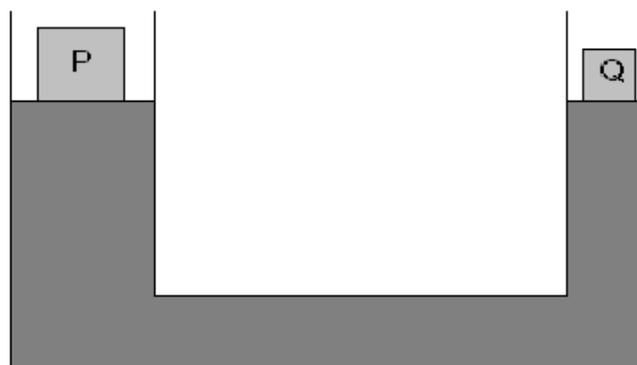
03. (EFOMM) Um recipiente com óleo e água está conectado a um tubo em forma de U, como mostrado na figura.



São dados:  $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_{\text{óleo}} = 750 \text{ kg/m}^3$ ;  $\rho_{\text{Hg}} = 13600 \text{ kg/m}^3$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . A pressão manométrica no ponto P, indicado na figura, é igual a

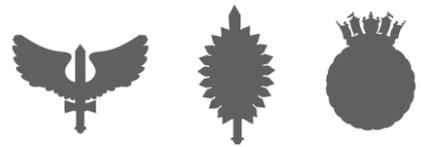
- A) -2200 Pa
- B) -3200 Pa
- C) -4200 Pa
- D) -5200 Pa
- E) -6200 Pa

04. (EFOMM) Na figura, temos a representação de uma prensa hidráulica em equilíbrio, com seus êmbolos nivelados. A carga P tem peso de módulo 220 newtons e está apoiada sobre um êmbolo de área igual a  $100 \text{ cm}^2$ .

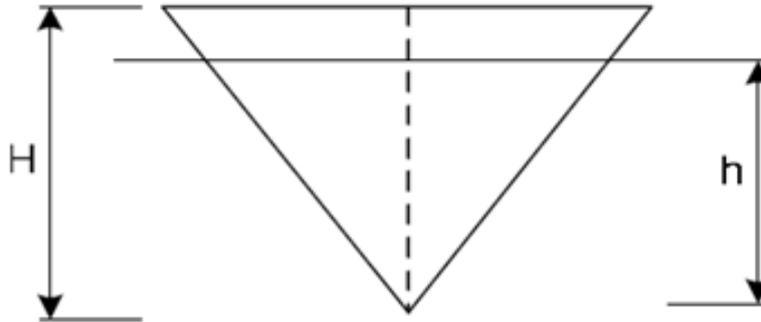


A carga Q está apoiada no outro êmbolo cuja área é de  $50,0 \text{ cm}^2$ . Sendo  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ , a massa, em gramas, da carga Q, é

- A) 1100
- B) 2200
- C) 11000
- D) 22000
- E) 110000



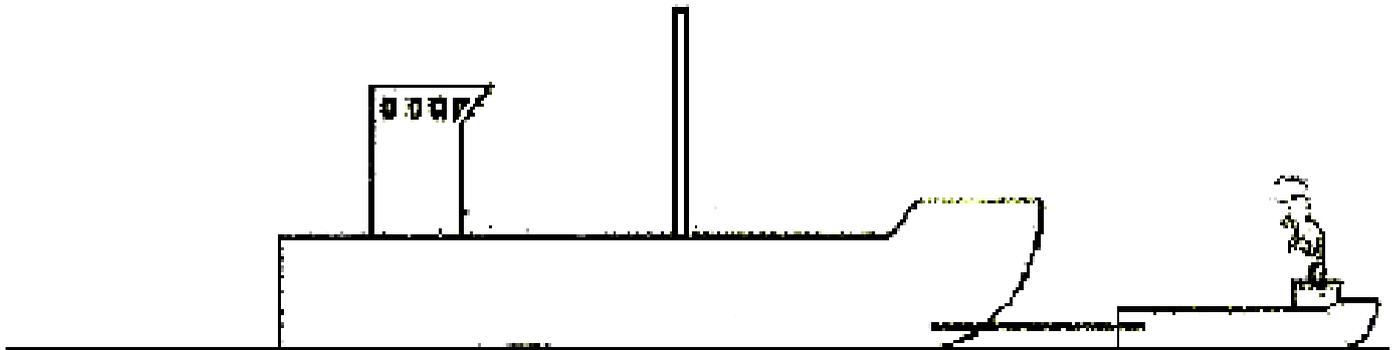
05. (EFOMM) Um iceberg com densidade uniforme tem sua seção reta na forma de um triângulo isósceles, sendo a base maior (lado flutuante) paralela à superfície da água do mar, e medindo o dobro da altura  $H$  (ver figura).



Considerando a massa específica do gelo igual a 90% da massa específica da água do mar, a razão  $h/H$ , é

- A)  $3/\sqrt{10}$
- B)  $10/11$
- C)  $9/10$
- D)  $1/\sqrt{10}$
- E)  $1/10$

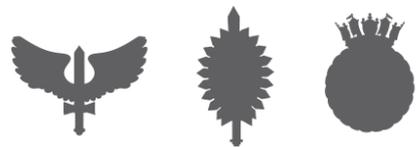
06. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



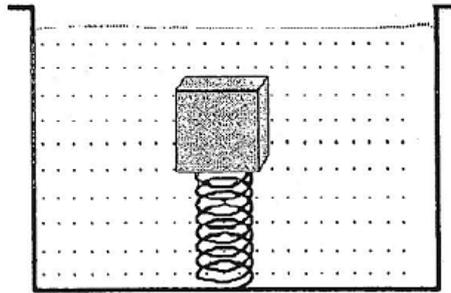
Um rebocador arrasta uma embarcação de 30 toneladas com velocidade constante, conforme indica a figura acima. A tração no cabo que puxa a embarcação é de  $4,0 \cdot 10^5$  N. Assinale a opção que apresenta o módulo, em newtons, e esboça a direção e o sentido da força  $F$  que a embarcação exerce sobre a água.

Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- A)  $5,0 \cdot 10^5$  ↘ F
- B)  $5,0 \cdot 10^5$  ↙ F
- C)  $4,0 \cdot 10^5$  ← F
- D)  $3,0 \cdot 10^5$  ↓ F
- E)  $3,0 \cdot 10^5$  ↑ F



07. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



A figura acima mostra um bloco de madeira preso a uma mola que tem sua outra extremidade presa ao fundo de um tanque cheio de água. Estando o sistema em equilíbrio estático, verifica-se que a força que a mola faz sobre o fundo do tanque é de 2,0 N, vertical para cima. Considere que a massa e o volume da mola são desprezíveis. Agora, suponha que toda a água seja retirada lentamente do tanque, e que ao final, o bloco permaneça em repouso sobre a mola. Com base nos dados apresentados, qual o módulo e o sentido da força vertical que a mola fará sobre o fundo do tanque?

Dados:

Densidade da água =  $1000 \text{ kg/m}^3$

Densidade da madeira =  $800 \text{ kg/m}^3$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

- A) 12 N, para cima.
- B) 10 N, para baixo
- C) 10 N, para cima
- D) 8 N, para baixo
- E) 8 N, para cima.

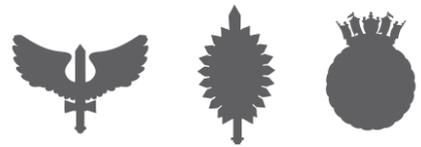
08. (EFOMM) Deseja-se projetar um elevador hidráulico para um navio “Roll on – Roll off” (transporte - veículos), capaz de elevar veículos de massa até 3 toneladas, a 3,90 m de altura, utilizando-se canalizações de diâmetros 20 mm e 200 mm. A força (em N) necessária a ser aplicada pelo sistema hidráulico, capaz de cumprir essas condições máximas operacionais é de, aproximadamente

(dado  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ),

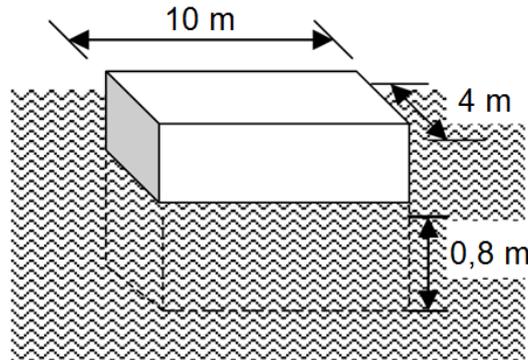
- A) 200
- B) 220
- C) 270
- D) 300
- E) 410

09. (EFOMM) É fato conhecido que, ao mergulhar em água, a pressão aumenta em 1 atm aproximadamente a cada 10 metros de profundidade. Suponha que um mergulhador, a serviço da PETROBRAS na bacia de campos, trabalhe a 130 metros de profundidade, ou seja, a pressão total sobre ele é de cerca de 14 atmosferas (considerando a pressão atmosférica). Assim sendo, a força normal exercida sobre cada  $\text{cm}^2$  do seu corpo vale (em N), aproximadamente,

- A) 14
- B) 140
- C) 1400
- D) 14000
- E) 140000



**10. (EFOMM)** A figura abaixo refere-se a uma balsa flutuando em águas tranquilas, submersa de 80 cm. Um caminhão de 4 toneladas é colocado em cima da balsa.



O empuxo atuante na balsa e a altura submersa são, respectivamente:

Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $d_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$

- A) 340000 N e 100 cm.
- B) 360000 N e 90 cm.
- C) 360000 N e 85 cm.
- D) 400000 N e 84 cm.
- E) 400000 N e 88 cm.

**11. (EFOMM)** Um mergulhador nada em águas de densidade  $1049 \text{ kg/m}^3$ , a 120 m de profundidade. A intensidade da força em newtons, que age em cada  $\text{cm}^2$  do seu corpo, é de aproximadamente:

Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $P_{\text{atm}} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

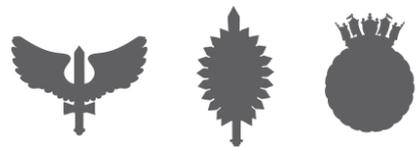
- A) 136
- B) 122
- C) 104
- D) 87
- E) 59

**12. (EFOMM)** Uma balança indica o peso de um bloco no ar igual a 80 N. ao ser mergulhado na água o mesmo passa a pesar 60 N, num local da Terra onde  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Sendo a densidade da água  $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  e desprezando-se o empuxo do ar, pode-se dizer que a massa do bloco, em quilogramas; o empuxo recebido pelo bloco na água, em Newtons; o volume do bloco, em  $\text{m}^3$ ; e a sua densidade em  $\text{kg/m}^3$  são, respectivamente,

- A) 6,0; 20;  $2,5 \cdot 10^{-3}$  e  $3 \cdot 10^3$
- B) 6,0; 30;  $2 \cdot 10^{-3}$  e  $2 \cdot 10^3$
- C) 6,0; 30;  $2,2 \cdot 10^{-3}$  e  $2,5 \cdot 10^3$
- D) 8,0; 20;  $3 \cdot 10^{-3}$  e  $4 \cdot 10^3$
- E) 8,0; 20;  $2 \cdot 10^{-3}$  e  $4 \cdot 10^3$

**13. (EFOMM)** Num dos tanques de um navio, estão armazenados  $1200,3 \text{ cm}^3$  de um óleo combustível de 700,2 g de massa. O valor aproximado da densidade relativa desse combustível é:

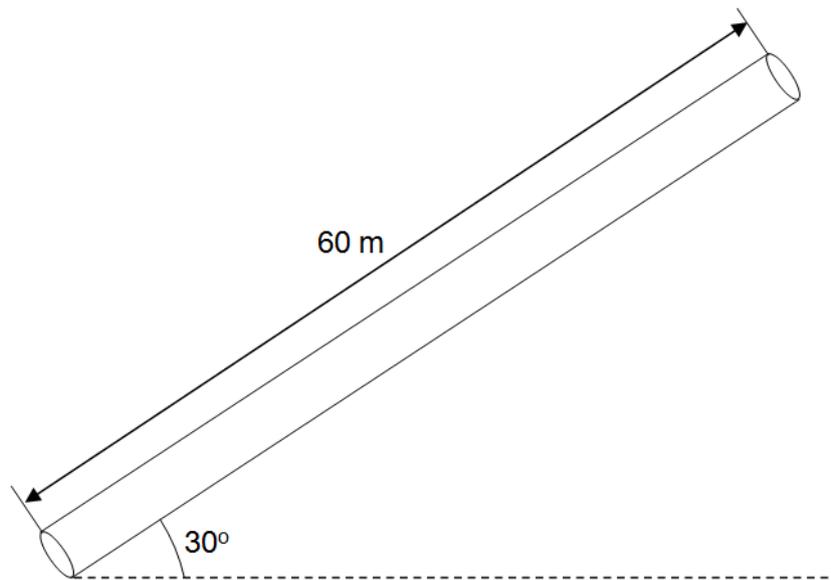
- A)  $0,88 \cdot 10^{-1}$
- B)  $1,62 \cdot 10^{-2}$
- C)  $1,7 \cdot 10^{-1}$
- D)  $5,04 \cdot 10^{-2}$
- E)  $5,83 \cdot 10^{-1}$



**14. (EFOMM)** Um corpo tem forma cúbica de aresta 5 cm e flutua em água de massa específica  $1000 \text{ kg/m}^3$ . A massa específica do corpo é de  $0,8 \text{ kg/l}$ . A altura submersa desse corpo é de:

- A) 4 cm
- B) 3,5 cm
- C) 3 cm
- D) 2,5 cm
- E) 2 cm

**15. (EFOMM)** Um tubo “A – B” (veja desenho) contém água. Sua extremidade “B” é aberta e a “A” fechada. Se o tubo for preenchido completamente, qual será a pressão efetiva na sua base?



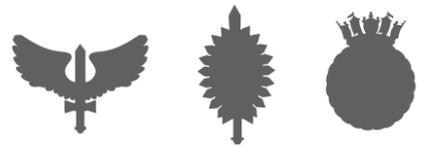
Considere que, para cada 10 metros de altura de água, tem-se aproximadamente uma atmosfera de pressão.

Dados:  $\sin 30^\circ = 0,500$ ;  $\cos 30^\circ = 0,866$

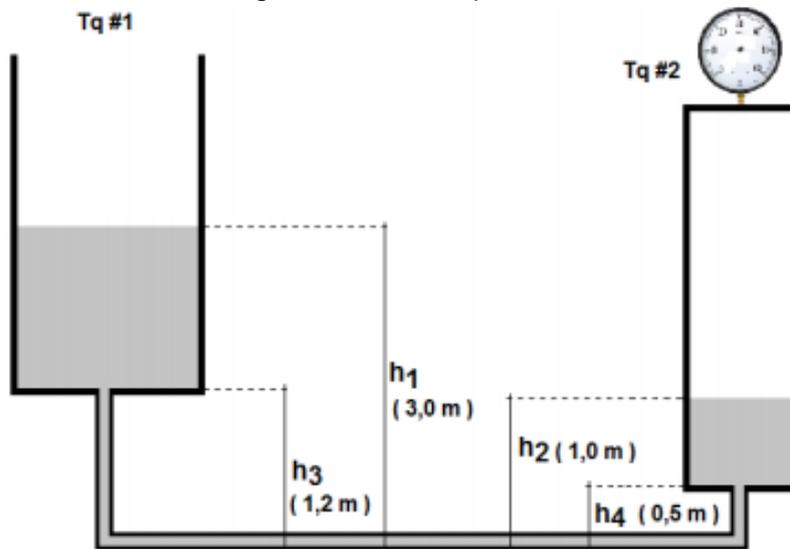
- A) 6 atm
- B) 3 atm
- C) 1 atm
- D) 2 atm
- E) 9 atm

**16. (EFOMM)** Uma boia encarnada homogênea flutua em um lago de água doce, considerada pura, com metade de seu volume submerso. Quando transferida para uma determinada região de água salgada, a mesma boia passa a flutuar com 48% de seu volume submerso. Qual é, então, a salinidade dessa água? Considere a densidade da água pura como  $1,000 \text{ kg/L}$  e que a adição de sal não altera o volume da solução.

- A) 35 g/L.
- B) 42 g/L.
- C) 48 g/L.
- D) 52 g/L.
- E) 63 g/L.

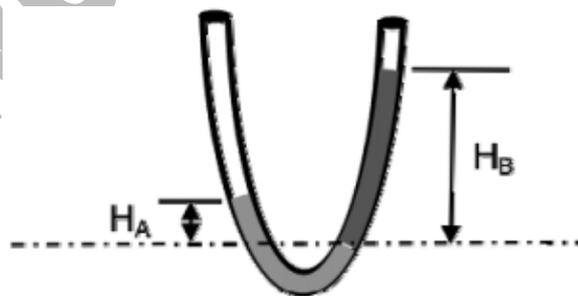


**17. (EFOMM)** Um sistema de transferência de água por meio de tubulações localizadas abaixo dos tanques estabilizou com diferença de nível entre os dois tanques, conforme a figura abaixo. O tanque número 1 é aberto para a atmosfera e o tanque número dois não. Considere a densidade da água  $\rho = 1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , a pressão atmosférica  $P_{\text{atm}} = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$  e aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Nessa condição, um manômetro instalado no tanque 2, na posição indicada na figura, deverá marcar o seguinte valor de pressão:



- A)  $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ .
- B)  $1,2 \times 10^5 \text{ Pa}$ .
- C)  $0,5 \times 10^5 \text{ Pa}$ .
- D)  $0,2 \times 10^5 \text{ Pa}$ .
- E)  $0,1 \times 10^5 \text{ Pa}$ .

**18. (EFOMM)** Um tubo em forma de U, aberto nas duas extremidades, possui um diâmetro pequeno e constante. Dentro do tubo há dois líquidos A e B, incompressíveis, imiscíveis, e em equilíbrio. As alturas das colunas dos líquidos, acima da superfície de separação, são  $H_A = 35,0 \text{ cm}$  e  $H_B = 50,0 \text{ cm}$ . Se a densidade de A vale  $\rho_A = 1,4 \text{ g/cm}^3$ , a densidade do líquido B, em  $\text{g/cm}^3$ , vale



- A) 0,98
- B) 1,00
- C) 1,02
- D) 1,08
- E) 1,24



**19. (EFOMM)** Uma pessoa de massa corporal igual a 100 kg, quando imersa em ar na temperatura de 20°C e à pressão atmosférica (1 atm), recebe uma força de empuxo igual a 0,900N. Já ao mergulhar em determinado lago, permanecendo imóvel, a mesma pessoa consegue flutuar completamente submersa. A densidade relativa desse lago, em relação à densidade da água (4°C), é

Dados: densidade do ar (1atm, 20°C) = 1,20 kg/m<sup>3</sup>; densidade da água (4°C) = 1,00 g/cm<sup>3</sup>.

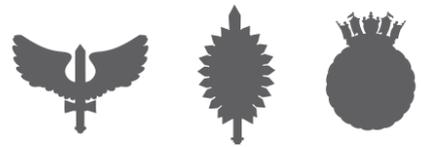
- A) 1,50
- B) 1,45
- C) 1,33
- D) 1,20
- E) 1,00



GABARITO

01. E 02. E 03. C 04. C 05. A 06. A 07. D 08. D 09. B 10. B 11. A 12. E  
13. E 14. A 15. B 16. A 17. D 18. A 19. C

Maxwell Videoaulas



**HIDROSTÁTICA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

Uma esfera homogênea, rígida, de densidade  $\mu_1$  e de volume  $V$  se encontra apoiada e em equilíbrio na superfície inferior de um recipiente, como mostra a figura 1. Nesta situação a superfície inferior exerce uma força  $N_1$  sobre a esfera.

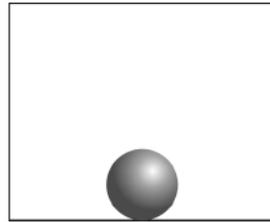


Figura 1

A partir dessa condição, o recipiente vai sendo preenchido lentamente por um líquido de densidade  $\mu$ , de tal forma que esse líquido esteja sempre em equilíbrio hidrostático. Num determinado momento, a situação de equilíbrio do sistema, no qual a esfera apresenta metade de seu volume submerso, é mostrada na figura 2.

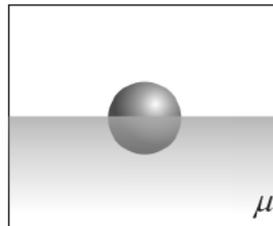


Figura 2

Quando o recipiente é totalmente preenchido pelo líquido, o sistema líquido-esfera se encontra em uma nova condição de equilíbrio com a esfera apoiada na superfície superior do recipiente (figura 3), que exerce uma força de reação normal  $N_2$  sobre a esfera.

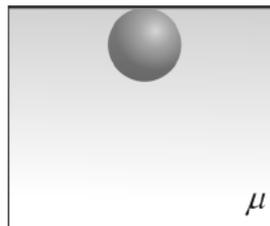


Figura 3

Nessas condições, a razão  $\frac{N_2}{N_1}$  é dada por

- A) 1/2
- B) 1
- C) 3/2
- D) 2

**02. (AFA)**

Considere uma prancha homogênea de peso  $P$  e comprimento  $L$  que se encontra equilibrada horizontalmente em duas hastes A e B como mostra a figura 1 abaixo.

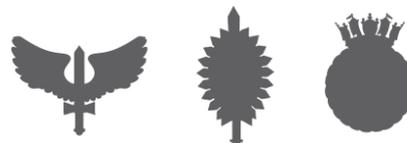


Figura 1

Sobre a prancha, em uma posição  $x < L/2$ , é colocado um recipiente de massa desprezível e volume  $V$ , como mostrado na figura 2. Esse recipiente é preenchido lentamente com um líquido homogêneo de densidade constante até sua borda sem transbordar.

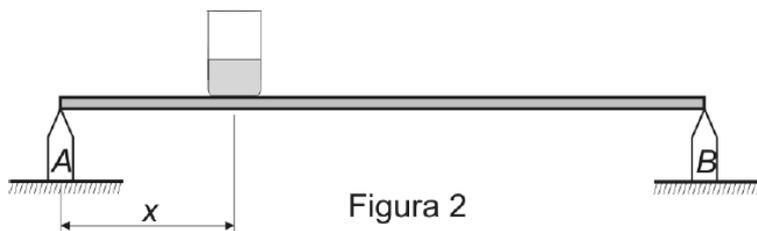
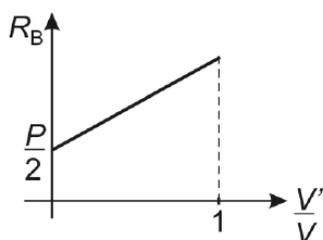


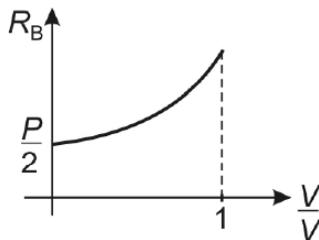
Figura 2

Nessas condições, o gráfico que melhor representa a intensidade da reação do apoio B,  $R_B$ , em função da razão entre o volume  $V'$  do líquido contido no recipiente pelo volume  $V$  do recipiente,  $V'/V$ , é

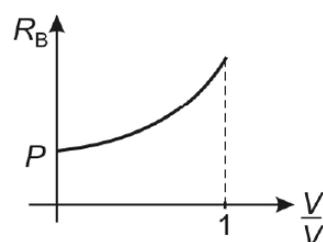
A)



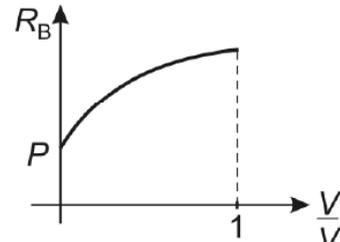
C)



B)

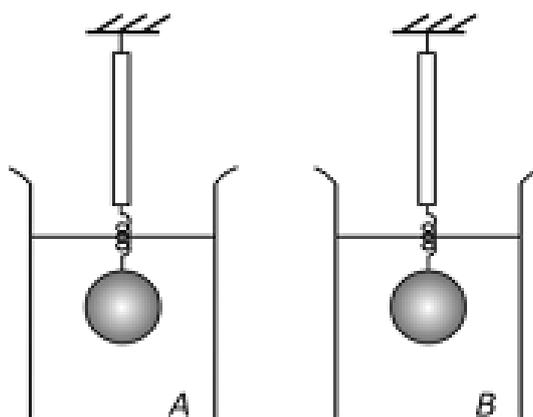


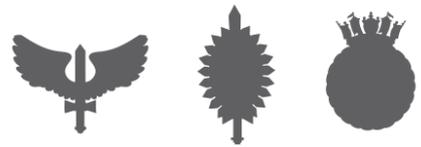
D)



03. (AFA)

Uma esfera de massa  $m$ , pendurada na extremidade livre de um dinamômetro ideal, é imersa totalmente em um líquido A e a seguir em um outro líquido B, conforme figura abaixo.



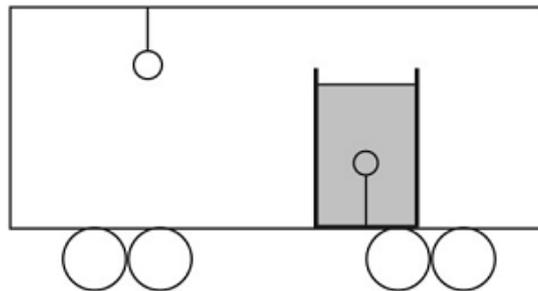


As leituras do dinamômetro nos líquidos A e B, na condição de equilíbrio, são, respectivamente,  $F_1$  e  $F_2$ . Sendo  $g$  a aceleração da gravidade local, a razão entre as massas específicas de A e B é

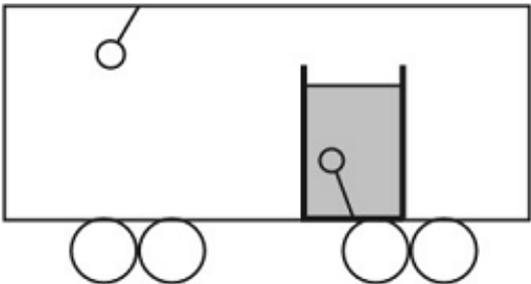
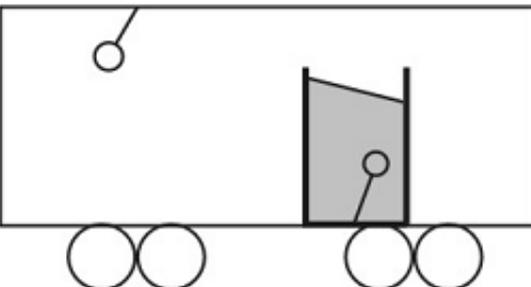
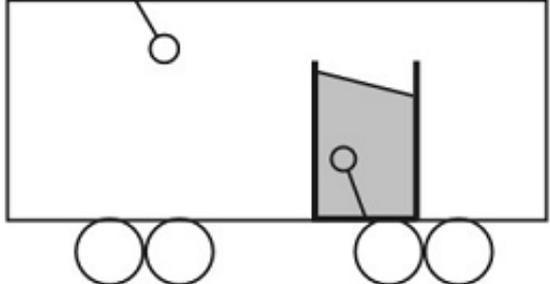
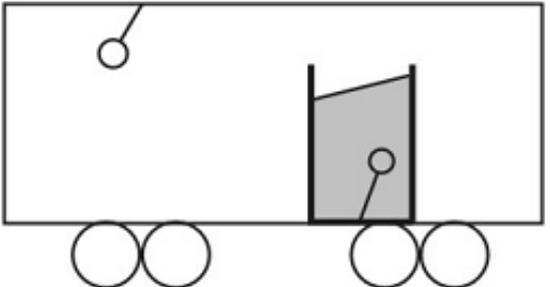
- A)  $\frac{mg + F_1}{mg + F_2}$
- B)  $\frac{F_1 - mg}{mg + F_2}$
- C)  $\frac{mg + F_1}{F_2 - mg}$
- D)  $\frac{mg - F_1}{mg - F_2}$

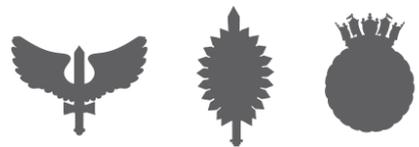
**04. (AFA)**

A figura abaixo representa um vagão em repouso, no interior do qual se encontram um pêndulo simples e um recipiente fixo no piso, cheio de água. O pêndulo simples é composto de uma bolinha de ferro presa ao teto do vagão por um fio ideal e, dentro do recipiente, existe uma bolinha de isopor, totalmente imersa na água e presa no seu fundo também por um fio ideal.



Assinale a alternativa que melhor representa a situação física no interior do vagão, se este começar a se mover com aceleração constante para a direita.

- A) 
- B) 
- C) 
- D) 



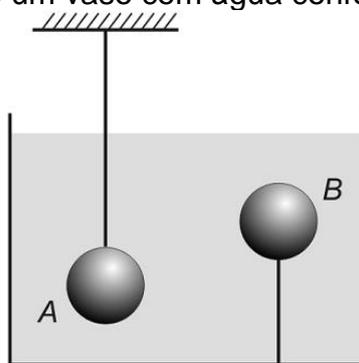
**05. (AFA)**

Uma balança está em equilíbrio, no ar, tendo bolinhas de ferro num prato e rolhas de cortiça no outro. Se esta balança for levada para o vácuo, pode-se afirmar que ela

- A) penderia para o lado das bolinhas de ferro, pois a densidade do mesmo é maior que a densidade da cortiça.
- B) não penderia para nenhum lado, porque o peso das bolinhas de ferro é igual ao peso das rolhas de cortiça.
- C) penderia para o lado das rolhas de cortiça, pois enquanto estava no ar o empuxo sobre a cortiça é maior que o empuxo sobre o ferro.
- D) não penderia para nenhum lado, porque no vácuo não tem empuxo.

**06. (AFA)**

Duas esferas A e B de mesmo volume, de materiais diferentes e presas por fios ideais, encontram-se em equilíbrio no interior de um vaso com água conforme a figura.



Considerando-se as forças peso ( $P_A$  e  $P_B$ ), empuxo ( $E_A$  e  $E_B$ ) e tensão no fio ( $T_A$  e  $T_B$ ) relacionadas a cada esfera, é

INCORRETO afirmar que

- A)  $P_A > P_B$
- B)  $E_A = E_B$
- C)  $T_A < T_B$
- D)  $T_A + T_B = P_A - P_B$

**07. (AFA)**

Uma vela acesa, flutuando em água, mantém-se sempre em equilíbrio, ocupando a posição vertical. Sabendo-se que as densidades da vela e da água são, respectivamente,  $0,8 \text{ g/cm}^3$  e  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , qual a fração da vela que permanecerá sem queimar, quando a chama se apagar ao entrar em contato com a água?

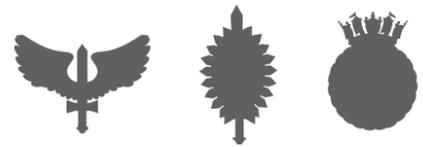
- A) 0
- B) 1/5
- C) 1/4
- D) 4/5

**08. (AFA)**

Uma pessoa deita-se sobre uma prancha de madeira que flutua mantendo sua face superior no mesmo nível da superfície da água. A prancha tem 2 m de comprimento, 50 cm de largura e 15 cm de espessura. As densidades da água e da madeira são, respectivamente,  $1000 \text{ kg/m}^3$  e  $600 \text{ kg/m}^3$ . Considerando  $g=10 \text{ m/s}^2$ , pode-se afirmar que o peso da pessoa é

- A) 600 N
- B) 700 N
- C) 400 N
- D) 500 N





**09. (AFA)**

Um aquário, com um peixe, está equilibrado no prato de uma balança. Num certo instante, o peixe nada em direção à superfície. É correto afirmar que

- A) a leitura da balança aumenta.
- B) a leitura da balança diminui.
- C) não há alteração na leitura da balança.
- D) o enunciado é inconclusivo.

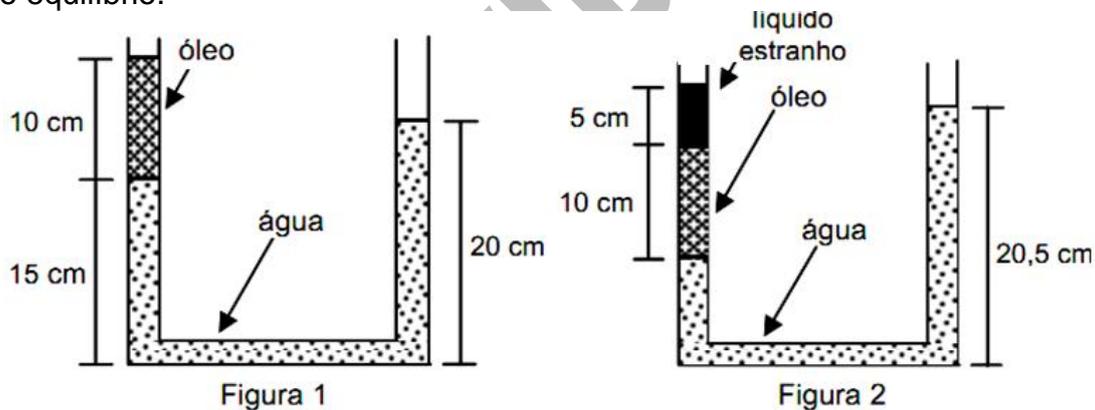
**10. (AFA)**

Um garoto segura uma bexiga de 10 g, cheia de gás, exercendo sobre o barbante uma força para baixo de intensidade 0,1 N. Nessas condições, pode-se afirmar que

- A) a densidade média da bexiga é menor que a do ar que a envolve.
- B) a pressão no interior da bexiga é menor que a pressão atmosférica local.
- C) o empuxo que a bexiga sofre vale 0,1 N.
- D) o empuxo que a bexiga sofre tem a mesma intensidade que seu peso.

**11. (AFA)**

Um estudante tendo encontrado um líquido estranho em sua casa, tentou descobrir o que era. Inicialmente observou que esse era miscível em água, cuja densidade ele conhecia ( $d_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$ ), mas imiscível em óleo. Logo depois, colocou em vasos comunicantes, uma coluna de 10 cm de óleo sobre água, obtendo o equilíbrio mostrado na figura 1. Por fim derramou sobre o óleo, conforme figura 2, uma coluna de 5 cm do líquido estranho, alcançando novamente o equilíbrio.



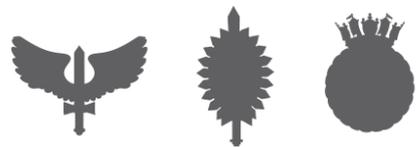
Um barril flutua na superfície de um lago, deslocando 30 litros de água. Colocando-se esse mesmo barril para flutuar sobre um líquido 1,5 vezes mais denso que a água, quantos litros desse líquido ele irá deslocar?

- A) 0,30.
- B) 0,40.
- C) 0,20.
- D) 0,50.

**12. (AFA)**

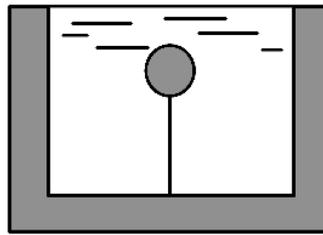
Um barril flutua na superfície de um lago, deslocando 30 litros de água. Colocando-se esse mesmo barril para flutuar sobre um líquido 1,5 vezes mais denso que a água, quantos litros desse líquido ele irá deslocar?

- A) 20
- B) 30
- C) 15
- D) 45



**13. (AFA)**

Uma bola de peso  $P$  é mantida totalmente submersa em uma piscina por meio de um fio inextensível submetido a uma tensão  $T$ , como mostra a figura.

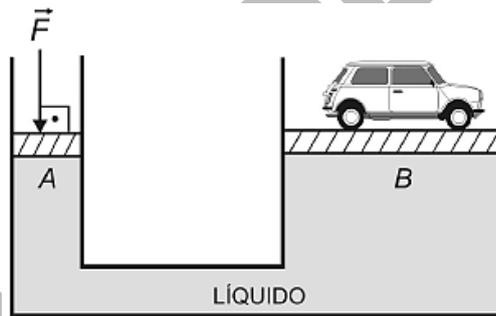


A intensidade do empuxo sobre a bola pode ser calculada por

- A)  $P$
- B)  $T$
- C)  $P + T$
- D)  $P - T$

**14. (AFA)**

A figura abaixo representa um macaco hidráulico constituído de dois pistões A e B de raios  $R_A = 60 \text{ cm}$  e  $R_B = 240 \text{ cm}$ , respectivamente. Esse dispositivo será utilizado para elevar a uma altura de  $2 \text{ m}$ , em relação à posição inicial, um veículo de massa igual a  $1 \text{ tonelada}$  devido à aplicação de uma força  $\vec{F}$ . Despreze as massas dos pistões, todos os atritos e considere que o líquido seja incompressível.

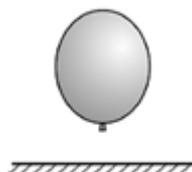


Nessas condições, o fator de multiplicação de força deste macaco hidráulico e o trabalho, em joules, realizado pela força  $\vec{F}$ , aplicada sobre o pistão de menor área, ao levantar o veículo bem lentamente e com velocidade constante, são, respectivamente,

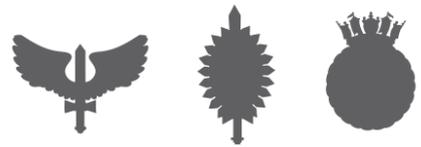
- A)  $4$  e  $2,0 \cdot 10^4$
- B)  $4$  e  $5,0 \cdot 10^3$
- C)  $16$  e  $2,0 \cdot 10^4$
- D)  $16$  e  $1,25 \cdot 10^3$

**15. (AFA)**

Um balão, cheio de um certo gás, que tem volume de  $2,0 \text{ m}^3$ , é mantido em repouso a uma determinada altura de uma superfície horizontal, conforme a figura abaixo.



Sabendo-se que a massa total do balão (incluindo o gás) é de  $1,6 \text{ kg}$ , considerando o ar como uma camada uniforme de densidade igual a  $1,3 \text{ kg/m}^3$ , pode-se afirmar que ao liberar o balão, ele



- A) ficará em repouso na posição onde está.
- B) subirá com uma aceleração de  $6,25 \text{ m/s}^2$
- C) subirá com velocidade constante.
- D) descera com aceleração de  $6,25 \text{ m/s}^2$

MAXWELL VIDEOAULAS



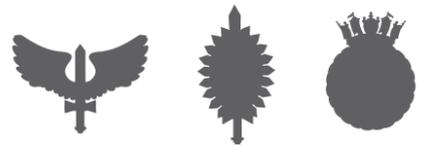
GABARITO

1. B    02. A    03. D    04. B    05. C    06. C    07. A    08. A    09. A    10. A    11. C    12. A  
13. C    14. C    15. B

MAXWELL VIDEOAULAS

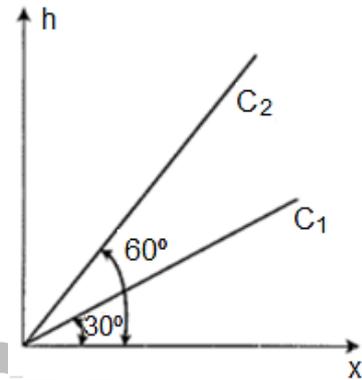
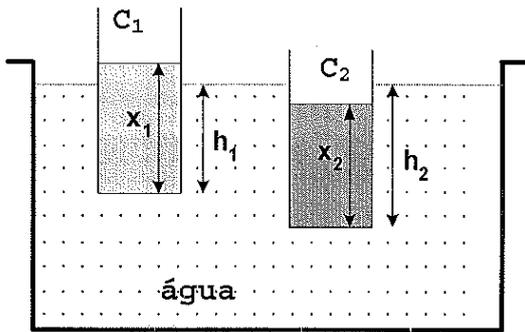


# MAXWELL VIDEOAULAS



**HIDROSTÁTICA - TESTES DE REVISÃO**

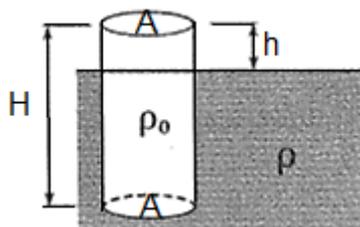
1. (EN) Dois vales cilíndricos idênticos  $C_1$  e  $C_2$  flutuam na água em posição vertical, conforme indica a figura. O vaso  $C_1$  contém um líquido de massa específica  $\rho_1$  e o vaso  $C_2$ , um líquido de massa específica  $\rho_2$ . O gráfico mostra como  $h$  varia com  $x$ , onde  $h$  é a altura submersa de cada vaso e  $x$  é a altura da coluna de líquido dentro de cada vaso. Sendo assim, qual a razão  $\rho_1 / \rho_2$ ?



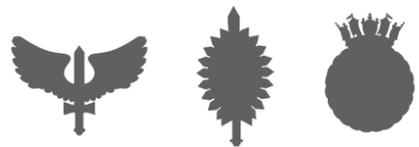
Dados:  $\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2}$ ;  $\text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

- a)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- b)  $\frac{2}{3}$
- c)  $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- d)  $\frac{\sqrt{2}}{3}$
- e)  $\frac{1}{3}$

2. (EN) A densidade absoluta (ou massa específica)  $\rho_0$  do cilindro sólido de altura  $H$  e área das bases  $A$  é tal que, quando em equilíbrio no fluido de densidade absoluta  $\rho$ , flutua mantendo a base superior a uma altura  $h$  acima da superfície livre do líquido, como mostra a figura abaixo. Sabendo que, para ficar submerso, a densidade absoluta do cilindro deve ser 25% maior que  $\rho_0$ , podemos afirmar que a razão  $h/H$  é igual a:

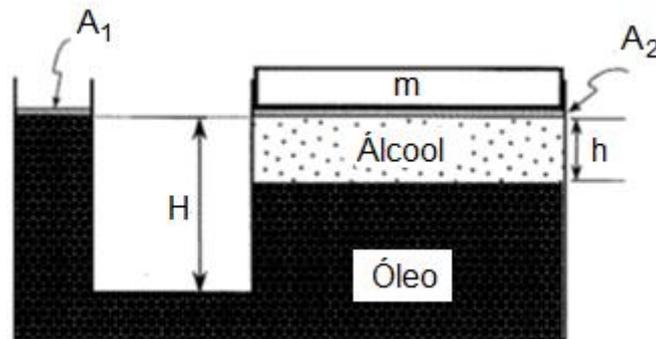


- a) 4/5
- b) 1/4
- c) 1/5
- d) 1/8
- e) 1/10



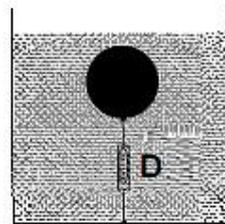
3. (EN) O sistema hidráulico da figura abaixo consiste em dois êmbolos, de massas desprezíveis, de área  $A_1$  e  $A_2$ , fechando completamente as aberturas de um tubo de U cilíndrico. O óleo no interior do tubo está contaminado com certa quantidade de álcool etílico, formando assim uma pequena coluna de altura  $h$  logo abaixo do êmbolo de área  $A_2 = 5A_1$ . Considere os líquidos incompressíveis. Para que os êmbolos estejam à mesma altura  $H$ , um pequeno bloco de massa  $m = 30$  gramas foi colocado sobre o êmbolo de área maior. O volume, em litros, de álcool etílico no interior do tubo é:

Dados:  $\mu_{\text{álcool}} = 0,80 \text{ g/cm}^3$ ,  $\mu_{\text{óleo}} = 0,90 \text{ g/cm}^3$



- a) 0,20
- b) 0,30
- c) 0,50
- d) 0,10
- e) 1,5

4. (EN) Uma esfera, de peso  $P$  newtons e massa específica  $\mu$ , está presa ao fundo de um recipiente por meio de um fio ligado a um dinamômetro  $D$ , de massas desprezíveis. A esfera encontra-se totalmente submersa em água de massa específica  $\mu_{\text{água}} = 2\mu$ , conforme a figura. Nessas condições, a leitura do dinamômetro em função do peso  $P$  é dada por:



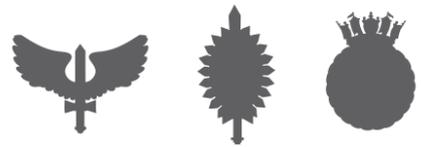
- a)  $P/4$
- b)  $P/2$
- c)  $2P/3$
- d)  $P$
- e)  $2P$

5. (EN) Uma balança encontra-se equilibrada tendo, sobre seu prato direito, um recipiente contendo inicialmente apenas água. Um cubo sólido e uniforme, de volume  $5,0 \text{ cm}^3$ , peso  $0,2 \text{ N}$  e pendurado por um fio fino é, então, lentamente mergulhado na água até que fique totalmente submerso. Sabendo que o cubo não troca o fundo do recipiente, a balança estará equilibrada se for acrescentando um contrapeso, em newtons, igual a:

Dados:

$g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $\mu_{\text{água}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$

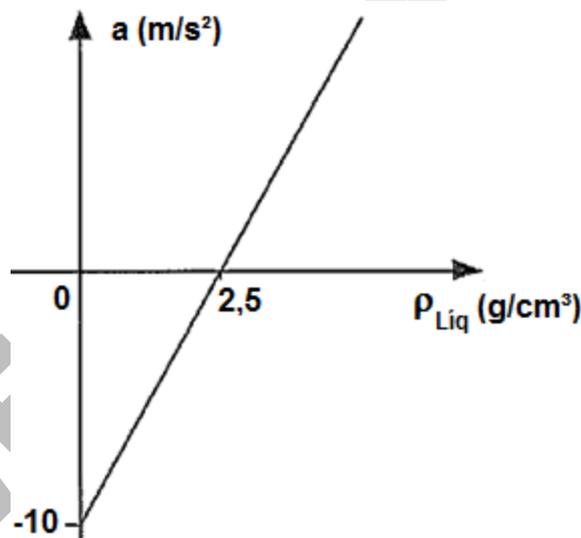
- a) zero, pois a balança se mantém equilibrada
- b) 0,50, colocado sobre o prato direito
- c) 0,20, colocado sobre o prato esquerdo
- d) 0,15, colocado sobre o prato direito
- e) 0,050, colocado sobre o prato esquerdo



6. (EN) Uma embarcação de massa total  $m$  navega em água doce (rio) e também em água salgada (mar). Em certa viagem, uma carga foi removida da embarcação a fim de manter constante seu volume submerso, quando da mudança do meio líquido em que navegava. Considere  $d_m$  e  $d_r$  as densidades da água do mar e do rio, respectivamente. Qual a expressão matemática para a massa da carga removida e o sentido da navegação?

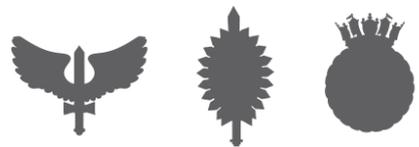
- a)  $m \left( \frac{d_m - d_r}{d_r} \right)$ , do mar para o rio
- b)  $m \left( \frac{d_m - d_r}{d_m} \right)$ , do mar para o rio
- c)  $m \left( \frac{d_r - d_m}{d_r} \right)$ , do rio para o mar
- d)  $m \left( \frac{d_r - d_m}{d_m} \right)$ , do mar para o rio
- e)  $m \left( \frac{d_m + d_r}{d_r} \right)$ , do rio para o mar

7. (EN) Analise o gráfico abaixo.

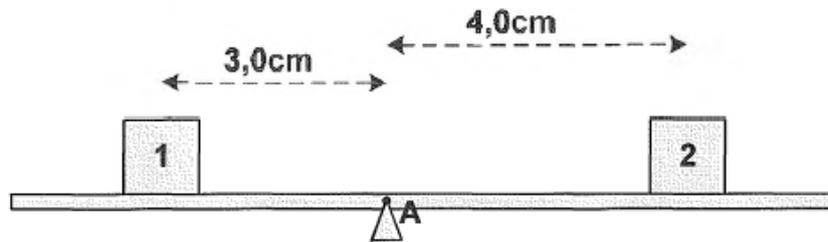


Uma pequena esfera é totalmente imersa em meio líquido de densidade  $\rho_{liq}$  e, então, liberada a partir do repouso. A aceleração da esfera é medida para vários líquidos, sendo o resultado apresentado no gráfico acima. Sabendo que o volume da esfera é  $3,0 \cdot 10^{-3} m^3$ , a massa da esfera, em Kg, é:

- a) 2,0
- b) 3,5
- c) 4,0
- d) 5,5
- e) 7,5



8. (EN) Analise a figura abaixo.



A figura acima ilustra dois blocos de mesmo volume, mas de densidades diferentes, que estão em equilíbrio estático sobre uma plataforma apoiada no ponto A, ponto esse que coincide com o centro de massa da plataforma. Observe que a distância em relação ao ponto A é 3,0cm para o bloco 1, cuja densidade é de  $1,6\text{g/cm}^3$ , e 4,0cm para o bloco 2. Suponha agora que esse sistema seja totalmente imerso em um líquido de densidade  $1,1\text{g/cm}^3$ . Mantendo o bloco 2 na mesma posição em relação ao ponto A, a que distância, em cm, do ponto A deve-se colocar o bloco 1 para que o sistema mantenha o equilíbrio estático?

- a) 3,0
- b) 2,5
- c) 1,8
- d) 0,8
- e) 0,5

9. (EN) Um submarino da Marinha Brasileira da classe Tikuna desloca uma massa de água de 1586 toneladas, quando está totalmente submerso, e 1454 toneladas, quando está na superfície da água do mar. Quando esse submarino está na superfície, os seus tanques de mergulho estão cheios de ar e quando está submerso, esses tanques possuem água salgada. Qual a quantidade de água salgada, em  $\text{m}^3$ , que os tanques de mergulho desse submarino devem conter para que ele se mantenha flutuando totalmente submerso?

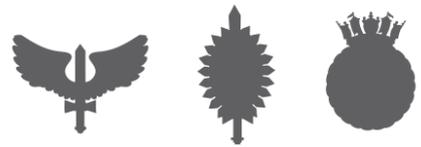
Dados: Densidade da água do mar =  $1,03\text{g/cm}^3$ .

Despreze o peso do ar nos tanques de mergulho

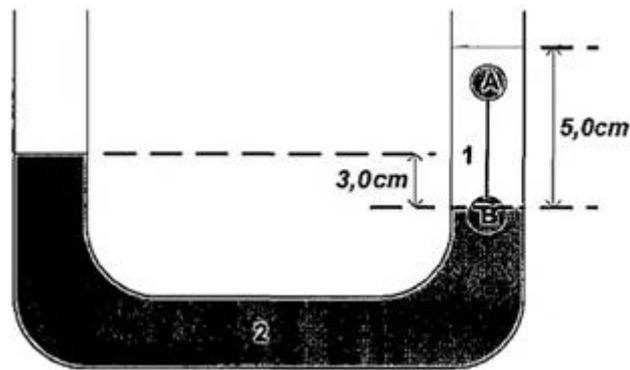
- a) 105
- b) 128
- c) 132
- d) 157
- e) 178

10. (EN) Dois balões meteorológicos são lançados de um helicóptero parado a uma altitude em que a densidade do ar é  $p_0 = 1,0\text{kg/m}^3$ . Os balões, de pesos desprezíveis quando vazios, estão cheios de ar pressurizado tal que as densidades do ar em seus interiores valem  $p_1 = 10\text{kg/m}^3$  (balão de volume  $V_1$ ) e  $p_2 = 2,5\text{kg/m}^3$  (balão de volume  $V_2$ ). Desprezando a resistência do ar, se a força resultante atuando sobre cada balão tiver o mesmo módulo, a razão  $V_2/V_1$ , entre os volumes dos balões, será igual a

- a) 7,5
- b) 6,0
- c) 5,0
- d) 2,5
- e) 1,0

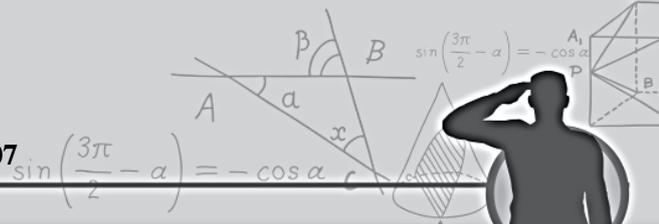


11. (EN) Analise a figura abaixo.



Na figura acima, tem-se a representação de um tubo em "U" que contém dois líquidos imiscíveis, 1 e 2. A densidade do líquido menos denso é  $d$ . A figura também exibe duas esferas maciças, A e B, de mesmo volume, que estão ligadas por um fio ideal tensionado. A esfera A está totalmente imersa no líquido 1 e a esfera B tem  $3/4$  de seu volume imerso no líquido 2. Sabendo que as esferas estão em equilíbrio estático e que a esfera A tem densidade  $2d/3$ , qual a densidade da esfera B?

- a)  $7d/6$
- b)  $4d/3$
- c)  $3d/2$
- d)  $5d/3$
- e)  $2d$



1. Das seguintes afirmações assinale a(as) incorreta(s):

- I. A pressão hidrostática em todos os pontos de um líquido é a mesma pelo princípio de Pascal.
- II. Dada certa quantidade de líquido, a pressão hidrostática na base do recipiente não depende da forma do recipiente.
- III. A pressão hidrostática não depende do material do recipiente e nem do líquido contido no recipiente.

- A) Só I    B) Só II    C) I e II  
D) I e III    E) Todas

2. Um objeto B tem o dobro de densidade e a metade da massa de um objeto A. A razão entre os volumes de A e B é:

- A) 4    B) 2    C) 1  
D) 1/2    E) 1/4

3. Uma piscina de 6 m de profundidade está totalmente cheia de água. Calcular a pressão hidrostática em um ponto a 2 m do fundo da piscina.

**Dados:**

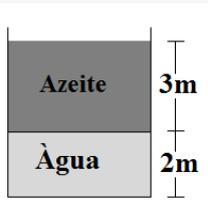
$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

- A) 10 kPa    B) 20 kPa    C) 40 kPa  
D) 50 kPa    E) 60 kPa

4. Calcular a pressão hidrostática no fundo do recipiente.

**Dados:**

$\rho_{\text{azeite}} = 800 \text{ kg/m}^3$   
 $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

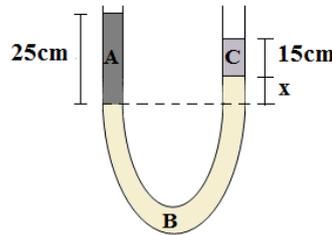


- A) 14 kPa    B) 20 kPa    C) 24 kPa  
D) 40 kPa    E) 44 kPa

5. Se o sistema está em equilíbrio, calcular x.

**Dados:**

$\rho_A = 5000 \text{ kg/m}^3, \rho_B = 16000 \text{ kg/m}^3$   
 $\text{e } \rho_C = 3000 \text{ kg/m}^3.$

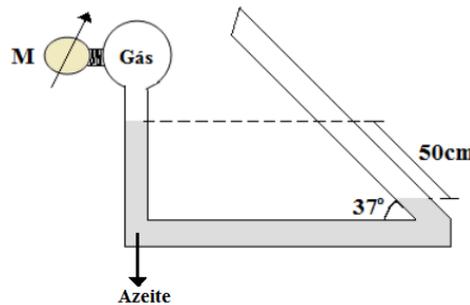


- A) 5 cm    B) 8 cm    C) 10 cm  
D) 16 cm    E) 20 cm

6. Determine quanto registra o manômetro (M), em kPa.

**Dados:**

$\rho_{\text{azeite}} = 800 \text{ kg/m}^3$  e  $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$

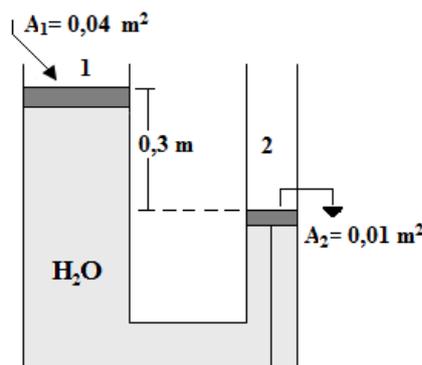


- A) 97,6    B) 100    C) 2,4  
D) 96    E) 4

7. Qual a massa máxima do bloco que deve ser colocado sobre o êmbolo 1 de forma que a água fique em equilíbrio. Considere que o fio preso a êmbolo 2 suporte uma tração máxima de 40 N. Despreze o peso dos êmbolos.

**Dados:**

$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$   
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

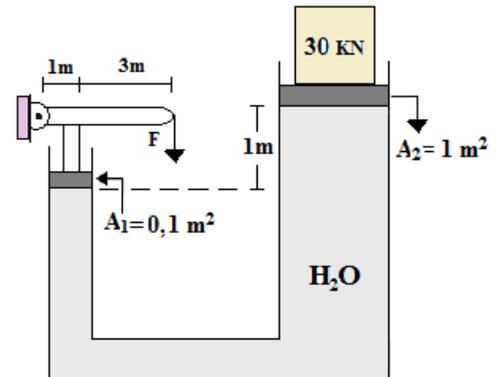


- A) 4 kg    B) 8 kg    C) 12 kg  
D) 16 kg    E) 32 kg

8. Na prensa hidráulica mostrada na figura, determine a magnitude da força F aplicada a alavanca de peso desprezível.

**Dados:**

$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$



- A) 2 kN    B) 1 kN    C) 0,5 kN  
D) 10 kN    E) 4 kN

9. Um corpo encontra-se no interior de um líquido e descendo com velocidade constante. Calcular o empuxo sobre o corpo considerando a sua massa igual a 0,7 kg.

**Dado:**

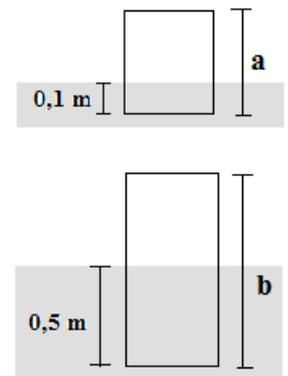
$g = 10 \text{ m/s}^2$

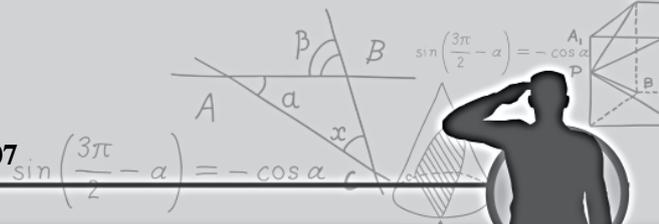
- A) 3 N    B) 4 N    C) 7 N  
D) 9 N    E) 11 N

10. Determinar a massa do bloco cujas dimensões são a, b e 0,3 m, sabendo que ele ao colocado na água ele flutua como mostra a figura.

**Dados:**

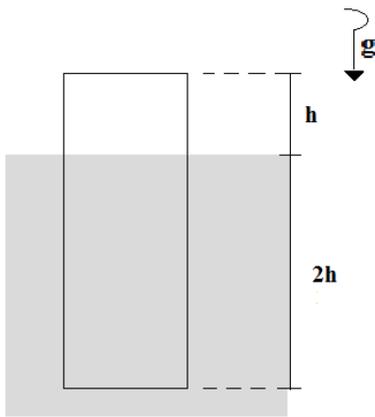
$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$  e  $\rho_{\text{bloco}} = 500 \text{ kg/m}^3$





- A) 10 kg    B) 20 kg    C) 30 kg  
D) 40 kg    E) 50 kg

11. Na figura mostrada o bloco de massa  $m$  está flutuando. A intensidade da força vertical que deve ser aplicada na parte superior afim de que ele fique em equilíbrio com a sua parte superior nivelada com a superfície livre do líquido. Considere a aceleração da gravidade igual a  $g$ .



- A)  $mg$     B)  $mg/2$     C)  $3mg$   
D)  $mg/3$     E)  $4mg$

12. De acordo com a figura abaixo o sistema está em equilíbrio. O bloco tem massa de 4 kg, a mola está alongada 10 cm e o balão junto com o gás que existe no seu interior tem massa de 0,9 kg. Qual o volume do balão?

**Dados:**

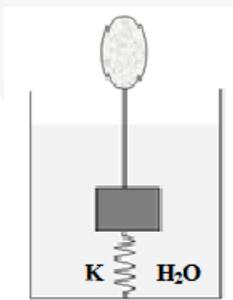
$$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{bloco}} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{ar}} = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

$$k = 100 \text{ N/m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

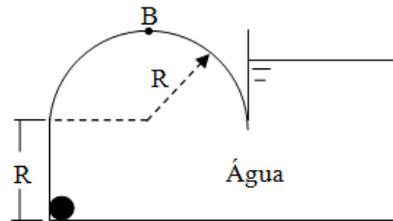


- A)  $1 \text{ m}^3$     B)  $3 \text{ m}^3$     C)  $5 \text{ m}^3$   
D)  $6 \text{ m}^3$     E)  $8 \text{ m}^3$

13. A esfera lisa de 1 kg e densidade  $0,5 \text{ g/cm}^3$  é solta da posição mostrada na figura. Determine em módulo a força que a superfície exerce sobre a esfera ao passar pela posição B

**Dados:**

$$g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ e } \rho_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

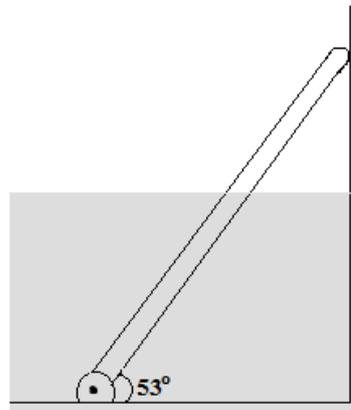


- A) 30 N    B) 40 N    C) 50 N  
D) 60 N    E) 70 N

14. De acordo com a figura, determine o valor da força, em N, que o recipiente exerce na extremidade não articulada da barra homogênea de massa igual a 4 kg. Considere que a metade do seu comprimento está imersa no líquido.

**Dado:**

$$\rho_{\text{barra}} = 2\rho_{\text{líquido}}$$



- A) 10,125    B) 12,125    C) 11,125  
D) 13,125    E) 14,125

15. A esfera, mostra na figura, é solta no ponto A e passa 2 s depois pelo ponto C. Quanto tempo a esfera gasta no trecho BC?

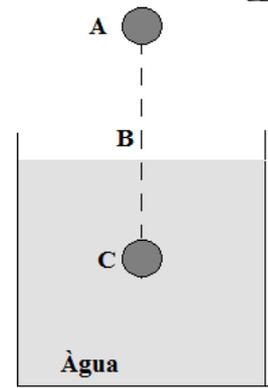
**Dados:**

$$\rho_{\text{esfera}} = 2 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$AC = 17,15 \text{ m}$$



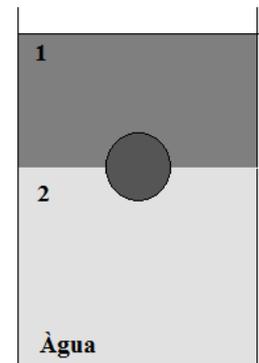
- A) 0,1 s    B) 0,2 s    C) 0,5 s  
D) 1 s    E) 1,2 s

16. Determine a densidade do corpo, em  $\text{kg/m}^3$ , que se encontra em equilíbrio com 20% de seu volume submerso em um líquido 1.

**Dados:**

$$\rho_1 = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_2 = 5000 \text{ kg/m}^3$$



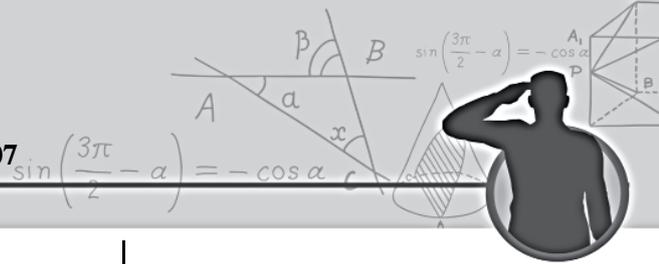
- A) 2200    B) 3300    C) 4000  
D) 4400    E) 3500

17. Uma caixa de madeira aberta na parte superior com base de 40 cm de largura e 20 cm de comprimento flutua em água. Se um corpo de massa 2 kg for colocado dentro da caixa a base ficará a uma profundidade de 14 cm. Determine a massa da caixa.

**Dado:**

$$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

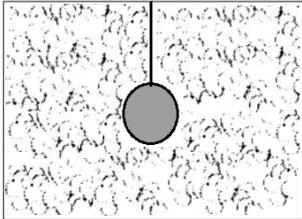
- A) 2200    B) 3300    C) 4000  
D) 4400    E) 3500



18. Uma esfera de volume  $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  e densidade  $250 \text{ kg/m}^3$  se encontra suspensa no interior de um recipiente que contém um gás de densidade  $10 \text{ kg/m}^3$ , como mostra a figura. Calcular a tração na corda.

**Dado:**

$g = 10 \text{ m/s}^2$



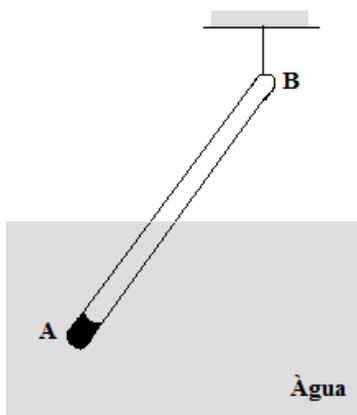
- A) 16 N    B) 12 N    C) 10 N  
D) 8 N    E) 6 N

19. Uma barra uniforme de 3,6 m de comprimento e massa 12 kg se encontra em equilíbrio e tem na extremidade A um peso de 60 N de dimensões desprezíveis. Se a barra encontra-se submersa na água com a metade de seu volume. Determine a tração na corda.

**Dados:**

$\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$g = 10 \text{ m/s}^2$



- A) 2 N    B) 5 N    C) 10 N  
D) 15 N    E) 20 N

20. Um balão vazio de 50 kg é inflado com hidrogênio e solto em um lugar onde a densidade do ar é  $1,3 \text{ kg/m}^3$ . Determine a força de ascensão do balão.

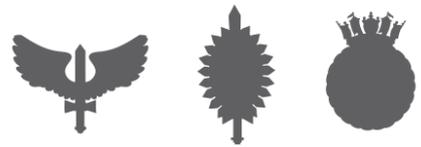
**Dados:**

$\rho_{\text{hidrogênio}} = 0,08 \text{ kg/m}^3$  e  $V_{\text{balão}} = 50 \text{ m}^3$

- A) 200 N    B) 220 N    B) 180 N  
C) 140 N    E) 110 N

**GABARITO**

1. D	6. A	11. B	16. D
2. A	7. B	12. B	17. A
3. C	8. B	13. C	18. B
4. E	9. C	14. E	19. E
5. A	10. C	15. D	20. E



**IMPULSO**

**QUANTIDADE DE MOVIMENTO LINEAR E IMPULSO**

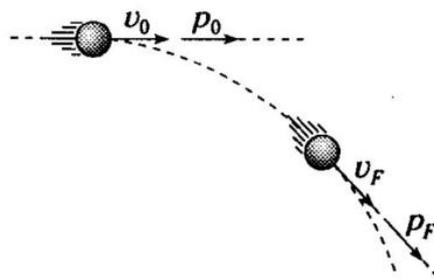
Quantidade de movimento linear: é o vetor  $\vec{p}$  determinado por:



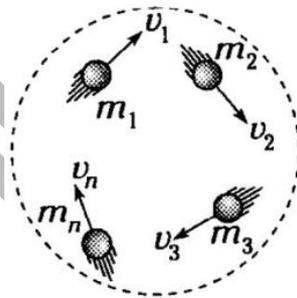
$$\vec{p} = m\vec{v}$$

No S.I. kg.m/s

A quantidade de movimento tem a mesma direção e sentido da velocidade.



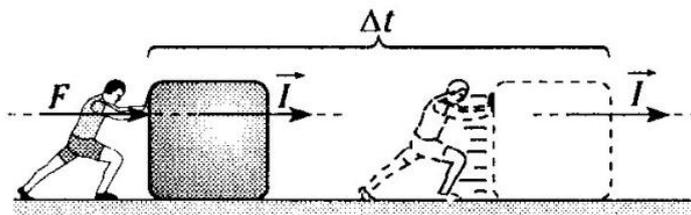
Quantidade de movimento linear de um sistema: todo sistema composto de n partículas apresenta uma quantidade de movimento determinada por:



$$\vec{p}_{\text{sistema}} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n$$

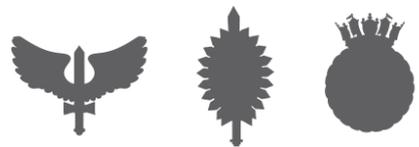
**Impulso**

Impulso de uma força constante: é o vetor  $\vec{I}$  determinado por:



$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$$

No S.I. Ns

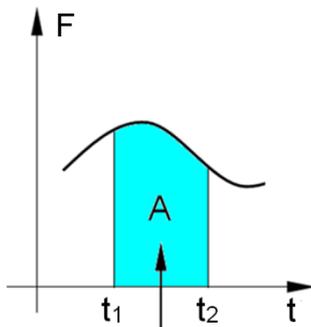


## Teorema do impulso

O impulso resultante sobre um sistema é igual a variação da quantidade de movimento linear sofrida pelo mesmo sistema.

$$\vec{I}_R = \Delta \vec{p}$$

### Impulso de uma força de módulo variável:



A área hachurada entre  $t_1$  e  $t_2$  determina o impulso realizado pela força  $F$  nesse intervalo, ou seja,  $A = I$ .

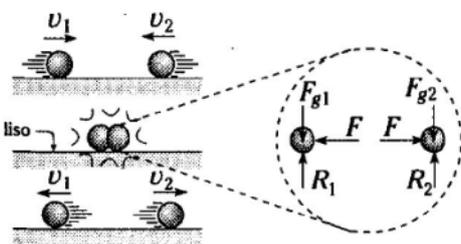
## Sistemas mecanicamente isolados

São todos os sistemas em que a resultante das forças externas é nula. Logo, a quantidade de movimento linear do sistema se conserva.

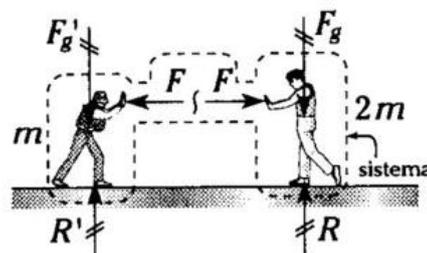
$$\vec{p}_{\text{sistema}} = \text{cte}$$

Exemplos mais comuns de sistemas mecanicamente isolados:

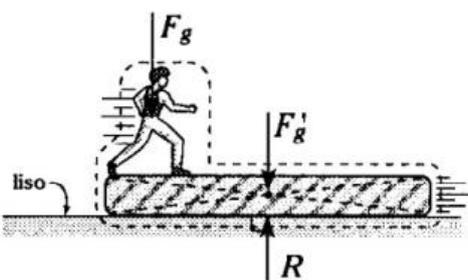
1.



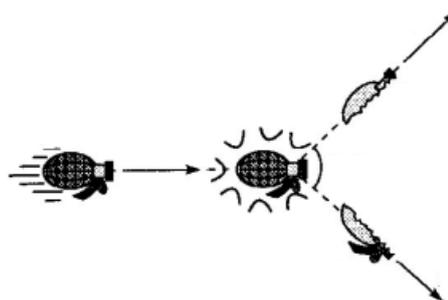
2.

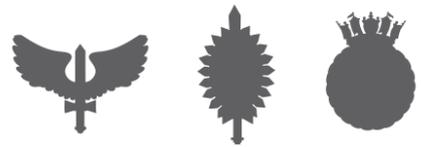


3.



4.

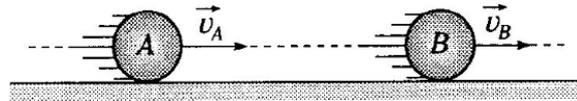




**Colisões**

A figura mostra as fases de uma colisão frontal entre duas partículas A e B.

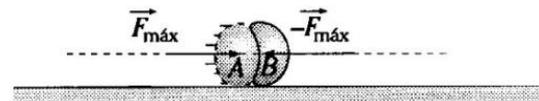
**1. Antes da colisão**



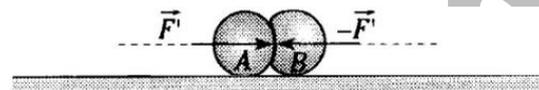
**2. Deformação**



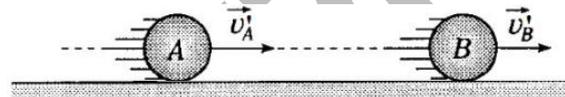
**3. Deformação máxima**



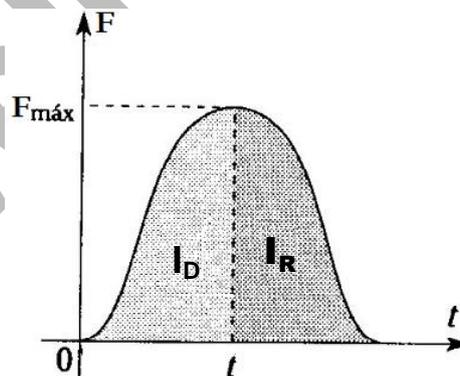
**4. Restituição**



**5. Depois da colisão**



**Representação gráfica**



**Coefficiente de restituição**

Para precisarmos o tipo de colisão entre duas partículas usamos uma grandeza adimensional denominada de **coeficiente de restituição** ( $e$ ) sendo determinado por:

$$e = \frac{\text{restituição}}{\text{deformação}} = \frac{\text{depois do choque}}{\text{antes do choque}} = \frac{v'_B - v'_A}{v_A - v_B} \leq 1$$



**Colisão elástica:**

$$e = 1$$

**Colisão parcialmente elástica:**

$$0 < e < 1$$

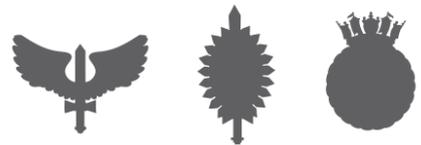
**Colisão inelástica:**

$$e = 0$$

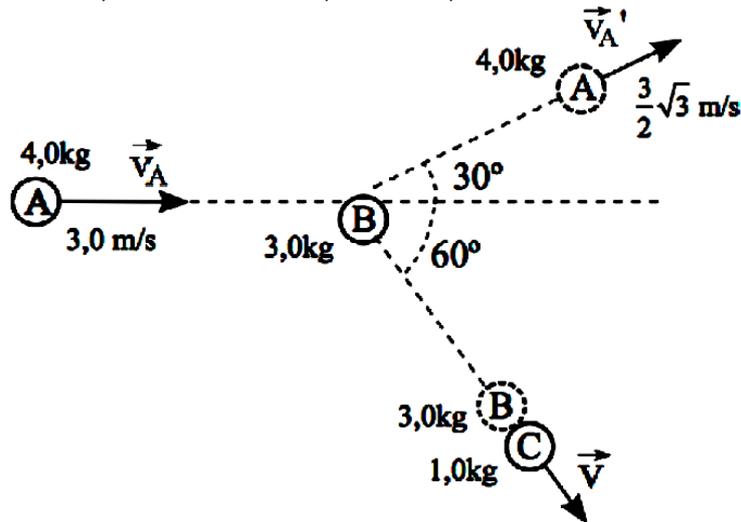
**Atenção!**

A colisão que apresenta perda máxima de energia mecânica é a **colisão inelástica**.

A colisão que não apresenta perda de energia mecânica é a **colisão elástica**.

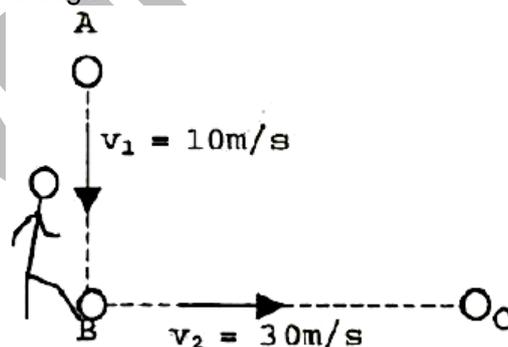


01. (EFOMM) A bola **A** ( $m_A = 4,0 \text{ kg}$ ) se move em uma superfície plana e horizontal com velocidade de módulo  $3,0 \text{ m/s}$ , estando as bolas **B** ( $m_B = 3,0 \text{ kg}$ ) e **C** ( $m_C = 1,0 \text{ kg}$ ) inicialmente em repouso. Após colidir com a bola **B**, a bola **A** sofre um desvio de  $30^\circ$  em sua trajetória, prosseguindo com velocidade  $3\sqrt{3}/2$ , conforme figura abaixo. Já a bola **B** sofre nova colisão, agora frontal, com a bola **C**, ambas prosseguindo juntas com velocidade de módulo  $v$ . Considerando a superfície sem atrito, a velocidade  $v$ , em  $\text{m/s}$ , vale



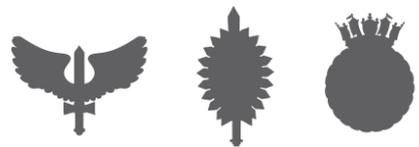
- A) 1,5
- B) 2,5
- C) 3,5
- D) 4,5
- E) 5,5

02. (EFOMM) Observe a figura a seguir



Um jogador de futebol chuta uma bola de massa  $1,0 \text{ kg}$  vinda com velocidade de  $10 \text{ m/s}$  da direção **AB** e a arremessa na direção **BC** com velocidade de  $30 \text{ m/s}$ , conforme a figura acima. Sabendo que as direções **AB** e **BC** são perpendiculares e o tempo de contato do pé com a bola é de  $10^{-2} \text{ s}$ , qual é a intensidade, em newtons, da força aplicada na bola pelo jogador?

- A) 4059
- B) 3162
- C) 2059
- D) 1542
- E) 1005



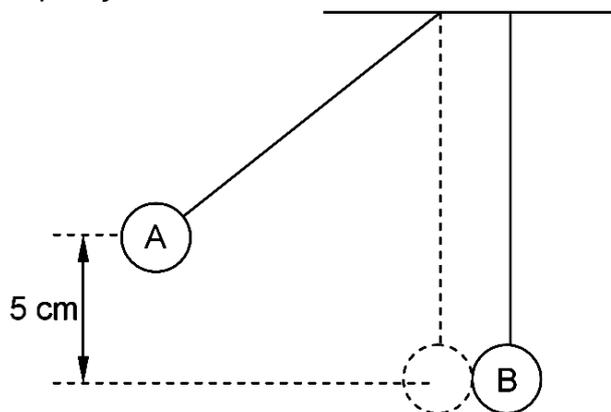
03. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



Dois blocos deslizam sobre uma superfície horizontal com atrito desprezível. Inicialmente, o bloco de massa  $m_1 = 1,0 \text{ kg}$  tem velocidade  $v_1 = 4,0 \text{ m/s}$  e o bloco de massa  $m_2 = 2,0 \text{ kg}$  tem velocidade de  $v_2 = 1,0 \text{ m/s}$ , conforme indica a figura acima. Após certo intervalo de tempo, os dois blocos colidirão, dissipando a máxima energia mecânica possível, que é, em joules,

- A) 29/3
- B) 25/3
- C) 21/3
- D) 17/3
- E) 14/3

04. (EFOMM) As esferas “A” e “B” da figura abaixo têm massas e raios iguais. A esfera “A” é solta a partir do repouso, da posição indicada. A altura de “A” é de 5 cm.

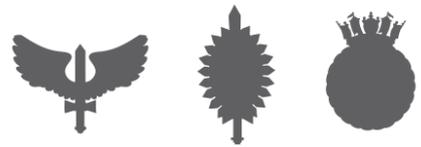


Supondo perfeitamente elástico o choque entre as esferas, determine o módulo da velocidade adquirida por “B” logo após o choque. Considere a aceleração local da gravidade  $10 \text{ m/s}^2$ .

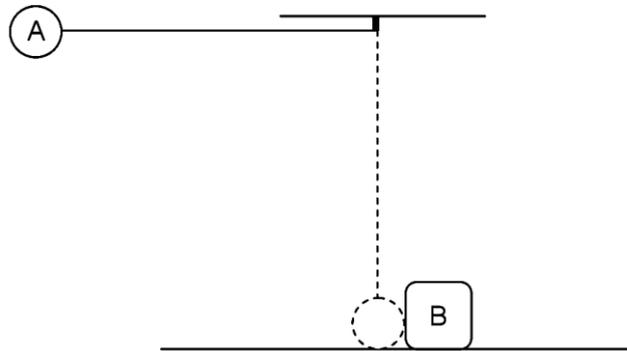
- A) 1 m/s
- B) 40 m/s
- C) 3 m/s
- D) 10 m/s
- E) 2 m/s

05. (EFOMM) Uma bola de borracha que se desloca da direita para a esquerda sobre uma superfície plana e horizontal, com velocidade vetorial  $\vec{v}$ , colide frontalmente contra uma parede. Desprezando-se todo e qualquer atrito e considerando-se a colisão perfeitamente elástica e as velocidades da bola imediatamente após a colisão, pode-se concluir que o vetor variação de velocidade da bola é:

- A) horizontal, para a esquerda, de módulo  $v$
- B) horizontal, para a esquerda, módulo  $v/2$
- C) nulo
- D) horizontal, para a direita, de módulo  $2v$
- E) horizontal, para a direita, de módulo  $v$



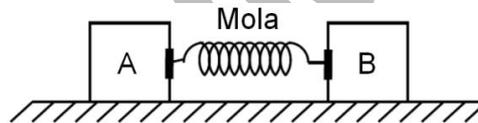
**06. (EFOMM)** O comprimento do fio que sustenta o corpo A é igual a 0,8 m. A massa B é igual a três vezes a massa de A. Após o choque os dois corpos colam-se. O corpo A é abandonado do repouso na horizontal que passa pelo ponto de sustentação do fio.



A superfície de apoio é perfeitamente lisa. A velocidade do conjunto dos corpos imediatamente após o choque perfeitamente elástico é:

- A) 4 m/s
- B) 1,2 m/s
- C) 2 m/s
- D) 1 m/s
- E) 0,5 m/s

**07. (EFOMM)** No desenho a seguir, os blocos de massas  $m_A = 2 \text{ kg}$  e  $m_B = 3 \text{ kg}$  encontram-se inicialmente em repouso.



Imediatamente após a liberação da mola existente entre ambos, o corpo "A" adquire velocidade de 6 m/s. Calcule o módulo da velocidade imprimida ao bloco "B" no instante em que a mola é liberada.

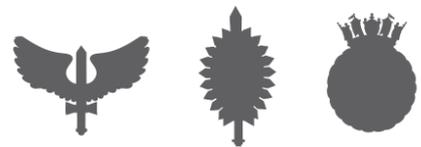
- A) 3 m/s
- B) 4 m/s
- C) 5 m/s
- D) 2 m/s
- E) 6 m/s

**08. (EFOMM)** Um bloco de massa  $m = 4,00 \text{ kg}$  desliza sobre um plano horizontal sem atrito e choca-se com uma mola horizontal de massa desprezível, e constante elástica  $k = 1,00 \text{ N/m}$ , presa a uma parede vertical. Se a compressão máxima da mola é de 2,00 cm:

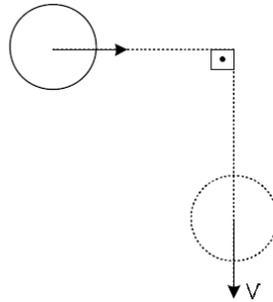


E se o tempo de interação é de 1,0 segundo a força média (em relação ao tempo), que a tua sobre o bloco será:

- A)  $4,00 \cdot 10^{-2} \text{ N}$
- B)  $8,00 \cdot 10^{-2} \text{ N}$
- C)  $2,00 \cdot 10^{-1} \text{ N}$
- D)  $4,00 \cdot 10^{-1} \text{ N}$
- E)  $8,00 \cdot 10^{-1} \text{ N}$



**09. (EFOMM)** Uma bola, de massa 0,20 kg e velocidade  $\vec{v}$  de módulo igual a 5,0 m/s, é atingida por um taco e sofre um desvio de  $90^\circ$  em sua trajetória. O módulo de sua velocidade não se altera, conforme indica a figura. Sabendo que a colisão ocorre num intervalo de tempo de 20 milisssegundos, o módulo, em newtons, da força média entre o taco e a bola, é



- A)  $30\sqrt{2}$
- B)  $50\sqrt{2}$
- C)  $30\sqrt{3}$
- D)  $50\sqrt{3}$
- E)  $30\sqrt{5}$

**10. (EFOMM)** Analise as afirmativas abaixo.

Pode-se considerar que a grandeza física quantidade de movimento é

I - vetorial.

II - escalar.

III - o produto escalar da massa pelo vetor aceleração.

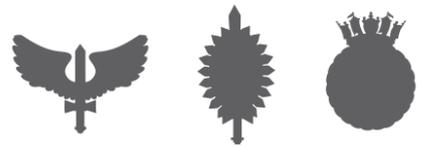
IV - o produto escalar da massa pelo vetor velocidade.

Assinale a alternativa correta.

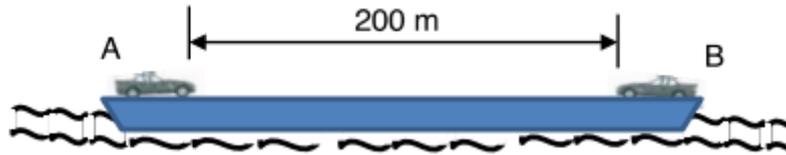
- A) Apenas a afirmativa IV é verdadeira.
- B) As afirmativas I e II são verdadeiras.
- C) As afirmativas I e IV são verdadeiras.
- D) As afirmativas II e III são verdadeiras.
- E) As afirmativas I e III são verdadeiras.

**11. (EFOMM)** Um purificador de óleo de bordo que possui um disco giratório de diâmetro 62 cm gira a 7200 rpm. A quantidade de movimento (em kg.m/s) tangencial imposta a uma partícula sólida de impureza de massa 1,5 g, posicionada a 1 cm da borda do disco é, aproximadamente,

- A) 0,11
- B) 0,23
- C) 0,34
- D) 0,45
- E) 0,56



**12. (EFOMM)** Uma balsa de 2,00 toneladas de massa, inicialmente em repouso, transporta os carros A e B, de massas 800 kg e 900 kg, respectivamente. Partindo do repouso e distantes 200 m inicialmente, os carros aceleram, um em direção ao outro, até alcançarem uma velocidade constante de 20,0 m/s em relação à balsa. Se as acelerações são  $a_A = 7,00 \text{ m/s}^2$  e  $a_B = 5,00 \text{ m/s}^2$ , relativamente à balsa, a velocidade da balsa em relação ao meio líquido, em m/s, imediatamente antes dos veículos colidirem, é de



- A) zero
- B) 0,540
- C) 0,980
- D) 2,35
- E) 2,80

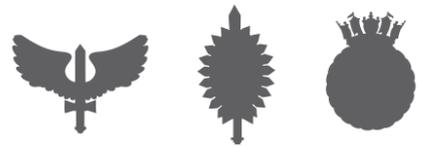
**13. (EFOMM)** Uma partícula viaja com velocidade constante de módulo  $v$  no sentido positivo do eixo  $x$ , enquanto outra partícula idêntica viaja com velocidade constante de módulo  $2v$  no sentido positivo do eixo  $y$ . Ao passarem pela origem, as partículas colidem e passam a mover-se juntas, como uma única partícula composta. Sobre o módulo da velocidade da partícula composta e o ângulo que ela faz com o eixo  $x$ , pode-se afirmar que são, respectivamente,

- A)  $3v$ ,  $45^\circ$
- B)  $3v$ ,  $63^\circ$
- C)  $v\sqrt{3}$ ,  $45^\circ$
- D)  $v\sqrt{5}$ ,  $45^\circ$
- E)  $v\sqrt{5}$ ,  $63^\circ$



**GABARITO**

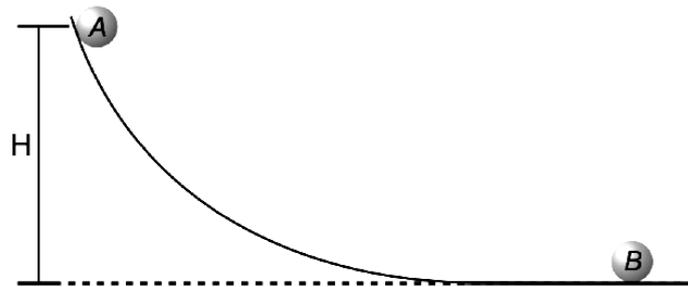
01. A   02. B   03. B   04. A   05. D   06. D   07. B   08. A   09. B   10. C   11. C   12. B  
13. E



**QUANTIDADE DE MOVIMENTO LINEAR E IMPULSO - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

De acordo com a figura abaixo, a partícula A, ao ser abandonada de uma altura H, desce a rampa sem atritos ou resistência do ar até sofrer uma colisão, perfeitamente elástica, com a partícula B que possui o dobro da massa de A e que se encontra inicialmente em repouso. Após essa colisão, B entra em movimento e A retorna, subindo a rampa e atingindo uma altura igual a



- A) H
- B) H/2
- C) H/3
- D) H/9

**02. (AFA)**

O bloco da Figura 1 entra em movimento sob ação de uma força resultante de módulo  $\vec{F}$  que pode atuar de três formas diferentes, conforme os diagramas da Figura 2.

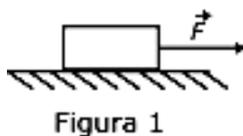


Figura 1

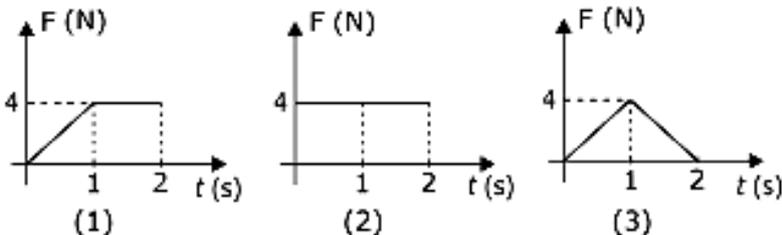


Figura 2

Com relação aos módulos das velocidades  $v_1$ ,  $v_2$  e  $v_3$  atingidas pelo bloco no instante  $t = 2$  s, nas três situações descritas, pode-se afirmar que

- A)  $v_1 > v_2 > v_3$
- B)  $v_2 > v_3 > v_1$
- C)  $v_3 < v_1 < v_2$
- D)  $v_2 < v_3 > v_1$

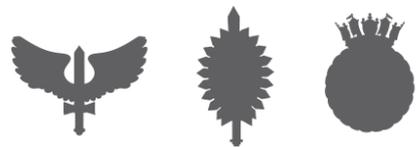
**03. (AFA)**

Analise as afirmativas abaixo sobre impulso e quantidade de movimento.

I - Considere dois corpos A e B deslocando-se com quantidades de movimento constantes e iguais. Se a massa de A for o dobro de B, então, o módulo da velocidade de A será metade do de B.

II - A força de atrito sempre exerce impulso sobre os corpos em que atua.

III - A quantidade de movimento de uma luminária fixa no teto de um trem é nula para um passageiro, que permanece em seu lugar durante todo o trajeto, mas não o é para uma pessoa na plataforma que vê o trem passar.



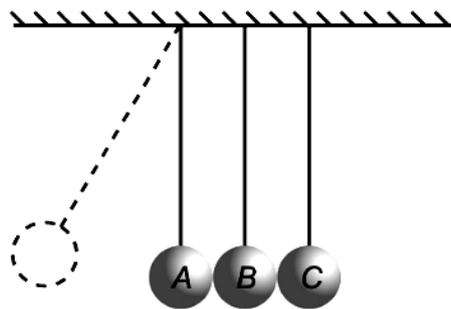
IV - Se um jovem que está afundando na areia movediça de um pântano puxar seus cabelos para cima, ele se salvará.

São corretas

- A) apenas I e III.
- B) apenas I, II e III.
- C) apenas III e IV.
- D) todas as afirmativas.

**04. (AFA)**

Três esferas idênticas estão suspensas por fios ideais conforme a figura. Se a esfera A for deslocada da posição inicial e solta, ela atingirá uma velocidade  $v$  e colidirá frontalmente com as outras duas esferas estacionadas. Considerando o choque entre as esferas perfeitamente elástico, pode-se afirmar que as velocidades  $v_A$ ,  $v_B$  e  $v_C$  de A, B e C, imediatamente após as colisões, serão



- A)  $v_A = v_B = v_C = v$
- B)  $v_A = v_B = 0$  e  $v_C = v$
- C)  $v_A = 0$  e  $v_B = v_C = v/2$
- D)  $v_A = v_B = v_C = v/3$

**05. (AFA)**

Um avião a jato, cuja massa é de 40 toneladas, ejeta, durante 5 segundos, 100 kg de gás e esse gás sofre uma variação de velocidade de 500 m/s.

Com base nessas informações, analise as seguintes afirmativas:

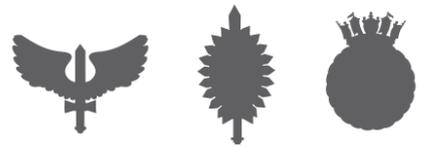
- I – A variação da velocidade do avião é de 1,25 m/s.
- II – A força aplicada no avião é de  $10^4$  N.
- III – O impulso sofrido pelo avião vale  $5 \cdot 10^4$  kg.m/s.

Está(ao) correta(s)

- A) apenas I.
- B) apenas I e II
- C) apenas I e III.
- D) I, II e III.

**06. (AFA)**

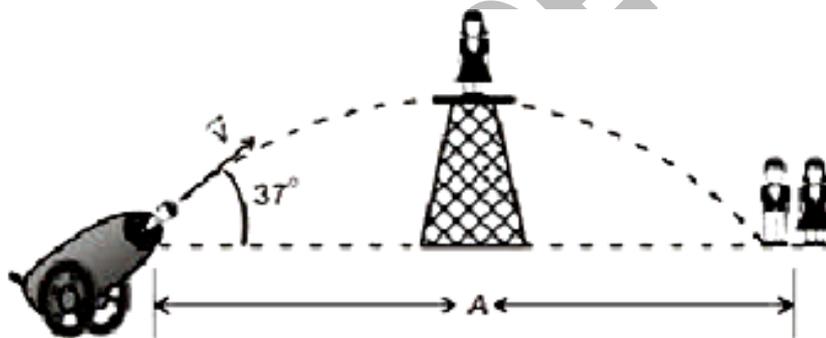
Um atirador utiliza alvos móveis. Em um treinamento, deixa cair um bloco de massa  $M$ , a partir de uma altura  $h$ . Ao final do primeiro segundo de queda, o bloco é atingido horizontalmente por uma bala de massa  $m$  e a velocidade  $v$ . A bala se aloja no bloco e observa-se um desvio horizontal  $x$  na trajetória em relação ao ponto que tocaria o chão, caso não houvesse acontecido a colisão. O valor de  $x$  é:



- A)  $\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} \left[\frac{m}{(M+m)}\right] v$   
 B)  $\left[\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right] \left[\frac{m}{(M+m)}\right] v$   
 C)  $\left[\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right] \left[\frac{(M+m)}{m}\right] v$   
 D)  $\left(\frac{2h}{g}\right)^{\frac{1}{2}} (M+m)v$

**07. (AFA)**

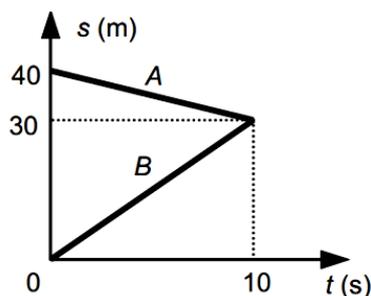
Num circo, um homem-bala, de massa 60 kg, é disparado por um canhão com a velocidade de 25 m/s, sob um ângulo de  $37^\circ$  com a horizontal. Sua parceira, cuja massa é 40 kg, está numa plataforma localizada no topo da trajetória. Ao passar pela plataforma, o homem-bala e a parceira se reúnem e vão cair numa rede de segurança, na mesma altura que o canhão. Veja figura acima. Desprezando a resistência do ar e considerando  $\sin 37^\circ = 0,6$  e  $\cos 37^\circ = 0,8$ , pode-se afirmar que o alcance A atingido pelo homem é



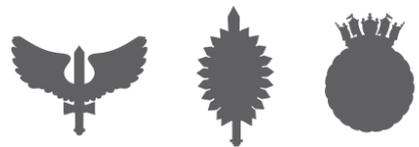
- A) 60 m  
 B) 48 m  
 C) 36 m  
 D) 24 m

**08. (AFA)**

Dois carrinhos A e B, de massa 2 kg cada, movem-se sobre trilhos retilíneos horizontais e sem atrito. Eles se chocam e passam a se mover grudados. O gráfico representa a posição de cada carrinho em função do tempo, até o instante da colisão. A energia dissipada com o choque, em joules, é igual a



- A) 3  
 B) 5  
 C) 7  
 D) 8



**09. (AFA)**

Uma partícula de massa  $m$  e velocidade  $v$ , colide com outra de massa  $3m$  inicialmente em repouso. Após a colisão elas permanecem juntas, movendo-se com velocidade  $V$ . Então, pode-se afirmar que

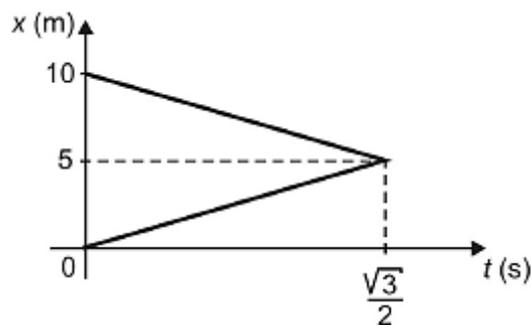
- A)  $V = v$ .
- B)  $2V = v$ .
- C)  $3V = v$ .
- D)  $4V = v$ .

**10. (AFA)**

Considere duas rampas A e B, respectivamente de massas 1 kg e 2 kg, em forma de quadrantes de circunferência de raios iguais a 10 m, apoiadas em um plano horizontal e sem atrito. Duas esferas 1 e 2 se encontram, respectivamente, no topo das rampas A e B e são abandonadas, do repouso, em um dado instante, conforme figura abaixo.



Quando as esferas perdem contato com as rampas, estas se movimentam conforme os gráficos de suas posições  $x$ , em metros, em função do tempo  $t$ , em segundos, abaixo representados.



Desprezando qualquer tipo de atrito, a razão  $\frac{m_1}{m_2}$  das massas  $m_1$  e  $m_2$  das esferas 1 e 2, respectivamente, é:

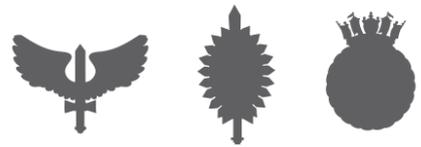
- A)  $1/2$
- B)  $1$
- C)  $2$
- D)  $3/2$



GABARITO

01. D 02. C 03. B 04. B 05. D 06. B 07. B 08. D 09. D 10. A

MAXWELL VIDEOAULAS



**QUANTIDADE DE MOVIMENTO LINEAR E IMPULSO - TESTES DE REVISÃO**

**1. (EN)** Uma esfera de madeira, de massa igual a 4,00 kg, é solta de uma altura igual de 1,80 m de um piso horizontal (massa infinita). No choque, o piso exerce uma força média de módulo igual a  $12,0 \cdot 10^3$  N, atuando no intervalo de tempo de 3,00 ms. Desprezando-se a resistência do ar, o coeficiente de restituição do choque vale.

Dados:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$ .

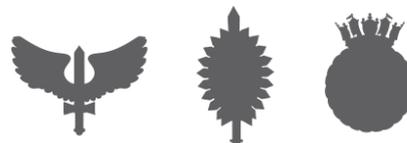
- a) 0,30
- b) 0,40
- c) 0,45
- d) 0,50
- e) 0,60

**2. (EN)** Duas pedras A e B, de mesma massa, são lançadas simultaneamente, da mesma altura H do solo, com velocidades iguais de módulo V. A pedra A foi lançada formando um ângulo de  $10^\circ$  abaixo da horizontal e a pedra B foi lançada formando um ângulo de  $60^\circ$  acima da horizontal. Despreze a resistência do ar e considere a aceleração da gravidade constante. Podemos afirmar corretamente que ao atingir o solo:

- a) o módulo da quantidade de movimento linear da pedra A é menor do que o da pedra B e ambas atingem o solo no mesmo instante
- b) o módulo da quantidade de movimento linear da pedra B é igual ao da pedra A e as pedras chegam ao solo em instantes diferentes
- c) a energia cinética da pedra A é menor do que a da pedra B e as pedras chegam ao solo em instantes diferentes
- d) a energia cinética da pedra A é igual ao da pedra B e ambas atingem o solo no mesmo instante
- e) a energia cinética da pedra A tem o mesmo valor numérico do módulo da quantidade de movimento linear da pedra B e as pedras chegam ao solo em instantes diferentes

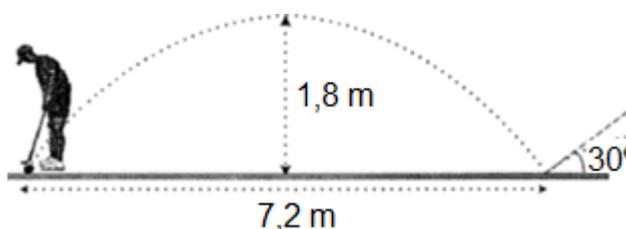
**3. (EN)** O centro de massa de um sistema de duas partículas se desloca no espaço com uma aceleração constante  $\vec{a} = 4,0\hat{i} + 3,0\hat{j} (\text{m/s}^2)$ . Num dado instante t, o centro de massa desse sistema está sobre a reta  $y = 5,0$  m com uma velocidade  $\vec{v} = 4,0\hat{i} (\text{m/s})$ , sendo que uma das partículas está sobre a origem e a outra, que possui massa de 1,5 kg, encontra-se na posição  $\vec{r} = 3,0\hat{i} + 8,0\hat{j} (\text{m})$ . Quanto vale, respectivamente, o módulo da quantidade de movimento no sistema no instante t, e o módulo da resultante das forças externas que atuam no sistema?

- a) 7,6 kgm/s e 10 N
- b) 7,6 kgm/s e 12 N
- c) 9,6 kgm/s e 11 N
- d) 9,6 kgm/s e 12 N
- e) 11,6 kgm/s e 10 N



4. (EN) Uma bola de golfe percorre 7,2 m horizontalmente e atinge uma altura máxima de 1,8 m antes de colidir com o solo. Durante o choque com o solo, a bola sofre um impulso com a vertical e imediatamente após o choque sua velocidade forma um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal, conforme indica a figura. Quanto vale o coeficiente de restituição da colisão?

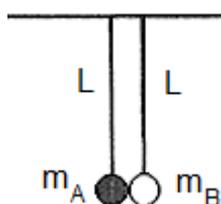
Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ;  $\text{sen}30^\circ = 1/2$ ;  $\text{sen}60^\circ = \sqrt{3}/2$



- a)  $\sqrt{3}/2$
- b)  $2/3$
- c)  $\sqrt{3}/3$
- d)  $\sqrt{2}/3$
- e)  $1/3$

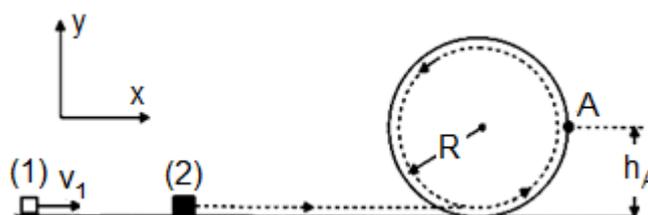
5. (EN) Dois pêndulos constituídos por fios de massas desprezíveis e de comprimento  $L = 2,0$  m estão pendurados em um teto em dois pontos próximos de tal modo que as esferas A e B, de raios desprezíveis, estejam muito próximas, sem se tocarem. As massa das esferas valem  $m_A = 0,10$  kg e  $m_B = 0,15$  kg. Abandona-se a esfera A quando o fio forma um ângulo de  $60^\circ$  com a vertical, estando na esfera B do outro pêndulo na posição de equilíbrio. Sabendo que, após a colisão frontal a altura máxima alcançada pelo centro de massa do sistema, em relação a posição de equilíbrio, é de 0,40 m, o coeficiente de restituição da colisão é:

Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$

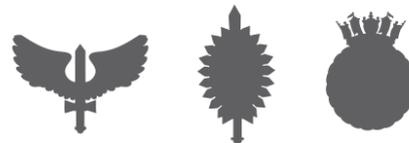


- a) zero
- b) 0,25
- c) 0,50
- d) 0,75
- e) 1,00

6. (EN) Uma pista é composta por um trecho retilíneo longo horizontal seguido do trecho circular vertical de raio  $R$  (conforme a figura abaixo). O carrinho (1) (partícula), de massa  $m_1 = 1,0$  kg e velocidade  $\vec{v} = 5,0\hat{i}$  (m/s), colide com o carrinho (2) (partícula), de massa  $m_2 = 2,0$  kg, em repouso no trecho retilíneo. Despreze os atritos. O coeficiente de restituição do choque vale 0,80. Após a colisão, o carrinho (2) sobe o trecho circular vertical e, num certo instante, passa pela primeira vez na posição A, de altura  $h_A = R$ , com velocidade tal que o módulo da força normal da pista sobre o carrinho é igual ao módulo do seu peso. Nesse instante, o módulo da velocidade (em m/s) do carrinho (2) em relação ao carrinho (1) é:

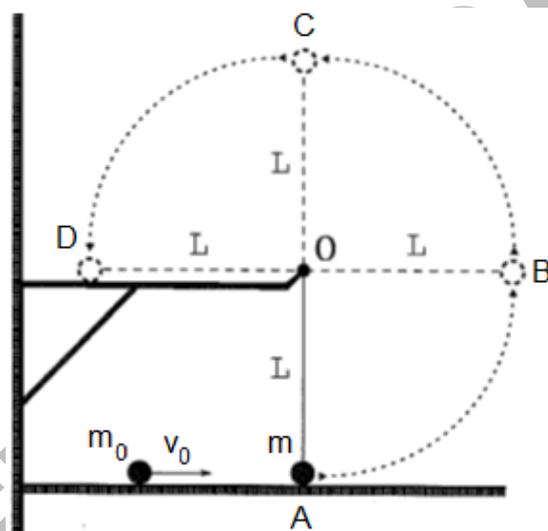


- a) 1,0
- b) 1,2
- c) 2,5
- d) 2,0
- e) 3,0



**7. (EN)** Dois veículos A e B percorrem a mesma trajetória retilínea e horizontal (eixo dos X). O veículo A (da frente), de massa  $m_A = 20 \text{ kg}$  está sob a ação da força resultante  $\vec{F}_{(A)} = 8,0 \cdot \hat{i} \text{ (N)}$  e o veículo B (de trás), de massa  $m_B = 30 \text{ kg}$ , está sob a ação da força resultante  $\vec{F}_{(B)} = 9,0 \cdot \hat{i} \text{ (N)}$ . No instante  $t = 0$ , temos: o módulo da velocidade do veículo A é duas vezes maior do que o módulo da velocidade do veículo B e a velocidade de A em relação a B é  $2,0 \cdot \hat{i} \text{ (m/s)}$ . No instante  $t = 5,0 \text{ s}$ , o módulo da velocidade (em m/s) do centro da massa do sistema (A + B) é:  
 a) 4,5                                  b) 4,0                                  c) 3,6  
 d) 3,2                                  e) 3,0

**8. (EN)** A esfera de massa  $m$  tem o módulo da sua velocidade reduzida à zero na colisão frontal e inelástica (ou parcialmente elástica) com a esfera de massa  $m = 2m_0$ . Por sua vez, a esfera de massa  $m$  encontra-se inicialmente em repouso na posição A, suspensa por um fio inextensível e de massa desprezível. Após a colisão, percorre a trajetória circular ABCD de raio igual ao comprimento  $L$  do fio. Despreze o atrito no pivô O e a resistência do ar. Para que a esfera de massa  $m$  percorra a trajetória circular, o valor mínimo do módulo da velocidade  $\vec{v}_0$ , antes da colisão, é:

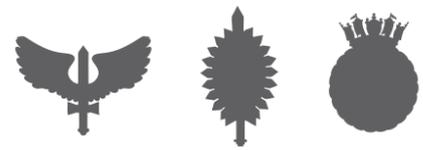


Dado:  $g$  é a aceleração da gravidade.

- a)  $\sqrt{gL}$                                   b)  $\sqrt{5gL}$                                   c)  $\sqrt{10gL}$   
 d)  $2\sqrt{5gL}$                                   e)  $2\sqrt{10gL}$

**9. (EN)** Um bloco A, de massa  $m_A = 1,0 \text{ kg}$ , colide frontalmente com outro bloco, B, de massa  $m_B = 3,0 \text{ kg}$ , que se encontrava inicialmente em repouso. Para que os blocos sigam grudados com velocidade  $2,0 \text{ m/s}$ , a energia total dissipada durante a colisão, em joules, deve ser:  
 a) 24                                  b) 32                                  c) 36  
 d) 48                                  e) 64

**10. (EN)** Uma granada que estava inicialmente com uma velocidade nula, explode, partindo-se em três pedaços. O primeiro pedaço, de massa  $M_1 = 0,20 \text{ kg}$ , é projetado com uma velocidade de módulo igual a  $10 \text{ m/s}$ . O segundo pedaço, de massa  $M_2 = 0,10 \text{ kg}$ , é projetado em uma direção perpendicular à direção do primeiro pedaço, com uma velocidade de módulo igual a  $15 \text{ m/s}$ . Sabendo-se que o módulo da velocidade do terceiro pedaço é igual a  $5,0 \text{ m/s}$ , a massa da granada, em kg, vale:  
 a) 0,30                                  b) 0,60                                  c) 0,80  
 d) 1,0                                  e) 1,2

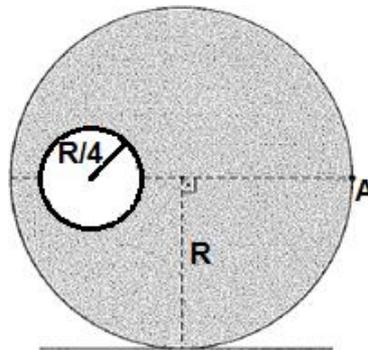


11. (EN) Um artefato explosivo é lançado do solo com velocidade inicial  $v_0$  fazendo um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. Após 3,0 segundos, no ponto mais alto de sua trajetória, o artefato explode em duas partes iguais, sendo que uma delas (fragmento A) sofre apenas uma inversão no seu vetor velocidade. Desprezando a resistência do ar, qual a distância, em metros, entre os dois fragmentos quando o fragmento A atingir o solo?

Dados:  $\sin 30^\circ = 0,5$   
 $\cos 30^\circ = 0,9$   
 $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 280                                  b) 350                                  c) 432  
d) 540                                  e) 648

12. (EN) Observe a figura a seguir.

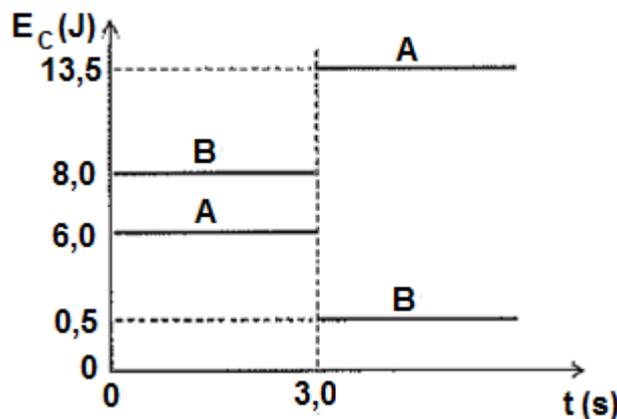


Na figura acima, temos um disco de raio  $R = 0,1 \text{ m}$  e espessura  $R/3$  com um buraco circular de raio  $R/4$ . A distância entre o centro do disco e o centro do buraco é  $R/2$ . A massa específica do material do disco é  $\rho = 9,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . Qual o módulo, em newtons, da força que, aplicada ao ponto A, garante o equilíbrio estático do disco na configuração representada acima?

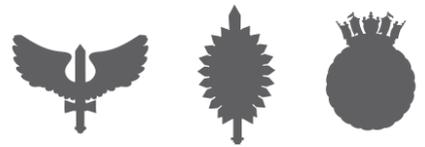
Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $\pi = 3$

- a) 1,2                                  b) 2,4                                  c) 3,0  
d) 3,6                                  e) 4,0

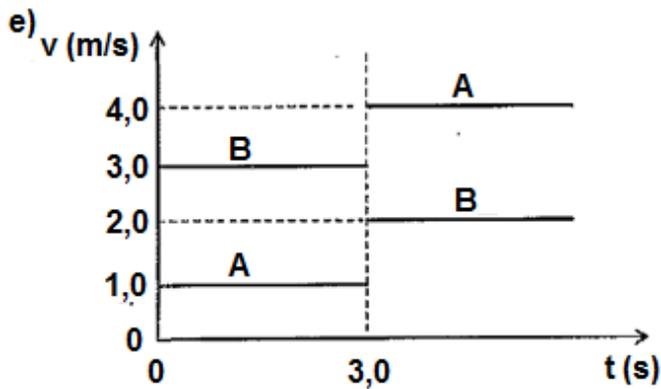
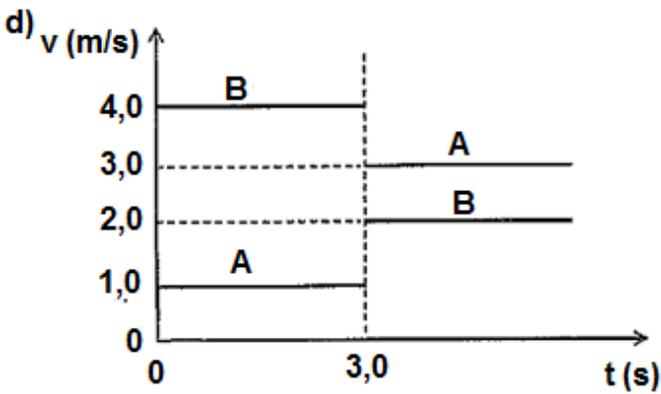
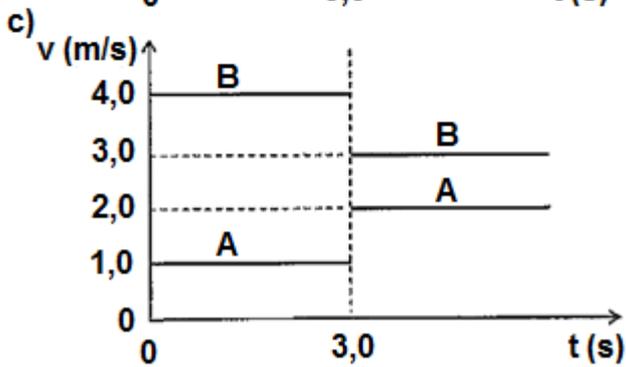
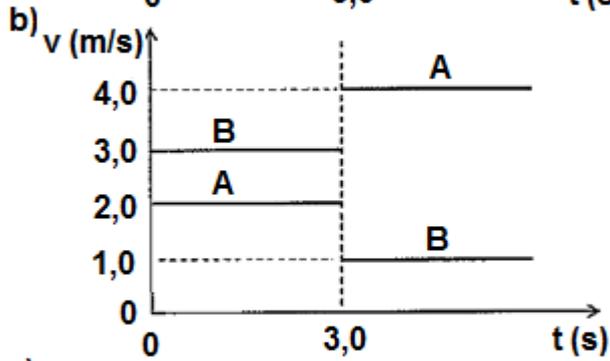
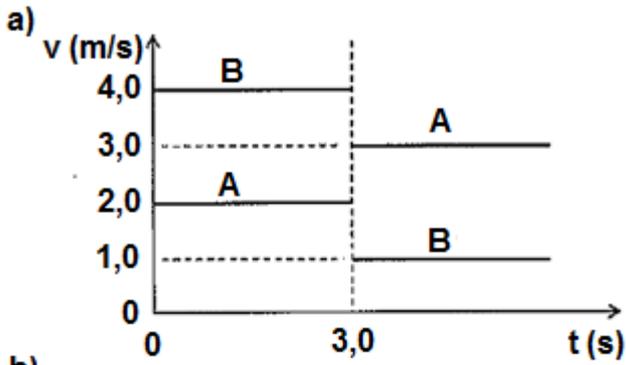
13. (EN) Analise a figura a abaixo.

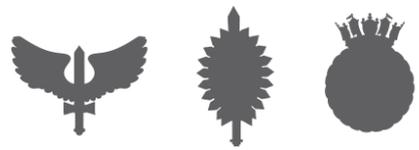


A figura acima mostra o gráfico das energias cinéticas de dois carrinhos, A e B respectivamente, que deslizam sem atrito ao longo de um trilho horizontal retilíneo. No instante  $t = 3 \text{ s}$  ocorre uma colisão entre os carrinhos. Sendo assim, assinale a opção que pode representar um gráfico para as velocidades dos carrinhos antes e depois da colisão.

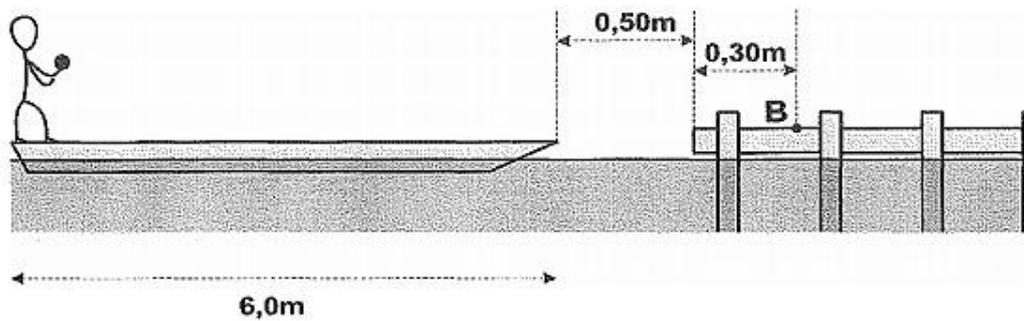


VIDEOAULAS





14. (EN) Analise a figura abaixo.

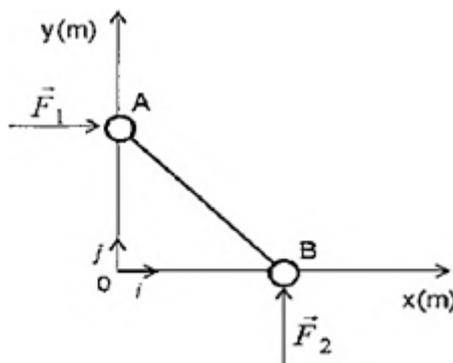


A figura acima mostra um homem de 69 kg, segurando um pequeno objeto de 1,0kg, em pé na popa de um flutuador de 350 kg e 6,0 m de comprimento que está em repouso sobre águas tranquilas. A proa do flutuador está a 0,50 m de distância do píer. O homem se desloca a partir da popa até a proa do flutuador, para, e em seguida lança horizontalmente o objeto, que atinge o píer no ponto B, indicado na figura acima. Sabendo que o deslocamento vertical do objeto durante seu voo é de 1,25 m, qual a velocidade, em relação ao píer, com que o objeto inicia o voo?

Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

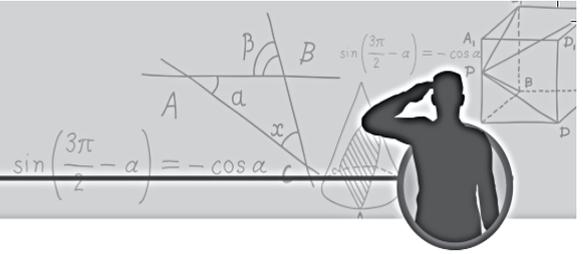
- a) 2,40 m/s
- b) 61,0 cm/s
- c) 360 cm/s
- d) 3,00 km/h
- e) 15,0 km/h

15. (EN) Analise a figura abaixo.



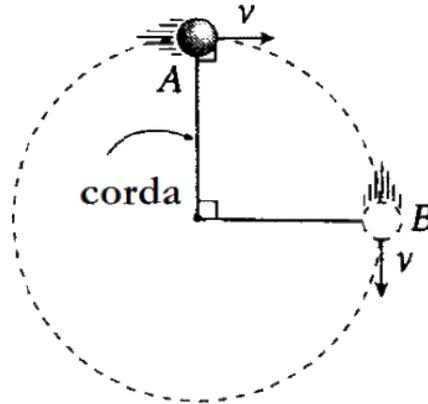
A figura acima mostra um sistema formado por duas partículas iguais, A e B, de massas 2,0 kg cada uma, ligadas por uma haste rígida de massa desprezível. O sistema encontra-se inicialmente em repouso, apoiado em uma superfície horizontal (plano xy) sem atrito. Em  $t = 0$ , uma força  $\vec{F}_1 = 8,0\hat{i} \text{ N}$  passa a atuar na partícula A e, simultaneamente, uma força  $\vec{F}_2 = 6,0\hat{j} \text{ N}$  passa a atuar na partícula B. Qual o vetor deslocamento, em metros, do centro de massa do sistema de  $t = 0$  a  $t = 4,0 \text{ s}$ ?

- a)  $2\hat{i} + \frac{3}{2}\hat{j}$
- b)  $2\hat{i} + 6\hat{j}$
- c)  $4\hat{i} + 3\hat{j}$
- d)  $4\hat{i} + 12\hat{j}$
- e)  $16\hat{i} + 12\hat{j}$



**QUESTÃO 01**

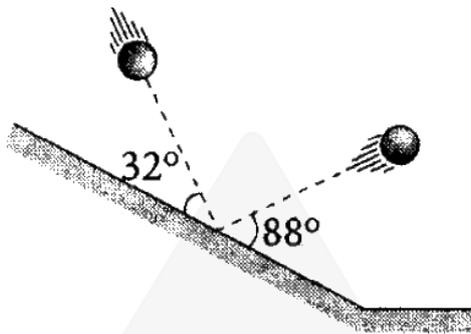
Uma pedra de 2 kg, presa a uma corda ideal, gira num plano vertical com velocidade constante de  $10\sqrt{2}$  m/s. Determine o módulo do impulso resultante sobre a pedra entre A e B.



- A) 45 Ns
- B) 20 Ns
- C) 30 Ns
- D) 40 Ns
- E) 50 Ns

**QUESTÃO 02**

A figura mostra uma pequena esfera de 5 kg sendo lançada com uma velocidade de 5 m/s contra um plano inclinado. Se ela rebate com velocidade de 3 m/s, determine o módulo do impulso resultante sobre a esfera durante o choque com o plano inclinado.

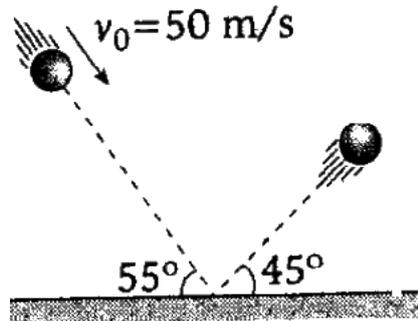
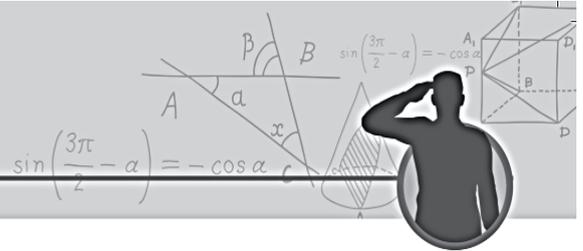


- A) 20 Ns
- B) 24 Ns
- C) 28 Ns
- D) 32 Ns
- E) 35 Ns

**QUESTÃO 03**

Uma pequena esfera de 20 g sendo lançada com uma velocidade de 50 m/s contra um piso horizontal liso. Se após o choque ela segue na trajetória indicada na figura, determine o módulo do impulso resultante durante a esfera se chocar com o piso.





- A) 2,5 Ns
- B) 1,8 Ns
- C) 1,4 Ns
- D) 1,2 Ns
- E) 1,0 Ns

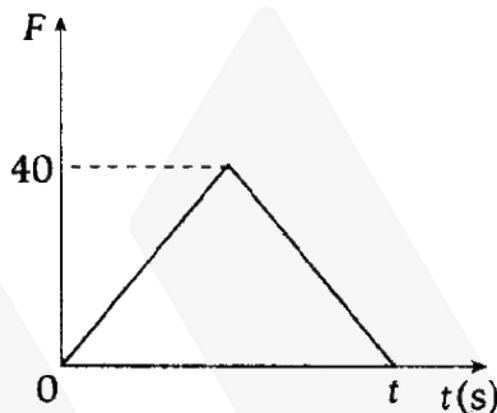
**QUESTÃO 04**

Um fuzil automático dispara 600 projéteis por minuto e cada projétil tem 4 g e sai com uma velocidade de 500 m/s. Qual a força média que faz o fuzil recuar?

- A) 20 N
- B) 30 N
- C) 40 N
- D) 50 N
- E) 60 N

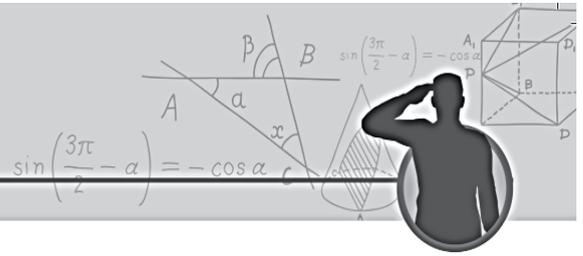
**QUESTÃO 05**

Um bloco de 4 kg repousa sobre uma superfície horizontal lisa, se ele sofrer a ação de uma força que varia com o tempo conforme o gráfico abaixo. Se no instante  $t$  indicado no gráfico a velocidade da bola é igual a 30 m/s, determine  $t$ .



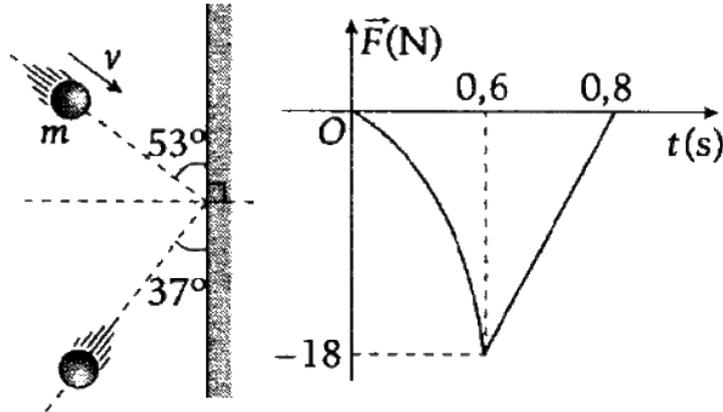
- A) 10 s
- B) 8 s
- C) 6 s
- D) 12 s
- E) 15 s





**QUESTÃO 06**

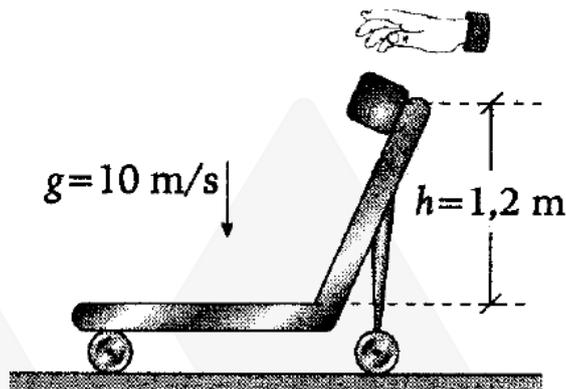
Uma bola de 0,2 kg colide com uma parede vertical lisa com uma velocidade  $v$ , como mostra a figura. O gráfico abaixo mostra como varia em função do tempo a força que a parede exerce sobre a bola. Qual o valor de  $v$ ?



- A) 7,33 m/s
- B) 6,66 m/s
- C) 8,16 m/s
- D) 8,36 m/s
- E) 8,73 m/s

**QUESTÃO 07**

De acordo com a figura um bloco de 2 kg foi abandonado sobre a superfície inclinada de um carrinho de 4 kg que se encontra em repouso. Determine a velocidade do carrinho no momento em que o bloco o abandona.

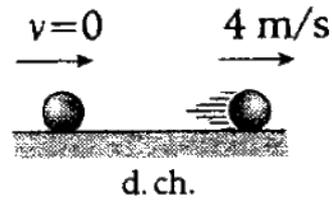
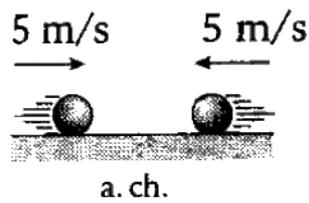
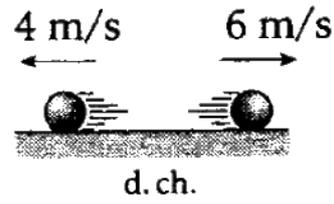
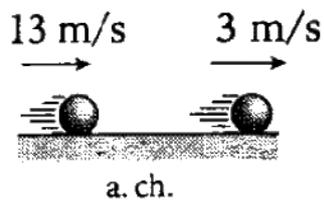
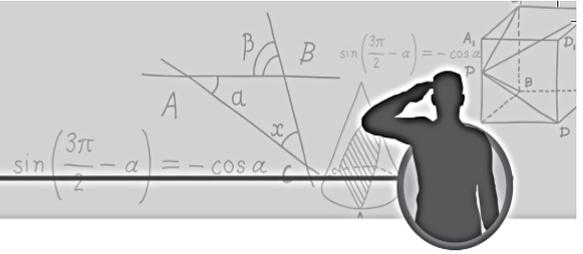


- A) 1 m/s
- B) 2 m/s
- C) 3 m/s
- D) 4 m/s
- E) 5 m/s

**QUESTÃO 08**

A figura mostra esferas lisas antes e depois do choque frontal, determine o coeficiente de restituição em cada caso.

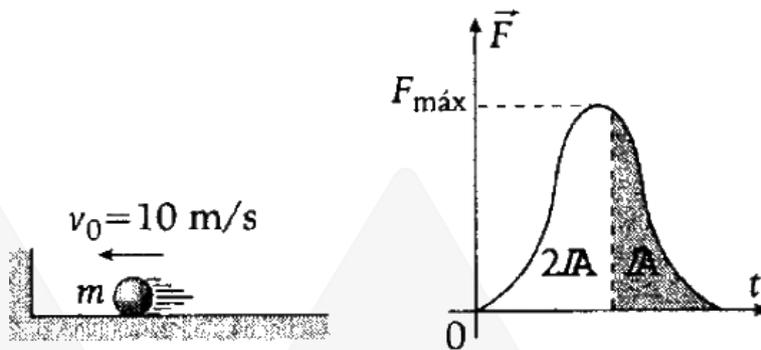




- A) 0,8 e 0,4
- B) 1 e 0,6
- C) 0,9 e 0,8
- D) 1 e 0,4
- E) 0,9 e 0,4

**QUESTÃO 09**

A esfera mostrada na figura, sofre uma colisão frontal com uma parede. Se a força exercida pela bola sobre a parede varia com o tempo segundo o gráfico abaixo, determine a energia dissipada na forma de calor durante o choque. ( $m = 2 \text{ kg}$ )

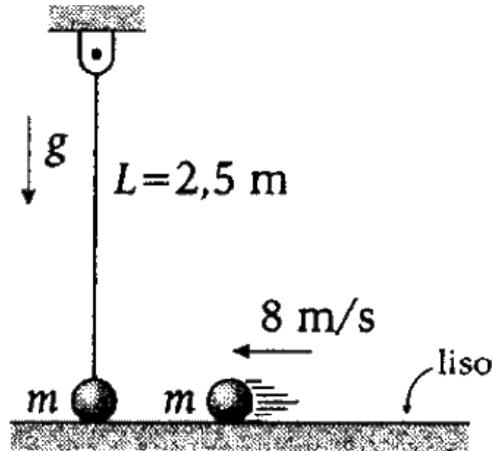
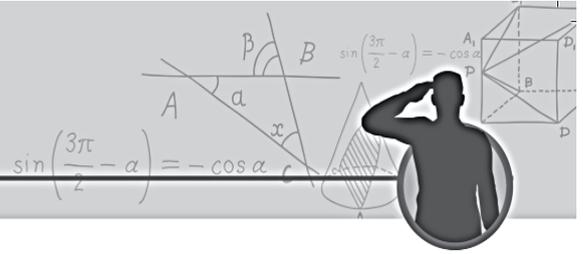


- A) 25 J
- B) 50 J
- C) 75 J
- D) 60 J
- E) 45 J

**QUESTÃO 10**

As esferas mostradas na figura vão sofrer um choque frontal e parcialmente elástico ( $e = 1/4$ ). Qual o máximo desvio experimentado pelo fio ideal logo após o choque?

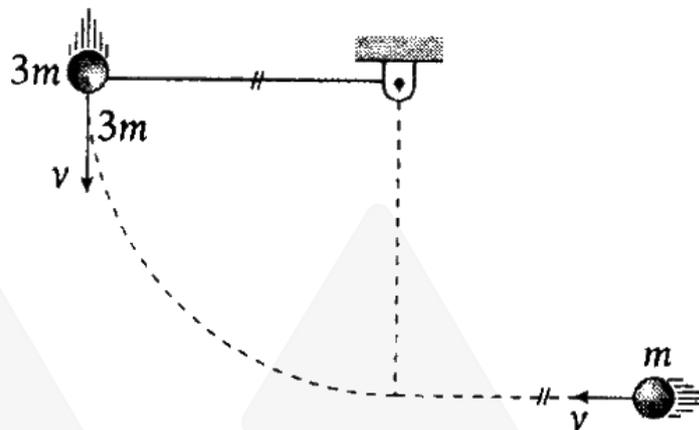




- A)  $30^\circ$
- B)  $37^\circ$
- C)  $45^\circ$
- D)  $53^\circ$
- E)  $60^\circ$

**QUESTÃO 11**

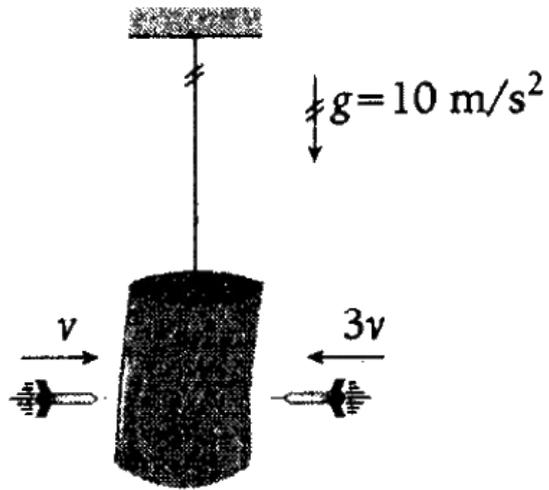
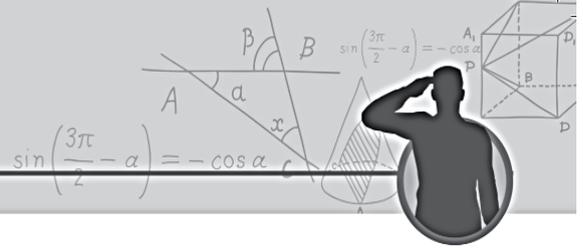
As esferas mostradas na figura se movem sobre uma superfície horizontal lisa, de tal forma que sofrem um choque frontal e inelástico. Determine o valor da tração na corda ideal imediatamente depois do choque.



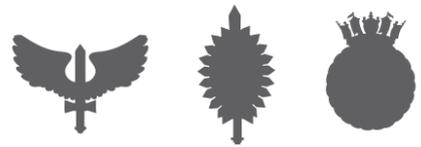
- A) Igual ao valor da tração antes do choque.
- B) A metade do valor da tração antes do choque.
- C) O dobro do valor da tração antes do choque.
- D) O triplo do valor da tração antes do choque.
- E) A terça parte do valor da tração antes do choque.

**QUESTÃO 12**

A figura mostra o instante em que dois dardos, de  $100 \text{ g}$  cada um, se incrustam simultaneamente em um tronco de  $4,8 \text{ kg}$ . Se a corda de  $1 \text{ m}$  de comprimento se desvia no máximo  $37^\circ$  com a vertical, determine  $v$ .



- A) 40 m/s
- B) 45 m/s
- C) 50 m/s
- D) 60 m/s
- E) 65 m/s



**GRAVITAÇÃO**

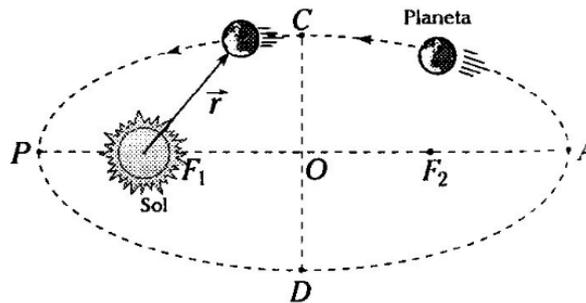
**GRAVITAÇÃO**

**Leis de Kepler**

As leis de Kepler são universais, ou seja, valem para todos os astros que orbitam ao redor de uma mesma massa.

**Lei das órbitas:** todo planeta que gira ao redor do Sol descreve uma órbita elíptica e em um dos focos se situa o Sol.

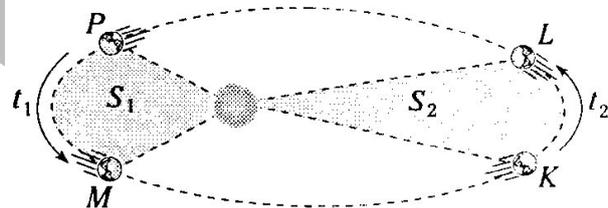
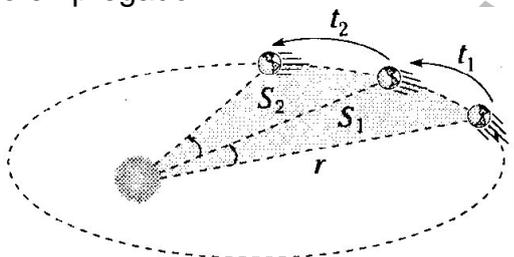
**P: Periélio**  
**A: Afélio**



**Atenção!**

Não se descarta a possibilidade da órbita ser circular. Devido, o círculo ser um caso particular da elipse.

**Lei das áreas:** o vetor posição  $\vec{r}$  de planeta varre áreas que são diretamente proporcionais ao tempo empregado.



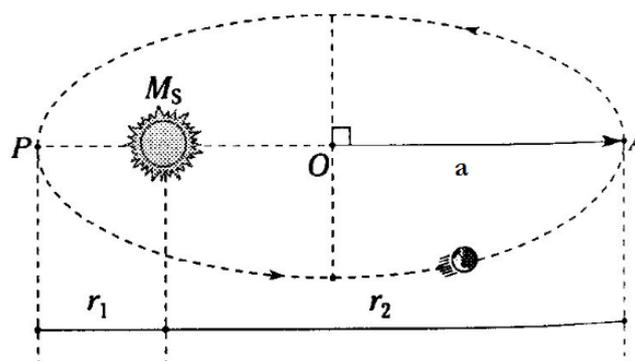
$$\frac{S_1}{t_1} = \frac{S_2}{t_2} = \text{cte (velocidade areolar)}$$

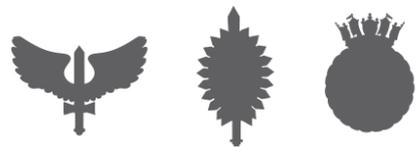
$$S_1 = S_2 \therefore t_1 = t_2$$

**Atenção!**

Com a segunda lei de Kepler comprova-se que quanto mais próximo o planeta estiver do Sol maior será a sua velocidade e vice-versa.

**Lei dos períodos:** o quadrado do período de órbita de qualquer planeta que gira em torno do Sol é diretamente proporcional ao cubo do semieixo maior da órbita elíptica que descreve.





$$T^2 = K.a^3$$

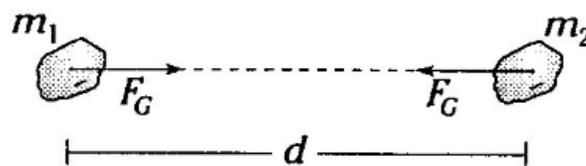
a = semieixo maior da elipse.

$$a = \frac{r_1 + r_2}{2}$$

K: constante que depende da massa do na qual o astro gira em torno dela.

### Lei da gravitação universal

Duas partículas quaisquer se atraem mutuamente com uma força de módulo diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.



$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

G: constante gravitacional

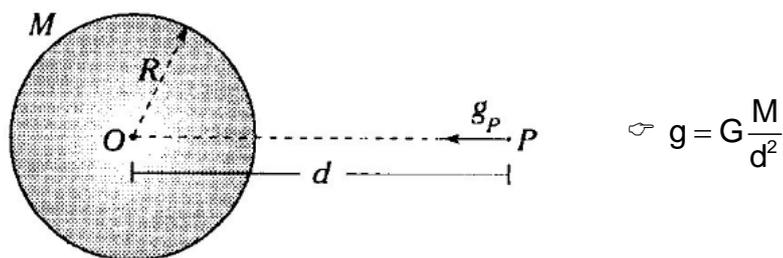
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$m_1$  e  $m_2$ : massas que interagem entre si

d: distância entre os centros de massas  $m_1$  e  $m_2$

### Campo gravitacional

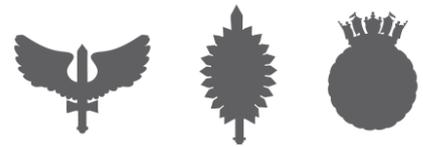
Toda massa **M** cria em sua volta um campo gravitacional que permite com que a mesma atraia outras massas em sua volta. Se a massa **M**, que criou o campo gravitacional, for uma esfera maciça homogênea a intensidade do campo gravitacional criado por ela em um ponto distante **d** do seu centro de massa é determinada por:



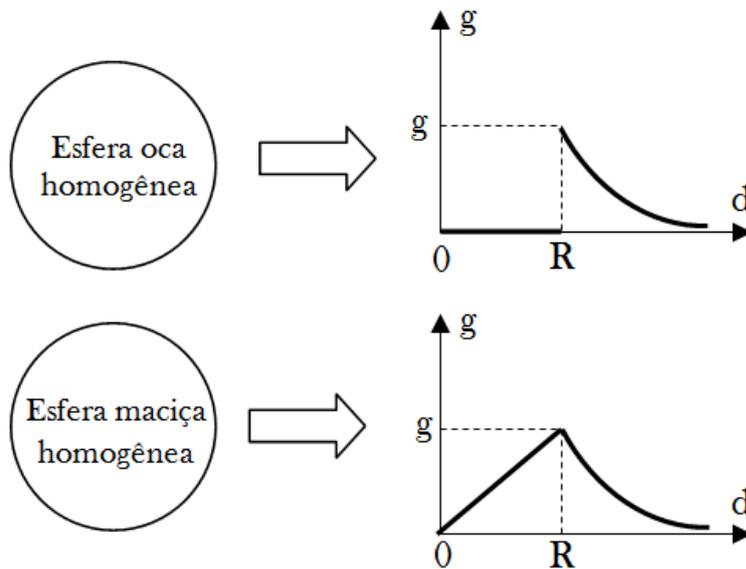
Pontos a uma distância  $d > R$   $\Leftrightarrow g = G \frac{M}{(h+R)^2}$

Pontos a uma distância  $d = R$   $\Leftrightarrow g = G \frac{M}{R^2}$

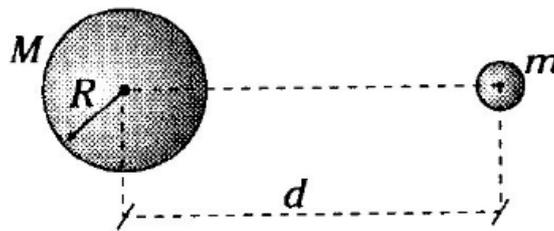
Pontos a uma distância  $d < R$   $\Leftrightarrow g = \underbrace{\frac{4}{3} \pi G \mu}_{cte} \cdot d$



Atenção!



Energia potencial gravitacional



$$E_p = -\frac{GmM}{d}$$

- G: constante gravitacional
- m: massa do planeta
- M: massa do Sol
- d: distância entre os centros de massa do planeta e do Sol

A força gravitacional é conservativa. Logo, a energia mecânica de um planeta se conserva.

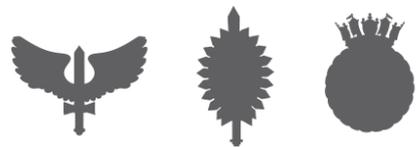
Energia cinética

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

- m: massa do planeta
- v: velocidade do planeta

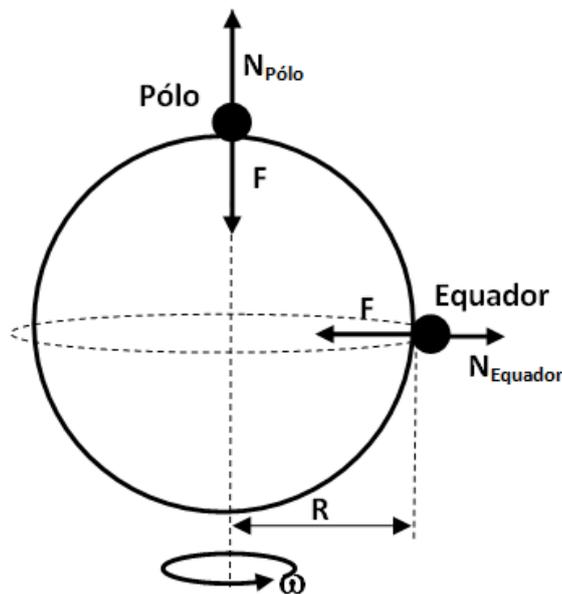
Energia mecânica

$$E_M = \uparrow E_c + \downarrow E_G = cte$$



**Influência da rotação da Terra no campo gravitacional**

O movimento de rotação da Terra influencia na aceleração da gravidade na sua superfície, vê a figura.



I. No Equador  $\omega \neq 0$ , então temos:

$$F_{CP} = ma_{CP}$$

$$F - N = m\omega^2 R$$

$$mg_p - mg_E = m\omega^2 R$$

$$g_E = g_p - \omega^2 R$$

II. No Polo  $\omega = 0$ , então temos:

$$g_E = g_p$$

**Velocidades cósmicas**

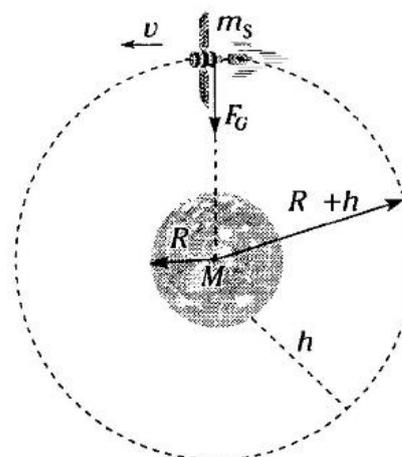
**Primeira velocidade cósmica:** é a velocidade para que um satélite fique em órbita circular ao redor da Terra.

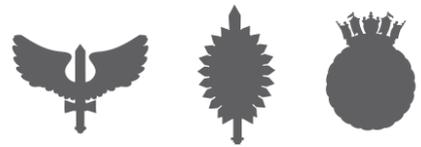
$$F_G = F_{CP}$$

$$\frac{GmM}{d^2} = \frac{mv^2}{d}$$

$$\frac{GM}{d} = v^2$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{d}}$$





**Segunda velocidade cósmica:** é a velocidade mínima para que um satélite escape do campo gravitacional terrestre.

Para que uma determinada massa  $m$ , lançada perpendicularmente a superfície terrestre de uma distância  $d$  do centro da Terra, escape do campo gravitacional terrestre é necessário que ele seja lançada com uma velocidade  $v_2$  igual a:

$$E_{M_0} = E_M$$

$$E_{c_0} + E_{p_0} = E_c + E_p$$

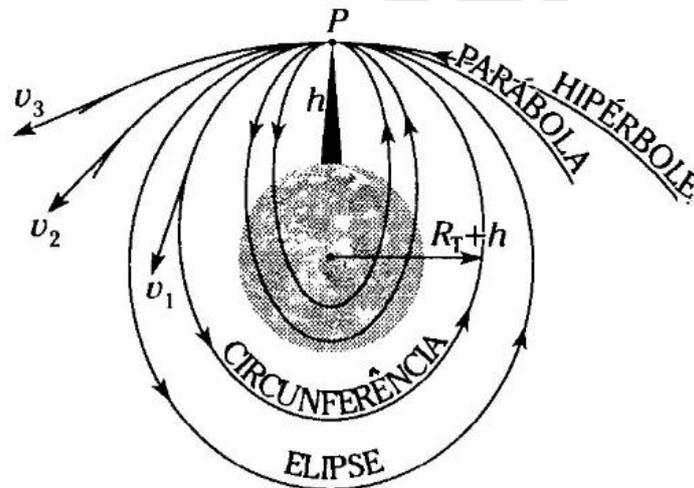
$$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{GmM}{d} = 0$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{d}} \therefore v_2 = \sqrt{2} \sqrt{\frac{GM}{d}}$$

$$v_2 = \sqrt{2} \cdot v_1$$

**Terceira velocidade cósmica:** é a velocidade que permitira o satélite escapar do campo gravitacional da Terrestre e solar.

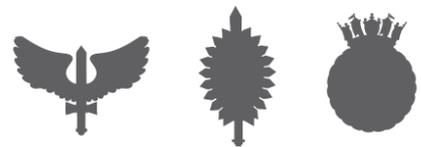
**Diagrama das trajetórias**



- I.  $v_s < v_1$  ☞ cai na superfície da Terra.
- II.  $v_1 \leq v_s < v_2$  ☞ entre em órbita ao redor da Terra.
- III.  $v_2 \leq v_s < v_3$  ☞ entre em órbita ao redor do Sol.
- IV.  $v_s \geq v_3$  ☞ escapa dos campos da Terra e do Sol.

**Imponderabilidade**

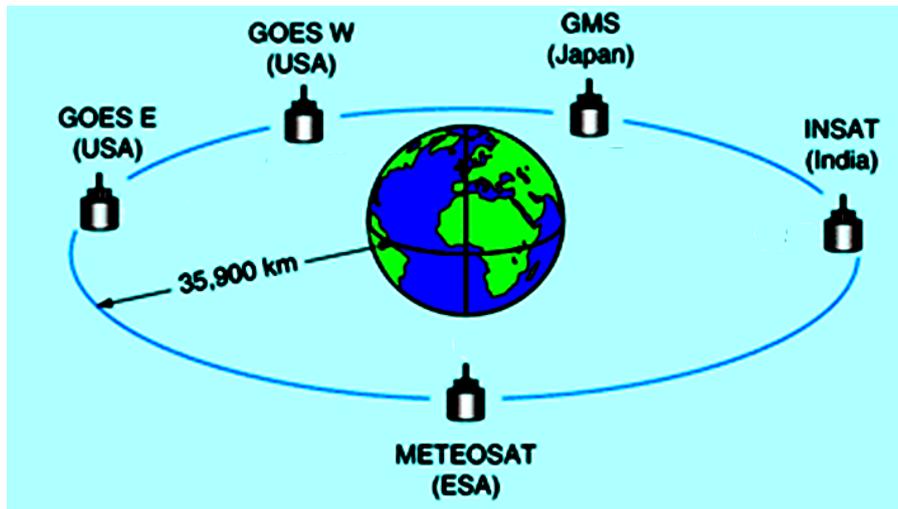
A imponderabilidade (“ausência de peso”) é um fenômeno físico pelo qual um corpo flutua mesmo que nele atue exclusivamente a força peso. Esse fato ocorre **por que o corpo está dentro de um sistema que tem uma aceleração igual a dele que igual a aceleração da gravidade**, ou seja, é como se o corpo estivesse em queda livre junto com o sistema.



## Satélites geoestacionários

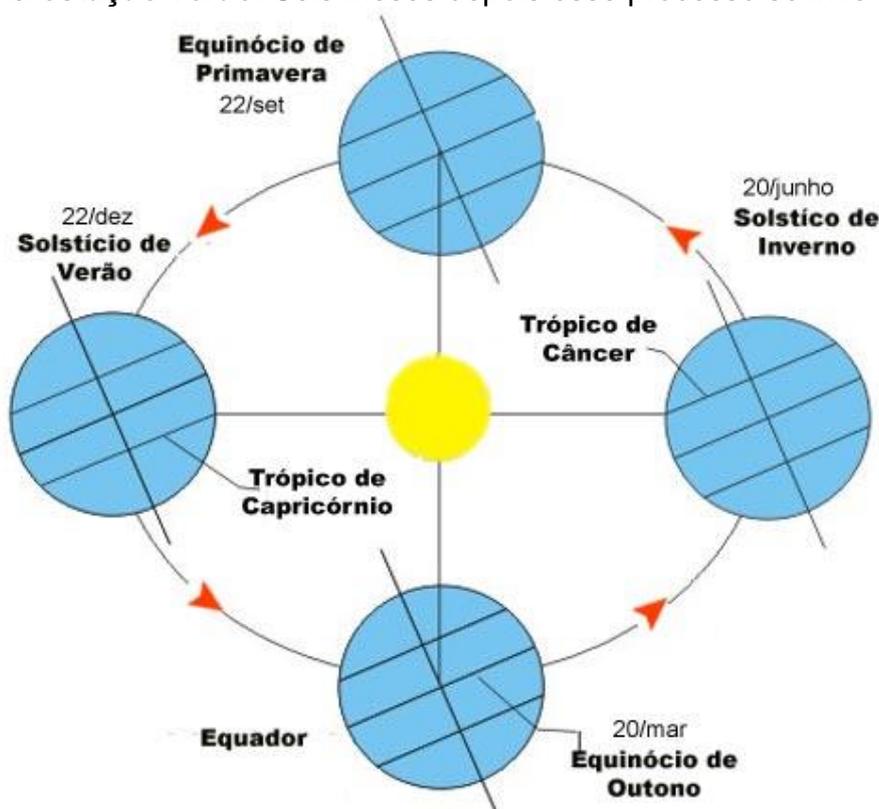
São satélites que estão parados em relação a Terra. Para um satélite ser geoestacionário ele deve estar em órbita no plano do Equador girando com mesma velocidade angular de rotação da Terra. Logo, o seu período de rotação é de 24 horas.

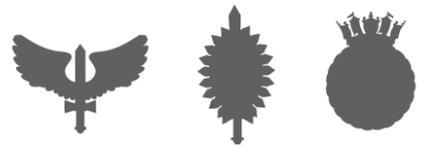
Todos os satélites geoestacionários estão na mesma órbita a uma determinada altitude da superfície da Terra



## Estações do ano

As estações do ano existem devido a inclinação do eixo principal da Terra durante a translação. Observa-se na figura abaixo que os raios solares chegam no Pólo Norte com um ângulo de inclinação grande em relação a esse eixo, predominando assim a **estação inverno**. Já no Pólo Sul os raios solares chegam com um ângulo de inclinação menor em relação ao eixo, predominando assim a **estação verão**. Seis meses depois esse processo se inverte.





**Atenção!**

Nas regiões próximas a linha do Equador durante todo ano os raios solares praticamente apresentam a mesma inclinação. Logo, não há predominância de nenhuma estação. Um exemplo disso é o estado do Pára

**Marés**

O fenômeno das marés é explicado pela atração gravitacional que o Sol e a Lua exercem sobre as águas do mar. Sendo que, a influência da Lua é maior do que a do Sol devido ela está muito próxima da Terra do que o Sol. Nos dias de Lua cheia, Lua nova e eclipses o Sol a Terra e a Lua estão alinhados. Desse modo, a influência do Sol se soma com a da Lua e as marés ficam mais altas do que nos dias normais.

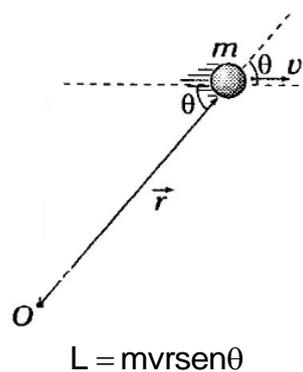
A inércia proveniente dos movimentos da Terra em torno do Sol, da Terra em torno do seu próprio eixo e da Terra em torno do centro de massa do sistema Terra-Lua também influencia na formação das marés.

O intervalo de tempo de anternância das marés é de aproximadamente seis horas e o de repetição doze horas. Desse modo, num dia surgem duas marés altas e duas marés baixas.



**Momentum angular**

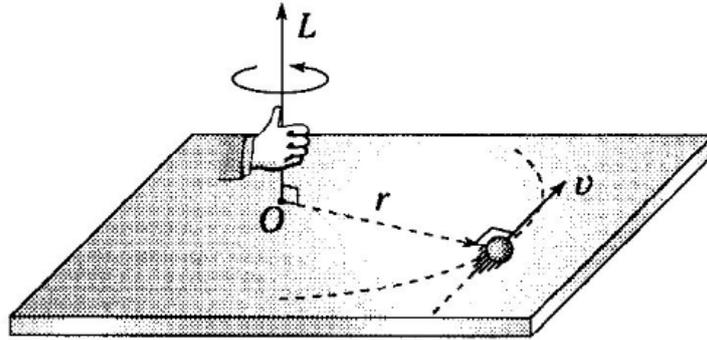
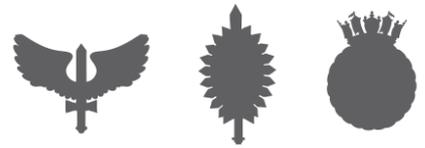
O módulo do vetor  $\vec{L}$  momentum angular de uma partícula de massa  $m$  e velocidade  $v$ , como mostra a figura é determinado por:



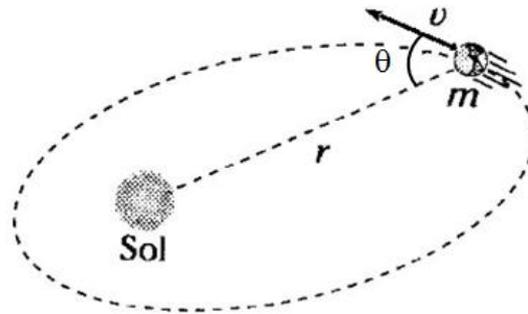
**Conservação do momentum angular**

Se sobre um corpo o momento resultante é nulo ( $MR = 0$ ); então o momentum angular se conserva.

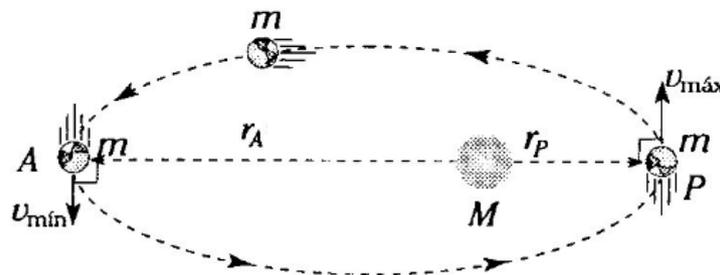
No caso, das órbitas planetárias o  $MR = 0$  em relação ao Sol. Logo, o momentum angular de cada planeta se conserva.



Movimento planetário



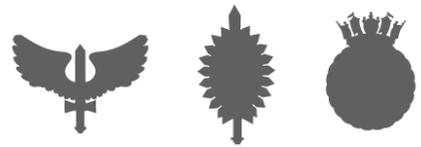
$$L = mvr\text{sen}\theta = \text{cte}$$



$$L_A = L_P$$

$$m v_{\text{mín}} r_A \underbrace{\text{sen}90^\circ}_1 = m v_{\text{máx}} r_P \underbrace{\text{sen}90^\circ}_1$$

$$v_{\text{mín}} r_A = v_{\text{máx}} r_P$$



**01. (EFOMM)** Dois satélites A e B descrevem uma órbita circular em torno da Terra. As massas e os raios são, respectivamente,  $m_A = m$  e  $m_B = 3m$ ,  $R_A = R$  e  $R_B = 3R$ . Considere as afirmativas seguintes:

(I) A velocidade do satélite B é menor do que a velocidade do satélite A por possuir maior massa.

(II) A energia cinética do satélite A é menor do que a do satélite B.

(III) Considere a razão  $T^2/r^3$ , onde T é o período e r é um raio de uma órbita qualquer. O resultado da razão para o satélite A será diferente do resultado para o satélite B.

(IV) A energia potencial entre o satélite A e a Terra é igual a menos o dobro da sua energia cinética. O mesmo vale para o satélite B.

Com relação a essas afirmativas, conclui-se que

A) apenas a IV é verdadeira.

B) apenas a III é falsa.

C) I e IV são falsas.

D) I e III são verdadeiras.

E) apenas a II é verdadeira.

**02. (EFOMM)** Um satélite encontra-se em órbita circular a 4800km de altura e em determinado momento realiza uma mudança de órbita, também circular, para uma altura de 1800 km. Considerar o raio da Terra como  $R = 6400$  km, a massa da terra como  $M = 6 \cdot 10^{24}$  kg e a constante gravitacional como  $G = 6,7 \cdot 10^{-11}$  N.m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

Marque a opção que indica, em valor aproximado, **respectivamente**, a velocidade da órbita inicial, a variação de velocidade, ao estabelecer a nova órbita, e o número de voltas em torno da Terra na nova órbita, por dia.

a) 25200 km/h, 21600 km/h e 24.

b) 21600 km/h, 25200 km/h e 12.

c) 21600 km/h, 3600 km/h e 2.

d) 21600 km/h, 25200 km/h e 2.

e) 21600 km/h, 3600 km/h e 12.

**03. (EFOMM)** Suponha dois pequenos satélites,  $S_1$  e  $S_2$ , girando em torno do equador terrestre em órbitas circulares distintas, tal que a razão entre os respectivos raios orbitais,  $r_1$  e  $r_2$ , seja  $r_2/r_1 = 4$ . A razão  $T_2/T_1$  entre os períodos orbitais dos dois satélites é

A) 1

B) 2

C) 4

D) 8

E) 10

**04. (EFOMM)** Considere um sistema formado por dois corpos celestes de mesma massa M, ligados pela força de atração gravitacional. Sendo d a distância entre seus centros e G a constante gravitacional, qual é a energia cinética total do sistema, sabendo que os dois corpos giram em torno do centro de massa desse sistema?

A)  $\frac{GM^2}{2d}$

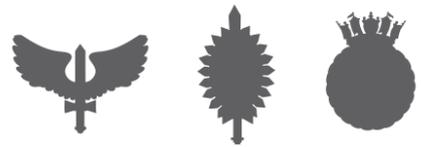
B)  $\frac{GM^2}{4d}$

C)  $\frac{GM^2}{9d}$

D)  $\frac{GM^2}{16d}$

E)  $\frac{GM^2}{25d}$





**10. (EFOMM)** A massa de um planeta é 16 vezes maior que a massa da Terra, e o raio é 8 vezes maior que o raio da Terra. Se o valor da gravidade na superfície da Terra é de  $9,8 \text{ m/s}^2$ , o valor da gravidade na superfície do planeta em é:

- A)  $2,45 \text{ m/s}^2$                       B)  $8,07 \text{ m/s}^2$                       C)  $4,01 \text{ m/s}^2$   
D)  $2,08 \text{ m/s}^2$                       E)  $3,02 \text{ m/s}^2$

**11. (EFOMM)** Sabendo-se que a massa da Terra é aproximadamente 80 vezes a da Lua e que seu raio é aproximadamente 4 vezes maior, um astronauta descendo na superfície da Lua faz oscilar um pêndulo simples de comprimento  $L$  e mede seu período  $T_L$ . Comparando com o período  $T_T$  desse mesmo pêndulo medido na Terra ele observa que:

- A)  $T_T \cong 80 T_L$                       B)  $T_L \cong 80 T_T$                       C)  $T_L \cong 16 T_T$   
D)  $T_T \cong 160 T_L$                       E)  $T_T \cong 0,4 T_L$

**12. (EFOMM)** Um físico acha-se encerrado dentro de um caixa hermeticamente fechada que é transportada para algum ponto de espaço cósmico sem que ele saiba. Então abandonado um objeto dentro da caixa ele percebe que o mesmo cai com movimento acelerado. Baseado em sua observação ele pode afirmar com segurança que:

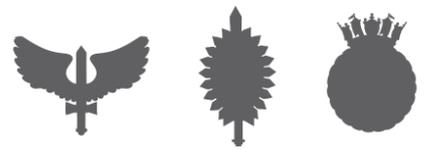
- A) estou parado num planeta que exerce força gravitacional sobre os objetos de minha caixa.  
B) estou caindo sobre um planeta e é por isso que vejo o objeto caindo dentro da caixa.  
C) minha caixa está acelerada no sentido contrário ao do movimento do objeto.  
D) não tenho elementos para julgar se o objeto cai porque a caixa sobe com movimento acelerado ou se o objeto cai porque existe um campo gravitacional externo.  
E) qualquer das afirmações acima que o físico tenha feito está errada.

**13. (EFOMM)** Um satélite artificial é lançado em órbita circular equatorial, no mesmo sentido da rotação da Terra de tal modo que o seu período seja de 24 horas. Assim sendo, m observador situado no equador poderá ver o satélite parado sempre sobre sua cabeça. Referindo-se a um sistema de coordenadas rigidamente ligado a Terra, esse observador dirá que isso aconteceu porque:

- A) sobre o satélite atua uma força centrífuga, que equilibra a força de gravidade da Terra.  
B) existe uma força tangente à órbita que dá ao satélite um movimento igual ao da Terra e que impede a sua queda.  
C) a força centrípeta que atua sobre o satélite é igual a força da gravidade.  
D) em relação ao Sol o satélite também está parado.  
E) na distância em que o satélite se encontra seu peso é nulo.

**14. (EFOMM)** Em uma certa galáxia, planetas orbitam em torno de uma estrela, de massa  $M$ , de maneira semelhante a do nosso sistema solar. Nesta galáxia, um planeta A possui  $m_A = m$  e outro planeta B, massa  $m_B = 3m$ . Se o módulo da velocidade de escape do planeta B é igual a duas vezes o módulo da velocidade de escape do planeta A, a razão entre os raios dos planetas ( $R_A/R_B$ ) é igual a

- A) 4  
B) 2  
C)  $2/3$   
D)  $3/4$   
E)  $4/3$



**15. (EFOMM)** Um foguete foi lançado da superfície da terra com uma velocidade  $v = 2v_e / 5$ , onde  $v_e$  é a velocidade de escape do foguete. Sendo  $R_T$ , o raio da terra, qual a altitude máxima alcançada pelo foguete?

- A)  $\frac{4}{31}R_T$                       B)  $\frac{2}{29}R_T$                       C)  $\frac{4}{27}R_T$   
 D)  $\frac{2}{25}R_T$                       E)  $\frac{4}{21}R_T$

**16. (EFOMM)** Um satélite artificial percorre uma órbita circular ao redor da Terra na altitude de  $9,63 \cdot 10^3$  km. Para atingir a velocidade de escape nessa altitude o satélite deve ter, através de um sistema de propulsão, o módulo da sua velocidade linear multiplicado por:

Dados:  $G.M = 4,00 \cdot 10^{14} \text{ N.m}^2/\text{kg}$  e  $R_T = 6,37 \cdot 10^3$  km ( $G$  é a constante de gravitação universal;  $M$  é a massa da Terra;  $R_T$  é o raio da Terra)

- A)  $\sqrt{2}/2$                       B)  $\sqrt{2}$                       C) 2  
 D)  $\sqrt{5}$                       E) 5

**17. (EFOMM)** Dois pequenos satélites A e B, idênticos, descrevem órbitas circulares ao redor da Terra. A velocidade orbital do satélite A vale  $V_A = 2 \cdot 10^3$  m/s. Sabendo que os raios orbitais dos satélites são relacionados por  $R_B / R_A = 10^2$ , a velocidade orbital do satélite B, em m/s, vale

- A)  $2 \cdot 10^3$   
 B)  $1 \cdot 10^3$   
 C)  $4 \cdot 10^2$   
 D)  $2 \cdot 10^2$   
 E)  $1 \cdot 10^2$

**18. (EFOMM)** Sabe-se que a distância média do planeta Terra ao Sol é de  $1,5 \cdot 10^{11}$  m e a distância média do planeta Urano ao Sol é de  $3 \cdot 10^{12}$  m. Pode-se afirmar, então, que o período de revolução do planeta Urano, em anos terrestres, é aproximadamente

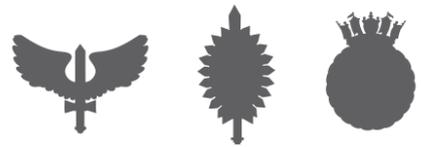
- A)  $2\sqrt{5}$   
 B) 20  
 C)  $40\sqrt{5}$   
 D) 400  
 E) 8000



GABARITO

01. A   02. E   03. D   04. A   05. D   06. A   07. D   08. B   09. A   10. A   11. E   12. D  
13. C   14. E   15. E   16. B   17. D   18. C

Maxwell Videoaulas



**GRAVITAÇÃO - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

A tabela a seguir resume alguns dados sobre dois satélites de Júpiter.

Nome	Diâmetro aproximado (km)	Raio médio da órbita em relação ao centro de Júpiter (km)
Io	$3,64 \cdot 10^3$	$4,20 \cdot 10^5$
Europa	$3,14 \cdot 10^3$	$6,72 \cdot 10^5$

Sabendo-se que o período orbital de Io é de aproximadamente 1,8 dia terrestre, pode-se afirmar que o período orbital de Europa expresso em dia(s) terrestre(s), é um valor mais próximo de

- A) 0,90
- B) 1,50
- C) 3,60
- D) 7,20

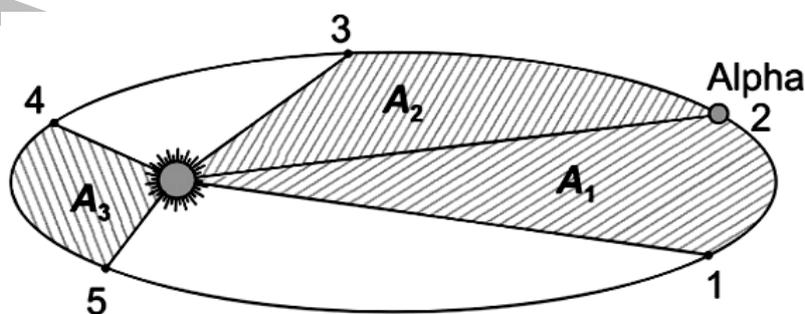
**02. (AFA)**

Um satélite cujo raio da órbita vale R gira ao redor da Terra com velocidade angular constante  $\omega$ . Por necessidade técnica será feito um ajuste na trajetória que dobrará o raio orbital desse satélite, fazendo-o girar com uma nova velocidade angular constante  $\omega'$ . A razão  $\omega/\omega'$  vale

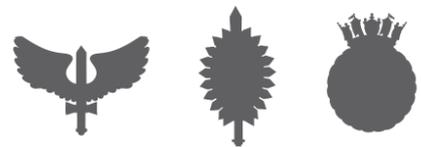
- A)  $2\sqrt{2}$
- B)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- C) 2
- D) 1/2

**03. (AFA)**

Um planeta Alpha descreve uma trajetória elíptica em torno do seu sol como mostra a figura abaixo.



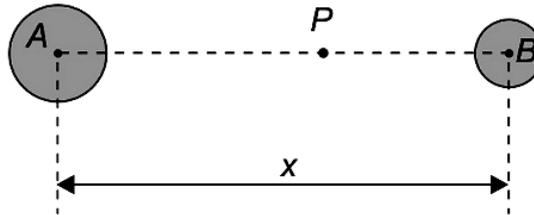
Considere que as áreas  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  são varridas pelo raio vetor que une o centro do planeta ao centro do sol quando Alpha se move respectivamente das posições de 1 a 2, de 2 a 3 e de 4 a 5. Os trajetos de 1 a 2 e de 2 a 3 são realizados no mesmo intervalo de tempo  $\Delta t$  e o trajeto de 4 a 5 num intervalo  $\Delta t' < \Delta t$ . Nessas condições é correto afirmar que



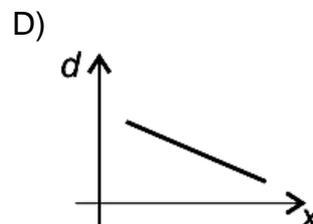
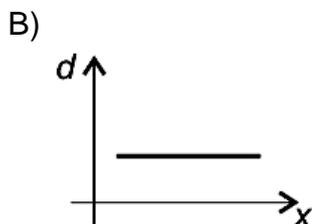
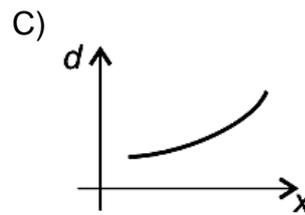
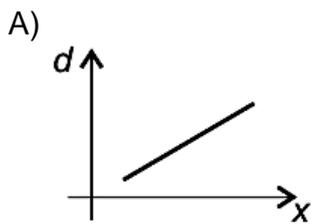
- A)  $A_1 < A_3$
- B)  $A_2 < A_3$
- C)  $A_1 > A_2$
- D)  $A_3 < A_2$

**04. (AFA)**

Dois corpos A e B, esféricos, inicialmente estacionários no espaço, com massas respectivamente iguais a  $m_A$  e  $m_B$ , encontram-se separados, centro a centro, de uma distância  $x$  muito maior que os seus raios, conforme figura abaixo.



O gráfico que melhor representa  $d$  em função de  $x$ , afim de que qualquer massa  $m$  colocada no ponto P fique em equilíbrio, é:



**05. (AFA)**

A respeito de um satélite artificial estacionário em órbita sobre um ponto do equador terrestre, afirma-se que

I- a força que a Terra exerce sobre ele é a resultante centrípeta necessária para mantê-lo em órbita.

II- o seu período de translação é 24 horas.

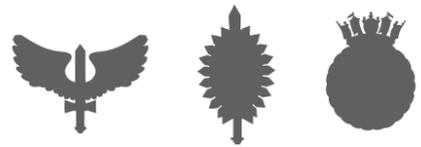
III- os objetos soltos em seu interior ficam flutuando devido à ausência da gravidade.

Está(ão) correta(s)

- A) apenas I.
- B) apenas I e II.
- C) apenas II e III.
- D) I, II e III.

**06. (AFA)**

Os satélites de comunicação são operados normalmente em órbitas cuja velocidade angular  $\omega$  é igual à da Terra, de modo a permanecerem imóveis em relação às antenas receptoras. Na figura abaixo, estão representados dois destes satélites, A e B, em órbitas geoestacionárias e



em diferentes alturas. Sendo a massa de A maior que a de B, pode-se afirmar que as relações entre os módulos das velocidades  $v_A$  e  $v_B$  e os períodos de rotação  $T_A$  e  $T_B$  dos satélites A e B estão representados corretamente na alternativa



- A)  $v_A = v_B$  e  $T_A = T_B$
- B)  $v_A < v_B$  e  $T_A < T_B$
- C)  $v_A > v_B$  e  $T_A = T_B$
- D)  $v_A > v_B$  e  $T_A > T_B$

**07. (AFA)**

Quanto a um satélite artificial geostacionário, em órbita circular em torno da Terra, afirma-se que:



- I- a força que o mantém em órbita é de natureza gravitacional.
  - II- seu período é de 24 horas.
  - III- sua aceleração é nula.
- É (são) correta(s), apenas a(s) afirmativa(s)

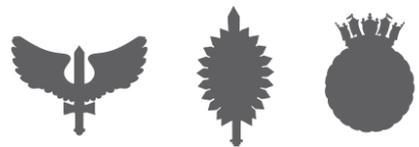
- A) II
- B) I e II
- C) I e III
- D) II e III

**08. (AFA)**

O Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) está preparado para lançar foguetes de sondagem e veículos lançadores de satélites. Localizado na costa do nordeste brasileiro, próximo ao Equador, a posição geográfica do CLA aumenta as condições de segurança e permite menores custos de lançamento. Afirma-se que são fatores determinantes do menor custo de lançamento no CLA (latitude  $0^\circ$ ) em relação a outros centros de lançamento situados em regiões de maiores latitudes:

- I - maior velocidade tangencial, devido à inércia do movimento de rotação da Terra.
- II - menor aceleração da gravidade, devido ao movimento de rotação da Terra.
- III - menor distância das órbitas próprias para satélites geostacionários.

São verdadeiras as assertivas



- A) apenas I e II
- B) apenas II e III
- C) apenas I e III
- D) I, II e III

**09. (AFA)**

A relação entre o peso aparente  $P_A$  e o real  $P$  de um astronauta no interior de uma nave espacial que gira em torno da Terra, em órbita circular, é:

- A)  $\frac{P_A}{P} = 0$
- B)  $\frac{P_A}{P} = 1$
- C)  $\frac{P_A}{P} > 1$
- D)  $\frac{P_A}{P} < 1$

**10. (AFA)**

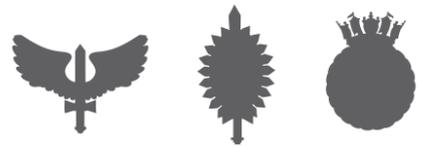
Considere a Terra um planeta de raio  $R$  estacionário no espaço. A razão entre os períodos de dois satélites, de mesma massa, em órbitas circulares de altura  $R$  e  $3R$ , respectivamente, é

- A)  $1/2$
- B)  $3/4$
- C)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$
- D)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

**11. (AFA)**

Na cidade de Macapá, no Amapá, Fernando envia uma mensagem via satélite para Maria na mesma cidade. A mensagem é intermediada por um satélite geoestacionário, em órbita circular cujo centro coincide com o centro geométrico da Terra, e por uma operadora local de telecomunicação da seguinte forma: o sinal de informação parte do celular de Fernando direto para o satélite que instantaneamente retransmite para a operadora, que, da mesma forma, transmite para o satélite mais uma vez e, por fim, é retransmitido para o celular de Maria. Considere que esse sinal percorra todo trajeto em linha reta e na velocidade da luz,  $c$ ; que as dimensões da cidade sejam desprezíveis em relação à distância que separa o satélite da Terra, que este satélite esteja alinhado perpendicularmente à cidade que se encontra ao nível do mar e na linha do equador. Sendo,  $M$ , massa da Terra,  $T$ , período de rotação da Terra,  $R_T$ , raio da Terra e  $G$ , a constante de gravitação universal, o intervalo de tempo entre a emissão do sinal no celular de Fernando e a recepção no celular de Maria, em função de  $c$ ,  $M$ ,  $T$ ,  $G$  e  $R_T$  é:

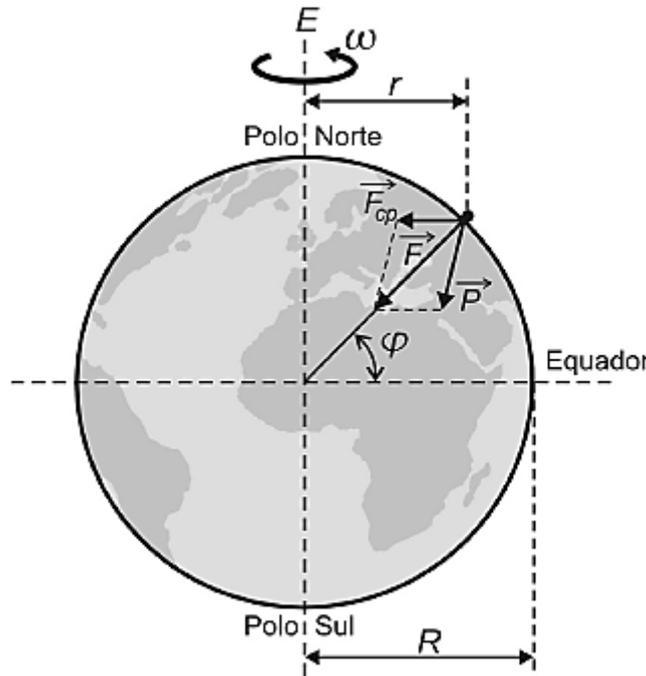
- A)  $\frac{4}{c} \left( \sqrt[3]{\frac{T^2 GM}{4\pi^2}} - R_T \right)$
- B)  $\frac{2}{c} \left( \sqrt[3]{\frac{2TGM}{4\pi}} + R_T \right)$
- C)  $\frac{4}{c} \left( \sqrt[3]{\frac{TGM}{4\pi^2}} - R_T \right)$
- D)  $\frac{1}{c} \left( \sqrt[3]{\frac{TGM}{2\pi}} + R_T \right)$



**12. (AFA)**

Considere a Terra um Planeta esférico, homogêneo, de raio  $R$ , massa  $M$  concentrada no seu centro de massa e que gira em torno do seu eixo  $E$  com velocidade angular constante  $\omega$ , isolada do resto do universo.

Um corpo de prova colocado sobre a superfície da Terra, em um ponto de latitude  $\varphi$ , descreverá uma trajetória circular de raio  $r$  e centro sobre o eixo  $E$  da Terra, conforme a figura abaixo. Nessas condições, o corpo de prova ficará sujeito a uma força de atração gravitacional  $\vec{F}$ , que admite duas componentes, uma centrípeta,  $\vec{F}_{cp}$ , e outra que traduz o peso aparente do corpo,  $\vec{P}$ .



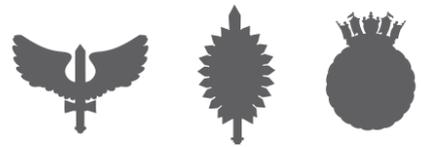
Quando  $\varphi = 0^\circ$ , então o corpo de prova está sobre a linha do equador e experimenta um valor aparente da aceleração da gravidade igual a  $g_e$ . Por outro lado, quando  $\varphi = 90^\circ$ , o corpo de prova se encontra em um dos Polos, experimentando um valor aparente da aceleração da gravidade igual a  $g_p$ . Sendo  $G$  a constante de gravitação universal, a razão  $\frac{g_e}{g_p}$  vale:

- A)  $1 - \frac{\omega^3 R^3}{GM}$
- B)  $\frac{(GM - \omega^2 r) R^2}{GM}$
- C)  $\frac{1 - \omega^2 r}{GM}$
- D)  $\frac{GM R^2 - \omega^2 r^2}{GM}$



**GABARITO**

01. C   02. A   03. D   04. A   05. B   06. C   07. B   08. A   09. A   10. C   11. A   12. A



**GRAVITAÇÃO - TESTES DE REVISÃO**

1. (EN) Em uma certa galáxia, planetas orbitam em torno de uma estrela, de massa  $M$ , de maneira semelhante a do nosso sistema solar. Nesta galáxia, um planeta A possui  $m_A = m$  e outro planeta B, massa  $m_B = 3m$ . Se o módulo da velocidade de escape do planeta B é igual a duas vezes o módulo da velocidade de escape do planeta A, a razão entre os raios dos planetas ( $R_A/R_B$ ) é igual a

- a) 4
- b) 2
- c) 2/3
- d) 3/4
- e) 4/3

2. (EN) Um foguete foi lançado da superfície da terra com uma velocidade  $v = 2v_e / 5$ , onde  $v_e$  é a velocidade de escape do foguete. Sendo  $R_T$ , o raio da terra, qual a altitude máxima alcançada pelo foguete?

- a)  $4R_T / 31$
- b)  $2R_T / 29$
- c)  $4R_T / 27$
- d)  $2R_T / 25$
- e)  $4R_T / 21$

3. (EN) Um satélite artificial percorre uma órbita circular ao redor da Terra na altitude de  $9,63 \cdot 10^3$  km. Para atingir a velocidade de escape nessa altitude o satélite deve ter, através de um sistema de propulsão, o módulo da sua velocidade linear multiplicado por:

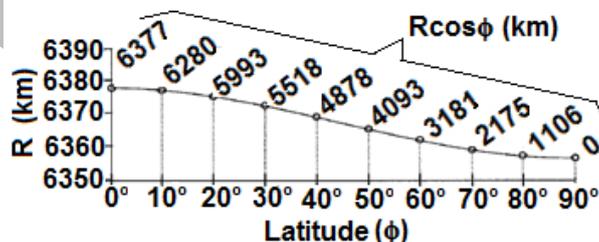
Dados:  $G \cdot M = 4,00 \cdot 10^{14} \text{ Nm}^2/\text{kg}$  e  $R_T = 6,37 \cdot 10^3$  km ( $G$  é a constante de gravitação universal;  $M$  é a massa da Terra;  $R_T$  é o raio da Terra)

- a)  $\sqrt{2} / 2$
- b)  $\sqrt{2}$
- c) 2
- d)  $\sqrt{5}$
- e) 5

4. (EN) Dois pequenos satélites A e B, idênticos, descrevem órbitas circulares ao redor da Terra. A velocidade orbital do satélite A vale  $V_A = 2 \cdot 10^3$  m/s. Sabendo que os raios orbitais dos satélites são relacionados por  $R_B / R_A = 10^2$ , a velocidade orbital do satélite B, em m/s, vale:

- a)  $2 \cdot 10^3$
- b)  $1 \cdot 10^3$
- c)  $2 \cdot 10^2$
- d)  $4 \cdot 10^2$
- e)  $1 \cdot 10^2$

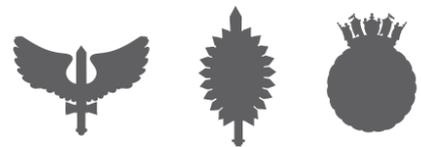
5. (EN) Observe o gráfico a seguir.



O gráfico da figura acima mostra a variação do raio da Terra ( $R$ ) com a latitude ( $\phi$ ). Observe que foram acrescentadas informações para algumas latitudes, sobre a menor distância entre o eixo da Terra e um ponto P na superfície da Terra ao nível do mar, ou seja,  $R \cos \phi$ . Considerando que a Terra gira com uma velocidade angular  $\omega_T = \pi / 12$  (rad/h) qual é, aproximadamente, a latitude de P quando a velocidade de P em relação ao centro da Terra se aproxima numericamente da velocidade do som?

Dados:  $v_{som} = 340$  m/s e  $\pi = 3$

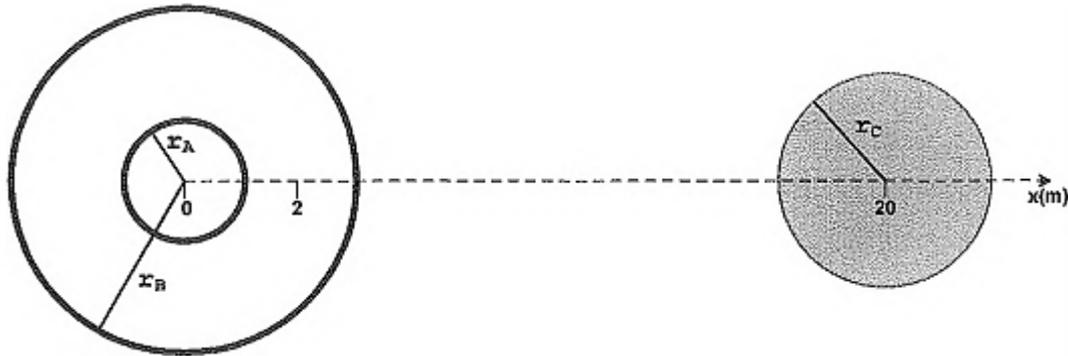
- a) 0°
- b) 20°
- c) 40°
- d) 60°
- e) 80°



6. (EN) Considere dois corpos, A e B, de massas  $m_A = m$  e  $m_B = (500\text{Kg} - m)$ , respectivamente. Os corpos estão separados por uma distância fixa  $d$ . Para que o módulo da energia potencial gravitacional do sistema seja a maior possível, o valor de  $m$ , em kg, é:

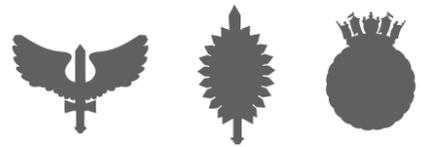
- a) 300
- b) 250
- c) 200
- d) 150
- e) 100

7. (EN) Analise a figura abaixo.

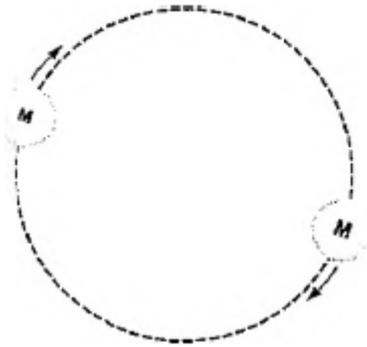


Na figura acima, tem-se duas cascas esféricas concêntricas: casca A de raio  $r_A = 1,0\text{m}$  e casca B de raio  $r_B = 3,0\text{m}$ , ambas com massa  $M$  e com os centros em  $x = 0$ . Em  $x = 20\text{ m}$ , tem-se o centro de uma esfera maciça de raio  $r_C = 2,0\text{ m}$  e massa  $81M$ . Considere agora, uma partícula de massa  $m$  colocada em  $x = 2,0\text{ m}$ , Sendo  $G$  a constante gravitacional, qual a força gravitacional resultante sobre a partícula?

- a)  $\frac{GMm}{4}$  para a direita
- b)  $\frac{GMm}{2}$  para a direita
- c)  $\frac{GMm}{2}$  para a esquerda
- d)  $\frac{GMm}{4}$  para a esquerda
- e) zero

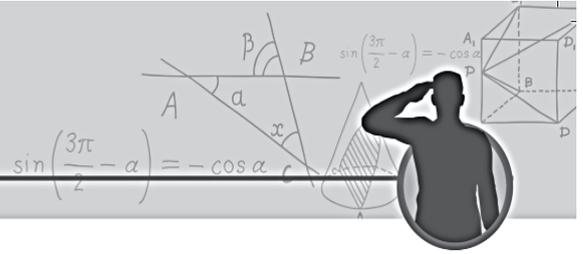


8. (EN) Analise a figura a seguir.



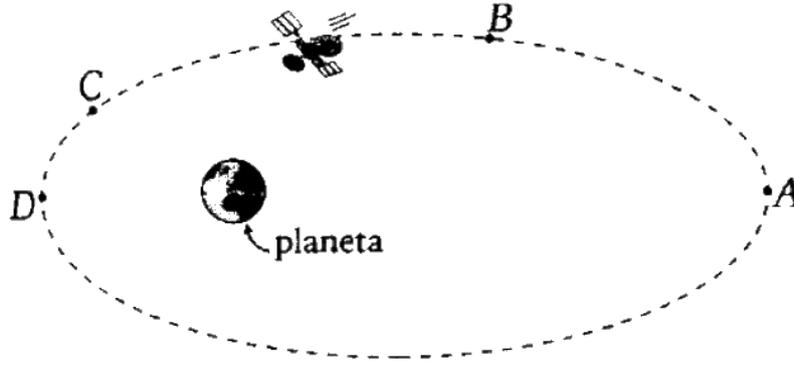
A figura acima exibe um sistema binário de estrelas, isolado, que é composto por duas estrelas de mesmo tamanho e de mesma massa  $M$ . O sistema, estável, gira em torno do seu centro de massa com um período de rotação constante  $T$ . Sendo  $D$  a distância entre as estrelas e  $G$  a constante gravitacional universal, assinale a opção correta.

- a)  $GMT^2 = 2\pi^2D^3$ ; o vetor velocidade linear de cada uma das estrelas em relação ao centro de massa do sistema é constante; a energia mecânica do sistema é conservada.
- b)  $GMT^2 = 2\pi^2D^3$ ; a velocidade angular de cada uma das estrelas em relação ao centro de massa do sistema é constante; a energia cinética do sistema é conservada.
- c)  $GMT^2 = \pi^2D^3$ ; a velocidade angular de cada uma das estrelas em relação ao centro de massa do sistema é constante; a energia mecânica de cada uma das estrelas é conservada.
- d)  $2GMT^2 = \pi^2D^3$ ; o vetor velocidade linear de cada uma das estrelas em relação ao centro de massa do sistema é constante; a energia mecânica do sistema é conservada.
- e)  $2GMT^2 = \pi^2D^3$ ; a velocidade angular de cada uma das estrelas em relação ao centro de massa do sistema é constante; a energia mecânica de cada uma das estrelas é conservada.



**QUESTÃO 01**

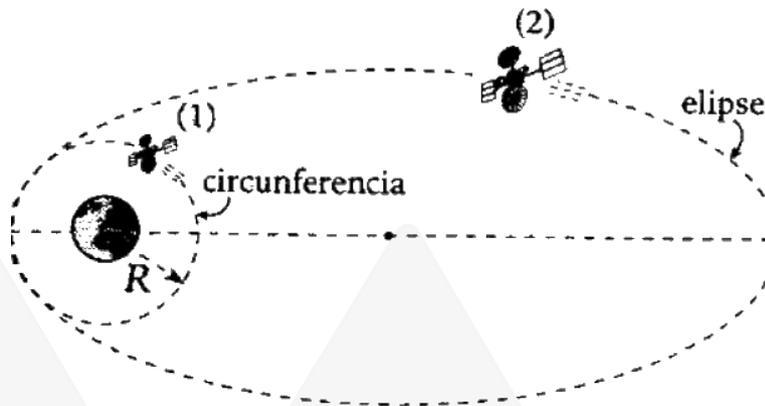
Um satélite está órbita ao redor de um planeta, tal como mostra a figura. Se o satélite leva 80 dias para ir de A a B e o seu vetor posição varre uma área 4 vezes maior do que ele varre no trajeto de C para D. Determine quanto tempo o satélite leva para ir de C a D.



- A) 10 dias
- B) 20 dias
- C) 30 dias
- D) 80 dias
- E) 100 dias

**QUESTÃO 02**

Dois satélites orbitam ao redor de um planeta tal como mostra a figura. Determine o máximo afastamento do satélite (2) do planeta, se o seu período é 8 vezes maior que o período do satélite (1).



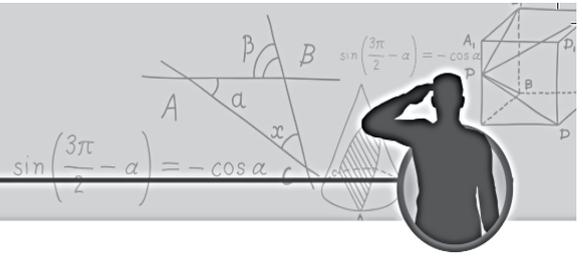
- A) 8R
- B) 6R
- C) 4R
- D) 7R
- E) 12R

**QUESTÃO 03**

O período da Terra ao redor do Sol é  $T_0$ . Se o raio médio da órbita terrestre fosse reduzido a metade, qual seria o novo tempo gasto pela Terra para ir do periélio ao afélio.

- A)  $\sqrt{2} T_0/16$
- B)  $T_0/4$



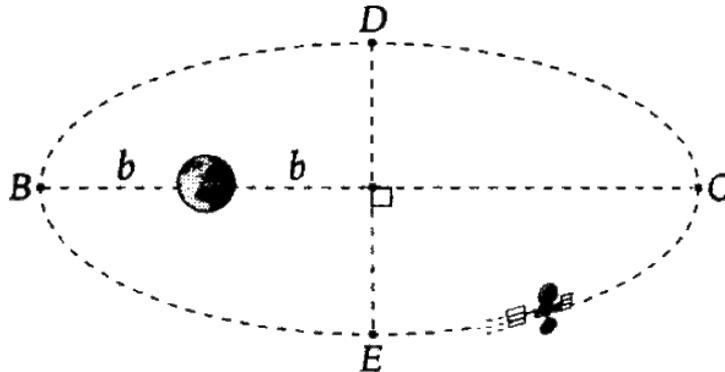


- C)  $\sqrt{2} T_0/2$
- D)  $\sqrt{2} T_0/8$
- E)  $\sqrt{2} T_0/4$

**QUESTÃO 04**

De acordo com a figura analise cada afirmações abaixo como sendo verdadeira (V) ou falsa (F). Considere o produto  $m \vec{r}\vec{v}$  do satélite como sendo constante.

- I. Os intervalos de tempo gastos pelo satélite nos trechos CD e BE são iguais.
- II. O intervalo de tempo gasto pelo satélite no trecho DBE é menor que no trecho ECD.
- III. A energia cinética do satélite na posição C e na posição D se relacionam de 1 para 9.
- IV. O período do satélite é proporcional a  $2b\sqrt{2b}$ .



- A) FVFF
- B) VVVV
- C) FVfV
- D) FVVV
- E) FFVV

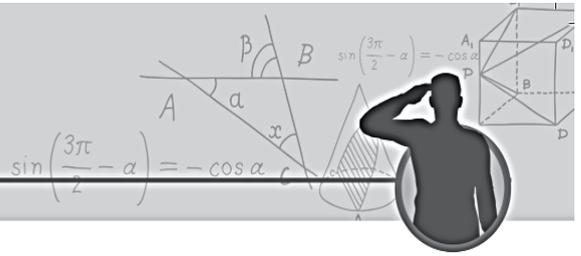
**QUESTÃO 05**

A esfera mostrada na figura está próxima da superfície da Terra. A esfera está em repouso e a deformação na mola é 10 cm. Determine a deformação na mola se o sistema mostrado for levado para um planeta cuja densidade é 2 vezes maior que a densidade da Terra e o raio é metade do raio terrestre.



- A) 10 cm
- B) 15 cm
- C) 20 cm
- D) 25 cm
- E) 30 cm





### QUESTÃO 06

Dois satélites (1) e (2) orbitam ao redor de um planeta com trajetórias circulares de raios  $R_1 = 4R_2$ . Se o período do satélite (2) é de 50 dias, quantos dias demora o outro para descrever  $1/4$  de volta?

- A) 50
- B) 100
- C) 200
- D) 250
- E) 400

### QUESTÃO 07

Um satélite executa uma órbita circular em torno da Terra a uma altura  $h \ll R$  ( $R$  raio da Terra). Em um determinado instante o satélite sai de sua órbita e quando está a uma distância  $d$  do centro da Terra a sua velocidade de módulo  $v$  forma um ângulo de  $30^\circ$  com a reta imaginária que passa pelo centro da Terra. Determine  $d$ , se o módulo da aceleração da gravidade na superfície é  $g$ .

- A)  $4gR^2/v^2$
- B)  $2gR^2/v^2$
- C)  $gR^2/v^2$
- D)  $2g\sqrt{gR^3}/v$
- E)  $4g\sqrt{gR^3}/v$

### QUESTÃO 08

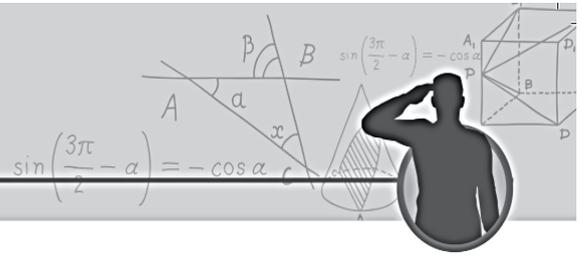
Determine em que profundidade, em relação a superfície terrestre, o valor da aceleração da gravidade é igual ao valor da aceleração da gravidade a uma altura igual a  $R$ . Considere  $R$  como sendo o raio da Terra.

- A)  $R/3$
- B)  $3R/4$
- C)  $2R/3$
- D)  $R/2$
- E)  $4R/5$

### QUESTÃO 09

Três satélites de massa  $m$  cada, orbitam circularmente ao redor de um planeta de massa  $M$ . Se o raio de órbita é igual a  $r$  e a constante gravitacional é igual a  $G$ , determine a velocidade de órbita desses satélites. Considere que os três satélites formam os vértices de um triângulo equilátero.

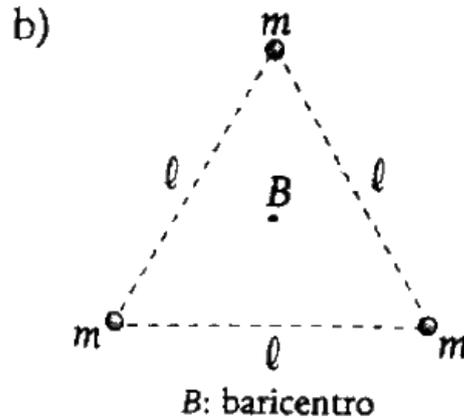
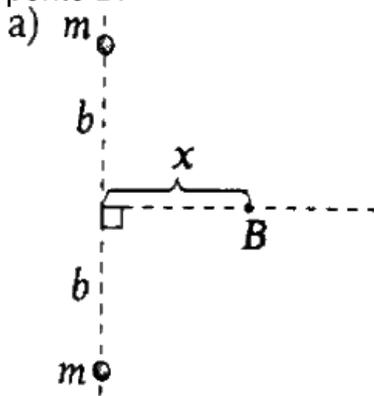
- A)  $\sqrt{\frac{G}{3r}}(\sqrt{3}m + 3M)$
- B)  $\sqrt{\frac{G}{r}}(\sqrt{2}m + 3M)$
- C)  $\sqrt{\frac{G}{3r}}(m + 3M)$



- D)  $\sqrt{\frac{G}{2r}}(m + M)$   
 E)  $\sqrt{\frac{2G}{3r}}(m + M)$

**QUESTÃO 10**

Para as configurações mostradas na figura, determine o módulo da intensidade do campo gravitacional no ponto B.

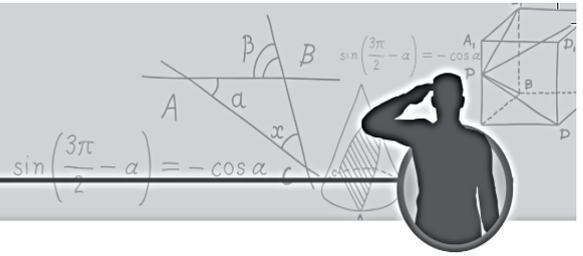


- A)  $\frac{2Gmx}{\sqrt{x^2 + b}}$ ; 0  
 B)  $\frac{2Gmx}{(x^2 + b)^{3/2}}$ ;  $\frac{3Gm}{1^2}$   
 C)  $\frac{2Gmx}{(x^2 + b)^{3/2}}$ ; 0  
 D)  $\frac{Gmx}{x^2}$ ;  $\frac{Gm}{21}$   
 E)  $\frac{2Gmx}{(x^2 + b)}$ ;  $\frac{3Gm}{1^2}$

**QUESTÃO 11**

Três corpos de massa m estão numa mesma órbita circular entorno de um ponto imaginário O. Se os corpos estão cada um no vértice de um triângulo equilátero de lado a, determine a velocidade angular de cada corpo.

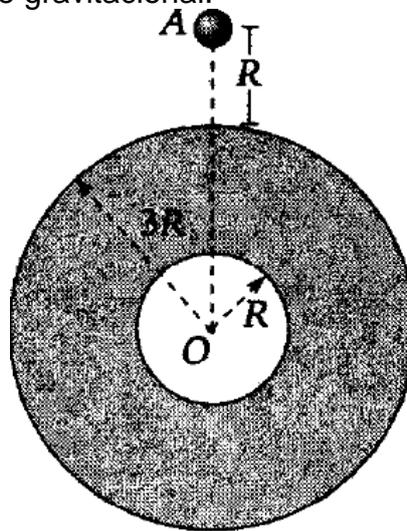
- A)  $\left(\frac{3mG}{2a^3}\right)^{1/2}$   
 B)  $\left(\frac{mG}{a^3}\right)^{1/2}$



- C)  $\left(\frac{mG}{3a^3}\right)^{1/2}$
- D)  $\left(\frac{mG}{2a^3}\right)^{1/2}$
- E)  $\left(\frac{3mG}{a^3}\right)^{1/2}$

**QUESTÃO 12**

De uma esfera maciça de raio  $3R$  retira-se uma porção esférica de massa  $M$  e raio  $R$ , como mostra a figura. Determine o módulo da força que a esfera exerce sobre um corpo de massa  $m$  colocado no ponto A.G: constante gravitacional.

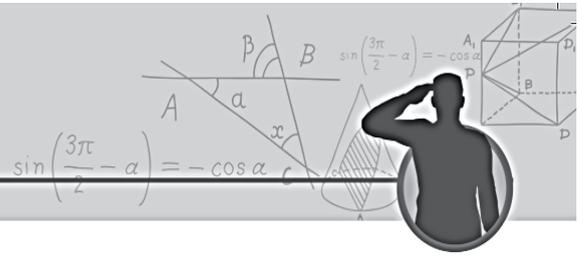


- A)  $\frac{GmM}{2R^2}$
- B)  $\frac{GmM}{3R^2}$
- C)  $\frac{13GmM}{8R^2}$
- D)  $\frac{GmM}{4R^2}$
- E)  $\frac{GmM}{24R^2}$

**QUESTÃO 13**

Consideremos que a Terra é uma esfera homogênea (densidade constante) e cuja gravidade na superfície vale  $g$ . Devido uma gigantesca explosão nuclear desaparece  $1/3$  da massa da Terra correspondente a superfície externa e o que sobrou se mantém uma esfera homogênea. Determine a nova aceleração  $d$  gravidade na superfície da Terra.





- A)  $\left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{5}{6}} g$
- B)  $\left(\frac{4}{9}\right)^{\frac{1}{6}} g$
- C)  $\left(\frac{4}{3}\right)^{\frac{2}{3}} g$
- D)  $\left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{1}{3}} g$
- E)  $\left(\frac{4}{9}\right)^{\frac{2}{5}} g$

#### QUESTÃO 14

Dois corpos de massas  $m_1$  e  $m_2$  se movem em torno do seu centro de massa que está em repouso. Se a separação entre os corpos é  $L$ , calcule a energia total do sistema.

- A)  $-\frac{2Gm_1m_2}{L}$
- B)  $-\frac{Gm_1m_2}{4L}$
- C)  $-\frac{Gm_1m_2}{L}$
- D)  $-\frac{Gm_1m_2}{2L}$
- E)  $-\frac{4Gm_1m_2}{L}$

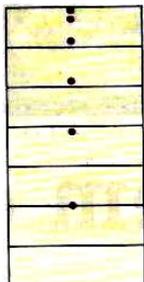
#### QUESTÃO 15

Um corpo é lançado perpendicularmente da superfície da Terra de raio  $R$ , com velocidade que é igual a metade da segunda velocidade cósmica. Ignorando a resistência do ar, qual a máxima altura atingida pelo corpo em relação a superfície da Terra.

- A)  $3R$
- B)  $4R$
- C)  $\frac{4}{3}R$
- D)  $\frac{1}{3}R$
- E)  $\frac{3}{4}R$

## QUESTÃO 01

Em um planeta, um astronauta faz o seguimento experimental: abandona uma bola na frente de uma tela vertical, que possui marcadas linhas horizontais, separadas por 50 cm; simultaneamente, é acionada uma máquina fotográfica de *flash*-múltiplo, sendo o intervalo entre os *flashes* de 0,1 s. A partir da fotografia da queda da bola, indicada na figura, o astronauta calcula a razão entre a massa do planeta e a da Terra, pois ele sabe que o raio do planeta é o triplo do terrestre.



Desse modo, o valor encontrado é:

- a) 16                                      c) 20                                      e) 24  
b) 18                                      d) 22

## QUESTÃO 02

Um objeto foi achado por uma sonda espacial durante a exploração de um planeta distante. Essa sonda possui um braço ligado a uma mola ideal presa a garras especiais. Ainda naquele planeta, observou-se no equilíbrio uma deformação  $x_p = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  na mola, com o objeto totalmente suspenso. Retornando à Terra, repetiu-se o experimento, observando-se uma deformação  $x_T = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ . Ambas as deformações estavam na faixa linear da mola. Desse modo, podemos afirmar que a razão entre o raio do planeta distante e o raio da Terra é:

Dados:

- a massa do planeta é 10% da massa da Terra;
- a gravidade terrestre:  $10 \text{ m/s}^2$ .

- a) 1/10                                      c) 1/6                                      e) 1/2  
b) 1/8                                      d) 1/4

## QUESTÃO 03

Um Astronauta abandonou uma bolinha de aço a partir de um ponto situado a uma altura  $H$  em relação ao solo, na Terra e em Vênus. No primeiro caso, o intervalo de tempo gasto na queda foi de 1,0 s e, no segundo caso, foi igual a  $T$ . Sabe-se que a massa de Vênus vale aproximadamente  $0,04 M$  e que seu diâmetro é da ordem de  $0,4 D$ , em que  $M$  e  $D$  são, respectivamente, a massa e o diâmetro da Terra. Desprezando os efeitos à rotação dos planetas, Podemos afirmar que o valor de  $T$  é

- a) 1,0 s                                      c) 3,0 s                                      e) 5,0 s  
b) 2,0 s                                      d) 4,0 s

## QUESTÃO 04

Considere que a órbita da Terra em torno do Sol seja circular e que esse movimento possua período  $T$ . Sendo  $t$  o tempo médio que a luz do Sol leva para chegar à Terra e  $c$  o módulo da velocidade da luz no vácuo, o valor estimado da massa do Sol é:

- a)  $\frac{G(ct)^3}{4\pi^2 T^2}$                                       b)  $\frac{4\pi^2 (ct)^3}{GT^2}$                                       e)  $\frac{G(ct)^2}{4\pi^2 T^3}$   
c)  $\frac{G(ct)^3}{4\pi^2 t^2}$                                       d)  $\frac{4\pi^2 (cT)^3}{GT^2}$

## QUESTÃO 05

As quatro estações do ano podem ser explicadas:

- a) pela rotação da Terra em torno do seu eixo.  
b) pelo movimento combinado de rotação e translação da Terra.  
c) pela órbita elíptica descrita pela Terra em torno do Sol.  
d) pela inclinação do eixo da Terra durante a translação.  
e) pelo movimento de translação da Terra.

## QUESTÃO 06

Um planeta orbita uma estrela, descrevendo trajetória circular ou elíptica. O movimento desse planeta em relação à estrela:

- a) não pode ser uniforme;  
b) pode ser uniformemente variado;  
c) pode ser harmônico simples;  
d) tem características que dependem de sua massa, mesmo que esta seja desprezível em relação à estrela;  
e) tem aceleração exclusivamente centrípeta em pelo menos dois pontos da trajetória.

## QUESTÃO 07

Se fosse possível colocar um satélite em órbita rasante em torno da Terra, o seu período seria  $T$ . Sendo  $G$  a constante de Gravitação universal, expresse a massa específica média (densidade média) da Terra em função de  $T$  e  $G$ .

- a)  $\frac{3\pi}{GT^2}$                                       c)  $\frac{3\pi T^2}{G}$                                       e)  $\frac{3\pi^2}{GT^2}$   
b)  $\frac{GT^2}{3\pi}$                                       d)  $\frac{3\pi G}{T^2}$

## QUESTÃO 08

Em seu trabalho sobre gravitação universal, Newton demonstrou que uma distribuição esférica homogênea de massa surte no mesmo efeito que uma massa concentrada no centro da distribuição. Se no centro da Terra, fosse recortado um espaço oco esférico com a metade do raio de Terra, o módulo da aceleração da gravidade na superfície terrestre

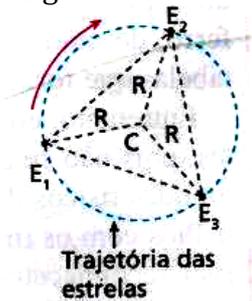
diminuiria para (g módulo da aceleração da gravidade na superfície terrestre sem cavidade)

- a)  $\frac{3}{8}g$
- b)  $\frac{1}{2}g$
- c)  $\frac{5}{8}g$
- d)  $\frac{3}{4}g$
- e)  $\frac{7}{8}g$

**QUESTÃO 09**

Uma estrela tripla é formada por três estrelas de mesma M que gravitam em torno do centro de massa C do sistema.

As estrelas estão localizadas nos vértices de um triângulo equilátero inscrito em uma circunferência que corresponde a trajetória por elas descrita, conforme ilustra a figura.

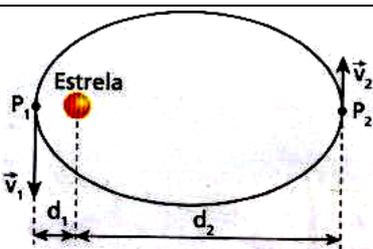


Considerando-se como dados a massa M de cada estrela, o raio R da circunferência que elas descrevem e a constante de gravitação universal G, podemos afirmar que o período T no movimento orbital de cada estrela é:

- a)  $2\pi R \sqrt{\frac{R\sqrt{3}}{GM}}$
- b)  $2\pi R \sqrt{\frac{R\sqrt{2}}{GM}}$
- c)  $2\pi R \sqrt{\frac{R\sqrt{3}}{2GM}}$
- d)  $2\pi R \sqrt{\frac{R\sqrt{2}}{3GM}}$
- e)  $2\pi R \sqrt{\frac{2\sqrt{3}R}{GM}}$

**QUESTÃO 10**

Um planeta descreve uma órbita elíptica em torno de uma estrela, conforme representa o esquema. Os pontos P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub> indicados correspondem ao periélio e afélio, respectivamente, e, nesses pontos, o planeta apresenta velocidades vetoriais de intensidades v<sub>1</sub> e v<sub>2</sub>. Supondo conhecidas as distâncias de P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub> ao Sol (d<sub>1</sub> e d<sub>2</sub>), podemos afirmar que



- a)  $d_1 v_1 = d_2 v_2$

- b)  $d_1 v_2 = d_2 v_1$
- c)  $d_1 v_1 = \sqrt{d_2 v_2}$
- d)  $d_1 v_1 = \sqrt{d_2 v_2}$
- e)  $d_1 v_2^2 = d_2 v_1^2$

**QUESTÃO 11**

Considere o planeta Marte com raio R e densidade absoluta média igual a μ. Supondo que o satélite Fobos descreva em torno de Marte uma órbita circular de raio r e representando por G a Constante da Gravitação. Desse modo, podemos afirmar que o período de revolução de Fobos é:

- a)  $T = \left( \frac{3\pi r^3}{G\mu R^3} \right)^{\frac{1}{2}}$
- b)  $T = \left( \frac{2\pi r^3}{G\mu R^3} \right)^{\frac{1}{2}}$
- c)  $T = \left( \frac{3\pi r}{G\mu R} \right)^{\frac{1}{2}}$
- d)  $T = \left( \frac{2\pi r^3}{G\mu R^3} \right)^{\frac{1}{2}}$
- e)  $T = \left( \frac{\pi r^3}{G\mu R^3} \right)^{\frac{1}{2}}$

**QUESTÃO 12**

Admita que a Terra tenha raio R e densidade absoluta μ e descreve em torno do Sol uma órbita circular de raio r, com período de revolução T. Desse modo, a força gravitacional que o Sol exerce sobre a Terra é:

- a)  $F = \frac{16\pi^3 \mu R^3 r}{3 T^2}$
- b)  $F = \frac{4\pi^3 \mu R^3 r}{3 T^2}$
- c)  $F = \frac{2\pi^3 \mu R^3 r}{3 T^2}$
- d)  $F = \frac{\pi^3 \mu R^3 r}{3 T^2}$
- e)  $F = \frac{5\pi^3 \mu R^3 r}{3 T^2}$

**QUESTÃO 13**

Considere um foguete, lançado para o espaço, que execute movimento em órbita circular a uma altitude de 50 raios da Terra cima da superfície. Para tal situação, é correto afirmar que a razão entre a velocidade de lançamento do foguete e a velocidade de escape da superfície da Terra é:

- a) 49/50
- b)  $\sqrt{49/50}$

- c)  $\sqrt{101/102}$
- d) 101/102
- e) 50/49

**QUESTÃO 14**

Um corpo, lançado verticalmente da superfície da Terra (de raio  $R$ ), atinge uma altura máxima igual ao triplo do raio terrestre. Supondo a Terra estacionária no espaço. Desse modo, a velocidade de lançamento do corpo é:

Considere conhecida o módulo da aceleração da gravidade na superfície da Terra igual a  $g$  e admita que durante o movimento, a única força que age no corpo seja a gravitacional exercida pela Terra.

- a)  $\sqrt{\frac{3}{2}gR}$
- b)  $\sqrt{\frac{1}{2}gR}$
- c)  $\sqrt{3gR}$
- d)  $\sqrt{2gR}$
- e)  $\sqrt{gR}$

**QUESTÃO 15**

Um satélite, lançado da superfície da Terra, é destinado a permanecer em órbita terrestre a uma altura  $R$ . Supondo que a energia mecânica do satélite se conserve, que  $R$  seja o raio da Terra e  $g$  a aceleração da gravidade em sua superfície, podemos afirmar que o módulo da velocidade de lançamento do satélite é:

- a)  $\left(\frac{3}{2}gR\right)^{\frac{1}{2}}$
- b)  $(2gR)^{\frac{1}{2}}$
- c)  $\left(\frac{2}{3}gR\right)^{\frac{1}{2}}$
- d)  $(3gR)^{\frac{1}{2}}$
- e)  $\left(\frac{1}{2}gR\right)^{\frac{1}{2}}$

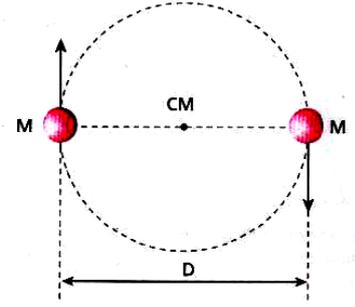
**QUESTÃO 16**

Sabemos que a Terra tem vários satélites geoestacionários e que todos estão em órbita no plano do equador a mesma altitude  $H$  em relação a superfície da Terra. Considerando  $G$  a Constante da Gravitação,  $R$  o raio da Terra,  $M$  a massa da Terra e  $\omega$  a velocidade angular de rotação da Terra. Desse modo, podemos afirmar que esta altura  $H$  é:

- a)  $\left(\frac{GM}{\omega^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$
- b)  $\left(\frac{G\omega^2}{M}\right)^{\frac{1}{3}} - R$
- c)  $\left(\frac{M\omega^2}{G}\right)^{\frac{1}{3}} - R$
- d)  $\left(\frac{\omega^2}{GM}\right)^{\frac{1}{3}} - R$
- e)  $\left(\frac{\omega}{GM}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

**QUESTÃO 17**

Na figura, dois corpos celestes de massas iguais a  $M$ , com centros de massa separados por uma distância  $D$ , descrevem movimento circular e uniforme em torno do centro de massa  $CM$  do sistema. As únicas forças a serem consideradas são as de atração gravitacional trocadas entre os dois corpos.



Sendo  $G$  a Constante Gravitacional, podemos afirmar que a energia cinética de cada corpo e a energia de ligação entre os dois corpos são:

- a)  $\frac{GM^2}{4D}$  e  $-\frac{GM^2}{2D}$
- b)  $\frac{GM^2}{2D}$  e  $-\frac{GM^2}{4D}$
- c)  $\frac{GM^2}{2D}$  e  $-\frac{GM^2}{2D}$
- d)  $\frac{GM^2}{4D}$  e  $-\frac{GM^2}{4D}$
- e)  $\frac{GM^2}{D}$  e  $-\frac{GM^2}{D}$

**QUESTÃO 18**

Admita que o período de revolução da Lua em torno de 27 dias e que o raio de sua órbita valha  $60R$ , sendo  $R$  o raio da Terra. Considere um satélite geoestacionário, desses utilizados em telecomunicação. Em relação ao referido satélite pode-se afirmar que o seu período de revolução e o seu raio de órbita são, aproximadamente:

- a) 24h e 5,7R
- b) 24h e 6,7R
- c) 24h e 7,7R
- d) 48h e 7,7R
- e) 48h e 8,7R

**QUESTÃO 19**

**“Nasa quer construir base espacial próximo à Lua**

Embora a construção da Estação Espacial Internacional (EEI) ainda esteja longe de acabar, a NASA está fazendo de tudo para deixar claro que seu programa espacial tripulado não pára por ai. Durante o Congresso Espacial Mundial, que começou na última quinta-feira e vai até sábado, em Houston, EUA, a agência espacial norte-americana apresentou o próximo item em sua lista de prioridades aeronáuticas: uma nova base no espaço. (...)

A base, apelidada de  $L_1$  Gateway, ficaria mais de 800 vezes mais distante da terra que a EEI. Sua localização seria no primeiro dos cinco pontos de

Lagrange do sistema Terra-Lua (daí "L<sub>1</sub>" do nome). O ponto de Lagrange, nesse caso, é um local do espaço em que as gravidades da terra e da lua se compensam, fazendo com que um objeto ali colocado fique mais ou menos no mesmo lugar (com relação à terra e à lua) o tempo todo. (...)"

(Folha de S. Paulo, 15/10/02)

Considere que a massa da Terra seja cerca de 81 vezes a massa da lua. Sendo **D** a distância entre os centros de massa desses dois corpos celestes, a distância **d** entre o local designado para a base **L<sub>1</sub> Gateway** e o centro da Terra deve corresponder a que porcentagem de **D**?

- a) 50%D
- b) 60%D
- c) 70%D
- d) 80%D
- e) 90%D

#### QUESTÃO 20

Considere o raio médio da órbita de Plutão (planeta-anão) cem vezes maior que o raio médio da órbita da Terra. Sabendo que a duração aproximada do ano de Mercúrio é de três meses terrestre e que a velocidade orbital da Terra tem intensidade de 30 km/s, podemos afirmar que, aproximadamente, a duração do ano de Plutão expressa em anos terrestres e a intensidade da velocidade orbital de Plutão são:

- a) 250 anos e 2,7 km/s
- b) 250 anos e 3,7 km/s
- c) 250 anos e 4,7 km/s
- d) 240 anos e 5,7 km/s
- e) 240 anos e 6,7 km/s

#### QUESTÃO 21

Um meteorito adentra o campo gravitacional terrestre e, sob a ação exclusiva, passa a se mover de encontro à Terra, em cuja a superfície a aceleração da gravidade tem módulo 10 m/s<sup>2</sup>. Desse modo, podemos afirmar que o módulo da aceleração do meteorito quando ele estiver a uma altitude de nove raios terrestre é:

- a) 0,1 m/s<sup>2</sup>
- b) 0,2 m/s<sup>2</sup>
- c) 0,3 m/s<sup>2</sup>
- d) 0,4 m/s<sup>2</sup>
- e) 0,5 m/s<sup>2</sup>

#### QUESTÃO 22

Um planeta perfeitamente esférico **A** tem raio **R<sub>A</sub>** e densidade absoluta  $\mu_A$ , enquanto outro planeta **B**, também perfeitamente esférico, tem raio **5R<sub>A</sub>** e

densidade absoluta  $2 \mu_A$ . Sendo **g<sub>A</sub>** o módulo da aceleração da gravidade na superfície de **A** e **g<sub>B</sub>** o módulo da aceleração da gravidade na superfície **B**, calcule a relação **g<sub>B</sub>/g<sub>A</sub>**.

Despreze os efeitos ligados às rotações de **A** e de **B**.

- a) 5
- b) 8
- c) 10
- d) 12
- e) 14

#### QUESTÃO 23

A aceleração da gravidade na superfície de um planeta hipotético, suposto esférico, vale 16 m/s<sup>2</sup>. Se o volume do planeta for multiplicado por oito, mantida a mesma massa, qual será a nova aceleração da gravidade na sua superfície? Despreze os efeitos ligados à rotação.

- a) 1 m/s<sup>2</sup>
- b) 2 m/s<sup>2</sup>
- c) 3 m/s<sup>2</sup>
- d) 4 m/s<sup>2</sup>
- e) 5 m/s<sup>2</sup>

#### QUESTÃO 24

Dois planetas esféricos **P<sub>1</sub>** e **P<sub>2</sub>** têm respectivamente iguais a **R** e **5R**. Desprezados os efeitos ligados às rotações, verifica-se que a intensidade da aceleração da gravidade na superfície de **P<sub>1</sub>** é **g<sub>0</sub>** e na superfície de **P<sub>2</sub>** é **10g<sub>0</sub>**. Qual a relação entre as densidades absolutas de **P<sub>1</sub>** e **P<sub>2</sub>**?

- a) 1/2
- b) 1/3
- c) 1/4
- d) 1/5
- e) 1/6

#### QUESTÃO 25

Quem está na Terra vê sempre a mesma face da lua. Isto ocorre porque:

- a) a Lua não efetua rotação e nem translação.
- b) a Lua não efetua rotação, apenas translação.
- c) os períodos de rotação e translação da Lua são iguais.
- d) as oportunidades para se observar a face oculta coincidem com o período diurno da Terra.
- e) enquanto a Lua dá uma volta em torno da Terra, esta dá uma volta em torno do seu eixo.

#### QUESTÃO 26

A Lua gira em torno da Terra sempre com a mesma face voltada para a Terra. A expressão "a face oculta da Lua", refere-se à face que nunca fica voltada para a

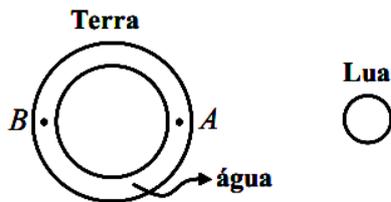
Terra. Para se justificar esse fenômeno, é CORRETO afirmar que

- o período de translação da Lua em torno da Terra é igual ao período de rotação da Lua em torno do seu próprio eixo.
- o período de translação da Lua em torno da Terra é igual ao período de rotação da Terra em torno do seu próprio eixo.
- o período de rotação da Lua em torno do seu próprio eixo é igual ao período de rotação da Terra em torno do seu próprio eixo.
- o período de rotação da Lua em torno de seu próprio eixo é igual ao período de translação da Terra em torno do Sol.

### QUESTÃO 27

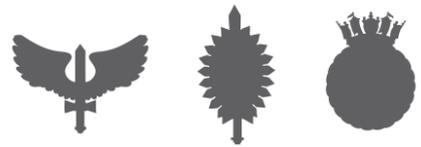
Sabe-se que a atração gravitacional da lua sobre a camada de água é a principal responsável pelo aparecimento de marés oceânicas na Terra. A figura mostra a Terra, supostamente esférica, homogeneamente recoberta por uma camada de água. Nessas condições, considere as seguintes afirmativas:

- As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés altas simultaneamente
- As massas de água próximas das regiões A e B experimentam marés opostas, isto é, quando A tem maré alta, B tem maré baixa e vice-versa.
- Durante o intervalo de tempo de um dia ocorrem duas marés baixas.



Então, está(ao) correta(s), apenas:

- a afirmação I.
- a afirmação II.
- a afirmação III.
- as afirmações I e II.
- a afirmações I e III.



**TERMOLOGIA**

**TERMOMETRIA E CALORIMETRIA**

**Conceitos fundamentais de termologia**

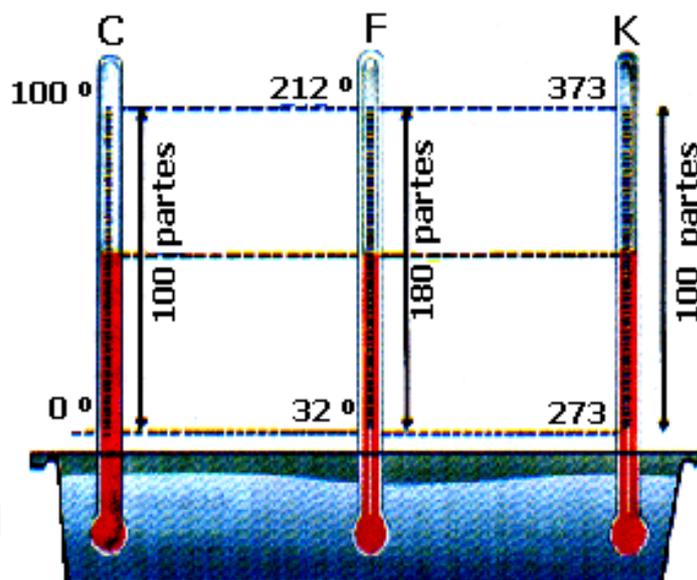
**Temperatura** é a grandeza física que mede o grau de agitação molecular de um corpo.

**Equilíbrio térmico:** dois ou mais corpos estão em equilíbrio térmico quando as suas temperaturas são iguais.

**Lei zero da termodinâmica:** quando um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo B e o corpo B está em equilíbrio térmico com um corpo C, então A e C também estão em equilíbrio térmico entre si.

**Escalas termométricas e suas relações**

Celsius, Fahrenheit e Kelvin convencionaram os seguintes pontos fixos para suas escalas.



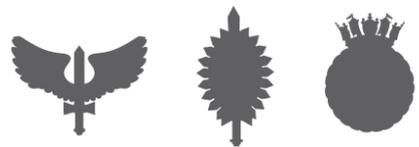
$$\left. \begin{array}{l} \frac{\Delta C}{100} = \frac{\Delta F}{180} = \frac{\Delta K}{100} \\ \frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} = \frac{\Delta K}{5} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Relação entre as variações de temperaturas} \\ \text{Relação entre as temperaturas} \end{array}$$

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{K - 273}{5}$$

**Atenção!**

**Não existe temperatura menor que:**

$$0K = -273^{\circ}C = 459,4^{\circ}F$$



## Calorimetria

**Energia térmica** é o somatório das energias de todas as moléculas que existem num corpo.

**Calor** é a energia térmica que transita de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre eles. Sem a necessidade de um agente externo, esse processo ocorre de um corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

### Calor sensível

O calor transferido a um corpo é sensível quando este corpo muda de temperatura.

$$\begin{cases} Q = m.c.\Delta\theta \\ Q = C.\Delta\theta \end{cases} \Rightarrow C = m.c$$

c: calor específico (cal/g °C)

m: massa da substância (g)

$\Delta\theta$ : variação de temperatura (°C)

C: capacidade térmica (cal/°C)

### Atenção!

O equivalente em água de um corpo é numericamente igual à capacidade térmica do corpo.

### Calor latente

O calor transferido a um corpo é latente quando este corpo muda de estado. Durante a mudança de estado a temperatura da substância não varia.

$$Q = m.L$$

m: massa que muda de estado (g)

L: calor latente (cal/g)

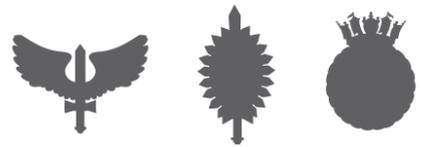
### Trocas de calor em sistemas termicamente isolados.

Quando dois ou mais corpos, com temperaturas diferentes, são colocados dentro de um sistema termicamente isolado ou adiabático eles trocam calor até atingir o equilíbrio térmico. O somatório das quantidades de calor trocados entre os corpos é nulo.

$$\sum Q_{\text{trocados}} = 0$$

**Potência média térmica** é a grandeza física que mede a quantidade de calor por unidade de tempo.

$$P_m = \frac{Q}{\Delta t}$$



## Propagação de calor

### Condução

A condução é a propagação de calor na qual a energia térmica é transferida através da colisão entre as moléculas do meio.



A condução ocorrer em qualquer meio material, sendo mais intensa nos meios sólidos do que nos fluidos. Logo os fluidos são maus condutores de calor, ou seja, são isolantes térmicos. Entre os próprios sólidos existem os maus condutores de calor, por exemplo; a madeira conduz muito menos calor que qualquer metal.

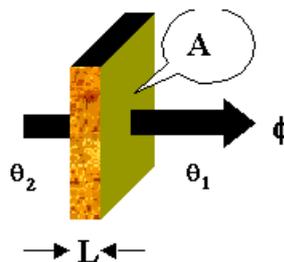
### Fluxo médio de calor

Devido a diferença de temperatura entre dois pontos de uma barra, há um fluxo de calor (ou corrente térmica) no sentido da temperatura maior para a temperatura menor. Por definição o fluxo de calor ou a potência térmica  $\phi$  medi a quantidade de calor  $Q$  que passa por uma determinada secção por unidade de tempo  $\Delta t$ .

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} \text{ (cal/s)}$$

### Lei Fourier

Inicialmente as diversas secções da barra apresentam temperatura variável. Entretanto, decorrido certo tempo, essas secções assumem temperaturas constantes, mas diferentes entre si. Nessa situação, atingiu-se um equilíbrio e o fluxo de calor dá-se em regime permanente ou estacionário. Esse caso, o fluxo de calor é o mesmo em qualquer secção da barra. Desse modo, o fluxo obedece a seguinte lei:



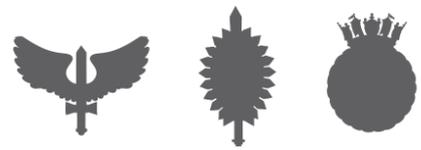
$$\phi = k \frac{A \cdot |\Delta\theta|}{\ell}$$

K: coeficiente de condutibilidade térmica. Sendo uma constante característica do material condutor. Sendo os maiores valores do K pertencem aos metais.

L: comprimento entre as secções onde se estabeleceu a variação de temperatura.

$\Delta\theta$ : módulo da diferença entre as temperaturas.

A: área da seção por onde passa o calor.



## Atenção!

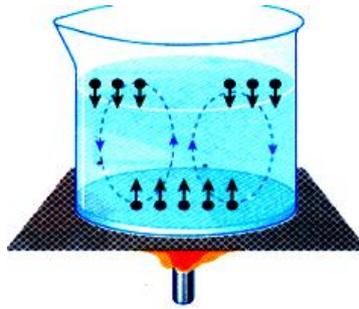
Define-se **resistência térmica R** como sendo:

$$R = \frac{\ell}{k}$$

## Convecção

A convecção é a propagação de calor na qual a energia térmica é transferida através do deslocamento de massas.

Quando uma camada de fluido é aquecida ela se torna menos densa e sobe. Em quanto que a camada de fluido superior por está mais fria torna-se mais densa e por isso desce.

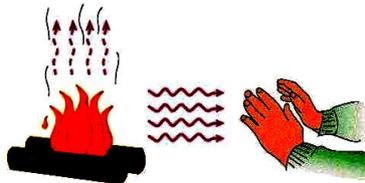


Essas camadas que sobem e descem formam as correntes de convecção.

A convecção só ocorre nos fluidos.

## Irradiação

A irradiação é a propagação de calor na qual a energia térmica é transferida através de ondas eletromagnéticas. Por isso, não depende necessariamente de um meio material para ocorrer. Logo, a irradiação pode ocorrer no vácuo.



## Fluxo de energia irradiado por um corpo

$$\phi = \sigma \cdot \varepsilon \cdot S \cdot T_C^4$$

## Fluxo de energia absorvida por um corpo

$$\phi = \sigma \cdot \varepsilon \cdot S \cdot T_A^4$$

$\sigma$ : constante de Stefan-Boltzmann

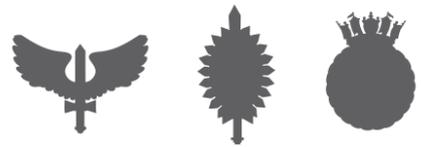
$\varepsilon$ : emissividade

$T_A$ : temperatura ambiente

$T_C$ : temperatura do corpo

## Atenção!

No caso de um corpo negro  $\varepsilon = 1$



**Efeito estufa**

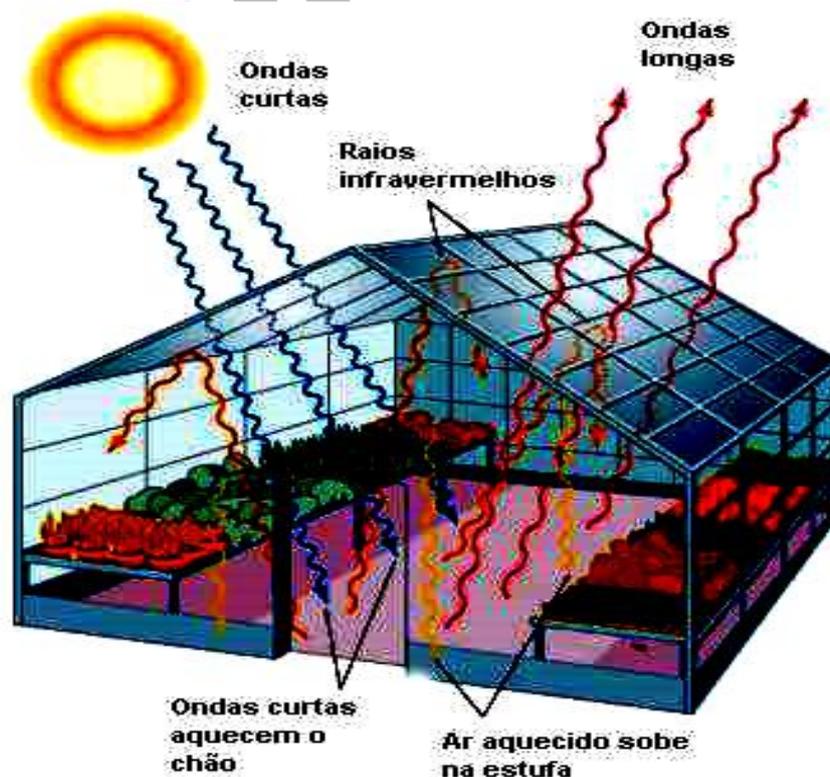
O efeito estufa é um fenômeno natural que ocorre em qualquer lugar que tenha atmosfera, que é o caso da Terra. A atmosfera terrestre é composta de vários gases um deles é o ozônio que filtra as radiações que chegam no nosso planeta.

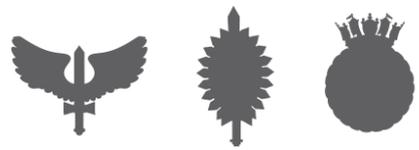
Os outros gases ditos “estufa” presentes na atmosfera do nosso planeta amenizam as perdas de calor da Terra para o espaço por irradiação de **ondas infravermelhas** ou **ondas de calor** e uma boa parte desse calor é devolvida por eles para ela, mantendo assim a temperatura do nosso planeta. O problema é que a quantidade desses gases está aumentando consideravelmente o que contribui para o aumento do efeito estufa e conseqüentemente o aquecimento global do planeta.

**Efeito Estufa**



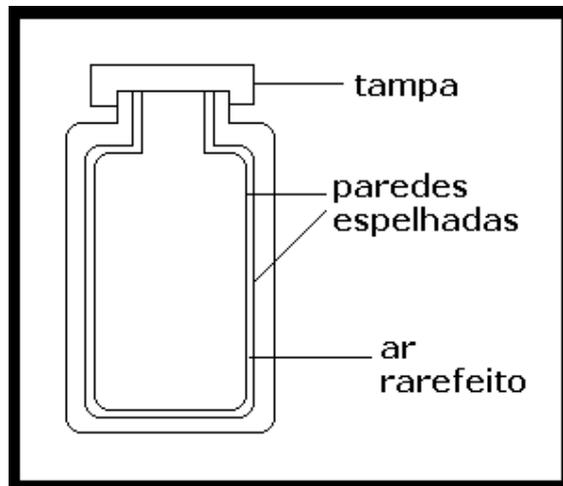
**Estufa artificial**





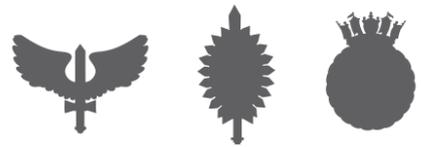
## Garrafa térmica ou vaso de Dewar

A garrafa térmica é um dispositivo cuja finalidade principal é manter praticamente constante a temperatura de um determinado conteúdo colado dentro dela. Para tanto as paredes são praticamente adiabáticas, isto é, reduzem consideravelmente as trocas de calor entre o seu conteúdo e o meio externo por **condução, convecção e irradiação**.



O conteúdo de uma garrafa térmica é isolado do meio ambiente devido:

1. as paredes serem feitas de vidro, que, por ser mau condutor, atenua as trocas de calor por condução.
2. as paredes internas são duplas, separadas por uma região de ar rarefeito (o ideal seria vácuo) cuja função é atenuar a condução e a convecção de calor entre as paredes.
3. o vidro de são feitas as paredes internas da garrafa é espelhado, para que o calor radiante seja refletido, atenuando assim as trocas de calor por irradiação.
4. A tampa ameniza a convecção.



**01. (EFOMM)** Uma certa quantidade de gelo, no seu ponto de fusão, é misturado com 30 g de vapor d'água no intuito de produzir água líquida a 50°C. Considerando  $L_{\text{vapor}} = 539 \text{ cal/g}$  e  $c = 1,00 \text{ cal/g.K}$ , a energia necessária, para que isso aconteça, é igual a:

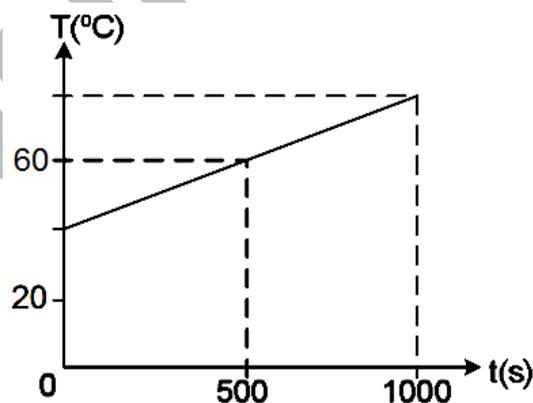
- A) 14680 cal.
- B) 15430 cal.
- C) 16460 cal.
- D) 17670 cal.
- E) 18000 cal.

**02. (EFOMM)** Dois recipientes **A** e **B**, termicamente isolados e idênticos, contêm, respectivamente, 2,0 litros e 1,0 litro de água à temperatura inicial de 20°C. Utilizando, durante 80 segundos, um aquecedor elétrico de potência constante, aquece-se a água do recipiente **A** até a temperatura de 60°C. A seguir, transfere-se 1,0 litro de água de **A** para **B**, que passa a conter 2,0 litros de água na temperatura  $T$ . Esse mesmo volume de água na temperatura  $T$  poderia ser obtido *apenas* com o recipiente **A** se, a partir das mesmas condições iniciais, utilizássemos o mesmo aquecedor ligado durante um tempo aproximado de:

**Dado:** massa específica da água = 1,0 kg/L

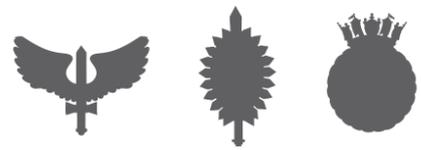
- A) 15
- B) 30
- C) 40
- D) 55
- E) 60

**03. (EFOMM)** No interior de um calorímetro, totalmente preenchido por 0,40 kg de certa substância, há um termômetro e um resistor elétrico, todos inicialmente em equilíbrio térmico, na temperatura de 40°C. No instante  $t = 0$ , o resistor foi conectado a uma bateria, passando a dissipar 80 watts.

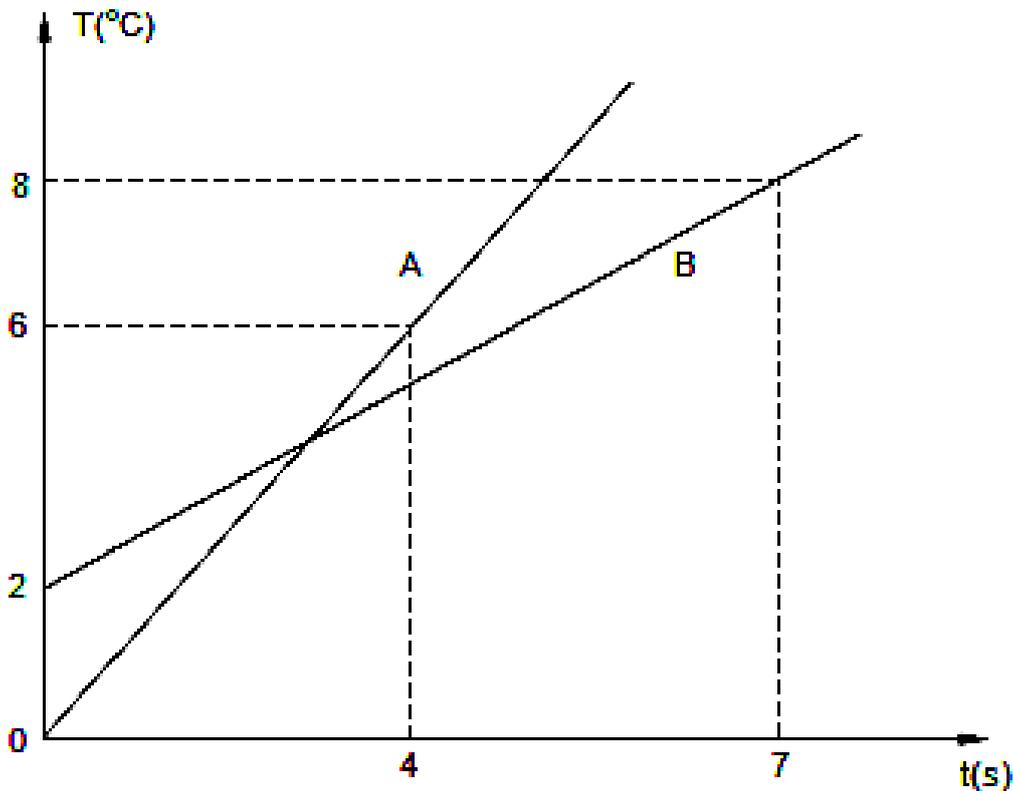


A leitura do termômetro permitiu a construção do gráfico da temperatura  $T$  da substância em função do tempo  $t$ , mostrado na figura. Considerando que toda a energia dissipada pelo resistor é absorvida pela substância, o calor específico da substância, em  $\text{J/g}^\circ\text{C}$ , é igual a:

- A) 3,0
- B) 3,5
- C) 4,0
- D) 4,5
- E) 5,0



04. (EFOMM) Observe a figura a seguir.

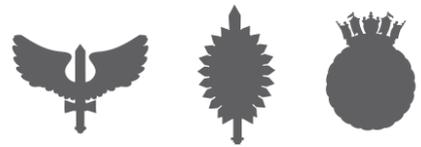


Dois corpos A e B são aquecidos separadamente por fontes de calor idênticas. A massa do corpo A é 200g e a do corpo B é 800 g. Analisando o gráfico, que mostra a temperatura do corpo em função do tempo de ação da fonte, verifica-se que o calor específico do corpo A ( $C_A$ ) e o calor específico do corpo B ( $C_B$ ) obedecem a relação:

- A)  $c_B = \frac{3}{16} c_A$
- B)  $c_B = \frac{5}{16} c_A$
- C)  $c_B = \frac{7}{16} c_A$
- D)  $c_B = \frac{9}{16} c_A$
- E)  $c_B = \frac{11}{16} c_A$

05. (EFOMM) Em relação aos conceitos de calor e de temperatura, é correto afirmar que:

- A) o calor é energia em trânsito e a temperatura é a medida do calor.
- B) a temperatura e o calor são medidas da agitação molecular.
- C) o calor é a variação da temperatura, e a temperatura é o grau da agitação molecular.
- D) a temperatura é a variação do calor, e o calor é a energia em trânsito.
- E) o calor é energia em trânsito e a temperatura é a medida da agitação molecular.



**06. (EFOMM)** O calor específico da água, que é bem conhecido, vale  $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ . Sobre essa constante, no que diz respeito à água, é correto dizer que:

- A) para resfriar  $1 \text{ g}$  de água em  $1^\circ\text{C}$ , sem que haja mudança de fase, é necessário retirar dessa porção  $1 \text{ cal}$  de quantidade de calor latente.
- B) para resfriar  $1 \text{ g}$  de água em  $1^\circ\text{C}$ , sem que haja mudança de fase, é necessário retirar dessa porção  $1 \text{ cal}$  de quantidade de calor sensível.
- C) para fundir  $1 \text{ g}$  de água, sem que haja mudança de temperatura, é necessário retirar dessa porção  $1 \text{ cal}$  de quantidade de calor sensível.
- D) para fundir  $1 \text{ g}$  de água, sem que haja mudança de temperatura, é necessário retirar dessa porção  $1 \text{ cal}$  de quantidade de calor latente.
- E) nada nos é informado sobre as características térmicas da água.

**07. (EFOMM)** Seja um calorímetro de capacidade térmica  $18 \text{ cal} / ^\circ\text{C}$  em equilíbrio térmico com  $60 \text{ gramas}$  de água ( $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal} / \text{g} ^\circ\text{C}$ ) a  $12 ^\circ\text{C}$ ; se nele for inserido um pedaço de  $350 \text{ g}$  de ferro ( $c_{\text{ferro}} = 0,12 \text{ cal/g} ^\circ\text{C}$ ) a  $220 ^\circ\text{C}$ , a temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) de equilíbrio do conjunto será de:

- A) 32,4
- B) 45,8
- C) 58,6
- D) 71,4
- E) 84,8

**08. (EFOMM)** Dois recipientes iguais A e B contêm, respectivamente,  $2 \text{ litros}$  e  $1 \text{ litro}$  de água à temperatura de  $20^\circ \text{C}$ . Utilizando um aquecedor elétrico de potência constante e mantendo-o ligado durante  $80 \text{ segundos}$ , aquece-se a água do recipiente A até a temperatura de  $60^\circ \text{C}$ . A seguir, transfere-se  $1 \text{ litro}$  de água de A para B, que passa a conter  $2 \text{ litros}$  de água à temperatura T. Essa mesma situação final, para o recipiente B, poderia ser alcançada colocando-se  $2 \text{ litros}$  de água a  $20^\circ \text{C}$  em B e, a seguir, ligando-se o mesmo aquecedor elétrico em B, mantendo-o ligado durante um tempo aproximado de:

- A) 40 s
- B) 60 s
- C) 80 s
- D) 100 s
- E) 120 s

**09. (EFOMM)** Certa rede de “Fast Food” oferece sorvete de creme com cobertura de chocolate; verifique os seguintes dados:

**Sorvete**

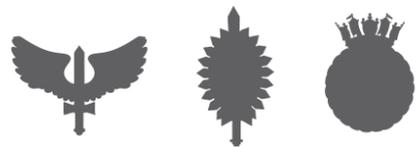
Temperatura Inicial  $\rightarrow T_s = -5^\circ\text{C}$   
 Massa  $\rightarrow M_s = 160 \text{ g}$   
 Calor Sensível  $\rightarrow c_s = 0,4 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

**Chocolate**

Temperatura Inicial  $\rightarrow T_{ci} = 68^\circ\text{C}$   
 Temperatura de Solidificação  $\rightarrow T_{cs} = 38^\circ\text{C}$   
 Calor Sensível (líquido)  $= 1,2 \cdot 10^{-1} \text{ cal/g}^\circ\text{C}$   
 Calor Sensível (sólido)  $= 0,7 \cdot 10^{-1} \text{ cal/g}^\circ\text{C}$   
 Calor Latente de Solidificação  $= -22 \text{ cal/g}$

**Calcule** a massa, em **g**, de chocolate da cobertura (sólida) para uma temperatura de  $-1^\circ\text{C}$  (equilíbrio térmico).

- A) 6
- B) 7
- C) 8
- D) 9
- E) 10



**10. (EFOMM)** Um esquimó vive em um iglu, ao nível do mar e ele deseja ferver água para fazer um café. Para tal, ele sai e corta um bloco de 800g de gelo a  $-15^{\circ}\text{C}$ . Calcule a quantidade de calor total a ser gasta até que a água ferva.

Dados:

Calor específico da água –  $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

Calor latente de fusão do gelo –  $L_{\text{fusão do gelo}} = 80 \text{ cal/g}$

Calor específico do gelo –  $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

- A) 90.000 cal.
- B) 100.000 cal.
- C) 130.000 cal.
- D) 150.000 cal.
- E) 160.000 cal.

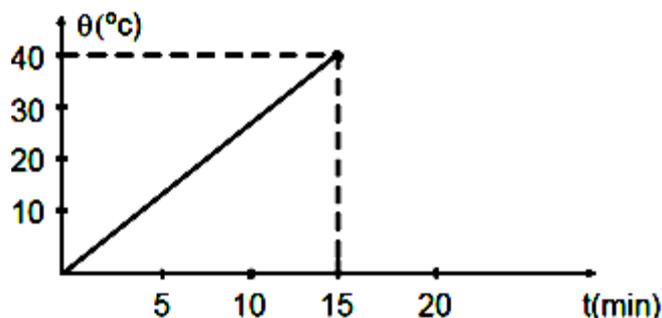
**11. (EFOMM)** Na caldeira da praça de máquinas de um navio, encontra-se instalado um termômetro graduado na escala Celsius. O oficial de máquinas observou que, no intervalo de tempo de 5 minutos, houve uma variação de  $100^{\circ}\text{C}$  na leitura da temperatura da caldeira. Se nessa mesma caldeira, em vez de um termômetro graduado na escala Celsius, estivesse instalado um termômetro na escala Kelvin, a variação de temperatura ocorrida seria de:

- A) 410 K
- B) 373 K
- C) 273 K
- D) 120 K
- E) 100 K

**12. (EFOMM)** As garrafas térmicas são frascos de paredes duplas entre as quais é feito vácuo. As faces dessas paredes que estão frente a frente são prateadas. O vácuo entre as paredes tem a função de evitar:

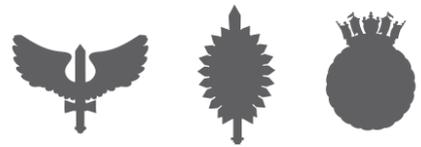
- A) somente a condução.
- B) somente a irradiação.
- C) a condução e a convecção.
- D) somente a convecção.
- E) a condução e a irradiação.

**13. (EFOMM)** Um corpo de massa 300 g é aquecido através de uma fonte cuja potência é constante e igual a 400 calorias por minuto. O gráfico acima ilustra a variação de temperatura num determinado intervalo de tempo.



O calor específico da substância que constitui o corpo é, em  $\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ , igual a:

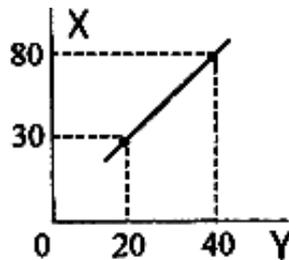
- A) 1,0
- B) 0,8
- C) 0,5
- D) 0,3
- E) 0,2



**14. (EFOMM)** Considere uma escala arbitrária de temperatura “Y”, na qual, ao ponto de ebulição da água seja atribuído o valor  $+160^\circ$  e ao ponto de congelamento da água, o valor  $-20^\circ$ . Determine a, aproximadamente, quantos graus CELSIUS correspondem “ $-4^\circ Y$ ”.

- A)  $-13,4^\circ C$                       B)  $-0,44^\circ C$                       C)  $-2,1^\circ C$   
 D)  $32,5^\circ C$                               E)  $8,9^\circ C$

**15. (EFOMM)** Duas escalas termométricas X e Y relacionam-se de acordo com o diagrama a baixo.



O valor correspondente a leitura de  $0^\circ$  de Y na escala X é:

- A)  $-20^\circ X$                               B)  $-30^\circ X$                               C)  $-10^\circ X$   
 D)  $X = Y$                                 E)  $20^\circ X$

**16. (EFOMM)** Na determinação do calor específico de um metal, aqueceu-se uma amostra de 50 g desse metal a  $98^\circ C$  e a amostra aquecida foi rapidamente transferida a um calorímetro de cobre bem isolado. O calor específico do cobre é de  $9,3 \cdot 10^{-2} \text{ cal/g } ^\circ C$  e a massa de cobre no calorímetro é de 150 g. No interior do calorímetro há 200 g de água ( $c = 1,0 \text{ cal/g } ^\circ C$ ). A temperatura do calorímetro antes de receber a amostra aquecida era de  $21,0^\circ C$ . Após receber a amostra e restabelecido o equilíbrio a temperatura atingiu  $24,6^\circ C$ . O calor específico do metal em questão é:

- A) cerca de duas vezes maior que o do cobre.  
 B) cerca de metade que o calor específico do cobre.  
 C) superior a  $1 \text{ cal/g } ^\circ C$   
 D) inferior a  $0,1 \text{ cal/g } ^\circ C$   
 E) aproximadamente igual ao da água

**17. (EFOMM)** Analise cada uma das afirmativas:

- I- Num refrigerador, o congelador fica localizado na parte superior por causa das correntes convectivas que facilitam a troca de calor;
- II- A energia térmica de convecção não necessita de um meio para se propagar sendo transmitidas por ondas eletromagnéticas;
- III- O forno de micro ondas é baseado em ondas eletromagnéticas de alta frequência que quando penetram no alimento ativam as moléculas de água dos alimentos, causando vibrações insensíveis. O atrito de uma molécula com a outra gera calor, cozinhando os alimentos;
- IV- A formação das brisas, nas regiões litorâneas, em parte se deve ao fato de o calor específico da terra ser bem menor que o da água.
- V- O motivo pelo qual espelha-se as faces da ampola de vidro de uma garrafa térmica é para ser evitada a convecção de calor.

São verdadeiras:

- A) Nenhuma                              B) somente a II e a V                      C) I, II e IV  
 D) II, III e IV                              E) I, III e IV



**18. (EFOMM)** O gás natural possui calor de combustão de  $37 \text{ MJ/m}^3$ . Considerando um rendimento de 100% no processo, o volume, em litros, de gás natural consumido, ao elevar de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  a temperatura de uma chaleira de cobre com massa  $0,50 \text{ kg}$  contendo  $5,0 \text{ kg}$  de água, é:

Dados:  $c_{\text{cobre}}: 0,39 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ ;

$c_{\text{água}}: 4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ .

- A) 0,52
- B) 5,7
- C) 7,0
- D) 10
- E) 28

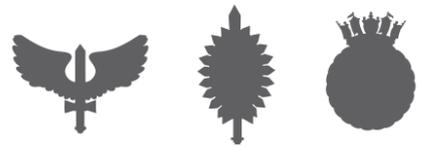


GABARITO

01. D 02. C 03. E 04. C 05. E 06. B 07. E 08. B 09. D 10. D 11. E 12. C  
13. C 14. E 15. A 16. A 17. E 18. B

Maxwell Videoaulas

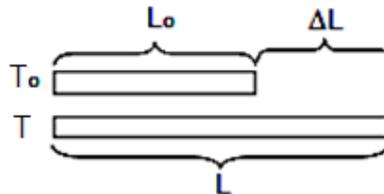




## DILATAÇÃO TÉRMICA

### Dilatação térmica dos sólidos

#### Dilatação linear



$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$L = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$L_0$ : comprimento inicial

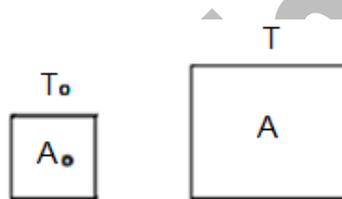
$L$ : comprimento final

$\Delta L$ : variação do comprimento

$\alpha$ : coeficiente de dilatação linear

$\Delta T$ : variação de temperatura

#### Dilatação superficial



$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

$$A = A_0 \cdot (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

$A_0$ : área inicial

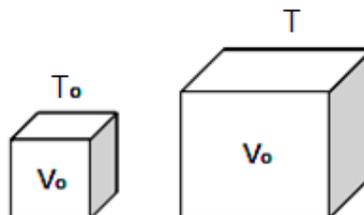
$A$ : área final

$\Delta A$ : variação da área

$\beta$ : coeficiente de dilatação superficial

$\Delta T$ : variação de temperatura

#### Dilatação volumétrica



$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

$$V = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T)$$

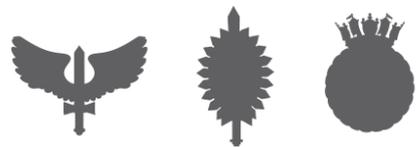
$V_0$ : volume inicial

$V$ : volume final

$\Delta V$ : variação do volume

$\gamma$ : coeficiente de dilatação volumétrica

$\Delta T$ : variação de temperatura

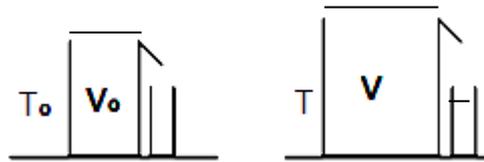


## Relação entre os coeficientes

$$\frac{\alpha}{1} = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$$

## Dilatação térmica dos líquidos

Quando provocamos uma variação de temperatura nos líquidos eles sofrem apenas dilatação volumétrica. Porque eles não têm forma definida.



$$\Delta V_R = \Delta V_A + \Delta V_F \begin{cases} \Delta V_R = V_0 \cdot \gamma_R \cdot \Delta\theta \\ \Delta V_F = V_0 \cdot \gamma_F \cdot \Delta\theta \end{cases} \begin{cases} V_0 \cdot \gamma_R \cdot \Delta\theta = \Delta V_A + V_0 \cdot \gamma_F \cdot \Delta\theta \\ \Delta V_A = V_0 \cdot \left( \frac{\gamma_A}{\gamma_R - \gamma_F} \right) \cdot \Delta\theta \end{cases}$$

$$\Delta V_A = V_0 \cdot \gamma_A \cdot \Delta\theta$$

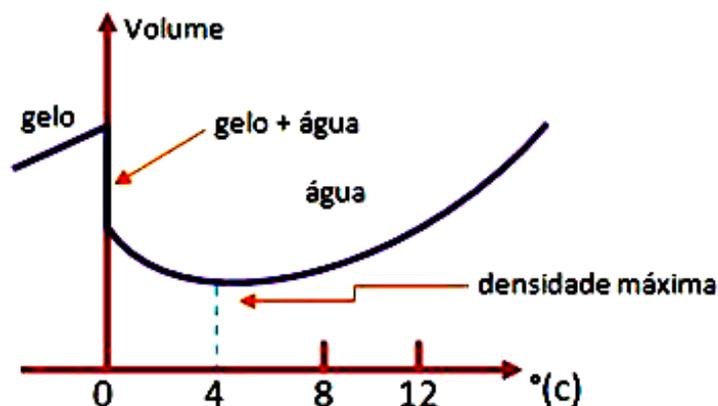
## Dilatação anômala da água

Quando certa massa de água é resfriada, ela se contrai até 4°C, como seria previsível. Entretanto, entre 4°C e 0°C surpreendentemente ela se dilata.

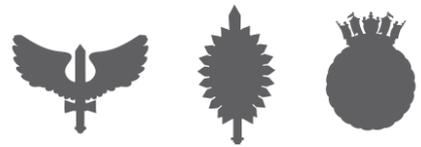
Como a densidade é dada por  $d = \frac{m}{V}$ , concluímos que:

A água tem, a 4°C, o valor máximo de sua densidade.

O gráfico abaixo mostra o volume da água em função da temperatura



O comportamento incomum da água, entre 4°C e 0°C, explica por que os peixes sobrevivem num lago congelado. Na superfície do lago, a água se resfria primeiro e diminui o volume, tornando-se com isso mais densa; assim, vai para o fundo. A água do fundo, mais quente, está menos densa e sobe à superfície para ser resfriada. Quando toda a água está a 4°C, cessa a circulação. Se a temperatura cair abaixo de 4°C, a água vai se tornar menos densa; permanecerá, então, na superfície, podendo solidificar-se e formar camadas de gelo a 0°C.

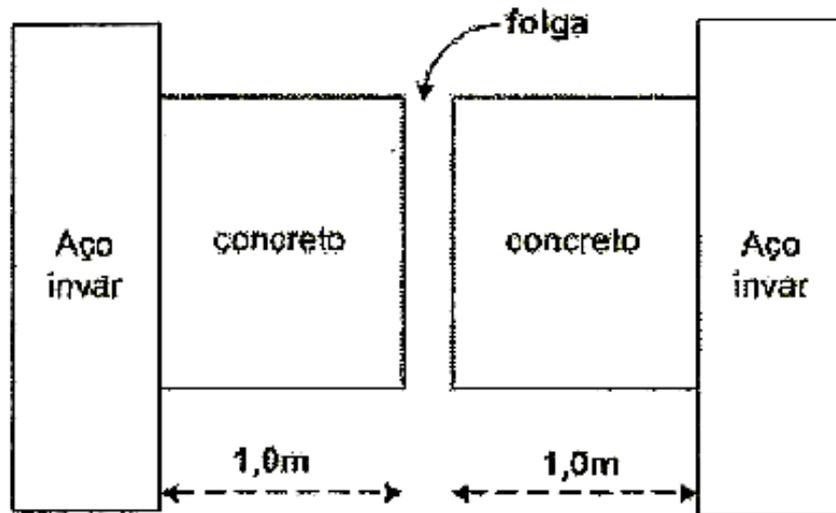


Esse comportamento incomum da água é devido à formação das pontes de hidrogênio. O novo arranjo de moléculas vai exigir um volume maior, impedindo a contração apesar da diminuição da temperatura.



Maxwell Videoaulas

01. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



Duas placas de concreto de comprimento 1,0 m devem ser construídas entre duas barras de aço invar (aço de coeficiente de dilatação desprezível). Qual é a folga mínima, em centímetros, entre as placas para não haver rachaduras quando a temperatura variar positivamente de  $40^{\circ}\text{C}$ ?

Dado: coeficiente de dilatação linear do concreto =  $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

- A) 0,18 °C                                  B) 0,16 °C                                  C) 0,14 °C  
D) 0,12 °C                                  E) 0,10 °C

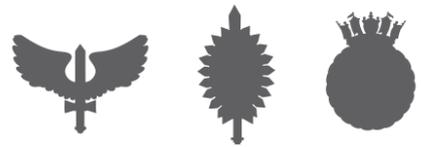
02. (EFOMM) Um frasco de alumínio com capacidade para 1 litro encontra-se completamente cheio de gelo. Num determinado momento, a temperatura do sistema é de  $-5^{\circ}\text{C}$  e logo após é elevada para  $-3^{\circ}\text{C}$ . Nestas condições, é correto afirmar que:

Dados:  $\alpha_{\text{gelo}} = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  e  $\alpha_{\text{alumínio}} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

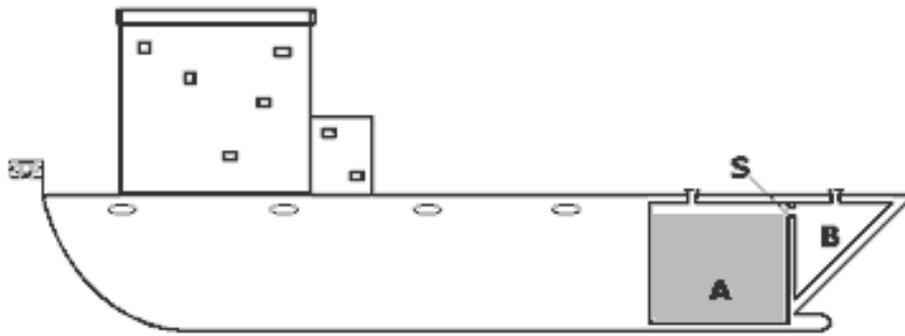
- A) o gelo diminui de volume.  
B) o gelo aumenta de volume.  
C) o alumínio diminui de volume.  
D) o sistema aumenta de volume.  
E) o sistema não se altera.

03. (EFOMM) Os motores de combustão interna são máquinas térmicas nas quais o sistema de refrigeração é muito importante pois, caso falhe, pode provocar a parada total do funcionamento dessas máquinas. Com relação a isso, pode-se afirmar que a refrigeração tem como principal objetivo:

- A) manter a temperatura interna sob controle, evitando a dilatação exagerada dos componentes envolvidos.  
B) diminuir bruscamente a temperatura interna para que os componentes não sofram desgaste.  
C) diminuir a temperatura interna para produzir um melhor aproveitamento na queima do combustível.  
D) manter o calor interno sob controle, evitando com isso o desgaste dos componentes envolvidos.  
E) manter constantes o calor interno e a dilatação dos componentes envolvidos para evitar desgastes.



04. (EFOMM)



Um navio petroleiro recebe uma carga de petróleo de  $2,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  de uma plataforma de extração de petróleo em águas profundas. Seu tanque A está completamente cheio desse combustível cuja temperatura é  $12 \text{ }^\circ\text{C}$ . Existe uma ligação deste tanque ao tanque B, vazio (veja o desenho acima), por meio de uma abertura S. Sabe-se que um barril de petróleo equivale a 160 litros. Ao descarregar sua carga no Rio de Janeiro, a uma temperatura de  $34 \text{ }^\circ\text{C}$ , observou-se que extravasou para o tanque B uma quantidade de 4950 barris de petróleo. Neste caso, o coeficiente de dilatação volumétrica do petróleo é:

Dado:

coeficiente de dilatação linear do aço que são feitos os tanques do navio =  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

A)  $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

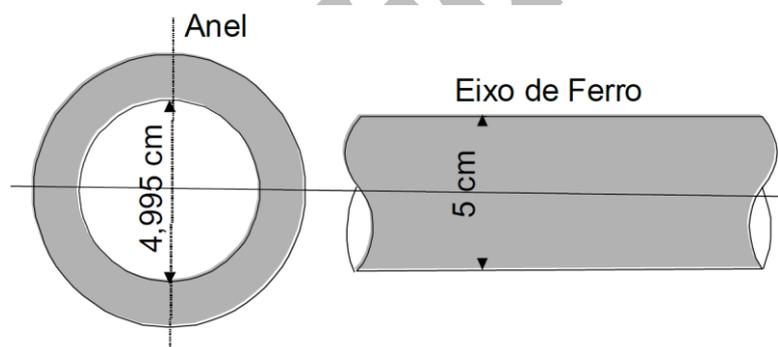
B)  $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

C)  $3,6 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

D)  $4,8 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

E)  $5,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

05. (EFOMM)



A dilatação térmica dos materiais é bastante utilizada na indústria, bem como na montagem de peças. Considere que um anel cilíndrico de cobre deva ser montado em um eixo de ferro de diâmetro 5 cm. O diâmetro interno do anel é de 4,995 cm e o coeficiente de dilatação linear do cobre é de  $16 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Se o anel se encontra inicialmente a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , qual deverá ser, aproximadamente, a temperatura após aquecido, para que possa ser realizada a montagem?

A)  $63,4 \text{ }^\circ\text{C}$

B)  $67,8 \text{ }^\circ\text{C}$

C)  $82,5 \text{ }^\circ\text{C}$

D)  $84 \text{ }^\circ\text{C}$

E)  $90 \text{ }^\circ\text{C}$

06. (EFOMM) Um recipiente de ferro contém até sua borda  $100 \text{ cm}^3$  de álcool, à temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . O coeficiente de dilatação linear do ferro é  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e o coeficiente de dilatação do álcool é  $1,1 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Aquecendo o sistema até  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , o volume do álcool derramado, desconsiderando o volume evaporado, será, em  $\text{cm}^3$ , aproximadamente:

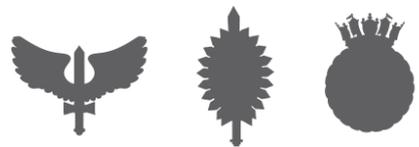
A) 3,729

B) 4,256

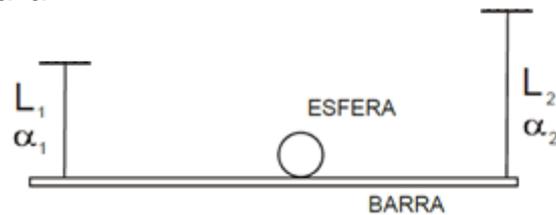
C) 5,421

D) 6,325

E) 7,837



**07. (EFOMM)** A figura abaixo mostra uma barra mantida na posição horizontal por dois fios metálicos com comprimentos iniciais  $L_1$  e  $L_2$ , com coeficientes de dilatação térmica  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$ , respectivamente. A relação  $L_2/L_1$  para que a barra se mantenha na posição horizontal e a esfera sobre ela se mantenha em equilíbrio, considerando somente os efeitos de variação de temperatura do sistema, deverá ser igual a:

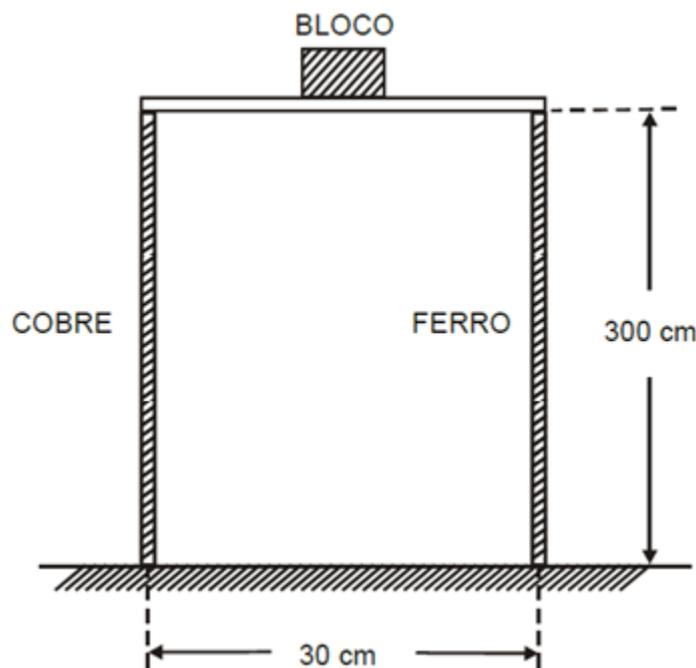


- A)  $\frac{\alpha_1}{3\alpha_2}$                       B)  $\frac{4\alpha_1}{5\alpha_2}$                       C)  $\frac{\alpha_1}{5\alpha_2}$   
 D)  $\frac{\alpha_1}{\alpha_2}$                               E)  $\frac{3}{4}\alpha_1 \cdot \alpha_2$

**08. (EFOMM)** Existem duas barras de metal A e B. O comprimento da barra A é 0,8 do comprimento da barra B para uma mesma temperatura inicial. O coeficiente de dilatação linear da barra A é  $5/3 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e o coeficiente de dilatação linear da barra B é  $1/3 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . Para que as duas barras atinjam o mesmo comprimento, o aumento de temperatura  $\Delta T$  de ambas as barras deverá ser:

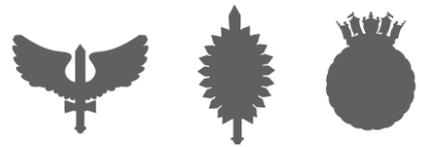
- A) 2800 °C                              B) 2500 °C                              C) 2000 °C  
 D) 1500 °C                              E) 1000 °C

**09. (EFOMM)** A figura mostra um bloco apoiado inicialmente sobre uma plataforma horizontal que está apoiada sobre duas barras, uma de cobre e outra de ferro, cujos coeficientes de dilatação linear são, respectivamente,  $16 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e  $13 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .



O coeficiente de atrito estático do bloco com a superfície é de 0,003. A variação de temperatura necessária, para que o bloco inicie o deslizamento sobre a plataforma, é:

- A) 100 °C                              B) 180 °C                              C) 150 °C  
 D) 120 °C                              E) 130 °C



**10. (EFOMM)** Um recipiente contém certa massa de água na temperatura inicial de  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , na pressão normal; quando é aquecido, sofre uma variação de temperatura de  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pode-se afirmar que, nesse caso, o volume da água:

- A) diminui e depois aumenta.
- B) aumenta e depois diminui.
- C) diminui.
- D) aumenta.
- E) permanece constante.

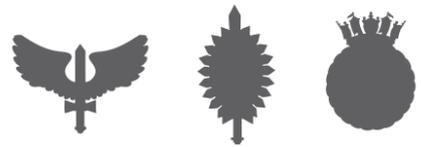
**11. (EFOMM)** Um recipiente de vidro encontra-se completamente cheio de um líquido a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Quando o conjunto é aquecido até  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , o volume do líquido que transborda corresponde a 4% do volume que o líquido possuía a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Sabendo que o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro é de  $27 \cdot 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , o coeficiente de dilatação real do líquido vale:

- A)  $27 \cdot 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .
- B)  $127 \cdot 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .
- C)  $473 \cdot 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .
- D)  $500 \cdot 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .
- E)  $527 \cdot 10^{-7}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .



**GABARITO**

**01. E 02. D 03. A 04. E 05. C 06. B 07. D 08. C 09. A**



**TERMODINÂMICA**

**Estudo dos gases**

**Gás Perfeito**

**O que é um gás perfeito?**

É um gás teórico composto de um conjunto de partículas pontuais movendo-se aleatoriamente e não interagindo entre si;

O modelo dos gás ideal tende a falhar em mais baixas temperaturas ou mais altas pressões;

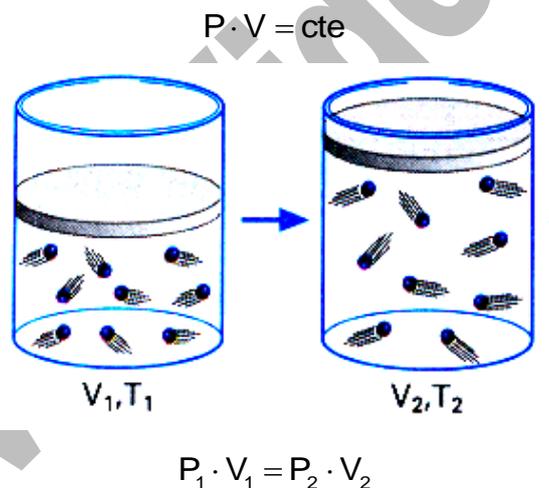
O modelo de um gás ideal não descreve ou permite transições de fases;

Os choques entre as moléculas do gás ideal e as paredes do recipiente que o contém são frontais e perfeitamente elásticos.

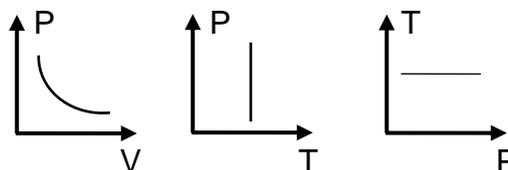
**Leis dos Gases Perfeitos**

**Lei de Boyle – Mariotte**

Quando determinada massa de um gás ideal sofre uma transformação isotérmica, sua pressão é inversamente proporcional ao volume por ele ocupado.



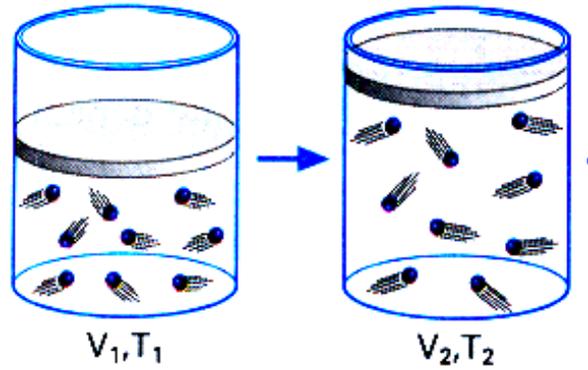
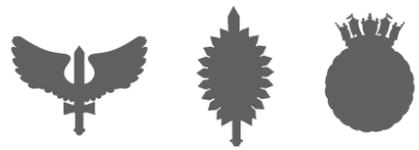
**Diagramas**



**Lei de Charles e Gay-Lussac**

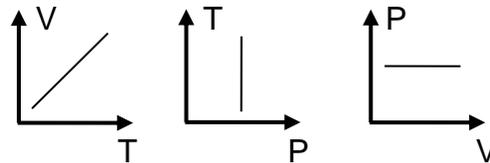
Quando determinada massa de um gás ideal sofre uma transformação isobárica, seu volume é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta.

$$\frac{V}{T} = cte$$



$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

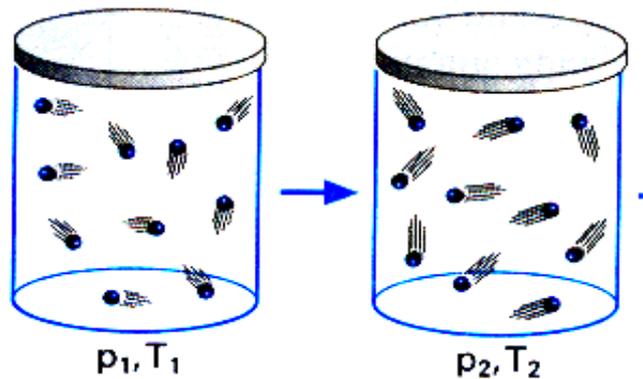
**Diagramas**



**Lei de Charles**

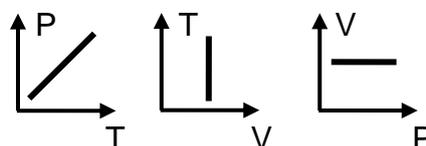
Quando determinada massa de um gás ideal sofre uma transformação isométrica, sua pressão é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta.

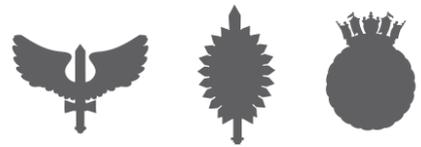
$$\frac{P}{T} = \text{cte}$$



$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

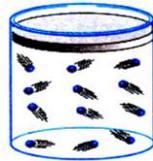
**Diagramas**





### Equação de Clapeyron

Clapeyron estabeleceu a relação entre as variáveis de estado: pressão (P), volume (V) e temperatura (T) de um gás ideal. A equação de Clapeyron nada mais é do que a síntese das leis de Boyle, de Charles e de Gay-Lussac.



$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Onde:

P: pressão

V: volume

n: número de moles

R: constante universal dos gases

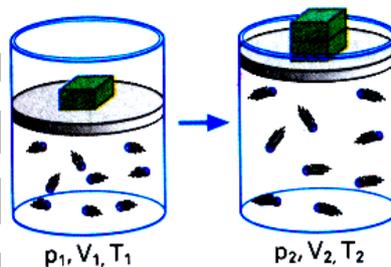
R = 0,082 atm L/mol K = 8,31 J/mol.K

T: temperatura absoluta.

### Lei Geral dos Gases

Quando uma determinada massa de gás ideal sofre uma transformação em que as três variáveis pressão (P), volume (V) e temperatura absoluta variam, podemos usar a chamada Lei geral dos gases.

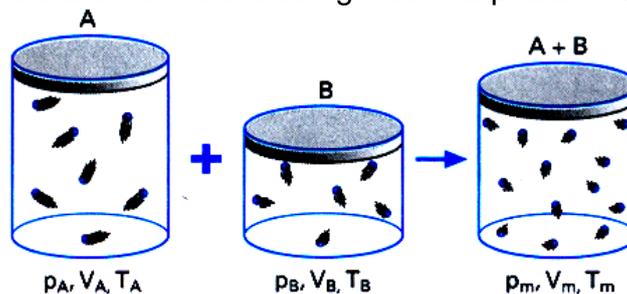
$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{cte}$$



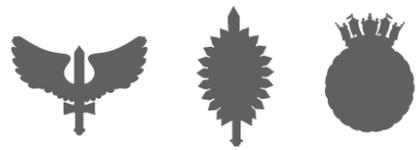
$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

### Mistura física de gases ideais

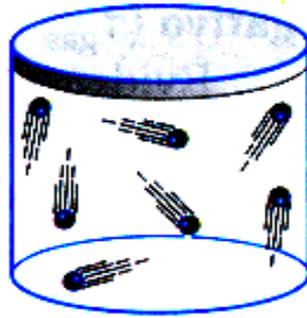
Quando misturamos dois ou mais gases ideais, de forma a não ocorrer reações químicas entre suas partículas, isto é, as interações existentes são estritamente físicas o número de moles da mistura é igual a soma do número de moles dos gases componentes.



$$\frac{P_m \cdot V_m}{T_m} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} + \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} + \dots + \frac{P_n \cdot V_n}{T_n}$$



## Energia interna de um gás ideal monoatômico



$$U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot T$$

## A energia cinética média (por molécula) de um gás

$$E_c = \frac{3}{2} k \cdot T$$

$$k = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K (por molécula)}$$

k : constante de Boltzmann

R : constante geral dos gases = 8,31 J / mol · K

$N_A$  : número de Avogadro =  $6,023 \cdot 10^{23}$  moléculas / mol

## Trabalho

Um gás recebe ou realiza trabalho quando o volume ocupado por ele varia. Num transformação isobárica o trabalho realizado ou recebido é determinado por:

$$W_{\text{gás}} = P \cdot \Delta V$$

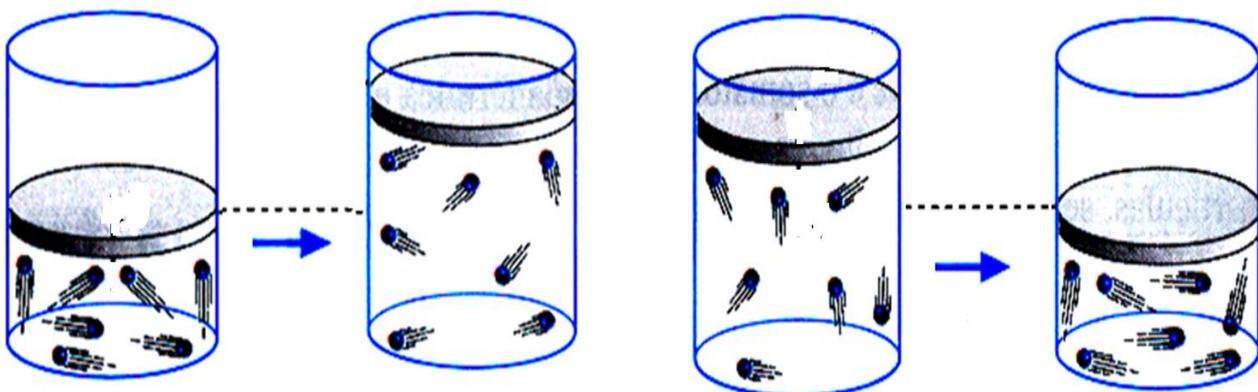
Sendo:

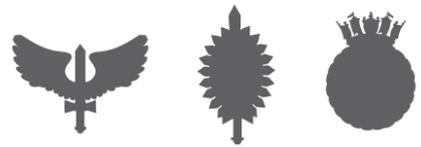
P: pressão (cte)

$\Delta V$ : variação do volume ocupado pelo gás.

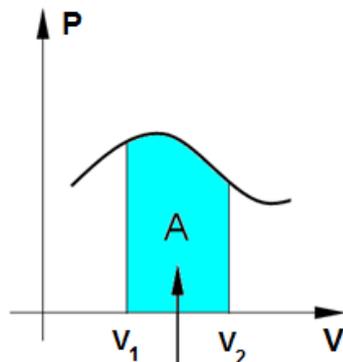
- Expansão o gás realiza  $W_{\text{gás}} > 0$

- Compressão o gás recebe  $W_{\text{gás}} < 0$





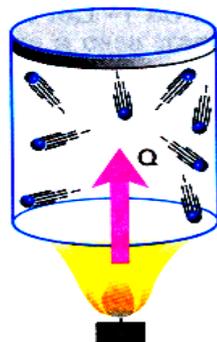
## Análise gráfica do trabalho



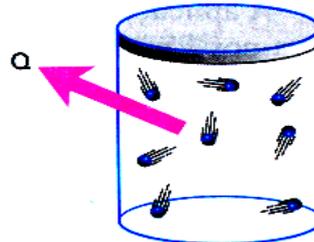
A área hachurada no intervalo de  $v_1$  a  $v_2$  determina  $W_{\text{gás}}$ .

## Calor

O calor é a energia térmica transferida de um sistema para o outro. Assim, um dos sistemas cede essa energia e o outro a recebe. Será convenção que o calor recebido é positivo ( $Q > 0$ ) e o cedido, negativo ( $Q < 0$ ).



Calor recebido pelo sistema:  
 $Q > 0$



Calor cedido pelo sistema:  
 $Q < 0$

- No caso de uma transformação isobárica, o calor é determinado por:

$$Q_p = n \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$n$ : número de moles

$C_p$ : calor específico molar a pressão constante

$\Delta T$ : variação de temperatura

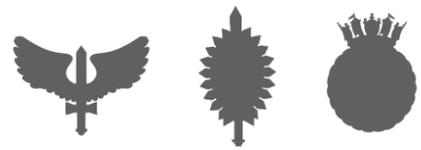
- No caso de uma transformação isocórica, o calor é determinado por:

$$Q_v = n \cdot C_v \cdot \Delta T$$

$n$ : número de mols

$C_p$ : calor específico molar a volume constante

$\Delta T$ : variação de temperatura



## Relação de Mayer

$$C_P - C_V = R$$

## Coeficiente de Poisson

$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

## Termodinâmica

### 1ª Lei da Termodinâmica

A quantidade de calor  $Q$  trocada por um gás ideal é dada pela soma do trabalho  $W$  realizado no processo e a variação de energia interna  $\Delta U$ .

$$Q = W + \Delta U$$

### Aplicações da 1ª Lei da Termodinâmica

#### Transformação cíclica

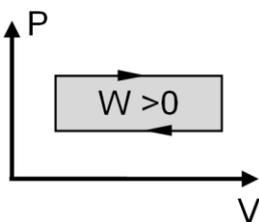
Um gás ideal executa uma transformação cíclica quando ao passar por várias transformações ele retorna ao seu estado inicial. Numa transformação cíclica a variação de energia é nula ( $\Delta U = 0$ ).

$$Q = W + \Delta U$$

$$Q = W$$

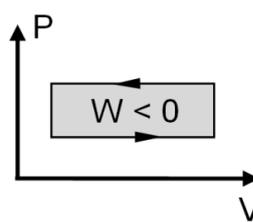
#### Análise gráfica do ciclo

##### Ciclo horário



Conversão de  $Q$  em  $W$

##### Ciclo Anti-horário



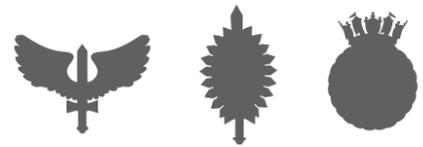
Conversão de  $W$  em  $Q$

#### Transformação isotérmica

$$(\Delta U = 0)$$

$$Q = W + \Delta U$$

$$Q = W$$



**Transformação isométrica**

$$Q = W + \Delta U$$

$$Q = \Delta U$$

**Transformação isobárica**

$$Q = W + \Delta U$$

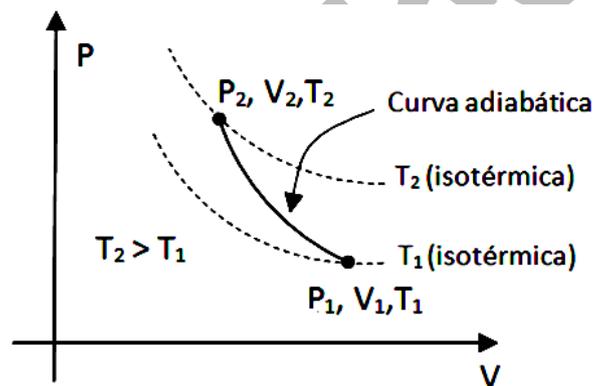
**Transformação adiabática**

Um gás passa por uma transformação adiabática quando ele não troca calor com o meio externo. As transformações em que o gás se expande ou se comprime rapidamente são adiabáticas.

$$Q = W + \Delta U$$

$$\Delta U = -W$$

**Gráfico da transformação adiabática**



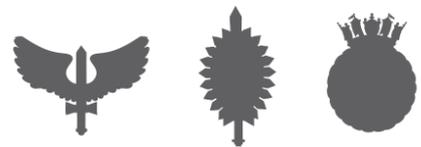
No caso de uma transformação adiabática podemos aplicar também:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$P_1 \cdot V_1^\gamma = P_2 \cdot V_2^\gamma$$

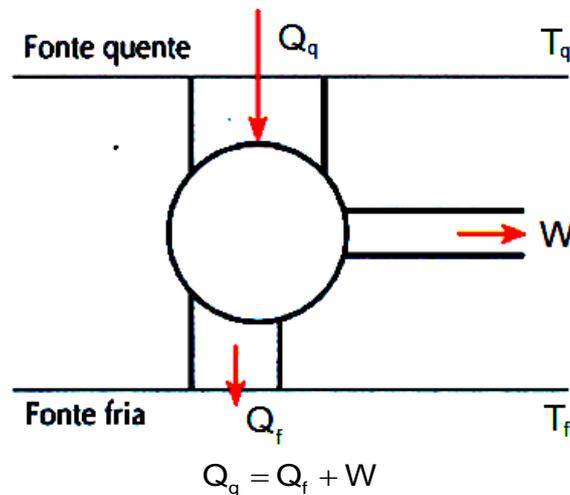
$$\gamma = \frac{C_P}{C_V}$$

$$C_P - C_V = R$$



**Máquinas térmicas**

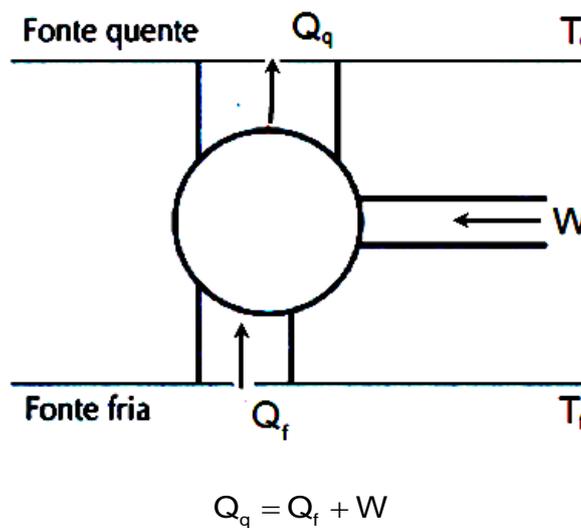
Que transformam calor em trabalho



**Rendimento**

$$R = \frac{W}{Q_q} = \frac{Q_q - Q_f}{Q_q} = 1 - \frac{Q_f}{Q_q}$$

Que transformam trabalho em calor

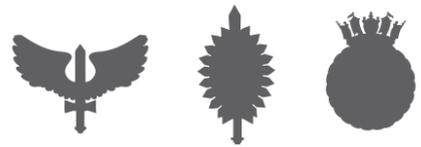


**Eficiência**

$$E = \frac{Q_f}{W} = \frac{Q_f}{Q_q - Q_f}$$

**2ª Lei da Termodinâmica**

É impossível construir uma máquina que, operando em transformações cíclicas, tenha como único efeito transformar completamente em trabalho o calor recebido da fonte quente ( $\eta < 100\%$ ) e é impossível que a máquina térmica, sem a ajuda de um agente externo, conduza o calor de um sistema para outro que esteja a uma temperatura maior.

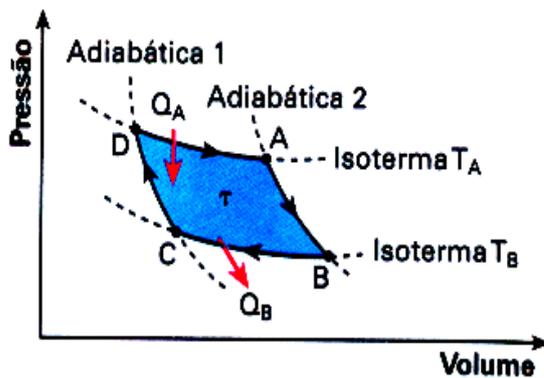


### Máquina térmica de Carnot

Até 1824, acreditava-se que uma máquina térmica poderia atingir o rendimento máximo (100%) ou algo próximo desse valor. Em outras palavras acreditava-se na possibilidade de que todo calor retirado pela máquina da fonte quente poderia ser transformado em trabalho.

Coube ao jovem francês Nicolas Leonard Sadi Carnot (1796-1832) demonstrar a impossibilidade desse rendimento. Ele propôs uma máquina teórica, ideal que funcionaria através de um ciclo particular denominado de **ciclo de Carnot**.

Carnot postulou que **uma máquina térmica operando entre duas temperaturas absolutas fixas extrairia o maior rendimento possível se durante o seu funcionamento a quantidade de calor retirada (ou rejeitada) pela máquina fosse diretamente proporcional à temperatura absoluta da fonte quente (ou da fonte fria)**. Caso contrário, a máquina operaria com um rendimento abaixo do rendimento máximo teórico. Desse modo, **o rendimento de uma máquina que opera em ciclo de Carnot independentemente do fluido operante passaria a depender única e exclusivamente das temperaturas absolutas da fonte quente e da fonte fria**. No caso, em que o fluido operante é um gás ideal ciclo de Carnot é composto de duas transformações isotérmicas e duas transformações adiabáticas sendo este ciclo representado pelo gráfico abaixo:



Usamos  $\Rightarrow$

$$\begin{cases} 1) \frac{Q_f}{Q_q} = \frac{T_f}{T_q} \\ 2) R_{\text{máx}} = 1 - \frac{T_f}{T_q} \end{cases}$$

### Processos irreversíveis e entropia

Todos os processos naturais ocorrem em apenas um sentido. Estes processos nunca, por meios naturais, ocorrerão em sentido contrário. Todos esses processos naturais, em essência, são irreversíveis.





A **entropia (S)**, é uma propriedade de estado, que para um sistema fechado sempre aumenta para processos irreversíveis.

## Varição de entropia ( $\Delta S$ )

Por definição a variação de entropia ( $\Delta S$ ) para um processo reversível é dada por:

$$\Delta S = \int_i^f \frac{1}{T} dQ \text{ (reversível)}$$

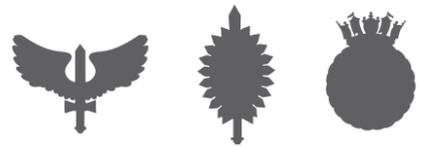
Atenção!

- ✓  $\Delta S = \frac{Q}{T}$  (reversível e isotérmico)
- ✓  $Q > 0 \therefore \Delta S > 0$  (Entropia aumenta)
- ✓  $Q < 0 \therefore \Delta S < 0$  (Entropia diminui)
- ✓  $Q = 0 \therefore \Delta S = 0$  (Entropia constante)

## Outra interpretação da segunda lei da termodinâmica

PROCESSO IRREVERSÍVEL
$\Delta S_{\text{total}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots + \Delta S_n > 0$

PROCESSO REVERSÍVEL
$\Delta S_{\text{total}} = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots + \Delta S_n = 0$



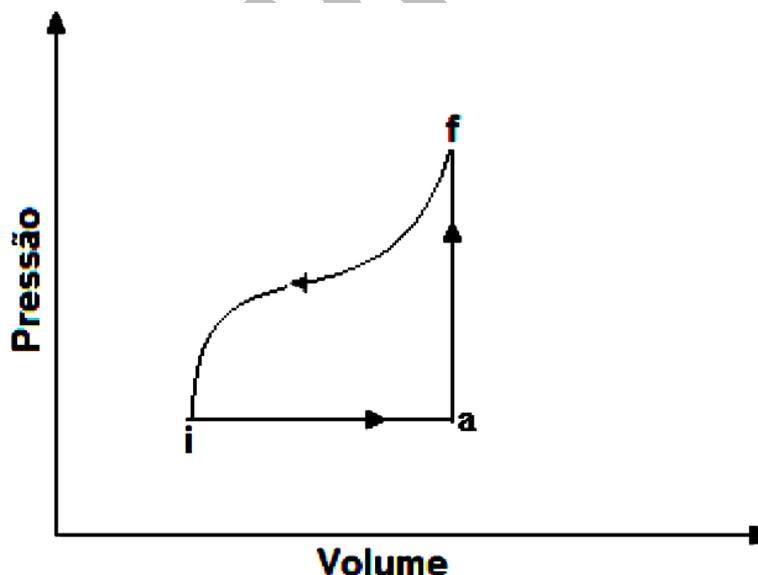
**01. (EFOMM)** Um gás monoatômico ideal sofre uma expansão, realizando um trabalho de 200J. O gás foi submetido aos seguintes processos: isobárico e adiabático. A energia interna e o calor fornecido ao gás para cada processo valem, respectivamente:

- A) 300 J e 500 J; - 200 J e 0.
- B) 200 J e 400 J; 300 e 100 J.
- C) 100 J e 300 J; 0 e 300 J.
- D) 500 J e - 200 J; - 300 J e 0.
- E) 300 J e - 200 J; 0 e 200 J.

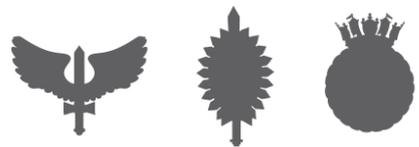
**02. (EFOMM)** Certa máquina térmica opera segundo o ciclo de Carnot. Em cada ciclo completado, o trabalho útil fornecido pela máquina é 1500 J. Sendo as temperaturas das fontes térmicas 150,0 °C e 23,10 °C, o calor recebido da fonte quente em cada ciclo, em joules, vale:

- A) 2500
- B) 3000
- C) 4500
- D) 5000
- E) 6000

**03. (EFOMM)** Um gás ideal realiza o ciclo mostrado na figura. O sistema é levado do estado inicial (i) para o estado final (f) ao longo da trajetória indicada. Considere  $E_i = 5 \text{ cal}$  e que para o percurso iaf  $Q = 13 \text{ cal}$  e  $W = 3 \text{ cal}$ . Sabendo que, no percurso de f até i, o trabalho realizado é igual a 7 cal, o calor transferido para essa trajetória é igual a:



- A) - 3 cal.
- B) 10 cal.
- C) 17 cal.
- D) - 17 cal.
- E) - 10 cal.



**04. (EFOMM)** Um recipiente cilíndrico fechado contém 60,0 litros de oxigênio hospitalar ( $O_2$ ) a uma pressão de 100 atm e temperatura de 300 K. Considerando o  $O_2$  um gás ideal, o número de mols de  $O_2$  presentes no cilindro é:

Dado: constante gás ideal  $R \approx 8,0 \cdot 10^{-2}$  atm L/mol K

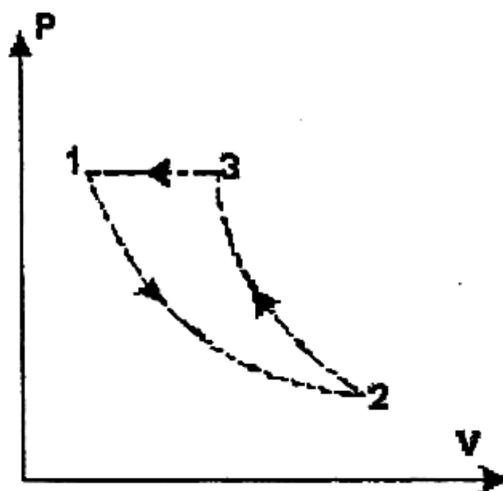
- A) 100
- B) 150
- C) 200
- D) 250
- E) 300

**05. (EFOMM)** Uma pequena bolha de gás metano se formou no fundo do mar, a 10,0 m de profundidade, e sobe aumentando seu volume à temperatura constante de 20,0 °C. Pouco antes de se desintegrar na superfície, à pressão atmosférica, a densidade da bolha era de 0,6 kg/m<sup>3</sup>. Considere o metano um gás ideal e despreze os efeitos de tensão superficial. A densidade da bolha, em kg/m<sup>3</sup>, logo após se formar, é de aproximadamente:

Dados: 1 atm  $\approx 1,00 \cdot 10^5$  N/m<sup>2</sup>; densidade da água do mar  $\approx 1,03 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>.

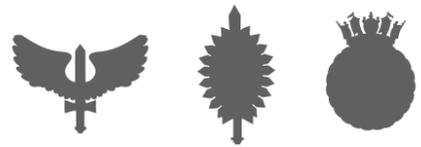
- A) 1,80
- B) 1,22
- C) 1,00
- D) 0,960
- E) 0,600

**06. (EFOMM)** Observe a figura a seguir.

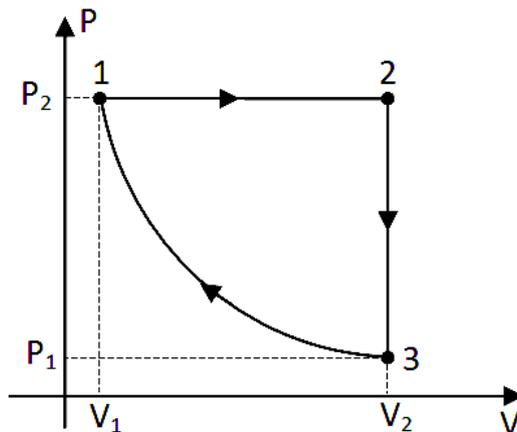


Uma certa massa de gás ideal encontra-se inicialmente no estado termodinâmico 1, indicado no diagrama PV acima. Em seguida, essa massa gasosa sofre uma expansão isotérmica até atingir o estado 2, logo depois uma compressão adiabática até o estado 3 e retornando ao estado 1 através de uma compressão isobárica. Sobre a série de transformações, pode-se dizer que:

- A) na transformação isotérmica, o gás sofreu um aumento da sua energia interna.
- B) na transformação adiabática, o gás realizou trabalho sobre o meio ambiente.
- C) na transformação isobárica, o meio ambiente realizou trabalho sobre o gás.
- D) ao completar o ciclo, o gás teve um aumento de calor.
- E) ao completar o ciclo, o gás teve uma redução da sua energia interna.



07. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



Um gás ideal sofre uma transformação descrita pelo ciclo  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$ , ilustrado no gráfico PV acima, sendo que no trecho  $3 \rightarrow 1$  o gás sofre uma compressão adiabática. Considere  $U_1$ ,  $U_2$ , e  $U_3$  as energias internas do gás em 1, 2 e 3, respectivamente. Nessas condições, analise as afirmativas abaixo.

I - No trecho  $3 \rightarrow 1$  não há troca de calor entre o gás e o meio ambiente.

II - O trabalho realizado pelo gás no trecho  $2 \rightarrow 3$  é igual a  $U_3 - U_2$ .

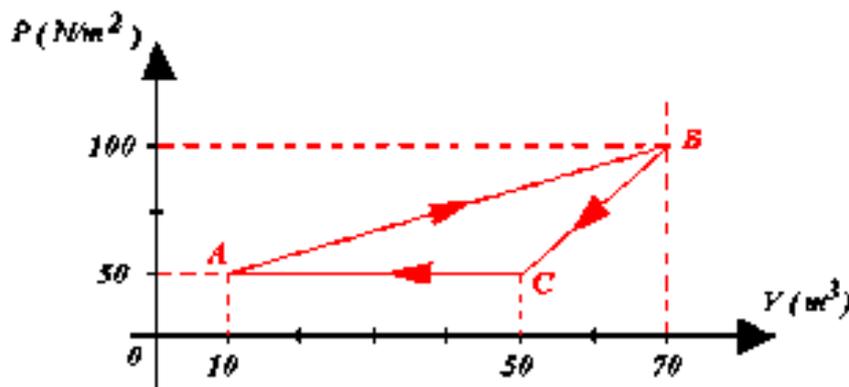
III - O trabalho realizado sobre o gás no trecho  $3 \rightarrow 1$  é igual a  $U_1 - U_3$ .

IV - O trabalho realizado pelo gás no trecho  $1 \rightarrow 2$  é igual a  $U_2 - U_1$ .

Assinale a opção correta.

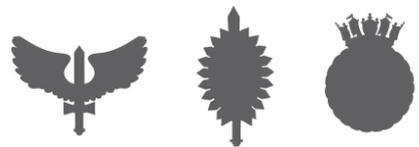
- A) Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- B) Apenas as afirmativas I e II são verdadeiras.
- C) Apenas as afirmativas I e III são verdadeiras.
- D) Apenas as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- E) Apenas as afirmativas III e IV são verdadeiras.

08. (EFOMM)



A figura acima representa um diagrama PV que descreve o ciclo de um gás monoatômico. Sobre a variação de energia interna desse gás e a quantidade de calor, pode-se afirmar que seus valores em Joule valem, respectivamente,

- A)  $+ 5,00 \cdot 10^2$
- B)  $0$  e  $- 5,00 \cdot 10^2$
- C)  $0$  e  $+ 1,00 \cdot 10^3$
- D)  $70$  e  $- 1,00 \cdot 10^3$
- E)  $+ 5,00 \cdot 10^3$  e  $+ 1,00 \cdot 10^3$



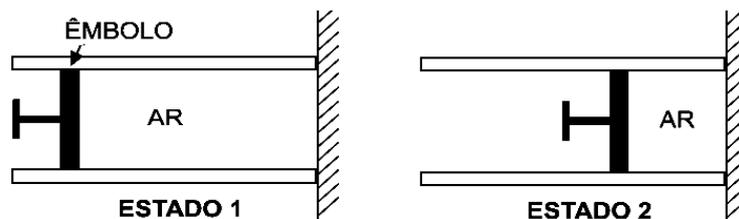
**09. (EFOMM)** Uma máquina de Carnot possui rendimento de 80% e a temperatura da fonte fria é de  $-173^{\circ}\text{C}$ . Para que essa máquina desenvolva potência útil de 300 W, a potência e a temperatura da fonte quente deverão ser respectivamente:

- A) 370 W e 400 K
- B) 370 W e 300 K
- C) 375 W e 500 K
- D) 375 W e 400 K
- E) 270 W e 600 K

**10. (EFOMM)** Uma bolha de ar se forma no fundo de um tanque que contém líquido em repouso, à temperatura constante. À medida que a bolha sobe, podemos afirmar que seu volume:

- A) diminui, porque a pressão diminui.
- B) diminui, porque a pressão aumenta.
- C) permanece constante.
- D) aumenta, porque a pressão aumenta.
- E) aumenta, porque a pressão diminui.

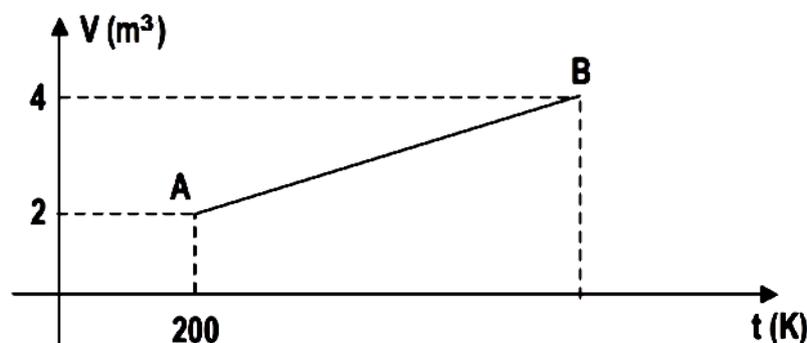
**11. (EFOMM)** Uma bomba de encher pneus de bicicleta é acionada rapidamente, tendo a extremidade de saída de ar vedada. Conseqüentemente, o ar é comprimido, indo de um estado 1 para um estado 2.



Nestas condições, podemos afirmar que a transformação termodinâmica verificada, na passagem do estado 1 para o estado 2, aproxima-se mais de uma:

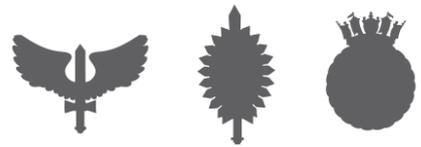
- A) isométrica, porque o volume de ar se mantém.
- B) isotérmica, porque a temperatura do ar não se altera.
- C) isobárica, porque a pressão do ar não se altera.
- D) adiabática, porque quase não há troca de calor com o exterior.
- E) isocórica, porque o volume da câmara se mantém, independentemente da temperatura.

**12. (EFOMM)** Um gás perfeito experimenta uma transformação, de acordo com o diagrama da figura:



A pressão do gás é constante e vale  $6\text{ N/m}^2$ . Se o gás recebe 400 J de calor, a temperatura no ponto “B” e a variação da energia interna do gás serão, respectivamente:

- A) 400 K e 798 J
- B) 300 K e 698 J
- C) 400 K e 388 J
- D) 300 K e 518 J
- E) 400 K e 718 J



**13. (EFOMM)** Um recipiente de capacidade considerada invariável contém 8 gramas de gás hélio, cuja massa molar é de 4 gramas. A temperatura inicial do sistema é de 500 K. Fornecendo-se ao sistema uma quantidade de calor igual a 400 calorias, qual será a temperatura final do hélio?

Observação: considerar o hélio uma gás perfeito e monoatômico. Dado:  $R = 2 \text{ cal/mol.K}$

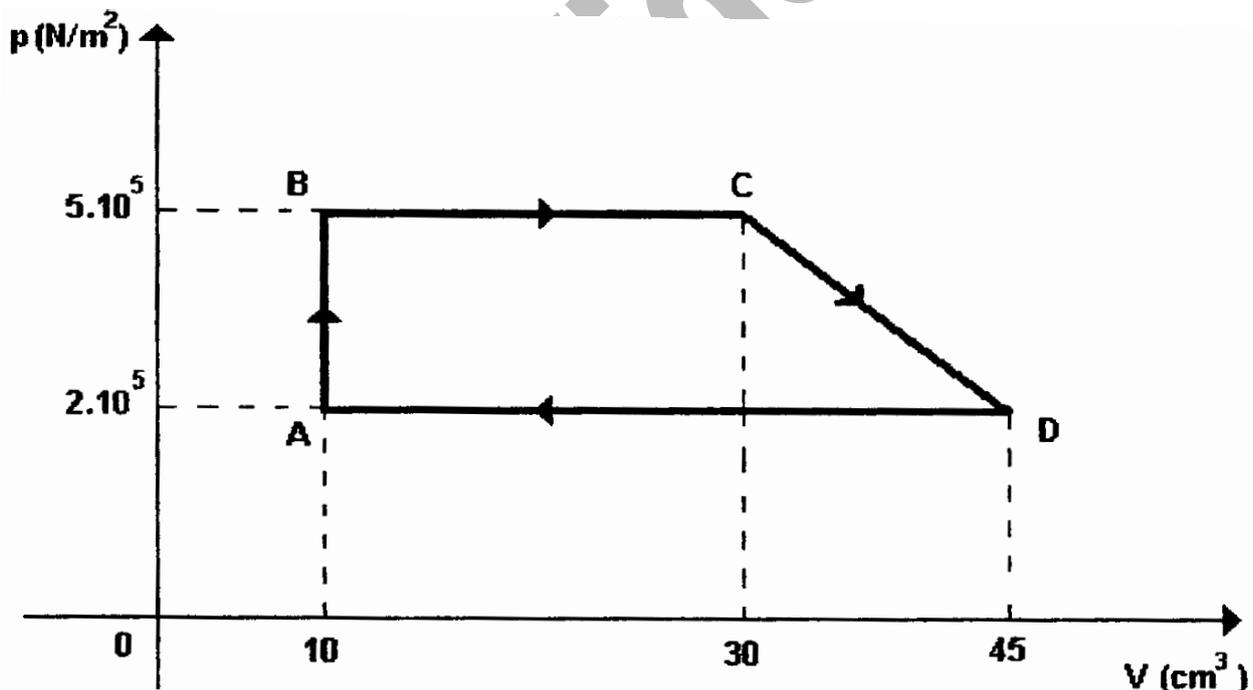
- A) 584,9 K
- B) 566,7 K
- C) 580,8 K
- D) 600,9 K
- E) 600,4 K

**14. (EFOMM)** Um gás está contido num recipiente de paredes isolantes térmicas. O gás expande, realizando um trabalho de 100 J. A respeito deste gás pode-se afirmar que:

- A) o gás troca calor com o ambiente:
- B) o gás não troca calor com o ambiente e sua temperatura diminui
- C) o gás troca calor com o ambiente e sua temperatura diminui
- D) o gás não troca calor com o ambiente e sua temperatura não diminui
- E) a temperatura do gás não diminui

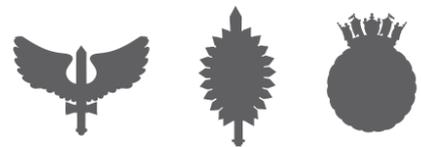
**As questões 15 e 16 referem-se ao enunciado abaixo:**

Um gás ideal sofre a transformação cíclica ABCDA, conforme o gráfico abaixo:



**15. (EFOMM)** Os trabalhos parciais AB, BC, CD, DA e o trabalho total realizado pelo gás, em cada uma das etapas do ciclo, são respectivamente em joules:

- A) 0; 15; - 5,25; 8; 17,75
- B) 0; 13; 7; -8,25 ;11,757
- C) 0; - 10; 4,32 ; 5,76 ; 0,08
- D) 0; 10; 5,25 ; - 7; 8,25
- E) 0; 15; 6,87; - 4; 17,87



**16. (EFOMM)** A quantidade de calor, em calorias, trocadas com o ambiente e a variação da energia interna no ciclo, são, respectivamente: (Adote  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ )

- A) 2,49 e 4
- B) 1,96 e 0
- C) 3,56 e 1
- D) 2,10 e 2
- E) 4,24 e 3

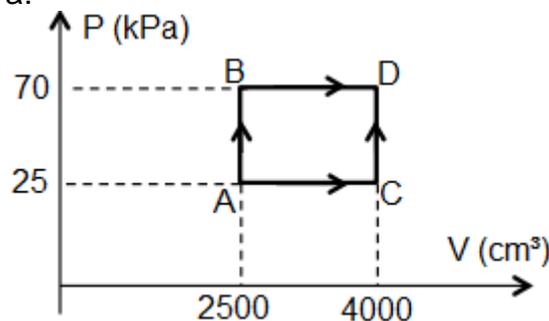
**17. (EFOMM)** Os gases perfeitos são aqueles que:

- A) Não podem ser liquefeitos quaisquer que sejam os valores da pressão e temperatura;
- B) Possuem coeficientes de dilatação a pressão constante diferente para todos os gases;
- C) Possuem coeficiente de variação de pressão a volume constante diferente para cada gás;
- D) A volume constante suas pressões são diretamente proporcionais aos volumes;
- E) Possuem uma pressão máxima de vapor a cada temperatura.

**18. (EFOMM)** Um tanque metálico rígido com  $1,0 \text{ m}^3$  de volume interno é utilizado para armazenar oxigênio puro para uso hospitalar. Um manômetro registra a pressão do gás contido no tanque e, inicialmente, essa pressão é de 30 atm. Após algum tempo de uso, sem que a temperatura tenha variado, verifica-se que a leitura do manômetro reduziu para 25 atm. Medido à pressão atmosférica, o volume, em  $\text{m}^3$ , do oxigênio consumido durante esse tempo é:

- A) 5,0
- B) 12
- C) 25
- D) 30
- E) 48

**19. (EFOMM)** O diagrama PV da figura mostra, para determinado gás ideal, alguns dos processos termodinâmicos possíveis. Sabendo-se que nos processos AB e BD são fornecidos ao gás 120 J e 500 J de calor, respectivamente, a variação da energia interna do gás, em joules, no processo ACD será igual a:



- A) 105
- B) 250
- C) 515
- D) 620
- E) 725

**20. (EFOMM)**

Um balão de vidro A, de 15,0 litros de volume, contém ar à temperatura de  $25^\circ \text{ C}$  e sob pressão de 20,0 atm. Um outro balão B, de 20,0 litros de volume, contém ar à temperatura de  $10^\circ \text{ C}$  e sob pressão de 5,0 atm. Os dois balões são postos em comunicação e a temperatura do conjunto é elevada a  $40^\circ \text{ C}$ . Considerando-se o vidro como indilatável, e utilizando-se a constante universal dos gases perfeitos como  $R = 0,082 \text{ atmL/mol.K}$ , pode-se afirmar que a pressão do ar após a comunicação, é de

- A) 1,5 atm.
- B) 5,4 atm.
- C) 12,1 atm.
- D) 20,2 atm.
- E) 26,9 atm.

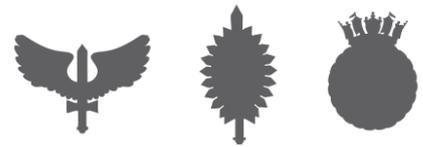


GABARITO

01. A 02. D 03. D 04. D 05. B 06. C 07. A 08. E 09. C 10. E 11. D 12. C  
13. B 14. B 15. D 16. B 17. A 18. A 19. C 20. C

Maxwell Videoaulas



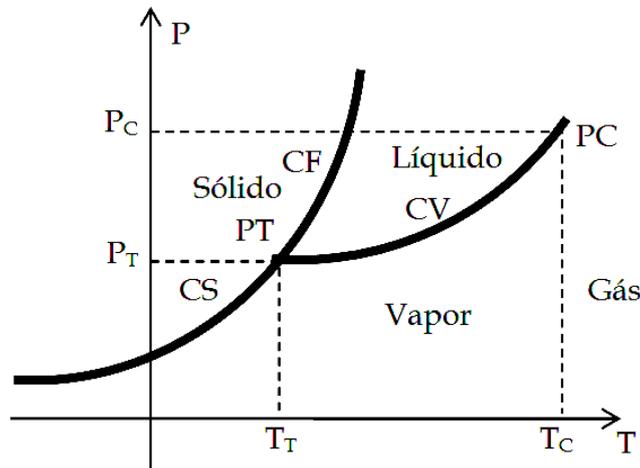


**MUDANÇAS DE FASE**

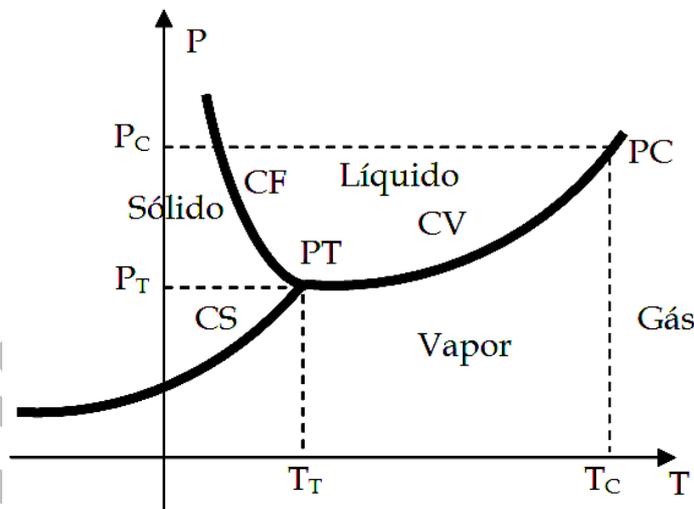
**Diagrama e estado**

Denomina-se diagrama de estado de uma substância o gráfico que representa suas curvas de fusão, vaporização e sublimação.

Para a maioria das substâncias



Para as exceções, como a água.



**Sobrefusão ou superfusão**

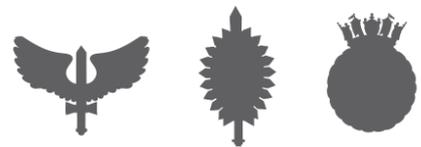
Na sobrefusão, uma substância encontra-se no estado líquido abaixo de sua temperatura de solidificação.

**Regelo**

Dá-se o nome de regelo ao fenômeno que consisti na ressolidificação da água por diminuição da pressão

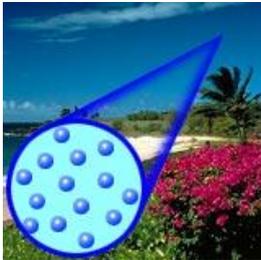
**Orvalho**

Dá-se o nome de orvalho à água proveniente da condensação do vapor d' água ao entrar em contato como uma determinada superfície fria.

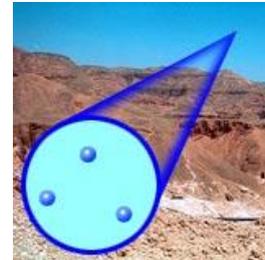


**Umidade relativa do ar**

Entende-se por **umidade** o conteúdo de água apresentado por uma substância ou material. Diariamente ocorre a evaporação das águas dos mares, rios e lagos, sobretudo pela ação do calor solar. Esse vapor d'água que se mistura com o ar o torna úmido.



úmido



seco

Como qualquer outra substância o ar tem um limite de absorção, este limite se denomina **ponto de saturação ou ponto de orvalho** e qualquer quantidade de vapor d' água acima do ponto de orvalho se condensa. A umidade do ar depende da temperatura, da região, da estação, etc. Devem-se a umidade do ar diversos fenômenos relevantes na vida de animais e plantas, como a chuva, neve, nevoeiro, neblina, orvalho, granizo, etc.

A umidade absoluta **U** é a relação entre a massa de vapor d' água existente no ar  $m_{\text{vapor}}$  e a massa de ar seco  $m_{\text{seco}}$ . Sua unidade de medida é grama por quilograma (g/Kg).

$$U = \frac{m_{\text{vapor}}}{m_{\text{seco}}} \text{ (g/kg)}$$

A umidade relativa **U<sub>r</sub>** significa quanto de água na forma de vapor  $m_v$  existe na atmosfera no momento com relação ao máximo de vapor  $m_s$  que poderia existir, na temperatura observada.

$$U_r = \frac{m_v}{m_s}$$

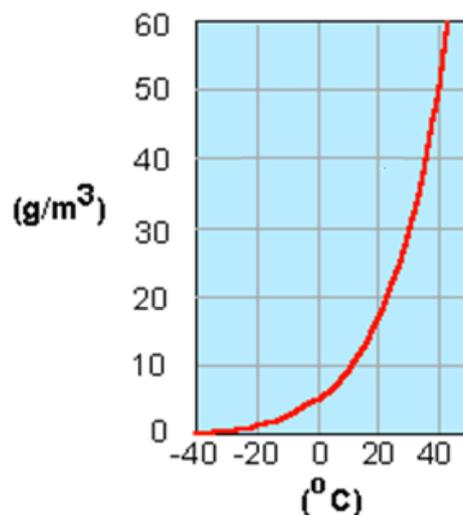
Onde:

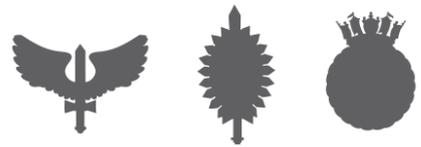
$m_v$ : massa de vapor

$m_s$ : massa de vapor saturado

**Atenção!**

A massa de vapor saturado  $m_s$  por  $m^3$  de ar varia com a temperatura conforme o gráfico abaixo.





**Atenção!**

A umidade relativa do ar influencia na taxa de evaporação da água, ou seja, quanto maior a umidade relativa do ar menor será a taxa de evaporação da água e vice-versa. Um fato interessante ligado à umidade relativa do ar é que uma pessoa sente-se melhor em um lugar com temperatura alta e umidade baixa do que em lugares de umidade relativa elevada e temperaturas menores. Nestes últimos, o suor custa mais a evaporar.

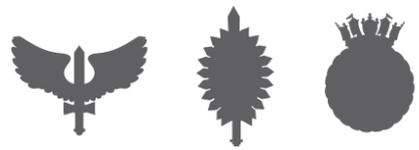


12h em Belém

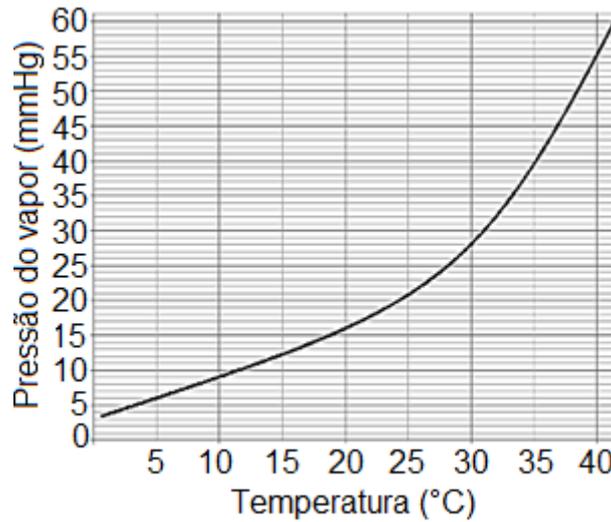


12 h em Brasília

Maxwell Vidu



01. (EFOMM) A temperatura em uma certa sala é de  $40^{\circ}\text{C}$ . É realizado um experimento, colocando-se copos de vidro com água a temperaturas diferentes. Nota-se então, que apenas nos copos com água à temperatura menor ou igual a  $10^{\circ}\text{C}$  a superfície externa fica umedecida. Pode-se afirmar que a umidade relativa do ar na sala é de:



A) 9%  
D) 47%

B) 16%

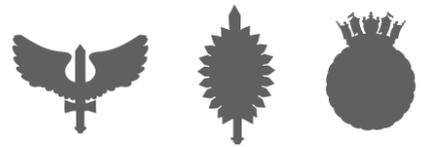
C) 25%  
E) 55%



GABARITO

01. B

Maxwell Videoaulas



**TERMOLOGIA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

Dois termômetros idênticos, cuja substância termométrica é o álcool etílico, um deles graduado na escala Celsius e o outro graduado na escala Fahrenheit, estão sendo usados simultaneamente por um aluno para medir a temperatura de um mesmo sistema físico no laboratório de sua escola.

Nessas condições, pode-se afirmar corretamente que:

- A) os dois termômetros nunca registrarão valores numéricos iguais.
- B) a unidade de medida do termômetro graduado na escala Celsius é 1,8 vezes maior que a da escala Fahrenheit.
- C) a altura da coluna líquida será igual nos dois termômetros, porém com valores numéricos sempre diferentes.
- D) a altura da coluna líquida será diferente nos dois termômetros.

**02. (AFA)**

Quando usamos um termômetro clínico de mercúrio para medir a nossa temperatura, esperamos certo tempo para que o mesmo possa indicar a temperatura correta do nosso corpo. Com base nisso, analise as proposições a seguir.

I- Ao indicar a temperatura do nosso corpo, o termômetro entra em equilíbrio térmico com ele, o que demora algum tempo para acontecer.

II- Inicialmente, a indicação do termômetro irá baixar pois o vidro transmite mal o calor e se aquece primeiro que o mercúrio, o tubo capilar de vidro se dilata e o nível do líquido desce.

III- Após algum tempo, como o mercúrio se dilata mais que o vidro do tubo, a indicação começa a subir até estabilizar, quando o termômetro indica a temperatura do nosso corpo.

Podemos afirmar que são corretas as afirmativas

- A) I e II apenas.
- B) I e III apenas.
- C) II e III apenas.
- D) I, II e III.

**03. (AFA)**

Com base nos processos de transmissão de calor, analise as proposições a seguir.

I - A serragem é melhor isolante térmico do que a madeira, da qual foi retirada, porque entre as partículas de madeira da serragem existe ar, que é um isolante térmico melhor que a madeira.

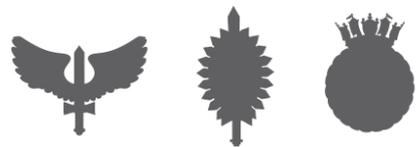
II - Se a superfície de um lago estiver congelada, a maior temperatura que a camada de água do fundo poderá atingir é 2 °C.

III - O interior de uma estufa de plantas é mais quente que o exterior, porque a energia solar que atravessa o vidro na forma de raios infravermelhos é parcialmente absorvida pelas plantas e demais corpos presentes e depois emitida por eles na forma de raios ultravioletas que não atravessam o vidro, aquecendo assim o interior da estufa.

IV - Durante o dia, sob as túnicas claras que refletem boa parte da energia do sol, os beduínos no deserto usam roupa de lã, para minimizar as trocas de calor com o ambiente.

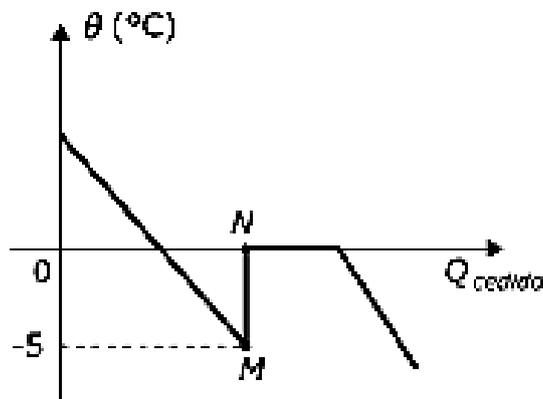
São verdadeiras apenas as proposições.

- A) I e II.
- B) I e IV.
- C) II e III.
- D) III e IV.



**04. (AFA)**

A água, em condições normais, solidifica-se a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Entretanto, em condições especiais, a curva de resfriamento de  $160\text{ g}$  de água pode ter o aspecto a seguir.



Sabendo-se que o calor latente de fusão do gelo e o calor específico da água valem, respectivamente,  $80\text{ cal/g}$  e  $1,0\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ , a massa de água, em gramas, que se solidifica no trecho MN é:

- A) 8
- B) 10
- C) 16
- D) 32

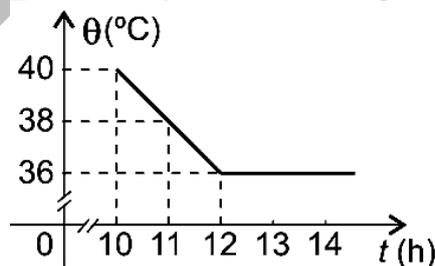
**05. (AFA)**

Um estudante, querendo determinar o equivalente em água de um calorímetro, colocou em seu interior  $250\text{ g}$  de água fria e, aguardando um certo tempo, verificou que o conjunto alcançou o equilíbrio térmico a uma temperatura de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Em seguida, acrescentou ao mesmo  $300\text{ g}$  de água morna, a  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Fechando rapidamente o aparelho, esperou até que o equilíbrio térmico fosse refeito; verificando, então, que a temperatura final era de  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Baseando-se nesses dados, o equivalente em água do calorímetro vale, em gramas:

- A) 400
- B) 300
- C) 200
- D) 100

**06. (AFA)**

Um paciente, após ser medicado às  $10\text{ h}$ , apresentou o seguinte quadro de temperatura:

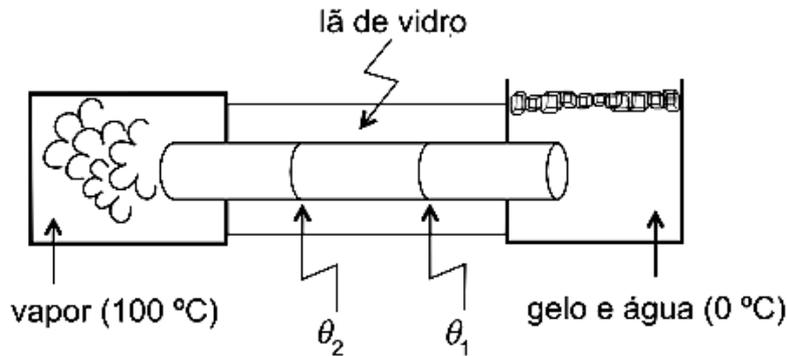
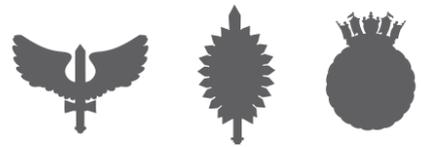


A temperatura desse paciente às  $11\text{ h }30\text{ min}$ , em  $^{\circ}\text{F}$ , é:

- A) 104
- B) 98,6
- C) 54,0
- D) 42,8

**07. (AFA)**

Três barras cilíndricas idênticas em comprimento e seção são ligadas formando uma única barra, cujas extremidades são mantidas a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A partir da extremidade mais quente, as condutividades térmicas dos materiais das barras valem  $k$ ,  $k/2$  e  $k/5$ . Supondo-se que, em volta das barras, exista um isolamento de lã de vidro e desprezando quaisquer perdas de calor, a razão  $\theta_2/\theta_1$  entre as temperaturas nas junções onde uma barra é ligada à outra, conforme mostra a figura, é:



- A) 1,5
- C) 1,2

- B) 1,4
- D) 1,6

**08. (AFA)**

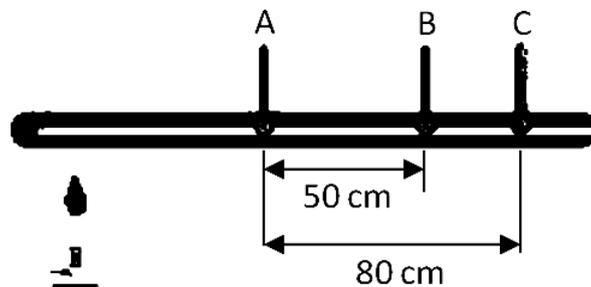
Para intervalos de temperaturas entre 5 °C e 50 °C, o calor específico (c) de uma determinada substância varia com a temperatura (t) de acordo com a equação  $c = \frac{t}{60} + \frac{2}{15}$ , onde c é dado em cal/g°C e t em °C. A quantidade de calor necessária para aquecer 60 g desta substância de 10 °C até 22°C é:

- A) 350 cal
- C) 480 cal

- B) 120 cal
- D) 288 cal

**09. (AFA)**

A figura mostra uma barra metálica de secção reta constante sendo aquecida por uma chama de um fogareiro.



Quando se estabelece o regime estacionário de condução do calor, os termômetros A e C registram 200°C e 80°C, respectivamente. Assim, a leitura no termômetro B será de:

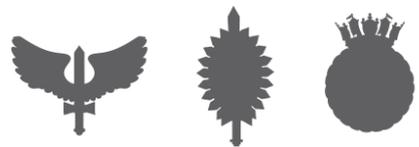
- A) 100 °C
- C) 140 °C

- B) 125 °C
- D) 155 °C

**10. (AFA)**

Uma das aplicações do fenômeno da condução térmica é o uso de telas metálicas. Sabe-se que, colocando um recipiente de vidro comum diretamente numa chama, ele se rompe. No entanto, interpondo uma tela metálica entre a chama e o recipiente, a ruptura não acontece porque:

- A) os gases não queimam na região logo acima da tela, pois ali a temperatura não alcança valores suficientemente elevados.
- B) há uma diferença entre os coeficientes de dilatação linear da tela e do recipiente.
- C) a tela, por ser boa condutora, transmite rapidamente o calor para todos os pontos de sua própria extensão.
- D) como são dois corpos, o aumento da temperatura não é suficiente para que seja verificada uma dilatação aparente.



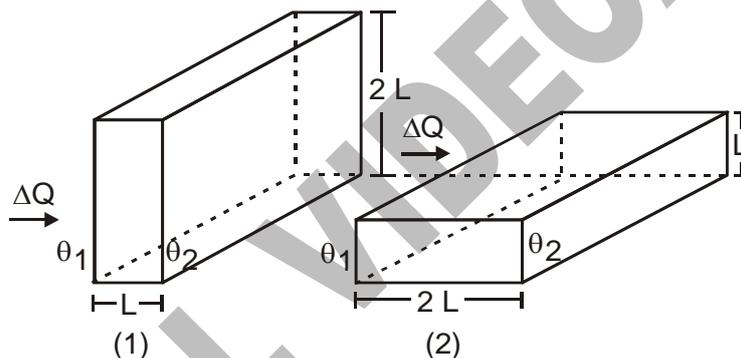
**11. (AFA)**

Um médico durante uma consulta percebe que seu termômetro está com a escala apagada, então pede a sua secretária que enquanto ele examina o paciente, coloque o termômetro em contato com gelo fundente e logo depois com vapor d'água (pressão normal). Para cada medida, a secretária anota a altura atingida pela coluna de mercúrio como sendo 10 cm e 30 cm, respectivamente. Nesse meio tempo, o médico acha um outro termômetro e mede a temperatura do paciente: 36° C. A secretária conseguiu calibrar corretamente o termômetro de escala apagada e verificou que a altura atingida pela coluna de mercúrio ao medir a temperatura do paciente era, em cm:

- A) 6,7.
- B) 18,0.
- C) 20,7.
- D) 17,2.

**12. (AFA)**

Suponha que uma determinada quantidade de calor  $\Delta Q$  flua, em regime estacionário, através de uma barra de uma superfície mantida à temperatura  $\theta_1$ , para superfície oposta mantida à temperatura  $\theta_2$ , nas situações 1 e 2, abaixo ilustradas.



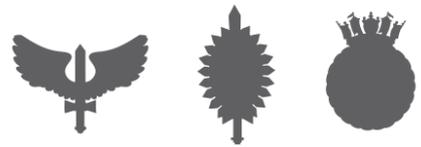
A mesma quantidade de calor  $\Delta Q$  gasta tempos  $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$  para atravessar a barra nas situações 1 e 2, respectivamente. A razão  $\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}$  vale:

- A) 1/4
- B) 1/2
- C) 2
- D) 4

**13. (AFA)**

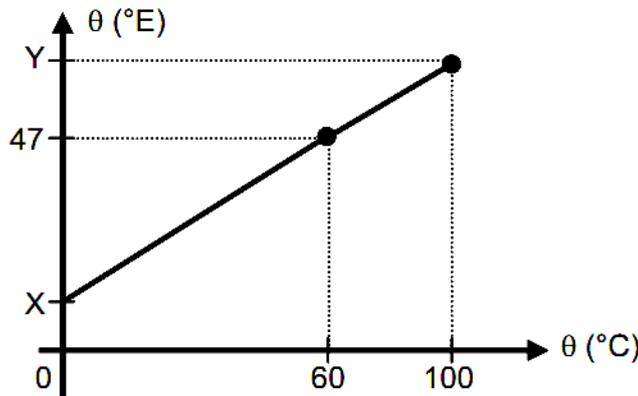
Duas substâncias, A e B, se encontram à mesma temperatura de 20°C e cada qual termicamente isolada. Fornecendo a mesma quantidade de calor a cada uma delas, verifica-se que a temperatura de A passa a ser de 60 °C e que a temperatura de B passa a ser de 80 °C. A partir dessa situação, as substâncias são colocadas em contato térmico. A temperatura final de equilíbrio é, em °C:

- A) 64
- B) 70
- C) 72
- D) 68



**14. (AFA)**

O gráfico abaixo, representa a relação entre a temperatura medida numa escala arbitrária E e a temperatura na escala Celsius.



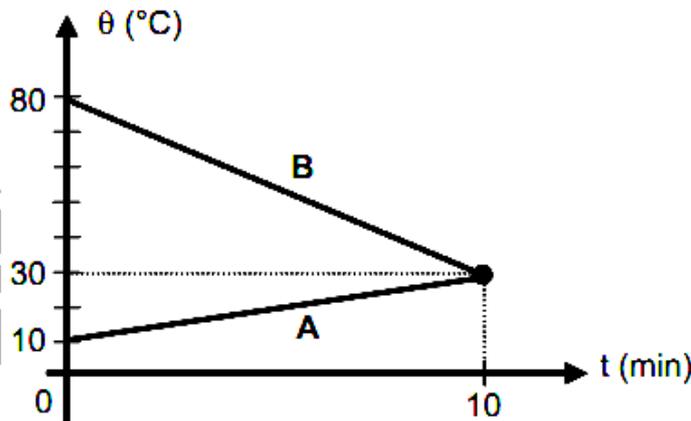
A equação que representa corretamente a relações entre Y e X é:

- A)  $Y = \frac{235 - 2X}{3}$
- C)  $Y = \frac{235 + 8X}{5}$

- B)  $Y = \frac{141 + 2X}{3}$
- D)  $Y = \frac{141 - 8X}{5}$

**15. (AFA)**

Um corpo A foi colocado em contato com outro corpo B, e suas temperaturas variam de acordo com o gráfico abaixo.

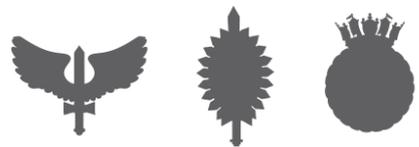


Sendo a massa de B o dobro da massa de A, e considerando que as trocas de calor tenham ocorrido apenas entre os dois, a razão entre o calor específico de A e o calor específico de B ( $c_A/c_B$ ) vale:

- A) 2,5
- B) 5,0
- C) 0,4
- D) 0,2

**16. (AFA)**

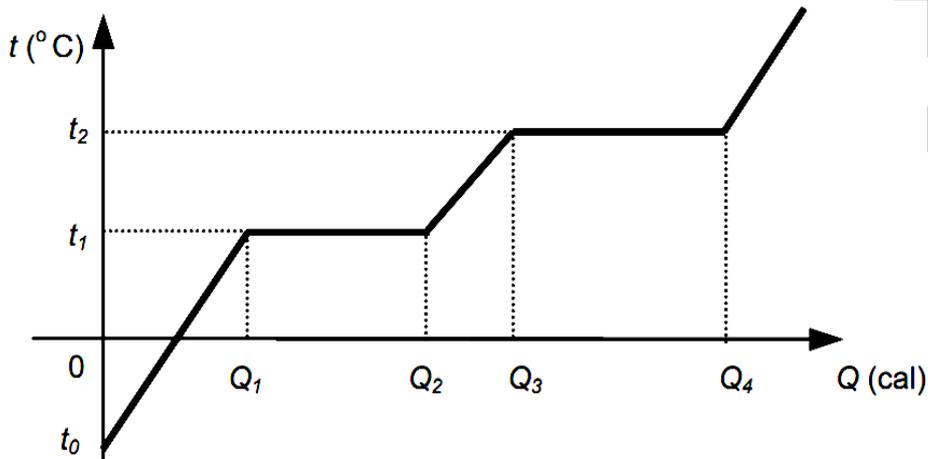
Para o cultivo de flores em lugares frios, é necessário a construção de estufas com cobertura de plástico transparente. Com isso, a temperatura no interior fica bem mais elevada que a do exterior. Considere as afirmações:



- I- O calor entra por condução e sai muito pouco por convecção.
  - II- O calor entra por radiação e sai muito pouco por convecção.
  - III- O calor entra por radiação e sai muito pouco por condução.
  - IV- O calor entra por condução e convecção e só pode sair por radiação.
- A(s) alternativa(s) que pode(m) justificar a elevada temperatura do interior da estufa é(são):
- A) I e II.
  - B) II e III.
  - C) IV.
  - D) I e III.

**17. (AFA)**

Considere o diagrama abaixo que mostra a curva de aquecimento de  $m$  gramas de uma substância pura ao receber calor.



É correto afirmar que:

- A) O calor específico da substância no estado sólido é  $Q_1/(m \cdot t_1)$ .
- B) O calor latente de fusão é  $Q_2/m$ .
- C) Após o fornecimento da quantidade de calor  $(Q_2 - Q_1)/2$  tem-se  $m/2$  gramas da substância no estado sólido.
- D) O calor específico da substância no estado líquido é  $Q_1/[m(t_2 - t_1)]$ .

**18. (AFA)**

Deseja-se resfriar um barril de vinho, dispondo-se de uma única pedra de gelo. O resfriamento se dará com **MAIOR** eficiência na alternativa:

A)



C)

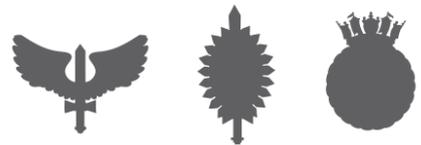


B)



D)





**19. (AFA)**

Um corpo homogêneo e maciço de massa  $M$  e coeficiente de dilatação volumétrica constante  $\gamma$  é imerso inicialmente em um líquido também homogêneo à temperatura de  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , e é equilibrado por uma massa  $m_1$  através de uma balança hidrostática, como mostra a figura abaixo. Levando o sistema, formado pelo corpo imerso e o líquido, a uma nova temperatura de equilíbrio  $x$  a condição de equilíbrio da balança hidrostática é atingida com uma nova massa igual a  $m_2$ , na ausência de quaisquer resistências.

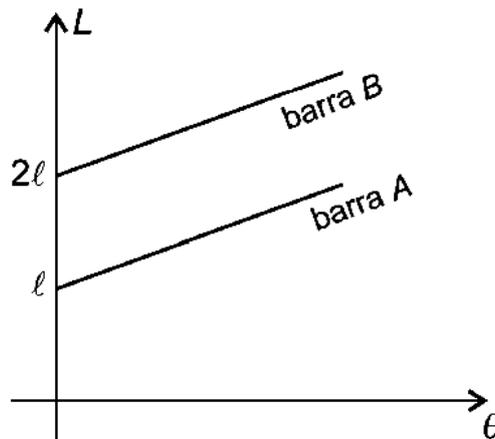


Nessas condições, o coeficiente de dilatação volumétrica real do líquido pode ser determinado por:

- A)  $\left(\frac{m_2 - m_1}{M - m_2}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{M - m_1}{M - m_2}\right) \gamma$
- B)  $\left(\frac{m_2 - m_1}{M - m_1}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{M - m_2}{M - m_1}\right) \gamma$
- C)  $\left(\frac{M - m_1}{M - m_2}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{m_2 - m_1}{M - m_2}\right) \gamma$
- D)  $\left(\frac{m_2 - m_1}{M - m_2}\right) \frac{1}{x} + \left(\frac{M - m_1}{M - m_2}\right) \gamma$

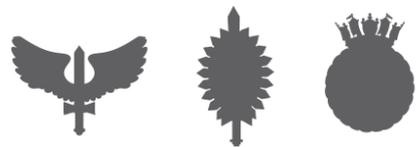
**20. (AFA)**

No gráfico a seguir, está representado o comprimento  $L$  de duas barras A e B em função da temperatura  $\theta$ .



Sabendo-se que as retas que representam os comprimentos da barra A e da barra B são paralelas, pode-se afirmar que a razão entre o coeficiente de dilatação linear da barra A e o da barra B é:

- A) 0,25
- B) 0,50
- C) 1,00
- D) 2,00



**21. (AFA)**

Um recipiente tem capacidade de  $3.000 \text{ cm}^3$  a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  e está completamente cheio de um determinado líquido. Ao aquecer o conjunto até  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ , transbordam  $27 \text{ cm}^3$ . O coeficiente de dilatação aparente desse líquido, em relação ao material de que é feito o recipiente é, em  $^\circ\text{C}^{-1}$ , igual a:

- A)  $3,0 \cdot 10^{-5}$
- B)  $9,0 \cdot 10^{-5}$
- C)  $2,7 \cdot 10^{-4}$
- D)  $8,1 \cdot 10^{-4}$

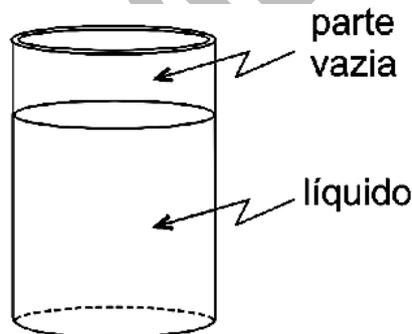
**22. (AFA)**

Um frasco de vidro, cujo volume é  $2000 \text{ cm}^3$  a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , está completamente cheio de mercúrio a esta temperatura. Sabe-se que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é  $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e o coeficiente de dilatação linear do vidro de que é feito o frasco é  $10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ . O volume de mercúrio que irá entornar, em  $\text{cm}^3$ , quando o conjunto for aquecido até  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ , será:

- A) 6
- B) 18
- C) 36
- D) 30

**23. (AFA)**

O recipiente mostrado na figura apresenta 80% de sua capacidade ocupada por um líquido. Verifica-se que, para qualquer variação de temperatura, o volume da parte vazia permanece constante.



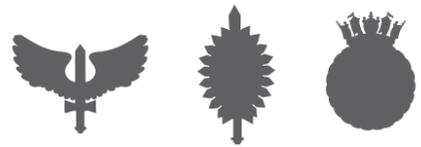
Pode-se afirmar que a razão entre os coeficientes de dilatação volumétrica do recipiente e do líquido vale:

- A) 0,72
- B) 1,00
- C) 0,92
- D) 0,80

**24. (AFA)**

Ao se colocar água muito quente num copo de vidro comum geralmente ele trinca, enquanto que um copo de vidro pirex dificilmente trinca. Isso ocorre devido ao fato de que:

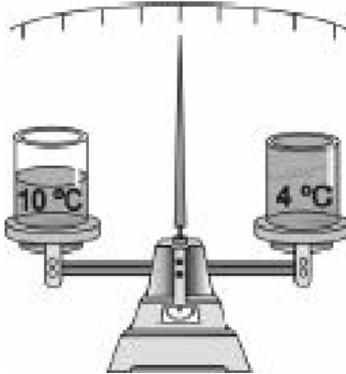
- A) o calor específico do vidro pirex é maior que o do vidro comum.
- B) para aquecimentos iguais o vidro comum sofre maior variação de temperatura.
- C) o coeficiente de dilatação do vidro comum é maior que o do vidro pirex.
- D) são ambos materiais anisotrópicos.



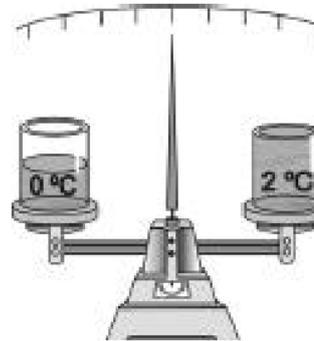
25. (AFA)

Dispõe-se de uma balança de braços iguais e recipientes idênticos contendo água cuja temperatura está indicada na figura de cada alternativa. Aquela que mostra corretamente a situação de equilíbrio é:

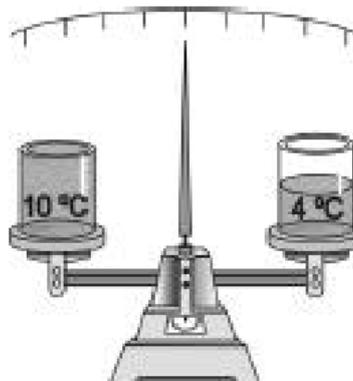
A)



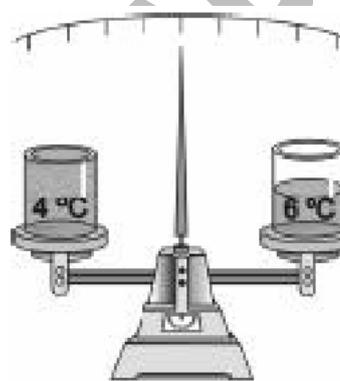
B)



C)

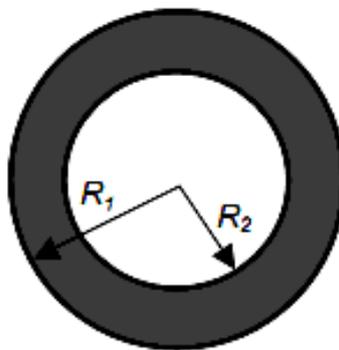


D)



26. (AFA)

A figura abaixo mostra um disco metálico de raio  $R_1$  com um orifício circular concêntrico, de raio  $R_2$ . À temperatura  $t_0$ , a relação entre esses raios é  $R_1 = 2R_2$ . À temperatura  $t > t_0$ , a relação entre os raios do disco  $R'_1$  e do orifício  $R'_2$  será:

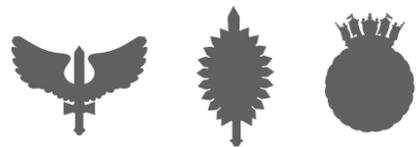


A)  $R'_1 = R'_2$

B)  $R'_1 = 4R'_2$

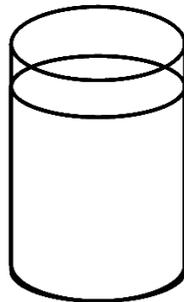
C)  $R'_1 = 0,5R'_2$

D)  $R'_1 = 2R'_2$



**27. (AFA)**

A figura abaixo mostra um recipiente que está com 95% de volume ocupado por um líquido, inicialmente a 10 °C.

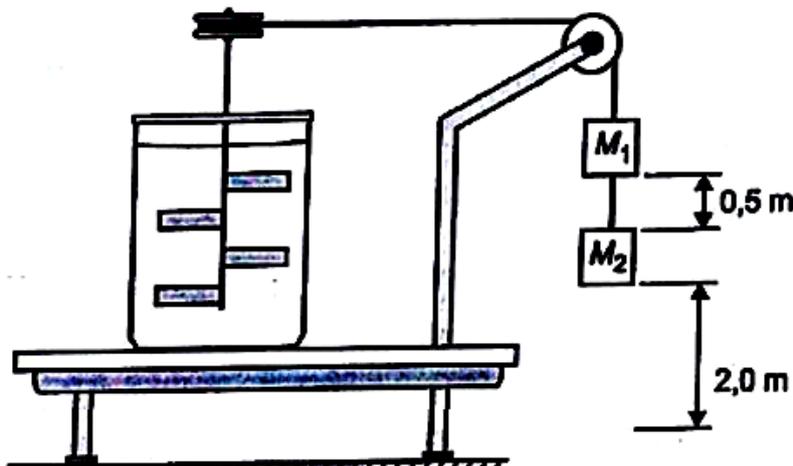


Sendo os coeficientes de dilatação linear do recipiente e volumétrico do líquido, respectivamente, iguais a  $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  e  $5,8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , pode-se afirmar que o:

- A) recipiente estará completamente cheio a 110 °C.
- B) volume da parte vazia não se altera.
- C) recipiente estará com 98% de seu volume ocupado a 110 °C.
- D) recipiente só estará completamente cheio a 220°C.

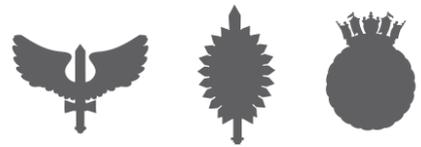
**28. (AFA)**

Um estudante, ao repetir a experiência de James P. Joule para a determinação do equivalente mecânico do calor, fez a montagem da figura abaixo.



Para conseguir o seu objetivo, ele deixou os corpos de massa  $M_1 = 6,0 \text{ kg}$  e  $M_2 = 4,0 \text{ kg}$  caírem 40 vezes com velocidade constante de uma altura de 2,0 m, girando as pás e aquecendo 1,0 kg de água contida no recipiente adiabático. Admitindo que toda variação de energia mecânica ocorrida durante as quedas dos corpos produza aquecimento da água, que os fios e as polias sejam ideais e que o calor específico da água seja igual a  $4,0 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ , o aumento de temperatura dela, em °C, foi de:

- A) 2,0
- B) 4,0
- C) 6,0
- D) 8,0



**29. (AFA)**

Dispõe-se de duas máquinas térmicas de Carnot. A máquina 1 trabalha entre as temperaturas de 227 °C e 527°C, enquanto a máquina 2 opera entre 227 K e 527 K. Analise as afirmativas a seguir e responda ao que se pede.

I- A máquina 2 tem maior rendimento que a máquina 1.

II- Se a máquina 1 realizar um trabalho de 2000 J terá retirado 6000 J de calor da fonte quente.

III- Se a máquina 2 retirar 4000 J de calor da fonte quente irá liberar aproximadamente 1720 J de calor para a fonte fria.

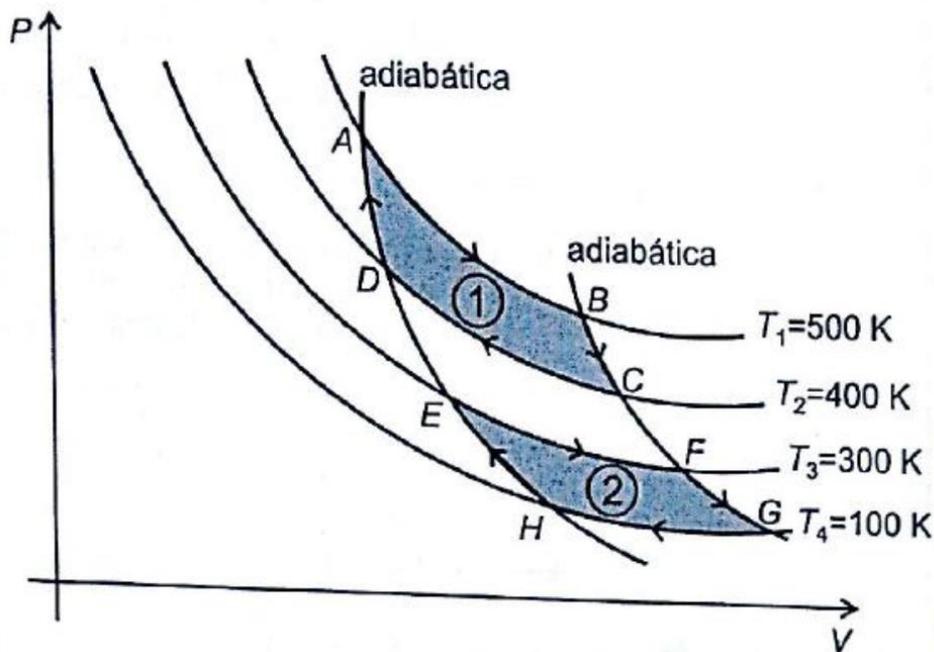
IV- Para uma mesma quantidade de calor retirada da fonte quente pelas duas máquinas, a máquina 2 rejeita mais calor para a fonte fria.

São corretas apenas:

- A) I e II
- B) I e III
- C) II e IV
- D) III e IV

**30. (AFA)**

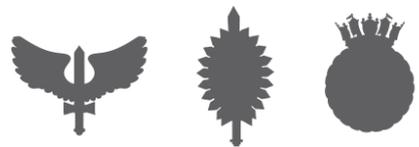
Considere um gás ideal que pode ser submetido a duas transformações cíclicas reversíveis e não simultâneas, 1 e 2, como mostrado no diagrama PV abaixo.



Na transformação 1 o gás recebe uma quantidade de calor  $Q_1$  de uma fonte quente à temperatura  $T_1$  e cede a quantidade de calor  $Q_2$  para a fonte fria à temperatura  $T_2$ . Enquanto que, na transformação 2, as quantidades de calor recebida,  $Q'_1$ , e cedida  $Q'_2$ , são trocadas respectivamente com duas fontes às temperaturas  $T_3$  e  $T_4$ .

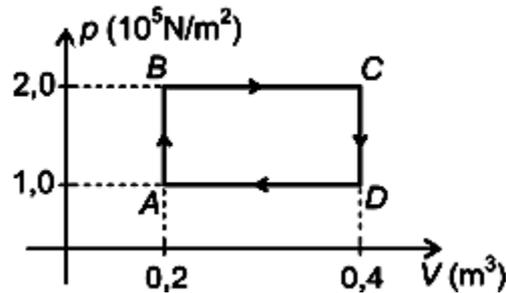
Nessas condições, é correto afirmar que:

- A) a variação da entropia nas transformações BC, DA, FG e HE é não nula.
- B) nas transformações AB e EF, a variação da entropia é negativa, enquanto que, nas transformações CD e GH, é positiva.
- C) na transformação 1, a variação da entropia é não nula e  $Q_1 = 5Q_2 / 4$
- D) na transformação 2, a variação da entropia é nula e  $Q'_1 = 3Q'_2$ .



**31. (AFA)**

Uma máquina térmica funciona fazendo com que 5 mols de um gás ideal percorra o ciclo AB-CDA representado na figura.



Sabendo-se que a temperatura em A é 227 °C, que os calores específicos molares do gás, a volume constante e a pressão constante, valem, respectivamente,  $\frac{3}{2} R$  e  $\frac{5}{2} R$  e que R vale aproximadamente 8 J/mol K, o rendimento dessa máquina, em porcentagem, está mais próximo de:

- A) 12
- B) 15
- C) 18
- D) 21

**32. (AFA)**

O motor de um determinado veículo consome 8,0 litros de combustível em uma hora. Sabendo-se que o calor de combustão desse combustível é de 10000 cal/g, que sua densidade é 0,675 g/cm<sup>3</sup> e que o motor desenvolve uma potência de 24 kW, o rendimento desse motor, em porcentagem, é de (considere 1 cal = 4 J):

- A) 32
- B) 36
- C) 40
- D) 44

**33. (AFA)**

Um motorista calibra os pneus de seu carro com uma pressão de 30 libras/pol<sup>2</sup> a uma temperatura de 27 °C. Após uma viagem, a temperatura deles subiu para 47 °C. Desprezando-se a variação de volume dos pneus e sabendo-se que 10% da massa de ar contida em um dos pneus escapou pela válvula durante a viagem, a pressão do ar neste pneu, ao término desta viagem, em libras/pol<sup>2</sup>, é de aproximadamente:

- A) 25
- B) 26
- C) 29
- D) 32

**34. (AFA)**

Com relação às máquinas térmicas e a Segunda Lei da Termodinâmica, analise as proposições a seguir.

I- Máquinas térmicas são dispositivos usados para converter energia mecânica em energia térmica com conseqüente realização de trabalho.

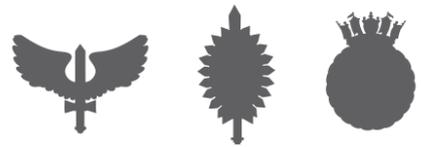
II- O enunciado da Segunda Lei da Termodinâmica, proposto por Clausius, afirma que o calor não passa espontaneamente de um corpo frio para um corpo mais quente, a não ser forçado por um agente externo como é o caso do refrigerador.

III- É possível construir uma máquina térmica que, operando em transformações cíclicas, tenha como único efeito transformar completamente em trabalho a energia térmica de uma fonte quente.

IV- Nenhuma máquina térmica operando entre duas temperaturas fixadas pode ter rendimento maior que a máquina ideal de Carnot, operando entre essas mesmas temperaturas.

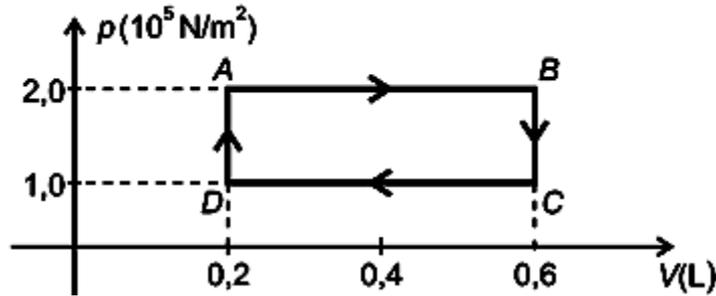
São **CORRETAS** apenas:

- A) I e II
- B) II e III
- C) I, III e IV
- D) II e IV



35. (AFA)

O diagrama abaixo representa um ciclo realizado por um sistema termodinâmico constituído por  $n$  mols de um gás ideal.

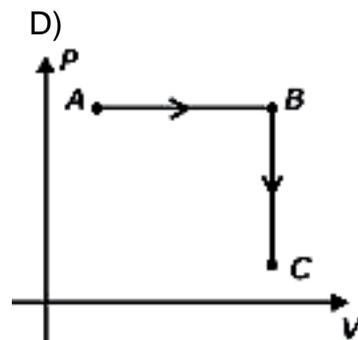
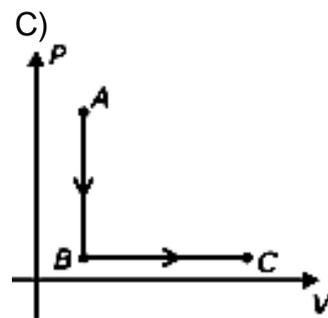
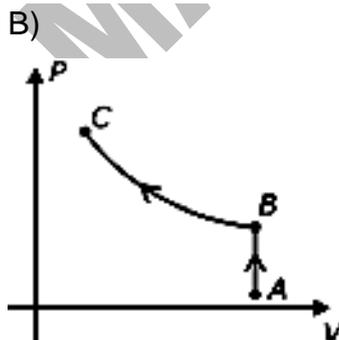
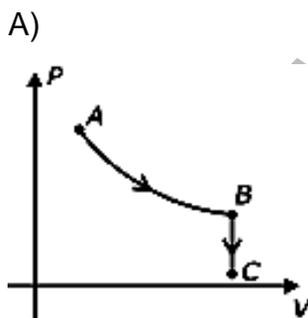
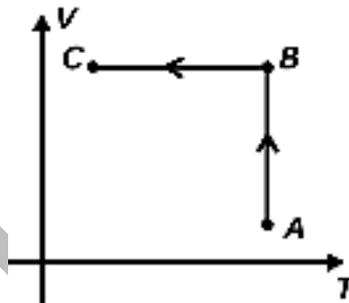


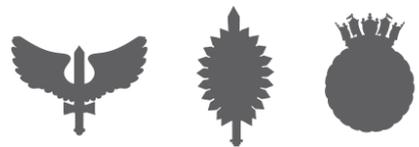
Sabendo-se que em cada segundo o sistema realiza 40 ciclos iguais a este, é correto afirmar que a(o):

- A) potência desse sistema é de 1600 W.
- B) trabalho realizado em cada ciclo é - 40 J.
- C) quantidade de calor trocada pelo gás com o ambiente em cada ciclo é nula.
- D) temperatura do gás é menor no ponto C.

36. (AFA)

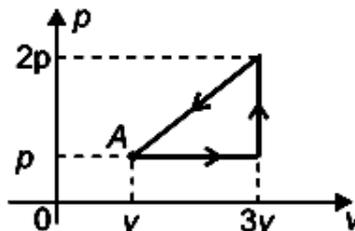
No diagrama a seguir, do volume ( $V$ ) em função da temperatura absoluta ( $T$ ), estão indicadas as transformações AB e BC sofridas por uma determinada massa de gás ideal.





**37. (AFA)**

O diagrama a seguir representa o ciclo percorrido por 3 mols de um gás perfeito.

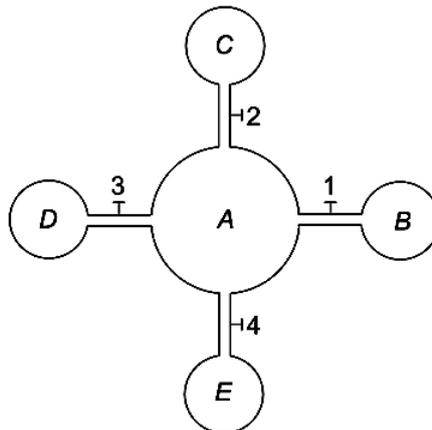


Sabendo-se que no estado A a temperatura é  $-23^{\circ}\text{C}$  e considerando  $R = 8 \text{ J/mol K}$ , o trabalho, em joules, realizado pelo gás no ciclo é:

- A) 12000
- B) - 6000
- C) 1104
- D) - 552

**38. (AFA)**

O gás contido no balão A de volume  $V$  e pressão  $p$  é suavemente escoado através de dutos rígidos e de volumes desprezíveis, para os balões B, C, D e E, idênticos e inicialmente vazios, após a abertura simultânea das válvulas 1, 2, 3 e 4, como mostra a figura abaixo.

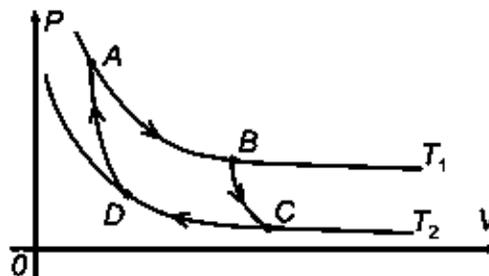


Após atingido o equilíbrio, a pressão no sistema de balões assume o valor  $p/3$ . Considerando que não ocorre variação de temperatura, o volume de dois dos balões menores é:

- A)  $0,5 V$
- B)  $1,0 V$
- C)  $1,5 V$
- D)  $2,0 V$

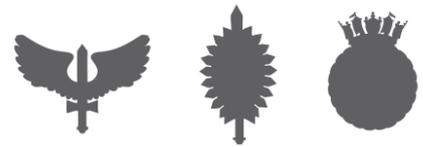
**39. (AFA)**

A figura a seguir representa o Ciclo de Carnot realizado por um gás ideal que sofre transformações numa máquina térmica.



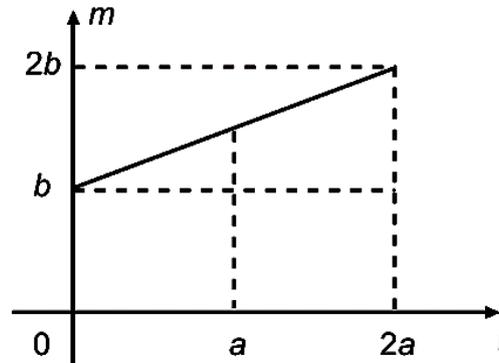
Considerando-se que o trabalho útil fornecido pela máquina, em cada ciclo, é igual a  $1500 \text{ J}$  e, ainda que,  $T_1 = 600 \text{ K}$  e  $T_2 = 300 \text{ K}$ , é INCORRETO afirmar que:

- A) a quantidade de calor retirada da fonte quente é de  $3000 \text{ J}$ .
- B) de A até B o gás se expande isotermicamente.
- C) de D até A o gás é comprimido sem trocar calor com o meio externo.
- D) de B até C o gás expande devido ao calor recebido do meio externo.



**40. (AFA)**

Um cilindro de volume constante contém determinado gás ideal à temperatura  $T_0$  e pressão  $p_0$ . Mantém-se constante a temperatura do cilindro e introduz-se, lentamente, a partir do instante  $t = 0$ , certa massa do mesmo gás. O gráfico ao lado representa a massa  $m$  de gás existente no interior do cilindro em função do tempo  $t$ .



Nessas condições, a pressão do gás existente no recipiente, para o instante  $t = a$ , é igual a:

- A)  $1,5 p_0$
- B)  $2,0 p_0$
- C)  $2,5 p_0$
- D)  $4,0 p_0$

**41. (AFA)**

$n$  mols de um gás ideal possui volume  $v$  e pressão  $p$ , quando sofre as seguintes transformações sucessivas:

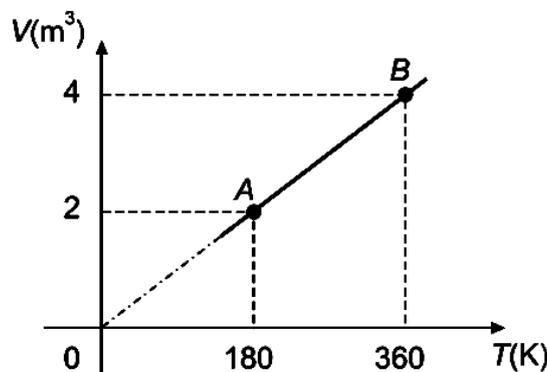
- I- expansão isobárica até atingir o volume  $2v$ ;
- II- aquecimento isométrico até a pressão tornar-se igual a  $3p$ ;
- III- compressão isobárica até retornar ao volume  $v$ ;
- IV- resfriamento isométrico até retornar ao estado inicial.

Assim, o trabalho trocado pelo gás, ao percorrer o ciclo descrito pelas transformações acima, vale:

- A) zero
- B)  $-2pv$
- C)  $3pv$
- D)  $-Npv$

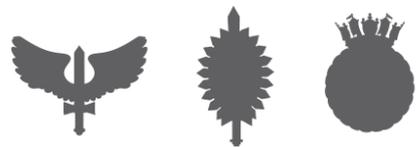
**42. (AFA)**

A variação volumétrica de um gás, em função da temperatura, à pressão constante de  $6 \text{ N/m}^2$  está indicada no gráfico.



Se, durante a transformação de A para B, o gás receber uma quantidade de calor igual a  $20 \text{ J}$ , a variação da energia interna do gás será igual, em joules, a:

- A) 32
- B) 24
- C) 12
- D) 8



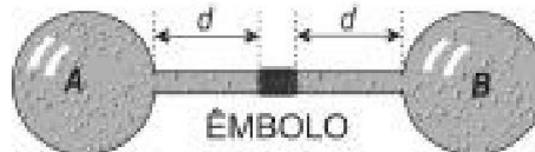
**43. (AFA)**

Pela manhã, um motorista calibra os pneus de seu carro sob uma pressão de  $28,0 \text{ lb/pol}^2$  quando a temperatura era de  $7 \text{ }^\circ\text{C}$ . À tarde, após rodar bastante, a temperatura dos pneus passou a ser  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . Considerando que o volume dos pneus se mantém constante e que o comportamento do ar seja de um gás ideal, a pressão nos pneus aquecidos, em  $\text{lb/pol}^2$ , passou a ser:

- A) 30  
 B) 31  
 C) 33  
 D) 35

**44. (AFA)**

Um sistema é formado por dois reservatórios, A e B, de mesmo volume, ligados por um tubo longo, com área de secção transversal constante e igual a  $S$ , conforme indica o esquema abaixo:



Enche-se os reservatórios com dois tipos de gases ideais, à mesma temperatura absoluta  $T_0$  e mesmo volume  $V_0$ , que ficam separados por um êmbolo que pode deslizar sem atrito. O êmbolo permanece no interior do tubo durante uma transformação em que a temperatura do gás do reservatório A é duplicada, enquanto o gás do reservatório B é mantido sob temperatura constante  $T_0$ . Assim, o deslocamento do êmbolo foi de:

- A)  $2V_0 / S$   
 B)  $V_0 / 3S$   
 C)  $3SV_0$   
 D)  $4V_0 / 3S$

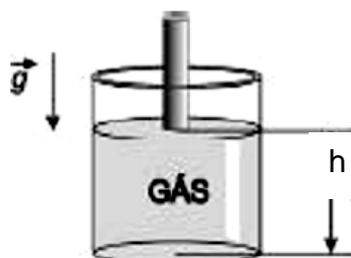
**45. (AFA)**

Com recursos naturais cada vez mais escassos, urge-se pensar em novas fontes alternativas de energia. Uma das ideias sugeridas consiste em se aproveitar a energia térmica dos oceanos, cuja água pode apresentar em uma superfície uma temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  e no fundo temperatura em torno de  $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Um motor térmico operando neste intervalo de temperatura poderia ter um rendimento de:

- A) 3,0%  
 B) 7,5%  
 C) 9,0 %  
 D) 27%

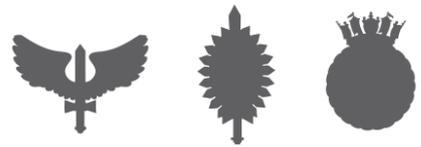
**46. (AFA)**

A figura mostra um cilindro que contém um gás ideal, com um êmbolo livre para se mover sem atrito. À temperatura de  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ , a altura  $h$  na qual o êmbolo se encontra em equilíbrio vale  $20 \text{ cm}$ .



Aquecendo-se o cilindro à temperatura de  $39 \text{ }^\circ\text{C}$  e mantendo-se inalteradas as demais características da mistura, a nova altura  $h$  será, em cm:

- A) 10,8  
 B) 20,4  
 C) 20,8  
 D) 10,4

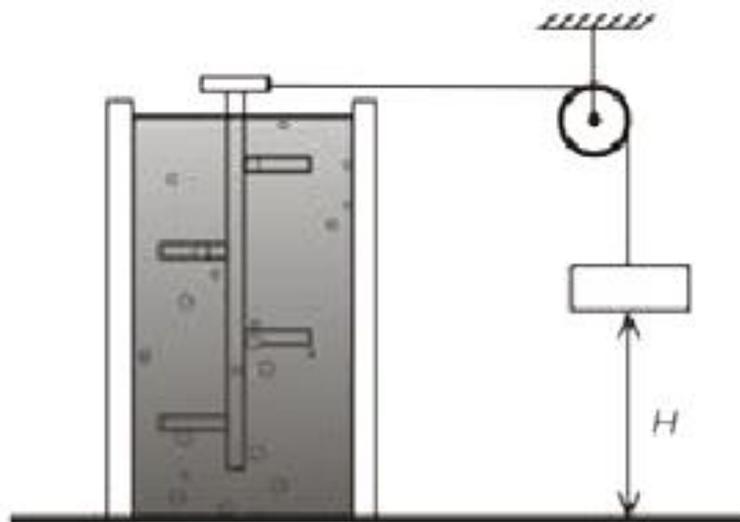


**47. (AFA)**

No início do curso de compressão, o cilindro de um motor diesel contém  $800 \text{ cm}^3$  de ar, à pressão atmosférica (1 atm) e à temperatura de  $27^\circ \text{ C}$ . No fim desse curso, o volume de ar foi reduzido para  $50 \text{ cm}^3$  e a pressão manométrica aumentada para 40 atm. A variação de temperatura da massa de ar no cilindro foi de:

- A)  $450^\circ \text{ C}$
- B)  $477^\circ \text{ C}$
- C)  $177^\circ \text{ C}$
- D)  $750^\circ \text{ C}$

**48. (AFA)** A figura apresenta o esquema simplificado da experiência de Joule. O bloco tem massa 10 kg e está a uma altura  $H = 4,20 \text{ m}$ . Quando ele cai, produz o movimento das pás, mergulhadas em 1 kg de água. Supondo que toda variação de energia potencial gravitacional do sistema foi transformada em calor, considerando  $c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ \text{ C}$  e  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$ , a variação de temperatura da água é:



- A)  $0,1^\circ \text{ C}$
- B)  $0,4^\circ \text{ C}$
- C)  $0,8^\circ \text{ C}$
- D)  $1,0^\circ \text{ C}$

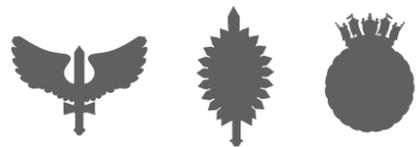
**49. (AFA)**

Considere um recipiente fechado contendo um líquido que ocupa somente  $3/4$  do volume desse recipiente. Quando esse líquido está em equilíbrio dinâmico com seu vapor, pode-se afirmar que:

- I- o vapor, nas condições descritas, é denominado vapor saturante.
- II- o vapor está exercendo pressão máxima e essa cresce com o aumento da temperatura.
- III- não há transferência de moléculas entre o líquido e o vapor.
- IV- essa situação de equilíbrio líquido-vapor ocorre nos botijões de “gás” liquefeito de petróleo, usados na cozinha.

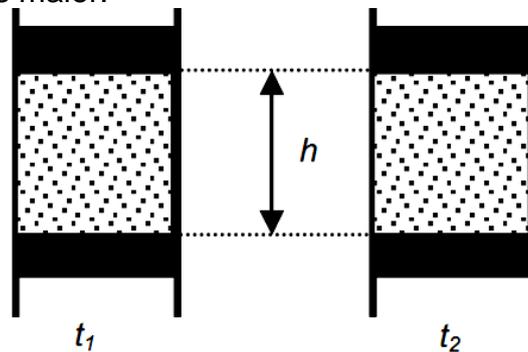
São verdadeiras:

- A) apenas I, II e III
- B) apenas I, II e IV
- C) apenas II, III e IV
- D) I, II, III e IV



**50. (AFA)**

Dois mols de um gás perfeito estão confinados em um recipiente como ilustra a figura. A temperatura inicial do conjunto, em °C, vale  $t_1$ . Após o aquecimento, a pressão do gás no interior do recipiente torna-se três vezes maior.



Nas condições apresentadas, a temperatura final do conjunto ( $t_2$ ), em kelvin, será:

- A)  $3t_1$
- B)  $t_1 + 819$
- C)  $t_1$
- D)  $3t_1 + 819$

**51. (AFA)**

Uma máquina térmica, que opera segundo o ciclo de Carnot e cujo reservatório a baixa temperatura encontra-se a 27 °C, apresenta um rendimento de 40%. A variação da temperatura em kelvin, da fonte quente, a fim de aumentarmos seu rendimento em 10%, será:

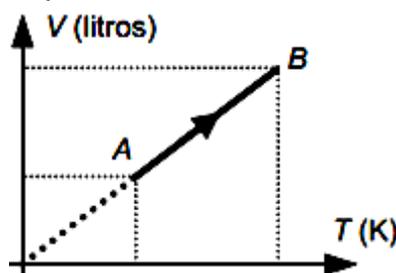
- A) 300
- B) 500
- C) 100
- D) 600

**52. (AFA)** Um projétil de chumbo ( $c = 120 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ ) se movimenta horizontalmente com velocidade de 100 m/s e colide com uma parede ficando nela alojado. Durante o choque, 60% da energia cinética se transforma em calor e 80% desse calor é absorvido pelo projétil. A temperatura correspondente ao ponto de fusão do chumbo é 327 °C e o projétil se encontra inicialmente à temperatura de 25 °C. Nessas condições, pode-se afirmar que o projétil:

- A) se funde, pois o calor que ele absorve é mais que o necessário para ele atingir 327 °C.
- B) não se funde, pois sua temperatura não varia.
- C) não se funde, mas sua temperatura atinge 327 °C.
- D) não se funde, pois sua temperatura aumenta apenas 20 °C.

**53. (AFA)**

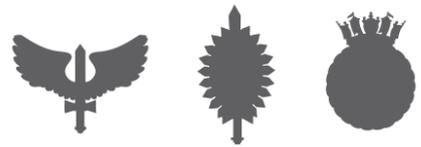
Um gás ideal evolui de um estado A para um estado B, de acordo com o gráfico a seguir:



São feitas três afirmações a respeito desse gás ao evoluir de A para B.

- I- A sua pressão aumentou.
  - II- Ele realizou trabalho.
  - III- Ele recebeu calor.
- É(são) verdadeiro(s) apenas o(s) item(ns):

- A) II
- B) II e III
- C) I e III
- D) I



**54. (AFA)**

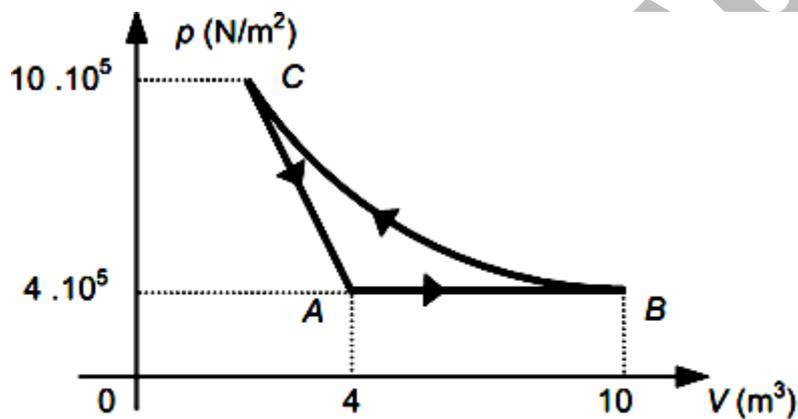
Um mergulhador encontra-se em repouso no fundo do mar a uma profundidade de 10 m. A massa total do mergulhador, incluindo equipamentos e acessórios é de 100 kg. Num determinado instante, percebendo a presença de um tubarão, ele resolve subir rapidamente. Para obter uma aceleração inicial, o mergulhador enche um balão dos seus acessórios com todo o ar comprimido existente em um de seus tubos de oxigênio.

Considere o volume do tubo equivalente a 20% do volume total (mergulhador - equipamentos - acessórios) e que o ar comprimido se comporte como um gás ideal, estando dentro do tubo a uma pressão de  $5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Ao passar instantaneamente do tubo para o balão, sem sofrer alteração na sua temperatura, o ar fará com que o mergulhador sofra uma aceleração, em  $\text{m/s}^2$ , de:

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5

**55. (AFA)**

Um gás perfeito sofre as transformações conforme o gráfico a seguir.

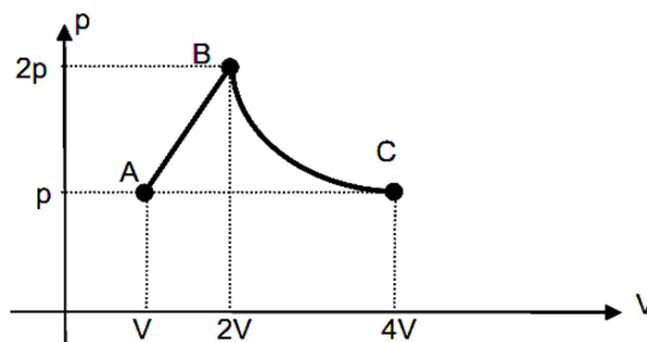


O trabalho, em joules, realizado na transformação AB é:

- A)  $4,0 \cdot 10^6$
- B)  $1,6 \cdot 10^6$
- C) zero
- D)  $2,4 \cdot 10^6$

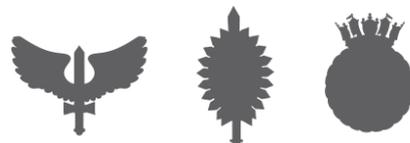
**56. (AFA)**

Um gás ideal monoatômico sofre as transformações AB e BC representadas no gráfico  $p \times V$  abaixo.



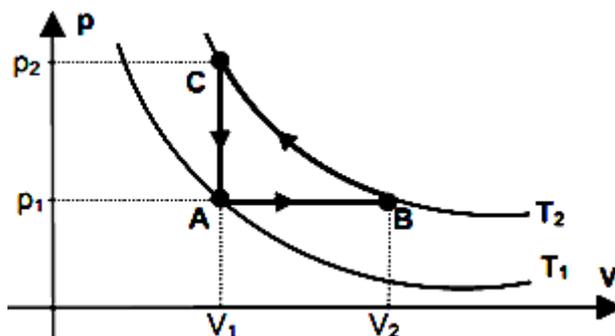
Analisando o gráfico pode-se afirmar que, na transformação:

- A) AB, o gás recebe calor do meio externo.
- B) BC, a energia interna do gás aumenta.
- C) AB, o gás perde calor para o meio externo.
- D) BC, a energia interna do gás diminui.

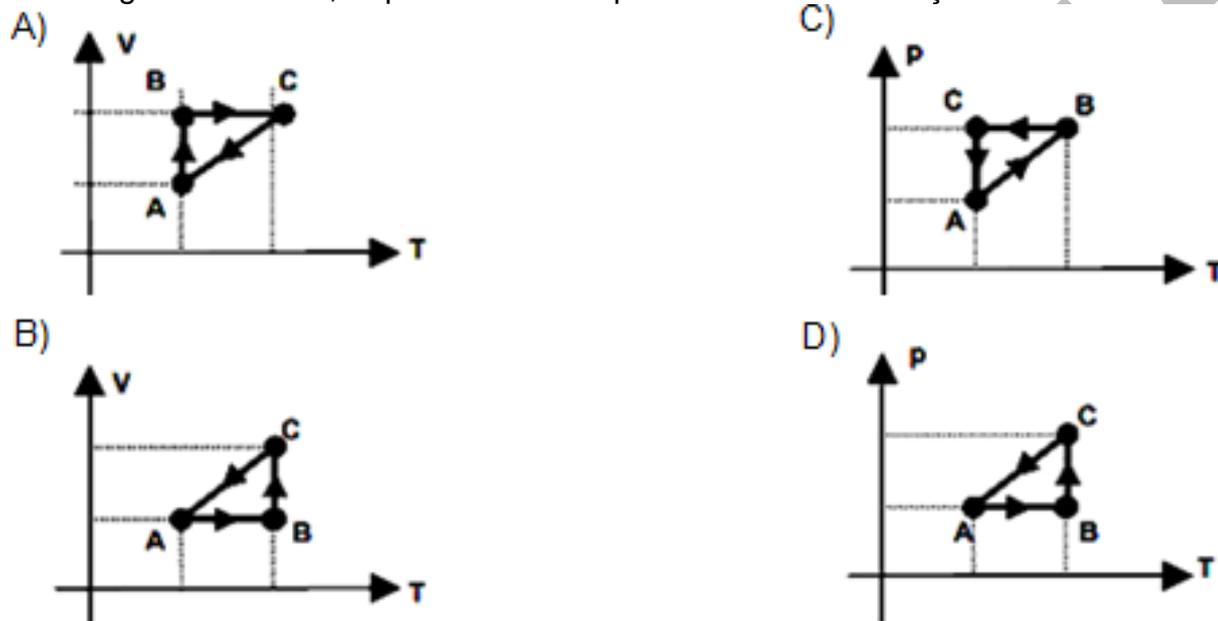


57. (AFA)

Um gás ideal sofre a transformação cíclica ABCA indicada no seguinte gráfico:



Dos diagramas abaixo, o que **MELHOR** representa a transformação anterior é:



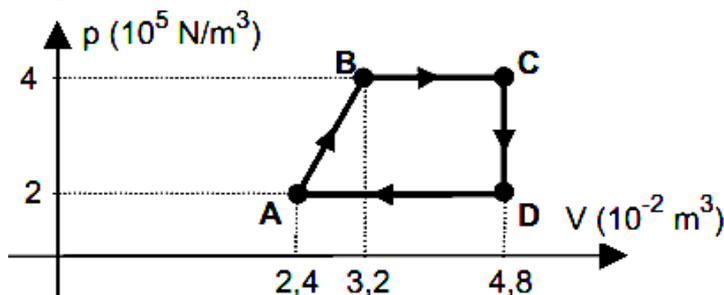
58. (AFA)

Um motor térmico que funciona segundo o Ciclo de Carnot, absorve 400 cal de uma fonte quente a 267°C e devolve 220 cal para uma fonte fria. A temperatura da fonte fria, em °C, é:

- A) 12
- B) 24
- C) 147
- D) 297

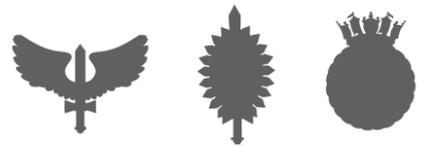
59. (AFA)

Uma máquina térmica funciona de acordo com o ciclo dado pela figura abaixo. Essa máquina foi construída usando dois mols de um gás ideal monoatômico, e no decorrer de cada ciclo não há entrada nem saída de gás no reservatório que o contém.



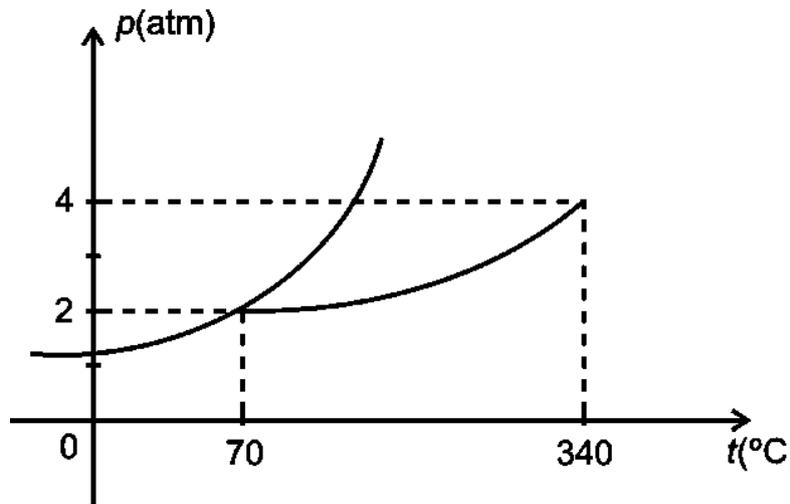
O máximo rendimento e o trabalho realizado por essa máquina valem, respectivamente:

- A) 13% e  $8 \times 10^2$  J
- B) 75% e  $8 \times 10^2$  J
- C) 13% e  $4 \times 10^3$  J
- D) 75% e  $4 \times 10^3$  J



**60. (AFA)**

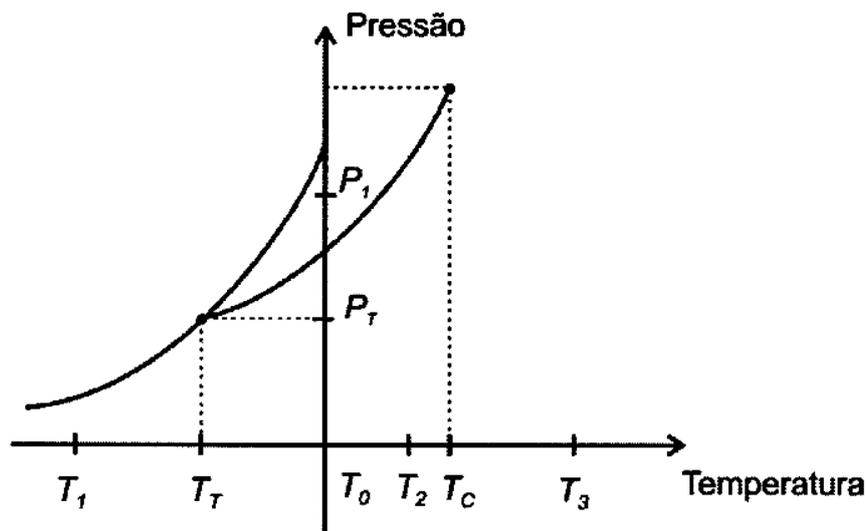
O diagrama de fases apresentado a seguir pertence a uma substância hipotética. Com relação a essa substância, pode-se afirmar que:



- A) nas condições normais de temperatura e pressão, a referida substância se encontra no estado sólido.
- B) se certa massa de vapor da substância à temperatura de  $300\text{ }^\circ\text{C}$  for comprimida lentamente, não poderá sofrer condensação pois está abaixo da temperatura crítica.
- C) para a temperatura de  $0\text{ }^\circ\text{C}$  e pressão de  $0,5\text{ atm}$ , a substância se encontra no estado de vapor.
- D) se aumentarmos gradativamente a temperatura da substância, quando ela se encontra a  $70\text{ }^\circ\text{C}$  e sob pressão de  $3\text{ atm}$ , ocorrerá sublimação da mesma.

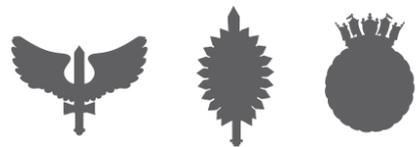
**61. (AFA)**

O gráfico abaixo representa o diagrama de fases de uma determinada substância.



Da análise do gráfico, conclui-se que:

- A) aumentando a pressão e mantendo a temperatura constante em  $T_1$ , ocorrerá a vaporização da substância.
- B) à temperatura  $T_3$  é possível liquefazer a substância.
- C) sob pressão  $P_T$  e temperatura  $T_0$  a substância apresentará pelo menos a fase líquida.
- D) com a pressão mantida constante em  $P_1$  e variando a temperatura de  $T_1$  a  $T_2$ , a substância sofrerá duas mudanças de estado.



**62. (AFA)**

Com relação à dilatação dos sólidos e líquidos isotrópicos, analise as proposições a seguir e dê como resposta a soma dos números associados às afirmações corretas.

- 01- Um recipiente com dilatação desprezível contém certa massa de água na temperatura de  $1^{\circ}\text{C}$ , quando é, então, aquecido lentamente, sofrendo uma variação de temperatura de  $6^{\circ}\text{C}$ . Nesse caso, o volume da água primeiro aumenta e depois diminui.
- 02- Quando se aquece uma placa metálica que apresenta um orifício, verifica-se que, com a dilatação da placa, a área do orifício aumenta.
- 03- Quando um frasco completamente cheio de líquido é aquecido, este transborda um pouco. O volume de líquido transbordado mede a dilatação absoluta do líquido.
- 04- O vidro pirex apresenta maior resistência ao choque térmico do que o vidro comum porque tem menor coeficiente de dilatação térmica do que o vidro comum.
- 05- Sob pressão normal, quando uma massa de água é aquecida de  $0^{\circ}\text{C}$  até  $100^{\circ}\text{C}$  sua densidade sempre aumenta.
- 06- Ao se elevar a temperatura de um sistema constituído por três barras retas e idênticas de ferro interligadas de modo a formarem um triângulo isósceles, os ângulos internos desse triângulo não se alteram.

- A) 07
- B) 10
- C) 11
- D) 12

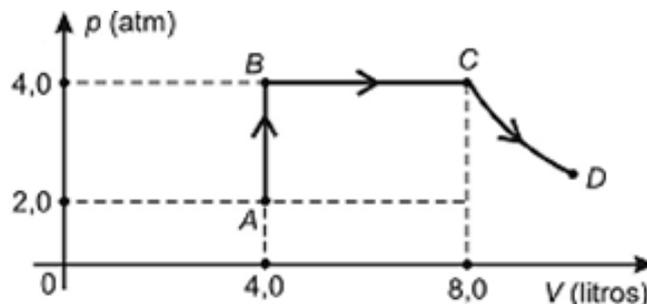
**63. (AFA)**

Em um recipiente termicamente isolado de capacidade térmica  $40,0 \text{ cal / }^{\circ}\text{C}$  e na temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  são colocados  $600 \text{ g}$  de gelo a  $-10^{\circ}\text{C}$  e uma garrafa parcialmente cheia, contendo  $2,0 \text{ L}$  de refrigerante também a  $25^{\circ}\text{C}$ , sob pressão normal. Considerando a garrafa com capacidade térmica desprezível e o refrigerante com características semelhantes às da água, isto é, calor específico na fase líquida  $1,0 \text{ cal / g }^{\circ}\text{C}$  e na fase sólida  $0,5 \text{ cal / g }^{\circ}\text{C}$ , calor latente de fusão de  $80,0 \text{ cal / g }^{\circ}\text{C}$  bem como densidade absoluta na fase líquida igual a  $1,0 \text{ g / cm}^3$ , a temperatura final de equilíbrio térmico do sistema, em  $^{\circ}\text{C}$ , é:

- A)  $-3,0$
- B)  $0,0$
- C)  $3,0$
- D)  $5,0$

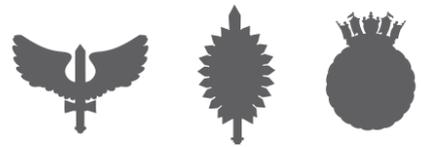
**64. (AFA)**

Uma amostra de  $n$  mols de gás ideal sofre as transformações AB (isovolumétrica), BC (isobárica) e CD (isotérmica) conforme representação no diagrama pressão ( $p$ ) x volume ( $V$ ), mostrado a seguir.



Sabendo-se que a temperatura do gás no estado A é  $27^{\circ}\text{C}$ , pode-se afirmar que a temperatura dele, em  $^{\circ}\text{C}$ , no estado D é:

- A) 108
- B) 327
- C) 628
- D) 927

**65. (AFA)**

Consultando uma tabela da dilatação térmica dos sólidos verifica-se que o coeficiente de dilatação linear do ferro é  $13 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Portanto, pode-se concluir que:

- A) num dia de verão em que a temperatura variar  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$  o comprimento de uma barra de ferro de  $10,0 \text{ m}$  sofrerá uma variação de  $2,6 \text{ cm}$
- B) o coeficiente de dilatação superficial do ferro é  $169 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- C) para cada  $1 \text{ } ^\circ\text{C}$  de variação de temperatura, o comprimento de uma barra de  $1,0 \text{ m}$  desse material varia  $13 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- D) o coeficiente de dilatação volumétrica do ferro é  $39 \cdot 10^{-18} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

**66. (AFA)**

Deseja-se aquecer  $1,0 \text{ L}$  de água que se encontra inicialmente à temperatura de  $10 \text{ } ^\circ\text{C}$  até atingir  $100 \text{ } ^\circ\text{C}$  sob pressão normal, em 10 minutos, usando a queima de carvão. Sabendo-se que o calor de combustão do carvão é  $6000 \text{ cal/g}$  e que 80% do calor liberado na sua queima é perdido para o ambiente, a massa mínima de carvão consumida no processo, em gramas, e a potência média emitida pelo braseiro, em watts, são:

Dados:

$$d_{\text{água}} = 1,0 \text{ kg/L}$$

$$c_{\text{água}} = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} \text{ e } 1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$$

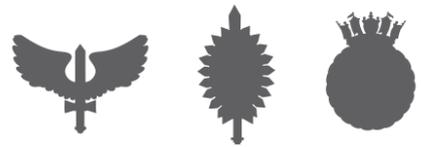
- A) 15; 600
- B) 75; 600
- C) 15; 3000
- D) 75; 3000



GABARITO

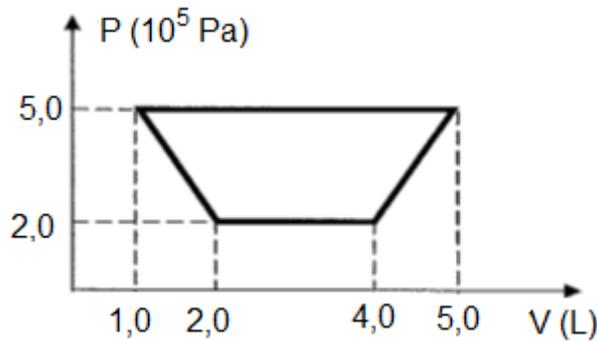
01. B	02. D	03. B	04. B	05. C	06. B	07. B	08. D	09. B	10. C	11. D	12. D
13. D	14. A	15. B	16. B	17. C	18. C	19. A	20. D	21. B	22. D	23. D	24. C
25. C	26. D	27. A	28. A	29. B	30. D	31. B	32. C	33. C	34. D	35. A	36. A
37. B	38. B	39. D	40. A	41. B	42. D	43. B	44. B	45. A	46. C	47. A	48. A
49. A	50. D	51. C	52. D	53. B	54. D	55. D	56. A	57. D	58. B	59. D	60. C
61. D	62. D	63. B	64. D	65. C	66. D						

MAXWELL VIDEOAULAS



**TERMOLOGIA - TESTES DE REVISÃO**

1. (EN) O diagrama abaixo mostra um ciclo reversível realizado por 1,0 mol de um gás ideal monoatômico. Uma máquina de Carnot operando entre as mesmas temperaturas mais baixas e mais altas, que ocorrem no ciclo, tem eficiência (rendimento), em porcentagem, de:  
 Considere:  $R = 8,0 \text{ J/molK}$



- a) 70
- b) 75
- c) 84
- d) 87
- e) 90

2. (EN) Um projétil de chumbo, de massa igual a 10,0 gramas, está na temperatura de  $27,0 \text{ }^\circ\text{C}$  e se desloca horizontalmente com velocidade de 400 m/s quando se choca com um bloco de massa 5,00 kg, inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal. Os coeficientes de atrito entre o bloco e a superfície horizontal valem 0,300 e 0,200. O projétil penetra no bloco e o conjunto passa a se mover com uma velocidade de 2,00 m/s. Admitindo-se que a energia cinética perdida pelo projétil seja transformada em calor e que 40% deste calor foi absorvido pelo próprio projétil, a variação de entropia (em J/K) do projétil é, aproximadamente, igual a:  
 Dados:

$c_{\text{chumbo sólido}} = 1,30 \cdot 10^2 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$

$L_{\text{fusão do chumbo}} = 2,50 \cdot 10^4 \text{ J/kg}$

$T_{\text{fusão do chumbo}} = 327 \text{ }^\circ\text{C}$

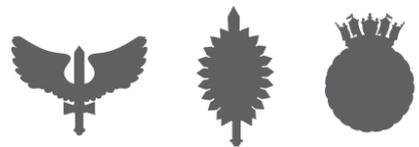
conversão:  $0 \text{ }^\circ\text{C} \equiv 273\text{K}$

$\ln 10 = 2,30; \ln 3,62 = 1,29; \ln 1,81 = 0,59$

- a) 0,500
- b) 0,740
- c) 0,767
- d) 0,800
- e) 0,830

3. (EN) Um certo gás ideal possui, no estado inicial A: pressão  $p$ , ocupando o volume  $V$  e na temperatura  $T$ . Por meio de transformações quase-estáticas, sofre uma expansão isobárica até o estado intermediário B onde a temperatura é  $T_B = 2T$  e, em seguida, uma outra expansão adiabática, atingindo um estado final C, onde o volume  $V_C = 3V$ . Sabendo-se que o calor molar do gás a volume constante vale  $(3/2) \cdot R$  ( $R$  – constante de Clapeyron), a temperatura do estado final  $T_C$  é:

- a)  $2T \cdot \sqrt{\frac{4}{9}}$
- b)  $2T \cdot \sqrt[3]{\frac{4}{9}}$
- c)  $T \cdot \sqrt[3]{\frac{2}{3}}$
- d)  $3T \cdot \sqrt{\frac{9}{4}}$
- e)  $T \cdot \frac{\sqrt[3]{2}}{3}$



4. (EN) Analise as afirmativas abaixo.

I- Quando a temperatura do ar se eleva um processo aproximadamente adiabático, verificamos que a pressão aumenta.

II- Para um gás ideal, as moléculas não exercem ação mútua, a não ser durante as eventuais colisões que devem ser perfeitamente elásticas.

III- A energia interna, ou seja, o calor de uma amostra de gás ideal é a soma das energias cinéticas de todas as moléculas que o constitui.

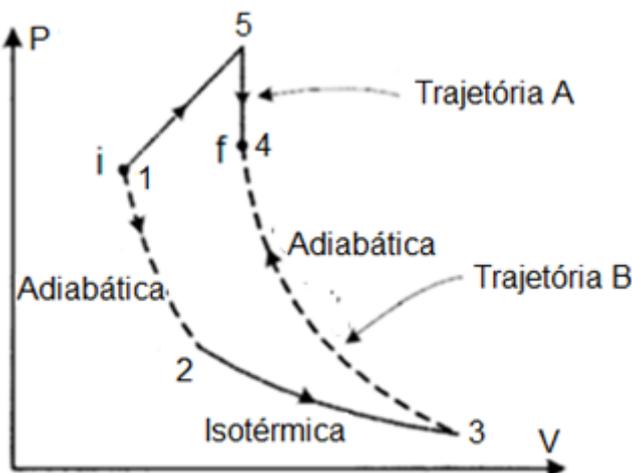
IV- Numa transformação isotérmica, uma amostra de gás não sofre alterações na sua energia interna.

V- O ciclo de Carnot idealiza o funcionamento de uma máquina térmica onde o seu rendimento é o maior possível, ou seja, 100 %.

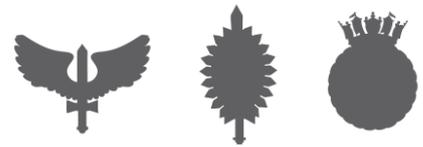
As afirmativas corretas são somente.

- a) I, II e IV
- b) II, III e IV
- c) III, IV e V
- d) I, II e V
- e) I, III e V

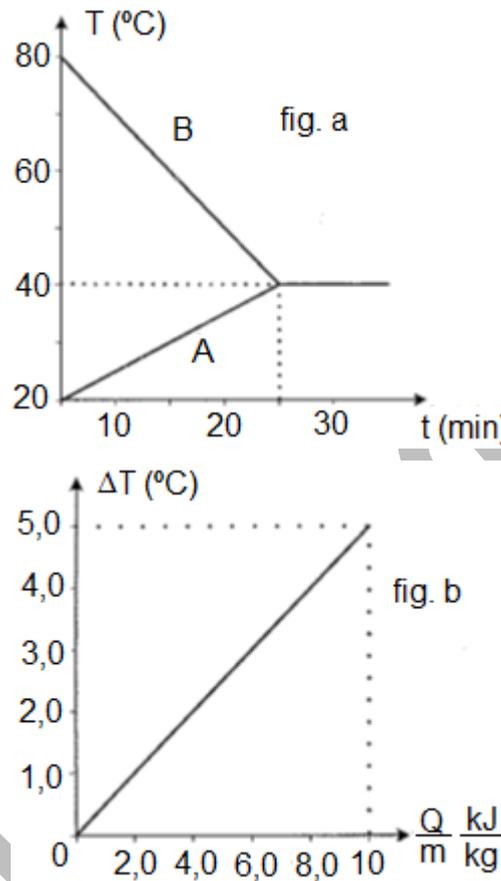
5. (EN) Um gás pode expandir do estado inicial  $i$  para o estado final  $f$  seguindo a trajetória  $A(1 \rightarrow 5 \rightarrow 4)$  ou a trajetória  $B(1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4)$  do diagrama PV abaixo. A variação da energia interna do gás é de 20 J ao expandir de  $i$  para  $f$  pela trajetória A. Seguindo a trajetória B, do estado 1 para o estado 3 o trabalho realizado pelo gás é, em valor absoluto, igual a 25 J e do estado 3 para o estado 4 o trabalho é 13 J. Qual o calor trocado com o meio ambiente quando o gás vai do estado 2 para o estado 3?



- a) 32 J cedidos pelo gás
- b) 32 J absorvidos pelo gás
- c) 8,0 J cedidos pelo gás
- d) 8,0 J absorvidos pelo gás
- e) não há troca de calor



6. (EN) Duas amostras A e B de massas  $m_A = 2,0\text{kg}$  e  $m_B = 4,0\text{kg}$  estão a diferentes temperaturas quando, no instante  $t = 0$ , são colocadas em contato num recipiente termicamente isolado. O gráfico da fig.a, mostra a temperatura das duas amostras em função do tempo, enquanto o gráfico da fig.b, mostra a variação da temperatura sofrida pela amostra A em função da energia recebida por unidade de massa. Da leitura dos gráficos, qual é a taxa em quilo joules/ minutos, com que o material da amostra B perde calor?

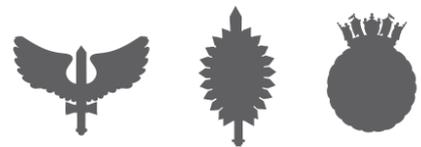


- a) 2,6
- b) 3,2
- c) 5,6
- d) 6,4
- e) 8,4

7. (EN) Um forno elétrico, que opera na voltagem de 120 V e corrente elétrica de 15 A, possui rendimento de 80%. No seu interior foram colocados 2,5 litros de água na temperatura inicial de 39,1 °C. Após 20 minutos, verifica-se que certa quantidade de água se vaporizou. Sabendo-se que a temperatura de vaporização é de 100 °C, a variação de entropia, em kJ/K, da água durante a vaporização é:

Dados:  $\left\{ \begin{array}{l} 1\text{cal} = 4,0\text{J} \\ C_{\text{água}} = 1,0\text{ cal / g}^\circ\text{C} \\ L_{\text{vaporiz}} = 540\text{ cal / g} \\ \mu_{\text{água}} = 1,0\text{ g / cm}^3 \\ 100^\circ\text{C} = 373\text{K} \end{array} \right.$

- a) 1,0
- b) 1,5
- c) 2,0
- d) 2,5
- e) 3,0



8. (EN) Uma máquina térmica, que tem como substância de trabalho 2,00 mols de um gás ideal monoatômico, descreve o ciclo de Carnot. Na extensão isotérmica, o gás recebe 4648 J de calor e verifica-se que seu volume aumenta de  $0,200 \text{ m}^3$  para  $0,400 \text{ m}^3$ . Sabendo-se que o rendimento da máquina é de 25%, o trabalho (em kJ) realizado pelo gás na expansão adiabática é de 25%, o trabalho (em kJ) realizado pelo gás na expansão adiabática é:

Dados:  $R = 8,30 \text{ J/mol.K}$ ;  $\ln 2 = 0,700$ ;  $\ln 3 = 1,10$  e  $\ln 4 = 1,40$ .

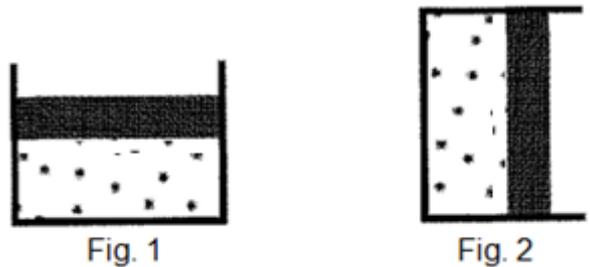
- a) 2,05                                      b) 2,23                                      c) 2,40  
d) 2,45                                      e) 2,49

9. (EN) As turbinas de certo reator nuclear possuem um rendimento de 12% e são capazes de gerar uma potência elétrica de  $1,20 \cdot 10^3 \text{ MW}$  ( $1\text{M} = 10^6$ ). A temperatura do vapor superaquecido que alimenta as turbinas é de  $327 \text{ }^\circ\text{C}$ . Considerando a potência elétrica constante durante 1,00 min., a variação de entropia (em  $10^3 \text{ MJ/K}$ ) do sistema vapor - turbinas neste intervalo de tempo é

Dado:  $0^\circ\text{C} \equiv 273\text{K}$

- a) 0,100                                      b) 0,600                                      c) 1,00  
d) 1,20                                      e) 1,60

10. (EN) Um recipiente cilíndrico de seção reta transversal  $A = 20,0 \text{ cm}^2$  é vedado por um embolo de peso 52,0 N que pode deslizar livremente sem atrito. O cilindro contém uma amostra de 3,00 litros de gás ideal na temperatura inicial e 300 K. Separadamente, com o cilindro nas posições vertical e horizontal, o gás é aquecido isobaricamente da temperatura inicial até a temperatura de 400 K, como mostram as figuras 1 e 2, respectivamente. A diferença entre os trabalhos realizados pelo gás nas posições vertical e horizontal,  $W_V - W_H$ , em joules, é igual a:



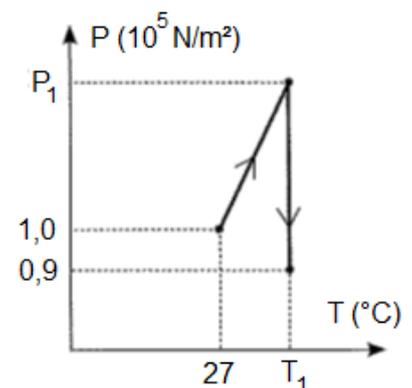
Dados:  $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ N/m}^2$  e  $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ .

- a) 8,00                                      b) 10,0                                      c) 15,0  
d) 18,0                                      e) 26,0

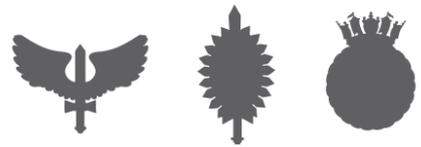
11. (EN) Considere certa amostra de um gás ideal na amostra T kelvin cujas moléculas, de massa M, possuem velocidade média V m/s. Em uma amostra de outro gás também ideal, mas na temperatura 2T kelvin e com moléculas de massa M/4, a velocidade média das moléculas é v' m/s. A razão V'/V vale

- a) 1/2                                      b) 2                                      c) 4  
d)  $2\sqrt{2}$                                       e)  $\sqrt{2}/2$

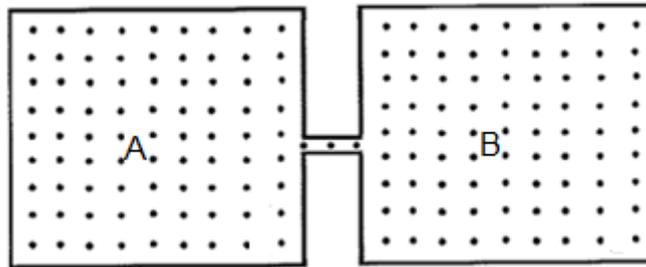
12. (EN) Um reservatório fechado contém certa quantidade de um gás ideal à pressão inicial  $P_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Num primeiro processo, esse gás é lentamente aquecido de  $T_0 = 27,0 \text{ }^\circ\text{C}$  até a temperatura  $T_1$ . Num segundo processo, um pequeno orifício é aberto na parede do reservatório e, muito lentamente, deixa-se escapar 1/4 do conteúdo inicial do gás mantendo-se, porém, a temperatura constante ( $T_2 = T_1$ , ver gráfico). Sabendo que, ao final do segundo processo, a pressão do gás no interior do reservatório é  $P_2 = 0,900 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ , o valor de  $T_2$ , em  $^\circ\text{C}$ , é:



- a) 103                                      b) 100                                      c) 97,0  
d) 90,0                                      e) 87,0



**13. (EN)** Conforme mostra a figura abaixo, dois recipientes, A e B, termicamente isolados, de volumes iguais, estão ligados por um tubo delgado que pode conduzir gases, mas não transfere calor. Inicialmente, os recipientes são ocupados por uma amostra de um certo gás ideal na temperatura  $T_0$  e na pressão  $P_0$ . Considere que a temperatura no recipiente A é triplicada, enquanto a do recipiente B se mantém constante. A razão entre a pressão final nos dois recipientes e a pressão inicial,  $P/P_0$ , é:



a)  $3/2$   
d)  $1/2$

b)  $2/3$

c) 1  
e)  $1/3$

**14. (EN)** Analise as afirmativas abaixo e referentes á entropia.

- I- Num dia úmido, o vapor da água se condensa sobre uma superfície fria.
- II- Num processo adiabático reversível, a entropia do sistema se mantém constante.
- III- A entropia de um sistema nunca pode diminuir.
- IV- A entropia do universo nunca pode diminuir.

Assinale a opção que contém apenas afirmativas corretas.

a) I e II  
d) I, II e III

b) II e III

c) III e IV  
e) I, II e IV

**15. (EN)** Uma máquina térmica, funcionando entre as temperaturas de 300 K e 600 K fornece uma potência útil,  $P_u$ , a partir e uma potência recebida,  $P_r$ . O rendimento dessa maquina corresponde a  $4/5$  do rendimento máximo previsto pela máquina de Carnot. Sabendo que a potência recebida é de 1200 W, a potência útil, em watt, é:

a) 300  
d) 600

b) 480

c) 500  
e) 960

**16. (EN)** Considere que 0,40 gramas de água vaporize isobaricamente á pressão atmosférica. Sabendo que nesse processo, o volume ocupado pela água vaia de 1,0 litros, pode-se afirmar que a variação da energia interna do sistema, em kJ, vale:

Dados:

$$L_{\text{vaporização}} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg (água);}$$

$$\text{Conversão: } 1,0 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

a) -1,0  
d) 0,92

b) -0,92

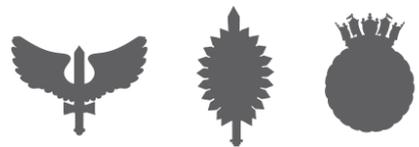
c) 0,82  
e) 1,0

**17. (EN)** Considere um gás monoatômico ideal no interior de um cilindro dotado de um êmbolo, de massa desprezível, que pode deslizar livremente. Quando submetido a uma certa expansão isobárica, o volume do gás aumenta de  $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  para  $8,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ . Sabendo-se que durante o processo de expansão, a energia do gás sofre uma variação de 0,360 kJ, pode-se afirmar que o valor da pressão, em kPa é de:

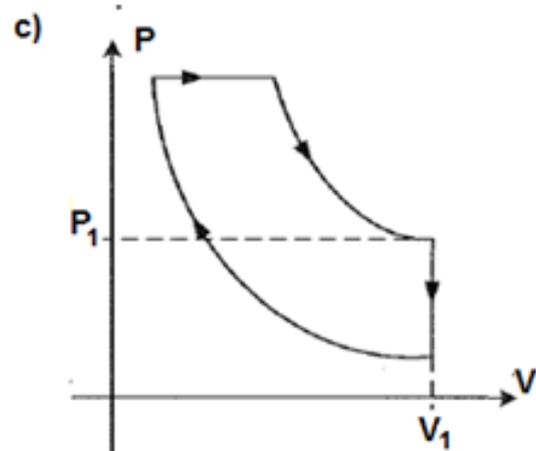
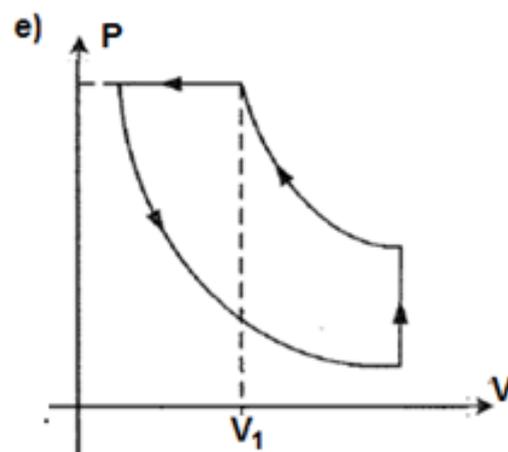
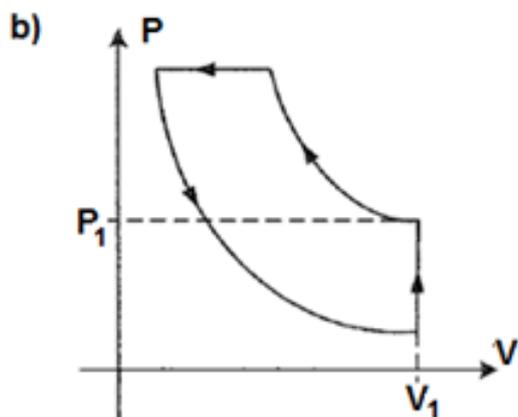
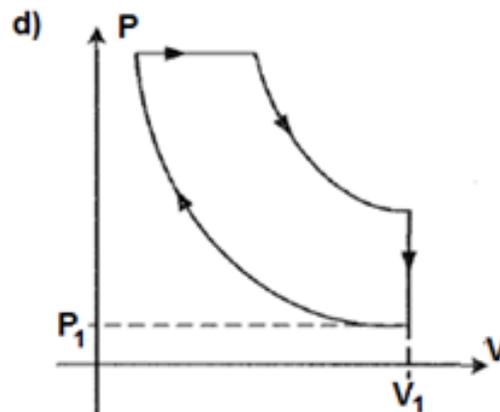
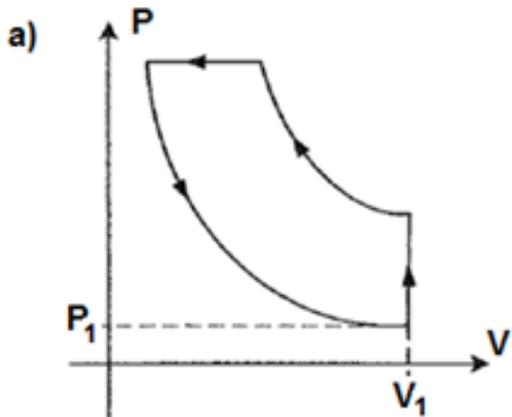
a) 4,0  
d) 40,0

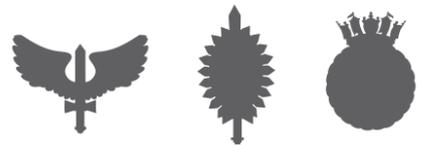
b) 10,0

c) 12,0  
e) 120



18. (EN) O estado inicial de certa massa de gás ideal é caracterizado pela pressão  $P_1$  e volume  $V_1$ . Essa massa gasosa sofre uma compressão adiabática seguida de um aquecimento isobárico, depois se expande adiabaticamente até que o seu volume retorne ao valor inicial e, finalmente, um resfriamento isovolumétrico faz com que o gás retorne ao seu estado inicial. Qual o gráfico que melhor representa as transformações sofridas pelo gás?

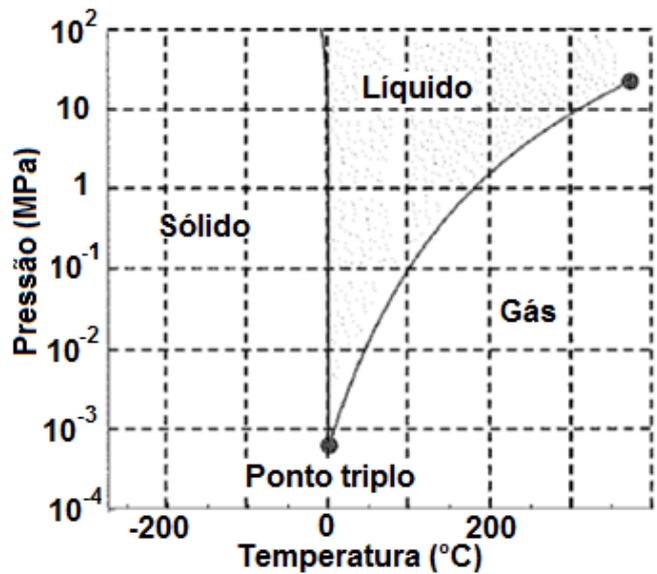




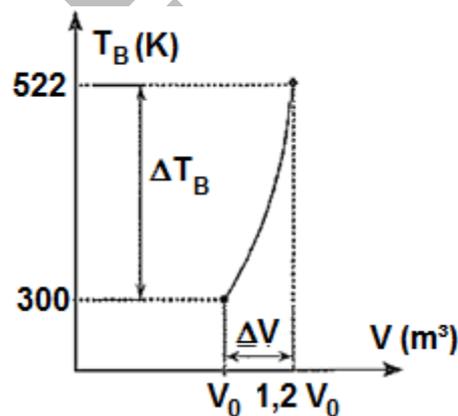
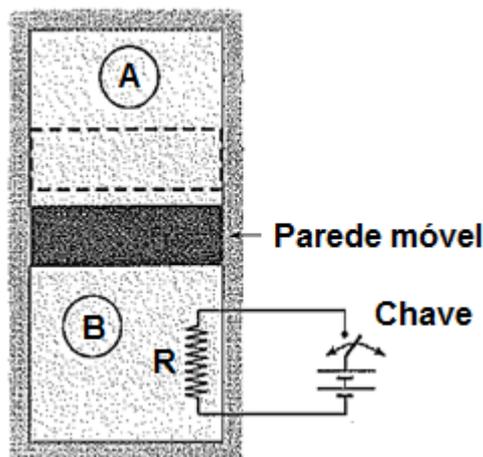
19. (EN) Observe o gráfico a seguir. Uma máquina de café expresso possui duas pequenas caldeiras mantidas sob uma pressão de 1,0 MPa. Duas resistências elétricas aquecem separadamente a água no interior das caldeiras até as temperaturas  $T_A$ °C, na caldeira com água para o café, e  $T_B$ °C, na caldeira destinada a produzir vapor d'água para aquecer leite. Assuma que a temperatura do café na xícara,  $T_C$ °C, não deve ultrapassar o ponto de ebulição da água e que não há perdas térmicas, ou seja,  $T_C = T_A$ . Considerando o diagrama de fases no gráfico acima, quanto vale, aproximadamente, o menor valor, em kelvins, da diferença  $T_B - T_A$ ?

Dados: 1,0 atm = 0,1 MPa

- a) 180
- b) 130
- c) 80
- d) 30
- e) zero



20. (EN) Analise a figura a abaixo.

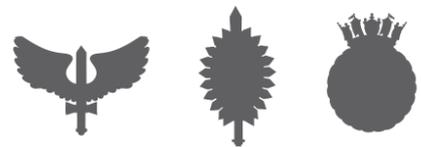


O recipiente da Fig.1 possui as paredes externas e a parede móvel interna compostas de isolante térmico. Inicialmente, os compartimentos de mesmo volume possuem, cada um, um mol de certo gás ideal monoatômico na temperatura de 300 K. Então, por meio da fonte externa de calor, o gás do compartimento B (gás B) se expande lentamente comprimindo adiabaticamente o gás A. Ao fim do processo, estando o gás B na temperatura de 522 K e volume 20 % maior que o volume inicial, a temperatura, em °C, do gás A será de:

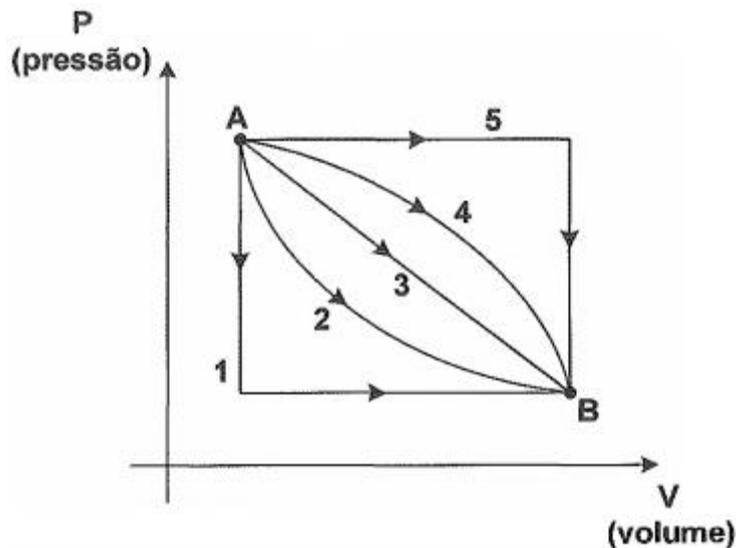
- a) 249
- b) 147
- c) 87
- d) 75
- e) 27

21. (EN) As turbinas a vapor da propulsão nuclear de um submarino possuem um rendimento de 15% e são capazes de produzir uma potência mecânica constante de 40 MW nos eixos rotativos. Se essa potência é entregue em 3,0 minutos, observa-se que a variação de entropia do sistema vapor-turbinas é  $(1/12)$ GJ/K. A temperatura, em °C, do vapor superaquecido produzido pelo reator nuclear vale, aproximadamente.

- a) 327
- b) 303
- c) 247
- d) 207
- e) 177



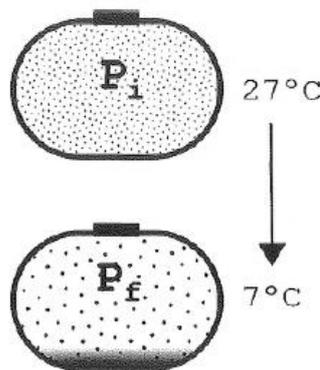
22. (EN) Analise o gráfico abaixo.



Se entre os estados A e B mostrados na figura, um mol de um gás ideal passa por um processo isotérmico. A(s) curva(s) que pode(m) representar a função  $P = f(V)$  desse processo, é (são)

- a) 1 e 5
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 2 e 4

23. (EN) Analise a figura abaixo.

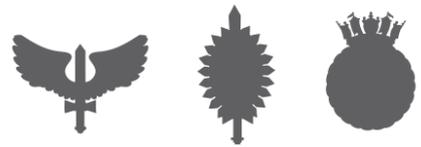


Após uma lavagem, certa quantidade de vapor d'água, na temperatura inicial de  $27^\circ\text{C}$ , permaneceu confinada no interior de um tanque metálico. A redução da temperatura para  $7,0^\circ\text{C}$  causou condensação e uma conseqüente redução de 50% no número de moléculas de vapor. Suponha que o vapor d'água se comporte como um gás ideal ocupando um volume constante. Se a pressão inicial for  $3,0 \cdot 10^3 \text{Pa}$ , a pressão final, em kilopascal, será

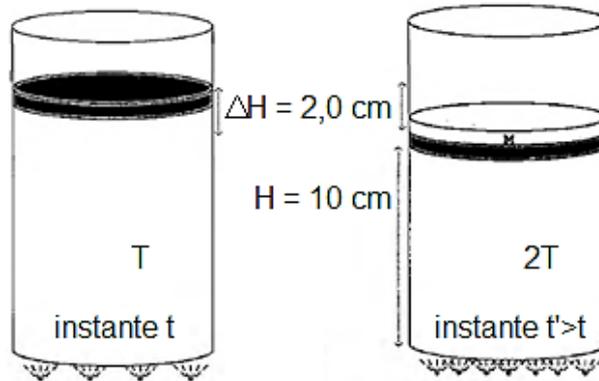
- a) 1,4
- b) 1,5
- c) 2,0
- d) 2,8
- e) 2,9

24. (EN) Uma máquina de Carnot, operando inicialmente com rendimento igual a 40%, produz um trabalho de 10 joules por ciclo. Mantendo-se constante a temperatura inicial da fonte quente, reduziu-se a temperatura da fonte fria de modo que o rendimento passou para 60%. Com isso, o módulo da variação percentual ocorrida no calor transferido à fonte fria, por ciclo, é de

- a) 67%
- b) 60%
- c) 40%
- d) 33%
- e) 25%



25. (EN) Analise as figuras a seguir.

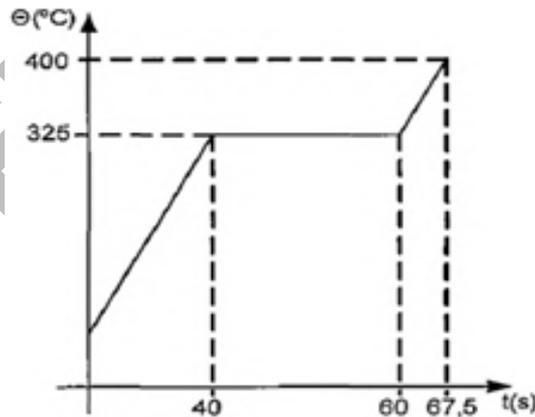


As figuras acima mostram dois instantes diferentes,  $t$  e  $t'$ , de um mesmo sistema, imerso no ar ao nível do mar. O sistema é constituído por um cilindro, cuja área da base é de  $3,0 \text{ cm}^2$ , contendo um gás ideal comprimido por um pistão móvel de massa desprezível. No instante  $t$ , a base do cilindro está em contato com uma chama que mantém o gás a uma temperatura  $T$ . No instante  $t'$ , a base do cilindro está em contato com uma chama mais intensa que mantém o gás a uma temperatura  $2T$ , e sobre o pistão encontra-se uma massa  $M$  que promove um deslocamento do pistão de  $2,0 \text{ cm}$  para baixo. Qual o valor da massa  $M$ , em  $\text{kg}$ ?

Dados:  $g = 10 \text{ m/s}^2$   
 $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$

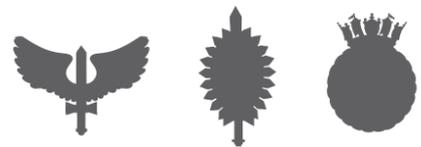
- a) 0,2
- b) 1,2
- c) 2,2
- d) 3,2
- e) 4,2

26. (EN) Analise o gráfico abaixo.



O gráfico acima descreve o processo de aquecimento de certa substância que se encontra inicialmente na fase sólida. O calor latente de fusão dessa substância é  $6,0 \text{ cal/g}$ . Em um processo à pressão constante de  $1,0 \text{ atm}$ , ela é levada à fase líquida, com temperatura final de  $400^\circ\text{C}$ . A potência fornecida nessa transformação foi de  $360 \text{ cal/s}$ . O gráfico mostra a temperatura da substância em função do tempo, durante o processo. Qual o calor específico dessa substância, em  $\text{mcal/g}^\circ\text{C}$ ?

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50

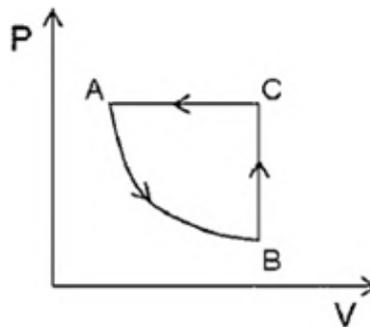


27. (EN) Uma máquina de Carnot tem rendimento médio diurno  $\eta_0 = 0,6$ . No período noturno, as fontes quente e fria têm suas temperaturas reduzidas para a metade e para  $3/4$  da temperatura média diurna, respectivamente. Se o rendimento noturno é  $\eta_1$ , qual a variação percentual,

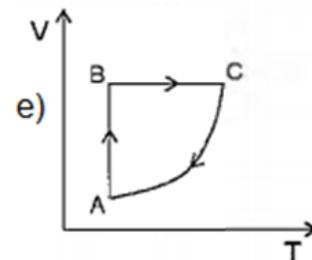
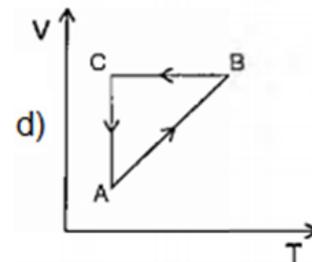
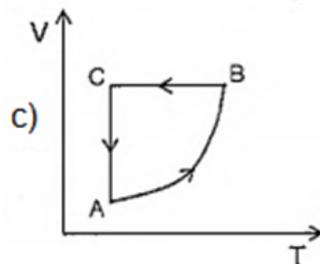
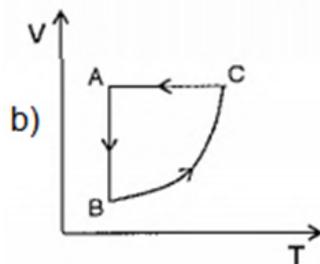
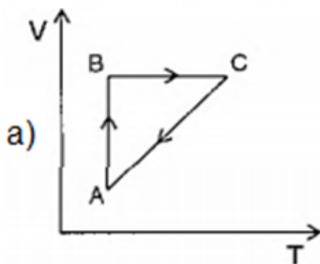
$\frac{\eta_1 \eta_0}{\eta_0} \times 100\%$ , do rendimento dessa máquina de Carnot?

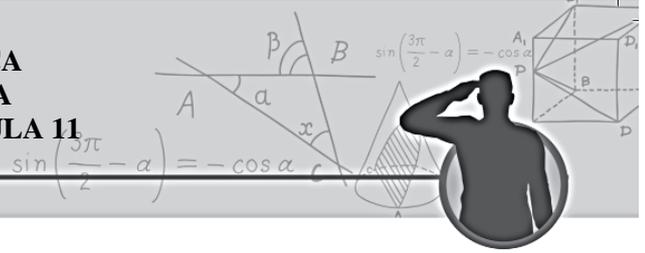
- a) -16,7%
- b) -25,0%
- c) -33,3%
- d) -41,7%
- e) -50,0%

28. (EN) Analise o gráfico a seguir.



O gráfico acima representa um gás ideal descrevendo um ciclo ABC em um diagrama P x V. Esse ciclo consiste em uma transformação isotérmica seguida de uma transformação isotérmica e uma isobárica. Em um diagrama V x T, qual gráfico pode representar o mesmo ciclo ABC?





01.

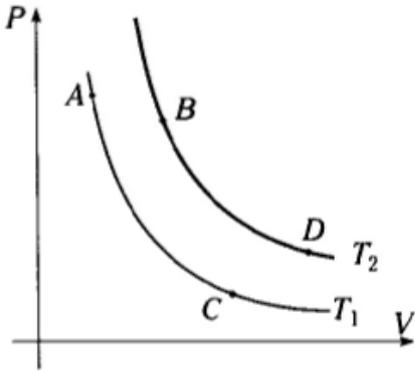
Com respeito à teoria cinética dos gases, indique se as seguintes proposições são verdadeiras (V) ou falsas (F).

- I. As moléculas do gás se movem, em uma direção preferencial
- II. As interações entre as moléculas do gás são ignoradas.
- III. O choque entre as moléculas e as paredes do recipiente é considerado elástico

- a) FFV    b) FVF    c) FVV    d) VFV    e) FVV

02.

O gráfico P-V nos mostra suas isotermas. Indique se as seguintes proposições são verdadeiras (V) ou falsas (F). Considere gás ideal.



- I. Se o gás passa do estado A para o estado B, conclui-se que  $\Delta U_{\text{gás}} > 0$ .
- II. Quando o gás vai do estado A ao B ou do estado C ao D ele sofre a mesma variação de energia interna
- III. Se o gás passa do estado C para o B ou do estado D para o A, ele sofre variação de energia interna simétricas.

- a) VFF    b) VVF    c) VFV    d) VVV    e) FVF

03.

Qual(is) das seguintes proposições são verdadeiras?

- I. Um processo termodinâmico realizado de maneira natural é sempre reversível por que ocorre lentamente
- II. A primeira lei da termodinâmica é aplicada para qualquer tipo de processo termodinâmico ( reversíveis ou irreversível).
- III. Em um processo isobárico, para n mols de um gás ideal monoatômico o trabalho é dado por  $W_{\text{gás}} = nR\Delta T$  onde  $\Delta T$  é a variação de temperatura e R é a constante universal dos gases.

- a) apenas I  
b) apenas II  
c) apenas III  
d) I e II  
e) II e III

04.

Indique se as seguintes proposições são verdadeiras (V) ou falsas (F)

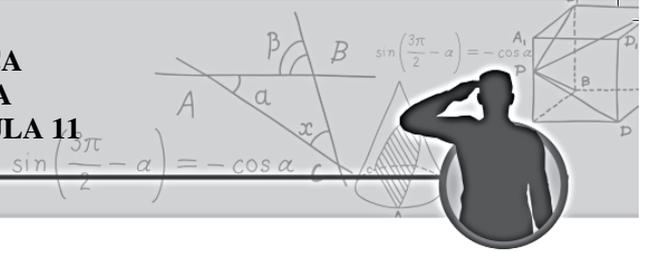
- I. A primeira lei da termodinâmica expressa a lei geral da conservação de energia nos processos térmicos
- II. O equivalente mecânico do calor confirma experimentalmente a primeira lei da termodinâmica.
- III. Se em um processo termodinâmico a temperatura não varia, é por que não se absorve e nem se perde calor.

- a) VFF    b) VVV    c) VFV    d) VVF    e) FVV

05.

Qual das seguintes proposições viola a primeira lei da termodinâmica?

- I.  $W_{\text{gás}} > 0; Q < 0$  e  $\Delta U_{\text{gás}} = 0$



- II.  $W_{\text{gás}} > 0; Q > 0$  e  $\Delta U_{\text{gás}} = 0$   
 III.  $W_{\text{gás}} > 0; Q < 0$  e  $\Delta U_{\text{gás}} > 0$   
 IV.  $W_{\text{gás}} > 0; Q < 0$  e  $\Delta U_{\text{gás}} < 0$   
 V.  $W_{\text{gás}} < 0; Q < 0$  e  $\Delta U_{\text{gás}} > 0$
- a) I e III  
 b) III e IV  
 c) I e V  
 d) I, III e V  
 e) II, III e IV

**06.**

Marque a alternativa **INCORRETA** a respeito da expansão adiabática

- a) a temperatura do gás diminui  
 b) o gás realiza trabalho  
 c) o gás realiza varia a sua energia interna  
 d) a pressão do gás diminui  
 e) a energia interna do gás diminui

**07.**

Um gás tem energia interna de 500 J. Se lhe entregarmos 100 calorías em forma de calor, determine o que acontecerá com a sua temperatura e qual o valor de sua energia interna, respectivamente, depois de realizar trabalho de 300 J? (1 cal = 4,2 J)

- a) diminui e 520 J  
 b) aumenta e 600 J  
 c) diminui e 480 J  
 d) aumenta e 620 J  
 e) diminui e 360 J

**08.**

Um ventilador fornece 1,5 kW a um gás encerrado num recipiente de capacidade calorífica desprezível durante 1 minuto aumentando seu volume em 0,06 m<sup>3</sup>. Determine a variação de energia interna do sistema se durante o processo isobárico são liberados 12kJ de calor. ( $P_{\text{gás}} = 5\text{atm}$ )

- a) 60 kJ  
 b) 36 kJ  
 c) 45 kJ  
 d) 40 kJ  
 e) 48 kJ

**09.**

Um gás ideal encerrado em um cilindro com um pistão móvel é aquecido de 27 °C a 227 °C. Se o volume inicial é de 3ℓ e o gás se expande isobaricamente a uma pressão de 2 atm, qual o trabalho realizado pelo gás?

- a) 304 J  
 b) 344 J  
 c) 390 J  
 d) 400 J  
 e) 444 J

**10.**

Um recipiente rígido contém quatro mols de um gás ideal a pressão de 2 atm e a temperatura de 27 °C, ao receber calor o gás aumenta sua temperatura para 127 °C. O recipiente está provido de uma válvula que deixa o gás escapar para manter a pressão dentro do recipiente constante. Determine o número de mols do gás que escapa.

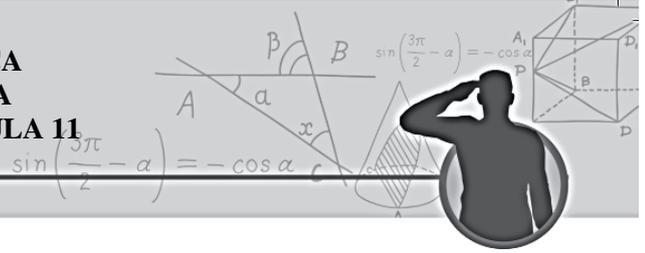
- a) 5  
 b) 4  
 c) 3  
 d) 2  
 e) 1

**11.**

Durante a ebulição de 2 g de água, o volume, a pressão constante, varia em 680 cm<sup>3</sup>. Determine a variação da energia interna.

Dados:  $P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm}$ , 1 cal = 4,2 J e

$\ell_{\text{vaporização}} = 540 \text{ cal/g}$



- a) 4604            b) 4268            c) 4468  
d) 4608            e) 4120

**12.**

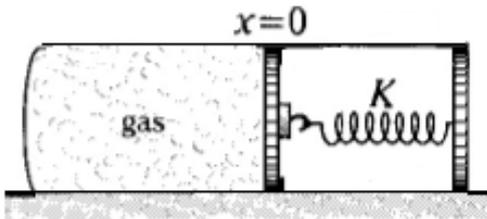
Se aquecermos um gás monoatômico de tal forma que ele se expanda isobaricamente. Que percentual de calor recebido pelo gás se transforma em variação de energia interna?

- a) 50%    b) 40%    c) 60%    d) 30%    e) 20%

**13.**

A figura mostra um cilindro liso de capacidade calorífica desprezível que contém um êmbolo que aprisiona gás ideal. A mola está inicialmente relaxada. Se forem transferidas 80 cal para o gás, o êmbolo provoca na mola uma deformação de 20 cm. Qual a variação de energia interna sofrida pelo gás?

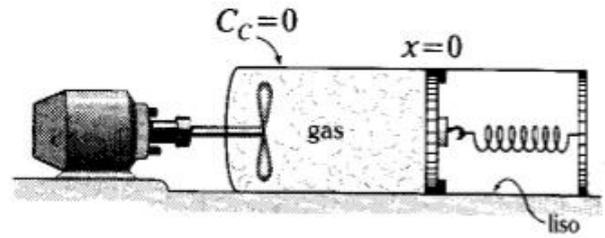
Dados: 1 cal = 4,2 J e  $K = 1000 \text{ N/m}$



- a) 306 J            b) 312 J            c) 316 J  
d) 326 J            e) 422 J

**14.**

Na figura abaixo, o ventilador realiza um trabalho de 540 J. Durante a expansão o gás libera 130 J de calor e sua energia interna varia de 100 J e o êmbolo de 200 g sofre uma variação de temperatura de 5 °C.



Qual a deformação sofrida pela mola de constante elástica igual a 24 N/cm.

Dados:  $C_{\text{êmbolo}} = 0,05 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$  e  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

- a)  $\sqrt{3} \text{ m}$             b)  $\frac{\sqrt{3}}{2} \text{ m}$             c)  $\frac{\sqrt{3}}{3} \text{ m}$   
d)  $\frac{\sqrt{3}}{6} \text{ m}$             e)  $\frac{\sqrt{3}}{9} \text{ m}$

**15.**

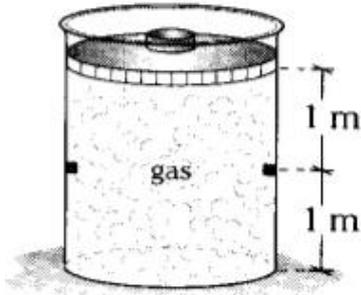
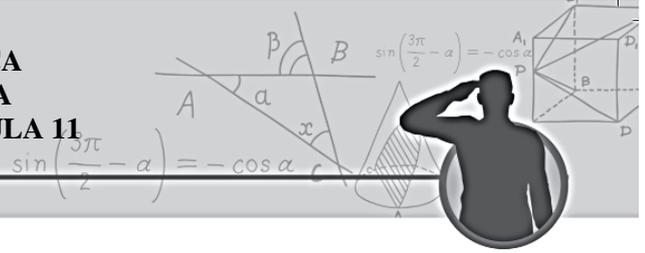
Um recipiente na posição vertical contém um gás ideal aprisionado por um êmbolo de  $10^{-3} \text{ m}^2$  de secção de reta e 1 kg de massa. Fornecendo-se 144 J de calor para o recipiente a energia interna do gás sofre uma variação de 89 J. Quando sobe o êmbolo, se o processo ocorre lentamente?

Dados:  $P_{\text{atm}} = 1 \text{ atm}$  e  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 0,3 m            b) 0,5 m            c) 0,05 m  
d) 0,25 m            e) 0,12 m

**16.**

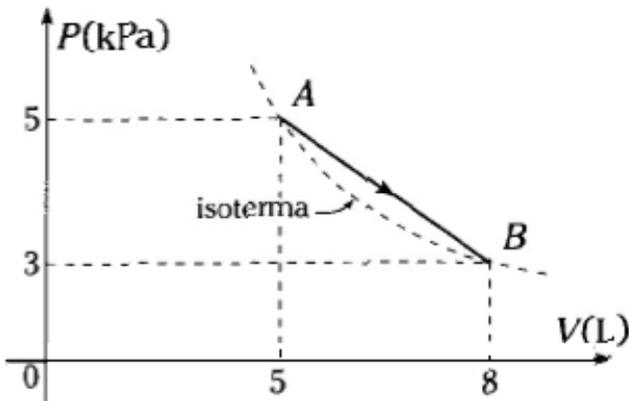
De acordo com a figura abaixo, um cilindro de secção  $0,5 \text{ m}^2$  contém um gás ideal a pressão de 200 kPa. Se o êmbolo desce lentamente e se transfere 80 kJ de calor ao meio exterior, de quanto varia a energia interna do gás, Se o êmbolo alcança a metade do cilindro.



- a) 5 kJ    b) 10 kJ    c) 15 kJ    d) 20 kJ    e) 25 kJ

17.

O gráfico abaixo mostra o comportamento da pressão em função do volume de um gás ideal que recebe uma quantidade de calor  $Q$ .



Determine o valor de  $Q$

- a) 12 J    b) 18 J    c) 20 J    d) 22 J    e) 50 J

18.

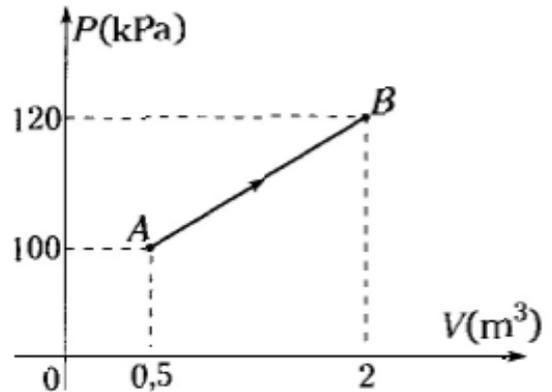
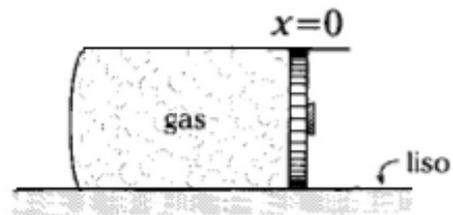
Um recipiente bem vedado, de volume  $112 \times 10^{-4} \text{ m}^3$  contém ar que exerce uma pressão no recipiente de 1 atm. Para triplicarmos a pressão exercida pelo ar, devemos transferir ao gás uma quantidade de calor igual a:

Dado:  $c_v = 21 \text{ J/mol}$

- a) 5320 J    b) 5380 J    c) 5420 J  
d) 5470 J    e) 5660 J

19.

De acordo com a figura abaixo, um cilindro de capacidade calorífica desprezível contém um gás ideal. Quando se transfere 200 kJ de calor para o sistema o gás experimenta o processo indicado no gráfico (P-V). Se o êmbolo absorve 10 kJ, qual a variação de energia interna sofrida pelo gás?

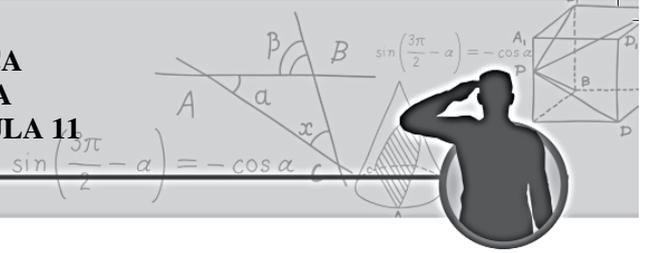


- a) 15 kJ    b) 20 kJ    c) 25 kJ    d) 30 kJ    e) 35 kJ

20.

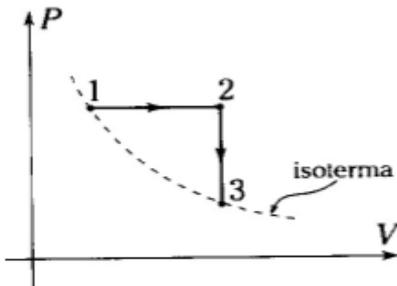
Um recipiente de 2 litros de capacidade, contém  $10^{21}$  moléculas de um gás monoatômico. Se a energia cinética por molécula é  $4,14 \times 10^{-21} \text{ J}$ , determine a pressão exercida pelo gás.

- a) 3200 Pa    b) 2000 Pa    c) 1380 Pa  
d) 980 Pa    e) 725 J



21.

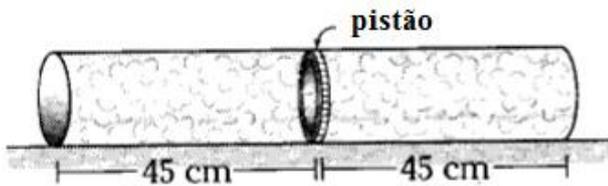
Um mol de um gás ideal passa pelos processos  $1 \rightarrow 2$  e  $2 \rightarrow 3$ . Se o gás realiza um trabalho  $W$  e  $P_2 = P_3$ , determine a temperatura do gás no estado (1).  
(R: constante universal dos gases).



- a)  $\frac{W}{aR}$       b)  $\frac{W}{(a-1)}$       c)  $\frac{W}{R(a-1)}$   
d)  $\frac{aR}{W}$       e)  $(R-1)aW$

22.

A figura mostra um tubo fino fechado que contém ar em condições normais. Ao colocar o tubo na posição vertical o pistão desce  $x$ . Se  $P_1$  e  $P_2$  são as novas pressões nas partes superior e inferior, respectivamente, de modo que  $P_2 = 2P_1$  e o processo é isotérmico, calcule  $x$ , em cm.



- a) 12      b) 13      c) 14      d) 15      e) 16

23.

Um gás ideal monoatômico recebe 25 J em forma de calor e por isso se expande isobaricamente. Qual o trabalho realizado pelo gás?

- a) 10 J      b) 15 J      c) 25 J      d) 5 J      e) 20 J

24.

Um MT trabalha com um gás ideal. Durante a fase de expansão, a pressão constante de 1 atm, a MT absorve 2905 J e o volume do gás varia 8,3 L para 16,6 L. Desse modo, a variação de energia interna do gás, em J, durante a expansão é:

- a) 830      b) 1245      c) 2075  
d) 2905      e) 3735

25.

Um gás monoatômico passa por uma transformação adiabática realizando um trabalho de 2490 J, diminuindo a temperatura de 40 °C. Determine o número de mols deste gás.  $R = 8,3 \text{ J/mol}$

- a) 6      b) 5      c) 4      d) 3      e) 2

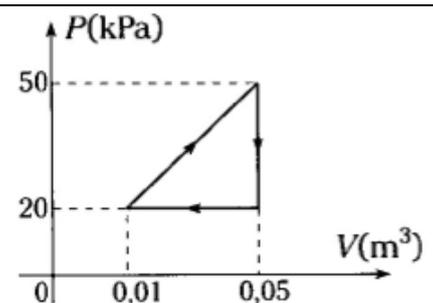
26.

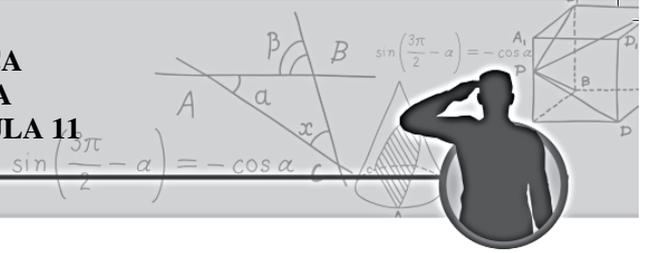
Um gás dentro de um recipiente, aprisionado por um êmbolo móvel, tem inicialmente uma pressão de 6 Pa. Comprimindo o êmbolo o gás passa a ocupar um volume de 4 m<sup>3</sup>. Se a pressão exercida pelo gás varia com o volume segundo a equação  $P = 3(12-V)$ , onde  $P$  é expressa em Pa e  $V$  em m<sup>3</sup>, qual a quantidade e trabalho desenrolado pelo gás?

- a) - 65 J      b) - 76 J      c) - 84 J  
d) - 90 J      e) - 110 J

27.

Um gás ideal contido num cilindro realiza o ciclo abaixo. Determine o trabalho realizado



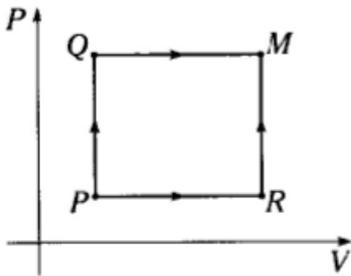


pelo gás nesse ciclo.

- a) 200 J                      b) 350 J                      c) 450 J  
d) 600 J                      e) 120 J

**28.**

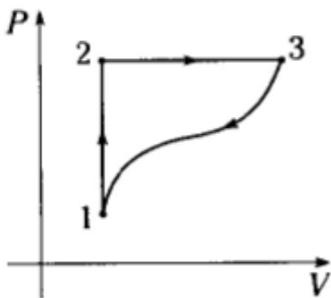
Quando um sistema termodinâmico experimenta um processo PQM, absorve 20 kJ de calor e realiza um trabalho de 7,5 kJ. Qual a quantidade de calor o sistema absorve ao longo do processo PRM, se realiza um trabalho de 2,5 kJ?



- a) 12,5 kJ                      b) 13 kJ                      c) 15 kJ  
d) 17,5 kJ                      e) 20 kJ

**29.**

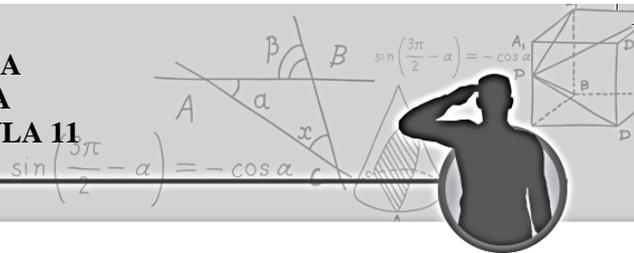
De acordo com o gráfico abaixo;

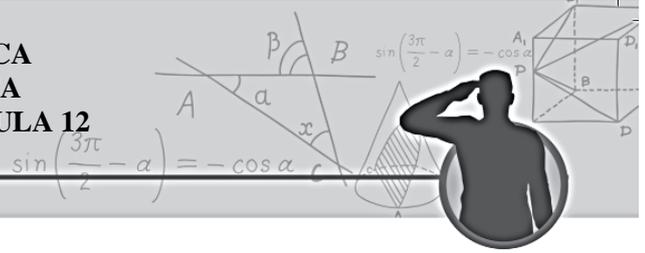


Um gás absorve 80 J de calor no processo 1 - 2 - 3 e desenrola um trabalho de 30 J. Quando passa pelo processo 3 - 1, o trabalho que se desenrola sobre o gás é de 20 J. O gás absorve ou libera calor? Quanto?

- a) libera 70 J

- b) absorve 70 J  
c) libera 90 J  
d) absorve 90 J  
e) libera 95 J





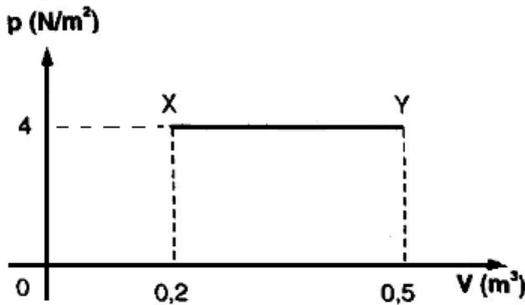
**Questão 01**

Haverá trabalho realizado sempre que uma massa gasosa:

- A) sofrer variação em sua pressão
- B) sofrer variação em seu volume
- C) sofrer variação em sua temperatura
- D) receber calor de fonte externa
- E) n.d.a.

**Questão 02**

Um gás está submetido a uma pressão constante dentro de um recipiente de volume variável. Provocando uma explosão isobárica desse gás, o seu volume varia como mostra a figura.

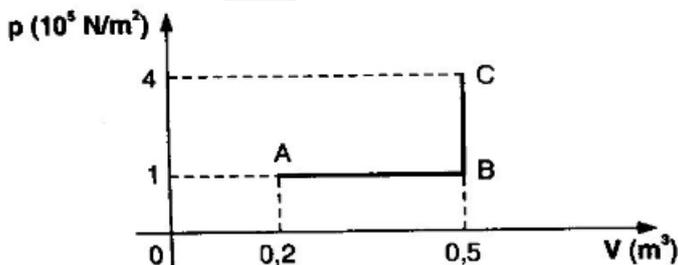


Ao passar pelo estado X para o estado Y, o gás realiza um trabalho que, em joules, é igual a:

- A) 1,6    B) 1,4    C) 1,2    D) 1,0    E) 0,8

**Questão 03**

Uma amostra de um gás perfeito é levada do estado A ao estado C, segundo a transformação ABC, conforme indica o diagrama. O trabalho realizado pelo gás durante a transformação, em  $\cdot 10^4 J$ , é:



- A) 3    B) 4,5    C) 7,5    D) 10,5    E) 12

**Questão 04**

Certa quantidade de um gás perfeito sofre três transformações sucessivas:  $A \rightarrow B$ ;  $B \rightarrow C$ ;  $C \rightarrow A$ , conforme o diagrama  $p \cdot V$  a seguir. Sejam  $\tau_{AB}$ ,  $\tau_{BC}$ ,  $\tau_{CA}$ , os trabalhos realizado pelo gás em cada uma daquelas transformações. Podemos afirmar que:

- A)  $\tau_{AB} = 0$
- B)  $|\tau_{CA}| > |\tau_{AB}|$
- C)  $\tau_{BC} = 0$
- D)  $|\tau_{BC}| > |\tau_{AB}|$
- E)  $\tau_{AB} + \tau_{BC} + \tau_{CA} = 0$

**Questão 05**

Numa transformação de um gás perfeito, os estados finais e iniciais acusaram a mesma energia interna. Certamente:

- A) a transformação foi cíclica
- B) a transformação foi isométrica
- C) não houve troca de calor entre o gás e o ambiente
- D) são iguais as temperaturas dos estados iniciais e finais
- E) não houve troca de trabalho entre o gás e o ambiente

**Questão 06**

O gráfico mostra a relação entre o volume  $V$  e a temperatura  $T$  de uma amostra  $n$  mols de um gás ideal, para duas pressões distintas.

Considerando  $U$  como sendo a energia interna do gás.

- A alternativa correta é:
- A) para um mesmo  $T$ ,  $p_2 > p_1$
- B) para um mesmo  $T$ ,  $U_2 > U_1$
- C) para um mesmo  $T$ ,  $V_1 > V_2$
- D) para um mesmo  $V$ ,  $T_2 > T_1$
- E) para um mesmo  $V$ ,  $U_2 < U_1$

**Questão 07**

A Primeira Lei da Termodinâmica diz respeito á:

- A) dilatação térmica
- B) conservação da massa
- C) conservação da quantidade de movimento
- D) conservação da energia
- E) irreversibilidade do tempo

**Questão 08**

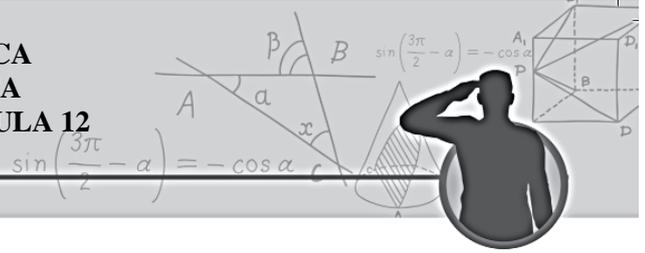
Um sistema termodinâmico realiza um trabalho de 40 kcal quando recebe 30kcal de calor. Neste processo, a variação de energia interna desse sistema, kcal, é:

- A) -10    B) 0    C) 10    D) 20    E) 35

**Questão 09**

Sobre um gás confinado em condições ideais podemos afirmar corretamente que:

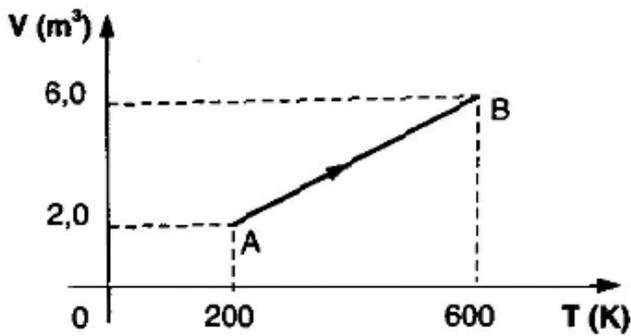
- A) numa compressão isotérmica o gás cede calor para o ambiente



- B) aquecendo o gás a volume constante sua energia interna permanece constante
- C) numa expansão adiabática a temperatura do gás aumenta
- D) numa expansão isobárica a temperatura do gás diminui
- E) quando o gás sofre transformações num ciclo, o trabalho resultante que ele realiza é nulo

**Questão 10**

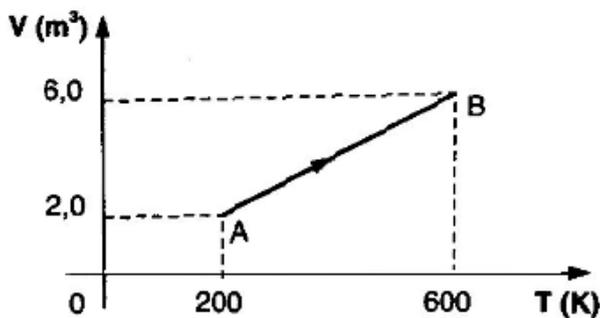
A partir dos dados do gráfico, onde se representa o volume  $V$  de um gás em função da temperatura  $T$ . A pressão do gás é constante e vale  $5,0 \text{ N/m}^2$ .



Pode-se concluir que o trabalho realizado pelo gás nesse processo é:  
A) 10 J    B) 20 J    C) 30 J    D) 400 J    E) 600 J

**Questão 11**

A partir dos dados do gráfico, onde se representa o volume  $V$  de um gás em função da temperatura  $T$ . A pressão é constante e vale  $5,0 \text{ N/m}^2$ .

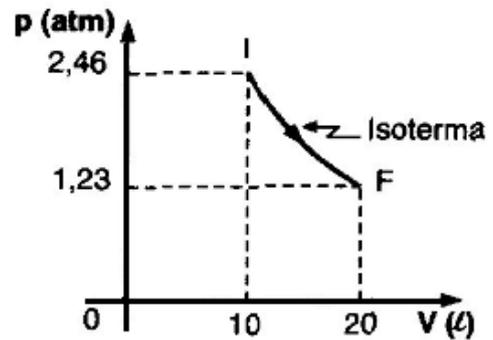


Sabendo que o gás recebeu 500 J, a 1ª Lei da Termodinâmica permite concluir que a variação da energia interna do gás foi de:  
A) 100 J    B) 200 J    C) 480 J    D) 500 J    E) 520 J

**Questão 12**

O diagrama de  $p \cdot V$  da figura ilustra a variação da pressão com o volume, durante uma transformação quase-

- estática e isotérmica de um gás ideal entre o estado inicial **I** e o estado final **F**. Das alternativas a seguir:
- I. É nula a variação da energia interna do gás nesse processo
  - II. O trabalho realizado pelo gás é numericamente igual à área abaixo da curva IF
  - III. O calor absorvido pelo gás é numericamente igual à área abaixo do gráfico IF



- Pode-se afirmar que:
- A) apenas I é correta
  - B) apenas II e III são corretas
  - C) apenas I e II são corretas
  - D) todas são corretas
  - E) nenhuma é correta

**Questão 13**

Numa transformação isobárica, o volume de um gás ideal aumenta de  $0,2 \text{ m}^3$  para  $0,6 \text{ m}^3$  sob pressão de  $5 \text{ N/m}^2$ . Durante o processo, o gás recebeu 5 J de calor do ambiente. Qual foi a variação da energia interna do gás?  
A) 10 J    B) 12 J    C) 15 J    D) 2 J    E) 3 J

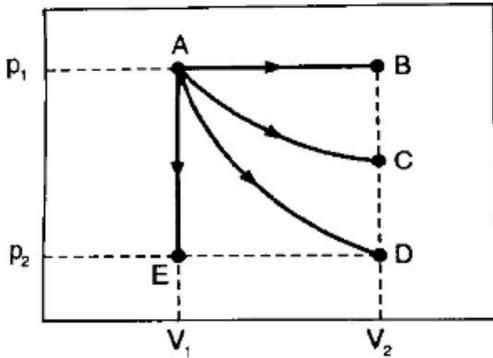
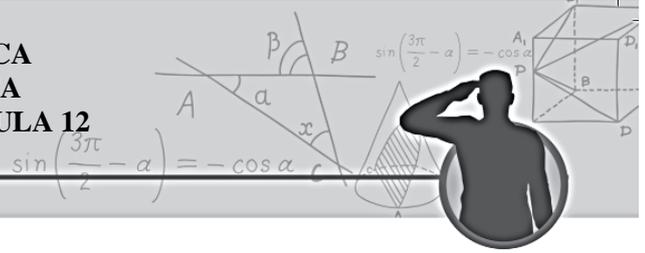
**Questão 14**

Um gás ideal sofre uma depressão isovolumétrica (**M**) e uma expansão adiabática (**N**), partindo da mesma temperatura inicial e chegando, em ambas as transformações, à mesma temperatura final. Sejam  $\Delta U_M$  e  $\Delta U_N$  as variações de energia interna nas transformações **M** e **N**, respectivamente. Assim, é necessariamente correto afirmar que:

- A)  $\Delta U_M = \Delta U_N$
- B)  $\Delta U_M = \Delta U_N = 0$
- C)  $\Delta U_M > \Delta U_N$
- D)  $\Delta U_M < \Delta U_N$
- E)  $\Delta U_M > 0$  e  $\Delta U_N < 0$

**Questão 15**

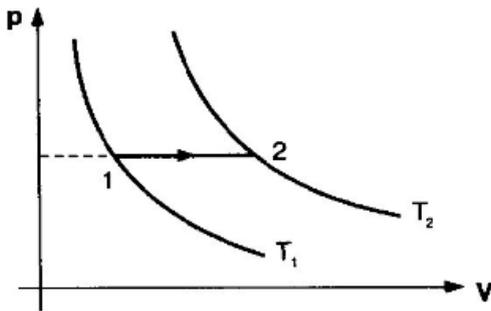
Submete-se um corpo gasoso a transformações diversas.



- A) na expansão isobárica AB,  $Q_{A \rightarrow B} < 0$
- B) na expansão isotérmica AC,  $Q_{A \rightarrow C} = 0$
- C) na expansão adiabática AD,  $\tau_{A \rightarrow D} = 0$
- D) no esfriamento isotérmico AE o gás recebe calor  $Q > 0$
- E) n.d.a.

**Questão 16**

O diagrama caracteriza uma transformação 1 → 2 na qual:



- A) não ocorre variação na energia interna do sistema
- B) o sistema não troca calor com o exterior
- C) o sistema não realiza trabalho ao passar de (1) para (2)
- D) o calor posto em jogo é transformado integralmente em trabalho
- E) o sistema recebe calor, que é parcialmente transformado em trabalho

**Questão 17**

Numa aula sobre estudo de gases perfeitos, um professor escreve as seguintes frases no quadro:

- I. Numa transformação isotérmica, a energia interna permanece constante
- II. Numa transformação adiabática, a pressão não se altera
- III. Numa transformação isocórica, o trabalho realizado é nulo
- IV. Numa transformação isobárica, a temperatura é uma medida da quantidade de calor que o gás recebeu.

Assinale a opção que contém as afirmativas corretas:

- A) apenas I e II
- B) apenas I e III
- C) apenas II e III

- D) apenas II e IV
- E) apenas II, III e IV

**Questão 18**

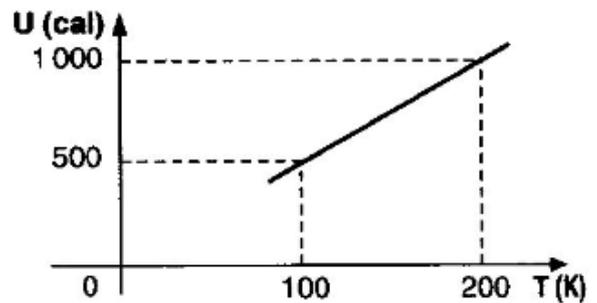
Considere as seguintes afirmações relativas a um gás perfeito:

- I. A energia interna de uma dada massa de gás ideal é função exclusiva de sua temperatura
- II. Numa expansão isobárica a quantidade de calor recebida é menor que o trabalho realizado
- III. Numa transformação isocórica a variação da energia interna do gás é igual a quantidade de calor trocada com o meio exterior.

- A) I e II estão corretas
- B) II e III estão corretas
- C) I e III estão corretas
- D) todas estão corretas
- E) todas estão incorretas

**Questão 19**

Um mol de moléculas de oxigênio é mantido a volume constante, porém sua energia interna varia com a temperatura de acordo com o gráfico. O calor molar do oxigênio a volume constante vale:

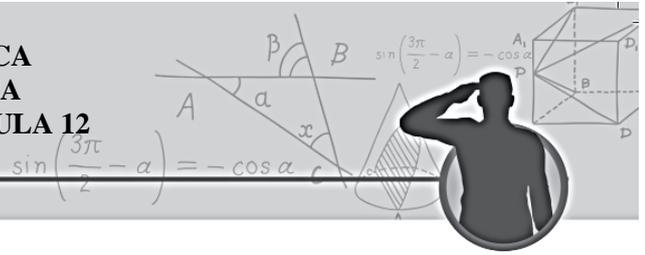


- A) 5 cal/mol · K
- B) 10 cal/mol · K
- C) 15 cal/mol · K
- D) 50 cal/mol · K
- E) 25 cal/mol · K

**Questão 20**

Um gás ideal recebe reversivelmente 1000 calorias de energia em forma de calor. Em relação ao trabalho efetuado pelo gás nessa transformação, é falso afirmar que será:

- A) nulo se a variação de volume for nula
- B) 1000 calorias se a variação de temperatura for nula
- C) 1000 calorias se a variação de pressão for nula
- D) menor que 1000 calorias se a variação de temperatura for positiva
- E) 1000 calorias se a variação de energia for nula



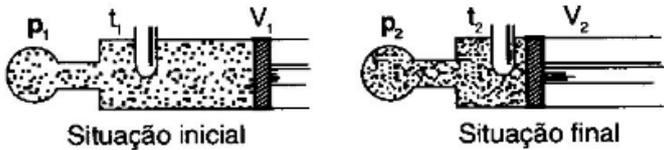
**Questão 21**

Qual é a variação da energia interna de um gás ideal sobre o qual é realizado um trabalho de 80 J durante uma compressão adiabática?

- A) 80 J    B) 40 J    C) zero    D) -40 J    E) -80 J

**Questão 22**

Na figura, estão indicados o volume, a temperatura e a pressão de uma certa massa de gás que sofreu uma compressão bastante rápida, durante a qual não houve troca de calor do gás com a vizinhança. As seguintes afirmativas foram feitas em relação á transformação sofrida por este gás:



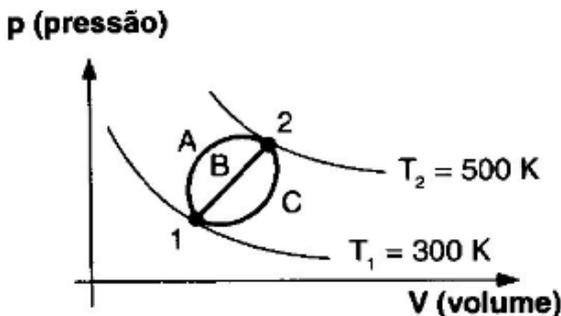
- I. Durante a pressão foi realizado sobre o gás um trabalho de módulo igual ao aumento de sua energia interna.
- II.  $t_1 < t_2$
- III.  $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

A alternativa que apresenta as afirmativas corretas é:

- A) somente I
- B) somente II
- C) somente II e III
- D) somente I e II
- E) I, II e III

**Questão 23**

Um sistema constituído de um gás perfeito passa do estado 1 para o estado 2, conforme o esquema. Se medirmos: Q (o calor fornecido),  $\tau$  (o trabalho realizado) e  $\Delta U$  (a variação de energia interna), tem-se que:  $Q = \tau + \Delta U$ .



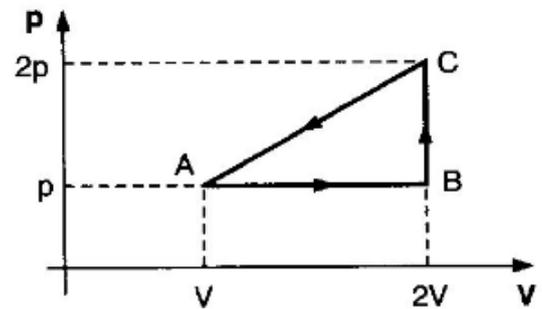
Então, quando o sistema passar do estado 1 para o estado 2, pelos processos **A**, **B** e **C**, podemos dizer que:

- A) o trabalho realizado pelo sistema será o mesmo para os três processos
- B) o calor fornecido ao sistema será igual nos três processos

- C) a variação de energia interna será a mesma nos três processos
- D) no processo **A** o calor fornecido será menor que nos processos **B** e **C**
- E) nenhuma das afirmativas anterior

**Questão 24**

Um recipiente de volume ajustável contém **n** mols de um gás ideal. Inicialmente o gás esta no estado **A**, ocupando o volume **V** a pressão **p**. Em seguida, o gás é submetido á transformação indicada na figura. Calcular o volume absorvido pelo gás na transformação cíclica **ABCA**.



- A)  $Q = 0$
- B)  $Q = npV/2$
- C)  $Q = - npV/2$
- D)  $Q = pV/2$
- E)  $Q = - pV/2$

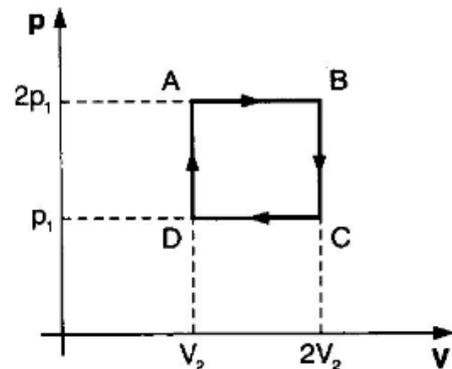
**Questão 25**

Considere uma máquina térmica em que **n** mols de um gás ideal executam o ciclo indicado no gráfico pressão **p** versus volume **V**. Sendo **T** a temperatura do gás, considere as relações:

- I.  $T_A = 4 \cdot T_C$  e  $T_B = T_D$
- II.  $T_A = T_C$  e  $T_B = 4 \cdot T_D$

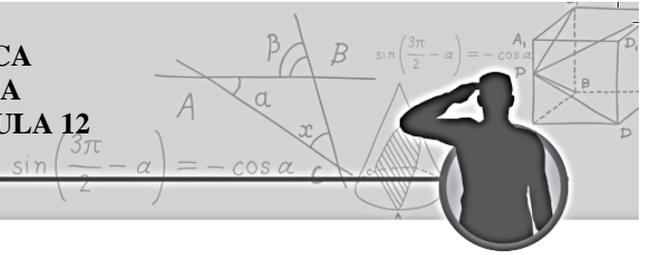
Sendo **W** o trabalho realizado pelo gás no trecho correspondente, considere as relações:

- III.  $|W_{AB}| = |W_{CD}|$
- IV.  $|W_{AB}| > |W_{CD}|$



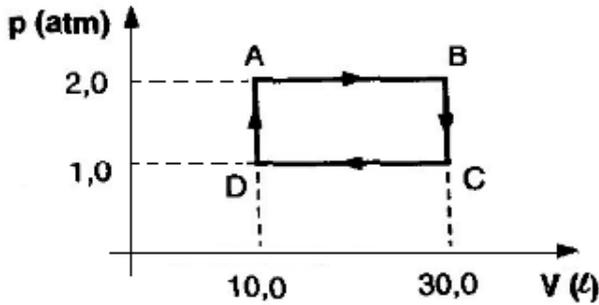
Estão corretas as relações:

- A) I e IV
- B) III e IV
- C) II e III
- D) II e IV
- E) somente III



**Questão 26**

Uma molécula-grama de gás ideal sofre uma série de transformações e passa sucessivamente pelos estados A → B → C → D, conforme o diagrama pV ao lado, onde  $T_A = 300$  K. Pode se afirmar que a temperatura em cada estado, o trabalho líquido realizado no ciclo e a variação da energia interna no ciclo são respectivamente:



	$T_A$ (K)	$T_B$ (K)	$T_C$ (K)	$T_D$ (K)	$\Delta W$ (atmℓ)	$\Delta U$ (J)
A)	300	900	450	150	20,0	0
B)	300	900	450	150	20,0	0
C)	300	450	900	150	20,0	0
D)	300	900	450	150	60,0	40
E)	n.d.a.					

**Questão 27**

Pode-se afirmar que máquina térmica é toda máquina capaz de transformar calor em trabalho. Qual dos dispositivos pode ser considerado uma máquina térmica?  
 A) motor a gasolina  
 B) motor elétrico  
 C) chuveiro elétrico  
 D) alavanca  
 E) sarilho

**Questão 28**

As afirmativas referem-se à Segunda Lei da Termodinâmica.  
 I. Nenhuma máquina térmica que opere entre duas temperaturas dadas pode apresentar maior rendimento que uma máquina de Carnot que opere entre as mesmas temperaturas.  
 II. é impossível qualquer transformação cujo único resultado seja a absorção de calor de um reservatório a uma temperatura única e sua conservação total em trabalho mecânico  
 III. Uma máquina de Carnot apresenta menor rendimento ao operar entre  $10^\circ\text{C}$  e  $-10^\circ\text{C}$  do que ao operar entre  $80^\circ\text{C}$  e  $60^\circ\text{C}$ .  
 Dentre as afirmativas, são verdadeiras:

- A) I e II
- B) I, II e III
- C) I e III
- D) apenas a I
- E) II e III

**Questão 29**

A segunda Lei da Termodinâmica pode ser encarada como um princípio da degradação da energia porque:  
 A) o calor não pode passar espontaneamente de um corpo para outro de temperatura mais baixa que o primeiro.  
 B) para produzir trabalho continuamente, uma máquina térmica, opera em ciclos, deve necessariamente receber calor de uma fonte fria e ceder parte dele a uma fonte quente.  
 C) é possível construir uma máquina, operando em ciclos, cujo único efeito seja retirar calor de uma fonte e convertê-lo em uma quantidade equivalente de trabalho.  
 D) é possível se converter totalmente calor em outra forma de energia  
 E) a Termodinâmica independe de qualquer teoria atômico-molecular

**Questão 30**

O rendimento de uma máquina térmica:  
 A) depende apenas da temperatura da fonte quente  
 B) é tanto maior quanto maior a diferença de temperaturas das fontes quente e fria.  
 C) depende apenas da temperatura da fonte fria  
 D) não depende das temperaturas das fontes e sim das transformações envolvidas  
 E) nunca pode ultrapassar a 30 %..

**Questão 31**

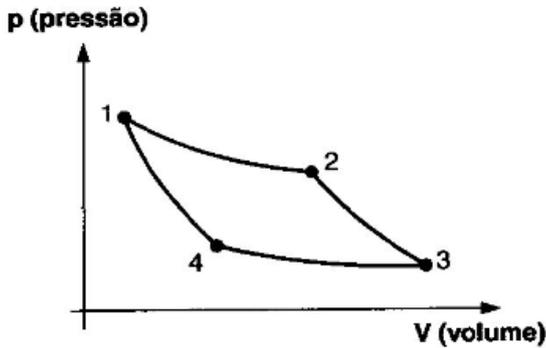
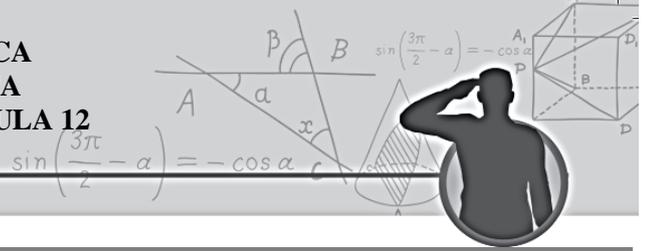
Uma máquina térmica recebe da fonte quente 100 cal e transfere para fonte fria 70 cal. O rendimento dessa máquina será:  
 A) 15%    B) 20%    C) 30%    D) 40%    E) 50%

**Questão 32**

Uma geladeira retira, por segundo, 1000 kcal do congelador, enviando para o ambiente 1200 kcal. Considere 1 kcal = 4,2 kJ  
 A potência do compressor da geladeira vale:  
 A) 700 kW    B) 800 kW    C) 840 kW  
 D) 600 kW    E) 500 kW

**Questão 33**

No ciclo de Carnot representado no diagrama p·V, é correto afirmara que, entre os estados:



- A) 1 e 2, o gás expande-se adiabaticamente.
- B) 2 e 3, o gás expande-se adiabaticamente.
- C) 3 e 4, o gás é comprimido adiabaticamente.
- D) 4 e 5, o gás é comprimido isotermicamente
- E) 1 e 2, o gás é comprimido isotermicamente

**Questão 34**

Uma máquina térmica opera entre duas operadoras  $T_1$  e  $T_2$ . Afirma-se que seu rendimento:

- A) máximo pode ser 100%
- B) pode ser maior que 100%
- C) nunca será inferior a 80%
- D) será máximo se operar em ciclos
- E) será máximo se operar em ciclo de Carnot

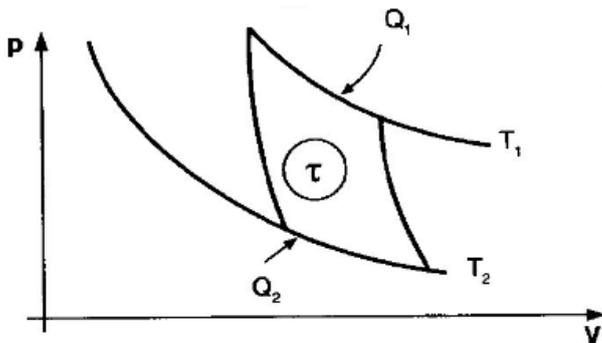
**Questão 35**

Uma máquina térmica executa um ciclo entre as temperaturas 500 K (fonte quente) e 400 K (fonte fria). O máximo rendimento que essa máquina poderá ter será:

- A) 10%    B) 20%    C) 25%    D) 30%    E) 80%

**Questão 36**

O diagrama anexo representa o ciclo de Carnot entre as temperaturas  $T_1 = 800$  K e  $T_2 = 400$  K. Sabendo -se que o motor (de Carnot) recebe calor  $Q_1 = 1000$  J da fonte quente, o calor rejeitado ( $Q_2$ ) e o trabalho ( $\tau$ ), ambos em módulo, valem respectivamente:



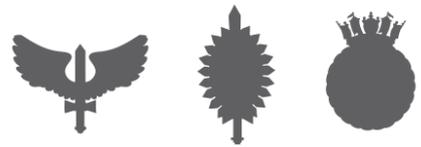
- A) 500 J; 500 J    B) 400 J; 600 J    C) 300 J; 700 J
- D) 200 J; 800 J    E) 100 J; 900 J

**Questão 37**

De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, a entropia do Universo:

- A) não pode ser criada nem destruída
- B) acabará transformada em energia
- C) tende a aumentar com o tempo
- D) tende a diminuir com o tempo
- E) permanece sempre constante

GABARITO			
01 - B	11 - C	21 - A	31 - C
02 - C	12 - D	22 - D	32 - C
03 - A	13 - E	23 - C	33 - B
04 - D	14 - A	24 - E	34 - E
05 - D	15 - E	25 - D	35 - B
06 - E	16 - E	26 - A	36 - A
07 - D	17 - B	27 - A	37 - C
08 - A	18 - C	28 - A	
09 - A	19 - A	29 - D	
10 - B	20 - C	30 - B	



**OSCILAÇÕES**

**MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES**

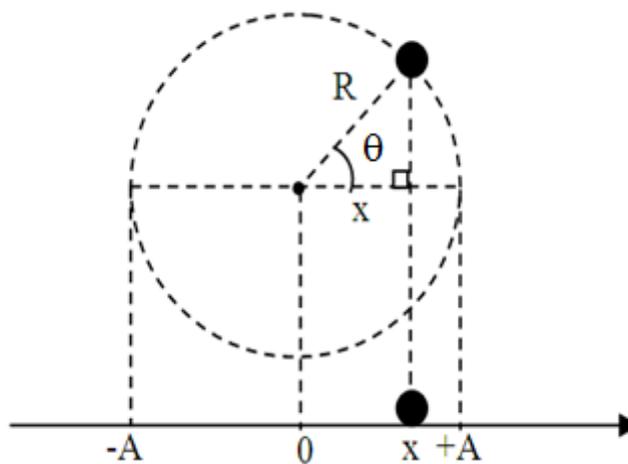
**Introdução**

O **MHS** é um movimento oscilatório e periódico simultaneamente. Mas a recíproca não é verdadeira.

**Funções horárias**

**Elongação**

A projeção de um MCU sobre um eixo paralelo a diâmetro da trajetória circular é um MHS. A **elongação** é a posição da partícula que executa o MHS.



Observe, então, que no ponto médio da trajetória temos  $x = 0$  e nos pontos extremos da trajetória temos  $x = -A$  e  $x = +A$ . para outros pontos, temos:

$$\cos \theta = \frac{x}{R} \therefore \cos \theta = \frac{x}{A}$$

$$x = A \cos(\theta_0 + \omega t)$$

**Função horária da elongação**

**Velocidade**

A **velocidade** da partícula que executa o MHS é a primeira derivada do espaço em relação ao tempo. Nos pontos extremos da trajetória, ou seja, para  $x = \pm A \Rightarrow v = 0$ . Para outros pontos, temos

$$v = x'(t) = A[-\text{sen}(\theta_0 + \omega t)]\omega$$

$$v = -\omega A \text{sen}(\theta_0 + \omega t)$$

**Função horária da velocidade**

**Atenção!**

Se  $x = A \cos(\theta_0 + \omega t)$  e  $v = -\omega A \text{sen}(\theta_0 + \omega t)$ , temos

$$\cos(\theta_0 + \omega t) = \frac{x}{A} \text{ e } \text{sen}(\theta_0 + \omega t) = -\frac{v}{\omega A}$$



$$\sin^2(\theta_0 + \omega t) + \cos^2(\theta_0 + \omega t) = 1$$

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{v^2}{\omega^2 A^2} = 1 \therefore x^2 \omega^2 + v^2 = \omega^2 A^2$$

$$v^2 = \omega^2 (A^2 - x^2) \begin{cases} x = \pm A \therefore v = 0 \\ x = 0 \therefore v = \pm \omega A \end{cases}$$

$$v_{\text{máx}} = \omega A$$

### Aceleração

A **aceleração** da partícula que executa o MHS é a segunda derivada do espaço em relação ao tempo. Desse modo, temos:

$$a = x''(t) = -\omega A [\cos(\theta_0 + \omega t)] \omega$$

$$a = -\omega^2 A \cos(\theta_0 + \omega t)$$

### Função horária da aceleração

### Atenção!

Se  $x = A \cos(\phi_0 + \omega t)$  e  $a = -\omega^2 A \cos(\theta_0 + \omega t)$ , temos:

$$a = -\omega^2 x \begin{cases} x = \pm A \therefore a = \mp \omega^2 A \\ x = 0 \therefore a = 0 \end{cases}$$

$$a_{\text{máx}} = \omega^2 A$$

### Força restauradora

Sendo a massa da partícula que executa o MHS constante, temos:

Se  $F_R = ma$  e  $a = -\omega^2 x$ , temos

$k = \text{cte}$

$$F_R = m(-\omega^2 x) \therefore F_R = -m\omega^2 x$$

$$F_R = -kx \quad (k = \text{constante de força})$$

Sendo mais prático trabalhar com o módulo. Então, temos:

$$F_R = kx$$

### Atenção!

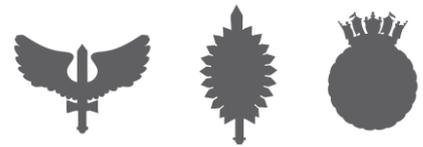
Para  $x = 0 \therefore F_R = 0$  (Ponto de equilíbrio)

### Período

Se  $k = m\omega^2$  e  $\omega = \frac{2\pi}{T}$ , temos:

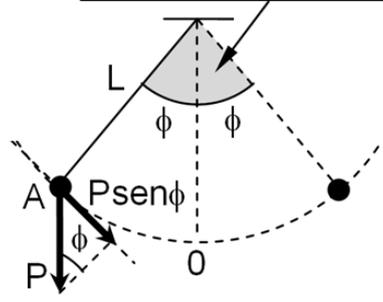
$$k = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 \therefore \frac{k}{m} = \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$



Pêndulo simples

$$2\phi \leq 10^\circ \therefore \phi \leq 5^\circ \therefore \text{sen}\phi \approx \phi$$



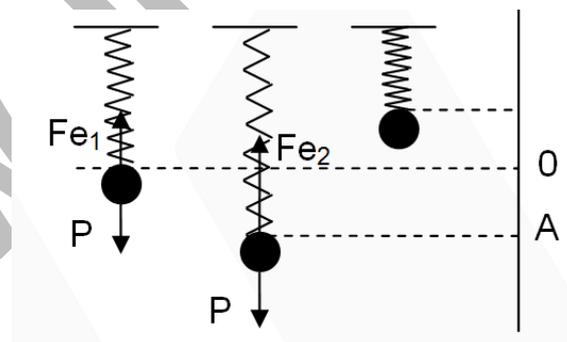
$$F_R = kx \therefore P\text{sen}\phi = kA$$

$$\left. \begin{array}{l} mg\text{sen}\phi = kA \\ \text{sen}\phi \approx \phi = \frac{A}{L} \end{array} \right\} mg \frac{A}{L} = kA \therefore k = \frac{mg}{L}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{mg}{L}}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Massa mola



$$x = 0$$

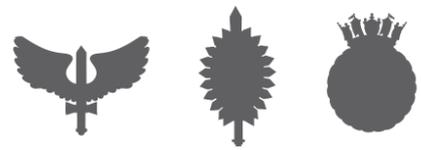
$$F_{e1} = k_e \Delta L = P$$

$$x = A$$

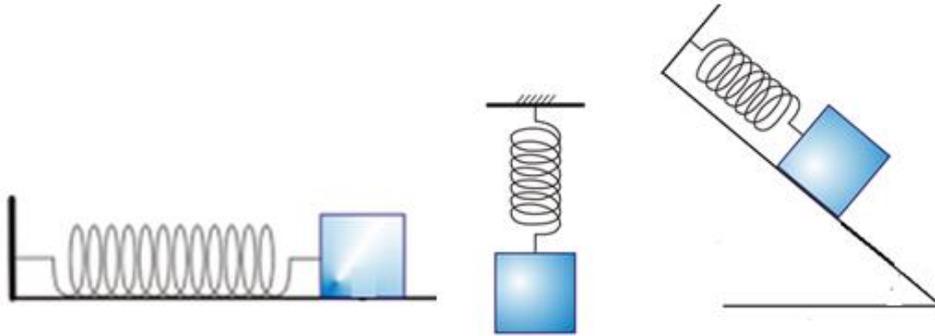
$$F = F_{e2} - P = kx \therefore k_e (\Delta L + A) - P = kA$$

$$k_e \Delta L + k_e A - P = kA \therefore P + k_e A - P = kA$$

$$k = k_e$$



Sendo  $k = k_e$  valido para



Então, temos que

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_e}}$$

## Energia

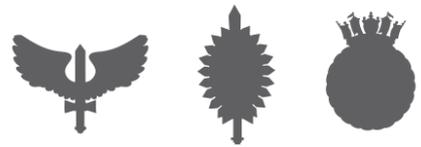
A energia mecânica da partícula que executa o MHS pode ser calculada por

Se  $E_C = \frac{mv^2}{2}$ ,  $E_P = \frac{kx^2}{2}$  e  $E_M = E_C + E_P$ . Então temos

$$E_M = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} \therefore E_M = \frac{m}{2} \left[ \omega^2 (A^2 - x^2) \right] + \frac{kx^2}{2}$$

$$E_M = \frac{m\omega^2}{2} (A^2 - x^2) + \frac{kx^2}{2} \therefore E_M = \frac{kA^2}{2} - \frac{kx^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$E_M = \frac{kA^2}{2} = \text{cte (sistema conservativo)}$$

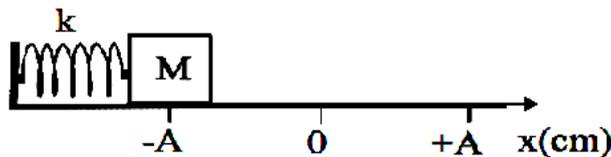


**01. (EFOMM)** Um sistema massa-mola, com constante de mola igual a 40 N/m, realiza um movimento harmônico simples. A energia cinética, no ponto médio entre a posição de aceleração máxima e velocidade máxima, é igual a 0,1 J. Sabendo que a velocidade máxima é igual a 2 m/s, a aceleração máxima é igual a:

Dado: Considere  $\sqrt{6} = \frac{5}{2}$

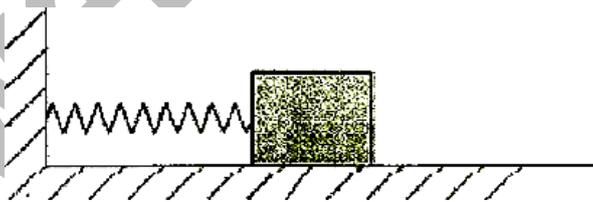
- A) 30 m/s<sup>2</sup>.
- B) 40 m/s<sup>2</sup>.
- C) 50 m/s<sup>2</sup>.
- D) 60 m/s<sup>2</sup>.
- E) 70 m/s<sup>2</sup>.

**02. (EFOMM)** O bloco de massa M da figura é, em  $t = 0$ , liberado do repouso na posição indicada ( $x = -A$ ) e a seguir executa um MHS com amplitude  $A = 10$  cm e período de 1,0 s. No instante  $t = 0,25$  s, o bloco se encontra na posição onde:



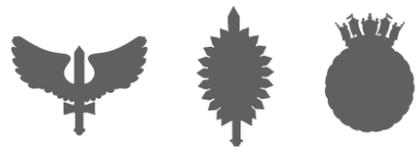
- A) a energia mecânica é o dobro da energia cinética.
- B) a energia mecânica é o dobro da energia potencial elástica.
- C) a energia cinética é o dobro da energia potencial elástica.
- D) a energia mecânica é igual à energia potencial elástica.
- E) a energia mecânica é igual à energia cinética.

**03. (EFOMM)** Observe a figura a seguir.

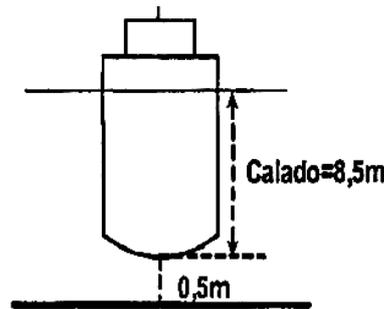
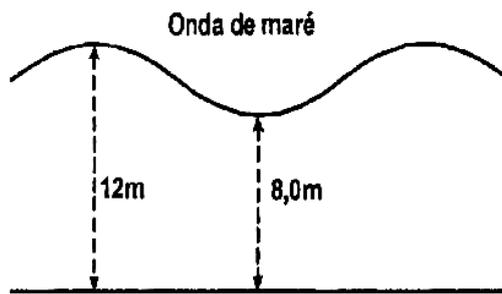


Considere o sistema massa-mola indicado acima, que oscila sobre um plano horizontal num movimento harmônico simples com energia mecânica E, amplitude A, frequência f e velocidade máxima  $v_m$ . Se a energia mecânica deste sistema for aumentada para 2E, quais serão, respectivamente, a amplitude, a frequência e a velocidade máxima do novo movimento harmônico simples?

- A) 2A, 2f,  $2v_m$
- B) 2A, 2f,  $\sqrt{2} v_m$
- C)  $\sqrt{2} A$ , 2f,  $2v_m$
- D)  $\sqrt{2} A$ , f,  $\sqrt{2} v_m$
- E) A,  $\sqrt{2} f$ ,  $\sqrt{2} v_m$



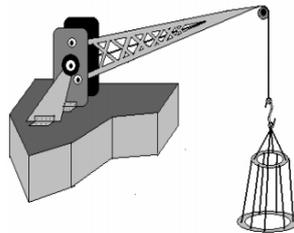
04. (EFOMM) Observe as figuras a seguir.



Considere que a maré em um ponto oscile em movimento harmônico simples. Num certo dia, sabe-se que a profundidade máxima será de 12 m às 12:30 e a profundidade mínima será de 8,0 m às 18:30. O horário, antes do por do sol, em que um navio de 8,5 m de calado poderá entrar neste porto, com uma margem de segurança mínima de 0,50 m de água entre o fundo do navio e o fundo do mar, é de:

- A) 7:30 às 17:30                      B) 8:00 às 18:00                      C) 8:30 às 16:00  
D) 8:30 às 16:30                      E) 9:00 às 15:00

05. (EFOMM)



Parte da carga e do pessoal nas instalações da bacia de Campos é movimentada em “cestinhas”, entre embarcações e plataformas, ou entre embarcações; elas são suspensas por cabos tracionados por guinchos (proporções não respeitadas). Em não raras ocasiões, o vento faz com que a cesta oscile, às vezes perigosamente. Suponha que o cabo tenha 25,3 m de comprimento, um pequeno ângulo de oscilação, e a aceleração local da gravidade  $10 \text{ m/s}^2$ . A frequência (em Hz) da oscilação é, aproximadamente,

- A) 0,10                      B) 0,15                      C) 0,20  
D) 0,25                      E) 0,30

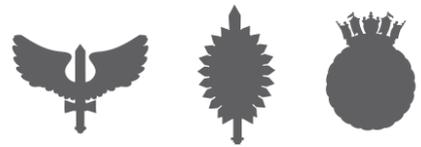
06. (EFOMM) Analise as afirmativas abaixo.

Um MCA (motor auxiliar para a geração de energia elétrica) em um navio mercante apresenta oscilação no eixo principal definida pela função  $y = 0,1\cos 40\pi t$ . A respeito desta constatação, pode-se afirmar que

- I- a projeção da ponta do eixo descreveria círculo equivalente de raio 0,2.  
II- a velocidade angular do movimento oscilatório é de  $40\pi$  radianos por segundo.  
III- o ângulo de fase inicial é nulo.  
IV- o tempo para que a ponta do eixo sujeito à vibração percorra a metade da distância em direção à posição de equilíbrio é de  $1/120 \text{ s}$ .

Assinale a alternativa correta.

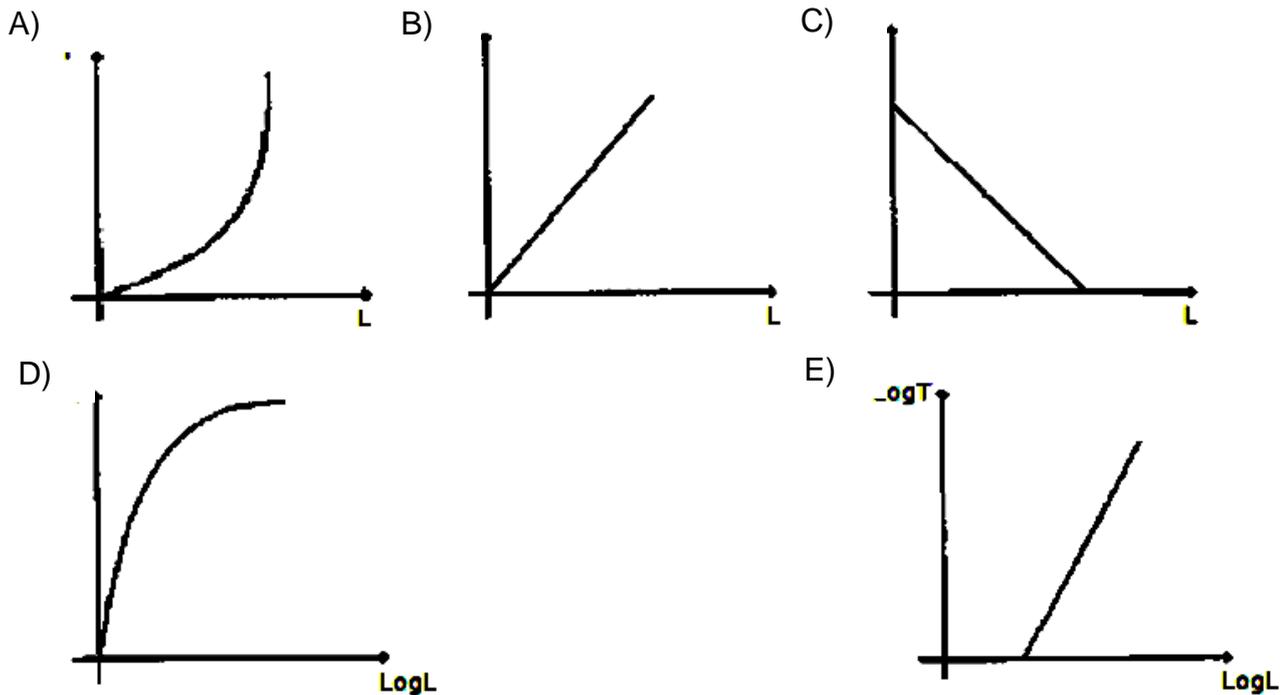
- A) As afirmativas I e IV são verdadeiras.  
B) As afirmativas I, II e III são verdadeiras.  
C) As afirmativas II, III e IV são verdadeiras.  
D) As afirmativas I, III e IV são verdadeiras.  
E) Apenas a afirmativa IV é verdadeira.



07. (EFOMM) O período "T" de um pêndulo simples, é dado pela seguinte expressão:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

onde "L" é o comprimento do pêndulo e "g" é a aceleração da gravidade local. Qual dos gráficos abaixo representa essa lei?



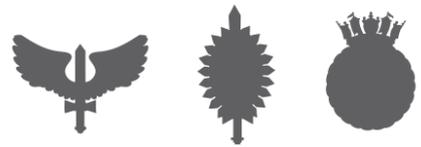
08. (EFOMM) Um pequeno bloco de massa 0,500 kg está suspenso por uma mola ideal de constante elástica 200 N/m. A outra extremidade da mola está presa ao teto de um elevador que, inicialmente, conduz o sistema mola/bloco com uma velocidade de descida constante e igual a 2,00 m/s. Se, então, o elevador parar subitamente, a partícula irá vibrar com uma oscilação de amplitude, em centímetros, igual a

- A) 2,00
- B) 5,00
- C) 8,00
- D) 10,0
- E) 13,0



**GABARITO**

01. C 02. E 03. D 04. D 05. A 06. C 07. E 08. D



**ONDULATÓRIA**

**Conceito fundamentais de ondas**

**O que são ondas?**

As ondas são perturbações que se propagam em um determinado meio.

**Ondas mecânicas e eletromagnéticas**

As **ondas mecânicas** são perturbações que necessitam de um meio material para se propagarem.

**Exemplos:**

Ondas na superfície de um líquido, ondas em molas, ondas em cordas, ondas sonoras (infrassom, som e ultrassom).

As **ondas eletromagnéticas** são perturbações que não necessitam de um meio material para se propagarem.

**Exemplos:**

Raios cósmicos, raios  $\gamma$ , raios X, raios UV, luz visível (laser e luz comum), raios infravermelhos, micro-ondas, ondas de TV, ondas de rádio.

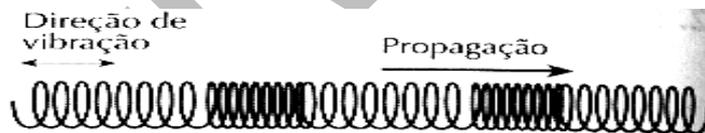
As ondas eletromagnéticas são as únicas ondas que se propagam no vácuo e apresentam neste meio à mesma velocidade da luz aproximadamente 300.000.000 m/s.

**Ondas longitudinais, transversais e mistas**

As **ondas longitudinais** vibram na mesma direção em que se propagam.

**Exemplos:**

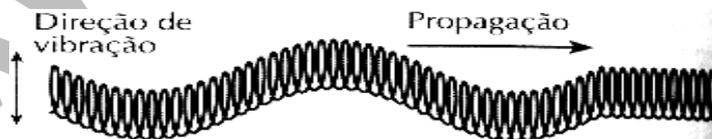
Ondas sonoras nos fluidos e ondas em molas.



As **ondas transversais** vibram perpendicularmente a direção em que se propagam.

**Exemplos:**

Ondas em cordas, ondas em molas e ondas eletromagnéticas.



As **ondas mistas** são longitudinais e transversais simultaneamente.

**Exemplos:**

Ondas em superfícies de líquidos e ondas sonoras nos meios sólidos.

**Ondas uni, bi e tridimensionais**

As **ondas unidimensionais** se propagam linearmente.

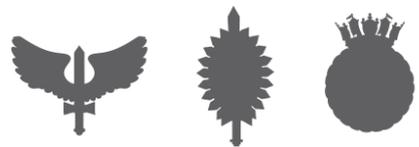
**Exemplos:**

Ondas em cordas e molas.

As **ondas bidimensionais** se propagam superficialmente.

**Exemplos:**

Ondas na superfície de líquidos.



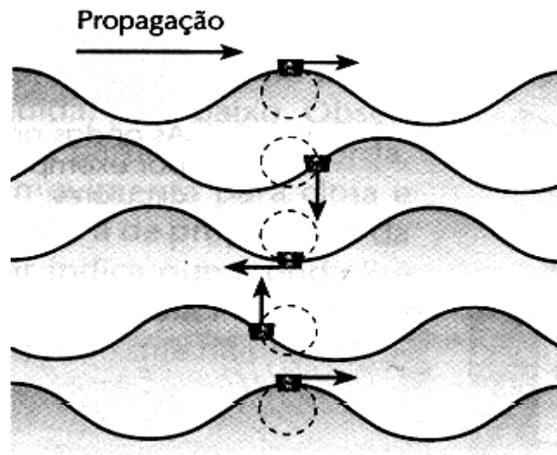
As **ondas tridimensionais** se propagam em todas as direções.

**Exemplos:**

Ondas sonoras e ondas eletromagnéticas.

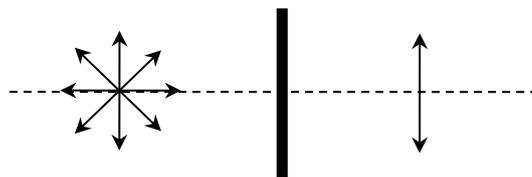
**Onda não transporta matéria**

As ondas durante a sua propagação transportam energia e quantidade de movimento ou momento linear. Mas, não arrastam ou transportam matéria.



**Polarização**

Polarizar uma onda é fazer que uma onda que vibra em várias direções passe a vibrar numa única direção.



**Onda não Polarizada      Onda Polarizada**

Verifica-se que a polarização é um fenômeno típico das ondas transversais. Sendo assim, podemos concluir que o som jamais poderá ser polarizado enquanto que todo o espectro eletromagnético (luz, ultravioleta, raios X, infravermelho, raios Gama, ondas de rádio, microondas, etc), podem ser polarizadas por se tratarem de ondas transversais.

Uma aplicação da polarização é a fotografia de superfícies altamente refletoras como é o caso de vitrines de lojas, sem que nelas apareça o reflexo da imagem do fotógrafo. Para isto, utiliza-se um polarizador, que funciona como um filtro, não deixando passar os raios que saem do fotógrafo chegarem até o interior da máquina fotográfica.

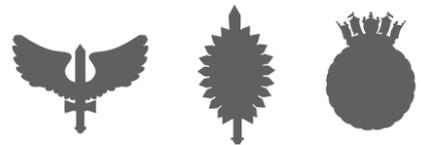
**Grandezas características de uma onda**

O **período T** é o intervalo de tempo correspondente a cada ciclo executado pela onda.

A **frequência f** mede o número de ciclos por unidade de tempo. Desse modo, conclui-se que a frequência f e o inverso do período T.

$$f = \frac{N}{\Delta t} \text{ ou } f = \frac{1}{T}$$

No SI a frequência é medida em  $s^{-1}$  ou hertz(HZ).



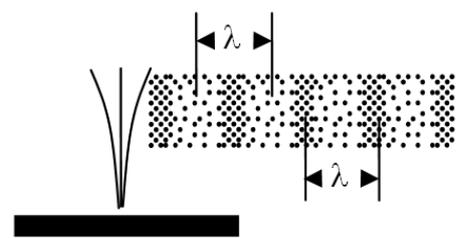
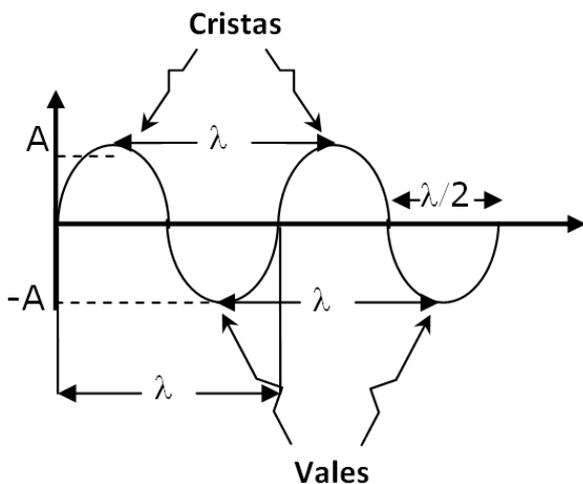
O **comprimento de onda**  $\lambda$  é o espaço que a onda percorre com velocidade  $v$  a cada período  $T$ .

$$\Delta s = v \cdot \Delta t \quad \therefore \quad \lambda = v \cdot T \quad \therefore \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

**Equação fundamental das ondas**

A amplitude é o deslocamento máximo sofrido pela onda, em relação à linha de equilíbrio, na direção na qual ela vibra.



**Atenção!**

A velocidade  $v$  de uma onda depende do meio onde ela se propaga.

A frequência  $f$  de uma onda depende da fonte que a produziu.

O comprimento de onda  $\lambda$  é diretamente proporcional a velocidade  $v$  da onda quando a frequência é constante.

$$\downarrow \lambda = \frac{v \leftarrow \text{cte}}{\uparrow f}$$

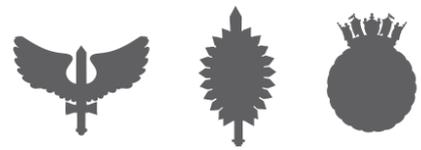
O **comprimento de onda**  $\lambda$  é inversamente proporcional a frequência  $f$  da onda quando a sua velocidade é constante.

A **amplitude** é o deslocamento máximo produzido pela onda, na direção na qual ele oscila, em relação a linha de equilíbrio.

A **energia** pode ser interpretada como:

$$E = \frac{kA^2}{2} \quad \therefore \quad E = \frac{m\omega^2 A^2}{2} \quad \therefore \quad E = \frac{m(2\pi f)^2 A^2}{2} \quad \therefore \quad \boxed{E = 2\pi^2 m f^2 A^2}$$

Qualquer onda, seja ela de natureza eletromagnética ou mecânica pode interagir com a matéria no qual ela se propaga, tendo como resultado uma diminuição da intensidade da onda. A intensidade . A energia  $E$  transportada pela onda é diretamente proporcional ao quadrado da amplitude  $A^2$ . Logo, se uma onda perde energia no decorrer do tempo a sua amplitude tende a diminuir. Mas, a sua velocidade, a sua frequência, o seu comprimento de onda e o seu período ficam constantes.



A **Intensidade** sonora é definida como:

$$I = \frac{P}{S} \therefore I = \frac{E}{S \Delta t} \therefore I = \frac{E}{S \Delta t} \therefore I = \frac{2\pi^2 \rho v f^2 A^2}{S \Delta t} \therefore I = \frac{2\pi^2 \rho v f^2 A^2}{S \Delta t} \therefore I = 2\pi^2 \rho v f^2 A^2 \text{ (W / m}^2\text{)}$$

P: potência que a onda transporta (W)

S: área atravessada perpendicularmente pela onda (m<sup>2</sup>)

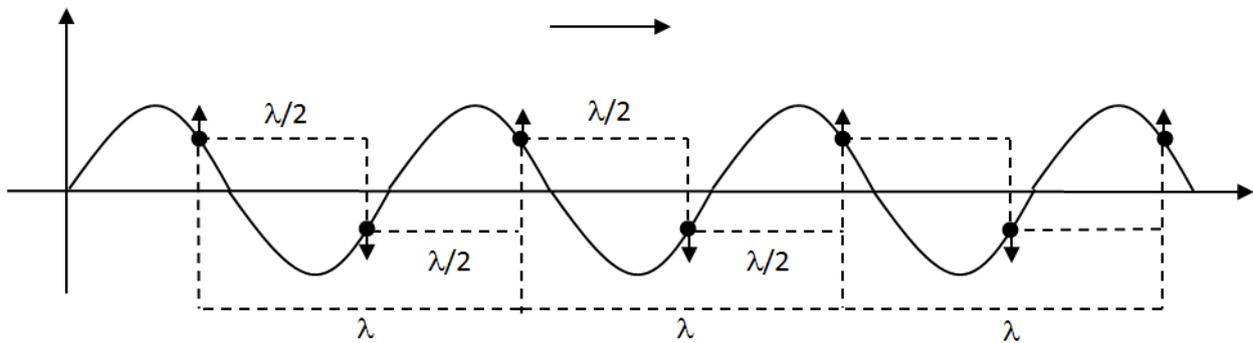
ρ: densidade volumétrica do meio (Kg/m<sup>3</sup>)

A: amplitude (m)

v: velocidade da onda (m/s)

f: frequência (Hz)

**Pontos em fase e em oposição de fase**



Pontos de uma onda estão em fase quando apresentam elongações iguais e velocidades iguais (a distância entre os planos que contem esses pontos é um múltiplo inteiro de λ .

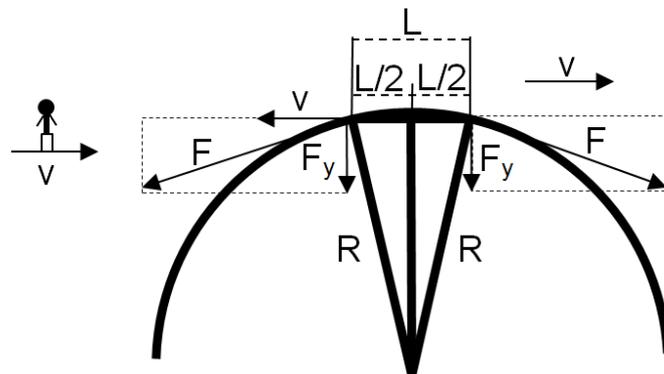
Pontos de uma onda estão em oposição de fase quando apresentam a elongações simétricas e velocidades simétricas (a distância entre os planos que contem esses pontos é um múltiplo inteiro de λ / 2 .

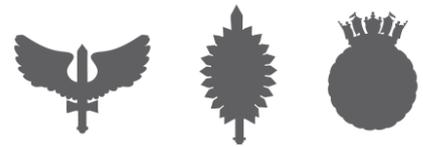
**Função de onda**

$$y = A \cos \left[ \theta_0 + \omega(t - \Delta t) \right] \therefore y = A \cdot \cos \left[ \theta_0 + 2\pi f \left( t - \frac{x}{v} \right) \right] \therefore y = A \cos \left[ \theta_0 + 2\pi f t - \frac{2\pi f x}{v} \right]$$

$$y = A \cos \left[ \theta_0 + 2\pi f t - \frac{2\pi}{\lambda} x \right]$$

**Equação de Taylor**





**Passo 1**

$$F_{cp} = 2F_y \therefore \frac{mv^2}{R} = 2F_y$$

**Passo 2**

$$\frac{F_y}{L} = \frac{F}{R} \therefore 2F_y = \frac{LF}{R}$$

**Passo 3**

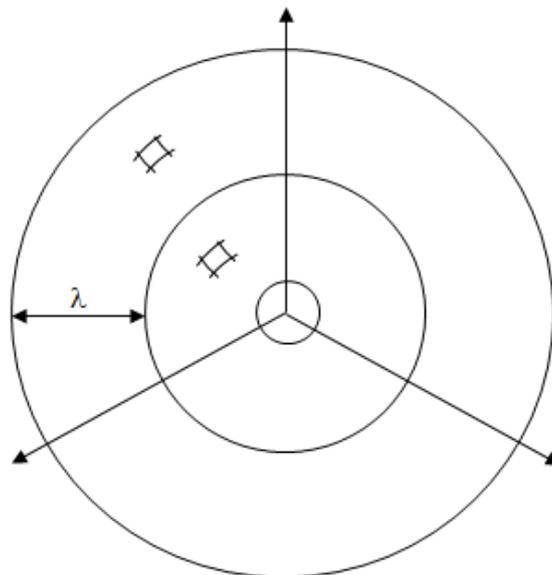
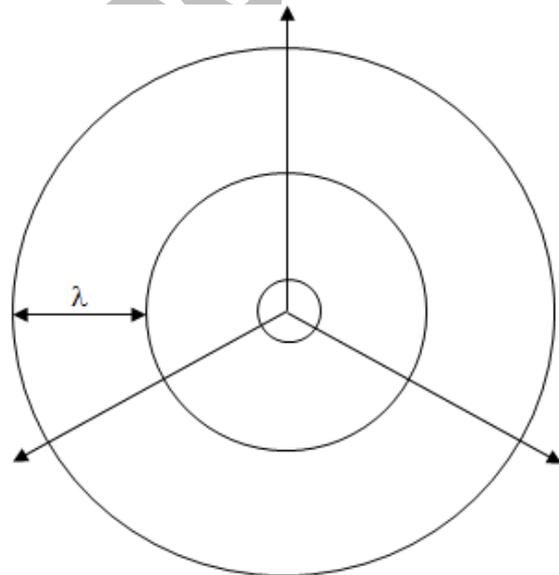
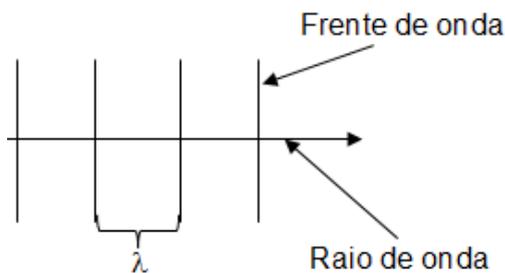
$$\frac{mv^2}{R} = \frac{LF}{R} \therefore v^2 = \frac{LF}{m} \therefore v^2 = \frac{F}{\frac{m}{L}} \therefore v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \text{ e } \mu = \frac{m}{L}$$

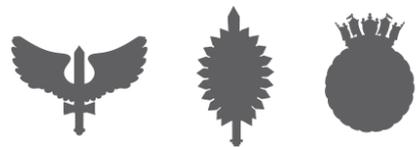
v: Velocidade da onda na corda

F: Força de tração

$\mu$ : Densidade linear

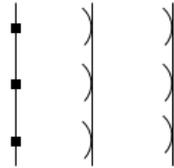
**Frente e raio de onda**





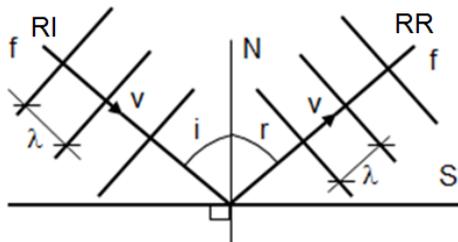
## Princípio de Huygens

Cada ponto de uma frente de onda funciona como fontes de ondas secundárias que serão tangenciadas pela próxima frente de onda.



## Fenômenos ondulatórios

### Reflexão:

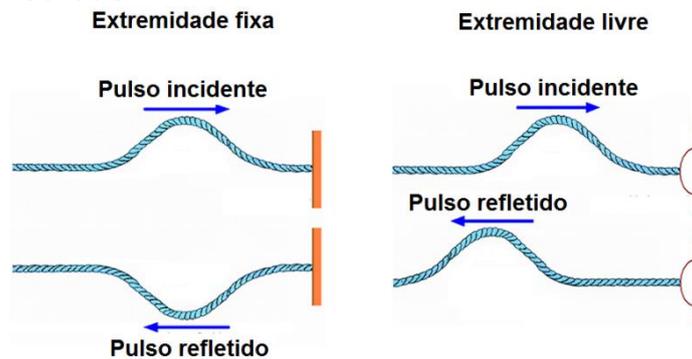


### Leis da reflexão:

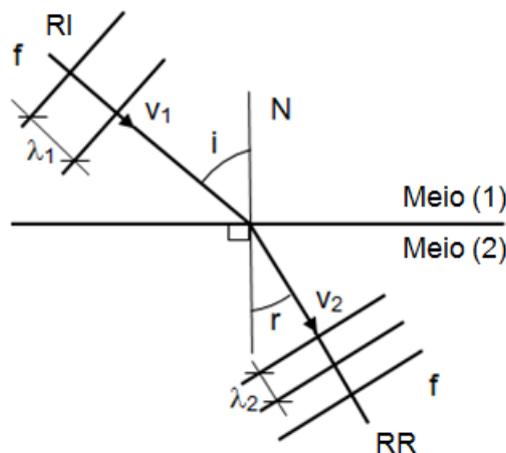
1ª Lei: O RI, RR e N são coplanares.

2ª Lei:  $i = r$ .

### Reflexão de ondas em cordas



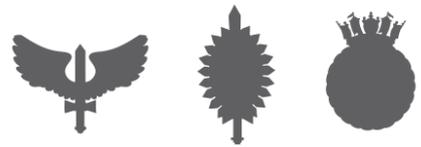
### Refração



### Leis da refração:

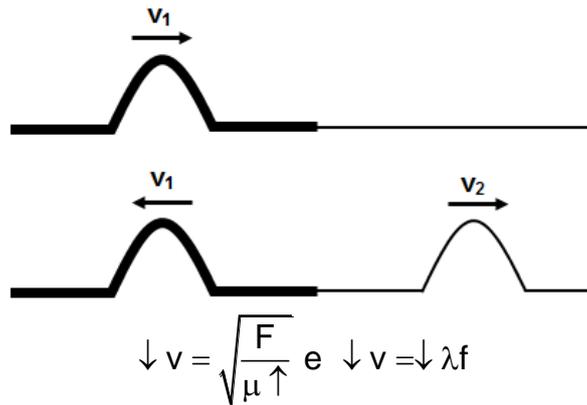
1ª Lei: O RI, RR e N são coplanares.

2ª Lei ou Lei de Snell:  $\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{v_1}{v_2}$



Refração de ondas em cordas

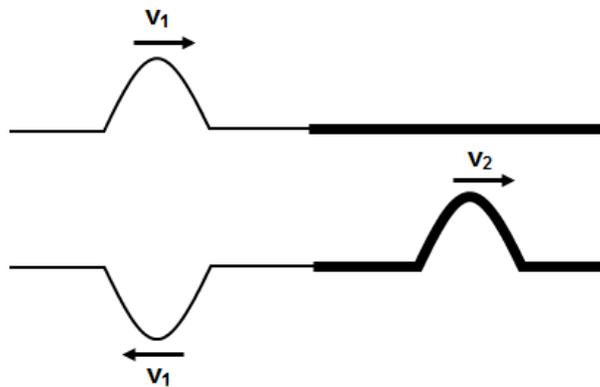
I)



$$\downarrow v = \sqrt{\frac{F}{\mu \uparrow}} \text{ e } \downarrow v = \downarrow \lambda f$$

$$F_1 = F_2, f_1 = f_2, \mu_1 > \mu_2 \therefore v_1 < v_2 \therefore \lambda_1 < \lambda_2$$

II)

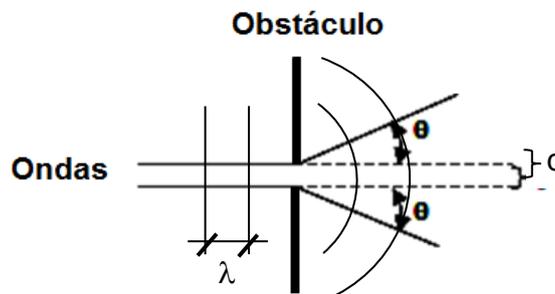


$$\uparrow v = \sqrt{\frac{F}{\mu \downarrow}} \text{ e } \uparrow v = \uparrow \lambda f$$

$$F_1 = F_2, f_1 = f_2, \mu_1 < \mu_2 \therefore v_1 > v_2 \therefore \lambda_1 > \lambda_2$$

Difração

É quando a onda ao incidir numa fenda ou borda de um obstáculo ela se espalha. A condição para ocorrer a difração é que **o comprimento de onda tenha a mesma ordem de grandeza das dimensões do obstáculo.**



$$\text{sen} \theta \propto \frac{\lambda}{d} \begin{cases} d \uparrow \therefore \theta \downarrow \text{ e } d \downarrow \therefore \theta \uparrow \\ \lambda \uparrow \therefore \theta \uparrow \text{ e } \lambda \downarrow \therefore \theta \downarrow \end{cases}$$

As ondas de rádio difratam-se mais que as ondas de TV, devido apresentarem comprimento de onda maior do que o comprimento de onda das ondas de TV.

$$\lambda_R > \lambda_T \therefore \theta_R > \theta_T$$



## Interferência

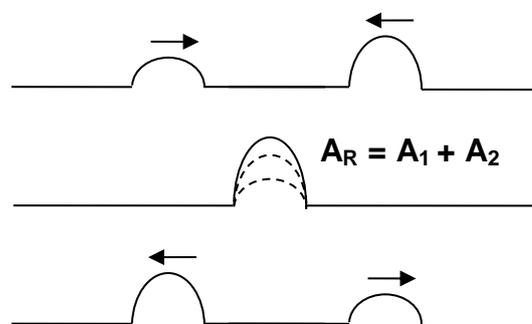
A **interferência** representa a superposição de duas ou mais ondas idênticas num mesmo ponto. A interferência obedece aos seguintes princípios:

**Princípio da superposição:** durante a superposição as ondas desaparecem dando origem a uma onda cuja amplitude é dada pela soma algébrica das amplitudes das ondas que se superpõe.

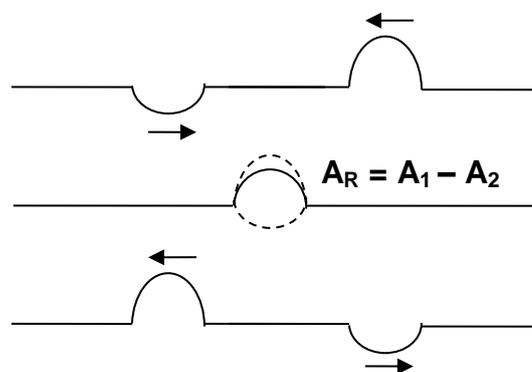
**Princípio da independência:** após a superposição as ondas voltam ao normal como se nada tivesse acontecido.

A superposição pode ter um caráter de aniquilação, quando as fases são opostas (interferência destrutiva) ou pode ter um caráter de reforço quando estão com a mesma fase (interferência construtiva).

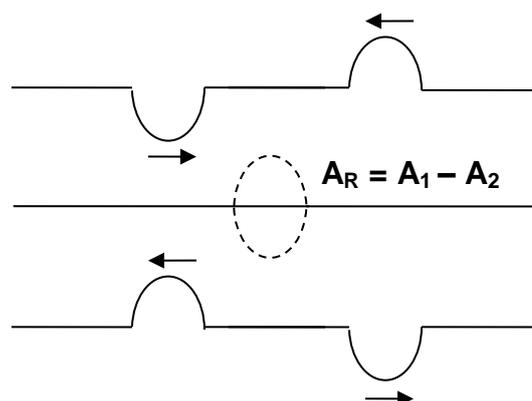
### Interferência construtiva

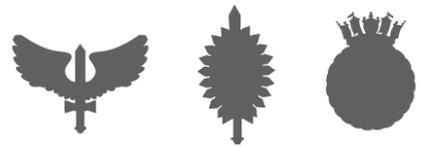


### Interferência destrutiva



### Eliminação total

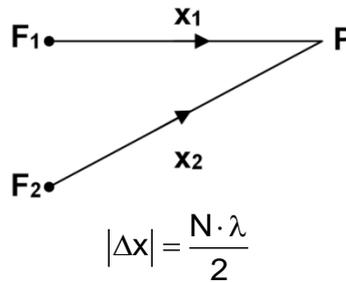




**Atenção!**

A distância entre dois pontos de interferência construtiva ou destrutiva sucessivos é igual a  $\frac{\lambda}{2}$ .

O módulo da diferença entre os percursos de duas ondas que se superpõem em um determinado ponto P é dado por:

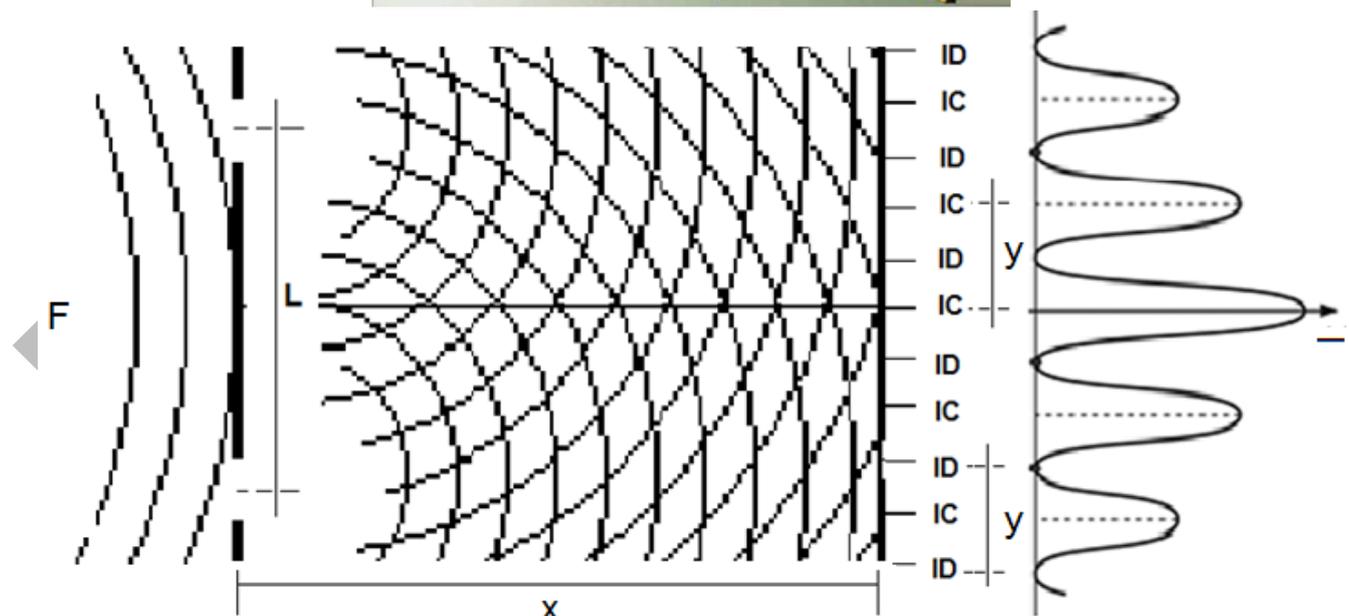
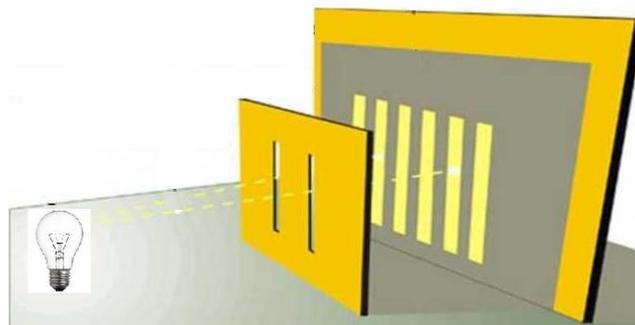


Sendo:

$N = 0, 2, 4, \dots$  (interferência construtiva para ondas com a mesma fase e destrutiva para ondas com oposição de fase).

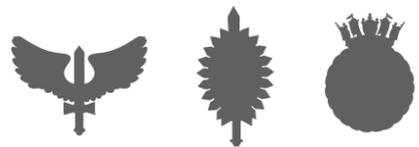
$N = 1, 3, 5, \dots$  (interferência destrutiva para ondas com a mesma fase e construtiva para ondas com oposição de fase).

**Experiência de Young**



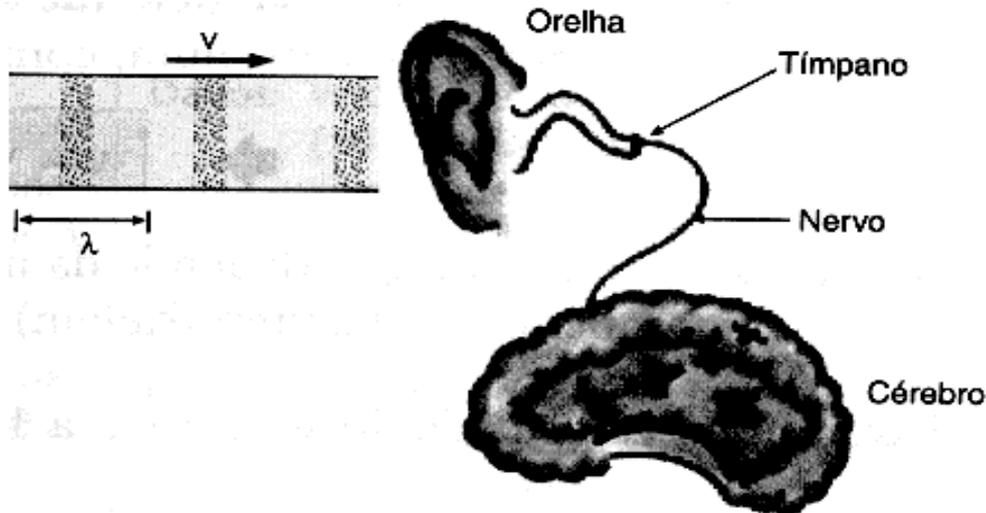
$$\lambda = \frac{L \cdot y}{x}$$

Comprimento de onda da luz



**Ondas sonoras**

As ondas sonoras são produzidas por deformações provocadas pela diferença de pressão em um meio elástico qualquer (ar, metais, isolantes, etc), precisando deste meio para se propagar. Desta forma, percebemos que o som é uma onda mecânica, não se propagando no vácuo.



**Velocidade das ondas sonoras**

As ondas sonoras são mais velozes nos meios sólidos do que nos meios líquidos e mais velozes nos meios líquidos do que nos meios gasosos.

Nos gases a velocidade  $v$  das ondas sonoras é diretamente proporcional a raiz quadrada da temperatura absoluta do gás  $\sqrt{T}$ .

As ondas acústicas são diferenciadas entre si através de sua frequência.

Em relação a um ser humano normal, temos:

- $f < 20$  HZ – **Infrassom** – inaudível
- $20 \text{ HZ} \leq f \leq 20.000$  HZ – **som** – audível
- $f > 20.000$  HZ – **ultrassom** – inaudível

**Qualidades fisiológicas do som**

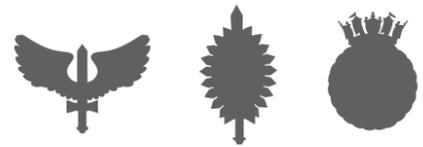
**Altura:** grave (frequência baixa) e agudo (frequência alta).  
As notas musicais são diferenciadas através da frequência.

**Do – ré – mi – fá – sol – lá – si**  
Ordem crescente de frequência

**Intensidade ou volume:** forte (mais intenso) e fraco (menos intenso). Para **determinada frequência** quanto **maior a amplitude** maior será a intensidade.

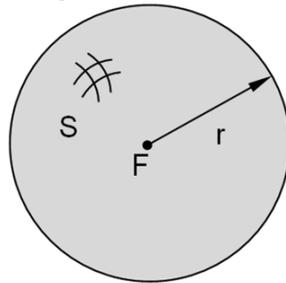
**Intensidade sonora**  $I = \frac{P}{S}$  e  $I = 2\pi^2\rho v f^2 A^2$  (W / m<sup>2</sup>)

- P: potência que a onda transporta (W)
- S: área atravessada perpendicularmente pela onda (m<sup>2</sup>)
- $\rho$ : densidade volumétrica do meio (Kg/m<sup>3</sup>)
- A: amplitude (m)
- v: velocidade da onda (m/s)
- f: frequência (Hz)

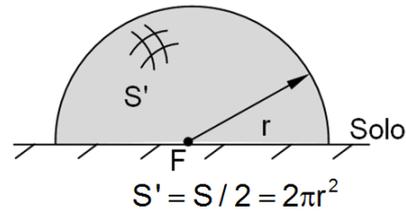


Atenção!

No caso de uma fonte pontual, temos:



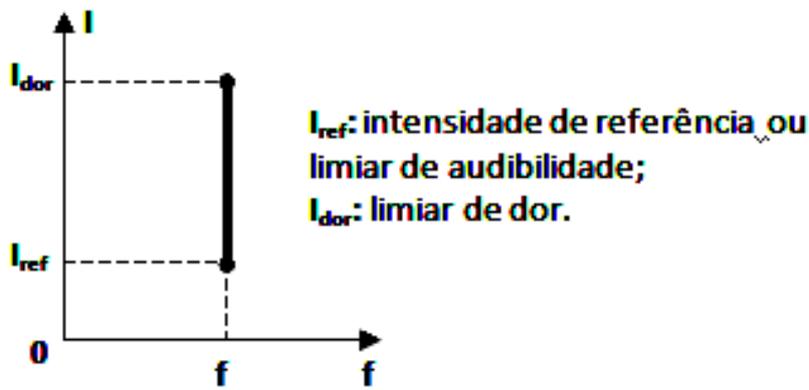
$$S = 4\pi r^2$$



$$S' = S / 2 = 2\pi r^2$$

Uma fonte sonora emite isotropicamente  $\Rightarrow$  Intensidade constante

Gráfico da intensidade sonora em função da frequência



Nível sonoro  $N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_{ref}}$  (decibel ou dB)

Atenção!

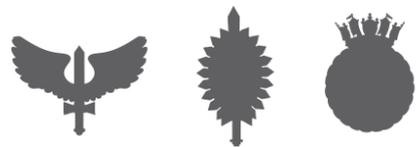
Variação do nível sonoro  $\Delta N = 10 \cdot \log \frac{I_2}{I_1}$

Intervalo de frequência  $l = \frac{f_2}{f_1}$

$l = 1$  (unísono) e  $l = 2$  (oitava)

**Timbre:** sensação que o som nos causa em virtude dos harmônicos presentes nele, ou seja, está relacionado a forma do som.



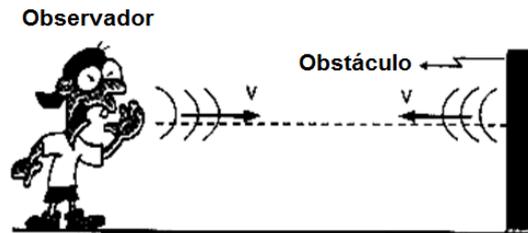


## Atenção!

Mesmo que sons provenientes de fontes diferentes apresentem a mesma frequência e amplitude eles podem apresentar sensações diferentes através do timbre. É através do timbre que nós conseguimos diferenciar os instrumentos musicais e as vozes.

## Eco e reverberação.

A **reflexão** do som é o fenômeno pelo qual o som ao se chocar com uma determinada superfície volta para o meio de origem.



O eco e reverberação são fenômenos explicados pela reflexão do som.

Quando uma onda atinge o nosso tímpano ela permanece durante um intervalo de tempo médio de 0,1 s. A esse intervalo de tempo denomina-se de persistência acústica.

Quando um receptor percebe o som direto e depois o som refletido ele está detectando o **eco**. Para ocorrer o eco o intervalo de tempo de separação do som direto e refletido deve ser  $\geq 0,1$  s.

Ex.: Vamos verificar se nesta sala de aula ocorre eco. Considere que a velocidade do som é de 320 m/s.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \therefore \Delta t = \frac{2d}{340} \therefore \Delta t = \frac{d}{160} \Rightarrow \Delta t \geq 0,1 \therefore \frac{d}{160} \geq 0,1 \therefore \boxed{d \geq 16 \text{ m}}$$

**Conclusão: não ocorre eco**

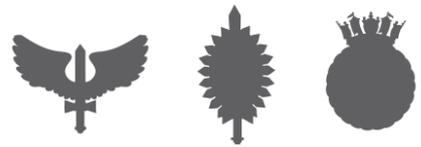
Quando um receptor percebe o som direto e antes dele desaparecer chega o som refletido ocorrerá um prolongamento da sensação sonora que é denominado de **reverberação**. Para ocorrer a reverberação o intervalo de tempo de separação do som direto e refletido deve ser  $< 0,1$  s.

Caso não seja exagerada a reverberação ajuda na compreensão das informações passadas por um orador para uma plateia.

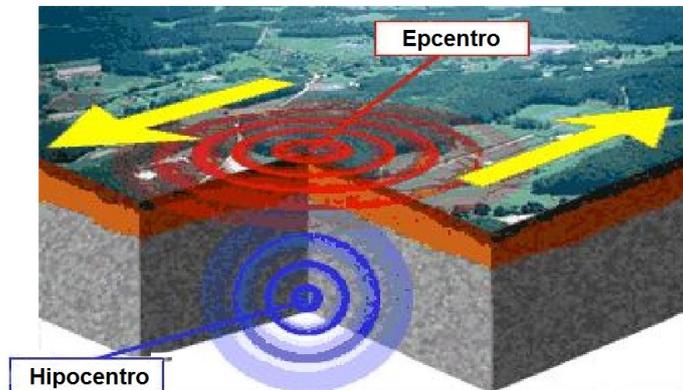
Para amenizar a reverberação é necessária que sejam colocados no local a maior quantidade possível de obstáculos que absorvam o som. Os obstáculos que geralmente absorvem o som são as superfícies moles.

## Ondas sísmicas

As **ondas sísmicas são ondas mecânicas com frequência baixo de 20 Hz produzidas** pela fricção interna das partes móveis da crosta terrestre (placas tectônicas), como qualquer onda a **sua velocidade de propagação depende das características físico-químicas dos corpos atravessados.**



As ondas sísmicas são constituídas de **ondas P** (ondas primárias) e **ondas S** (ondas secundárias) que tem origem em um ponto chamado de **foco ou hipocentro**. Com a chegada dessas ondas na superfície da terra geram-se ondas superficiais denominadas de **terremoto** cujo ponto de origem é o **Epicentro**.



As ondas P são **longitudinais** se propagam em qualquer meio material e são mais velozes que as ondas S que são transversais e se propagam apenas em meios sólidos.

As ondas sísmicas nos **meios sólidos são mais velozes do que nos meios líquidos** e nos **meios líquidos são mais velozes que nos meios gasosos**. Mas, a frequência quando elas são transmitidas de um meio para outro é constante.

### Ressonância

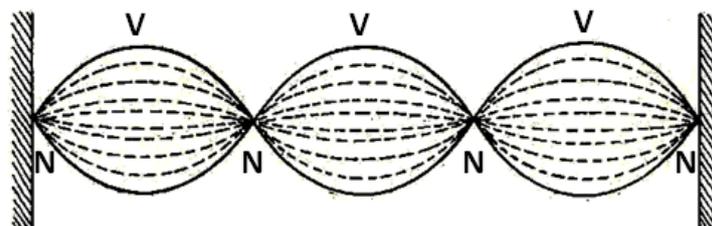
Quando uma fonte de ondas emite uma **frequência igual a uma das frequências naturais de vibração** de um determinado sistema, este passa a receber energia da fonte. Assim, o sistema físico passa a vibrar com amplitudes cada vez maiores.

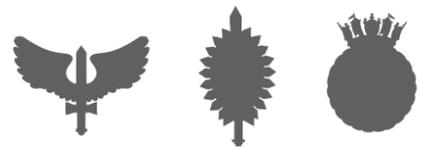
Vejamos uma figura abaixo de uma taça que entrou em ressonância com a onda sonora, vibrando assim com uma amplitude crescente até se quebrar.



### Ondas estacionárias

As ondas estacionárias são ondas provenientes da superposição de ondas idênticas. Essas ondas são constituídas basicamente de pontos que não oscilam (**nós**) e pontos que oscilam com amplitude máxima e o dobro da amplitude de cada onda (**ventres**). A distância entre dos nós ou dois ventres sucessivos é sempre  $\frac{\lambda}{2}$ .





Quando uma corda, tensa e fixa nas extremidades, é posta a vibrar, originam-se **ondas transversais** que se propagam ao longo do seu comprimento, **refletem-se** nas extremidades e, por **interferência**, ocasionam a formação de **ondas estacionárias** que apresentam **nós** que são pontos que não vibram e são provenientes de uma **interferência destrutiva** e **ventres** que são pontos que vibram com amplitude máxima e são provenientes de uma **interferência construtiva**.

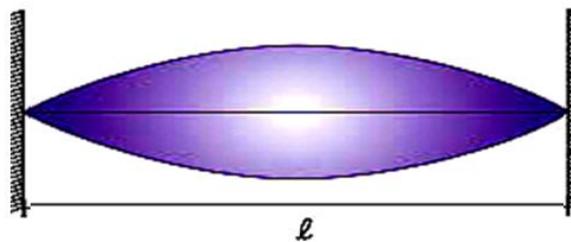
A corda, vibrando estacionariamente, **transfere energia** ao ar em sua volta, **dando origem às ondas sonoras** que se propagam com **frequência igual à frequência de vibração da corda**.

**Cordas vibrantes**

As cordas com extremidades fixas **apresentam todos os harmônicos**. Uma corda quando oscila no **primeiro harmônico** ela emite uma **frequência fundamental** e a frequência dos **outros harmônicos são múltiplos inteiros** do primeiro harmônico.

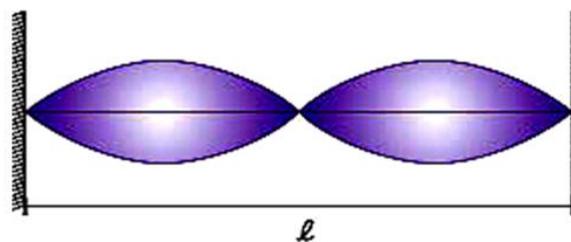
**Primeiro Harmônico ou Frequência Fundamental**

Formam-se, na corda, um fuso com 2 nós.



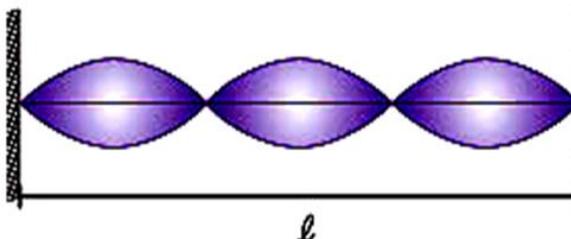
**Segundo Harmônico**

Formam-se, na corda, dois fusos com 3 nós.



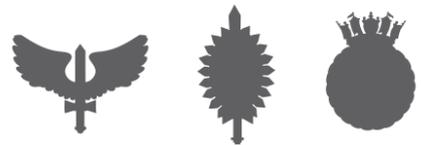
**Terceiro Harmônico**

Formam-se, na corda, três fusos com 4 nós.

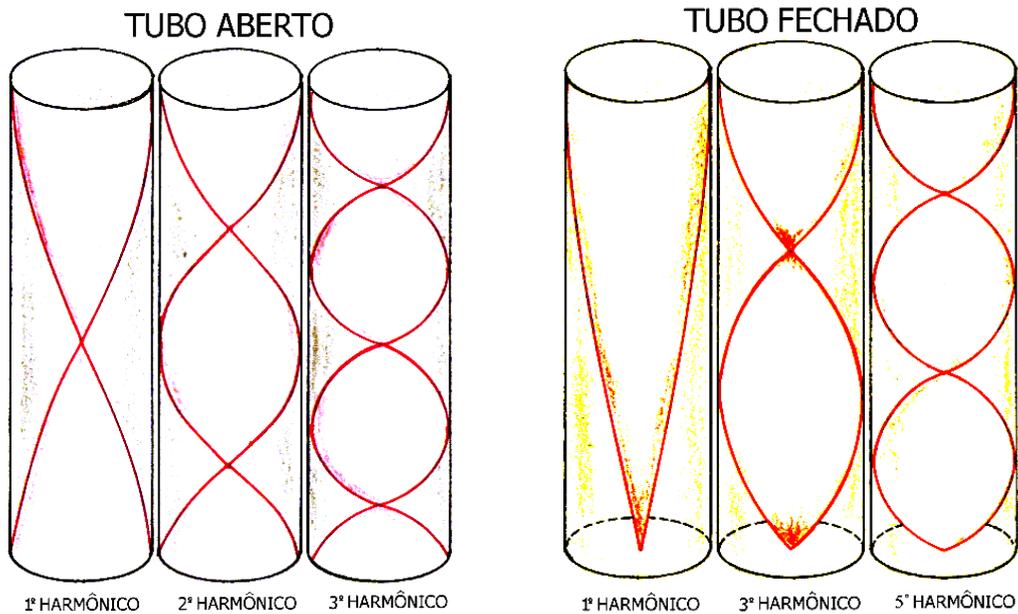


Equação de Taylor:  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$  e  $\mu = \frac{m}{l}$

Equação fundamental:  $v = \lambda \cdot f$  e  $l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$



## Tubos sonoros

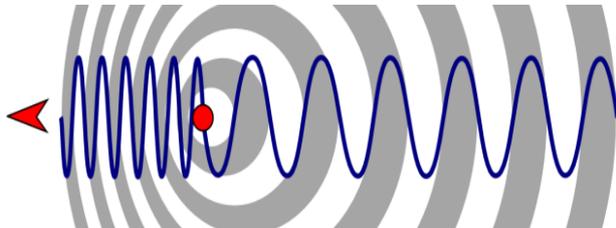
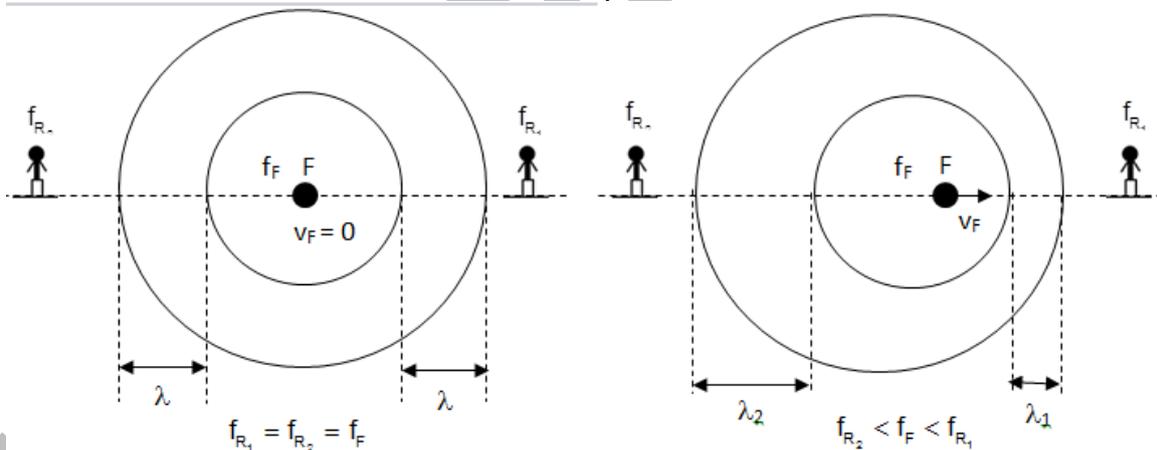


Equação fundamental:  $v = \lambda \cdot f$  e  $\lambda = \frac{v}{f}$

## Efeito Doppler

### Equação do efeito Doppler para ondas mecânicas

O efeito Doppler consiste numa variação aparente da frequência detectada por um receptor. Devido o movimento relativo entre ele e a fonte que emitiu as ondas.

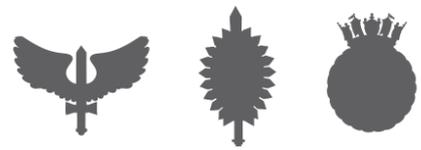


$$\frac{f_R}{v_S \pm v_R} = \frac{f_E}{v_S \pm v_E}$$

$\xrightarrow{\quad} \quad \xleftarrow{\quad}$   
 $\xrightarrow{\quad} \quad \xrightarrow{\quad}$

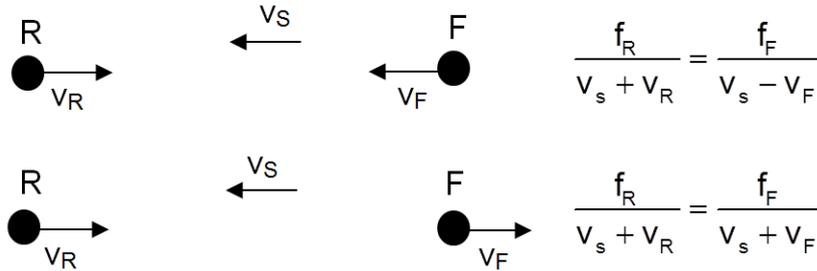
- $f_E$ : Frequência emitida pela fonte
- $f_R$ : Frequência recebida
- $v_E$ : Velocidade da fonte
- $v_R$ : Velocidade do receptor
- $v_S$ : Velocidade do som

**Aproximação:**  $f_R > f_E$   
**Afastamento:**  $f_R < f_E$

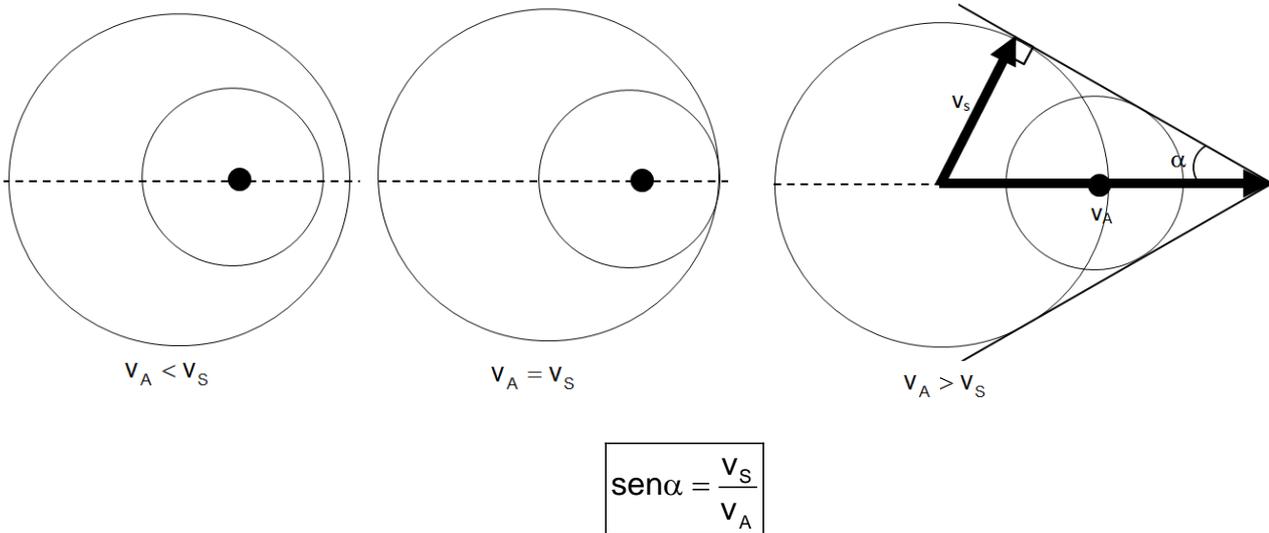


## Atenção!

Quanto mais rápida a aproximação  $\uparrow f_R$ .  
 Quanto mais rápido o afastamento  $\downarrow f_R$ .



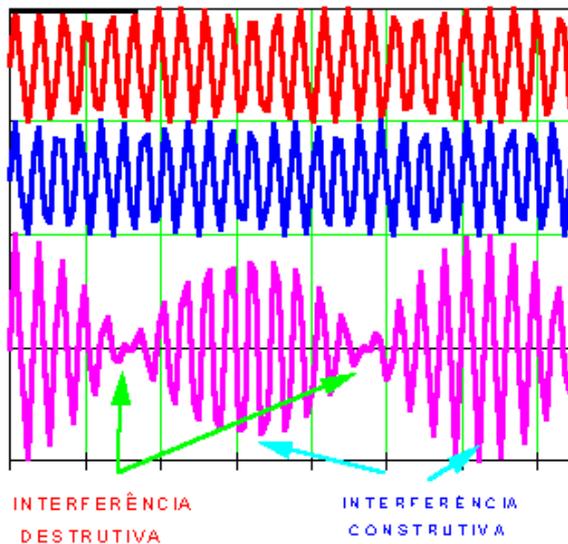
## Rompendo a barreira do som



## Batimento

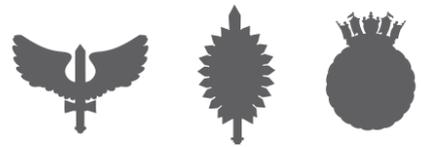
Um caso importante de interferência de ondas é aquele em que se obtém através da superposição de duas ondas harmônicas de mesma amplitude e frequências bastante próximas.

BATIMENTO DE ONDAS

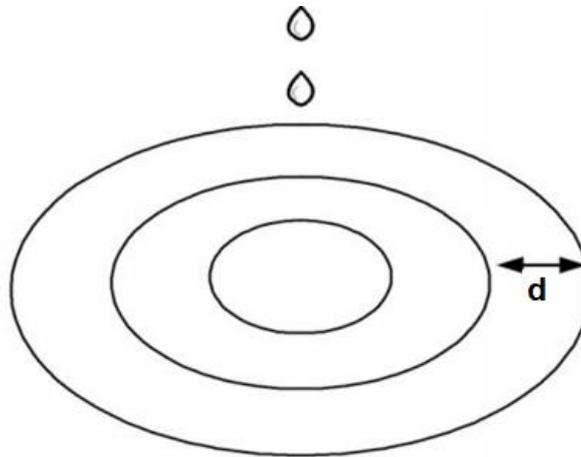


$$f_B = |f_1 - f_2|$$

Frequência de batimento



**01. (EFOMM)** Uma torneira pinga gotas na superfície de um lago de forma periódica, uma gota a cada 2 s.



Cada gota forma uma perturbação na superfície que demora 4 segundos para percorrer 12 m. Qual é a distância entre duas cristas de perturbações consecutivas?

- A) 2 m                                      B) 3 m                                      C) 4 m  
D) 6 m                                      E) 8 m

**02. (EFOMM)** Uma fonte sonora pontual que está presa ao solo (plano horizontal), emite uma energia, ao longo de um dia, igual a  $768\pi$  kWh (quilowatt-hora). Supondo a potência emitida constante no tempo e a propagação uniforme, a intensidade sonora, em  $\text{mW/m}^2$  (miliwatts por metro-quadrado), num ponto distante 200 metros acima da fonte, é:

- A) 192                                      B) 200                                      C) 384  
D) 400                                      E) 768

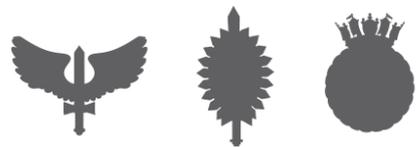
**03. (EFOMM)** Um fio de 1,00 m de comprimento possui uma massa de 100 g e está sujeito a uma tração de 160 N. Considere que, em cada extremidade do fio, um pulso estreito foi gerado, sendo o segundo pulso produzido  $\Delta t$  segundos após o primeiro. Se os pulsos se encontram pela primeira vez a 0,3 m de uma das extremidades, o intervalo de tempo  $\Delta t$ , em milissegundos, é:

- A) 1    B) 4    C) 10  
D) 100                                      E) 160

**04. (EFOMM)** Sinais sonoros idênticos são emitidos em fase por duas fontes pontuais idênticas separadas por uma distância igual a 3,00 metros. Um receptor distante 4,00 metros de uma das fontes e 5,00 metros da outra perceberá, devido à interferência destrutiva total, um sinal de intensidade sonora mínima em determinadas frequências. Uma dessas frequências, em kHz, é:

Dado: velocidade do som,  $v_s = 340$  m/s.

- A) 1,36                                      B) 1,70                                      C) 2,21  
D) 5,10                                      E) 5,44



**05. (EFOMM)** Um atleta parado em um cruzamento ouve o som, de frequência igual a 650 Hz, proveniente da sirene de uma ambulância que se aproxima. Imediatamente após a passagem da ambulância pelo cruzamento, o atleta ouve o som da mesma sirene na frequência de 550 Hz. Considerando o ar sem vento e todos os movimentos na mesma direção, a velocidade da ambulância, em km/h, é

Dado: velocidade do som no ar = 340 m/s.

- A) 80  
 B) 90  
 C) 93  
 D) 102  
 E) 110

**06. (EFOMM)** Um fio de nylon de comprimento  $L = 2,00\text{m}$  sustenta verticalmente uma bola de metal que tem densidade absoluta de  $4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ . A frequência fundamental das ondas estacionárias que se formam no fio é 300 Hz. Se, então, a bola for totalmente imersa em água, a nova frequência fundamental, em hertz, é:

Dado: massa específica da água =  $10^3 \text{ kg/m}^3$

- A) 75  
 B)  $75\sqrt{2}$   
 C)  $150\sqrt{3}$   
 D)  $175\sqrt{2}$   
 E)  $200\sqrt{2}$

**07. (EFOMM)** Uma fonte sonora emite som uniformemente em todas as direções, com uma potência em watts de  $40\pi$ . Qual a leitura do nível de intensidade sonora, em decibéis, efetuada por um detector posicionado a 10 metros de distância da fonte?

Dado:  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$

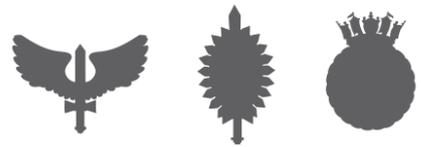
- A) 150  
 B) 130  
 C) 140  
 D) 120  
 E) 110

**08. (EFOMM)** Observe a figura a seguir.



Uma mola ideal tem uma de suas extremidades presa ao teto e a outra a uma esfera de massa  $m$  que oscila em movimento harmônico simples. Ligada à esfera, tem-se um fio muito longo de massa desprezível, e nele observa-se, conforme indica a figura acima, a formação de uma onda harmônica progressiva que se propaga com velocidade  $V$ . Sendo assim, a constante elástica da mola é igual a:

- A)  $K = \frac{16V^2\pi^2m}{L^2}$   
 B)  $K = \frac{9V^2\pi^2m}{L^2}$   
 C)  $K = \frac{4V^2\pi^2m}{L^2}$   
 D)  $K = \frac{2V^2\pi^2m}{L^2}$   
 E)  $K = \frac{V^2\pi^2m}{L^2}$



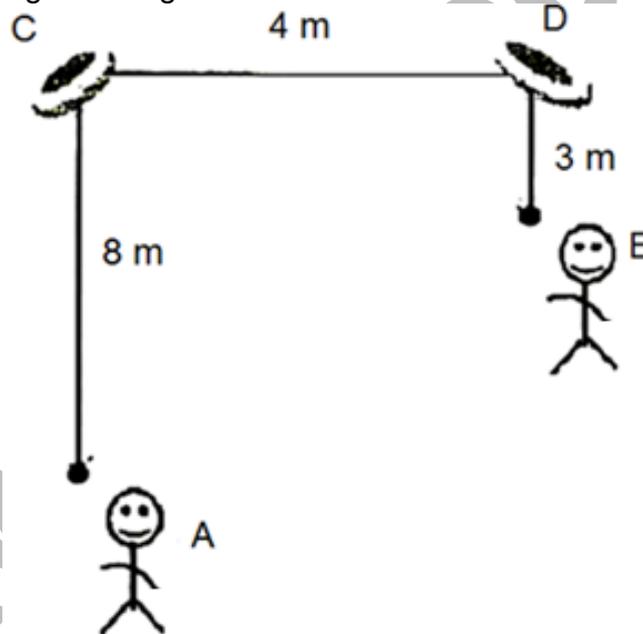
09. (EFOMM) Analise a figura a seguir.



Considere um cabo composto de dois segmentos, 1 e 2, sendo que a densidade do segmento 2 é menor que a do segmento 1. Suponha que uma onda seja gerada na extremidade A do segmento 1, conforme indica a figura acima. Após a onda atingir o ponto P e comparando os parâmetros  $V$  (velocidade),  $F$  (frequência) e  $L$  (comprimento de onda) das ondas incidente e refletada, pode-se afirmar que:

- A)  $V_1 < V_2$ ;  $F_1 = F_2$  e  $L_1 < L_2$
- B)  $V_1 > V_2$ ;  $F_1 = F_2$  e  $L_1 < L_2$
- C)  $V_1 = V_2$ ;  $F_1 > F_2$  e  $L_1 < L_2$
- D)  $V_1 < V_2$ ;  $F_1 < F_2$  e  $L_1 = L_2$
- E)  $V_1 > V_2$ ;  $F_1 = F_2$  e  $L_1 > L_2$

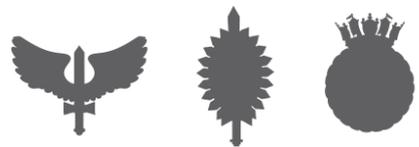
10. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



Dois ouvintes A e B estão em frente a dois alto-falantes C e D vibrando em fase, conforme indica a figura acima. Sabendo que os dois alto-falantes emitem sons de mesma intensidade e frequência igual a 171,5 Hz e que as direções AC e BD são perpendiculares a CD, é correto afirmar que:

Dado: velocidade do som igual a 343 m/s.

- A) tanto A quanto B ouvem som de máxima intensidade.
- B) A ouve som de máxima intensidade e B não ouve praticamente som algum.
- C) B ouve som de máxima intensidade e A não ouve praticamente som algum.
- D) tanto A quanto B não ouvem praticamente som algum.
- E) tanto A quanto B ouvem som de média intensidade.



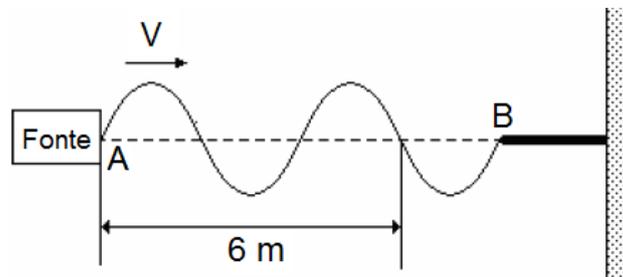
**11. (EFOMM)** O apito de um trem emite ondas sonoras de frequência  $f$  e, comprimento de onda  $\lambda$ . O trem se aproxima de um observador que se desloca sobre uma plataforma, de modo a se afastar do trem com velocidade inferior à do trem. As velocidades do trem e do observador são medidas em relação à plataforma. Se ambos estão em movimento numa mesma direção, pode-se concluir que a frequência  $f_A$  e o comprimento de onda  $\lambda_A$  do apito do trem, que o observador deve perceber, são:

- A)  $f_A < f$  e  $\lambda_A > \lambda$                       B)  $f_A > f$  e  $\lambda_A > \lambda$                       C)  $f_A > f$  e  $\lambda_A < \lambda$   
 D)  $f_A < f$  e  $\lambda_A < \lambda$     E)  $f_A = f$  e  $\lambda_A > \lambda$

**12. (EFOMM)** Num determinado instrumento musical, há uma corda de 100 g, a qual mede 80 cm de comprimento e está sob tensão de 800 N. Colocando-se essa corda para vibrar, é correto afirmar que a sua frequência fundamental, em Hz, é igual a:

- A) 50    B) 128    C) 250  
 D) 288    E) 350

**13. (EFOMM)**



Na figura acima, tem-se duas cordas e uma fonte que vibra na frequência de 15 Hz. Pode-se afirmar que, neste caso, a velocidade na corda A e a frequência na corda B valem, respectivamente,

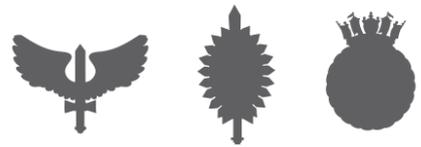
- A) 60 km/h e 15 Hz.                      B) 90 km/h e 15 Hz.                      C) 60 km/h e 20 Hz.  
 D) 166 km/h e 20 Hz.                      E) 216 km/h e 15 Hz.

**14. (EFOMM)**



A figura acima representa uma onda sonora estacionária que se forma dentro de um tubo de escape de gases de combustão de um navio. Sabe-se que o comprimento do tubo é de 6,0 m e que a velocidade do som no ar é de 340 m/s. Desta forma, o comprimento de onda formado e a frequência do som emitido são, respectivamente,

- A) 2,0 m; 170 Hz  
 B) 4,0 m; 85 Hz  
 C) 3,0 m; 113 Hz  
 D) 6,0 m; 57 Hz  
 E) 8,0 m; 42,5 Hz



**15. (EFOMM)** Correlacione os conceitos às suas definições e assinale a seguir a alternativa correta.

**CONCEITOS**

- I- É a mudança de direção dos raios luminosos quando da passagem de um meio para outro.
- II- É a mudança de direção em um mesmo meio.
- III- É a distância entre dois picos positivos consecutivos de uma onda senoidal.
- IV- É o inverso do período de uma onda.
- V- Não depende de meio material para sua propagação.

**GRANDEZA OU FENÔMENO FÍSICO**

- ( ) difração
- ( ) comprimento de onda
- ( ) refração
- ( ) onda eletromagnética
- ( ) frequência
- ( ) onda sonora
- A) (I) (IV) (-) (III) (II) (V)
- B) (II) (-) (I) (IV) (III) (V)
- C) (V) (I) (II) (IV) (-) (III)
- D) (II) (III) (I) (V) (IV) (-)
- E) (II) (III) (-) (I) (IV) (V)

**16. (EFOMM)** O sinal da rádio CBN é transmitido na frequência da 860 khz, faixa de AM; seu comprimento de onda (em metros) é de, aproximadamente

- A) 220,29
- B) 348,84
- C) 408,12
- D) 478,56
- E) 544,11

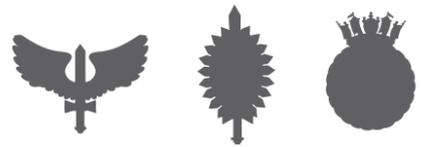
**17. (EFOMM)** Um túnel possui uma extremidade fechada e outra aberta. Na extremidade aberta existe uma fonte sonora que emite um som de 200 Hz. Uma pessoa caminha no interior do túnel com velocidade constante e ouve, a cada 1,7 s, o som com intensidade mínima. Sendo a velocidade do som, no ar, igual a 340 m/s, a velocidade da pessoa, em metros por segundos, é:

- A) 0,2
- B) 0,3
- C) 0,5
- D) 1,0
- E) 1,5

**18. (EFOMM)** Uma aparelhagem de som produz um som que se propaga com intensidade sonora de 110 dB. Se a menor intensidade sonora audível é  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ , a intensidade sonora da aparelhagem é

- A)  $10^{-1} \text{ W/m}^2$
- B)  $10^{-2} \text{ W/m}^2$
- C)  $10^{-3} \text{ W/m}^2$
- D)  $10^{-4} \text{ W/m}^2$
- E)  $10^{-5} \text{ W/m}^2$

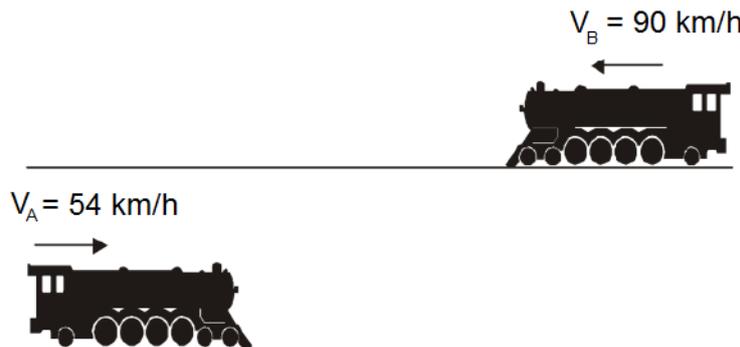




**22. (EFOMM)** Um sinal de banda larga, de frequência variando entre 0,6 e 0,9 GHz, é transmitido ao espaço levando informações e comandos, com o objetivo de acionar uma nave robô em EUROPA, uma das luas de Júpiter. Os comprimentos de onda (**em metros**) **mínimo e máximo** deste sinal valem, respectivamente:

- A) 0,22 e 0,44                      B) 1,25 e 1,85                      C) 0,33 e 0,50  
 D) 0,75 e 1,25                      E) 2,25 e 2,75

**23. (EFOMM)** Dois trens “A” e “B” movem-se em sentidos opostos sobre trilhos retos e horizontais, com velocidades de 90 km/h e 54 km/h, conforme a figura:



Ao aproximarem-se um do outro, o maquinista do trem “B” saúda o do trem “A” com um apito de frequência 65 Hz. Considerando a velocidade do som 340 m/s e supondo a ausência total de ventos, o maquinista do trem “A” ouvirá um som de frequência:

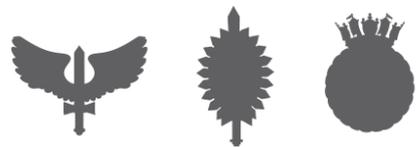
- A) 73 Hz                      B) 70 Hz                      C) 67 Hz  
 D) 61 Hz                      E) 55 Hz

**24. (EFOMM)** Leia cuidadosamente o texto: “O ecobatímetro é um instrumento extremamente útil, pois permite monitorar a profundidade de abaixo da quilha de uma embarcação. Basicamente uma frente de ondas cuja velocidade de propagação é conhecida no meio, é transmitida, reflete-se no fundo, e o tempo medido permite estimar a profundidade...”. Supondo que a propagação seja transversal à lâmina d’água, que a frequência do sinal transmitido seja de  $25 \cdot 10^3$  Hz, e que o comprimento de onda seja de 0,06 m, calcule o tempo que o instrumento levaria para registrar a profundidade de 18 metros abaixo da quilha da embarcação.

- A)  $2,40 \cdot 10^{-2}$  s  
 B)  $0,40 \cdot 10^{-2}$  s  
 C)  $2,03 \cdot 10^{-2}$  s  
 D)  $1,18 \cdot 10^{-2}$  s  
 E)  $3,60 \cdot 10^{-2}$  s

**25. (EFOMM)** Seja uma corda de violão esticada, forçada a oscilar de modo que o padrão seja de três LOOPS, ou seja, em terceiro harmônico. A relação entre a distância que separa os pontos fixos (L) e o comprimento de onda do sinal de áudio gerado  $\lambda$  pode ser definida pela expressão:

- A)  $2L = 5\lambda/4$   
 B)  $L = \lambda/3$   
 C)  $L = 3\lambda/2$   
 D)  $\lambda = 2L$   
 E)  $L = 3\lambda$



**26. (EFOMM)** Um indivíduo quer calcular a que distância se encontra de uma parede. Na posição em que está é audível o eco de suas palmas. Ajustando o ritmo de suas palmas ele deixa de ouvir o eco, pois este chega ao mesmo tempo em que ele bate as mãos. Se o ritmo das palmas é de 100 por minuto e a velocidade do som é aproximadamente 340 m/s, a sua distância à parede é de aproximadamente:

- A) 180 m
- B) 90 m
- C) 500 m
- D) 250 m
- E) NRA

**27. (EFOMM)** Um barco de pesca é equipado com um equipamento denominado "sonar", que emite ondas sonoras acústicas de frequência de  $4 \cdot 10^4$  Hz. As velocidades das ondas emitidas no ar e na água são respectivamente, de  $3,7 \cdot 10^2$  m.s<sup>-1</sup> e  $1,4 \cdot 10^3$  m.s<sup>-1</sup>. Esse barco, quando em repouso na superfície, emite um sinal na direção vertical através do rio e o eco é recebido após 0,80 s. A profundidade do rio nesse local e a razão entre o comprimento de onda do som no ar e na água são respectivamente:

- A) 560 m e 0,260
- B) 330 m e 0,454
- C) 120 m e 0,100
- D) 430 m e 0,330
- E) 230 m e 0,150

**28. (EFOMM)** Analise a tabela a seguir onde constam valores de amplitude e frequência de 5 sons:

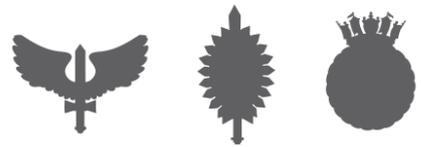
	Frequência(KHz)	Amplitude(mm)
I	0,2	3
II	0,3	7
III	0,8	1
IV	1,0	5
V	1,2	4

O som de maior intensidade e o som mais agudo são, respectivamente,

- A) II e V.
- B) I e II.
- C) IV e III.
- D) II e I.
- E) V e II.

**29. (EFOMM)** Um aparelho de rádio opera na faixa de FM cujo intervalo de frequências é de 88 MHz a 108 MHz. Considere a velocidade das ondas eletromagnéticas no ar igual à velocidade no vácuo:  $3,0 \cdot 10^8$  m/s Qual é, então, o menor comprimento de onda da faixa de operação do rádio?

- A) 3,4 m.
- B) 3,2 m.
- C) 3,0 m.
- D) 2,8 m.
- E) 2,6 m.



**30. (EFOMM)** Um diapasão com frequência natural de 400 Hz é percutido na proximidade da borda de uma proveta graduada, perfeitamente cilíndrica, inicialmente cheia de água, mas que está sendo vagarosamente esvaziada por meio de uma pequena torneira na sua parte inferior. Observa-se que o volume do som do diapasão torna-se mais alto pela primeira vez quando a coluna de ar formada acima d'água atinge uma certa altura  $h$ . O valor de  $h$ , em centímetros, vale

Dado: velocidade do som no ar  $v_{\text{som}} = 320$  m/s

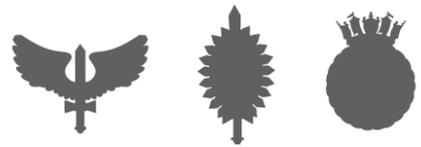
- A) 45
- B) 36
- C) 28
- D) 20
- E) 18

Maxwell Videoaulas



**GABARITO**

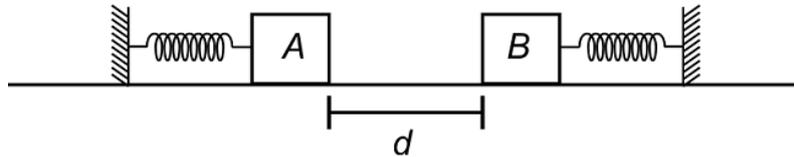
01. D	02. D	03. C	04. C	05. D	06. C	07. E	08. E	09. A	10. C	11. C	12. A
13. E	14. C	15. D	16. B	17. C	18. A	19. A	20. A	21. D	22. C	23. A	24. A
25. C	26. E	27. A	28. A	29. D	30. D						



**OSCILAÇÕES - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

Dois corpos, de dimensões desprezíveis, A e B presos a molas ideais, não deformadas, de constantes elásticas  $k_A$  e  $k_B$ , respectivamente, estão, inicialmente, separados de uma distância  $d$  numa plataforma sem atrito como mostra a figura a seguir.

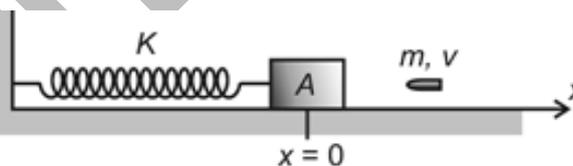


A partir dessa situação, os blocos são então lentamente puxados por forças de mesma intensidade, aproximando-se, até se encostarem. Em seguida, são abandonados, passando a oscilar em movimento harmônico simples. Considere que não haja interação entre os blocos quando esses se encontram. Nessas condições, a soma das energias mecânicas dos corpos A e B será

- A)  $\frac{k_A \cdot k_B \cdot d^2}{2(k_A + k_B)}$
- B)  $\frac{k_A^2 \cdot d^2}{2k_B (k_A + k_B)^2}$
- C)  $\frac{k_A \cdot k_B \cdot d^2}{2(k_A + k_B)^2}$
- D)  $\frac{k_B^2 \cdot d^2}{2k_A (k_A + k_B)}$

**02. (AFA)**

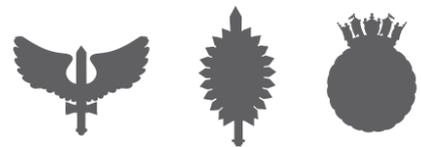
Um projétil de massa  $m$  e velocidade  $v$  atinge horizontalmente um bloco de massa  $M$  que se encontra acoplado a uma mola de constante elástica  $K$ , como mostra a figura abaixo.



Após o impacto, o projétil se aloja no bloco e o sistema massa-mola-projétil passa a oscilar em MHS com amplitude  $a$ . Não há atrito entre o bloco e o plano horizontal nem resistência do ar. Nessas condições, a posição em função do tempo para o oscilador harmônico simples é dada pela expressão

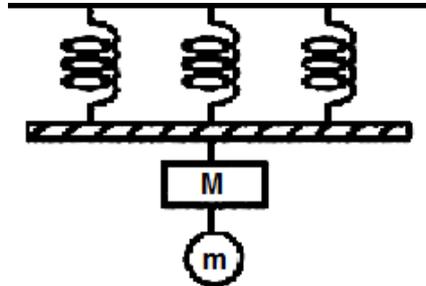
$x = a \cos(\omega t + \phi_0)$ , onde  $a$  e  $\omega$  valem, respectivamente,

- A)  $\frac{mv}{m+M} \sqrt{\frac{M+m}{K}}$  e  $\sqrt{\frac{K}{M+m}}$
- B)  $\sqrt{\frac{(M+m)v}{K}}$  e  $\sqrt{\frac{K}{M+m}}$
- C)  $\sqrt{\frac{K}{M+m}}$  e  $\sqrt{\frac{M+m}{K}}$
- D)  $\frac{m+M}{mv} \sqrt{\frac{K}{M+m}}$  e  $\sqrt{\frac{M+m}{K}}$



**03. (AFA)**

Considere o sistema apresentado na figura abaixo formado por um conjunto de três molas ideais e de constantes elásticas iguais acopladas em paralelo e ligadas por meio de uma haste de massa desprezível a um segundo conjunto, formado por duas massas  $M$  e  $m$ , tal que  $M = 2m$ . Considere, ainda, que o sistema oscila verticalmente em MHS (movimento harmônico simples) com frequência  $f_1$ .



Se o fio ideal que une a massa  $m$  ao sistema for cortado simultaneamente com a mola central da associação de molas, o sistema passará a oscilar com uma nova frequência  $f_2$ , tal que a razão  $f_1 / f_2$  seja

- A) 1
- B) 1/2
- C) 2
- D) 2/3

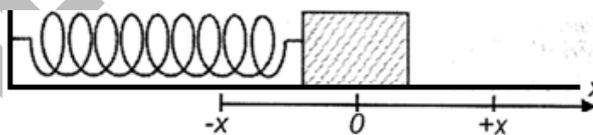
**04. (AFA)**

Uma mola, de massa desprezível, se distende de  $b$  quando equilibra um bloco de massa  $m$ . Sabe-se que no instante  $t = 0$ , o bloco foi abandonado do repouso a uma distância  $\lambda$  abaixo de sua posição de equilíbrio. Considerando  $g$  a aceleração da gravidade e desprezando os atritos, a equação do movimento resultante em função do tempo  $t$  é:

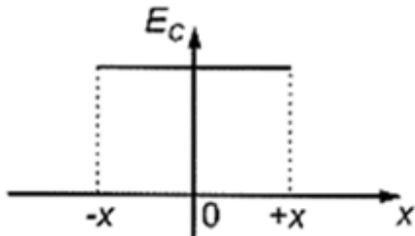
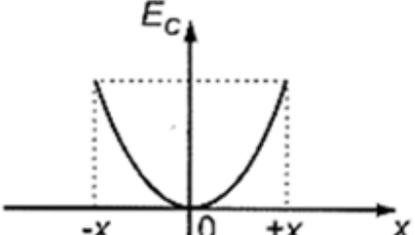
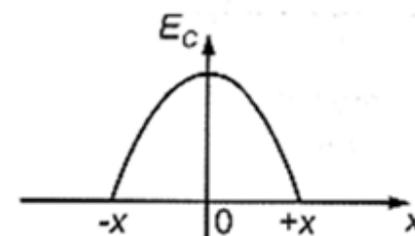
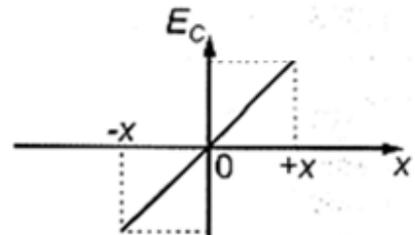
- A)  $x = \lambda \cos(\sqrt{gb} \cdot t)$
- B)  $x = \lambda \sin(\sqrt{b/g} \cdot t)$
- C)  $x = \lambda \text{tg}(\sqrt{gb} \cdot t)$
- D)  $x = \lambda \cos(\sqrt{g/b} \cdot t)$

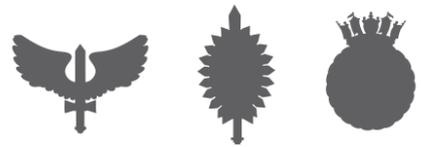
**05. (AFA)**

Um bloco ligado a uma mola presa a uma parede oscila em torno de  $O$ , sobre uma superfície sem atrito, como mostra a figura.



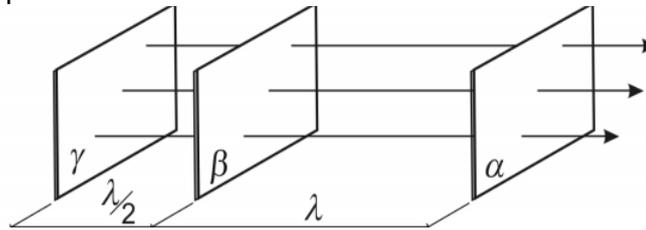
O gráfico que **MELHOR** representa a energia cinética  $E_c$  em função de  $x$  é:

- A) 
- B) 
- C) 
- D) 



**06. (AFA)**

A figura abaixo apresenta a configuração instantânea de uma onda plana longitudinal em um meio ideal. Nela, estão representadas apenas três superfícies de onda  $\alpha, \beta$  e  $\gamma$  separadas respectivamente por  $\lambda$  e  $\lambda/2$ , onde  $\lambda$  é o comprimento de onda da onda.



Em relação aos pontos que compõem essas superfícies de onda, pode-se fazer as seguintes afirmativas:

- I- estão todos mutuamente em oposição de fase;
- II- estão em fase os pontos das superfícies  $\alpha$  e  $\gamma$ ;
- III- estão em fase apenas os pontos das superfícies  $\alpha$  e  $\beta$ ;
- IV- estão em oposição de fase apenas os pontos das superfícies  $\gamma$  e  $\beta$ .

Nessas condições, é (são) verdadeira(s)

- A) I
- B) I e II
- C) III
- D) III e IV

**07. (AFA)** Ondas sonoras são produzidas por duas cordas A e B próximas, vibrando em seus modos fundamentais, de tal forma que se percebe  $x$  batimentos sonoros por segundo como resultado da superposição dessas ondas. As cordas possuem iguais comprimentos e densidades lineares sempre constantes, mas são submetidas a diferentes tensões. Aumentando-se lentamente a tensão na corda A, chega-se a uma condição onde a frequência de batimento é nula e ouve-se apenas uma única onda sonora de frequência  $f$ .

Nessas condições, a razão entre a maior e a menor tensão na corda A é

- A)  $\frac{f}{f+x}$
- B)  $\left(\frac{f}{f-x}\right)^2$
- C)  $\frac{f}{f-x}$
- D)  $\left(\frac{f}{f-x}\right)^{1/2}$

**08. (AFA)**

Uma fonte de luz monocromática ilumina um obstáculo, contendo duas fendas separadas por uma distância  $d$ , e produz em um anteparo distante  $D$  das fendas, tal que  $D \gg d$ , uma configuração de interferência com franjas claras e escuras igualmente espaçadas, como mostra a figura abaixo.



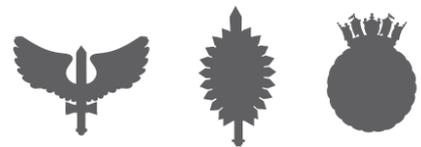
Considere que a distância entre os centros geométricos de uma franja clara e da franja escura, adjacente a ela, seja  $x$ .

Nessas condições, são feitas as seguintes afirmativas.

- I- O comprimento de onda da luz monocromática que ilumina o obstáculo é obtido como  $2xd/D$ .
- II- A distância entre o máximo central e o segundo máximo secundário é  $3x$ .
- III - A diferença de caminhos percorridos pela luz que atravessa as fendas do anteparo e chegam no primeiro mínimo de intensidade é dado por  $xd/2D$ .

É (São) correta(s) apenas:

- A) I
- B) II e III
- C) II
- D) I e III



**09. (AFA)**

A figura 1 abaixo apresenta a configuração de uma onda estacionária que se forma em uma corda inextensível de comprimento  $L$  e densidade linear  $\mu$  quando esta é submetida a oscilações de frequência constante  $f_0$ , através de uma fonte presa em uma de suas extremidades. A corda é tensionada por um corpo homogêneo e maciço de densidade  $\rho$ , preso na outra extremidade, que se encontra dentro de um recipiente inicialmente vazio.

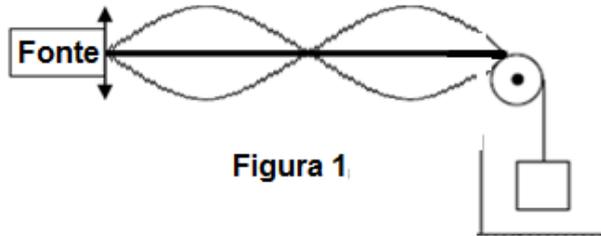


Figura 1

Considere que o recipiente seja lentamente preenchido com um líquido homogêneo de densidade  $\delta$  e que, no equilíbrio, o corpo  $M$  fique completamente submerso nesse líquido. Dessa forma, a nova configuração de onda estacionária que se estabelece na corda é mostrada na figura 2.

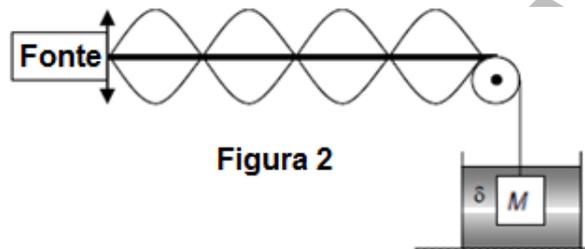


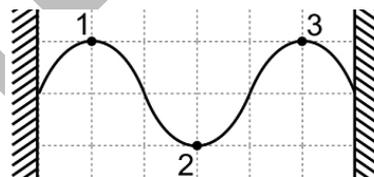
Figura 2

Nessas condições, a razão  $\rho / \delta$  entre as densidades do corpo e do líquido, é:

- A) 3/2
- B) 4/3
- C) 5/4
- E) 6/5

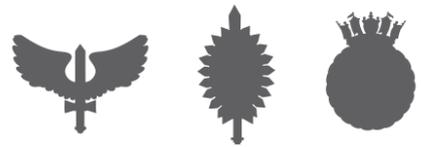
**10. (AFA)**

Um instantâneo de uma corda, onde se estabeleceu uma onda estacionária, é apresentado na figura abaixo.



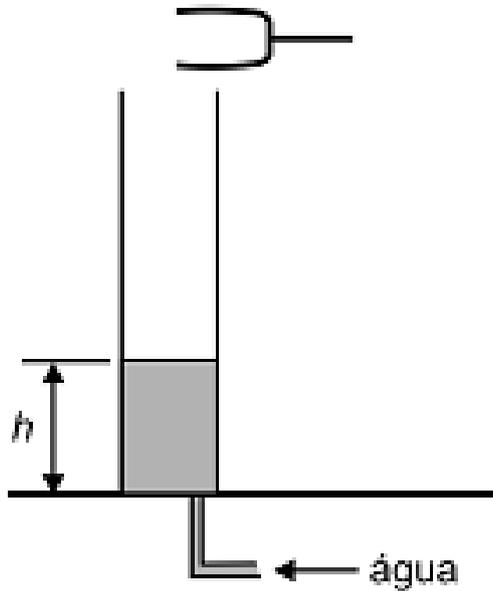
Nesta situação, considerada ideal, a energia associada aos pontos 1, 2 e 3 da corda é apenas potencial. No instante igual a  $3/4$  de ciclo após a situação inicial acima, a configuração que melhor representa a forma da corda e o sentido das velocidades dos pontos 1, 2 e 3 é:

- A)
- B)
- C)
- D)



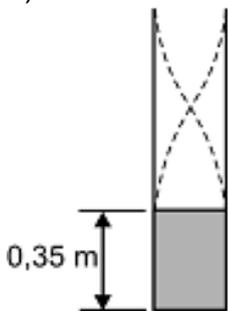
11. (AFA)

Um diapasão de frequência conhecida igual a 340 Hz é posto a vibrar continuamente próximo à boca de um tubo, de 1 m de comprimento, que possui em sua base um dispositivo que permite a entrada lenta e gradativa de água como mostra o desenho abaixo.

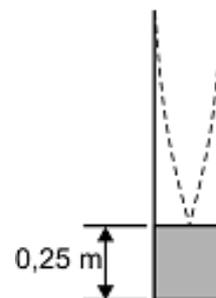


Quando a água no interior do tubo atinge uma determinada altura  $h$  a partir da base, o som emitido pelo tubo é muito reforçado. Considerando a velocidade do som no local de 340 m/s, a opção que melhor representa as ondas estacionárias que se formam no interior do tubo no momento do reforço é:

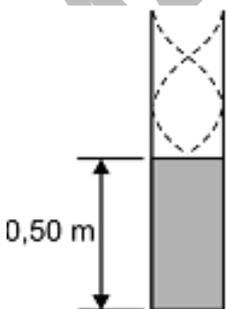
A)



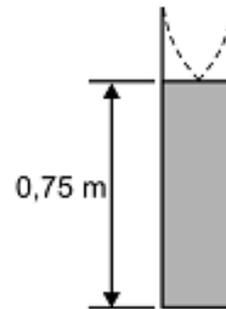
C)

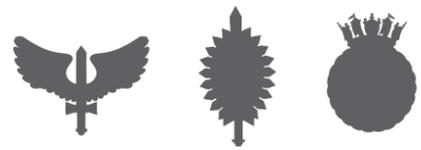


B)



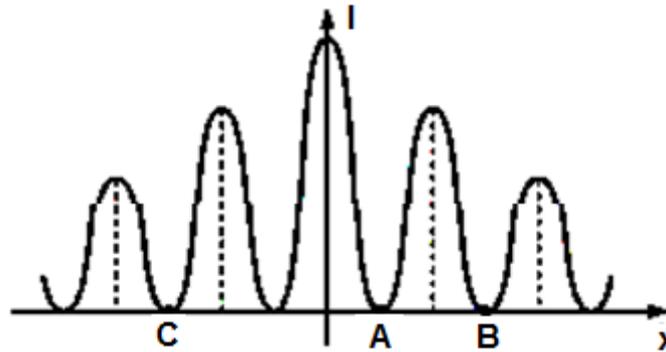
D)





**12. (AFA)**

A figura abaixo representa a variação da intensidade luminosa  $I$  das franjas de interferência, em função da posição  $x$ , resultado da montagem experimental, conhecida como Experiência de Young.

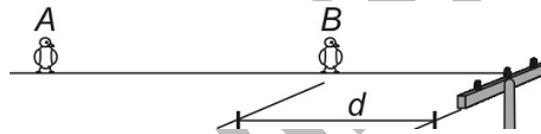


A razão entre as distâncias AB e BC é:

- A) 2
- B) 1/3
- C) 1/2
- D) 3

**13. (AFA)**

Considere dois pássaros A e B em repouso sobre um fio homogêneo de densidade linear, que se encontra tensionado, como mostra a figura abaixo. Suponha que a extremidade do fio que não aparece esteja muito distante da situação apresentada.

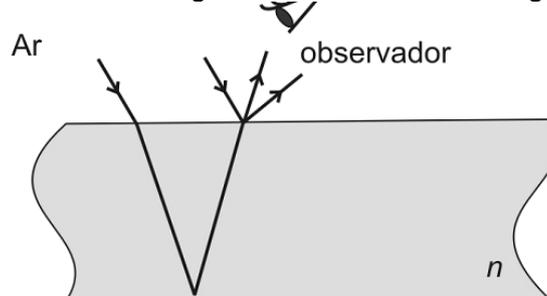


Subitamente o pássaro A faz um movimento para alçar voo, emitindo um pulso que percorre o fio e atinge o pássaro B  $\Delta t$  segundos depois. Despreze os efeitos que o peso dos pássaros possa exercer sobre o fio. O valor da força tensora para que o pulso retorne à posição onde se encontrava o pássaro A, em um tempo igual a  $3\Delta t$ , é:

- A)  $\frac{9\mu d^2}{(\Delta t)^2}$
- B)  $\frac{4\mu d^2}{(\Delta t)^2}$
- C)  $\frac{\mu d^2}{(\Delta t)^2}$
- D)  $\frac{\mu d^2}{9(\Delta t)^2}$

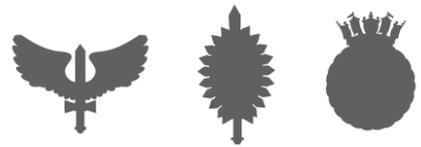
**14. (AFA)**

Considere uma película transparente de faces paralelas com índice de refração  $n$  iluminada por luz monocromática de comprimento de onda no ar igual a  $\lambda$ , como mostra a figura abaixo.



Sendo a incidência de luz pouco inclinada, a mínima espessura de película para que um observador a veja brilhante por luz refletida é:

- A)  $\lambda / n$
- B)  $\lambda / 2n$
- C)  $\lambda / 4n$
- D)  $\lambda / 5n$



15. (AFA)

Considere um sistema formado por duas cordas diferentes, com densidades  $\mu_1$  e  $\mu_2$  tal que  $\mu_1 > \mu_2$ , em que se propagam dois pulsos idênticos, conforme mostra a figura abaixo.



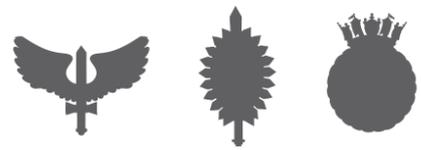
A opção que melhor representa a configuração resultante no sistema após os pulsos passarem pela junção das cordas é:

- A)
- B)
- C)
- D)

16. (AFA)

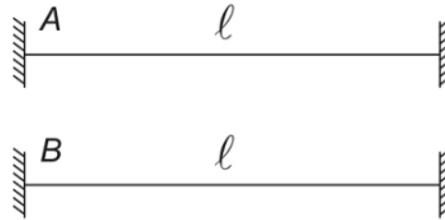
Considere uma figura de interferência obtida na superfície de um líquido por fontes que emitem em fase e na frequência  $f$ . Considere ainda que essas ondas se propagam com velocidade  $v$ . A soma das diferenças de caminhos entre as ondas que se superpõem para os pontos pertencentes às 3 primeiras linhas nodais é:

- A)  $\frac{9v}{2f}$
- B)  $\frac{5v}{2f}$
- C)  $4 \frac{v}{f}$
- D)  $3 \frac{v}{f}$



**17. (AFA)**

Considere duas cordas, A e B, presas pelas extremidades e submetidas à força de tração  $T$ , com densidades lineares  $\mu_A$  e  $\mu_B$ , tal que  $\mu_A = \mu_B$ , conforme mostra a figura abaixo.



Ao se provocar ondas na corda A, essas originam ondas sonoras de frequência  $f_A$ , que fazem com que a corda B passe a vibrar por ressonância. As ondas que percorrem a corda B, por sua vez, produzem som de frequência  $f_B$  que é o segundo harmônico do som fundamental de B.

Nessas condições, o valor da razão  $\frac{f_A}{f_{0A}}$ , onde  $f_{0A}$  é o som fundamental da corda A, será:

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5

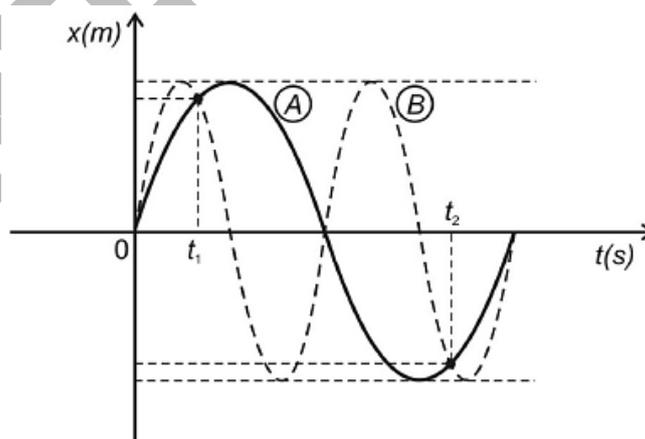
**18. (AFA)**

Uma onda transversal é aplicada sobre um fio preso pelas extremidades, usando-se um vibrador de frequência  $f = 60$  Hz. A distância entre os pontos que praticamente não se movem é de 40 cm. A velocidade das ondas nesse fio é, em m/s, igual a:

- A) 48
- B) 60
- C) 20
- D) 80

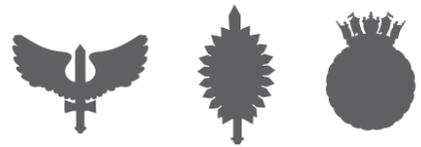
**19. (AFA)**

A figura abaixo apresenta os gráficos da posição ( $x$ ) em função do tempo ( $t$ ) para dois sistemas A e B da mesma massa  $m$  que oscilam em MHS, de igual amplitude.



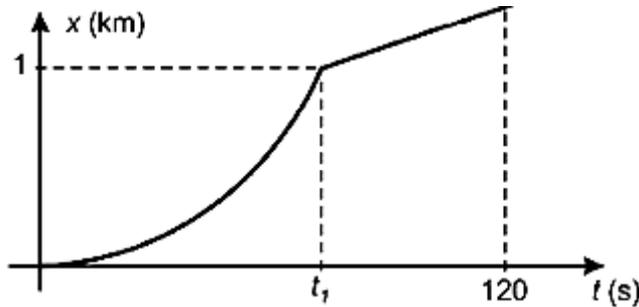
Sendo  $E_{CA}$  e  $E_{CB}$  as energias cinéticas dos sistemas A e B respectivamente no tempo  $t_1$ ;  $E_{PA}$  e  $E_{PB}$  as energias potenciais dos sistemas A e B respectivamente no tempo  $t_2$  é correto afirmar que:

- A)  $E_{CA} = E_{CB}$
- B)  $E_{PA} > E_{PB}$
- C)  $E_{CA} > E_{CB}$
- D)  $E_{PB} > E_{PA}$



**20. (AFA)**

Um caminhão de 20 m de comprimento se movimenta ao longo de uma estrada retilínea e o registro de sua posição  $x$ , em quilômetros, em função do tempo  $t$ , em segundos, é apresentado no gráfico abaixo.

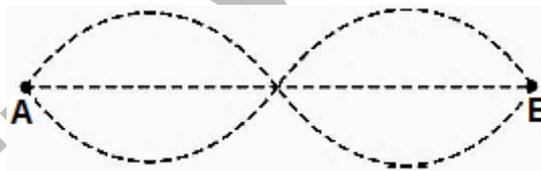


Do instante inicial do movimento,  $t = 0$ , até o tempo  $t_1$ , o caminhão, partindo do repouso, desloca-se em movimento retilíneo uniformemente variado. A partir desse tempo  $t_1$ , no entanto, o caminhão inicia a travessia de uma ponte retilínea de 380 metros de extensão mantendo velocidade constante até que a atravesse completamente no tempo  $t_2 = 120$  s. Considere que, durante a travessia, o caminhão emita um sinal sonoro de frequência constante igual a 160 Hz e que esse sinal se propague com velocidade de 340 m/s pelo ar, o qual se encontra em repouso em relação à terra. Nessas condições, um observador parado no final da ponte ouvirá o sinal sonoro emitido pelo caminhão que se aproxima com uma frequência, em hertz, dada por:

- A) 170
- B) 180
- C) 190
- D) 200

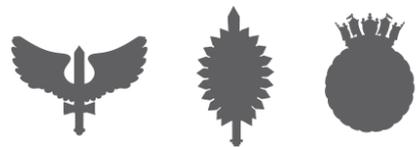
**21. (AFA)**

Uma onda estacionária é estabelecida em uma corda homogênea de comprimento  $2\pi$  m, presa pelas extremidades, A e B, conforme figura abaixo.



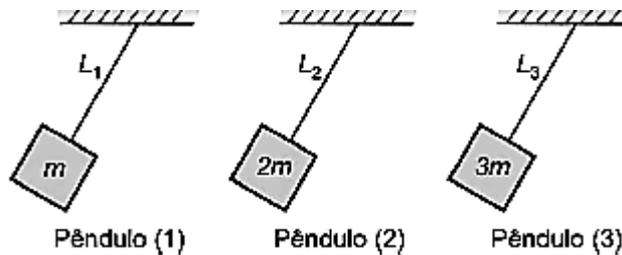
Considere que a corda esteja submetida a uma tensão de 10 N e que sua densidade linear de massa seja igual a 0,1 kg/m. Nessas condições, a opção que apresenta um sistema massa-mola ideal, de constante elástica  $k$ , em N/m e massa  $m$ , em kg, que oscila em movimento harmônico simples na vertical com a mesma frequência da onda estacionária considerada é:

- A)  $k = 10 \text{ N/m}$   
 $m = 1 \text{ kg}$
- B)  $k = 50 \text{ N/m}$   
 $m = 5 \text{ kg}$
- C)  $k = 100 \text{ N/m}$   
 $m = 10 \text{ kg}$
- D)  $k = 200 \text{ N/m}$   
 $m = 2 \text{ kg}$

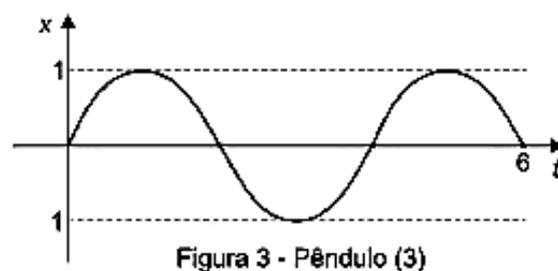
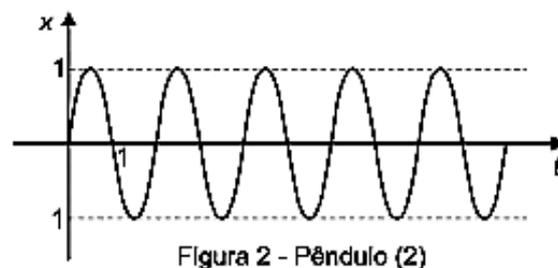
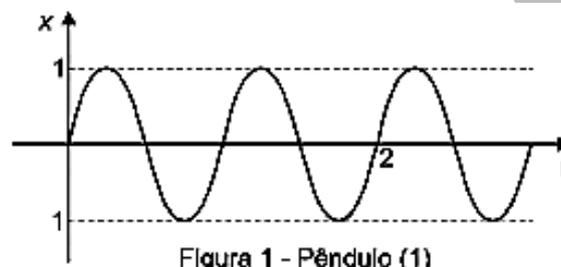


22. (AFA)

Três pêndulos simples 1, 2 e 3 que oscilam em MHS possuem massas respectivamente iguais a  $m$ ,  $2m$  e  $3m$  são mostrados na figura abaixo.



Os fios que sustentam as massas são ideais, inextensíveis e possuem comprimento respectivamente  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$ . Para cada um dos pêndulos registrou-se a posição ( $x$ ), em metro, em função do tempo ( $t$ ), em segundo, e os gráficos desses registros são apresentados nas figuras 1, 2 e 3 abaixo.



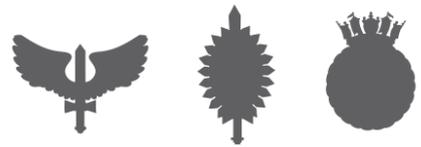
Considerando a inexistência de atritos e que a aceleração da gravidade seja  $g = \pi^2 \text{ m/s}^2$ , é correto afirmar que:

A)  $L_1 = \frac{L_2}{3}; L_2 = \frac{2}{3}L_3$  e  $L_3 = 3L_1$

B)  $L_1 = 2L_2; L_2 = \frac{L_3}{2}$  e  $L_3 = 4L_1$

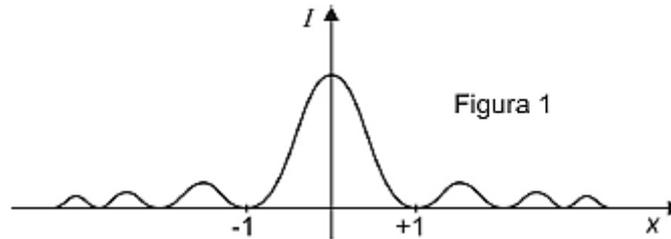
C)  $L_1 = \frac{L_2}{4}; L_2 = \frac{L_3}{4}$  e  $L_3 = 16L_1$

D)  $L_1 = 2L_2; L_2 = 3L_3$  e  $L_3 = 6L_1$

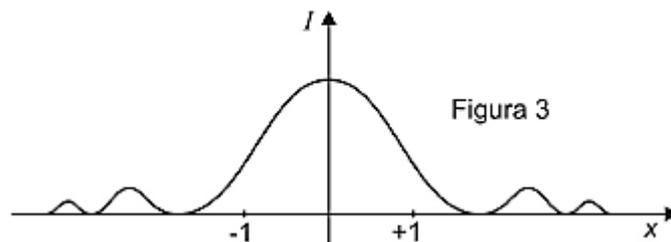
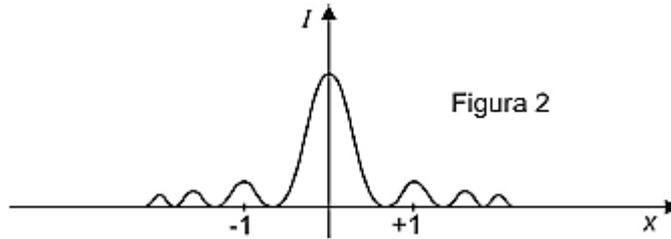


**23. (AFA)**

Uma figura de difração é obtida em um experimento de difração por fenda simples quando luz monocromática de comprimento de onda  $\lambda_1$  passa por uma fenda de largura  $d_1$ . O gráfico da intensidade luminosa  $I$  em função da posição  $x$  ao longo do anteparo onde essa figura de difração é projetada, está apresentado na figura 1 abaixo.



Alterando-se neste experimento apenas o comprimento de onda da luz monocromática para um valor  $\lambda_2$ , obtém-se o gráfico apresentado na figura 2. E alterando-se apenas o valor da largura da fenda para um valor  $d_2$ , obtém-se o gráfico da figura 3.



Nessas condições, é correto afirmar que:

- A)  $\lambda_2 > \lambda_1$  e  $d_2 > d_1$
- B)  $\lambda_2 > \lambda_1$  e  $d_2 < d_1$
- C)  $\lambda_2 < \lambda_1$  e  $d_2 > d_1$
- D)  $\lambda_2 < \lambda_1$  e  $d_2 < d_1$

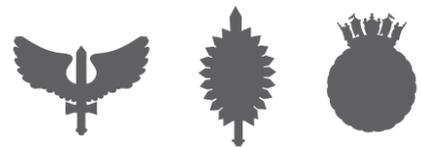


GABARITO

01. A 02. A 03. A 04. D 05. C 06. C 07. B 08. A 09. B 10. C 11. D 12. B  
13. B 14. C 15. A 16. A 17. A 18. A 19. D 20. A 21. D 22. C 23. D

MAXWELL VIDEOAULAS

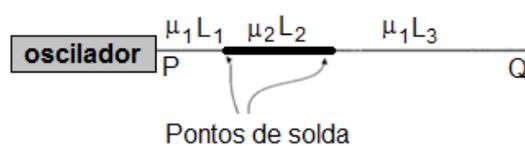




4. (EN) Ao se efetuar medidas do nível de intensidade do som emitido por uma dada fonte, verifica-se uma redução constante de 5,0 dB ao ano. Sendo,  $P_0$  a potência original da fonte e  $P$  a potência dez anos depois, qual a razão  $P_0 / P$ ?

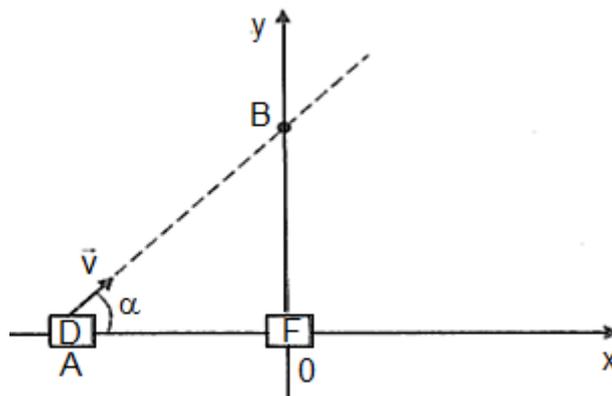
- a)  $10^{0,5}$
- b)  $10^{1,5}$
- c)  $10^5$
- d)  $10^{15}$
- e)  $10^{50}$

5. (EN) Na figura, um fio de densidade linear  $\mu_2$  e comprimento  $L_2$  está soldados nas suas extremidades a dois fios de mesma densidade linear  $\mu_1$  e de comprimento  $L_1$  e  $L_3$ . O fio composto está preso em uma de suas extremidades (ponto P) a um oscilador senoidal de frequência variável e na outra extremidade a um ponto fixo Q. Verifica-se que, para uma certa frequência do oscilador, forma-se uma onda estacionária com 7 nós, tendo os pontos de solda e o ponto Q como nós. No ponto P, a amplitude de oscilação é suficientemente pequena para que este ponto também seja um nó. Considere que  $L_3 = 3L_1 = 2L_2$ . Qual a razão  $\mu_2 / \mu_1$ ?

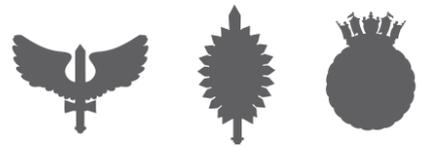


- a) 9/2
- b) 7/3
- c) 16/9
- d) 17/11
- e) 13/7

6. (EN) Um detector de ondas sonoras D passa pelo ponto A, localizado no eixo x, em direção ao ponto B, localizado no eixo y, com velocidade  $\vec{v}$  constante, como indicado na figura abaixo. O vetor velocidade faz um ângulo  $\alpha$  acima da horizontal. Uma fonte sonora F, em repouso, localizada na origem do sistema de eixos, emite ondas sonoras que se propagam no ar parado com velocidade constante  $\vec{v}_s$ . Sabendo que as frequências captadas pelo detector ao passar por A e B são, respectivamente  $f_A$  e  $f_B$ , a razão entre a diferença de frequência,  $f_A - f_B$ , e a frequência da onda emitida pela fonte é:



- a)  $(v / v_s) \cdot (\text{sen}\alpha + \text{cos}\alpha)$
- b)  $(v / v_s) \cdot (\text{cos}\alpha + \text{sen}\alpha)$
- c)  $(v / v_s) \cdot 2\text{sen}\alpha$
- d)  $2 \cdot (v / v_s)$
- e)  $(v / v_s) \cdot 2\text{cos}\alpha$



7. (EN) Analise as afirmativas abaixo no que se refere às ondas sonoras.

- I- A intensidade do som está relacionada à frequência das vibrações das moléculas do meio e é a quantidade pela qual um som forte se distingue de um som fraco
- II- A potência de uma fonte, que emite ondas sonoras isotropicamente, não depende do meio que o som se propaga e nem da distância do observador a fonte.
- III- Para sons de mesma frequência, a percepção auditiva humana cresce linearmente com o aumento da intensidade do som.
- IV- Se uma certa distância de uma fonte sonora o nível sonoro aumenta de 15 dB, então a intensidade sonora aumentou de um fator igual a  $10\sqrt{10}$ .
- V- Uma onda sonora consiste numa compressão seguida de uma rarefação do meio em que se propaga. A distância entre uma compressão e uma rarefação sucessiva é o comprimento de onda da onda sonora.

Assinale as opções que contém apenas as afirmativas corretas:

- a) I, II e IV
- b) II, III e IV
- c) II e IV
- d) I, III e V
- e) II e V

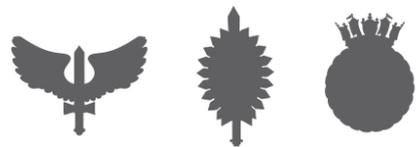
8. (EN) Fixada ao bloco 1, a mola ideal de constante elástica  $K$  exerce sobre este uma força  $\vec{F}_x$  responsável por acelerá-lo do repouso ( $x = -A$ ) até o choque perfeitamente elástico com o bloco 2, em repouso. O choque ocorre em  $x = 0$ , coordenadas na qual  $\vec{F}_x$  se anula. Em módulo e o sistema mola-bloco 1 inicia um movimento harmônico simples com amplitude de oscilação igual a  $A/2$ . Despreze os atritos. A razão entre as massas  $m_1/m_2$  dos blocos vale:



- a) 1/3
- b) 2/3
- c) 1
- d) 3/2
- e) 3

9. (EN) Uma fonte sonora  $F$  emite ondas na frequência de 600 Hz. A fonte é dois detectores  $A$  e  $B$ , em seus veículos, movem-se no plano  $XY$ . Num certo instante, temos: a fonte  $F$  na posição  $(0;60\text{ m})$  e com velocidade  $\vec{V}_F = 40\hat{i} + 20\hat{j}(\text{m/s})$ ; o detector  $A$  na posição  $(70\text{ m}; 60\text{ m})$  e com velocidade  $\vec{V}_A = -10\hat{i} + 30\hat{j}(\text{m/s})$  e o detector  $B$  na posição  $(0;90\text{ m})$  e com velocidade  $\vec{V}_B = 20\hat{i} + 20\hat{j}(\text{m/s})$ . Considere o módulo da velocidade do som igual a 340 m/s, em relação ao ar parado. A razão entre as frequências recebidas pelos detectores  $A$  e  $B$  ( $f_A/f_B$ ), no instante considerado, é:

- a) 7/6
- b) 3/4
- c) 5/4
- d) 6/7
- e) 4/5



**10. (EN)** Uma mola estacionária é formada em um segmento horizontal, de comprimento igual a 30 cm, de uma corda tracionada por um contrapeso de massa igual a  $5,0 \cdot 10^2$  gramas. A equação da onda estacionária é dada pela expressão:  $y(x,t) = 5,0 \cdot \text{sen}[(80\pi/3) \cdot x] \cdot \text{cos}[(200\pi/3) \cdot t]$  [onde  $x$  está medido em metros,  $y$  em centímetros e  $t$  em segundos]. O número de nós (ou nodos) na corda e sua densidade linear (em g/cm), respectivamente, são:

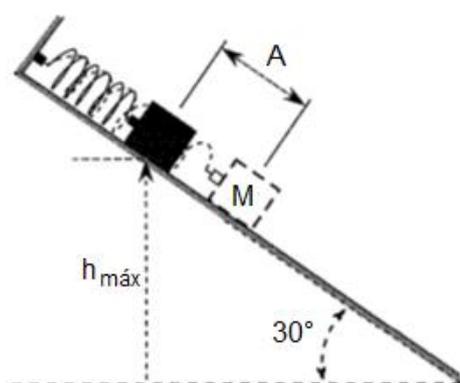
Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$

- a) 8 e 8,0                                      b) 7 e 6,2                                      c) 10 e 7,0  
 d) 11 e 7,0                                      e) 9 e 8,0

**11. (EN)** A fonte sonora pontual emite ondas sonoras isotropicamente no espaço livre. A função de onda de deslocamento da onda sonora é da forma  $S(x,t) = 5,0 \cdot 10^{-3} \cdot \text{cos}[20x - 6,6 \cdot 10^3 t]$  (onde  $S$  está em milímetros,  $x$  em metros e  $t$  em segundos). Um pequeno detector situado a 10 m da fonte mede o nível sonoro de 80db. Sabendo que a intensidade sonora de referência, que corresponde a limiar de audição, é de  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ , a intensidade sonora (em  $\mu\text{W/m}^2$ ) a 50 m da fonte é

- a) 4,0    b) 4,5    c) 4,8  
 d) 5,0    e) 5,2

**12. (EN)** Um bloco de massa  $M = 1,00 \text{ kg}$  executa preso a uma mola de constante  $k = 100 \text{ N/m}$ , um MHS de amplitude  $A \text{ cm}$  ao longo do plano inclinado mostrado na figura. Não há atrito em qualquer parte do sistema. Na posição de altura máxima, a mola está comprimida e exerce sobre o bloco uma força elástica de módulo igual a  $3,00 \text{ N}$ . A velocidade do bloco, em m/s, ao passar pela posição de equilíbrio é:



- a) 1,10    b) 0,800    c) 0,500  
 d) 0,300    e) 0,200

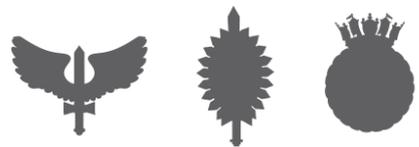
**13. (EN)** Uma fonte sonora pontual emite isotropicamente com uma potência de  $15 \text{ W}$ . Se esse som é interceptado por um microfone distante  $d = 100 \text{ m}$  da fonte, em uma área de  $0,56 \text{ cm}^2$ , a potência recebida em nanowatts, é de:

- a)  $10/\pi$     b)  $15/\pi$     c)  $19/\pi$   
 d)  $21/\pi$     e)  $25/\pi$

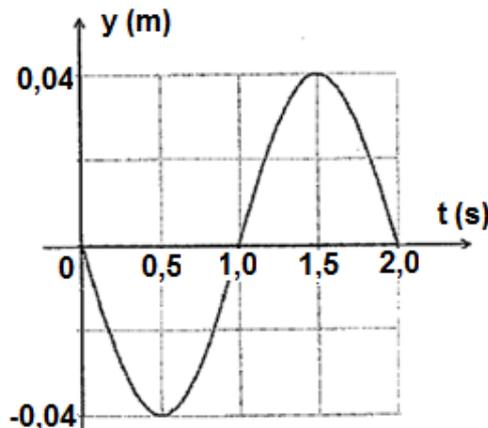
**14. (EN)** Uma onda se propagando em uma corda de comprimento  $L = 100 \text{ cm}$  e massa  $m = 2,00 \text{ kg}$  é descrita pela função de onda  $y(x,t) = 0,100 \text{ cos}(2,00x - 10,0t)$  m, onde  $x$  está em metros e  $t$  em segundos. A tração na corda, em newtons, vale:

- a) 60,0    b) 50,0    c) 40,0  
 d) 30,0    e) 20,0





18. (EN) Para uma certa onda estacionária transversal em uma corda longa ao longo do eixo  $x$ , existe um antinó localizado em  $x = 0$  seguido de um nó em  $x = 0,10$  m. a figura abaixo mostra o gráfico do deslocamento transversal,  $y$ , em função do tempo, da partícula da corda localizada em  $x = 0$ . Das opções a seguir, qual fornece uma função  $y(x)$  em metros, para a onda estacionária no instante  $0,50$  s?

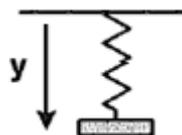


- a)  $-0,04\cos(\pi x)$
- b)  $+0,04 \cos(\pi x)$
- c)  $-0,04 \cos(2 \pi x)$
- d)  $+0,04 \cos(5 \pi x)$
- e)  $-0,04 \cos(5 \pi x)$

19. (EN) A velocidade do som na água líquida é de  $1,48$  km/s, enquanto que no ar ela vale  $343$  m/s, ambas à temperatura de  $20^\circ\text{C}$  e à pressão de  $1,0$  atm. Podemos afirmar que a diferença citada acima se deve, principalmente, ao fato da água ser um meio que apresenta em relação ao ar:

- a) maior atrito e maior calor específico.
- b) maior densidade e menor compressibilidade.
- c) maior frequência da onda sonora.
- d) maior comprimento da onda sonora.
- e) menor ocorrência de ondas estacionárias.

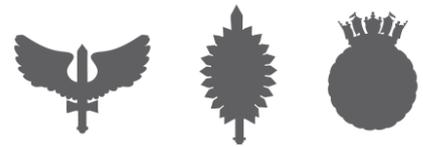
20. (EN) Observe a figura a seguir.



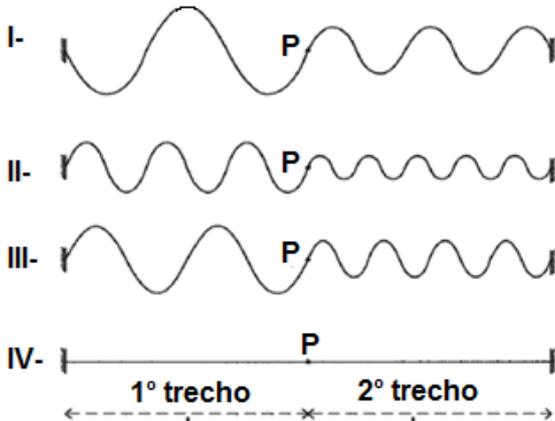
Na figura acima, a mola possui uma de suas extremidades presa ao teto e a outra presa a um bloco. Sabe-se que o sistema massa-mola oscila em MHS segundo a função  $y(t) = 5,0 \text{ sen}(20t)$ , onde  $y$  é dado em centímetros e o tempo em segundos. Qual a distensão máxima da mola, em centímetros?

Dado:  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- a) 5,5
- b) 6,5
- c) 7,5
- d) 8,5
- e) 9,5



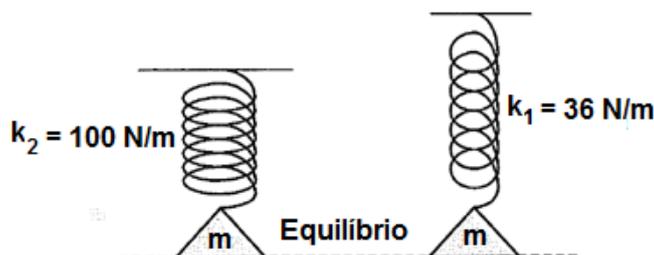
21. (EN) Dois fios de mesmo comprimento e mesma seção reta estão soldados por uma de suas extremidades (ponto P), formando um fio composto. A massa específica do primeiro trecho de fio é  $\rho_1 = 2,7 \text{ g/cm}^3$  e do segundo trecho é  $\rho_2 = 7,5 \text{ g/cm}^3$ . O fio composto, bem esticado e fixo nas duas extremidades, é submetido a uma fonte externa de frequência variável. Observa-se assim, que ondas estacionárias são excitadas no fio. Algumas fotos foram tiradas durante a oscilação de algumas dessas ondas. Analise os perfis de ondas estacionárias abaixo.



Dos perfis exibidos acima, quais podem pertencer à coleção de fotos a que se refere o parágrafo acima?

- a) Somente o perfil I.
- b) Somente o perfil II.
- c) Somente o perfil III.
- d) Os perfis I e IV.
- e) Os perfis I, II e IV.

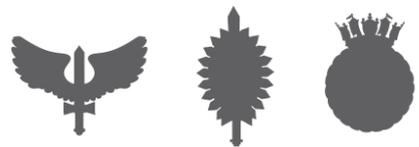
22. (EN) Analise a figura a abaixo.



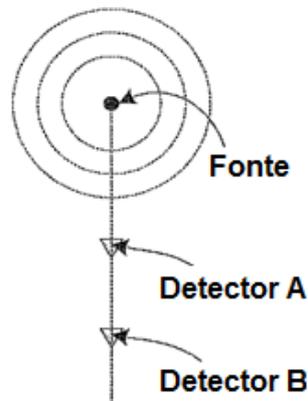
Na figura acima, temos dois sistemas massa-mola no equilíbrio, onde ambos possuem a mesma massa  $m = 4,0 \text{ kg}$ , no entanto, o coeficiente elástico da mola do sistema 1 é  $k_1 = 36 \text{ N/m}$  e o do sistema 2 é  $k_2 = 100 \text{ N/m}$ . No ponto de equilíbrio, ambas as massas possuem a mesma posição vertical e, no instante  $t = 0$ , elas são liberadas, a partir do repouso, após sofrerem um mesmo deslocamento vertical em relação aos seus respectivos pontos de equilíbrio. Qual será o próximo instante, em segundos, no qual elas estarão novamente juntas na mesma posição vertical inicial, ou seja, na posição vertical ocupada por ambas em  $t = 0$ ?

Dado: considere  $\pi = 3$

- a) 3,0
- b) 4,5
- c) 6,0
- d) 7,5
- e) 9,0



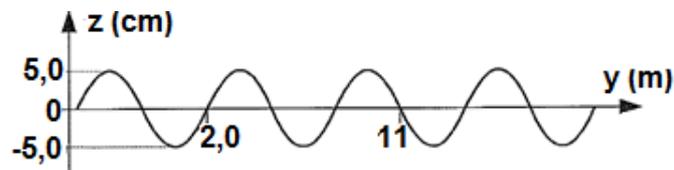
23. (EN) Analise a figura a abaixo.



Uma fonte sonora isotrópica emite ondas numa dada potência. Dois detectores fazem a medida da intensidade do som em decibéis. O detector A que está a uma distância de 2,0 m da fonte mede 10 dB e o detector B mede 5,0 dB, conforme indica a figura acima. A distância, em metros, entre os detectores A e B, aproximadamente, vale:

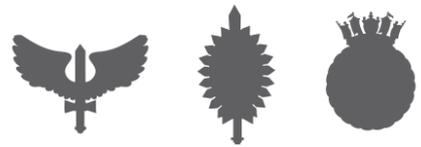
- a) 0,25
- b) 0,50
- c) 1,0
- d) 1,5
- e) 2,0

24. (EN) Analise a figura a abaixo.



A figura acima representa o perfil, num dado instante, de uma onda se propagando numa corda com velocidade de 15 m/s no sentido negativo do eixo y, sendo que os elementos infinitesimais da corda oscilam na direção de z. Com base nos dados da figura, a função,  $z(y,t)$ , que pode descrever a propagação dessa onda é:

- a)  $10\cos\left(\frac{\pi y}{3} + 15\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$
- b)  $-5\cos\left(\frac{\pi y}{3} + 5\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$
- c)  $-10\text{sen}\left(\frac{\pi y}{3} - 5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$
- d)  $5\text{sen}\left(\frac{2\pi y}{9} - 5\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$
- e)  $5\text{sen}\left(\frac{2\pi y}{9} + 15\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

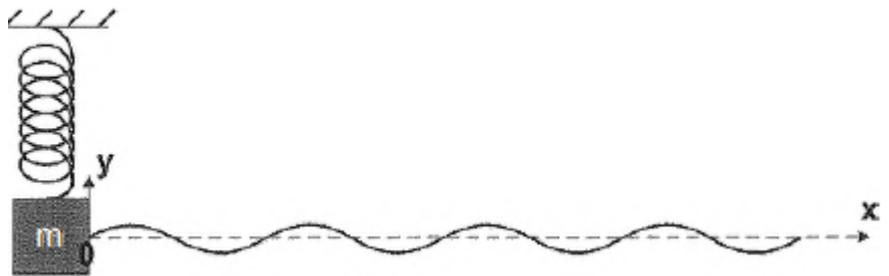


**25. (EN)** O motorista de um carro entra numa estrada reta, no sentido norte-sul, a 100 km/h e dá um toque na buzina de seu carro que emite som isotropicamente na frequência de 1200 Hz. Um segundo após, ele percebe um eco numa frequência de 840 Hz. Sendo assim, o motorista NÃO pode incluir como hipótese válida, que há algum obstáculo.

- a) em movimento à frente.
- b) que ficou para trás.
- c) parado à frente.
- d) com velocidade menor que a dele.
- e) com velocidade maior que a dele.

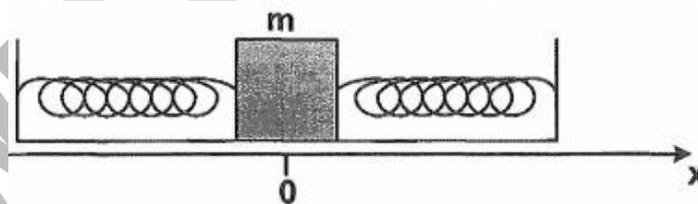
**26. (EN)** Analise a figura abaixo.

A figura acima mostra uma montagem em que o bloco de massa  $m = 0,70$  kg, preso à extremidade de uma mola vertical, oscila em torno da sua posição de equilíbrio. No bloco, prende-se uma corda muito longa estendida na horizontal. A massa específica linear da corda é  $1,6 \cdot 10^4$  kg/m. Após algum tempo, estabelece-se na corda uma onda transversal cuja equação é dada por  $y(x, t) = 0,030 \cdot \cos(2,0x - 30t)$ , onde  $x$  e  $y$  estão em metros e  $t$  em segundos. Nessas condições, a constante elástica da mola, em N/m, e a tração na corda, em mN, são, respectivamente:



- a) 157 e 144
- b) 210 e 36
- c) 210 e 160
- d) 630 e 36
- e) 630 e 144

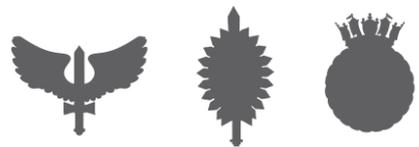
**27. (EN)** Analise a figura abaixo.



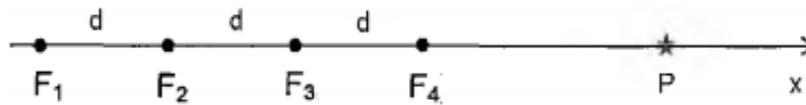
A figura acima mostra duas molas ideais idênticas presas a um bloco de massa  $m$  e a dois suportes fixos. Esse bloco está apoiado sobre uma superfície horizontal sem atrito e oscila com amplitude  $A$  em torno da posição de equilíbrio  $x = 0$ .

Considere duas posições do bloco sobre o eixo  $x_1 = \frac{A}{4}$  e  $x_2 = \frac{3A}{4}$ . Sendo  $v_1$  e  $v_2$  as respectivas velocidades do bloco nas posições  $x_1$  e  $x_2$ , a razão entre os módulos das do bloco nas velocidades,  $\frac{v_1}{v_2}$  é

- a)  $\sqrt{\frac{15}{7}}$
- b)  $\sqrt{\frac{7}{15}}$
- c)  $\sqrt{\frac{7}{16}}$
- d)  $\sqrt{\frac{15}{16}}$
- e)  $\sqrt{\frac{16}{7}}$



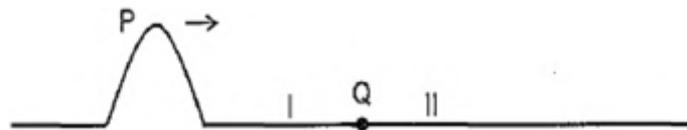
28. (EN) Analise a figura abaixo.



A figura acima ilustra quatro fontes sonoras pontuais ( $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  e  $F_4$ ). Isotrópicas, uniformemente espaçadas de  $d = 0,2$  m, ao longo do eixo  $x$ . Um ponto  $P$  também é mostrado sobre o eixo  $x$ . As fontes estão em fase e emitem ondas sonoras na frequência de 825 Hz, com mesma amplitude  $A$  e mesma velocidade de propagação, 330 m/s. Suponha que, quando as ondas se propagam até  $P$ , suas amplitudes se mantêm praticamente constantes. Sendo assim a amplitude da onda resultante no ponto  $P$  é

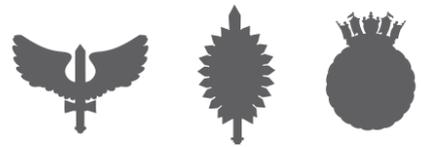
- a) zero
- b)  $A/A$
- c)  $A/2$
- d)  $A$
- e)  $2A$

29. (EN) Analise a figura abaixo.

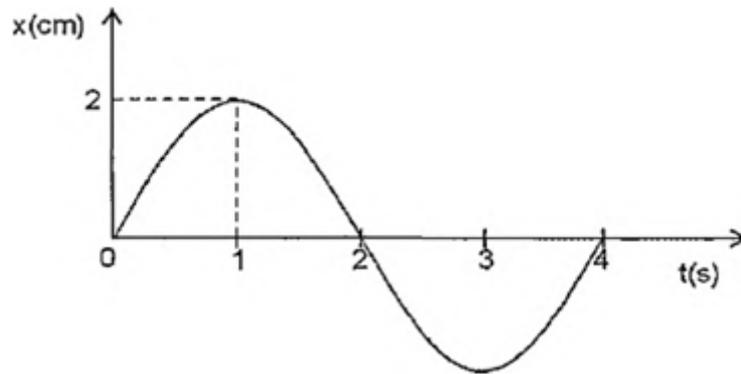


A figura acima representa um pulso  $P$  que se propaga em uma corda I, de densidade linear  $\mu_I$ , em direção a uma corda II, de densidade linear  $\mu_{II}$ . O ponto  $Q$  é o ponto de junção das duas cordas. Sabendo que  $\mu_I > \mu_{II}$ , o perfil da corda logo após a passagem do pulso  $P$  pela junção  $Q$  é melhor representado por

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)



30. (EN) Analise o gráfico abaixo.



O gráfico acima representa a posição  $x$  de uma partícula que realiza um MHS (Movimento Harmônico Simples), em função do tempo  $t$ . A equação que relaciona a velocidade  $v$ , em cm/s, da partícula com a sua posição  $x$  é

a)  $v^2 = \pi^2(1 - x^2)$

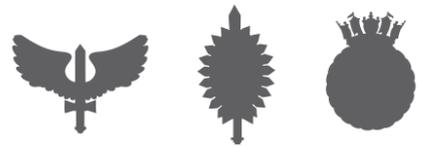
b)  $v^2 = \frac{\pi^2}{2} \left(1 - \frac{x^2}{2}\right)$

c)  $v^2 = \pi^2(1 + x^2)$

d)  $v^2 = \pi^2 \left(1 - \frac{x^2}{4}\right)$

e)  $v^2 = \frac{\pi^2}{4}(1 - x^2)$

MAXWELL VIDEOAULAS



**ÓPTICA GEOMÉTRICA**

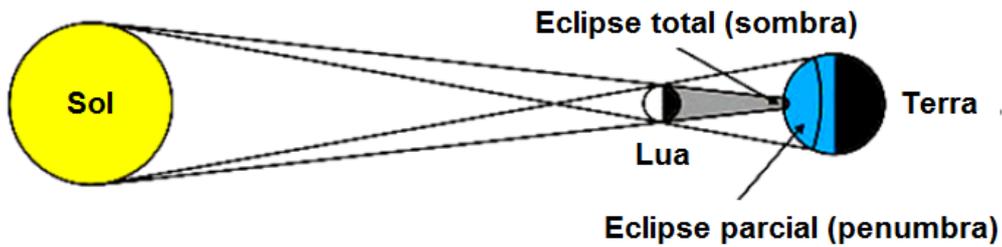
**ÓPTICA GEOMÉTRICA**

**Princípios da óptica geométrica**

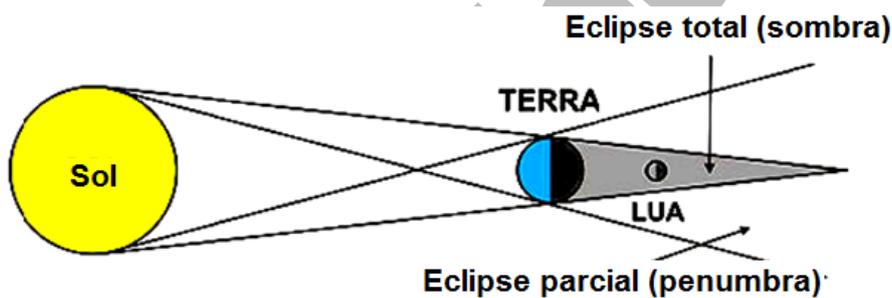
**Propagação retilínea da luz**

A luz se propaga em linha reta nos meios homogêneos e transparentes.

**Eclipse solar**

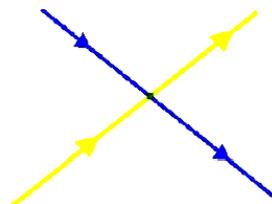


**Eclipse lunar**



**Independência do raio de luz**

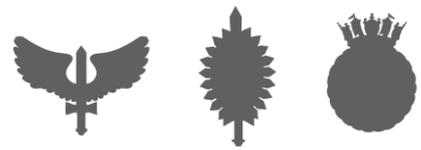
Quando raios de luz se cruzam, cada um deles segue seu trajeto como se os outros não existissem.



**Reversibilidade da luz**

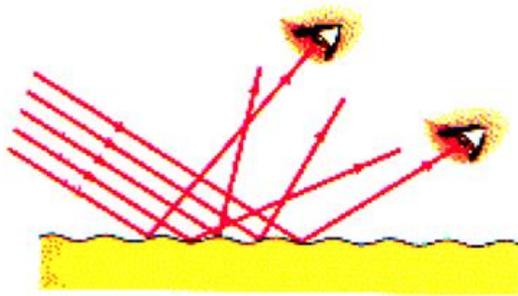
A trajetória seguida pelo raio de luz independe do sentido do percurso.





## Reflexão da luz

### Reflexão difusa e regular

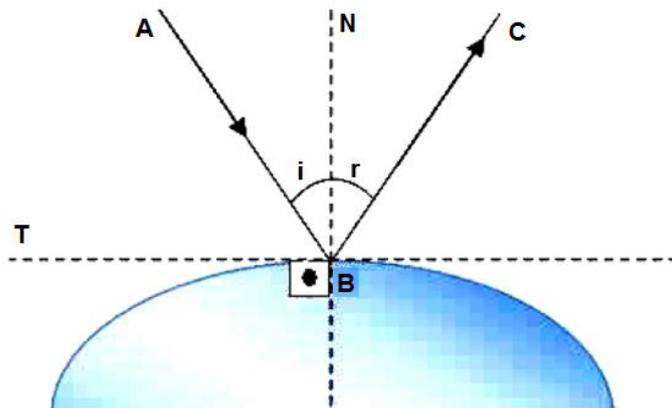


Reflexão difusa



Reflexão regular

### Leis da reflexão



#### 1ª Lei

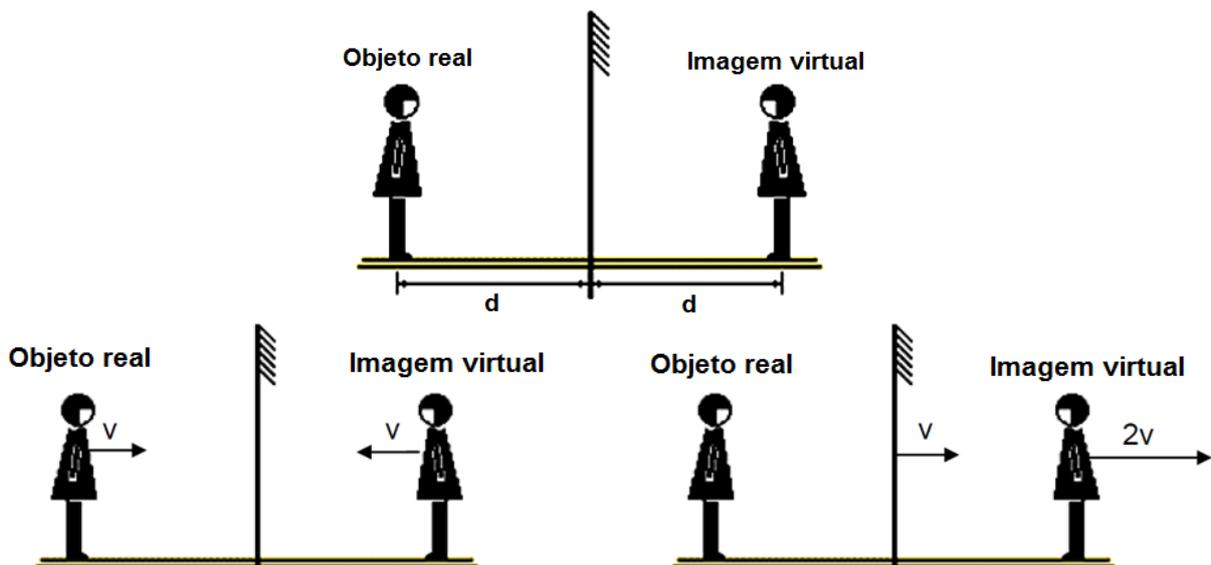
O RI, RR e N são coplanares.

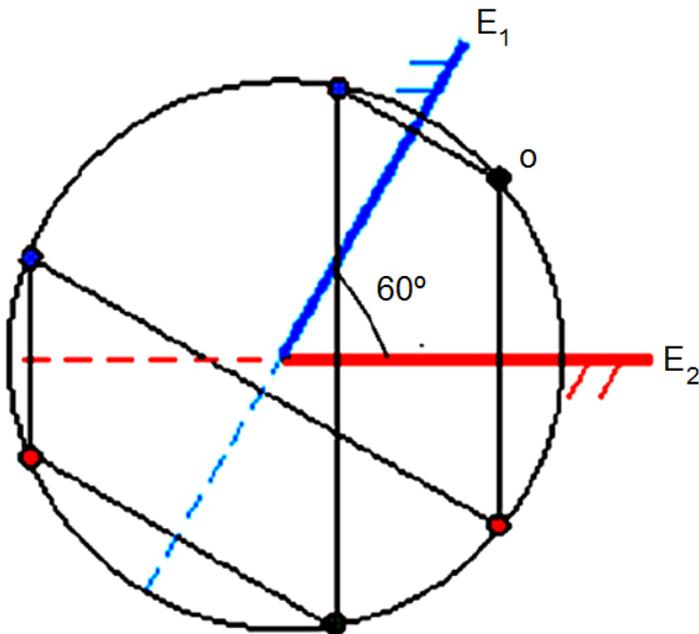
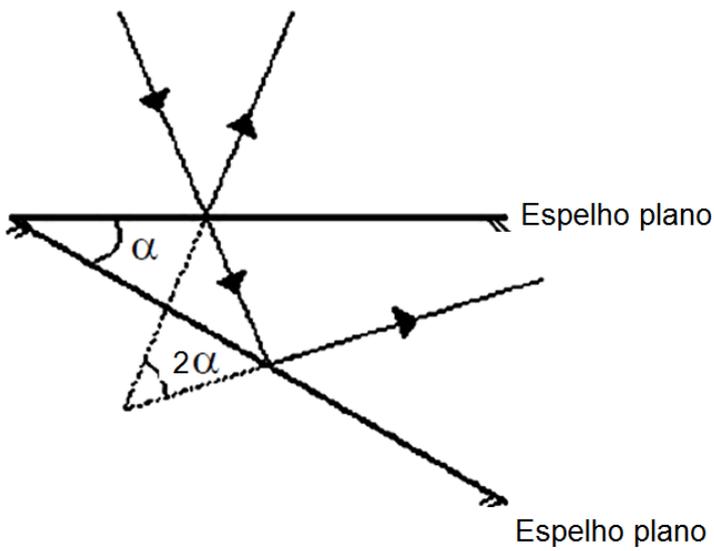
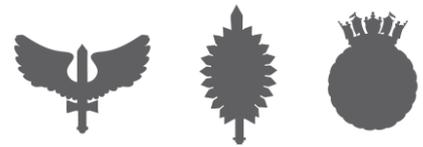
#### 2ª Lei

$$i = r$$

### Espelho plano

•



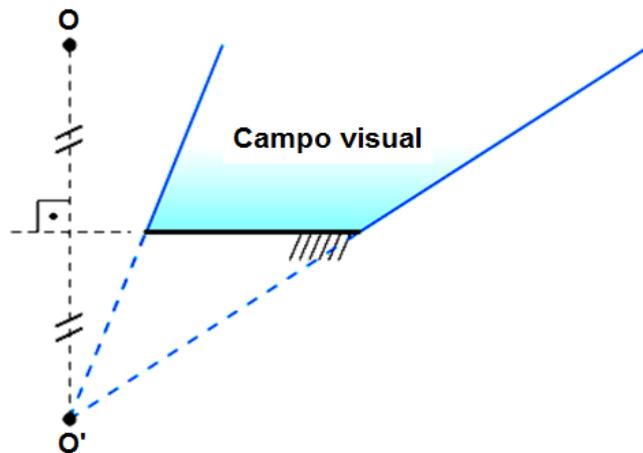
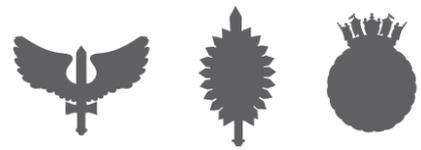


$$N = \frac{360}{\alpha} - 1$$

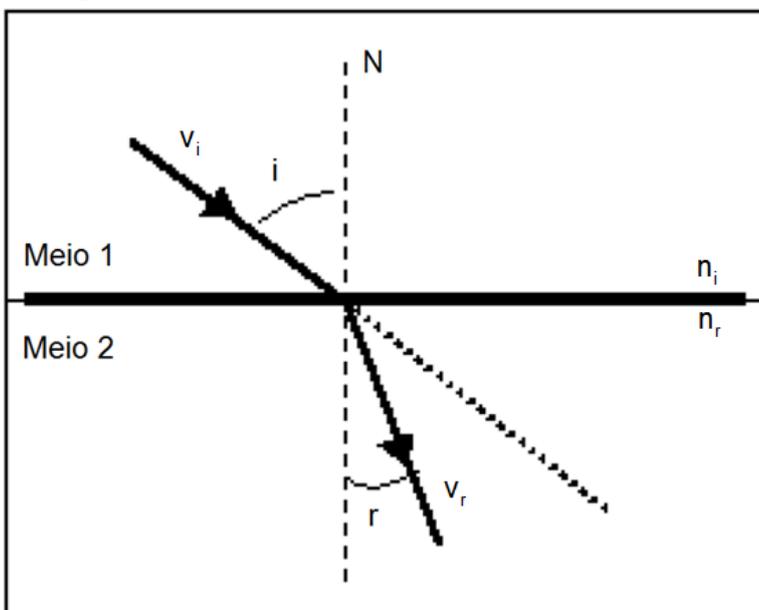
Se  $\frac{360}{\alpha}$  for par, a fórmula é aplicável qualquer que seja a posição de P entre os espelhos.

Se  $\frac{360}{\alpha}$  ímpar, a fórmula é aplicável se P estiver no plano bissetor do diedro formado pelos espelhos.

o No caso de dois espelhos planos paralelos, o número de imagens de um ponto P situado entre eles tende ao "infinito".



### Refração da luz



#### Índice de refração n

- $n = \frac{c}{v} \geq 1$  [ $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ ]
- $\frac{n_i}{n_r} = \frac{v_r}{v_i}$

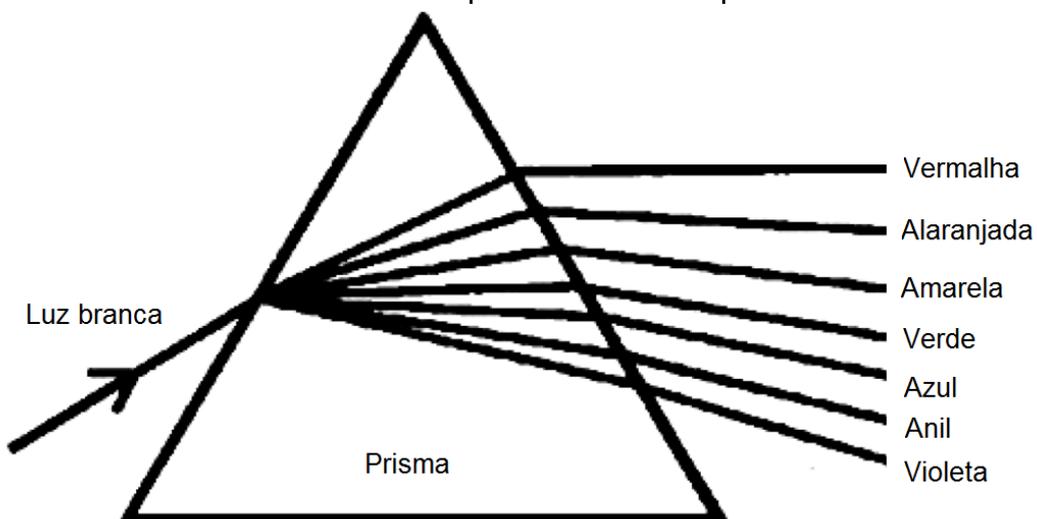
#### Leis da refração

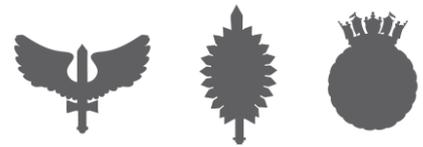
- 1ª Lei  
O RI, RR e N são coplanares.

- 2ª Lei  
 $\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{v_i}{v_r}$  (Lei de Snell)

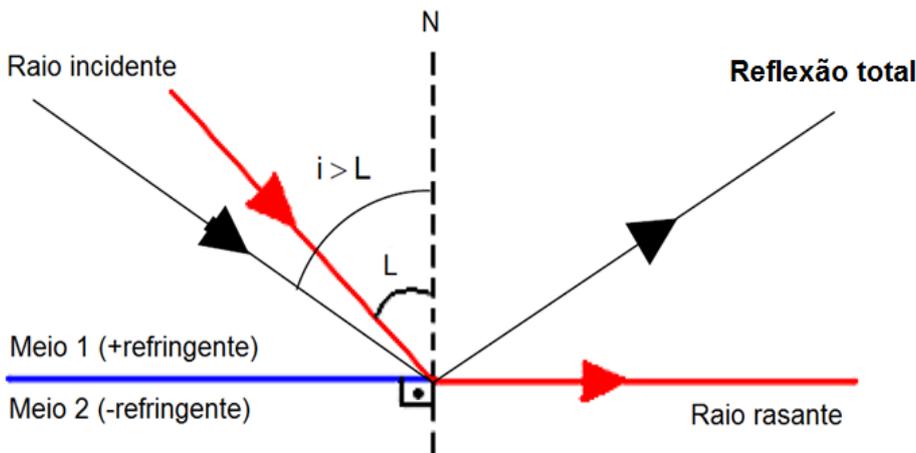
### Dispersão por refração

A velocidade da luz em um meio material depende de sua frequência.





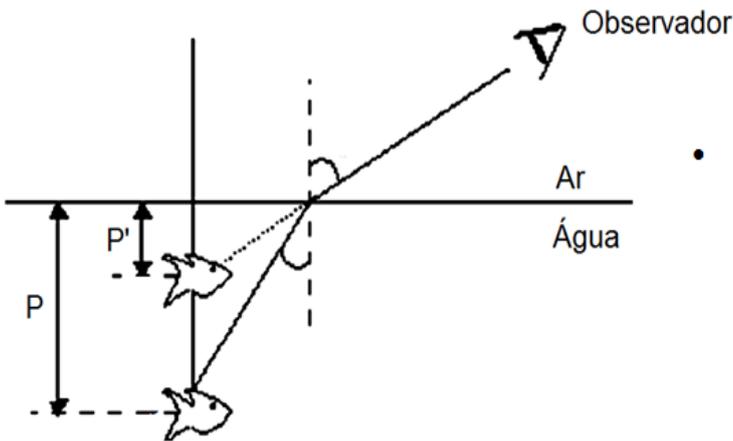
Ângulo limite L e reflexão total



- Ângulo limite L  

$$\text{sen}L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}}$$
- Reflexão total  
 $i > L$

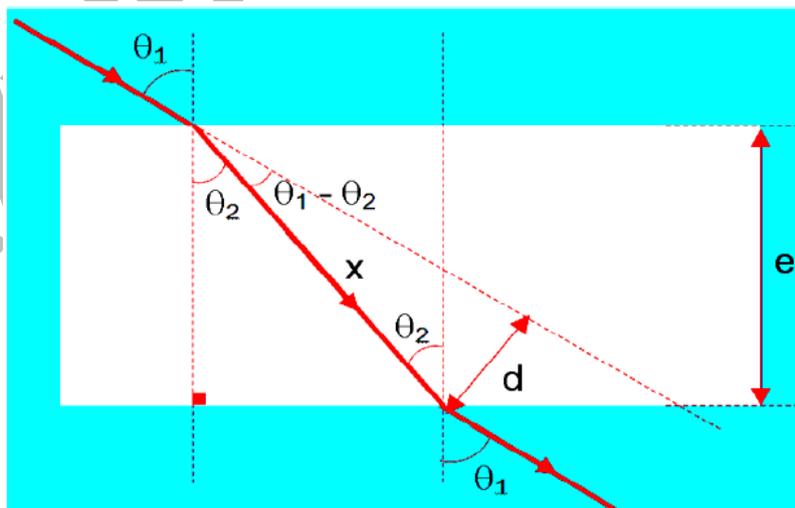
Dioptro plano



- Para um observador bem próximo da vertical que passa pelo objeto, temos:

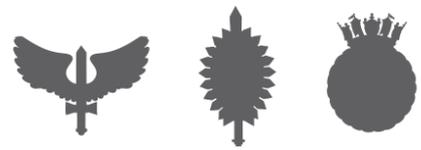
$$\frac{n_{\text{obs}}}{n_{\text{obj}}} = \frac{P'}{P}$$

Lâminas de faces paralelas

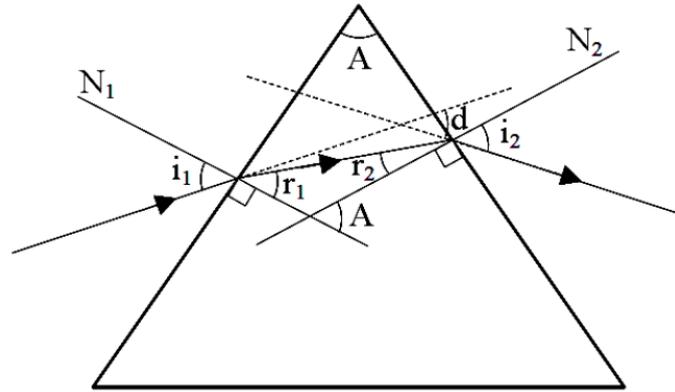


$$\cos\theta_2 = \frac{e}{x} \text{ e } \text{sen}(\theta_1 - \theta_2) = \frac{d}{x}$$

$$d = \frac{e \cdot \text{sen}(\theta_1 - \theta_2)}{\cos\theta_2}$$



**Prisma**



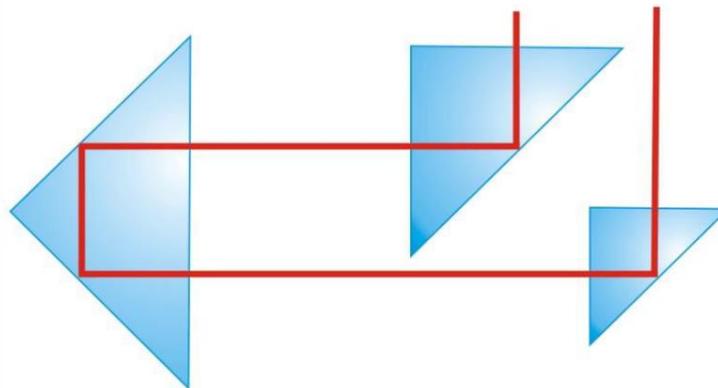
$$A = r_1 + r_2$$

$$d = i_1 + i_2 - A$$

Quando o desvio for mínimo, temos:

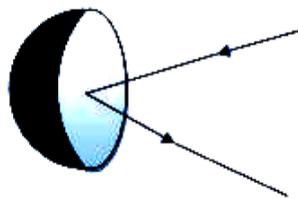
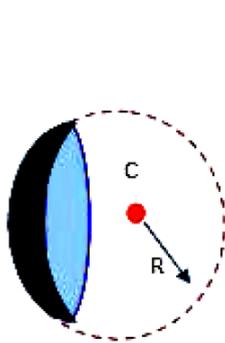
$$\left. \begin{matrix} r_1 = r_2 = r \\ i_1 = i_2 = i \end{matrix} \right\} A = 2r \text{ e } d_{\min} = 2(i - r)$$

**Prisma de reflexão total**

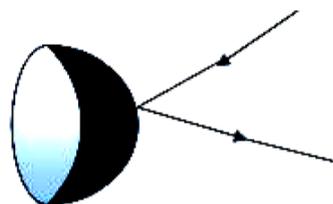


**Espelhos esféricos e lentes esféricas**

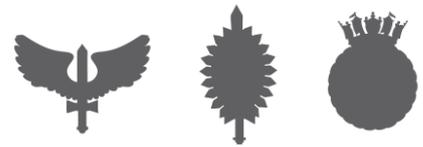
**Espelhos esféricos**



**Espelho esférico côncavo**



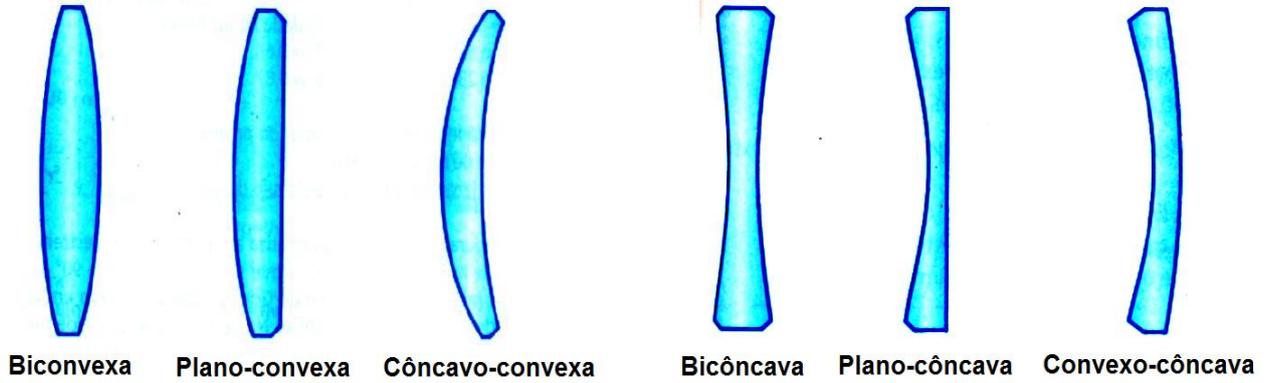
**Espelho esférico convexo**



Lentes esféricas

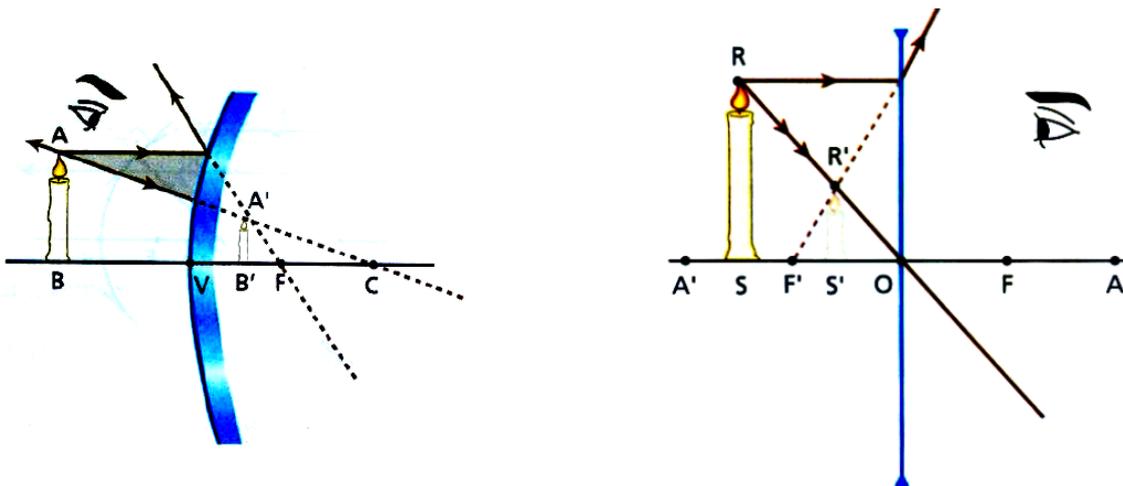
Bordos finos

Bordos grossos



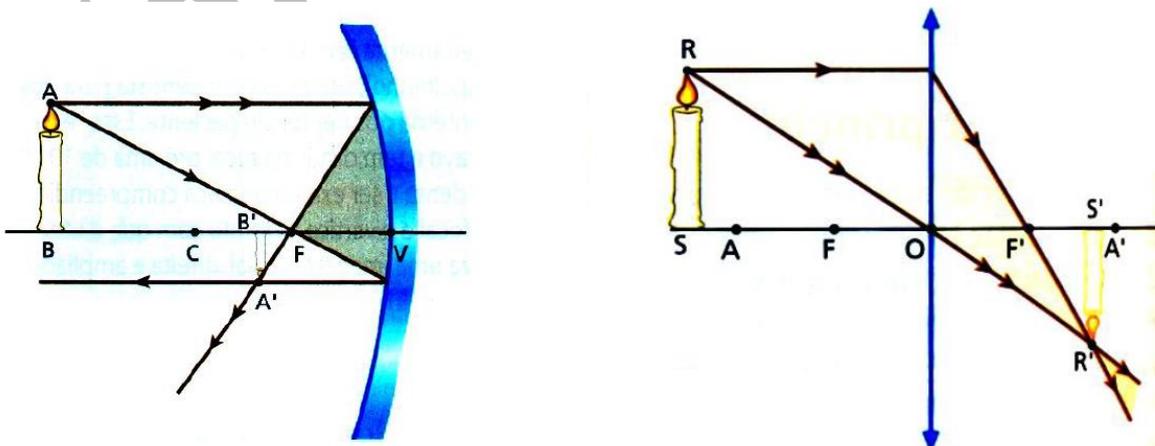
Espelho convexo de Gauss e Lente divergente delgada

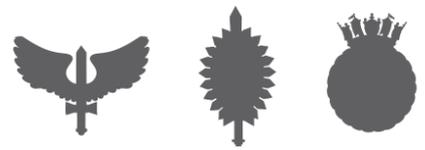
Único caso



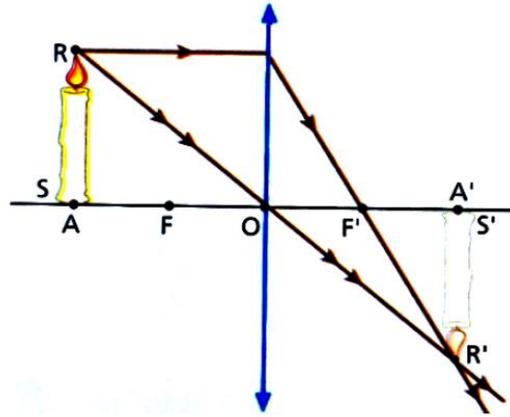
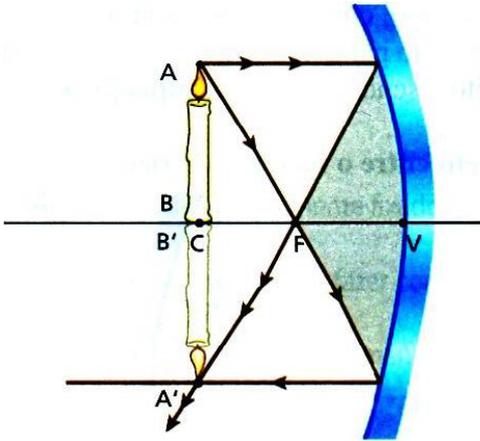
Espelho côncavo de Gauss e Lente convergente delgada

1º caso

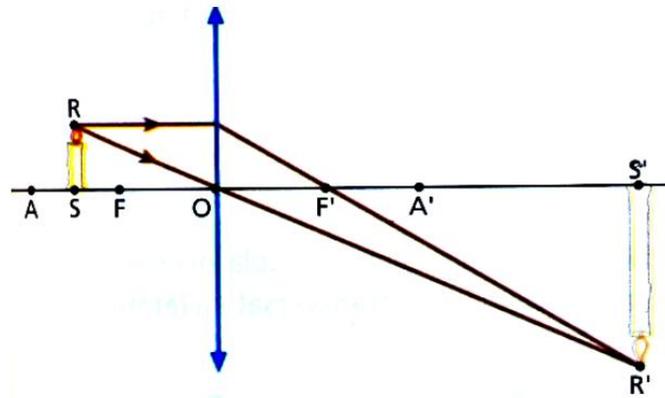
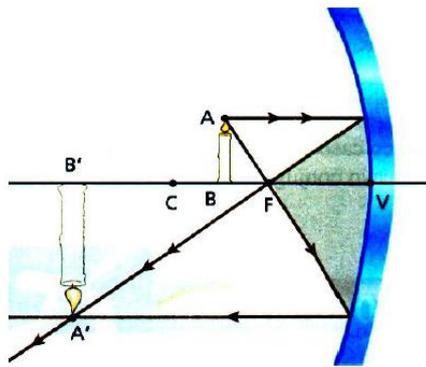




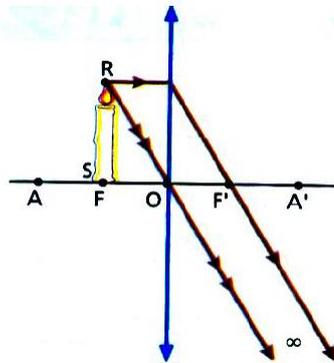
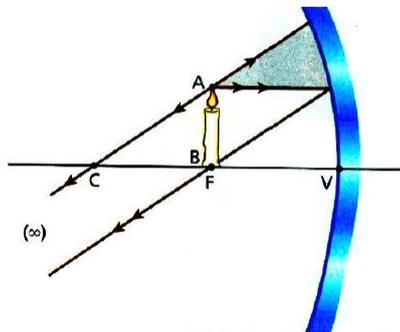
## 2º caso



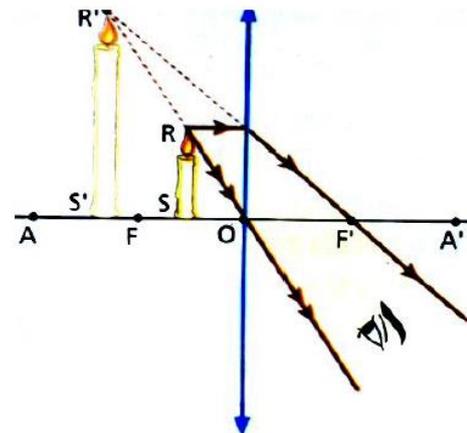
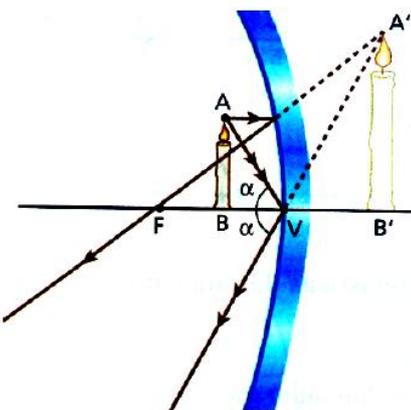
## 3º caso

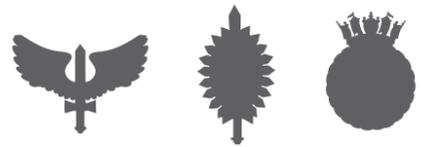


## 4º caso



## 5º caso





**Equações dos espelhos esféricos gaussianos**

**Raio de curvatura do espelho R**

$$R = 2f$$

**Equação dos pontos conjugados**

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

**Ampliação ou Aumente linear transversal**

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p}{p'}$$

**Equações das lentes esféricas delgadas**

**Convergência ou Vergência C**

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \left[ \frac{n_L}{n_M} - 1 \right] \left[ \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right] \text{ (dioptria} = \text{m}^{-1}\text{)}$$

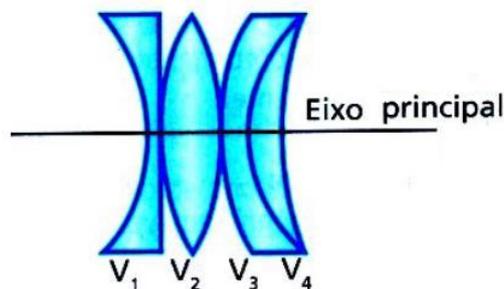
**Ampliação ou Aumente linear transversal**

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p}{p'}$$

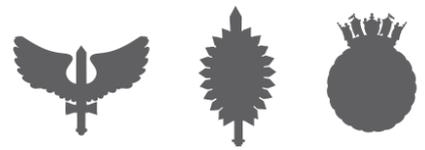
**Convenção de sinais**

Espelho côncavo	$f > 0$	Espelho convexo	$f > 0$
Lente convergente	$f > 0 \therefore C > 0$	Lente divergente	$f < 0 \therefore C < 0$
Imagem real	$p' > 0$	Imagem virtual	$p' < 0$
Imagem direita	$i > 0$	Imagem invertida	$i < 0$
Face da lente côncava	$R > 0$	Face da lente convexa	$R < 0$

**Justaposição de lentes delgadas**



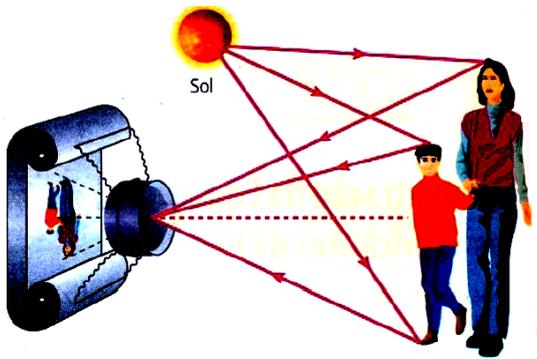
$$C_{eq} = \overbrace{C_1 + C_1 + \dots + C_n}^{\text{Somatório algébrico}}$$



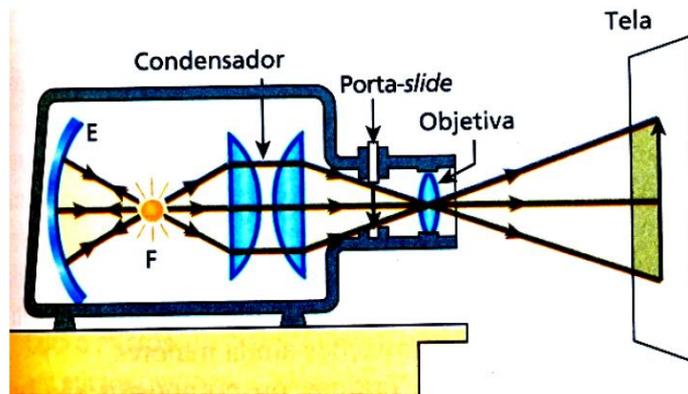
## Instrumentos ópticos

### Projeção

#### Câmara fotográfica



#### Projeto

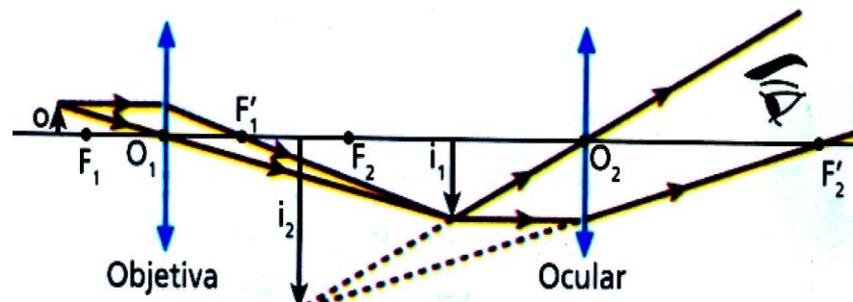


### Observação

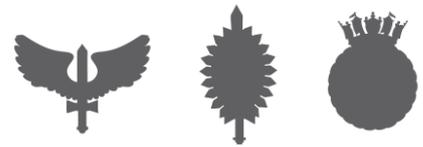
#### Lupa ou microscópio simples



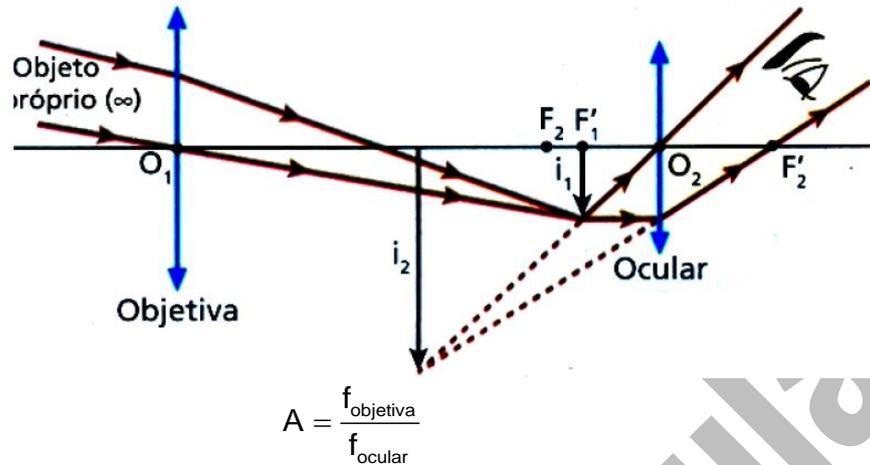
#### Microscópio composto



$$A = A_{\text{objetiva}} \cdot A_{\text{ocular}}$$

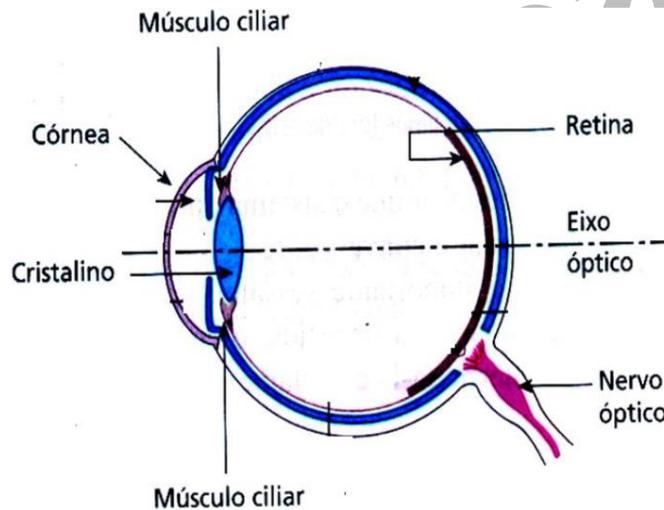


Luneta

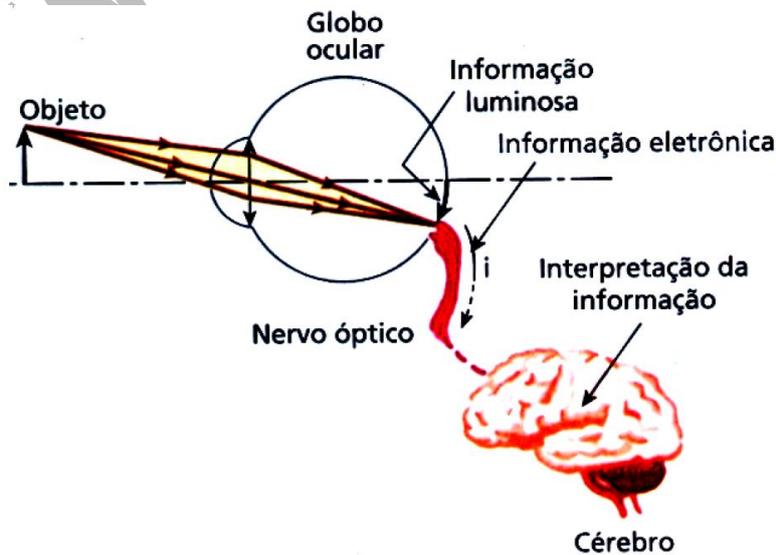


Olho humano

Globo ocular

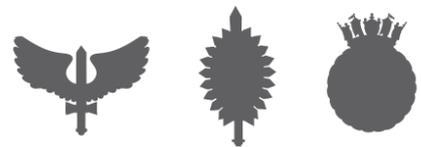


Globo ocular normal



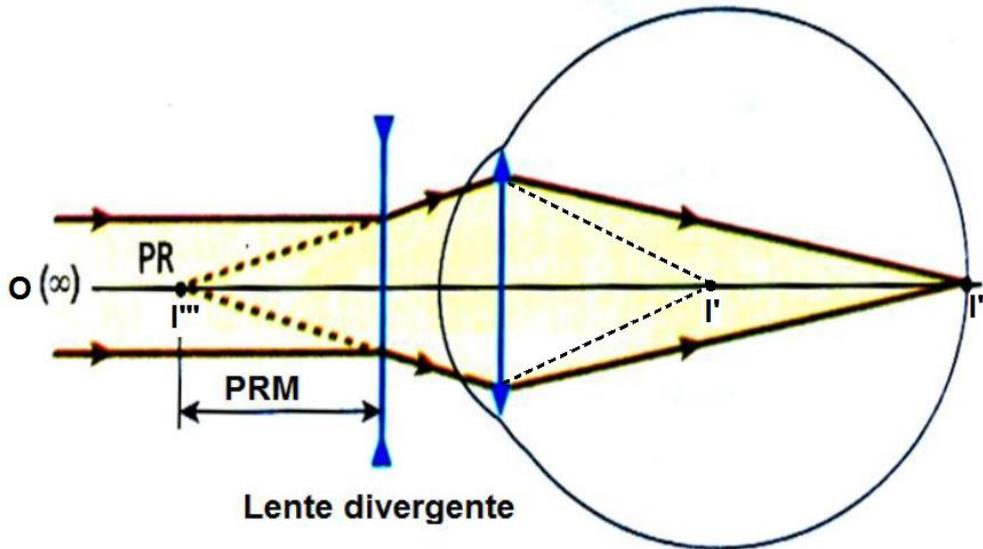
Ponto Próximo Normal ou distância mínima: PPN = 25 cm

Ponto Remoto Normal ou distância máxima: PRN = ∞



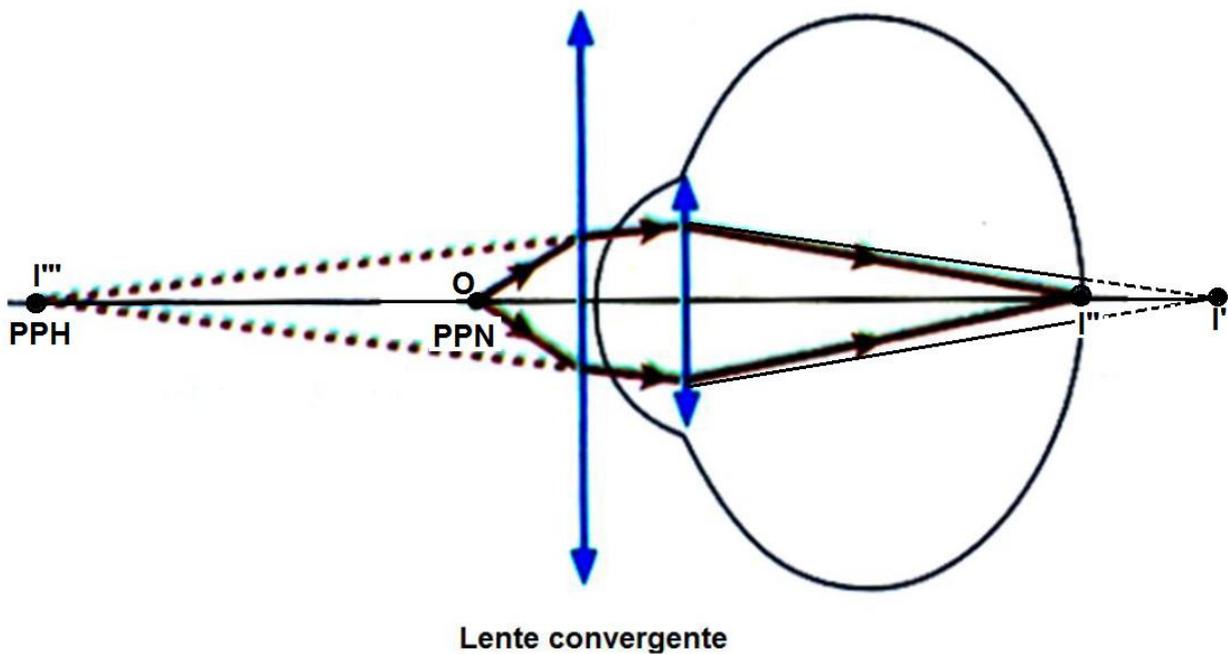
**Defeitos da visão**

**Miopia**



Ponto Remoto Míope ou distância máxima:  $PRM = |f_L|$

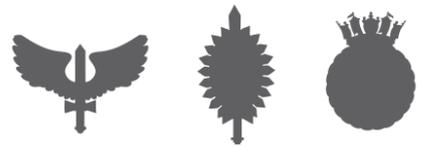
**Hipermetropia**



Ponto Próximo Normal ou distância mínima:  $PPN = 25 \text{ cm}$

Ponto Próximo Hipermetrope ou distância mínima:  $PRH$

$$\frac{1}{f_L} = \frac{1}{PPN} - \frac{1}{PPH}$$



**Presbiopia (ou vista cansada)**

O defeito consiste no **enrijecimento dos músculos ciliares**, o que ocorre com o evoluir da idade. A presbiopia e uma ametropia (defeito visual) comum as pessoas com idade superior a 40 anos, que, com a limitação de sua capacidade de acomodação visual, tem dificuldades em "ver de longe" e também "de perto". A correção da presbiopia e feita mediante usa de lentes **bifocais** (ou multifocais), que tem uma região estimada visão de objetos longínquos e outra destinada à visão de objetos próximos.

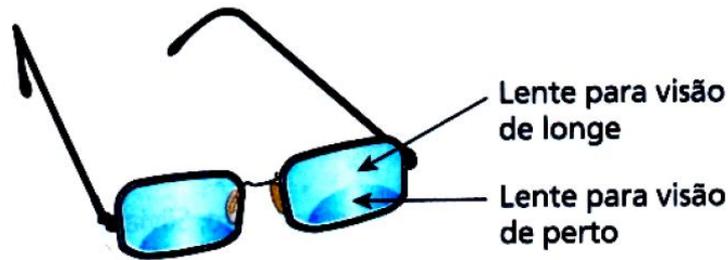
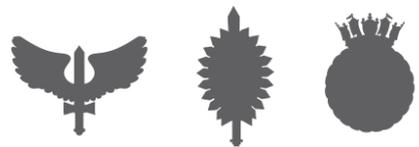


Ilustração de óculos com lentes bifocais.

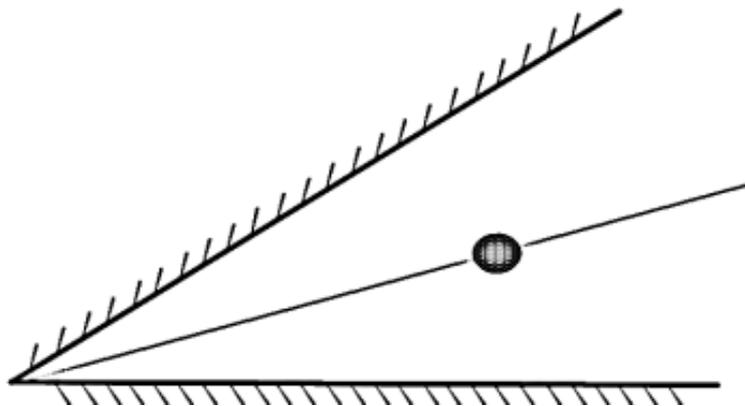
**Astigmatismo**

O **astigmatismo** é uma deficiência visual, causada pelo formato irregular da córnea ou do cristalino. Este desajuste faz com que a luz se refrate por vários pontos da retina em vez de se focar em apenas um. Para as pessoas que sofrem de astigmatismo, todos os objetos próximos ficam distorcidos. As imagens ficam embaçadas porque alguns dos raios de luz são focalizados e outros não. A correção do astigmatismo deve ser feita com lentes **cilíndricas**.





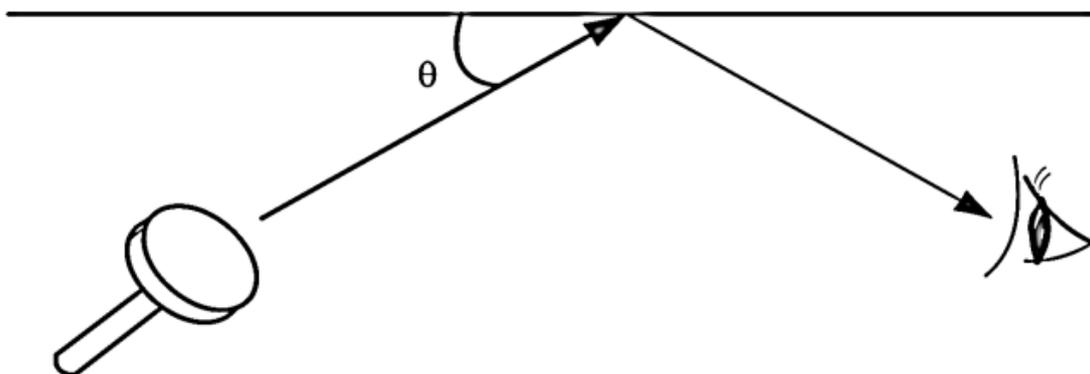
01. (EFOMM)



Dois espelhos planos formam um ângulo de  $36^\circ$ , como na figura. Um objeto pontual está na bissetriz formada entre os espelhos. Quantas imagens são formadas?

- A) 2
- B) 9
- C) 10
- D) 12
- E) 18

02. (EFOMM)

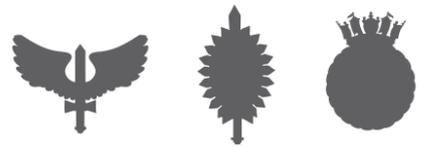


Um mergulhador utiliza uma lanterna, apontando o feixe luminoso de dentro d'água para a superfície. Outro mergulhador observa o feixe luminoso refletido como na figura. Considere o índice de refração da água 1,33 e do ar 1,00. É dada a tabela:

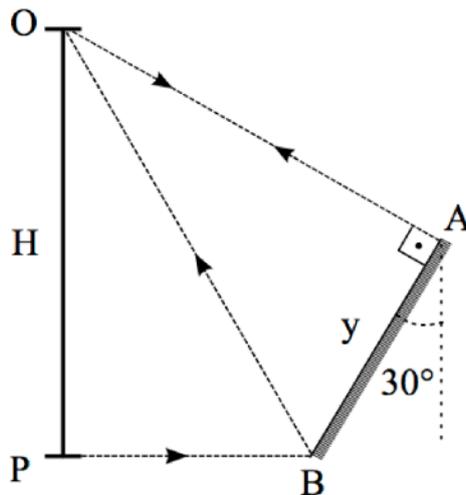
sen $41^\circ$	sen $45^\circ$	sen $49^\circ$	sen $53^\circ$	sen $57^\circ$
0,656	0,707	0,755	0,799	0,839

Pode-se afirmar, então, que o valor aproximado do ângulo limite  $\theta$ , definido entre o feixe e a superfície, para reflexão total do feixe, é dado por:

- A)  $41^\circ$
- B)  $45^\circ$
- C)  $49^\circ$
- D)  $53^\circ$
- E)  $57^\circ$



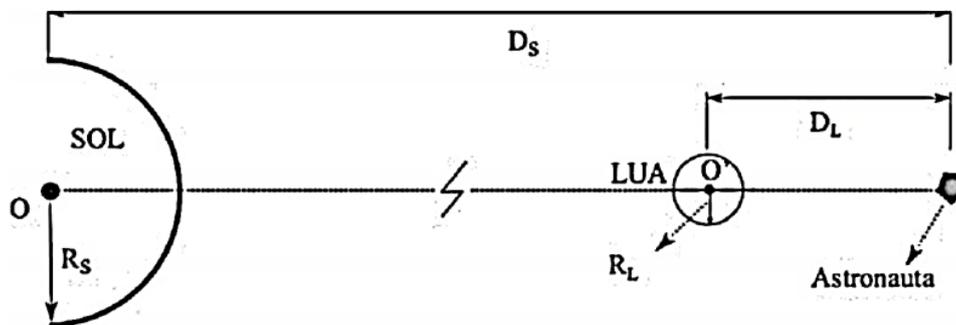
03. (EFOMM)



Uma pessoa em postura ereta (OP) consegue observar seu corpo inteiro exatamente entre as extremidades de um espelho plano (AB), inclinado de  $30^\circ$  em relação à vertical, e com extremidade inferior apoiada no solo. Em função da dimensão  $y$  do espelho, mostrada na figura, a altura máxima  $H$  da pessoa deve ser:

- A)  $2y$
- B)  $y\sqrt{3}$
- C)  $3y/2$
- D)  $1+y^2/3$
- E)  $\sqrt{1+3y^2/4}$

04. (EFOMM)

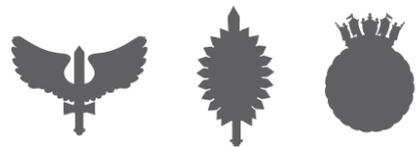


Um astronauta aproxima-se da Lua movendo-se ao longo da reta que une os centros do Sol e da Lua. Quando distante  $D_L$  quilômetros do centro da Lua e  $D_s$  quilômetros do centro do Sol, conforme mostrado na figura, ele passa a observar um *eclipse total* do Sol. Considerando o raio do Sol ( $R_s$ ) igual a 400 vezes o raio da Lua ( $R_L$ ), a razão entre as distâncias  $\frac{D_s}{D_L}$  é:

- A) 1200
- B) 800
- C) 400
- D) 100
- E) 20

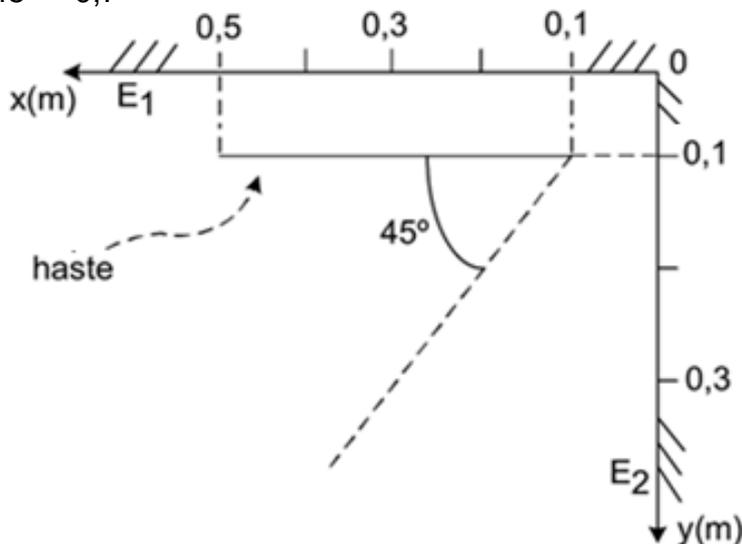
05. (EFOMM) Um objeto linear, real, perpendicular ao eixo principal de um espelho esférico côncavo, forma nesse espelho uma imagem direita e ampliada por um fator igual a três. Sabendo que a distância entre objeto e imagem é de 80 cm, a distância focal, em cm, do espelho, é:

- A) + 10
- B) + 15
- C) + 20
- D) + 25
- E) + 30



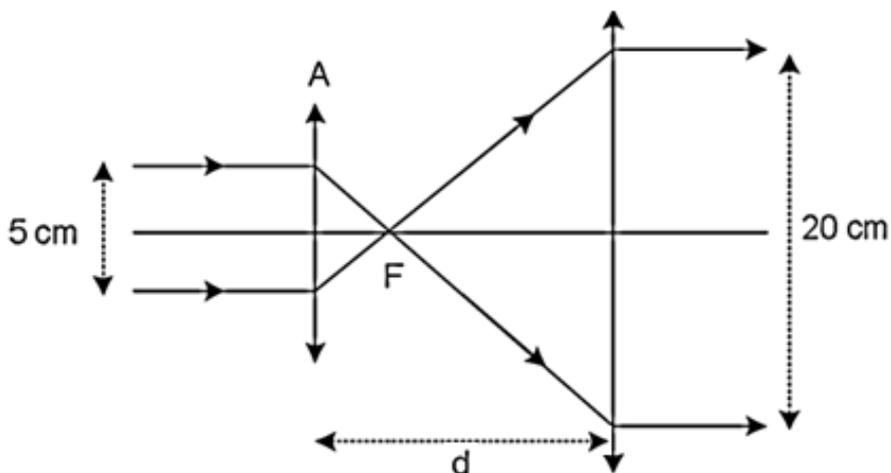
06. (EFOMM) Considere os espelhos planos E1 (ao longo do eixo x), E2 (ao longo do eixo y) e a haste uniforme de 0,4 metro (paralela ao eixo x). Se a haste girar  $45^\circ$  no sentido anti-horário, as coordenada (x,y) das imagens do centro de massa da haste serão:

Dados:  $\text{sen}45^\circ = \text{cos}45^\circ = 0,7$



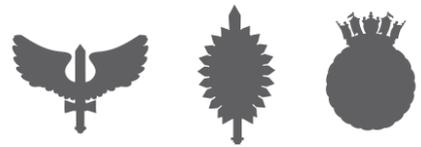
- A) (0; 0,24), (0,24; 0)
- B) (0,24; -0,24), (-0,24; 0,24)
- C) (0,14; -0,14), (-0,14; 0,14)
- D) (0,24; -0,24), (-0,24; 0,24), (-0,24; -0,24)
- E) (0,14; -0,14), (-0,14; 0,14), (-0,14; -0,14)

07. (EFOMM)

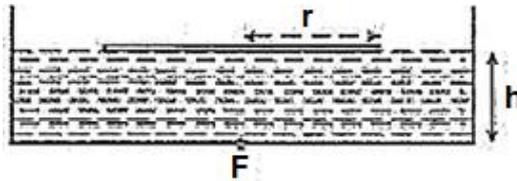


Dois raios de luz, separados entre si de 5,0 centímetros, incidem paralelamente ao eixo principal de uma lente delgada A. Os raios emergentes incidem sobre a lente delgada B, saindo paralelos e separados de 20 centímetros, a distância d, em centímetros, entre as lentes, é:

- A) 10
- B) 12
- C) 14
- D) 20
- E) 25



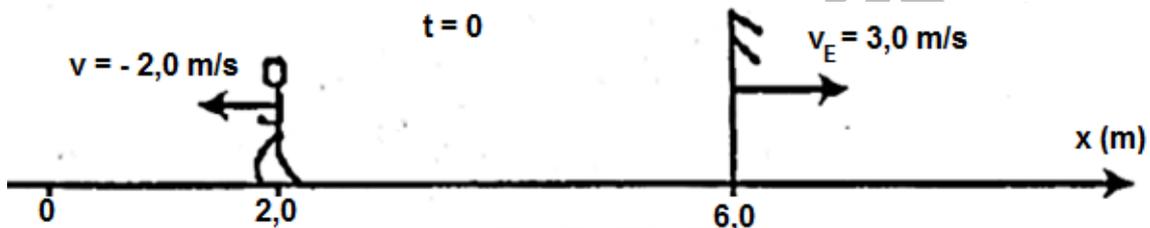
08. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



Uma fonte F de luz puntiforme está no fundo de um tanque que contém um líquido de índice de refração  $n$ . Um disco de madeira de raio  $r$ , de comprimento igual à coluna  $h$  de líquido, é colocado rente à superfície do líquido, de tal forma que nenhum raio de luz vindo de F seja refratado. Nessas condições, qual é o índice de refração  $n$ ?

- A) 1,05                                      B) 1,14                                      C) 1,23  
 D) 1,32                                      E) 1,41

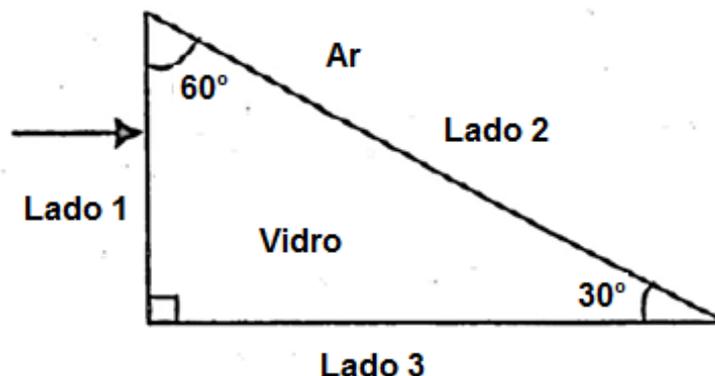
09. (EFOMM) Observe a figura a seguir.

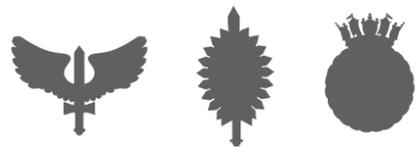


No instante  $t = 0$ , tem-se um menino na posição  $x_0 = 2,0\text{m}$ , que está em movimento retilíneo e uniforme, com velocidade  $V = -2,0\text{ m/s}$  sobre o eixo  $x$ , e um espelho plano na posição  $x_{0E} = 6,0\text{m}$ , que também executa um movimento retilíneo e uniforme, com velocidade  $V_E = 3,0\text{ m/s}$  sobre o mesmo eixo  $x$ , conforme indica a figura acima. Qual é a distância percorrida pela imagem do menino durante o intervalo de tempo de zero a dois segundos?

- A) 20 m                                      B) 19 m                                      C) 18 m  
 D) 17 m                                      E) 16 m

10. (EFOMM) A seção principal de um prisma de vidro, imerso no ar, é um triângulo com ângulos de  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  e  $90^\circ$ , conforme indica a figura acima. Um raio monocromático incide na direção da normal do lado 1 deste prisma. Com base nos dados apresentados, é correto afirmar que este raio emergirá pelos dados apresentados, é correto afirmar que este raio emergirá pelo lado L e o ângulo  $\beta$ , em relação a sua normal, respectivamente, dados pelo item:

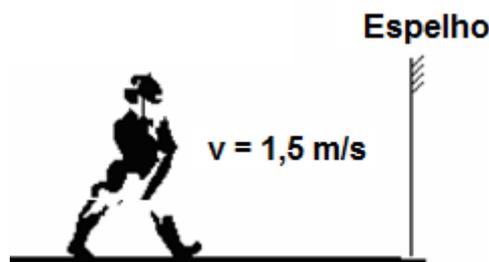




Dados:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{índice de refração do ar : 1} \\ \text{índice de refração do vidro : } \sqrt{2} \\ \text{sen}45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \end{array} \right.$

- A) L = lado 2 com  $\beta < 30^\circ$
- B) L = lado 3 com  $\beta = 30^\circ$
- C) L = lado 2 com  $\beta > 30^\circ$
- D) L = lado 3 com  $\beta > 30^\circ$
- E) L = lado 2 com  $\beta = 30^\circ$

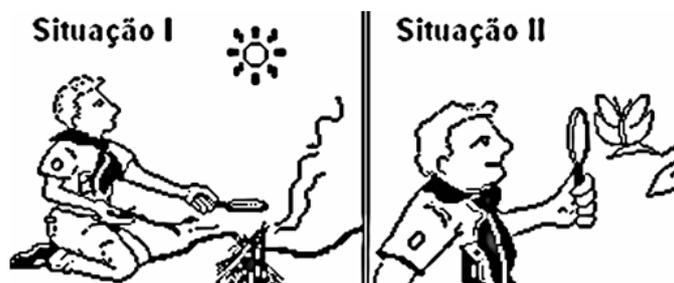
11. (EFOMM) Uma pessoa caminha em direção a um espelho fixo com velocidade escalar constante, medida em relação ao solo, conforme mostra a figura abaixo.



Analisando a situação descrita, pode-se afirmar que:

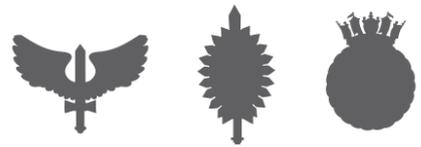
- A) a imagem, de mesmo tamanho, afasta-se do espelho com velocidade de 1,5 m/s
- B) a imagem, de mesmo tamanho, aproxima-se do espelho com velocidade de 3 m/s
- C) a pessoa e a sua imagem aproximam-se com velocidade relativa de 3 m/s
- D) a pessoa e a sua imagem afastam-se com velocidade relativa de 3 m/s
- E) a imagem, aumentada devido à aproximação da pessoa, tem velocidade de 1,5 m/s

12. (EFOMM)



A figura acima mostra um escoteiro utilizando uma lente esférica em dois momentos distintos. Pode-se concluir que o tipo da lente e a imagem fornecida por ela na situação II, respectivamente, são:

- A) convergente e real
- B) divergente e virtual
- C) côncava e virtual
- D) convexa e virtual
- E) convexa e real



**13. (EFOMM)** Mantendo-se uma tradição das Olimpíadas, ocorreu, no mês de março de 2008, na Grécia, a cerimônia do acendimento da tocha olímpica, que percorreu diversas cidades de todos os continentes. Para acender a tocha, foi usado um espelho esférico, que captou os raios solares, dirigindo-se para um ponto onde ela se encontrava. De acordo com a informação, é correto afirmar que a tocha estava:

- A) no centro de curvatura do espelho convexo
- B) no foco do espelho convexo
- C) no centro de curvatura do espelho côncavo
- D) no foco do espelho côncavo
- E) entre o foco e o vértice do espelho côncavo

**14. (EFOMM)** Coloque F(falso) ou V (verdadeiro) nas afirmativas abaixo e assinale a seguir a alternativa correta.

- ( ) A miopia é corrigida por lentes cilíndricas.
  - ( ) A hipermetropia é corrigida por lentes convergentes.
  - ( ) O astigmatismo é corrigido por lentes divergentes.
  - ( ) As lentes divergentes somente geram imagens virtuais.
  - ( ) Os espelhos esféricos convexos são usados em retrovisores de automóveis.
- A) VVFF
  - B) FVFV
  - C) VFVF
  - D) VFFV
  - E) FVVV

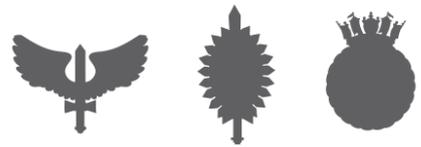
**15. (EFOMM)** Duas lentes delgadas com raios de curvatura iguais, uma bicôncava e outra biconvexa, de distâncias focais respectivamente iguais a 80 cm e 50 cm, imersas no ar ( $n_{ar} = 1$ ), foram associadas, colocando-se uma justaposta a outra, formando uma única lente. A respeito da nova lente formada, pode-se dizer que é:

- A) convergente com  $f = + 0,3$  m
- B) convergente com  $f = + 1,3$  m
- C) divergente com  $f = - 0,3$  m
- D) divergente com  $f = + 0,3$  m
- E) divergente com  $f = - 1,3$  m

**16. (EFOMM)** O Comandante de um navio observa que os raios de luz do sol formam  $30^\circ$  com o vidro da janela do passadiço, de índice de refração  $\sqrt{3}$  e sofrem um desvio de 5 cm. Sabe-se que o vidro da janela ao lado, de mesma espessura, tem um índice de refração  $\sqrt{6}/2$ . De quanto seria, aproximadamente, esse desvio lateral, para que o mesmo ângulo de incidência de raio de luz que incidiu na primeira janela? Dado: índice de refração do ar = 1;  $\sin 15^\circ = 0,25$

- A) 3,0 cm
- B) 4,0 cm
- C) 5,0 cm
- D) 6,0 cm
- E) 9,0 cm





**21. (EFOMM)** Analise as assertivas abaixo:

- I- Um espelho esférico côncavo somente gera imagens virtuais, menores e direitas, qualquer que seja a distância entre o objeto e o seu vértice.
- II- Espelhos esféricos convexos são bastante utilizados em retrovisores laterais de automóveis e nas entradas de elevadores operados por cabineiros.
- III- A miopia é corrigida por lentes convergentes.
- IV- As condições de refração das lentes esféricas dependem do meio no qual estão imersas.

Estão ERRADAS as assertivas:

- A) I e IV
- B) I e III
- C) II e III
- D) II e IV
- E) III e IV

**22. (EFOMM)** Uma lente convergente projeta sobre uma tela uma imagem quatro vezes maior de um objeto real. Sabendo que a distância entre o objeto e a imagem é de 60 cm, quanto vale a convergência da lente?

- A) 13,3 di
- B) 11,3 di
- C) 10,4 di
- D) 8,9 di
- E) 6,8 di

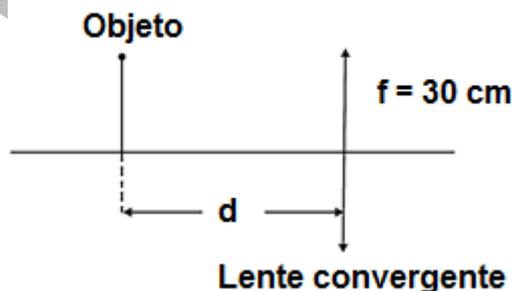
**23. (EFOMM)** Analise as assertivas abaixo:

- I- Os comprimentos de onda de luz em meios de propagação diferentes são independentes das suas velocidades de propagação nesses meios.
- II- Em um dado instante, todos os pontos sobre uma frente de ondas servem como fontes secundárias. Após um intervalo de tempo  $T$ , a nova posição da frente de onda será aquela definida pela superfície tangente e essas frentes secundárias.
- III- O índice de refração da luz em um certo meio é a razão entre a velocidade da luz nesse próprio meio e a velocidade da luz no vácuo.
- IV - Um elemento de fibra óptica consegue “guiar” os raios luminosos, graças ao fenômeno da reflexão total, associado às baixas perdas laterais através do meio.

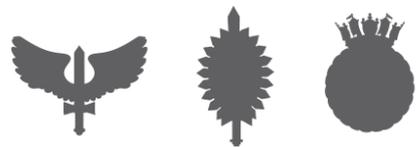
A sequência correta de assertivas certas (C) e erradas (E), de I para IV, é:

- A) ECEC
- B) CCCC
- C) EECC
- D) EEEC
- E) ECCC

**24. (EFOMM)** A figura abaixo mostra uma lente convergente de distância focal 30 cm. Um objeto é colocado a uma determinada distância da lente e forma uma imagem real cujo aumento linear é 3. A distância da imagem à lente é:



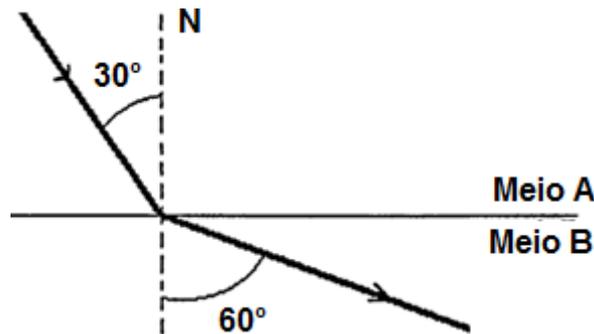
- A) 90 cm
- B) 115 cm
- C) 60 cm
- D) 80 cm
- E) 120 cm



25. (EFOMM) Uma menina observa a imagem de seu rosto em um espelho esférico convexo. À medida que ela aproxima o rosto do espelho, a imagem que ela vê:

- A) aumenta de tamanho mantendo-se sempre direita
- B) aumenta de tamanho mais se inverte a partir de determinada distância
- C) diminui de tamanho mantendo-se sempre direita
- D) diminui de tamanho mantendo-se sempre invertida
- E) aumenta de tamanho até certa distância do espelho a partir da qual passa a diminuir

26. (EFOMM) Observe a figura:



- A) o índice de refração do meio B é a metade do índice de refração do meio A
- B) o meio A é menos refringente que o meio B
- C) a velocidade da luz é a mesma nos dois meios
- D) a velocidade da luz no meio A é o dobro da velocidade da luz no meio B
- E) o índice de refração do meio A é maior do que no meio B.

27. (EFOMM) Uma pequena lâmpada está colocada no fundo de uma piscina cheia de um determinado líquido com profundidade igual a 2 m. Apesar de a lâmpada emitir luz em todas as direções, um observador situado fora da piscina verifica que a superfície do líquido não está toda iluminada, mas apenas uma região circular. Sabe-se que o índice de refração desse líquido é igual a 2. O raio da região circular iluminada da superfície da piscina é então

- A) 0,75 m
- B) 1,0 m
- C) 1,03 m
- D) 1,13 m
- E) 1,15 m

28. (EFOMM) A luz de uma lâmpada de sódio, cujo comprimento de onda no vácuo é 590 nm, atravessa um tanque cheio de glicerina percorrendo 20 metros em um intervalo de tempo  $t_1$ . A mesma luz, agora com o tanque cheio de dissulfeto de carbono, percorre a mesma distância acima em um intervalo de tempo  $t_2$ . A diferença  $t_2 - t_1$ , em nanossegundos, é:

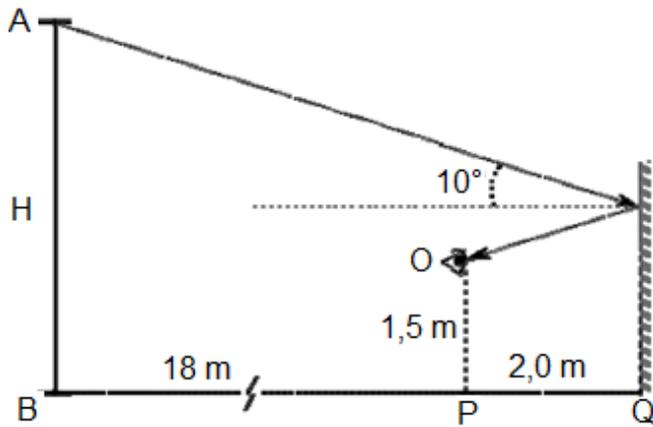
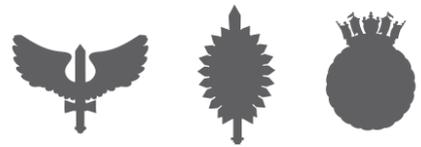
Dados: índices de refração: 1,47 (glicerina), e 1,63 (dissulfeto de carbono).

- A) 21
- B) 19
- C) 17
- D) 13
- E) 11

29. (EFOMM) Um espelho plano vertical reflete, sob um ângulo de incidência de  $10^\circ$ , o topo de uma árvore de altura H, para um observador O, cujos olhos estão a 1,50 m de altura e distantes 2,00 m do espelho. Se a base da árvore está situada 18,0 m atrás do observador, a altura H, em metros, vale:

Dados:

$\text{sen}(10^\circ) = 0,17$ ;  $\text{cos}(10^\circ) = 0,98$ ;  $\text{tg}(10^\circ) = 0,18$



- A) 4,0
- D) 6,0

B) 4,5

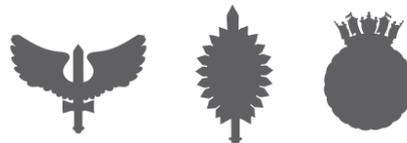
- C) 5,5
- E) 6,5

Maxwell Videoaulas



**GABARITO**

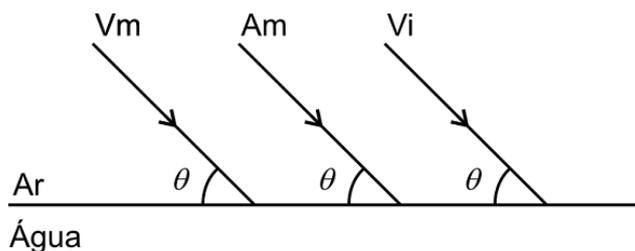
01. B	02. A	03. B	04. C	05. E	06. D	07. A	08. E	09. E	10. D	11. C	12. D
13. D	14. B	15. B	16. A	17. A	18. D	19. E	20. D	21. B	22. C	23. A	24. E
25. A	26. E	27. E	28. E	29. C							



**ÓPTICA GEOMÉTRICA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

Três raios de luz monocromáticos correspondendo às cores vermelho ( $V_m$ ), amarelo ( $A_m$ ) e violeta ( $V_i$ ) do espectro eletromagnético visível incidem na superfície de separação, perfeitamente plana, entre o ar e a água, fazendo o mesmo ângulo  $\theta$  com essa superfície, como mostra a figura abaixo.

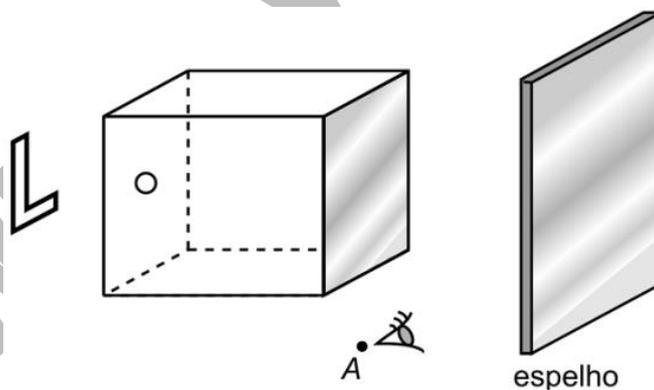


Sabe-se que  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  são, respectivamente, os ângulos de refração, dos raios vermelho, amarelo e violeta, em relação à normal no ponto de incidência. A opção que melhor representa a relação entre esses ângulos é:

- A)  $A > B > \Gamma$
- B)  $A > \Gamma > B$
- C)  $\Gamma > B > A$
- D)  $B > A > \Gamma$

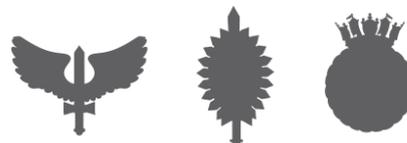
**02. (AFA)**

Um objeto luminoso é colocado em frente ao orifício de uma câmara escura como mostra a figura abaixo.



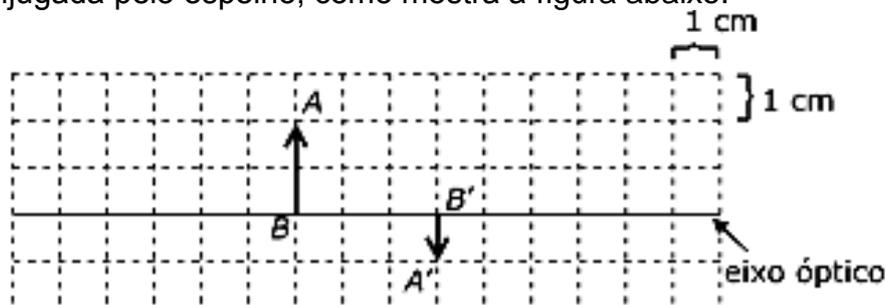
Do lado oposto ao orifício é colocado um espelho plano com sua face espelhada voltada para o anteparo translúcido da câmara e paralela a este, de forma que um observador em A possa visualizar a imagem do objeto estabelecida no anteparo pelo espelho. Nessas condições, a configuração que melhor representa a imagem vista pelo observador através do espelho é:

- A)
- B)
- C)
- D)



**03. (AFA)**

Considere um objeto AB, perpendicular ao eixo óptico de um espelho esférico gaussiano, e sua imagem A'B' conjugada pelo espelho, como mostra a figura abaixo.



Movendo-se o objeto AB para outra posição p em relação ao espelho, uma nova imagem é conjugada de tal forma que o aumento linear transversal proporcionado é igual a 2. Nessas condições, essa nova posição p do objeto, em cm, é:

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

**04. (AFA)**

Considere a palavra ACADEMIA parcialmente vista de cima por um observador através de uma lente esférica gaussiana, como mostra a figura abaixo.



Estando todo o conjunto imerso em ar, a lente que pode representar a situação é:

- A) plano-côncava.
- B) côncavo-convexa
- C) bicôncava.
- D) convexo-côncava.

**05. (AFA)**

A figura I representa uma lente delgada convergente com uma de suas faces escurecida por tinta opaca, de forma que a luz só passa pela letra F impressa.



Figura I

Um objeto, considerado muito distante da lente, é disposto ao longo do eixo óptico dessa lente, como mostra a figura II.

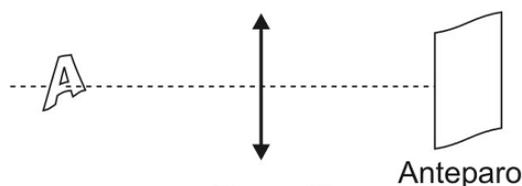
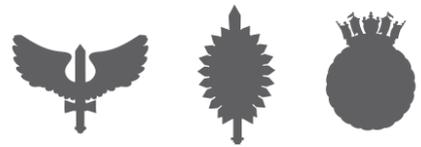


Figura II

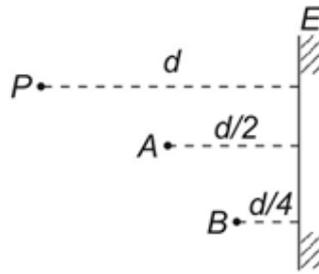
Nessas condições, a imagem fornecida pela lente e projetada no anteparo poderá ser:

- A)
- B)
- C)
- D)



**06. (AFA)**

A imagem de um ponto P, posicionado a uma distância d de um espelho plano E, pode ser visualizada por dois observadores A e B, como mostra a figura abaixo.

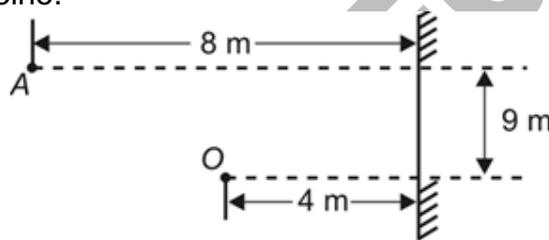


A respeito da imagem P' do ponto P vista pelos observadores, é correto afirmar que

- A) o observador A visualiza P' a uma distância d/2 do espelho.
- B) o observador B visualiza P' a uma distância d/4 do espelho.
- C) o observador A visualiza P' a uma distância 3d/2 do espelho e o observador B, à distância 5d/4 do espelho.
- D) ambos os observadores visualizam P' a uma distância 2d do ponto P.

**07. (AFA)**

A figura mostra um objeto A, colocado a 8 m de um espelho plano, e um observador O, colocado a 4 m desse mesmo espelho.

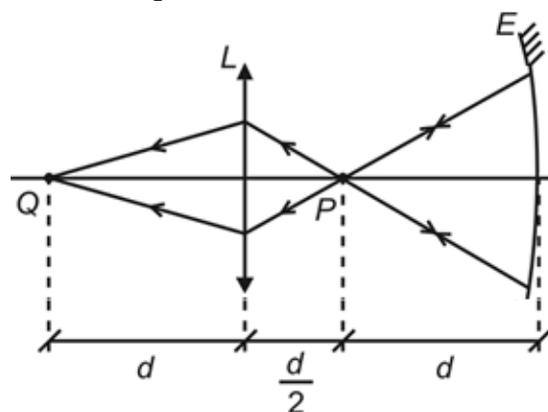


Um raio de luz que parte de A e atinge o observador O por reflexão no espelho percorrerá, nesse trajeto de A para O,

- A) 10 m
- B) 12 m
- C) 15 m
- D) 18 m

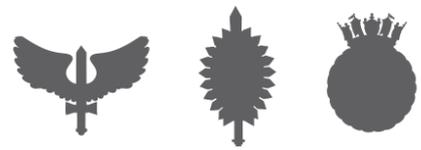
**08. (AFA)**

Um espelho esférico E de distância focal f e uma lente convergente L estão dispostos coaxialmente, com seus eixos ópticos coincidentes. Uma fonte pontual de grande potência, capaz de emitir luz exclusivamente para direita, é colocada em P. Os raios luminosos do ponto acendem um palito de fósforo com a cabeça em Q, conforme mostra a figura.



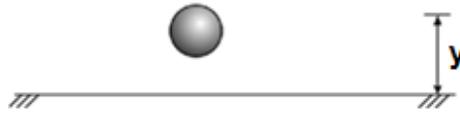
Considerando-se as medidas do esquema, pode-se afirmar que a distância focal da lente vale:

- A) f
- B) f/2
- C) f/3
- D) 2f/3



**09. (AFA)**

Considere uma bola de diâmetro  $d$  caindo a partir de uma altura  $y$  sobre um espelho plano e horizontal como mostra a figura abaixo.

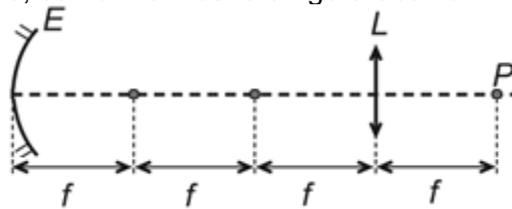


O gráfico que MELHOR representa a variação do diâmetro  $d'$  da imagem da bola em função da distância vertical  $y$  é:



**10. (AFA)**

Uma lente convergente  $L$  de distância focal igual a  $f$  e um espelho esférico  $E$  com raio de curvatura igual a  $2f$  estão dispostos coaxialmente, conforme mostra a figura abaixo.



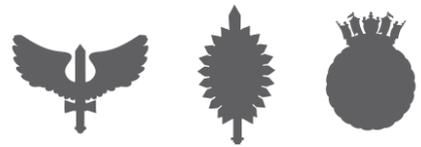
Uma lâmpada de dimensões desprezíveis é colocada no ponto  $P$ . A imagem da lâmpada produzida por essa associação é

- a) imprópria.
- b) real e estará localizada à direita da lente.
- c) virtual e estará localizada à direita da lente.
- d) virtual e estará localizada entre o espelho e a lente.

**11. (AFA)**

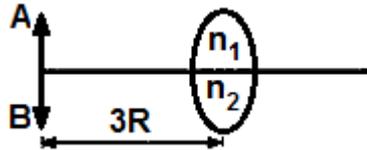
Considere uma superfície de separação plana e horizontal entre o ar e a água. Se uma onda luminosa ( $L$ ) e uma onda sonora ( $S$ ) incidem sobre essa superfície, com um ângulo de incidência  $\theta$ , a opção que MELHOR ilustra a configuração física das ondas luminosa e sonora, que se refratam é:



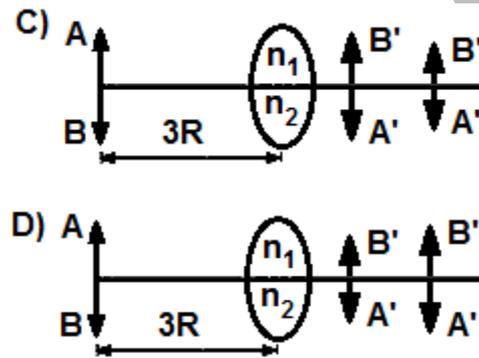
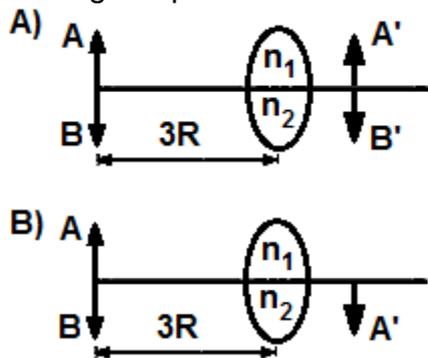


**12. (AFA)**

Considere um objeto AB colocado sobre o eixo óptico de uma lente delgada biconvexa de raio de curvatura R, composta por dois meios transparentes com índices de refração  $n_1 = 2$  e  $n_2 = 4$ , como mostra a figura abaixo:



A imagem que se obterá com essa lente será:



**13. (AFA)**

A figura abaixo mostra uma vista superior de dois espelhos planos  $E_1$  e  $E_2$ , que formam entre si um ângulo  $\beta$ . Sobre o espelho  $E_1$  incide um raio de luz horizontal e que forma com este espelho um ângulo  $\theta$ . Após reflexão nos dois espelhos, o raio emerge formando um ângulo  $\alpha$  com a normal ao espelho  $E_2$ .

O ângulo  $\alpha$  vale:

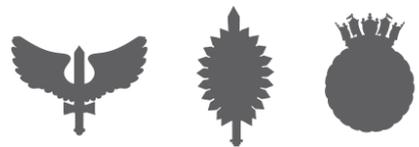
- A)  $\beta + \theta$
- B)  $\beta + \theta + 90^\circ$
- C)  $\beta - \theta$
- D)  $\beta + \theta - 90^\circ$

**14. (AFA)**

Uma fonte pontual de luz monocromática está imersa numa piscina de profundidade h. Para que a luz emitida por essa fonte não atravesse a superfície da água para o ar, coloca-se na superfície um anteparo opaco circular cujo centro encontra-se na mesma vertical da fonte. O raio mínimo desse anteparo é:

Considere  
 $n_{AR}$  – índice de refração do ar  
 $n_{ÁGUA}$  – índice de refração da água

- A)  $\frac{\text{tg}(n_{AR} / n_{ÁGUA})}{h}$
- B)  $h \cdot \text{sen}(n_{AR} / n_{ÁGUA})$
- C)  $h \cdot \text{tg}[\text{arcsen}(n_{AR} / n_{ÁGUA})]$
- D)  $h \cdot \text{arctg}[\text{sen}(n_{AR} / n_{ÁGUA})]$



**15. (AFA)**

Para que os raios luminosos sempre convirjam na retina, os músculos ciliares, que garantem também sustentação mecânica ao globo ocular, podem contrair-se variando a curvatura das faces do cristalino. Quando um objeto se aproxima do olho, o cristalino:

- A) atua como lente convergente e os músculos ciliares ficam relaxados.
- B) atua como lentes divergentes e os músculos ciliares vão se contraindo, diminuindo a distância focal do cristalino.
- C) atua como lente convergente e os músculos ciliares vão se contraindo diminuindo a distância focal.
- D) atua como lente divergente e os músculos ciliares ficam relaxados.

**16. (AFA)**

Assinale a alternativa que preenche corretamente e respectivamente as lacunas abaixo.

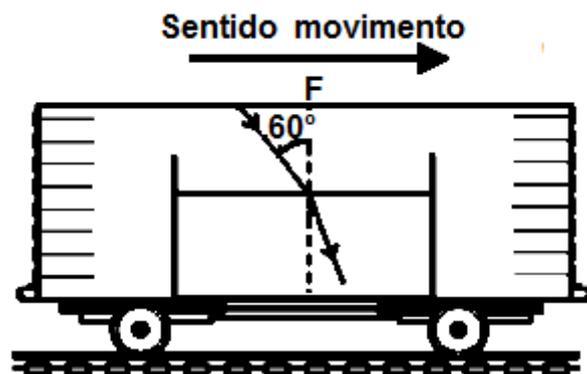
Um objeto é observado através de uma lupa. Para que se consiga observar seus mínimos detalhes, é necessário que o objeto esteja localizado (.....) e, neste caso, a imagem conjugada é (.....).

- A) entre a lente e seu foco / real e invertida em relação ao objeto.
- B) além do foco / virtual e invertida em relação ao objeto.
- C) entre a lente e seu foco / virtual e direita em relação ao objeto.
- D) além do foco / real e direita em relação ao objeto.

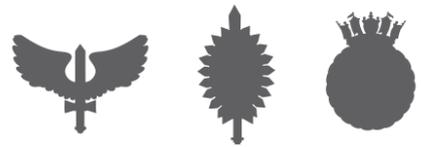
**17. (AFA)**

Considere um recipiente fixo contendo um líquido em repouso no interior de um vagão em movimento retilíneo e uniforme que se desloca para a direita. A superfície de separação entre o líquido e o ar contido no vagão forma um dioptr0 perfeitamente plano que é atravessado por um raio luminoso monocromático emitido por uma fonte F fixa no teto do vagão, como mostra a figura. Nessa condição, o ângulo de incidência do raio luminoso é  $\theta_1 = 60^\circ$ .

Num determinado momento, o vagão é acelerado horizontalmente para a esquerda com aceleração constante de módulo  $a = \sqrt{3}g/3$  e, nessa nova situação, o ângulo de incidência do raio, neste dioptr0 plano, passa a ser  $\theta_2$ . Considerando que a aceleração gravitacional no local é constante e possui módulo igual a  $g$ , a razão entre os senos dos ângulos de refração dos raios refratados na primeira e na segunda situações, respectivamente, é:



- A)  $1/2$
- B)  $\sqrt{2}$
- C)  $1$
- D)  $\sqrt{3}$



**18. (AFA)**

A figura 1 abaixo ilustra o que um observador visualiza quando este coloca uma lente delgada côncavo-convexa a uma distância  $d$  sobre uma folha de papel onde está escrita a palavra LENTE.

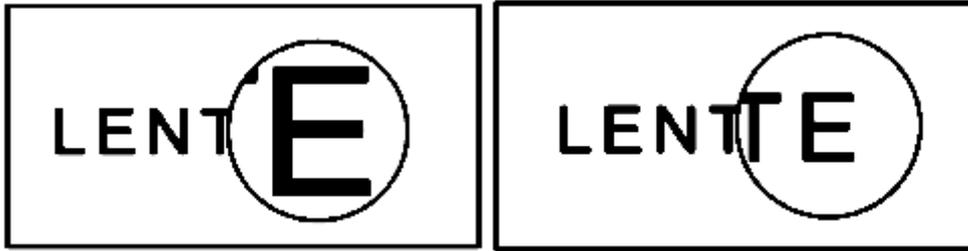


Figura 1

Figura 2

Justapondo-se uma outra lente delgada à primeira, mantendo esta associação à mesma distância  $d$  da folha, o observador passa a enxergar, da mesma posição, uma nova imagem, duas vezes menor, como mostra a figura 2. Considerando que o observador e as lentes estão imersos em ar, são feitas as seguintes afirmativas.

I- a primeira lente é convergente.

II- a segunda lente pode ser uma lente plano-côncava.

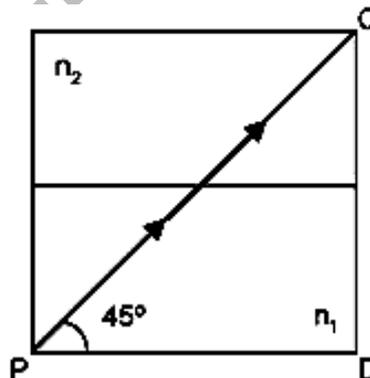
III- quando as duas lentes estão justapostas, a distância focal da lente equivalente é menor do que a distância focal da primeira lente.

São corretas apenas

- A) I e II apenas.
- B) I e III apenas.
- C) II e III apenas.
- D) I, II e III

**19. (AFA)**

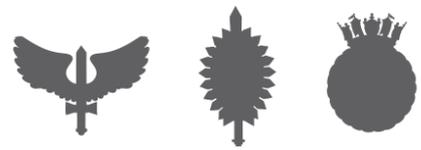
A figura abaixo mostra uma face de um arranjo cúbico, montado com duas partes geometricamente iguais. A parte 1 é totalmente preenchida com um líquido de índice de refração  $n_1$  e a parte 2 um bloco maciço feito de um material transparente de índice de refração  $n_2$ .



Neste arranjo, um raio de luz monocromático, sai do ponto P, chega no ponto C sem sofrer desvio de sua direção inicial. Retirando-se o líquido  $n_1$  e preenchendo-se completamente a parte 1 com outro líquido de índice de refração  $n_3$ , tem-se o mesmo raio saindo do ponto P, e chegando integralmente no ponto D. Considere que todos os meios sejam homogêneos, transparentes e isotrópicos e que a interface entre eles forme um dióptro perfeitamente plano.

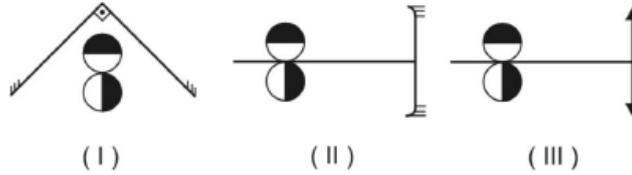
Nessas condições, é correto afirmar que o índice de refração  $n_3$  pode ser igual a:

- A)  $1,3n_1$
- B)  $1,5n_1$
- C)  $1,2n_1$
- D)  $1,1n_1$



**20. (AFA)**

Um pequeno objeto plano e luminoso pode ser utilizado em três arranjos ópticos distintos (I, II e III), imersos em ar, como apresentado na figura abaixo.



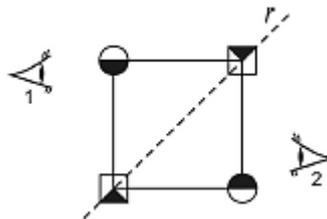
No arranjo I, o objeto é colocado sobre um plano onde se apoiam dois espelhos planos ortogonais entre si. Nos arranjos II e III, respectivamente, o objeto é disposto de forma perpendicular ao eixo óptico de um espelho esférico côncavo gaussiano e de uma lente convergente delgada. Dessa maneira, o plano do objeto se encontra paralelo aos planos focais desses dois dispositivos. Considere que as distâncias do objeto ao vértice do espelho esférico e ao centro óptico da lente sejam maiores do que as distâncias focais do espelho côncavo e da lente.

Nessas condições, das imagens abaixo, a que não pode ser conjugada por nenhum dos três arranjos ópticos é:

- A)
- B)
- C)
- D)

**21. (AFA)**

Considere um objeto formado por uma combinação de um quadrado de aresta  $a$  cujos vértices são centros geométricos de círculos e quadrados menores, como mostra a figura abaixo.



Colocando-se um espelho plano, espelhado em ambos os lados, de dimensões infinitas e de espessura desprezível ao longo da reta  $r$ , os observadores colocados nas posições 1 e 2 veriam, respectivamente, objetos completos com as seguintes formas:

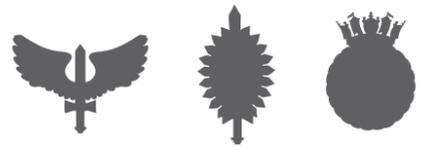
- A)
- B)
- C)
- D)



GABARITO

01. A 02. D 03. A 04. B 05. D 06. D 07. C 08. D 09. C 10. B 11. B 12. D  
13. D 14. C 15. C 16. C 17. D 18. A 19. B 20. D 21. B

MAXWELL VIDEOAULAS

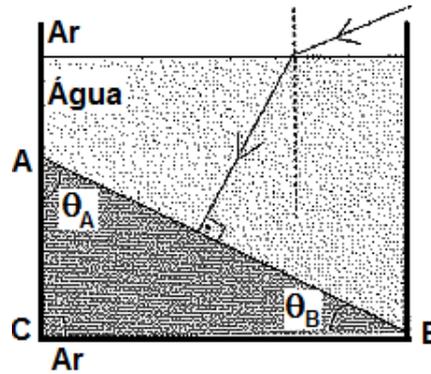


**ÓPTICA GEOMÉTRICA - TESTES DE REVISÃO**

1. (EN) A figura abaixo mostra um prisma triangular ACB no fundo de um aquário, contendo água, imersos no ar. O prisma e o aquário são feitos do mesmo material. Considere que o raio luminoso penetra na água de modo que o raio refratado incida perpendicularmente à face AB do prisma. Para que o raio incidente na face CB seja totalmente refletido, o valor mínimo do índice de refração do prisma deve ser:

Dados:

$n_{ar} = 1,00$ ;  $\text{sen } \theta_A = 0,600$ ;  $\text{cos } \theta_B = 0,800$



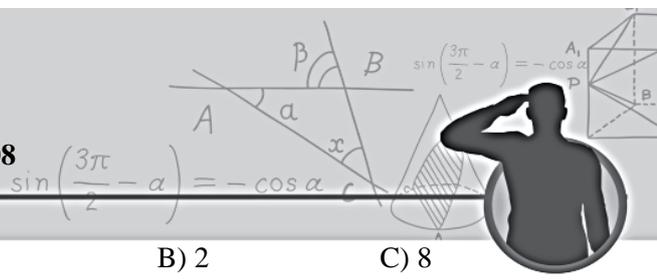
- a) 1,10
- b) 1,15
- c) 1,20
- d) 1,25
- e) 1,30

2. (EN) O comprimento de onda da luz amarela de sódio é  $0,589 \mu\text{m}$ . Considere um feixe de luz amarela de sódio se propagando no ar e incidindo sobre uma pedra de diamante, cujo índice de refração é igual a 2,4. Quais são o comprimento de onda, em angstroms, e a frequência, em quilohertz, da luz amarela de sódio no interior do diamante?

Dados:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$1 \text{ angstrom} = 10^{-10} \text{ m}$

- a) 2454 e  $5,1 \cdot 10^{11}$
- b) 2454 e  $5,1 \cdot 10^{14}$
- c) 5890 e  $2,1 \cdot 10^{11}$
- d) 5890 e  $2,1 \cdot 10^{14}$
- e) 14140 e  $5,1 \cdot 10^{14}$



**NÍVEL 1**

- Indique as afirmações verdadeiras (V) e falsas (F).
  - Quando os espelhos são paralelos e um objeto se encontra entre eles, se formam duas imagens.
  - Quando os espelhos formam  $180^\circ$  e um objeto se encontra a uma determinada distância de um deles, se formam duas imagens.
  - O número de imagens pode ser fracionário.
 Marque a alternativa correta.

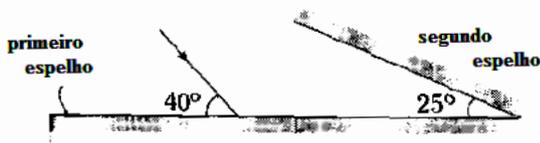
- A) VVV      B) FFF      C) FVV  
 D) FFV      E) VFF

- Determine as características da imagem da flecha colocada na frente do espelho indicado na figura abaixo.



- A) Real, direita e menor tamanho  
 B) Virtual, direita e maior tamanho  
 C) Virtual, direita e igual tamanho  
 D) Virtual, invertida e igual tamanho  
 E) Real, invertida e igual tamanho

- Determine o ângulo de incidência do raio mostrado na figura quando ele incide no segundo espelho.



- A)  $25^\circ$       B)  $30^\circ$       C)  $10^\circ$   
 D)  $40^\circ$       E)  $18^\circ$

- A figura indica superfícies refletoras. Determine  $\alpha + \theta$  se o raio incidente e emergente são paralelos.



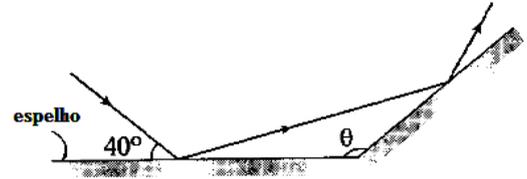
- A)  $90^\circ$       B)  $120^\circ$       C)  $140^\circ$   
 D)  $100^\circ$       E)  $135^\circ$

- A figura mostra dois espelhos que formam entre si um ângulo diedro de  $60^\circ$ . A que distância, em cm, do vértice V os raios se cruzarão? ( $AV = 4$  cm)



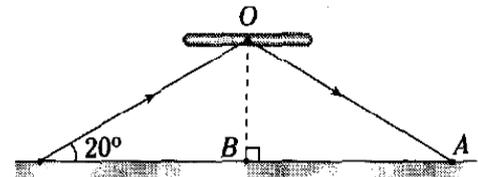
- A) 4      B) 2      C) 8  
 D)  $2\sqrt{3}$       E)  $4\sqrt{3}$

- Qual o ângulo  $\theta$  entre os espelhos para que o primeiro raio incidente forme  $90^\circ$  com o último raio refletido?



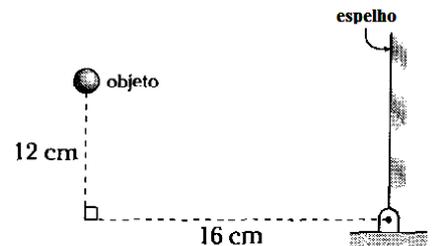
- A)  $120^\circ$       B)  $100^\circ$       C)  $90^\circ$   
 D)  $135^\circ$       E)  $145^\circ$

- Que ângulo deve girar o espelho entorno de O para que o raio incide agora em B?



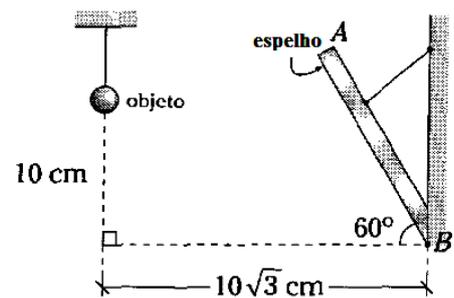
- A)  $20^\circ$       B)  $40^\circ$       C)  $70^\circ$   
 D)  $45^\circ$       E)  $35^\circ$

- Quanto se desloca a imagem do objeto quando o espelho girar  $37^\circ$  em sentido horário?

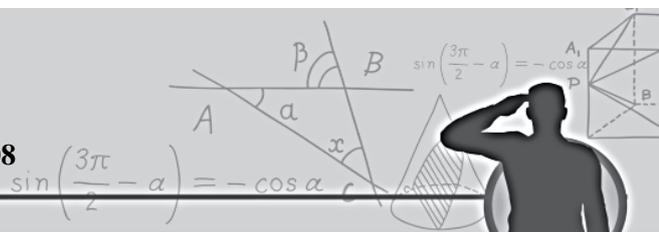


- A) 20 cm      B) 25 cm      C) 24 cm  
 D) 18 cm      E) 36 cm

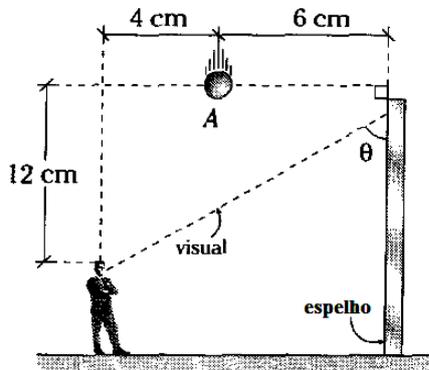
- A que distância do objeto se forma a sua imagem conjugada pelo espelho AB?



- A) 20 cm      B) 10 cm      C) 18 cm  
 D) 15 cm      E) 8 cm



10. acordo com a figura, determine  $\theta$  se o jovem vê o objeto que cai passando por A.



- A)  $37^\circ$       B)  $60^\circ$       C)  $30^\circ$   
D)  $45^\circ$       E)  $53^\circ$

11. Indique as afirmações verdadeiras (V) e falsas (F).

- I. Os telescópios refletores utilizam espelhos esféricos convexos para projetar a imagem numa película.
  - II. O espelho convexo apresenta uma campo visual maior do que os espelhos plano e côncavo.
  - III. O espelho côncavo é muito usados em salões de beleza por proporcionar imagens ampliadas.
- Marque a alternativa correta.

- A) VVV      B) FFF      C) FVV  
D) FFV      E) VFF

12. Indique as afirmações verdadeiras (V) e falsas (F).

- I. As imagens reais nunca podem ser observadas diretamente, necessitam necessariamente de um anteparo para serem observadas.
- II. As imagens só podem ser construídas com os raios principais, se decidirmos usar outros raios não iremos conseguir construir imagens.
- III. Quanto maior o ângulo de abertura do espelho mais nítida será a imagem.
- IV. Os telescópios refletores formam as imagens das estrelas no foco do espelho.

- A) FVfV      B) VVfV      C) VFFF  
D) FFFV      E) VFFV

13. Em um espelho côncavo a medida que o objeto se aproxima do vértice, antes de chegar no foco, a sua imagem:

- A) se afasta do espelho e diminui de tamanho.
- B) se afasta do espelho e aumenta de tamanho.
- C) não se altera.
- D) se aproxima e aumenta de tamanho.
- E) se aproxima e diminui de tamanho.

14. Uma vela foi colocada a 20 cm de um espelho convexo de raio de curvatura igual a 20 cm. Qual a distância medida desde o vértice até onde se forma a imagem.

- A) 4,38 cm      B) 4,56 cm      C) 5,72 cm  
D) 6,67 cm      E) 7,58 cm

15. Um objeto foi colocado a 1,4 m do vértice de um espelho esférico e a sua imagem real se forma a 35 cm do vértice do espelho. Determine a natureza do espelho e a sua distância focal.

- A) Convexo e 14 cm  
B) Convexo e 30 cm  
C) Côncavo e 28 cm  
D) Côncavo e 15 cm  
E) Convexo e 45 cm

16. Um objeto real de 5 cm de altura se encontra a 20 cm de um espelho côncavo de raio de curvatura 80 cm. A imagem deste objeto será

- A) Real de 10 cm de altura e invertida.  
B) Virtual de 10 cm de altura e direita.  
C) Real de 20 cm de altura e direita.  
D) Virtual de 20 cm de altura e invertida.  
E) Real de 15 cm de altura e direita.

17. A que distância de um espelho convexo de distância focal 30 cm deve ser colocado um objeto de 4 cm altura para que sua imagem tenha uma altura de 2 cm?

- A) 15 cm      B) 10 cm      C) 20 cm  
D) 40 cm      E) 30 cm

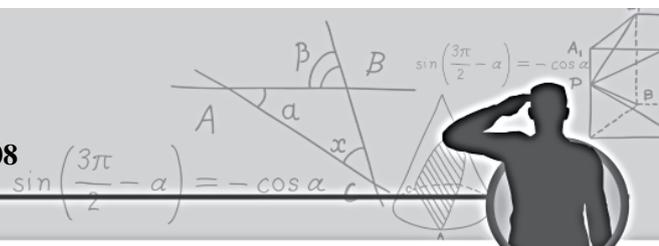
18. Um objeto de 14 cm de altura se encontra a 60 cm de um espelho côncavo de raio 40 cm. Indique as características da imagem.

- A) Real invertida e de 28 cm de altura.  
B) Virtual direita e de 7 cm de altura.  
C) Virtual direita e de 28 cm de altura.  
D) Real invertida e de 7 cm de altura.  
E) Real invertida e de 10 cm de altura.

19. Um objeto é colocado a 6 cm de um espelho e obtense uma imagem com uma aumento de -5. Indique as afirmações verdadeiras (V) e falsas (F).

- I. A imagem do objeto é virtual.
- II. A imagem está a 30 cm do espelho.
- III. O espelho é côncavo.

- A) VFV      B) VVF      C) FVV  
D) VFF      E) FVF

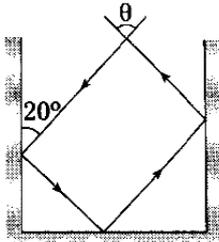


20. Com um espelho esférico de 40 cm de raio obtemos uma imagem virtual 5 vezes menor que o objeto. Determine a distância entre o objeto e o espelho.

- A) 80 cm      B) 60 cm      C) 70 cm  
D) 12 cm      E) 120 cm

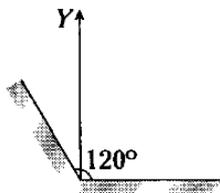
**NÍVEL 2**

21. A figura mostra uma caixa cúbica cuja parte interna é refletora e um raio luminoso, determine  $\theta$ .



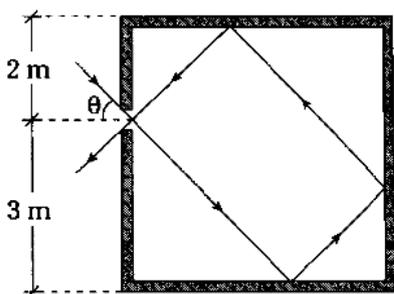
- A) 20°      B) 30°      C) 40°  
D) 50°      E) 60°

22. Um objeto se encontra na posição  $\vec{r} = (30\hat{i} + 30\sqrt{3}\hat{j})\text{cm}$ . Determine a distância, em cm, entre as primeiras imagens formadas pelos espelhos planos.



- A) 100,2      B) 95,2      C) 85,4  
D) 125,4      E) 103,9

23. Um raio luminoso entre por um pequeno orifício de uma caixa quadrada que tem três superfícies refletoras internas, tal como mostra a figura. Determine o valor de  $\theta$ .



- A) 15°      B) 30°      C) 45°  
D) 60°      E) 75°

24. Dois espelhos planos formam entre si um ângulo de  $30^\circ$ . Se colocarmos um objetos no plano bissetor o número de imagens que se formam é:

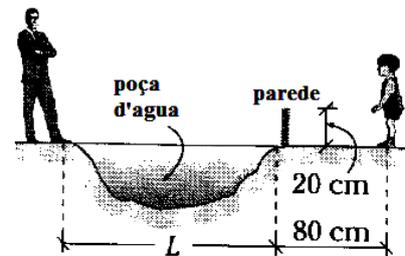
- A) 10      B) 11      C) 12  
D) 13      E) 14

25. Dois espelhos planos foram posicionados paralelamente entre si e estão separados por uma distância de 30 cm. Se um objeto for colocado entre os espelhos a 10 cm do espelho da esquerda e a 20 cm do espelho da direita. Determine:

- I. A distância do espelho da esquerda a segunda imagem formada por ele.  
II. a distância do espelho da direita a segunda imagem formada por ele.

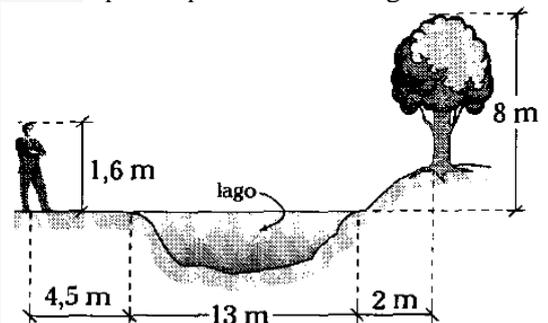
- A) 40 cm e 80 cm  
B) 30 cm e 30 cm  
C) 60 cm e 50 cm  
D) 50 cm e 40 cm  
E) 30 cm e 60 cm

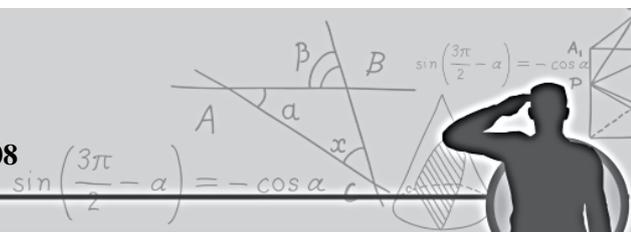
26. Um garoto cujos olhos estão a 80 cm do piso vê totalmente a imagem de uma pessoa de 1,8 m de altura, que se encontra próxima da superfície de um lago, como indica a figura abaixo. Se a superfície do lago reflete nitidamente a imagem da pessoa, determine o mínimo valor de L.



- A) 1,5 m      B) 1,8 m      C) 2,0 m  
D) 2,2 m      E) 2,5 m

27. Determine a distância necessária que deve caminhar um jovem para poder observar a imagem da copa de uma árvore refletida pela superfície de um lago.



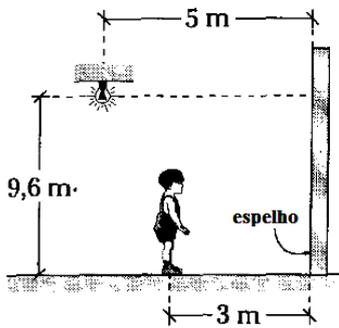


- A) 1,0 m      B) 1,2 m      C) 1,3 m  
D) 1,5 m      E) 1,6 m

28. A altura da imagem de um edifício que se vê completamente em um espelho plano de 50 cm de altura, quando se sustenta o espelho verticalmente a 30 cm dos olhos e a 9 m de distância do edifício é:

- A) 13,5 m      B) 12,5 m      C) 16,5 m  
D) 15,5 m      E) 14,5 m

29. A figura mostra um garoto a 3 m de um espelho plano. Determine a altura do garoto se ele observa a imagem da lâmpada com um ângulo de elevação de  $45^\circ$ .

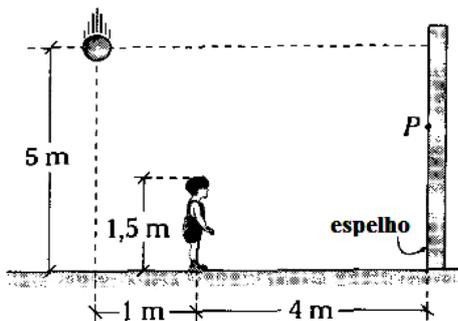


- A) 1,0 m      B) 1,6 m      C) 2,0 m  
D) 1,5 m      E) 1,7 m

30. Um espelho plano circular de 40 cm de diâmetro foi colocado sobre uma mesa. Uma fonte luminosa foi colocada na vertical que passa pelo centro do espelho a 30 cm acima dele. Determine o diâmetro da superfície iluminada pela luz refletida pelo espelho que se encontra a 1,8 m desta superfície.

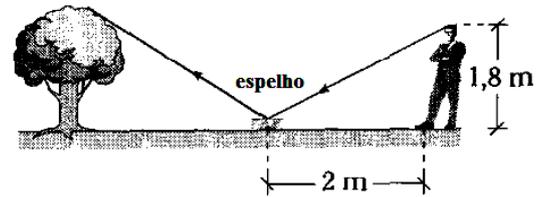
- A) 0,7 m      B) 1,4 m      C) 2,8 m  
D) 5,6 m      E) 8,5 m

31. Determine a que distância do solo se encontra o ponto P do espelho que o garoto usa para ver a imagem do objeto no instante em que ele se encontra a 5 m do solo.



- A) 3,05 m      B) 2,05 m      C) 2,06 m  
D) 3,04 m      E) 3,25 m

32. De acordo com a figura, determine a altura da árvore que se encontra a 30 m do espelho do centro do espelho.



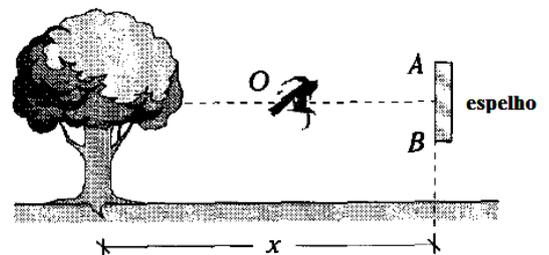
- A) 25 m      B) 27 m      C) 30 m  
D) 32,5 m      E) 28,5 m

33. O jovem da figura de 1,6 m de altura tem seus olhos a 10 cm abaixo do limite da cabeça. Se o jovem se encontra a 120 cm a frente do espelho plano de 80 cm de comprimento, determine a que distância do solo deve estar a extremidade superior do espelho para que o jovem veja completamente a sua imagem.



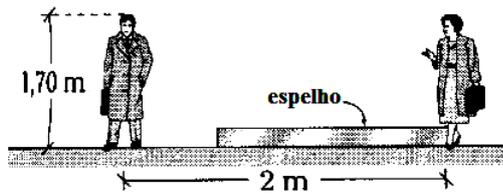
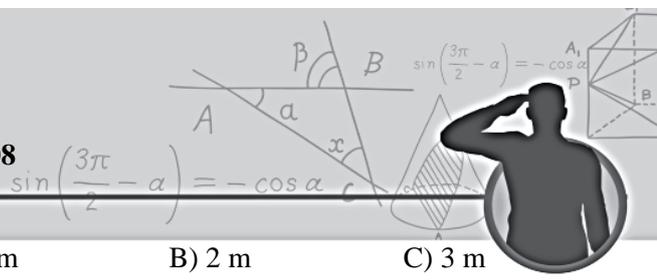
- A) 1 m      B) 1,2 m      C) 1,4 m  
D) 1,5 m      E) 1,6 m

34. De acordo com a figura, o observador O se encontra a 0,5 m do espelho AB de 0,2 m de comprimento. Determine x para que o observador consiga ver completamente a imagem da árvore de 20,2 m de altura.



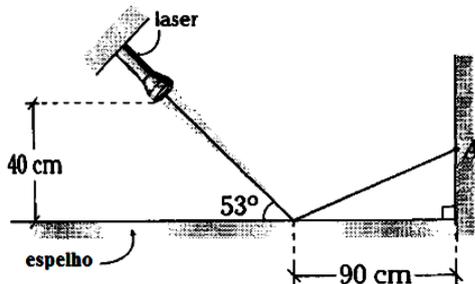
- A) 25 m      B) 50 m      C) 75 m  
D) 80 m      E) 100 m

35. De acordo com a figura, duas pessoas com altura iguais a 1,7 m estão separadas por uma distância de 2 m. Determine o comprimento do espelho para elas possam ver completamente a imagem uma da outra.



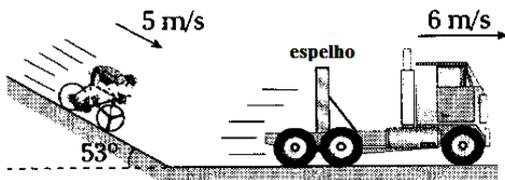
- A) 85 cm      B) 2 m      C) 1 m  
D) 1,5 m      E) 1,7 m

36. De acordo com a figura, o laser gira no sentido anti-horário com uma velocidade angular constante de  $\frac{\pi}{45}$  rad/s. Determine quanto avança o ponto de incidência A sobre a parede em 2 s.



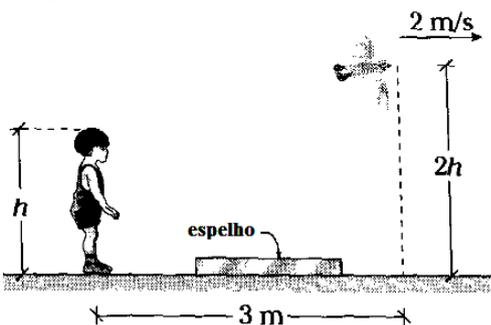
- A) 80 cm      B) 40 cm      C) 30 cm  
D) 25 cm      E) 20 cm

37. Determine a velocidade da imagem do ciclista no instante mostrado na figura abaixo.



- A)  $\sqrt{95}$  m/s      B)  $\sqrt{105}$  m/s      C) 5 m/s  
D)  $\sqrt{97}$  m/s      E) 7 m/s

38. De acordo com a figura, um garoto vê uma gaiivota se deslocando horizontalmente com velocidade constante de 2 m/s. Determine quanto o garoto deve recuar para que ele consiga vê a gaiivota durante um tempo de 3 s.



- A) 1 m      B) 2 m      C) 3 m  
D) 4 m      E) 5 m

39. Qual a distância focal de um espelho esférico, para que ele forme uma imagem real de 5 cm de altura de um objeto de 10 cm de altura? Considere a distância entre o objeto e a imagem igual a 120 cm.

- A) 20 cm      B) 40 cm      C) 50 cm  
D) 60 cm      E) 80 cm

40. Um dentista põe um espelho esférico côncavo de 6 cm de raio a uma distância 2 cm do dente de um paciente. Qual o aumento da imagem do dente?

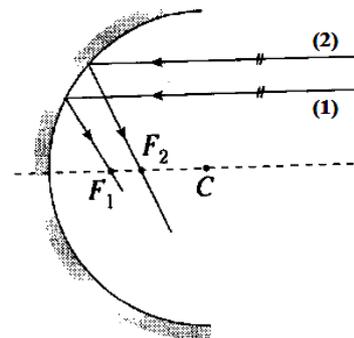
- A) +1      B) +2      C) +3  
D) -2      E) -3

41. Um espelho esférico de 20 cm de distância focal foi usado para projetar numa tela uma imagem com altura duas vezes maior que a altura de um objeto colocado na frente do espelho. Determine a distância entre o objeto e a tela.

- A) 10 cm      B) 20 cm      C) 30 cm  
D) 40 cm      E) 50 cm

42. A figura abaixo mostra raios paralelos. Ambos refletem no espelho esférico côncavo e interceptam o eixo principal do espelho. Indique as proposições verdadeiras (V) e falsas (F).

- I. Os pontos  $F_1$  e  $F_2$  devem coincidir.  
II. O raio (2) não é paraxial.  
III. Existe aberração esférica.



- A) VFV      B) FFF      C) FVV  
D) FFF      E) FVF

43. Um objeto é colocado na frente de um espelho esférico. Se o aumento é  $A = -3$  e a distância entre o objeto e a imagem é 16 cm, determine o raio de curvatura do espelho e o tipo de espelho.

- A) 6 cm e côncavo  
B) 12 cm e convexo



- C) 12 cm e côncavo
- D) 6 cm e convexo
- E) 8 cm e convexo

44. Um objeto é colocado a 1,2 m de um espelho esférico. Se a imagem é real e tem altura três vezes menor que a altura do objeto, determine o raio de curvatura do espelho e o tipo de espelho.

- A) 0,6 m e côncavo
- B) 0,6 m e convexo
- C) 0,8 m e côncavo
- D) 1 m e convexo
- E) 0,2 m e convexo

45. Um espelho esférico gera uma imagem real cuja altura é 25% da altura do objeto. Se a distância entre o objeto e a imagem é de 150 cm, determine a distância focal do espelho.

- A) -40 cm
- B) -60 cm
- C) 30 cm
- D) 40 cm
- E) -15 cm

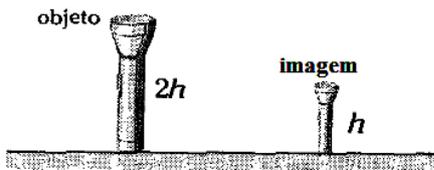
46. Um objeto de 4 cm de altura é colocado a 15 cm do vértice de um espelho côncavo de raio de curvatura 40 cm, determine a altura da imagem desse objeto

- A) 60 cm
- B) 100 cm
- C) 1 cm
- D) 40 cm
- E) 16 cm

47. Um espelho esférico produz uma imagem real que tem o dobro do tamanho do objeto. Qual o raio de curvatura desse espelho se a distância entre a imagem e o objeto é de 30 cm?

- A) 10 cm
- B) 20 cm
- C) 30 cm
- D) 40 cm
- E) 50 cm

48. De acordo com a figura abaixo, qual a distância entre o objeto e a imagem e o tipo de espelho esférico de raio 300 cm?

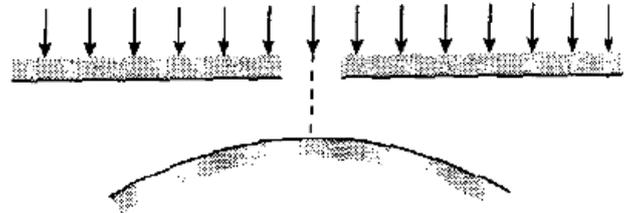


- A) 150 cm e côncavo
- B) 225 cm e convexo
- C) 175 cm e côncavo
- D) 150 cm e convexo
- E) 200 cm e convexo

49. Um telescópio utiliza um espelho esférico côncavo de raio de curvatura 8 m. Determine aproximadamente o diâmetro da imagem da Lua que formará no espelho, se o diâmetro da Lua for igual a  $3,5 \cdot 10^6$  m/s e a distância que ela se encontra da superfície da Terra for igual a  $3,8 \cdot 10^8$  m.

- A) 5,20 cm
- B) 12,25 cm
- C) 6,24 cm
- D) 3,68 cm
- E) 8,25 cm

50. De acordo com a figura, a superfície horizontal opaca apresenta um orifício de 10 cm de diâmetro e se encontra a 2 m do vértice de um espelho convexo de raio de curvatura 100 cm. Determine o diâmetro do círculo luminoso que se forma nessa superfície proveniente dos raios luminosos refletidos pelo espelho.



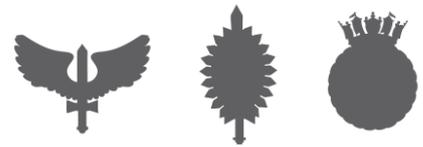
- A) 0,5 m
- B) 2,5 m
- C) 3,2 m
- D) 5,4 m
- E) 6,0 m

51. Dos espelhos esféricos um côncavo e o outro convexo têm o mesmo eixo principal, raios de curvaturas iguais a 2 m e seus vértices estão separados por uma distância de 2,5 m. Um objeto é colocado a 0,5 m do vértice do espelho côncavo, determine a distância entre as imagens desses objeto conjugadas pelos espelhos.

- A) 4,5 m
- B) 5,5 m
- C) 6,0 m
- D) 6,5 m
- E) 7,5 m

52. Um rapaz usa um espelho esférico para se barbear. Quando ele posiciona o seu rosto a 30 cm do espelho percebe que a imagem de seu rosto é duas vezes maior que o tamanho normal. Determine a distância focal do espelho.

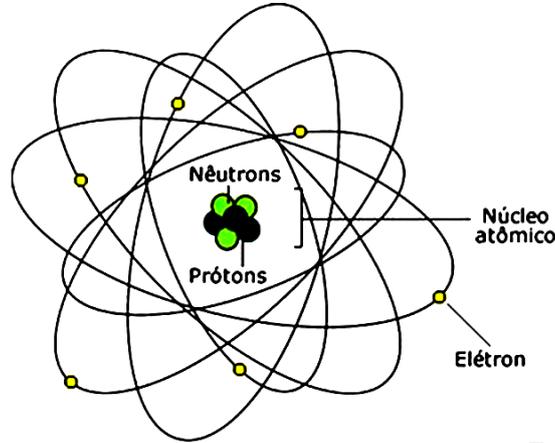
- A) 40 cm
- B) 50 cm
- C) 60 cm
- D) 70 cm
- E) 80 cm



**ELETRÓSTÁTICA**

**ELETRÓSTÁTICA**

**Estrutura do átomo**



PARTÍCULA	MASSA	CARGA ELÉTRICA
ELÉTRON	m	- 1e
PROTON	≅ 2000m	+ 1e
NÊUTRON	≅ 2000m	0

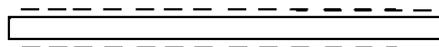
**Quantização da carga elétrica**

$$Q = \pm ne$$

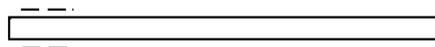
n: número de elétrons em excesso (-) ou em falta (+)  
 e: carga elementar (  $e \cong 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  )

**Condutores e isolantes**

**Condutor**

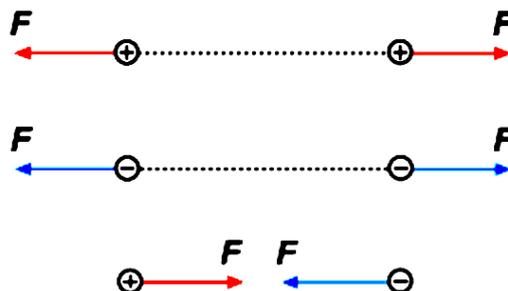


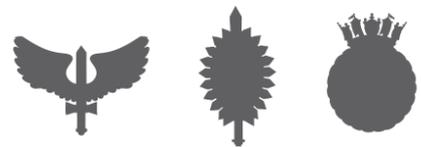
**Isolante**



**Princípios da eletrostática**

**Atração e repulsão**



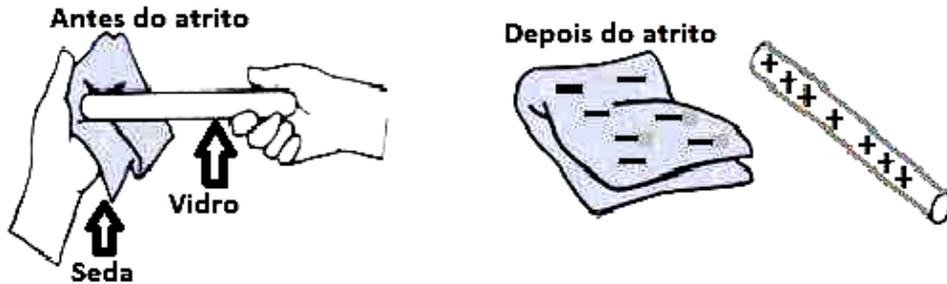


## Conservação da carga elétrica

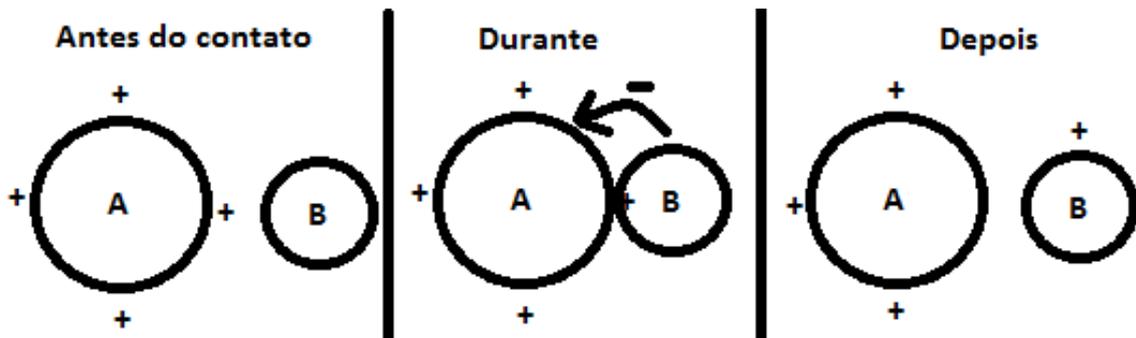
$$\sum Q_{\text{antes}} = \sum Q_{\text{depois}}$$

## Processos de eletrização

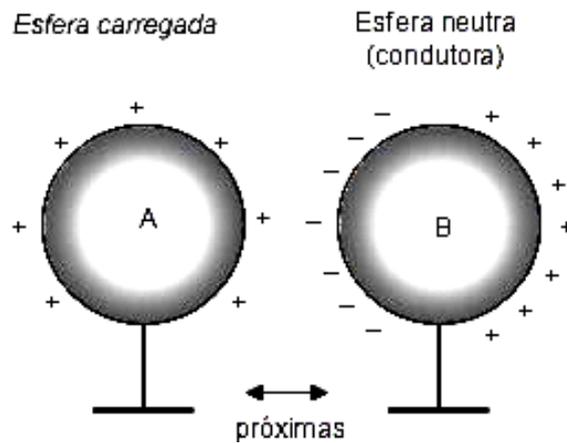
### Atrito



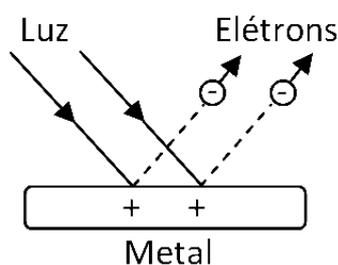
### Contato

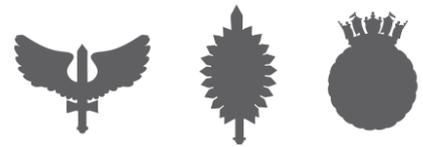


### Indução

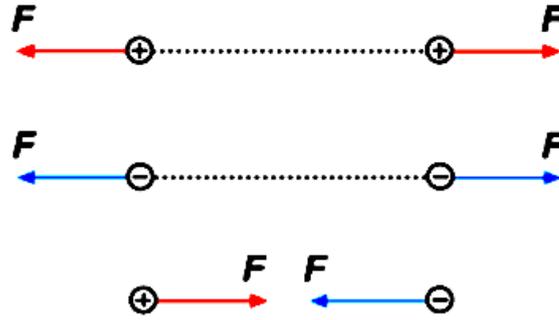


### Efeito fotoelétrico





## Lei de Coulomb



$$F = k \frac{|Qq|}{d^2}, \quad k = \frac{1}{4\pi\epsilon} \text{ e } \epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$$

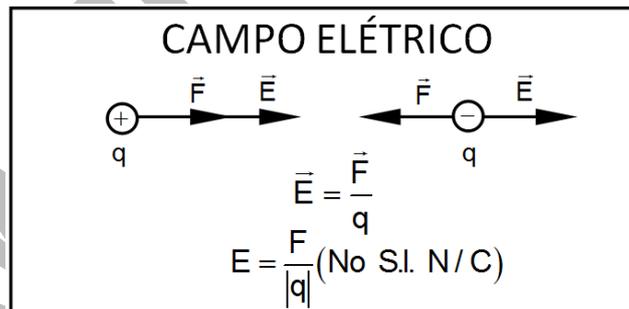
- k : constante eletrostática
- $\epsilon$  : permissividade do meio
- $\epsilon_r$  : constante dielétrica
- $\epsilon_0$  : permissividade do vácuo

### Atenção!

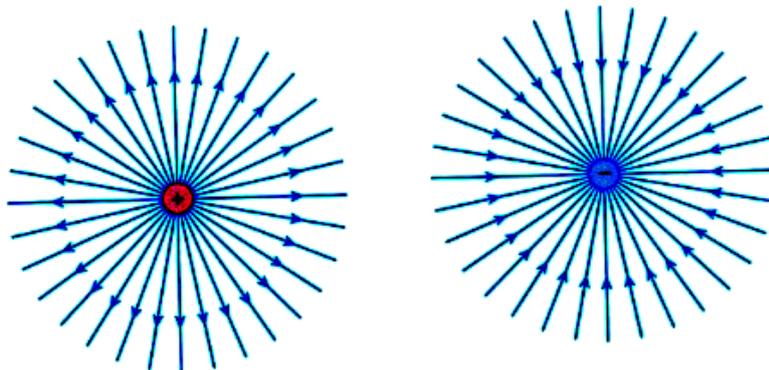
Corpos neutros são atraídos por corpos eletrizados.

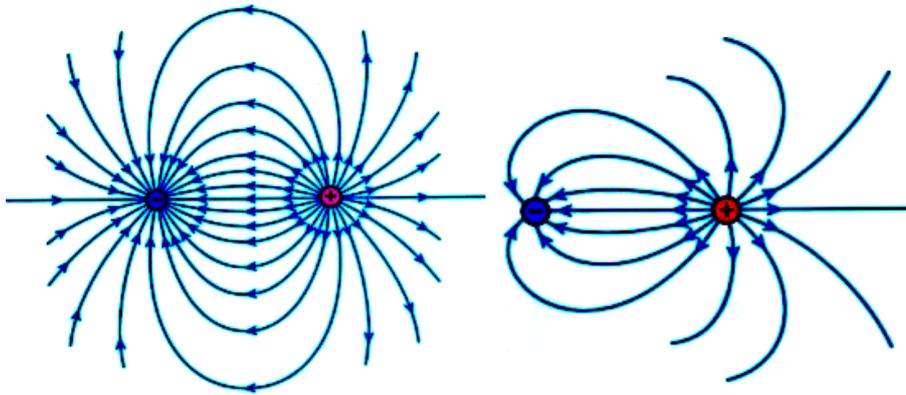
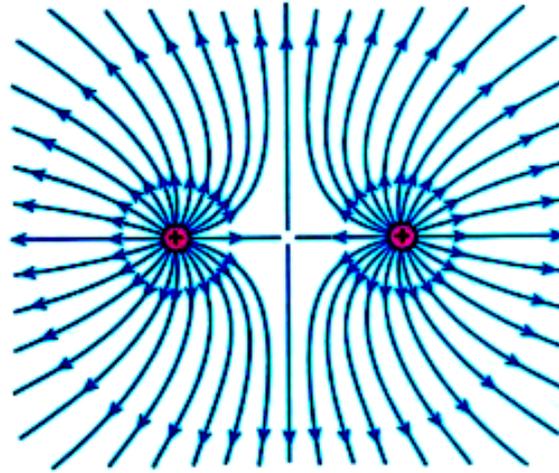
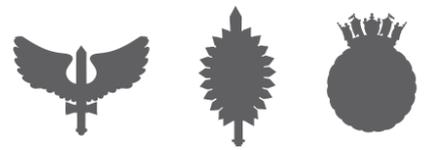
## Campo elétrico

### Definição

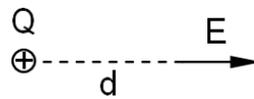


## Linhas de força



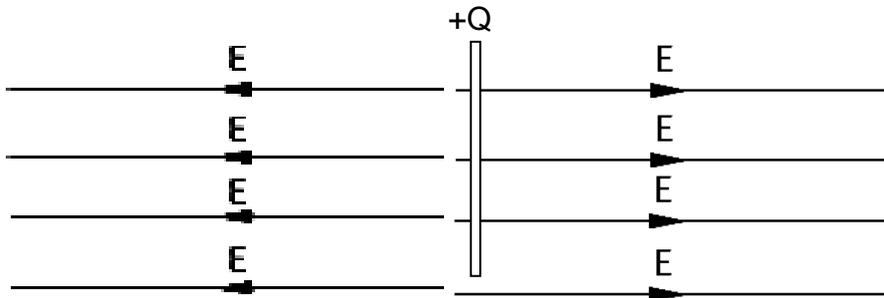


**Campo criado por carga pontual**



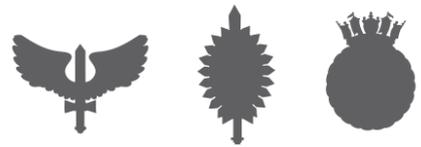
$$E = k \frac{|Q|}{d^2}$$

**Campo uniforme**

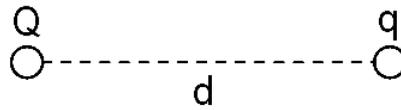


**Superfície plana**

$$E = \frac{|\sigma|}{2\epsilon} \text{ e } \sigma = \frac{|Q|}{S}$$



Energia potencial elétrica



$$E_p = k \frac{Qq}{d}$$

Potencial elétrico

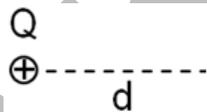
Definição

CAMPO ELÉTRICO

$\bigcirc_q E_p$

$V = \frac{E_p}{q} \left[ \text{No S.I. } \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{volt (V)} \right]$

Potencial criado por carga pontual



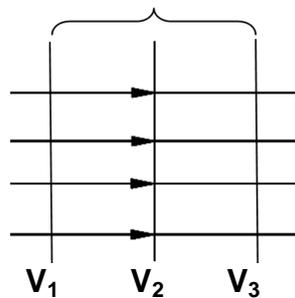
$$V = k \frac{Q}{d}$$

Trabalho

$$W = q \cdot (V_o - V) = q \cdot U$$

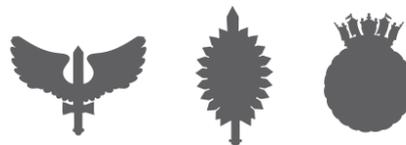
Diferença de potencial em um campo elétrico uniforme

Superfícies equipotenciais

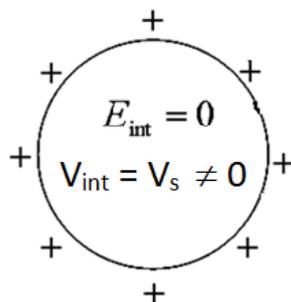


$$V_1 > V_2 > V_3$$

$$U = E \cdot d$$



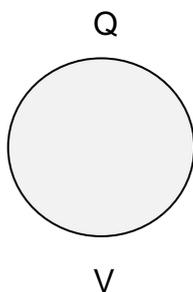
**Blindagem eletrostática**



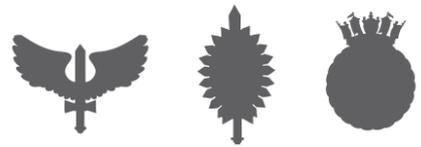
**Atenção!**

A superfície de qualquer condutor em equilíbrio eletrostático é uma superfície equipotencial.

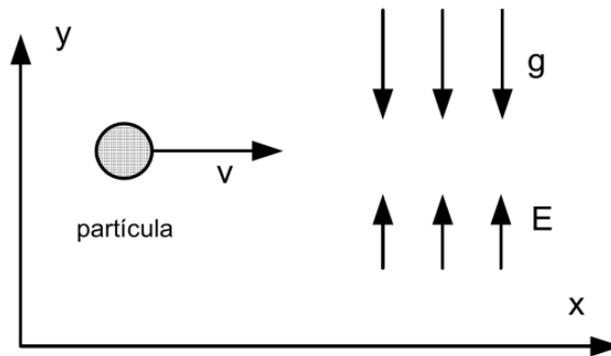
**Capacitância eletrostática**



$$C = \frac{Q}{V} \left( \text{No S.I. } \frac{C}{V} = \text{farad (F)} \right)$$



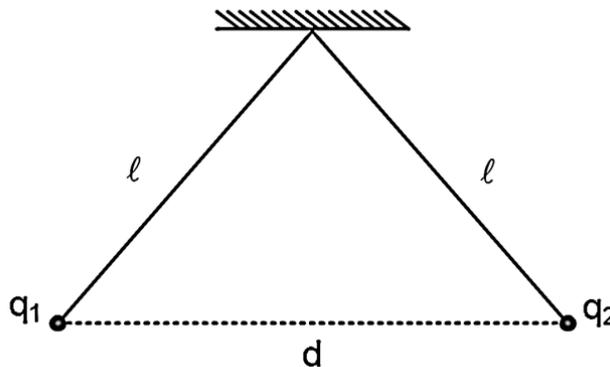
01. (EFOMM)



Uma partícula é lançada horizontalmente com velocidade inicial 100 m/s numa região que possui um campo gravitacional uniforme  $g$  de  $10 \text{ m/s}^2$  vertical e apontando para baixo. Nessa mesma região, há um campo elétrico uniforme vertical que aponta para cima. A massa da partícula é  $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  e sua carga é  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . A partícula segue em movimento uniforme. Qual é o valor do campo elétrico?

- A)  $5,7 \cdot 10^{11} \text{ V/m}$                       B)  $6,3 \cdot 10^{11} \text{ V/m}$                       C)  $5,7 \cdot 10^{10} \text{ V/m}$   
 D)  $9,1 \cdot 10^{10} \text{ V/m}$                       E)  $1,8 \cdot 10^{10} \text{ V}$

02. (EFOMM) Duas esferas (seus diâmetros são desprezíveis) não condutoras, carregadas positivamente com cargas  $q_1$  e  $q_2$ , encontram-se em equilíbrio eletrostático penduradas por fios isolantes de massa desprezível e comprimento  $\ell = 1 \text{ m}$  cada, fixados no mesmo ponto do teto. Considerando que o módulo da força eletrostática que atua sobre cada esfera é igual ao seu peso, a distância  $d$ , em metros, entre os centros das esferas, é:

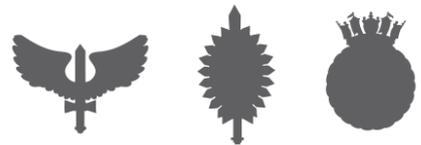


- A)  $2/3$                       B) 1                      C)  $\sqrt{2}$   
 D) 2                      E)  $2\sqrt{3}$

03. (EFOMM) Duas cargas elétricas puntiformes, de valores  $+3q$  (positiva) e  $-5q$  (negativa) estão separadas por uma distância linear de 120 cm. Considere o potencial elétrico nulo no infinito (potencial de referência) e as cargas isoladas. Nessas condições, um ponto A, pertencente ao segmento de reta que une as cargas, terá potencial elétrico nulo se sua distância, em cm, à carga  $+3q$  for de:

- A) 75                      B) 60                      C) 50  
 D) 48                      E) 45





**06. (EFOMM)** Suponha que, em um monitor de plasma do passadiço de um navio mercante, os elétrons sejam acelerados por diferença de potencial (produzida pela ação de feixe laser) de  $9,6 \cdot 10^4$  V, aplicados entre as placas espaçadas de 8 cm. Desprezando-se a ação do peso, a aceleração adquirida por cada elétron, em  $m/s^2$ , é:

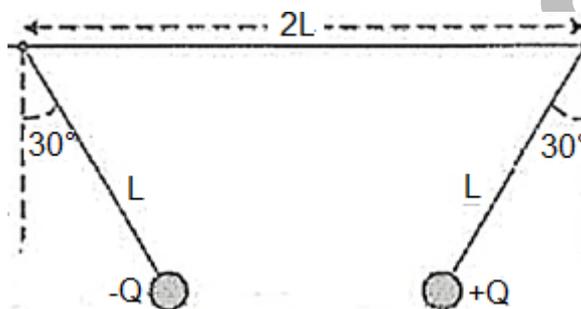
(Dados: carga do elétron =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, massa do elétron =  $9,11 \cdot 10^{-31}$  kg)

- A)  $0,13 \cdot 10^{17} m/s^2$                       B)  $1,12 \cdot 10^{17} m/s^2$                       C)  $2,11 \cdot 10^{17} m/s^2$   
 D)  $3,09 \cdot 10^{17} m/s^2$                       E)  $4,07 \cdot 10^{17} m/s^2$

**07. (EFOMM)** A distância entre o elétron e o próton no átomo de hidrogênio é da ordem de  $5,3 \cdot 10^{-11}$  m. A intensidade da força de atração eletrostática entre estas partículas é de aproximadamente:

- A)  $8,2 \cdot 10^{-8}$  N                      B)  $7,2 \cdot 10^{-7}$  N                      C)  $6,9 \cdot 10^{-8}$  N  
 D)  $3,5 \cdot 10^{-9}$  N                      E)  $2,5 \cdot 10^{-8}$  N

**08. (EFOMM)**

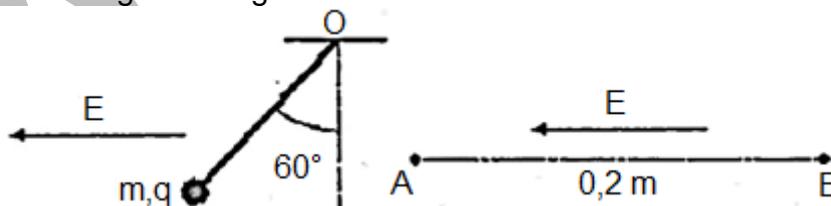


Duas esferas iguais estão em equilíbrio e suspensas por dois fios isolantes de mesmo comprimento  $L = 20$  cm, conforme mostra a figura acima. Sabendo que elas estão carregadas com cargas de sinais opostos, mas de mesmo valor absoluto  $Q = 2\mu C$ , e que a distância entre os pontos de apoio dos fios é  $2L$ , qual é o módulo, em newtons, da tração em cada fio?

Dado:  $k = 9 \cdot 10^9 Nm^2 / C^2$ .

- A) 0,9                      B) 1,2                      C) 1,6  
 D) 1,8                      E) 2,0

**09. (EFOMM)** Observe a figura a seguir.



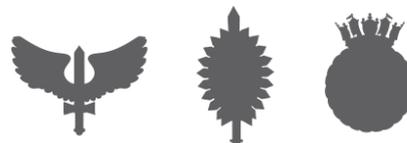
Uma pequena esfera está presa à extremidade de um fio flexível e isolante, cuja outra extremidade está fixa no ponto O, conforme indica a figura acima. Essa esfera de massa  $m = 3 \cdot 10^{-6}$  kg e carga elétrica  $q = 1,2 \cdot 10^{-6}$  C, está em equilíbrio estático no interior de um campo elétrico uniforme  $\vec{E}$ . A ddp, em volts, entre os pontos A e B, que distam 0,20 m, é:

Dados:  $tg60^\circ = 1,7$  e  $g = 10 m/s^2$ .

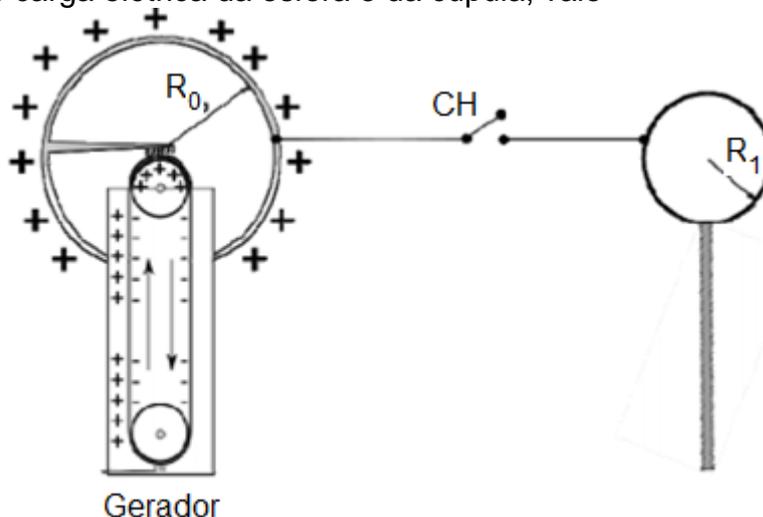
- A) 7,5                      B) 8,5                      C) 9,5  
 D) 10,5                      E) 11,5





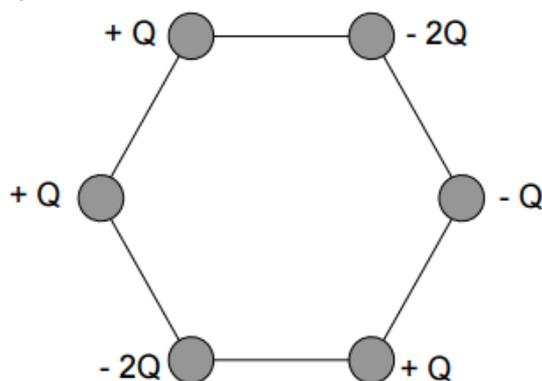


17. (EFOMM) Considere que o Gerador de Van de Graaff da figura está em funcionamento, mantendo constante o potencial elétrico de sua cúpula esférica de raio  $R_0$  metros. Quando, então, é fechada a chave  $CH_1$ , uma esfera condutora de raio  $R_1 = R_0/4$  metros, inicialmente descarregada, conecta-se à cúpula por meio de fios de capacidade desprezível (também é desprezível a indução eletrostática). Atingido o equilíbrio eletrostático, a razão  $\sigma_1/\sigma_0$ , entre as densidades superficiais de carga elétrica da esfera e da cúpula, vale



- A) 4
- B) 2
- C) 1
- D) 1/2
- E) 1/4

18. (EFOMM) A figura dada apresenta um hexágono regular de lado  $R$  em cujos vértices estão dispostas cargas elétricas puntiformes. Considere que há vácuo entre as cargas e que seus valores são os dados na figura:



Considerando  $K$  como sendo a constante de Coulomb, o módulo do campo elétrico no centro da figura vale

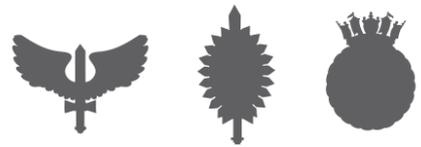
- A) zero
- B)  $KQ/R^2$
- C)  $2KQ/R^2$
- D)  $6KQ/R^2$
- E)  $8KQ/R^2$



GABARITO

01. A 02. C 03. E 04. B 05. C 06. C 07. A 08. D 09. B 10. C 11. C 12. E  
13. A 14. D 15. C 16. D 17. A 18. C

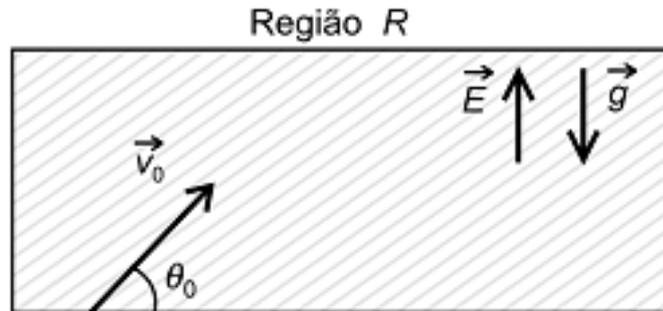
Maxwell Videoaulas



**ELETROSTÁTICA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

Uma partícula de massa  $m$  e carga elétrica  $+q$  é lançada obliquamente com velocidade  $\vec{V}_0$  numa região  $R$  onde existe um campo elétrico uniforme  $\vec{E}$ , vertical, conforme ilustrado na figura abaixo.

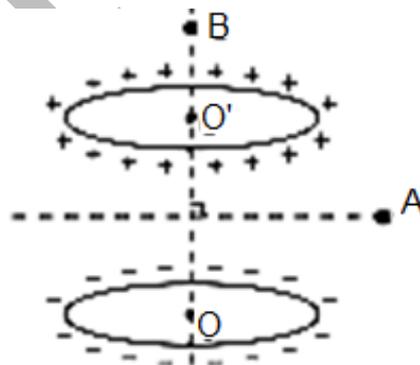


Devido à ação deste campo elétrico  $\vec{E}$  e do gravitacional  $\vec{g}$ , enquanto a partícula estiver nessa região  $R$ , sua aceleração vetorial

- A) nunca poderá ser nula.
- B) varia de ponto para ponto.
- C) independe do ângulo  $\theta_0$ .
- D) sempre formará o mesmo ângulo  $\theta_0$  com o vetor velocidade instantânea.

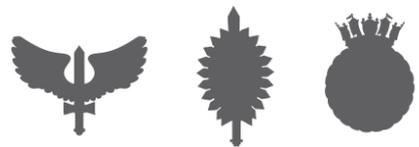
**02. (AFA)**

Dois anéis idênticos de centros  $O$  e  $O'$ , uniformemente eletrizados com cargas de naturezas opostas e mesmo módulo, são mantidos em planos paralelos conforme indica a figura.



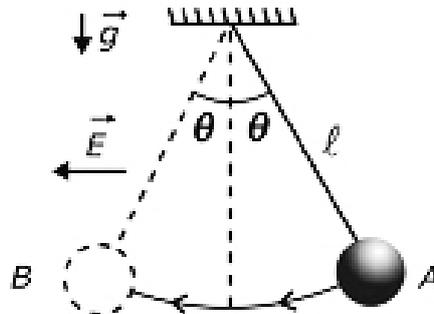
Os pontos  $O$ ,  $O'$  e  $B$  são colineares e  $A$  pertence à mediatriz do segmento  $OO'$ . O trabalho realizado pela força aplicada por um agente externo para deslocar uma carga de prova negativa do ponto  $A$  até o ponto  $B$ , com velocidade constante,

- A) dependerá da posição do ponto  $A$ .
- B) será nulo.
- C) será positivo.
- D) será negativo.



**03. (AFA)**

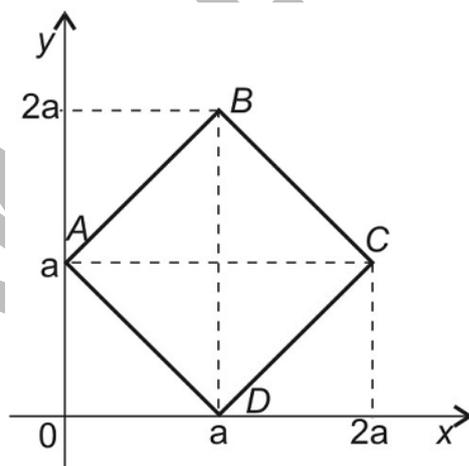
Uma esfera de massa  $m$ , eletrizada positivamente com carga  $q$ , está fixada na extremidade de um fio ideal e isolante de comprimento  $\ell$ . O pêndulo, assim constituído, está imerso em uma região onde além do campo gravitacional  $\vec{g}$  atua um campo elétrico horizontal e uniforme  $\vec{E}$ . Este pêndulo é abandonado do ponto A e faz um ângulo  $\theta$  com a vertical conforme mostra a figura.



Desprezando-se quaisquer resistências, ao passar pelo ponto B, simétrico de A em relação à vertical, sua energia cinética vale

- A)  $2qE\ell\text{sen}\theta$
- B)  $\ell(mg + qE\text{sen}\theta)$
- C)  $2\ell(mg\cos\theta + qE\text{sen}\theta)$
- D)  $qE\ell\cos\theta$

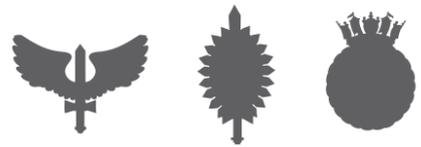
**04. (AFA)** Os valores do potencial elétrico  $V$  em cada vértice de um quadrado estão indicados na figura abaixo.



$$\begin{aligned} V_A &= 0 \\ V_B &= V_D = 5V \\ V_C &= 10V \end{aligned}$$

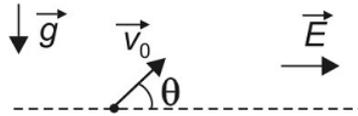
Os valores desses potenciais condizem com o fato de o quadrado estar situado num campo eletrostático

- A) uniforme, na direção do eixo  $x$ .
- B) uniforme, na direção da bissetriz do 1º quadrante.
- C) criado por duas cargas puntiformes situadas no eixo  $y$ .
- D) criado por duas cargas puntiformes situadas nas bissetrizes dos quadrantes ímpares.



**05. (AFA)**

Na figura abaixo, uma partícula com carga elétrica positiva  $q$  e massa  $m$  é lançada obliquamente de uma superfície plana, com velocidade inicial de módulo  $v_0$ , no vácuo, inclinada de um ângulo  $\theta$  em relação à horizontal.

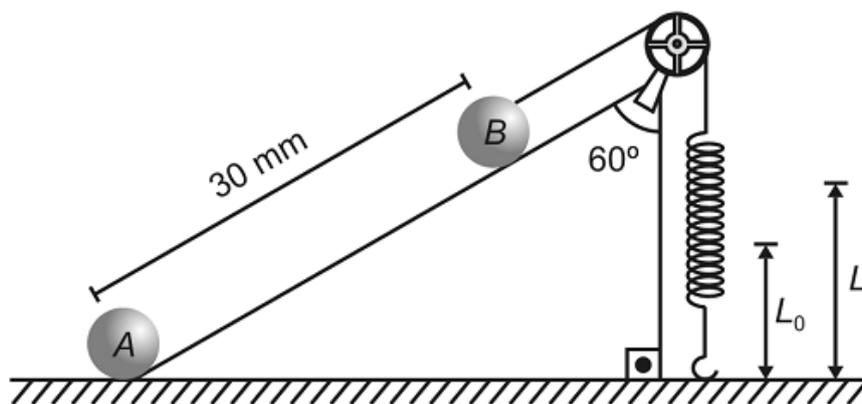


Considere que, além do campo gravitacional de intensidade  $g$ , atua também um campo elétrico uniforme de módulo  $E$ . Pode-se afirmar que a partícula voltará à altura inicial de lançamento após percorrer, horizontalmente, uma distância igual a

- A)  $\frac{v_0^2}{g} \text{sen}2\theta \left( 1 + \frac{qE}{mg} \text{tg}\theta \right)$
- B)  $\frac{v_0^2}{2g} \text{sen}\theta \left( \cos\theta + \frac{qE}{m} \text{sen}\theta \right)$
- C)  $\frac{v_0}{g} \left( \text{sen}2\theta + \frac{qE}{mg} \right)$
- D)  $\frac{v_0}{2g} \text{sen}\theta \left( 1 + \frac{qE}{m} \text{sen}2\theta \right)$

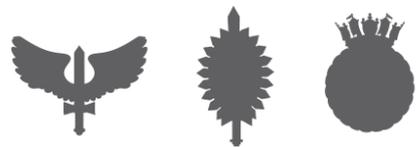
**06. (AFA)**

Um corpo B, de massa igual a 4 kg e carga elétrica  $+6\mu\text{ C}$ , dista 30 mm do corpo A, fixo e com carga elétrica  $-1\mu\text{ C}$ . O corpo B é suspenso por um fio isolante, de massa desprezível ligado a uma mola presa ao solo, como mostra a figura.



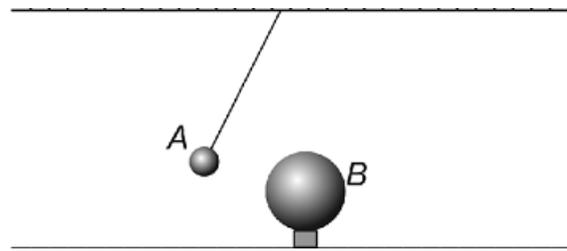
O comprimento natural da mola é  $L_0 = 1,2\text{ m}$  e ao sustentar estaticamente o corpo B ela se distende, atingindo o comprimento  $L = 1,6\text{ m}$ . Considerando-se a constante eletrostática do meio  $k = 9 \cdot 10^9\text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , que as cargas originais dos corpos pontuais A e B são mantidas e desprezando-se os possíveis atritos, o valor da constante elástica da mola, em N/m, é

- A) 200
- B) 320
- C) 600
- D) 800



**07. (AFA)**

Na figura abaixo, a esfera A suspensa por um fio flexível e isolante, e a esfera B, fixa por um pino também isolante, estão em equilíbrio.

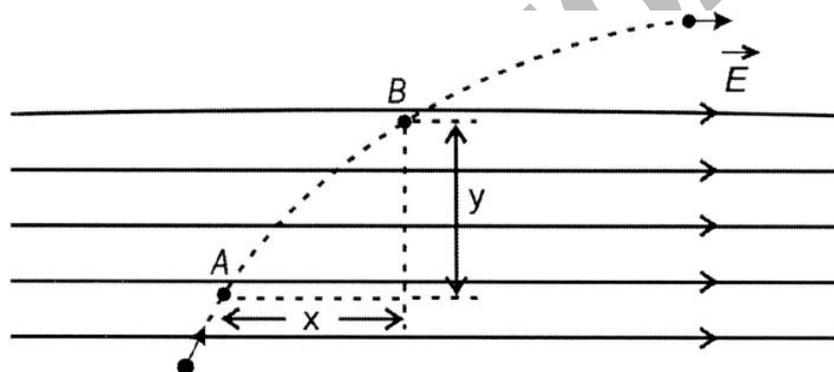


É correto afirmar que

- A) é possível que somente a esfera A esteja eletrizada.
- B) as esferas A e B devem estar eletrizadas com cargas de mesma natureza.
- C) a esfera A pode estar neutra, mas a esfera B certamente estará eletrizada.
- D) as esferas devem estar eletrizadas com cargas de mesmo módulo.

**08. (AFA)**

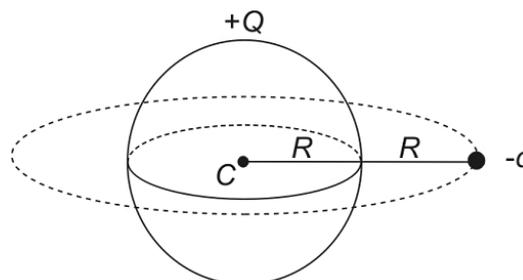
Uma partícula eletrizada positivamente com carga  $q$  é lançada em um campo elétrico uniforme de intensidade  $E$ , descrevendo o movimento representado na figura abaixo.



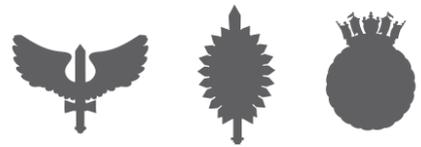
A variação da energia potencial elétrica da partícula entre os pontos A e B é

- A)  $qEy$
- B)  $qEx$
- C)  $qE\sqrt{x^2 + y^2}$
- D)  $qE(x^2 + y^2)$

**09. (AFA)** Uma partícula com carga  $-q$  e massa  $m$  gira em torno de uma esfera de raio  $R$  uniformemente eletrizada com uma carga  $+Q$ . Se o potencial no centro da esfera é  $V_c$ , a energia cinética da partícula para que ela se mantenha em movimento circular uniforme a uma distância  $2R$  do centro da esfera é

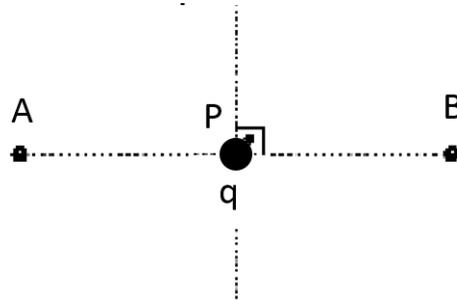


- A)  $qV_c$
- B)  $qV_c / 2$
- C)  $2qV_c$
- D)  $qV_c / 4$



**10. (AFA)**

Duas pequenas esferas eletrizadas com cargas positivas iguais estão fixas nos pontos A e B, como mostra a figura abaixo:



Considerando apenas a influência de forças elétricas sobre uma carga  $q$  de prova em equilíbrio no ponto P, afirma-se que:

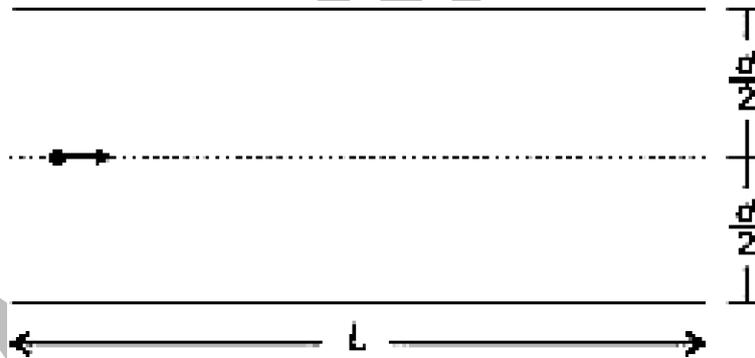
- I- se  $q$  é positiva, então está em equilíbrio estável em relação ao segmento AB.
- II- se  $q$  é negativa, então está em equilíbrio instável em relação à mediatriz do segmento AB.
- III- se  $q$  é negativa, então está em equilíbrio instável em relação ao segmento AB.
- IV- se  $q$  é positiva, então está em equilíbrio estável em relação à mediatriz do segmento AB.

Estão corretas apenas:

- A) I e II
- B) II e III
- C) III e IV
- D) I e III

**11. (AFA)**

Uma partícula de carga  $q$  e massa  $m$  penetra perpendicularmente às linhas de força de um campo elétrico uniforme  $\vec{E}$  com a menor velocidade suficiente para sair sem tocar as placas, como mostra a figura abaixo:



A velocidade que ela deixa o campo elétrico é

- A)  $\left(\frac{EqL^2}{2md}\right)^{\frac{1}{2}}$
- B)  $\left(2\frac{Eqd}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$
- C)  $\left(\frac{Eq}{m}\left[\frac{L^2 + d^2}{d}\right]\right)^{\frac{1}{2}}$
- D)  $\left(\frac{Eq}{m}\left[\frac{L+d}{L^2}\right]\right)^{\frac{1}{2}}$

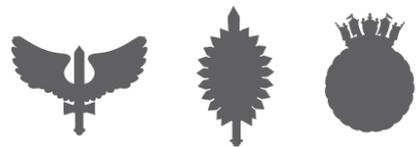
**12. (AFA)**

Uma casca metálica esférica e não eletrizada envolve uma partícula eletrizada. Afirma -se que:

- I- a casca esférica não interfere no campo elétrico gerado pela partícula.
- II- em pontos exteriores à casca o campo elétrico é nulo.
- III- qualquer ponto interior à casca apresenta o mesmo potencial elétrico.

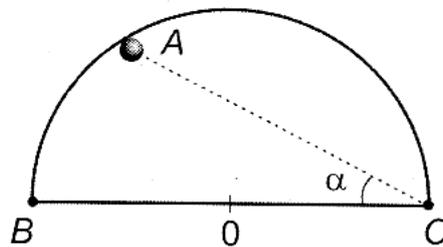
Está(ão) correta(s) apenas

- A) I
- B) II e III
- C) III
- D) I e II



**13. (AFA)**

Uma esfera A, com carga positiva, é mantida em uma região plana e horizontal através de um anteparo semicircular, com extremidades B e C, como mostra a figura.

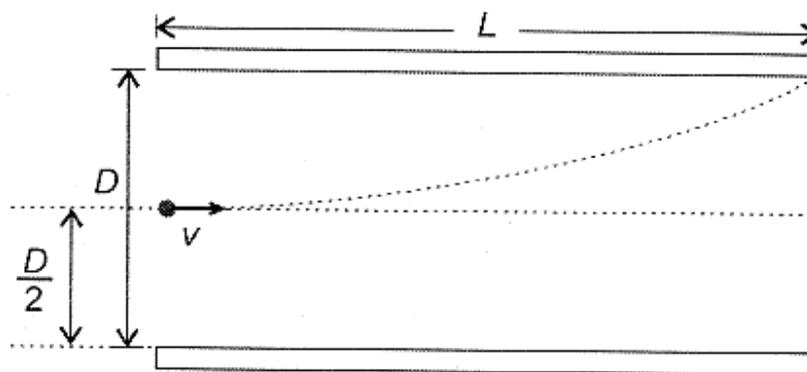


A esfera pode se deslocar sem atrito. Nos pontos B e C são fixadas pequenas esferas com cargas de  $8\mu\text{C}$  e  $64\mu\text{C}$ , respectivamente. A tangente do ângulo  $\alpha$ , para o qual a esfera A permanece em equilíbrio é:

- A) 0,50
- B) 0,40
- C) 0,60
- D) 0,30

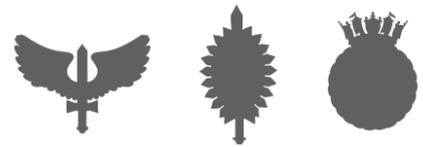
**14. (AFA)**

Uma partícula de carga  $q$  e massa  $m$  é lançada com velocidade  $v$ , perpendicularmente ao campo elétrico uniforme produzido por placas paralelas de comprimento  $L$  e separadas por uma distância  $D$ . A partícula penetra no campo num ponto equidistante das placas e sai tangenciando a borda da placa superior, conforme representado na figura.



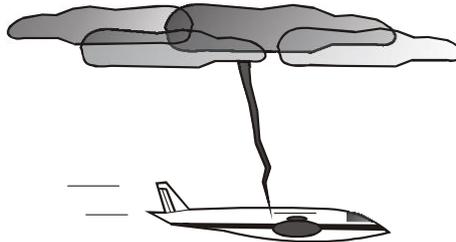
Desprezando ações gravitacionais, a intensidade do campo elétrico pode ser calculada por:

- A)  $\frac{mv^2}{qLD}$
- B)  $\frac{mDv^2}{qL^2}$
- C)  $\frac{2mDv}{qL}$
- D)  $\frac{mLv^2}{qD^2}$



15. (AFA)

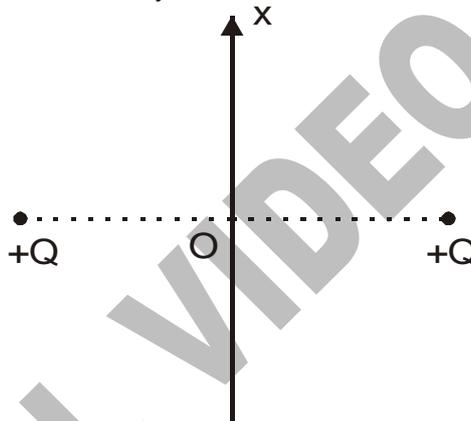
Durante tempestade, um raio atinge um avião durante o voo. Pode-se afirmar que a tripulação:



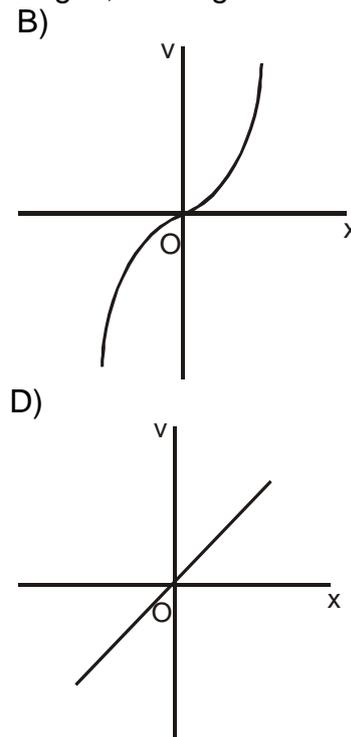
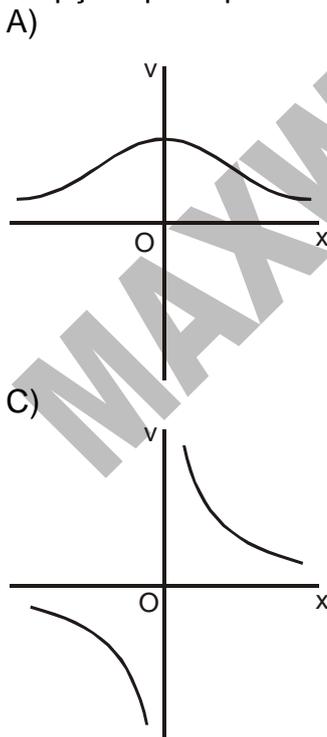
- A) não será atingida, pois aviões são obrigados a portar para-raios em sua fuselagem.
- B) será atingida em virtude da fuselagem metálica ser boa condutora de eletricidade.
- C) não sofrerá dano físico pois a fuselagem metálica atua como blindagem.
- D) será parcialmente atingida, pois a carga será homogeneamente distribuída na superfície interna do avião.

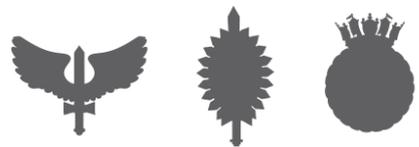
16. (AFA)

O eixo  $Ox$  é mediatriz do segmento em cujas extremidades se encontram duas cargas iguais.



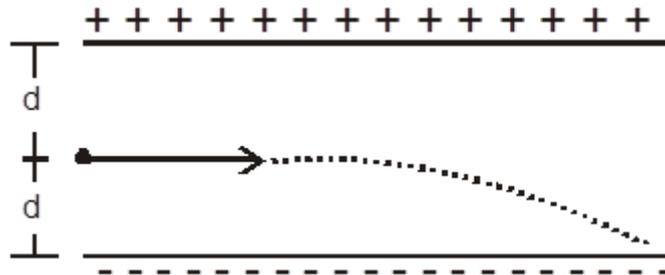
A opção que representa o potencial elétrico  $V$ , devido a essas cargas, ao longo do eixo  $Ox$ , é





**17. (AFA)**

Considere o campo elétrico uniforme criado por duas placas planas e paralelas. um próton e uma partícula  $\alpha$  são lançados com a mesma velocidade  $\vec{V}_0$  paralelas às placas, como mostra a figura.

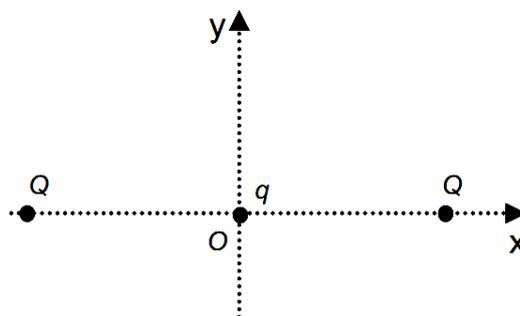


Sabendo-se que a partícula  $\alpha$  é o núcleo do átomo de hélio (He), constituída, portanto, por 2 prótons e 2 nêutrons, a razão  $\frac{d_p}{d_\alpha}$  entre as distâncias horizontais percorridas pelo próton ( $d_p$ ) e pela partícula  $\alpha$  ( $d_\alpha$ ) até colidirem com a placa negativa é:

- A)  $\frac{1}{4}$
- B)  $\frac{1}{2}$
- C)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- D)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$

**18. (AFA)**

Duas esferas eletrizadas com carga  $Q$  são mantidas fixas, em pontos equidistantes de um ponto  $O$  onde é colocada uma terceira esfera de carga  $q$ .

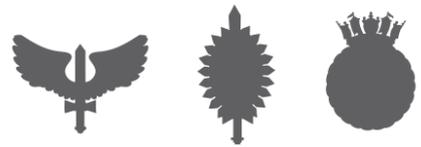


Considere as afirmativas:

- I- Se  $Q \cdot q > 0$  haverá equilíbrio estável de  $q$  em relação a  $Ox$ .
- II- Se  $Q \cdot q < 0$  haverá equilíbrio instável de  $q$  em relação a  $Oy$ .
- III- Tanto para  $Q \cdot q > 0$  ou  $Q \cdot q < 0$  o equilíbrio de  $q$  será indiferente.

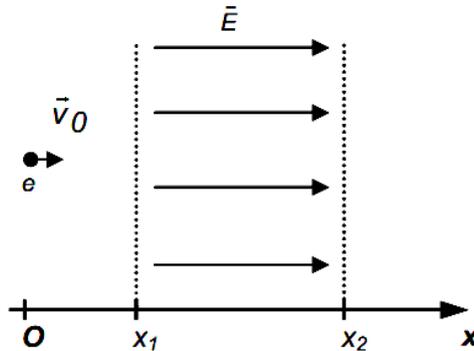
É (são) correta(s):

- A) apenas I e II.
- B) apenas II e III.
- C) apenas I.
- D) I, II e III.

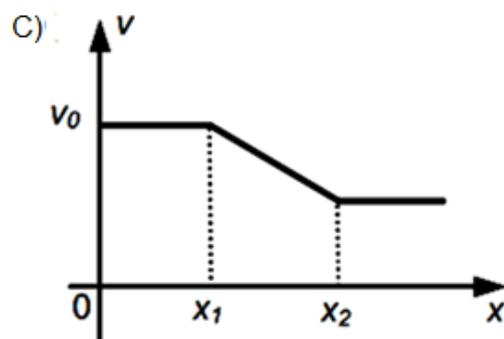
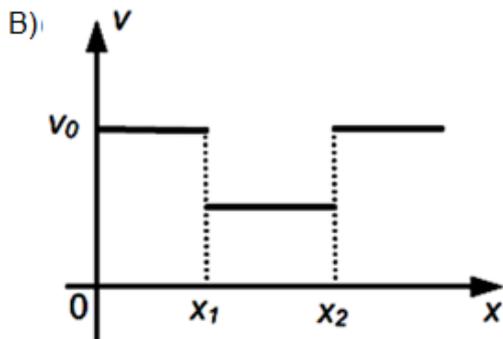
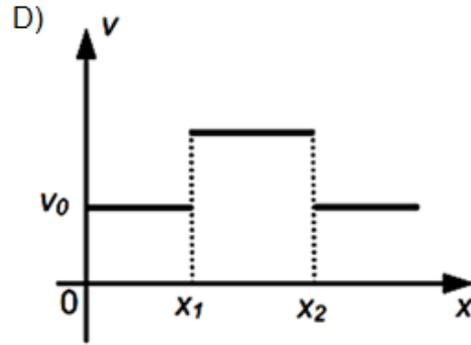
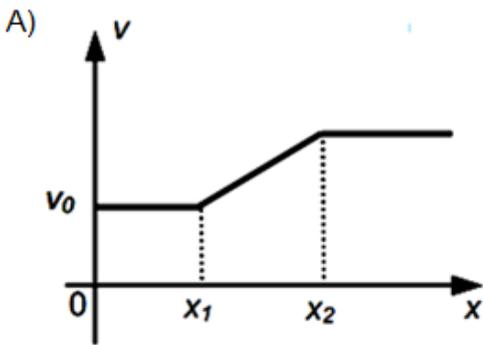


19. (AFA)

Um elétron desloca-se na direção  $x$ , com velocidade inicial  $\vec{v}_0$ . Entre os pontos  $x_1$  e  $x_2$ , existe um campo elétrico uniforme, conforme mostra a figura abaixo.

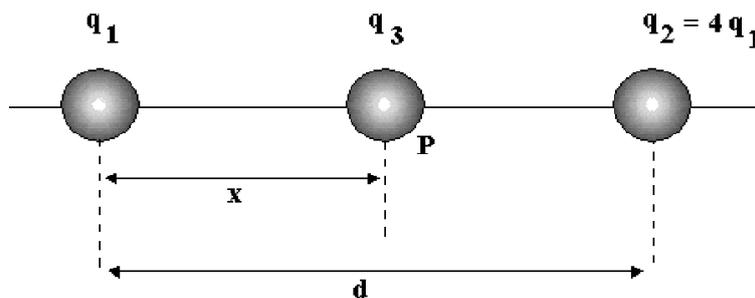


Desprezando o peso do elétron, assinale a alternativa que **MELHOR** descreve o módulo da velocidade  $v$  do elétron em função de sua posição  $x$ .



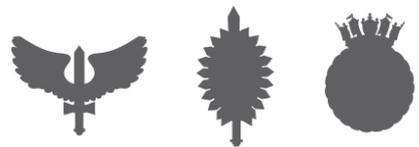
20. (AFA)

Duas cargas pontuais positivas,  $q_1$  e  $q_2 = 4q_1$ , são fixadas a uma distância  $d$  uma da outra. Uma terceira carga negativa  $q_3$  é colocada no ponto P entre  $q_1$  e  $q_2$ , a uma distância  $x$  da carga  $q_1$ , conforme mostra a figura.



Para que as forças sobre a carga  $q_3$  sejam nulas, o valor de  $x$  é:

- A)  $d/2$
- B)  $d/3$
- C)  $d/4$
- D)  $d/6$

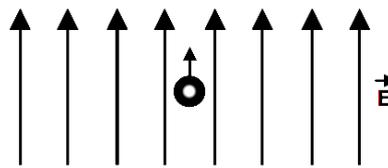


**21. (AFA)**

Três esferas condutoras de raio  $R$ ,  $3R$  e  $5R$  e eletrizadas, respectivamente, com quantidade de cargas iguais a  $-10 \mu\text{C}$ ,  $-30 \mu\text{C}$  e  $+13 \mu\text{C}$  estão muito afastadas entre si. As esferas são, então, interligadas por fios metálicos de capacitância desprezível até que o sistema atinja completo equilíbrio. Nessa situação, o valor da quantidade de carga, em microcoulombs, da esfera de raio  $3R$  é:

- A)  $-9$ .
- B)  $-3$ .
- C)  $3$ .
- D)  $9$ .

**22. (AFA)** Uma gota de óleo de massa  $m$  e carga  $q$  é solta em uma região de campo elétrico uniforme  $E$ , conforme mostra a figura.

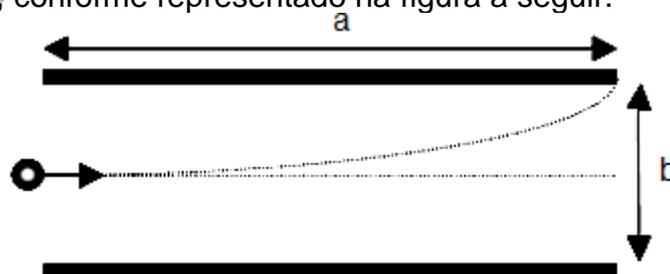


Mesmo sob o efeito da gravidade a gota move-se para cima com aceleração  $g$ . O módulo do campo elétrico é:

- A)  $E = \frac{2mg}{q}$
- B)  $E = \frac{2mq}{g}$
- C)  $E = \frac{2qg}{m}$
- D)  $E = \frac{2m}{qg}$

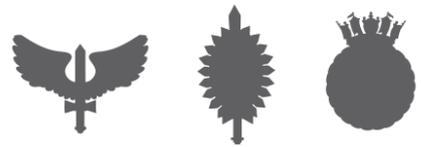
**23. (AFA)**

Uma partícula de carga  $q$  e massa  $m$  é lançada com velocidade  $v$ , perpendicularmente ao campo elétrico uniforme produzido por placas paralelas de comprimento  $a$ , distanciadas de  $b$  entre si. A partícula penetra no campo num ponto equidistante das placas e sai tangenciando a borda da placa superior, conforme representado na figura a seguir.



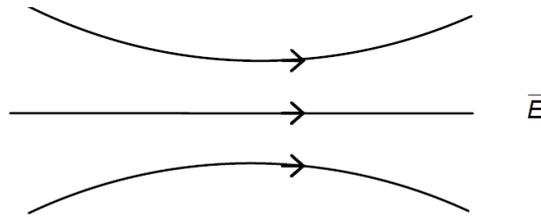
Desprezando a ação gravitacional, a intensidade do campo elétrico é:

- A)  $\frac{b^2mv}{qa}$
- B)  $\frac{bmv}{2qa^2}$
- C)  $\frac{b^2mv^2}{qa}$
- D)  $\frac{bmv^2}{qa^2}$



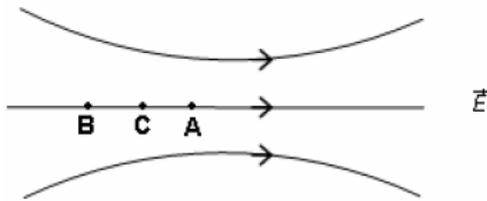
24. (AFA)

A figura abaixo representa as linhas de força de um determinado campo elétrico.

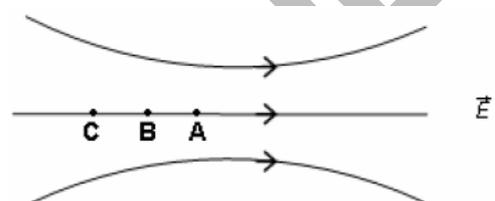


Sejam  $V_A$ ,  $V_B$  e  $V_C$  os potenciais eletrostáticos em três pontos A, B e C, respectivamente, com  $0 < V_A - V_C < V_B - V_C$ , pode-se afirmar que a posição desses pontos é melhor representada na alternativa:

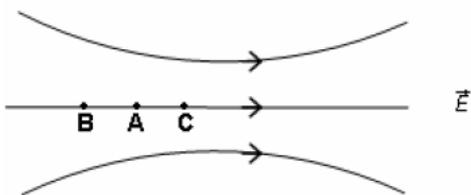
A)



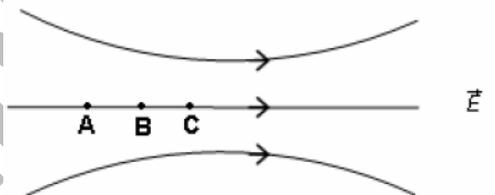
B)



C)

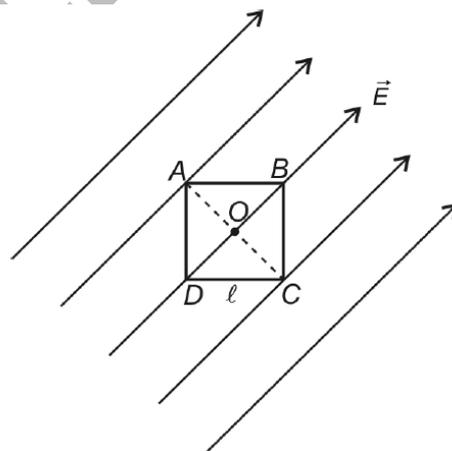


D)



25. (AFA)

A figura abaixo ilustra um campo elétrico uniforme, de módulo  $E$ , que atua na direção da diagonal BD de um quadrado de lado  $\ell$ .



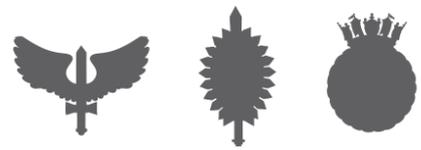
Se o potencial elétrico é nulo no vértice D, pode-se afirmar que a ddp entre A e o ponto O, intersecção das diagonais do quadrado, é

A) nula

B)  $\ell \frac{\sqrt{2}}{2} E$

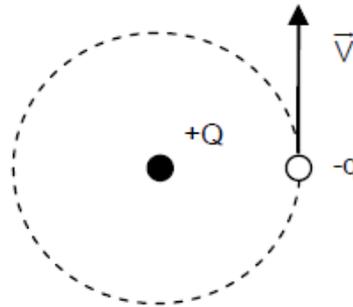
C)  $\ell \sqrt{2} E$

D)  $\ell E$



**26. (AFA)**

Uma partícula de massa  $m$  e carga elétrica negativa gira em órbita circular com velocidade escalar constante de módulo igual a  $v$ , próximo a uma carga positiva fixa, conforme ilustra a figura.



Desprezando a interação gravitacional entre as partículas e adotando a energia potencial elétrica nula quando elas estão infinitamente afastadas, é correto afirmar que a energia deste sistema é igual a

- A)  $-\frac{\sqrt{2}}{2}mv^2$
- B)  $+\frac{1}{2}mv^2$
- C)  $+\frac{\sqrt{2}}{2}mv^2$
- D)  $-\frac{1}{2}mv^2$

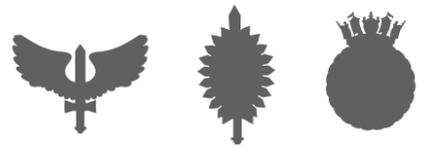
**27. (AFA)**

Uma partícula A, de massa  $m$  e carga elétrica  $q$ , está em repouso no momento em que uma segunda partícula B, de massa e carga elétrica iguais às de A, é lançada com velocidade de módulo igual a  $v_0$ , na direção  $x$ , conforme a figura abaixo.



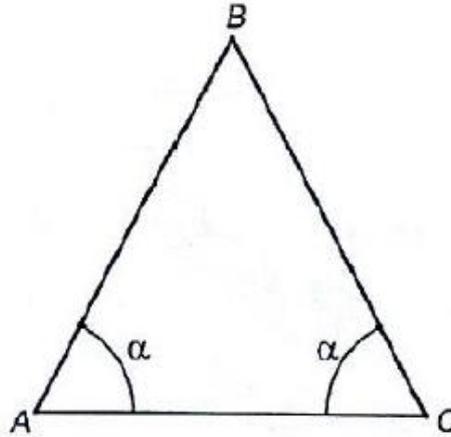
A partícula B foi lançada de um ponto muito distante de A, de tal modo que, no instante do lançamento, as forças elétricas coulombianas entre elas possam ser desprezadas. Sendo  $K$  a constante eletrostática do meio e considerando apenas interações eletrostáticas entre essas partículas, a distância mínima entre A e B será igual

- A)  $\frac{8mv_0^2}{3Kq^2}$
- B)  $\frac{3Kv_0^2}{4mq^2}$
- C)  $2\frac{Kq}{mv_0^2}$
- D)  $4\frac{Kq^2}{mv_0^2}$



**28. (AFA)**

Três cargas elétricas puntiformes  $q_A$ ,  $q_B$  e  $q_C$  estão fixas, respectivamente nos vértices A, B e C de um triângulo isósceles, conforme indica a figura abaixo.

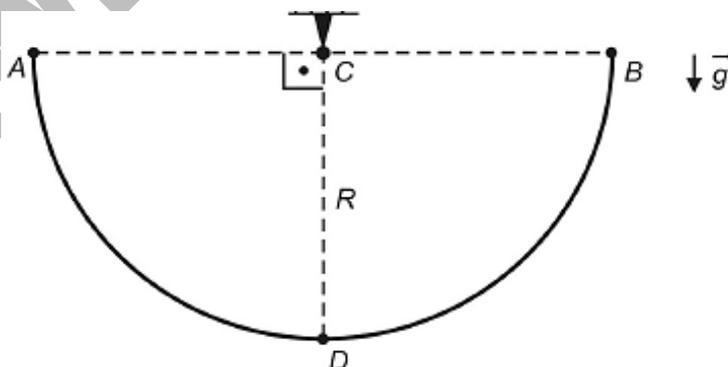


Considerando  $F_A$  o módulo da força de interação entre as cargas  $q_A$  e  $q_C$ ;  $F_B$ , o módulo da força elétrica entre as cargas  $q_B$  e  $q_C$  e sabendo-se que a força resultante sobre a carga  $q_C$  é perpendicular ao lado AB e aponta para dentro do triângulo, pode-se afirmar, certamente, que a relação entre os valores das cargas elétricas é:

- A)  $\frac{q_A + q_C}{q_B} < 0$       B)  $\frac{q_A + q_C}{q_B} > 0$   
 C)  $0 < \frac{q_A}{q_B} < 4 \frac{F_A}{F_B}$       D)  $0 < \left| \frac{q_A}{q_B} \right| < \frac{F_B}{F_A}$

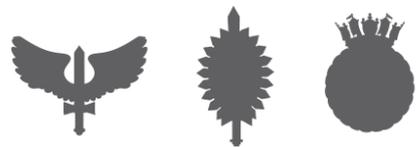
**29. (AFA)**

Uma pequenina esfera vazada, no ar, com carga elétrica igual a  $1 \mu\text{C}$  e massa  $10 \text{ g}$ , é perpassada por um aro semicircular isolante, de extremidades A e B, situado num plano vertical. Uma partícula carregada eletricamente com carga igual a  $4 \mu\text{C}$  é fixada por meio de um suporte isolante, no centro C do aro, que tem raio R igual a  $60 \text{ cm}$ , conforme ilustra a figura abaixo.



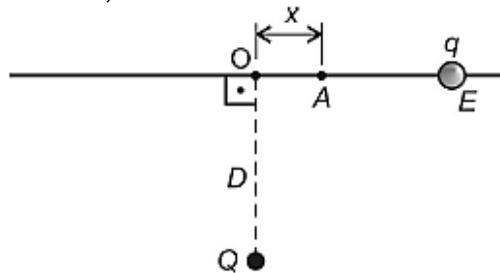
Despreze quaisquer forças dissipativas e considere a aceleração da gravidade constante. Ao abandonar a esfera, a partir do repouso, na extremidade A, pode-se afirmar que a intensidade da reação normal, em newtons, exercida pelo aro sobre ela no ponto mais baixo ponto D) de sua trajetória é igual a:

- A) 0,20      B) 0,40  
 C) 0,50      D) 0,60



**30. (AFA)**

A figura abaixo mostra uma pequena esfera vazada E, com carga elétrica  $q = +2,0 \cdot 10^{-5} \text{ C}$  e massa 80 g, perpassada por um eixo retilíneo situado num plano horizontal e distante  $D = 3 \text{ m}$  de uma carga puntiforme fixa  $Q = -3,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ .

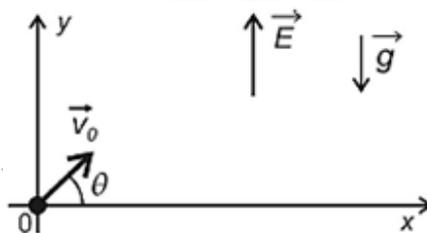


Se a esfera for abandonada, em repouso, no ponto A, a uma distância  $x$ , muito próxima da posição de equilíbrio O, tal que,  $\frac{x}{D} \ll 1$  a esfera passará a oscilar de MHS, em torno de O, cuja pulsação é, em rad/s, igual a:

- A) 1/3
- B) 1/4
- C) 1/2
- D) 1/5

**31. (AFA)**

Uma partícula de massa  $m$  e carga elétrica  $-q$  é lançada com um ângulo  $\theta$  em relação ao eixo  $x$ , com velocidade igual a  $\vec{v}_0$ , numa região onde atuam um campo elétrico  $\vec{E}$  e um campo gravitacional  $\vec{g}$ , ambos uniformes e constantes, conforme indicado na figura abaixo.



Desprezando interações de quaisquer outras naturezas com essa partícula, o gráfico que melhor representa a variação de sua energia potencial ( $\Delta E_p$ ) (em função da distância ( $d$ ) percorrida na direção do eixo  $x$ ), é:

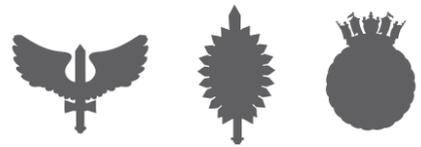
- A)
- B)
- C)
- D)



GABARITO

01. C	02. D	03. A	04. A	05. A	06. A	07. B	08. B	09. D	10. D	11. C	12. A
13. A	14. B	15. C	16. A	17. C	18. C	19. D	20. B	21. A	22. A	23. D	24. C
25. A	26. D	27. D	28. C	29. B	30. C	31. B					

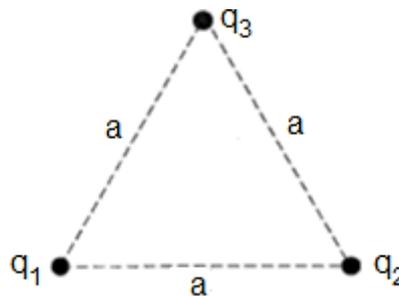
MAXWELL VIDEOAULAS



**ELETROSTÁTICA - TESTES DE REVISÃO**

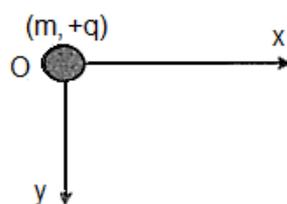
1. (EN) Suponha um sistema isolado de três partículas de mesma massa,  $m = 3,0 \cdot 10^{-17} \text{ kg}$ , carregadas positivamente e fixadas nos vértices de um triângulo equilátero de lado  $a = 2,0 \text{ m}$ , conforme indica a figura. As partículas possuem as seguintes cargas,  $q_1 = q_2 = 8,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  e  $q_3 = 5,0 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ . Considere o sistema no vácuo e as interações gravitacionais desprezíveis. Suponha, agora, que a partícula  $q_3$  seja liberada, enquanto  $q_1$  e  $q_2$  permanecem fixas nas mesmas posições. Qual a velocidade da partícula  $q_3$ , em m/s, quando esta estiver a  $5,0 \text{ m}$  de distância da partícula  $q_1$ ?

Dado:  $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$

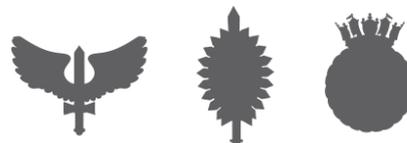


- a)  $2,4 \cdot 10^7$
- b)  $1,2 \cdot 10^7$
- c)  $2,4 \cdot 10^6$
- d)  $1,2 \cdot 10^6$
- e)  $2,4 \cdot 10^5$

2. (EN) Uma partícula, de massa  $m = 40,0$  gramas e carga elétrica  $q = 8,0 \text{ mC}$ , encontra-se inicialmente fixa na origem do sistema coordenado XOY (veja a figura abaixo). Na região, existe um campo elétrico uniforme  $\vec{E} = 100,0 \hat{i} \text{ (N/C)}$ . A partícula é solta e passa a se mover na presença dos campos elétrico e gravitacional  $[|\vec{g}| = 10,0 \hat{j} \text{ (m/s}^2\text{)}]$ . No instante em que a coordenada  $x = 40,0 \text{ cm}$ , energia cinética da partícula, em joule, é:



- a)  $30,0 \cdot 10^{-2}$
- b)  $35,0 \cdot 10^{-2}$
- c)  $40,0 \cdot 10^{-2}$
- d)  $45,0 \cdot 10^{-2}$
- e)  $47,0 \cdot 10^{-2}$



3. (EN) A figura 1 mostra o gráfico da velocidade em função do tempo de uma partícula de massa  $m$  e carga elétrica  $-q$  que se move entre as placas de um capacitor plano de placas paralelas (figura 2). Na região entre as placas existe um campo elétrico uniforme e o meio é vácuo. Se, no instante  $t = 0$ , a partícula possui velocidade  $\vec{v}_0 = (2,00 \cdot 10^5) \cdot \hat{i}$  (m/s) no sentido positivo de  $x$  o módulo da aceleração, em  $\text{m/s}^2$ , é aproximadamente igual a?

Dados:  $\sqrt{39} = 6,245$ ;  $\sqrt{40} = 6,324$ ;  
 $\sqrt{41} = 6,403$ ;  $\sqrt{42} = 6,481$

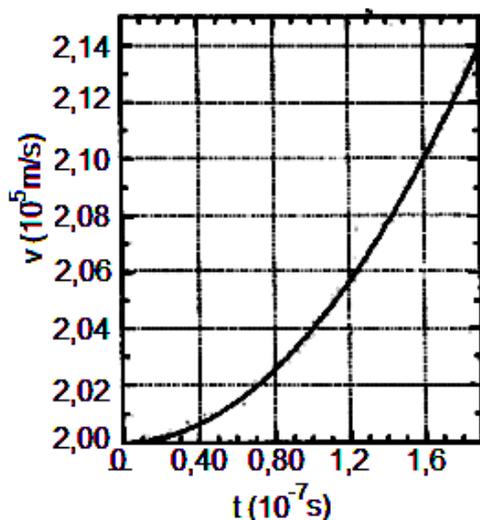


Figura 1

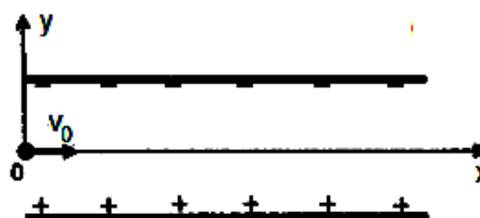
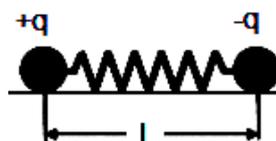


Figura 2

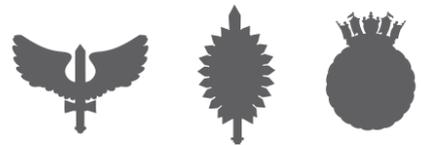
- a)  $3,00 \cdot 10^{10}$
- b)  $4,00 \cdot 10^{10}$
- c)  $3,00 \cdot 10^{11}$
- d)  $3,50 \cdot 10^{11}$
- e)  $4,00 \cdot 10^{11}$

4. (EN) Duas pequenas esferas, de raios desprezíveis estão carregadas com cargas elétricas de mesmo valor absoluto e sinais contrários, sendo mantidas afastadas uma da outra, por meio de uma mola ideal não condutora de constante elástica igual a  $25,0 \text{ N/m}$ . Sabe-se que a distância  $L = 36,0 \text{ cm}$ . As duas cargas elétricas formam um sistema no vácuo que possui energia potencial eletrostática de valor absoluto igual a  $0,90 \text{ J}$ . O comprimento  $L_0$ , em centímetros, da mola não deformada é:

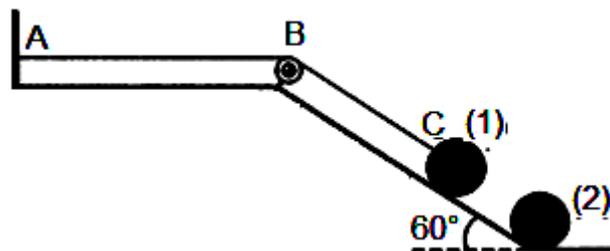
Dado:  $k_{\text{vácuo}} = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$



- a) 41,0
- b) 46,0
- c) 51,0
- d) 56,0
- e) 61,0

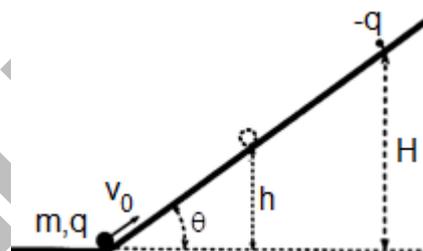


5. (EN) Na figura abaixo, uma corda inextensível ABC (densidade linear igual a 20,0 g/m) tem uma extremidade presa na parede e, depois de passar por uma polia ideal, é tracionada por uma pequena esfera metálica (1), que possui massa  $m_1 = \frac{0,700}{\sqrt{3}}$  kg e carga elétrica  $q_1 = +2,50 \mu\text{C}$ . Outra pequena esfera metálica (2), de mesmo raio, está presa na base do plano inclinado, possuindo massa  $m_2 = 0,500$  kg e carga elétrica  $q_2 = -2,00 \mu\text{C}$ . Sabe-se que a distância entre os centros das esferas é de 10 cm, o meio entre as esferas tem constante eletrostática de  $9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$  e o trecho AB da corda, de comprimento igual a 50,0 cm, vibra num padrão de onda estacionária e frequência igual a 100 Hz. O harmônico correspondente é o:  
 Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$



- a) primeiro  
 b) segundo  
 c) terceiro  
 d) quinto  
 e) sexto

6. (EN) A esfera de massa  $m$  e carga positiva  $+q$  sob o plano inclinado, que forma um ângulo  $\theta$  com a horizontal, sob a ação das forças exercidas pela gravidade e pela partícula de carga negativa  $-q$ , fixada na altura  $H$  (conforme a figura abaixo). Despreze os atritos.

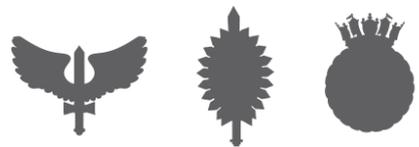


A velocidade inicial da esfera  $\vec{v}_0$  e o ângulo  $\theta$  do plano inclinado são tais que, ao chegar á altura  $h$  ( $h < H$ ), a esfera atinge a condição de equilíbrio instável. Analise as seguintes afirmativas:

- I- No deslocamento da esfera até a altura  $h$ , a energia potencial gravitacional do sistema esfera-terra aumenta, enquanto a energia potencial eletrostática do sistema esfera-partícula diminui.  
 II- A energia cinética inicial da esfera é maior ou igual ao produto do seu peso pela altura  $h$ .  
 III- A diferença entre as alturas  $H$  e  $h$  é igual a  $\sqrt{\frac{k \cdot q^2 \cdot \text{sen} \theta}{m \cdot g}}$ , onde  $g$  é o módulo da aceleração da gravidade e  $k$  a constante eletrostática do meio.  
 IV. Como a carga elétrica total do sistema esfera-partícula é nula, o trabalho da força eletrostática que atua na esfera também é nulo.

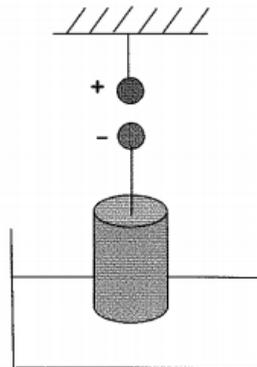
Assinale a opção que contém apenas as afirmativas corretas:

- a) I e II  
 b) I e III  
 c) II e III  
 d) II e IV  
 e) I, II e III



**7. (EN)** Duas esferas carregadas (considerada cargas elétricas pontuais) possuem massas desprezíveis. A de cima possui carga elétrica  $q_1 = +3,0 \mu\text{C}$  e a de baixo possui carga elétrica  $q_2 = -4,0 \mu\text{C}$ . As duas esferas estão presas a fios ideais; um dos fios está preso ao teto e o outro preso a um cilindro maciço de massa específica igual a  $8,0 \text{ g/cm}^3$  e volume igual a  $1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ . O cilindro está parcialmente imerso em água (massa específica igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$ ) e em equilíbrio, de acordo com a figura abaixo. A distância entre as esferas é de 10 cm e meio entre elas tem comportamento de vácuo. O volume imerso do cilindro em relação ao seu volume total, em porcentagem, é:

Dados:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$  e  $k_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$



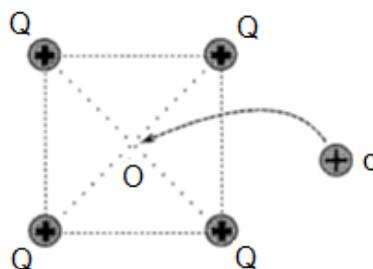
- a) 70%
- d) 80%

b) 74%

- c) 78%
- e) 82%

**8. (EN)** As quatro cargas  $Q$  idênticas, positivas e puntiformes, estão fixas nos vértices de um quadrado de lado  $L = \sqrt{2} \text{ m}$ , isolados e no vácuo (ver figura). Uma carga de prova positiva  $q = 0,10 \mu\text{C}$  é, então, cuidadosamente colocada no centro  $O$  da configuração. Como o equilíbrio instável, a carga  $q$  é repelida até atingir uma energia cinética constante de  $7,2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ . Desprezando a força gravitacional, o valor de cada carga  $Q$ , em microcoulombs, vale :

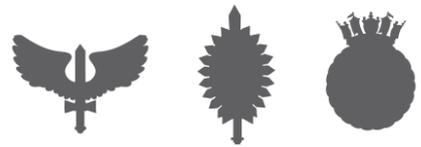
Dado:  $k_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2$



- a) 1,0
- d) 6,0

b) 2,0

- c) 4,0
- d) 8,0



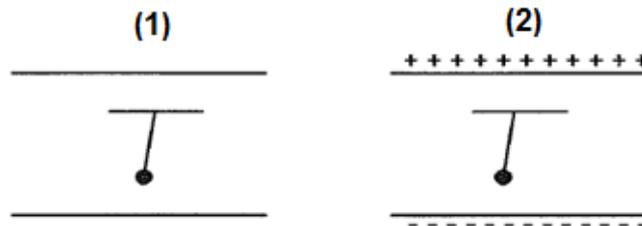
9. (EN) Observe a figura a seguir.



A figura acima mostra uma região de vácuo onde uma partícula puntiforme, de carga elétrica positiva  $q_1$  e massa  $m$ , está sendo lançada com velocidade  $v_0$  em sentido ao centro de um núcleo atômico fixo de carga  $q_2$ . Sendo  $K_0$  a constante eletrostática no vácuo e sabendo que a partícula  $q_1$  está muito longe do núcleo, qual será a distância mínima de aproximação,  $x$ , entre as cargas?

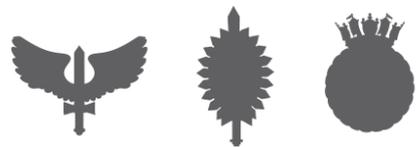
- a)  $\frac{k_0 q_1 q_2}{mv_0^2}$       b)  $\frac{2k_0 q_1 q_2}{mv_0^2}$       c)  $\frac{k_0 q_1 q_2}{2mv_0^2}$   
 d)  $\sqrt{\frac{k_0 q_1 q_2}{mv_0^2}}$       e)  $\sqrt{\frac{k_0 q_1 q_2}{2mv_0^2}}$

10. (EN) Observe a figura a seguir.

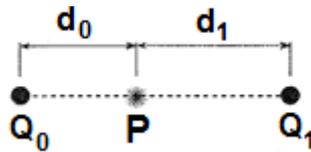


As figuras acima mostram um pêndulo simples formado por uma pequena esfera de massa  $m$  e carga elétrica positiva  $q$ . O pêndulo é posto para oscilar, com pequena amplitude, entre as placas paralelas de um capacitor plano a vácuo. A esfera é suspensa por um fio fino, isolante e inextensível de comprimento  $L$ . Na figura 1, o capacitor está descarregado e o pêndulo oscila com um período  $T_1$ . Na figura 2, o capacitor está carregado, gerando em seu interior um campo elétrico constante de intensidade  $E$ , e observa-se que o pêndulo oscila com um período  $T_2$ . Sabendo-se que a aceleração da gravidade é  $g$ , qual é a expressão da razão entre os quadrados dos períodos,  $(T_1/T_2)^2$ ?

- a)  $1 + \frac{qE}{mg}$       b)  $1 - \frac{qE}{mg}$       c)  $L + \frac{qE}{mgL}$   
 d)  $L - \frac{qE}{mgL}$       e)  $1 - \frac{qE}{mgL}$



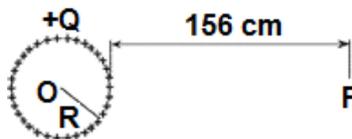
11. (EN) Analise a figura a abaixo.



Duas cargas puntiformes desconhecidas  $Q_0$  e  $Q_1$  estão fixas em pontos distantes,  $d_0$  e  $d_1$ , do ponto P, localizado sobre a reta que une as cargas (ver figura). Supondo que, se um elétron é cuidadosamente colocado em P e liberado do repouso, ele se desloca para direita (no sentido da carga  $Q_1$ ), sendo assim, pode-se afirmar que, se  $Q_0$  e  $Q_1$

- a) são positivas, então  $d_1 < d_0$
- b) são negativas, então  $d_0 < d_1$
- c) têm sinais contrários,  $Q_1$  é a carga negativa.
- d) têm sinais contrários,  $Q_0$  é a carga positiva.
- e) têm o mesmo sinal, o campo elétrico resultante em P aponta para a esquerda.

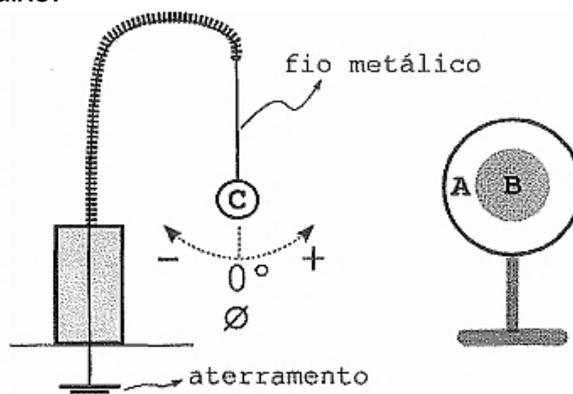
12. (EN) Analise a figura a abaixo



Uma casca esférica metálica fina, isolada, de raio  $R = 4,00$  cm e carga  $Q$ , produz um potencial elétrico igual a  $10,0$  V no ponto P, distante  $156$  cm da superfície da casca (ver figura). Suponha agora que o raio da casca esférica foi alterado para um valor quatro vezes menor. Nessa nova configuração, a ddp entre o centro da casca e o ponto P, em kV, será:

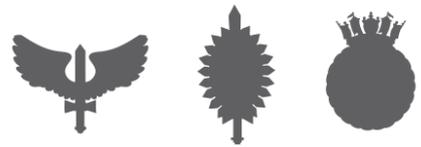
- a) 0,01
- b) 0,39
- c) 0,51
- d) 1,59
- e) 2,00

13. (EN) Analise a figura abaixo.

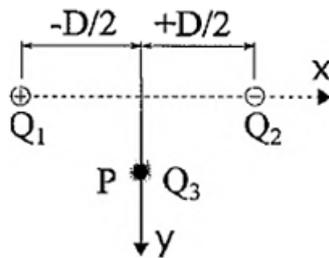


Na figura acima temos uma esfera AB, maciça, de material isolante elétrico, dividida em duas regiões concêntricas, A e B. Em B há um excesso de carga elétrica  $Q$ , de sinal desconhecido. A região A está eletricamente neutra. No pêndulo eletrostático temos a esfera metálica C aterrada por um fio metálico. Ao se aproximar a esfera isolante AB da esfera metálica C pela direita, conforme indica a figura, qual será a inclinação  $\phi$  do fio metálico?

- a) Negativa, se  $Q < 0$ .
- b) Nula, se  $Q < 0$ .
- c) Positiva, independente do sinal de  $Q$ .
- d) Negativa, se  $Q > 0$ ,
- e) Nula, independente do sinal de  $Q$ .



14. (EN) Analise a figura abaixo.



As cargas pontuais  $Q_1 = +q_0$  e  $Q_2 = -q_0$  estão equidistantes da carga  $Q_3$ , que também possui módulo igual a  $q_0$ , mas seu sinal é desconhecido. A carga  $Q_3$  está fixada no ponto P sobre o eixo y, conforme indica a figura acima. Considerando  $D = 2,0$  m e  $kq_0^2 = 10$  N.m<sup>2</sup> (k é a constante eletrostática), qual a expressão do módulo da força elétrica resultante em  $Q_3$ , em newtons, e em função de y?

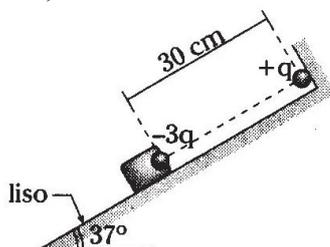
- a)  $\frac{20y}{y^2 + 1}$
- b)  $\frac{20}{\sqrt{(y^2 + 1)^3}}$
- c)  $\frac{20}{\sqrt{y^2 + 1}}$
- d)  $\frac{20y}{\sqrt{(y^2 + 1)^3}}$
- e) depende do sinal da carga  $Q_3$

TESTES SELECIONADOS

01.

Um bloco de madeira de 50 g que tem aderida uma pequena esfera eletrizada de massa desprezível, se matem a posição mostrada; determine  $q$ .

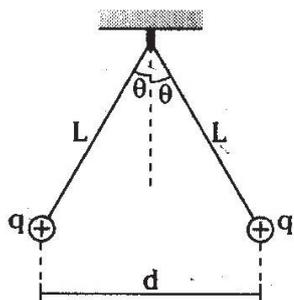
Dado:  $\text{sen}37^\circ = 0,6$



- a)  $1\mu\text{C}$
- b)  $2\mu\text{C}$
- c)  $3\mu\text{C}$
- d)  $4\mu\text{C}$
- e)  $5\mu\text{C}$

02.

De acordo com a figura o sistema está em equilíbrio.



Qual a tração nos fios ideais e isolantes?

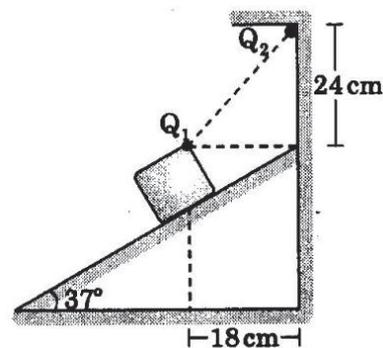
- a)  $\frac{kq^2d}{L}$
- b)  $\frac{kq^2L}{d^2}$
- c)  $\frac{kq^2L^2}{d^2}$
- d)  $\frac{2kq^2L}{d^3}$
- e)  $\frac{4kq^2L}{d^3}$

03.

Um bloco de 10kg se encontra em equilíbrio como mostra a figura. Determine a quantidade de carga elétrica  $Q_1$  da partícula incrustada no bloco de madeira. Considere o plano inclinado liso.

Dados:

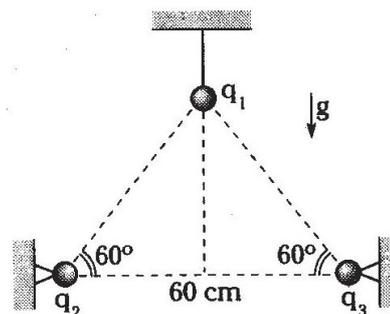
$g = 10\text{m/s}^2$ ;  $Q_2 = -20\mu\text{C}$ ;  $\text{sen}37^\circ = 0,6$



- a)  $+27,35\mu\text{C}$
- b)  $+24,25\mu\text{C}$
- c)  $+30,25\mu\text{C}$
- d)  $+31,25\mu\text{C}$
- e)  $+12,25\mu\text{C}$

04.

A esfera eletrizada de 20 g de massa suspensa por um fio isolante e ideal se mantém em repouso tal como mostrada na figura.



Determine a tração no fio.

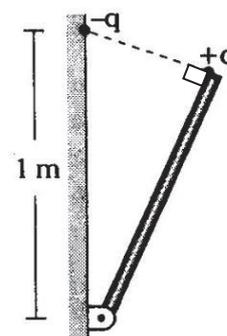
Dados:

$q_1 = -q_2 = -q_3 = 4\mu\text{C}$ ;  $g = 10\text{m/s}^2$

- a) 0,1 N
- b) 0,2 N
- c) 0,3 N
- d) 0,4 N
- e) 0,9 N

05.

O sistema da figura encontra-se em equilíbrio.



Determine a distância entre as partículas eletrizadas.

Dados:

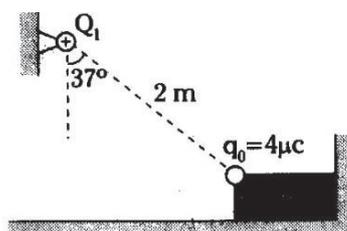
$$|q| = \sqrt{6} \mu\text{C}; m_{\text{BARRA}} = 300 \text{ g}; g = 10 \text{ m/s}^2$$

- a) 1 m
- b) 80 cm
- c) 60 cm
- d) 40 cm
- e)  $10\sqrt[3]{36}$  cm

06.

Determine o valor de  $Q_1$ , para que a reação da parede sobre o bloco seja de 270 N.

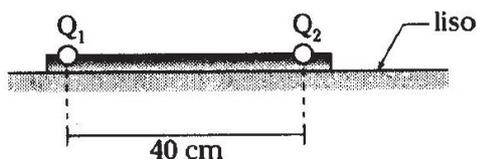
Dado:  $\sin 37^\circ = 0,6$



- a) 10 mC
- b) 20 mC
- c) 40 mC
- d) 30 mC
- e) 50 mC

07.

Determine o valor da tração na barra de madeira.



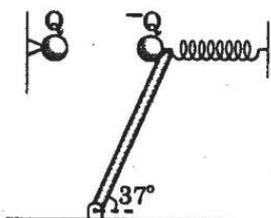
Dados:

$$Q_1 = 10 \mu\text{C}; Q_2 = 20 \mu\text{C}$$

- a) 50 N
- b) 20 N
- c) 40 N
- d) 11,25 N
- e) 25 N

08.

Se a barra de madeira homogênea de massa igual a 1,5 kg se encontra em equilíbrio.



Determine a distância que separa as esferas eletrizadas para que a mola não deforme.

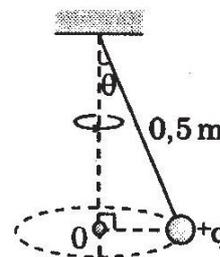
Dados:

$$Q = 5 \mu\text{C}, g = 10 \text{ m/s}^2 \text{ e } \sin 37^\circ = 0,6$$

- a) 25cm
- b) 18cm
- c) 30cm
- d) 20cm
- e) 15cm

09.

A esfera de 40 g presa a uma corda ideal gira em torno de um ponto O onde existe uma partícula eletrizada com  $Q = -9 \mu\text{C}$ .



Determine a velocidade angular da esfera afim de que  $\theta$  não varie.

Dados:

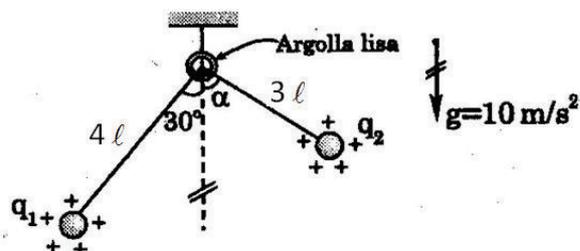
$$q = +1 \mu\text{C}; g = 10 \text{ m/s}^2; \sin \theta = 0,6$$

- a) 8 rad/s
- b) 5 rad/s
- c) 10 rad/s
- d) 20 rad/s
- e) 6 rad/s

10.

O sistema mostra duas partículas de massas  $m_1$  e  $m_2$ , eletrizadas tal como mostra na figura abaixo. Elas estão interligadas entre si por uma corda ideal isolante que passa por uma argola lisa. Determine  $\alpha$ .

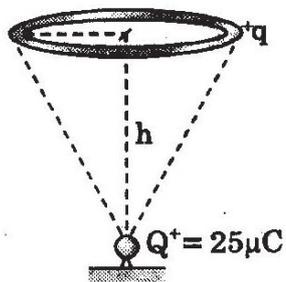
Dado:  $5m_1 = 6m_2$



- a) 53°
- b) 30°
- c) 60°
- d) 37°
- e) 45°

11.

Um anel eletrizado com carga elétrica  $+q$  se encontra em equilíbrio, determine o valor de sua massa se este se encontra eletrizado uniformemente com carga elétrica  $q = 5\mu\text{C}$ .



Dados:

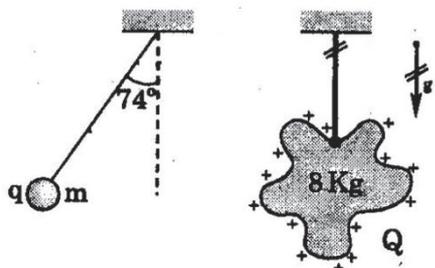
$R = 30\text{ cm}$ ;  $h = 40\text{ cm}$ ;  $g = 10\text{ m/s}^2$

- a) 7 kg
- b) 0,36 kg
- c) 4 kg
- d) 8,68 kg
- e) 5 kg

12.

A figura mostra uma esfera de dimensões desprezíveis e quantidade de carga  $q = 8\text{ mC}$  em equilíbrio. Se a tração na corda ideal é  $0,1\text{ N}$ .

Dados:  $m = 10\text{ g}$ ;  $g = 10\text{ m/s}^2$ ;  $\text{sen}37^\circ = 0,6$



Determine a força elétrica que se manifesta no corpo eletrizado com carga elétrica  $Q$ .

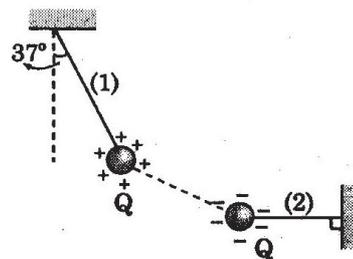
Dados:

$m = 10\text{ g}$ ;  $g = 10\text{ m/s}^2$

- a) 0,12 N
- b) 0,81 N
- c) 0,48 N
- d) 0,096 N
- e) 0,1 N

13.

De acordo com a figura duas esferas idênticas de massas iguais a  $100\text{ g}$  cada uma, se as esferas eletrizadas se mantêm em equilíbrio.



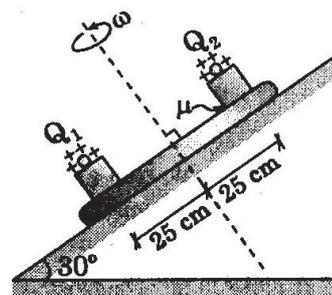
Determine a tração no fio (1).

Dados:  $g = 10\text{ m/s}^2$ ;  $\text{sen}37^\circ = 0,6$

- a) 2,5 N
- b) 3 N
- c) 5 N
- d) 5,5 N
- e) 1 N

14.

De acordo com a figura o disco foi colocado para girar um velocidade angular crescente.



Determine a partir de que valor da velocidade angular os blocos idênticos de massa cada  $8\text{ kg}$  vão ficar na iminência de deslizar.

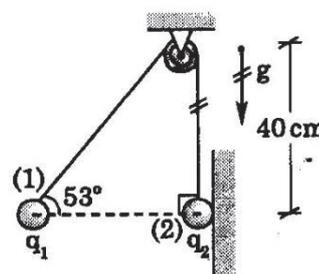
Dados:

$g = 10\text{ m/s}^2$ ;  $Q_1 = 50\text{ }\mu\text{C}$ ;  $Q_2 = 10\text{ }\mu\text{C}$ ;  $\mu_c = \frac{\sqrt{3}}{3}$

- a)  $\sqrt{2}\text{ rad/s}$
- b)  $3\sqrt{3}\text{ rad/s}$
- c)  $1\text{ rad/s}$
- d)  $8\text{ rad/s}$
- e)  $\sqrt{5}\text{ rad/s}$

15.

Sabendo que o sistema mostrado na figura está em equilíbrio.



Determine  $q_1$ .

Despreze todos os atritos.

Dados:

$g=10\text{m/s}^2$ ;  $q_2=-4,5 \text{ nC}$ ;  $m_2=60\text{g}$ ;  $\text{sen}37^\circ = 0,6$

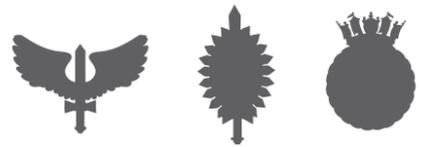
a)  $-200\mu\text{C}$

b)  $+250\mu\text{C}$

c)  $-800\mu\text{C}$

d)  $+120\mu\text{C}$

e)  $-160\mu\text{C}$

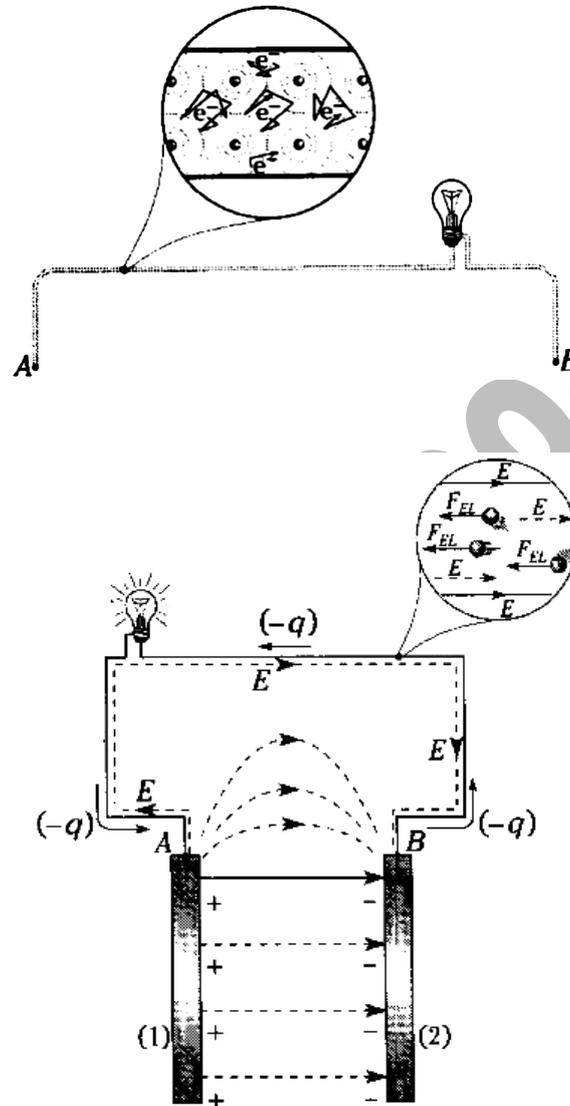


**ELETRODINÂMICA**

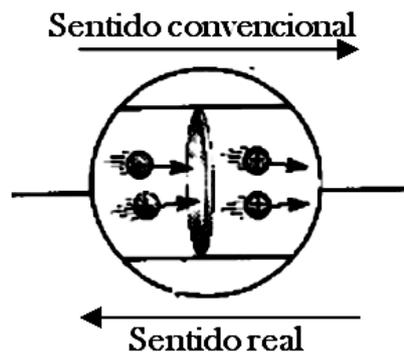
**ELETRODINÂMICA**

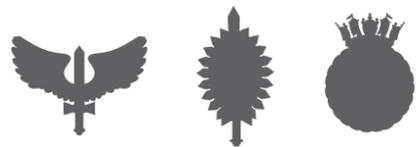
**Corrente elétrica**

É o movimento ordenado de carga elétrica num condutor quando este é submetido a uma diferença de potencial.

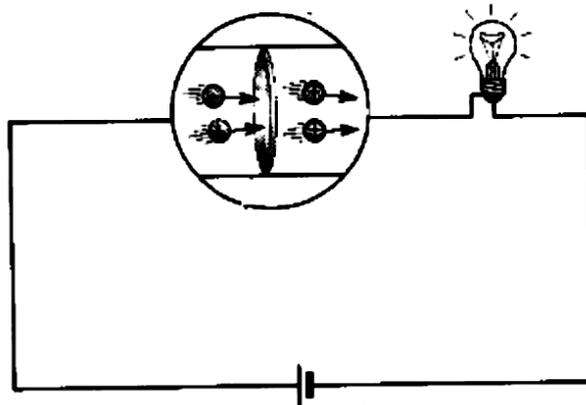


**Sentido real e sentido convencional**



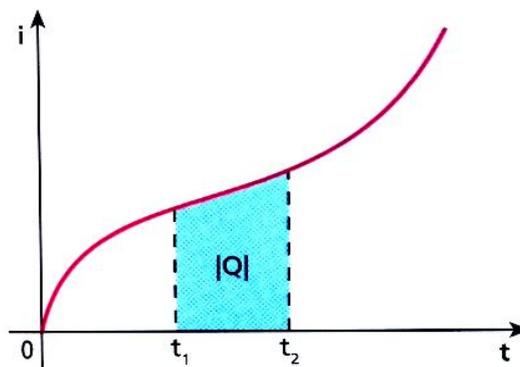


## Intensidade da corrente elétrica



$$i = \frac{Q}{\Delta t} \left[ \text{No S.I. } \frac{\text{C}}{\text{s}} = \text{ampère} = \text{A} \right]$$

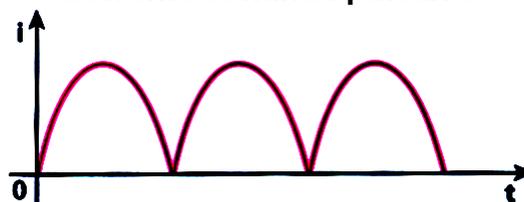
## Diagrama da corrente versus tempo



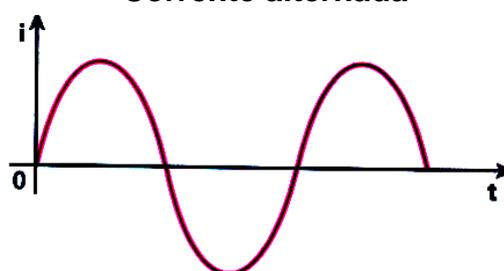
### Nota:

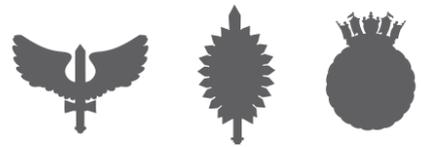
A **corrente contínua** é aquela que tem sentido constante. As fontes de corrente contínua são aquelas que **especificam polos positivo e negativo**. Já, a **corrente alternada** é aquela em que o seu sentido muda periodicamente. Neste caso, as fontes de corrente alternada **não vêm especificando os polos**.

### Corrente contínua pulsante

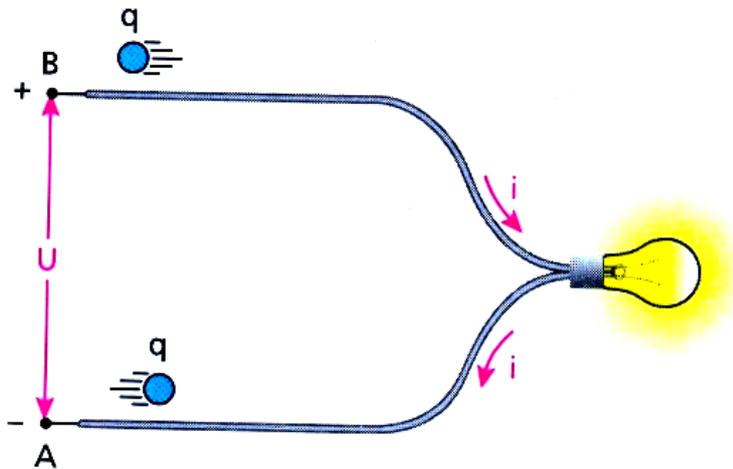


### Corrente alternada





## Potência e energia elétrica

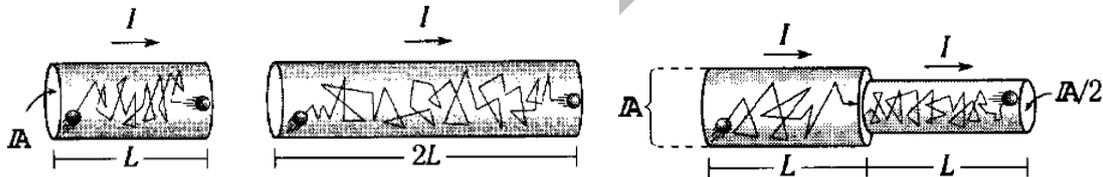


$$P = i \cdot U \text{ e } E = P \cdot \Delta t$$

### Resistência elétrica e lei de Ohm

A **resistência elétrica R** é a dificuldade imposta pelo condutor à passagem da corrente elétrica.

A **resistência elétrica R** é diretamente proporcional ao **comprimento do condutor L** e inversamente proporcional a **área da secção transversal S**. Desse modo, temos:



$$R = \rho \frac{L}{S}$$

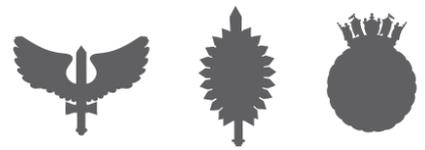
$\rho$ : resistividade elétrica (No S.I.  $\Omega m$ )

A **condutividade elétrica  $\sigma$**  é o inverso da **resistividade elétrica  $\rho$** .

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

TABELA DA CONDUTIVIDADE

Material	Condutividade (Sm/mm <sup>2</sup> )
Prata	62,5
Cobre	61,7
Ouro	43,5
Alumínio	34,2
Tungstênio	18,18
Zinco	17,8
Bronze	14,9



**Lei de Ohm**

Quando a temperatura de um condutor é mantida constante a **ddp U** passa a ser diretamente proporcional a **intensidade da corrente elétrica i**. Desse modo, temos:

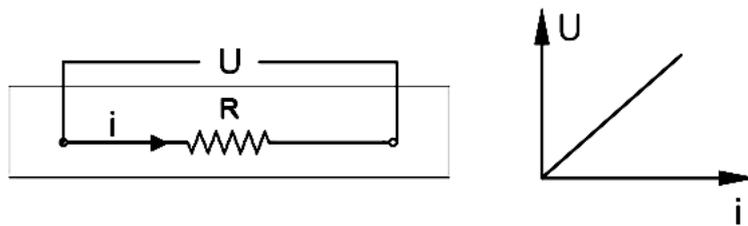
$$U = R \cdot i \therefore R = \frac{U}{i} \left[ \text{No S.I. } \frac{V}{A} = \text{ohm}(\Omega) \right]$$

**Atenção!**

Todo condutor que apresenta **resistência elétrica constante** e denominado de **condutor ôhmico**.

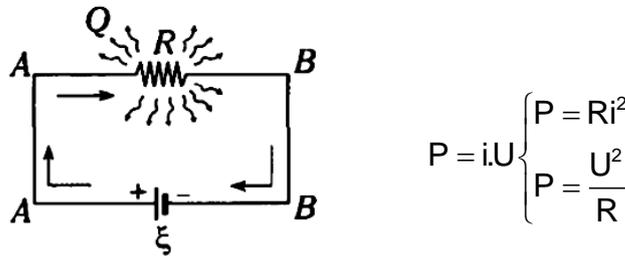
**Resistor**

O resistor recebe energia elétrica e transforma integralmente em energia térmica por efeito joule.



$U = R \cdot i$   
Equação do resistor

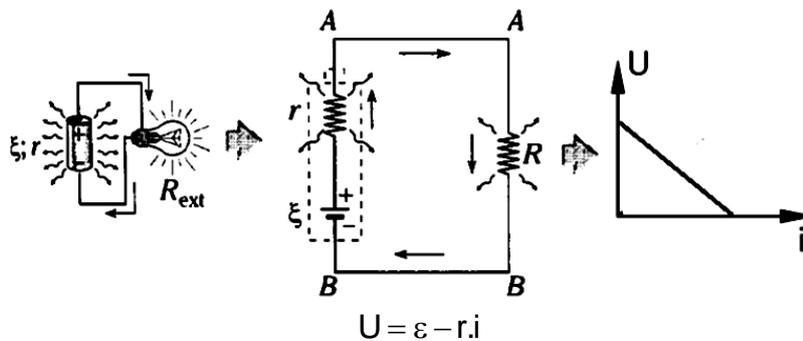
**Efeito Joule**



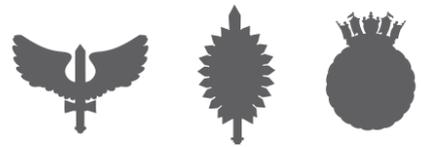
$Q = P \cdot \Delta t \therefore Q = Ri^2 \Delta t$  (Lei de Joule)

**Gerador**

Transforma parte de outras formas de energia em energia elétrica e o restante se dissipa em calor por efeito Joule.

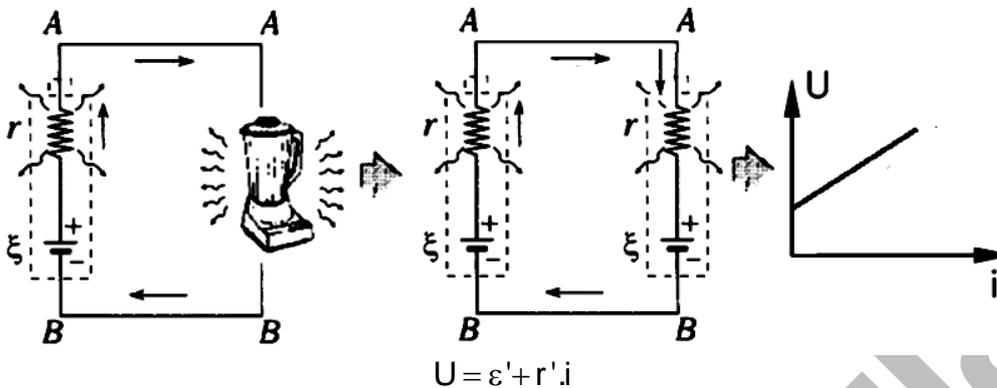


- $\epsilon$  : força eletromotriz (fem)
- $r$  : resistência interna
- $U$  : ddp dos terminais do gerador
- $i$  : corrente que atravessa o gerador



**Receptor**

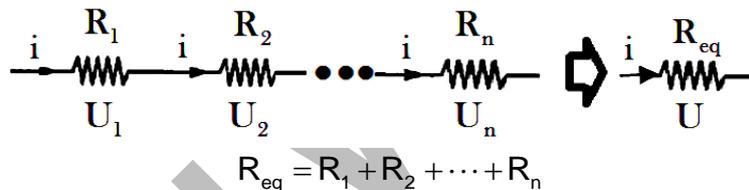
Transforma parte da energia elétrica em outras formas de energia e o restante se dissipa em calor por efeito Joule.



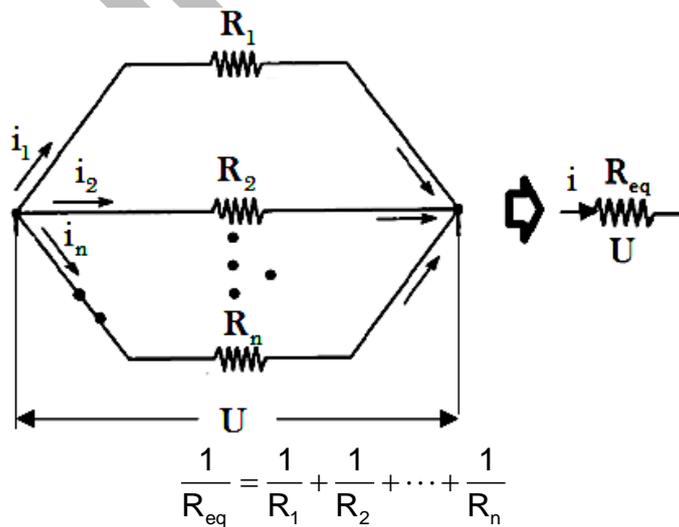
- $\epsilon'$ : força contraeletromotriz (fcem)
- $r'$ : resistência interna
- $U$ : ddp dos terminais do receptor
- $i$ : corrente que atravessa o receptor

**Associações de resistores**

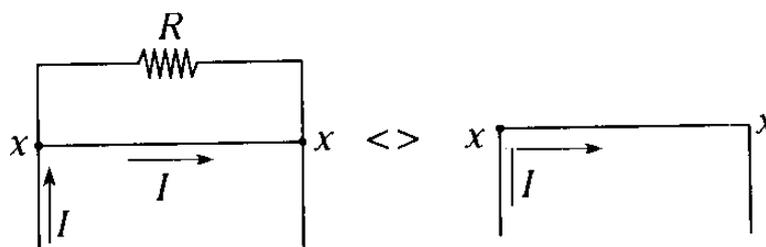
**Série**



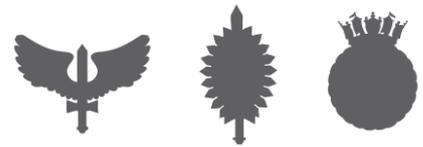
**Paralelo**



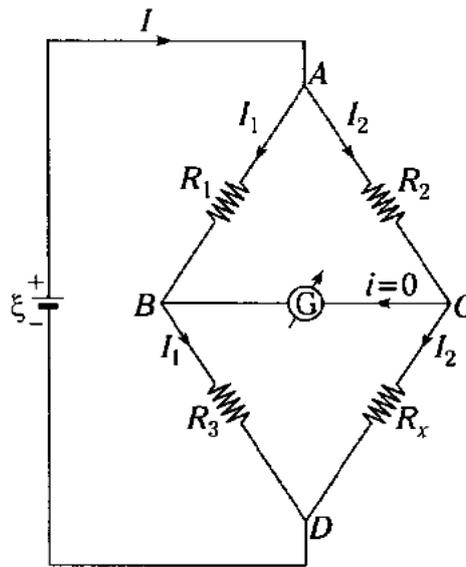
**Curto-circuito**







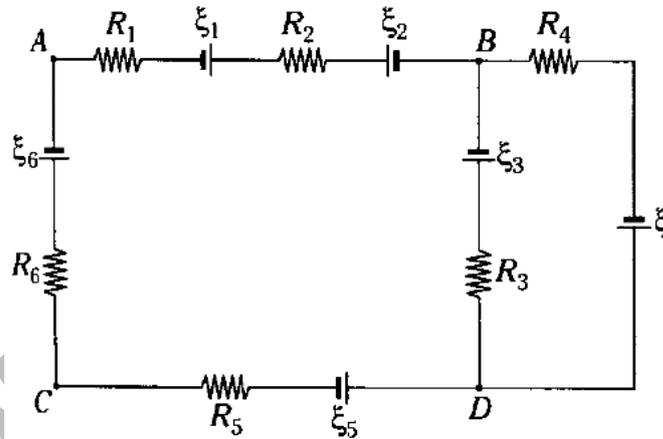
Ponte de Wheatstone



$$R_1 \cdot R_x = R_2 \cdot R_3$$

Ponte Wheatstone em equilíbrio

Lei de ohm generalizada

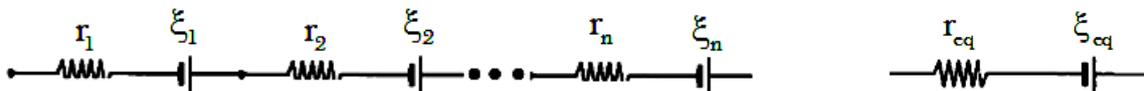


Para um determinado trecho  
 $V_0 - V = (\sum R)i + \sum f_{cem} - \sum f_{em}$

Para uma malha  
 $(\sum R)i + \sum f_{cem} - \sum f_{em} = 0$

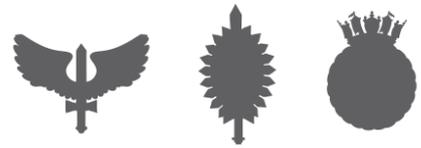
Associações de geradores

Série

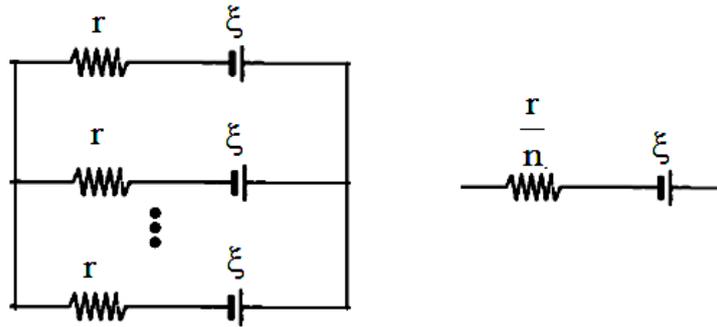


$$r_{eq} = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

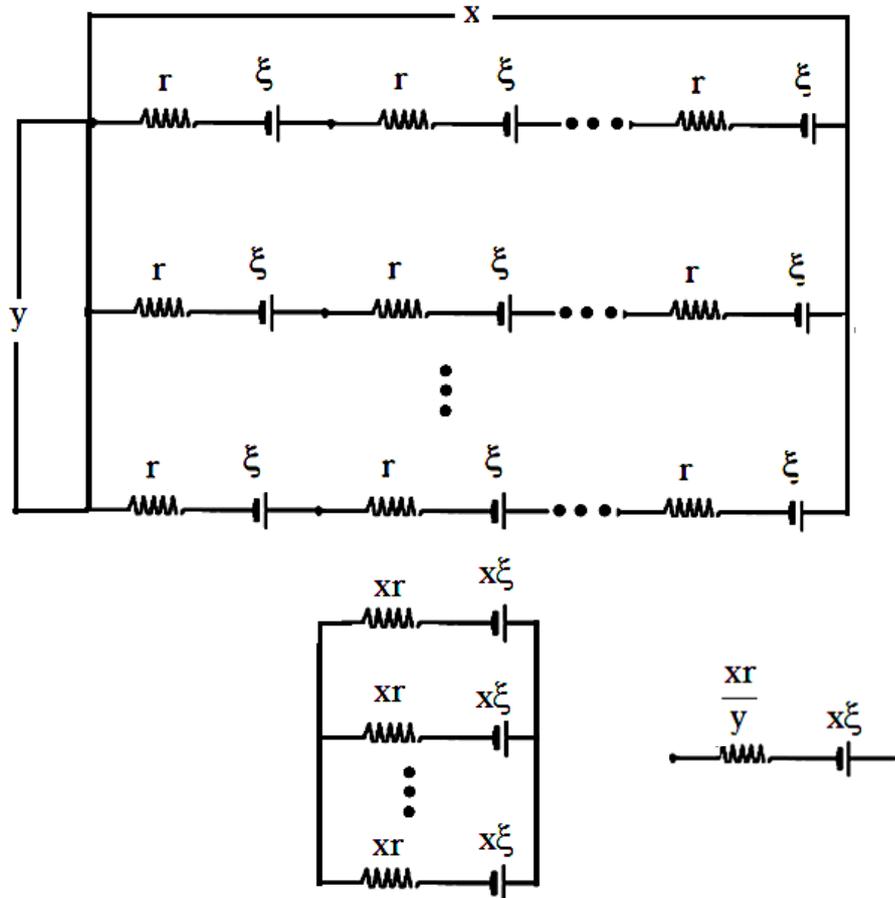
$$\xi_{eq} = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_n$$



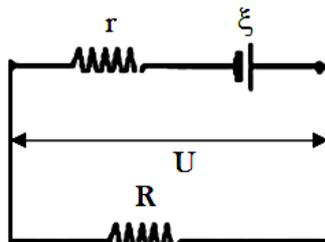
Paralelo



Série e paralelo



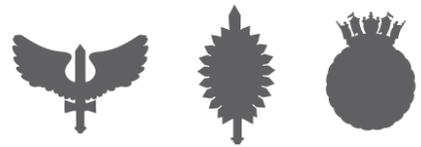
Gerador com potência máxima



$$R = r$$

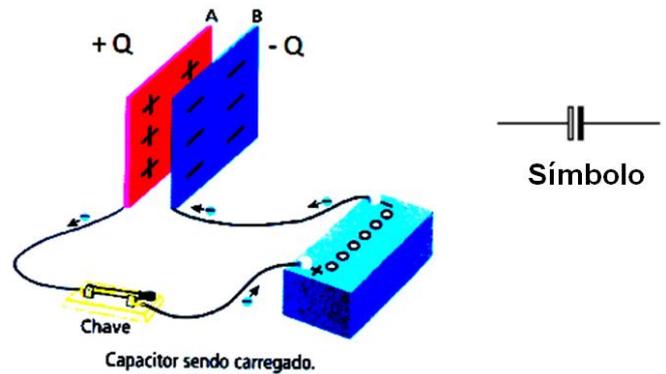
$$\eta = 50\%$$

$$U = \frac{\xi}{2}$$



**Capacitor**

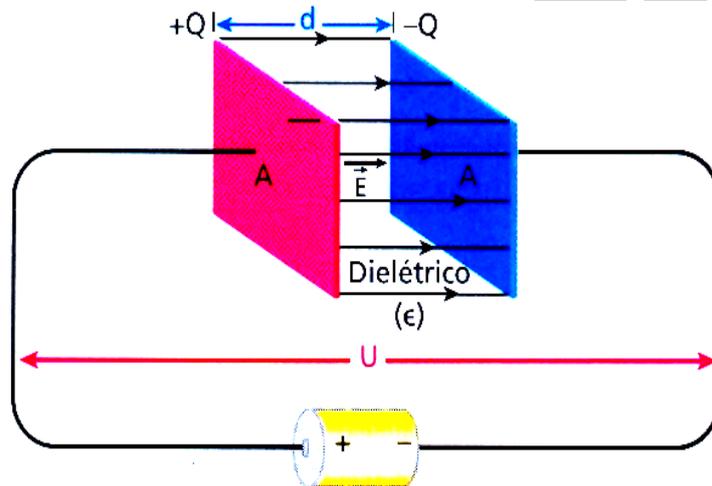
O capacitor é um dispositivo constituído de dois condutores (armaduras) que estão separados por um **dielétrico (Rigidez dielétrica grande)**, cuja finalidade, é isolar as armaduras e evitar que elas se descarreguem, uma na outra, inutilizando o capacitor. A **rigidez dielétrica** é a máxima intensidade de campo elétrico que um isolante suporta, caso ela seja ultrapassada o isolante se transforma em condutor.



Capacitância  $\Rightarrow C = \frac{Q}{U} \therefore Q = CU$

Energia  $\Rightarrow E = \frac{QU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{Q^2}{2C}$

**Capacitor plano**

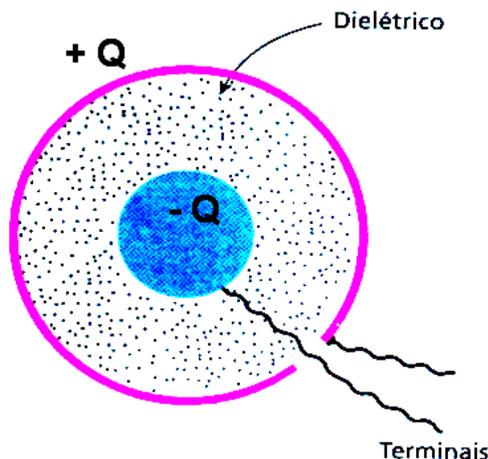


$C = \epsilon \frac{S}{d}$

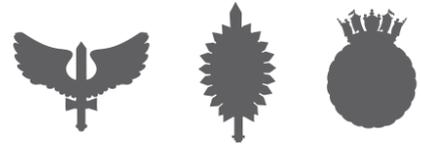
$\epsilon$  : permissividade do dielétrico

$\epsilon = \epsilon_r \cdot \epsilon_0$

**Capacitor esférico**

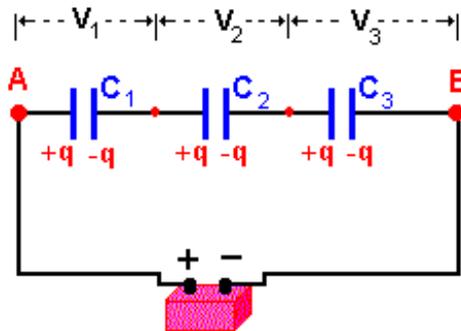


$C = 4\pi\epsilon \left( \frac{R \cdot r}{R - r} \right)$



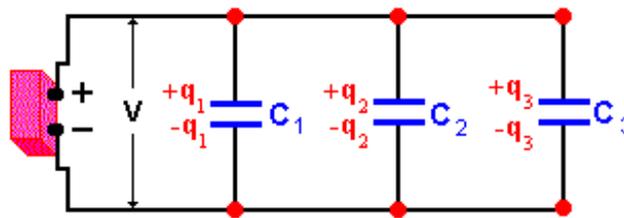
## Associações de capacitores

### Em série



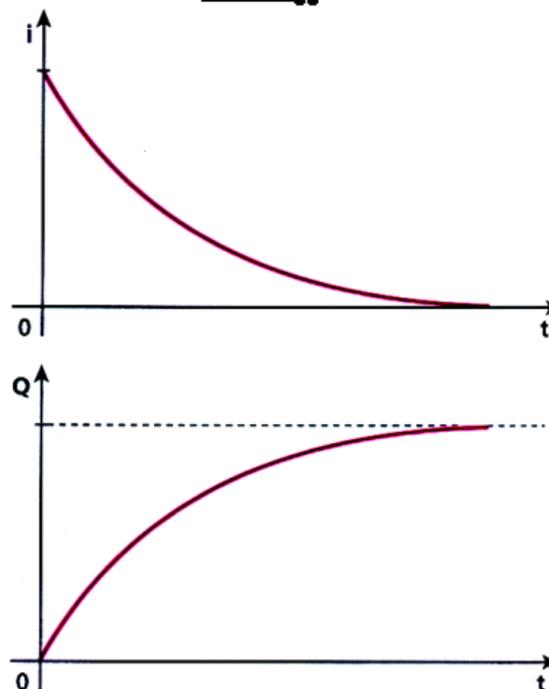
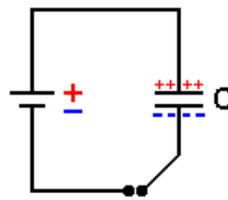
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

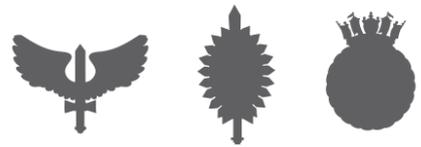
### Em paralelo



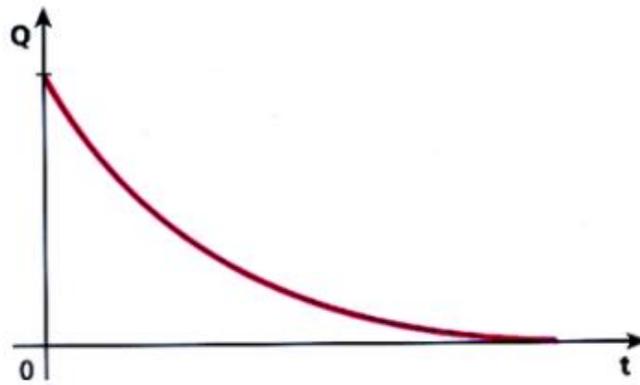
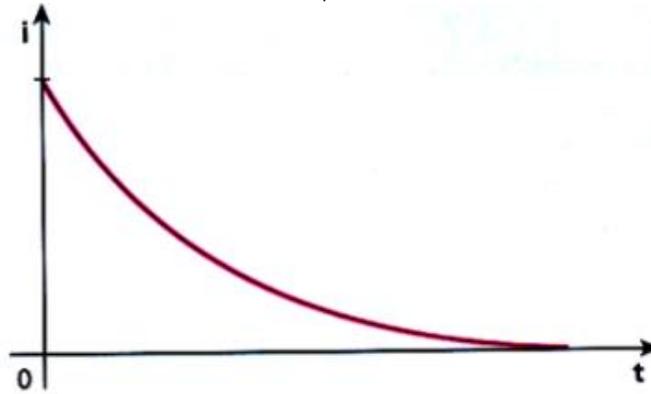
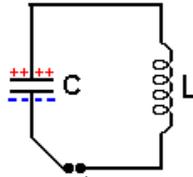
$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

### Capacitor carregando

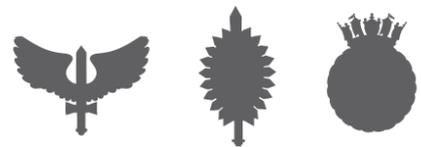




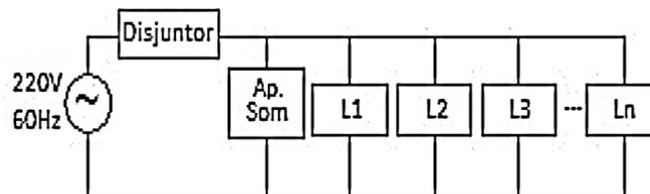
Capacitor descarregando



Maxwell



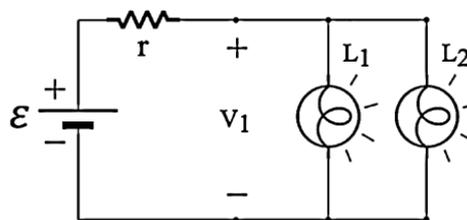
01. (EFOMM)



Um jovem deseja montar uma instalação elétrica para uma festa, como na figura dada. Serão ligados em paralelo um aparelho de som de 880 W e  $n$  lâmpadas de 150 W cada. A instalação é alimentada pela rede de 220 V / 60Hz e um disjuntor de 15 A. Quantas lâmpadas podem ser conectadas em paralelo ao aparelho de som, sem que o disjuntor desarme?

- A) 54
- B) 22
- C) 16
- D) 12
- E) 5

02. (EFOMM) No circuito da figura, cada uma das suas lâmpadas incandescentes idênticas dissipava 36 W sob uma tensão inicial  $V_1$  volts mantida pela bateria ( $\epsilon, r$ ). Quando, então, o filamento de uma delas se rompeu (anulando a corrente nessa lâmpada), observou-se que a tensão nas lâmpadas aumentou para o valor  $V_2 = \frac{4}{3} V_1$  volts. Considerando as lâmpadas comuns, a potência na lâmpada que permaneceu acesa, em watts, é:

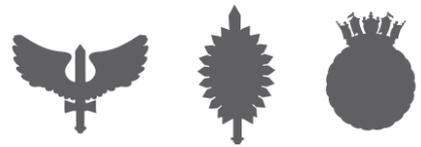


- A) 18
- B) 32
- C) 36
- D) 64
- E) 72

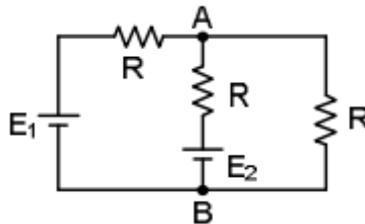
03. (EFOMM) Uma resistência de  $4\Omega$  percorrida por uma corrente elétrica de 10,0 A é mergulhada em 1,0 kg de água armazenada em um recipiente termicamente isolado. Se a água está na temperatura inicial de  $20,0^\circ\text{C}$ , o intervalo de tempo, em minutos, necessário para a temperatura da água aumentar até  $80,0^\circ\text{C}$  é:

Dados: calor específico da água =  $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$  e  $1,0 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$

- A) 8,40
- B) 10,5
- C) 12,6
- D) 15,7
- E) 18,3

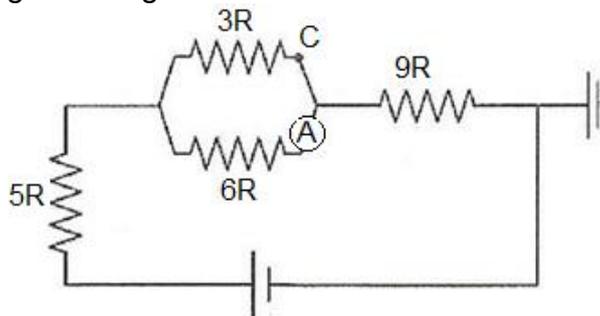


04. (EFOMM) Na figura, temos o esquema de um circuito, onde  $R = 4,0\Omega$ ,  $E_1 = 8,0V$  e  $E_2 = 4,0V$ . Qual é a diferença de potencial, em volts, entre os pontos A e B?



- A) 2  
D) 8
- B) 4
- C) 6  
E) 10

05. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



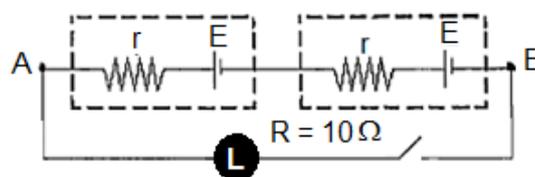
Considere o circuito acima, onde  $\varepsilon = 48V$  e  $R = 1,0\Omega$ . Suponha que o amperímetro A seja um aparelho ideal. Nestas condições, quais serão, respectivamente, o potencial elétrico, em volts, no ponto C e a leitura do amperímetro, e ampères?

- A) 18 e 1  
D) 22 e 3
- B) 18 e 3
- C) 20 e 2  
E) 27 e 1

06. (EFOMM) Considere a associação em paralelo de dois capacitores de mesma capacitância, que tem entre suas placas somente ar. Ligando esta associação a uma determinada fonte de tensão, verifica-se que os dois capacitores acumulam 300 J de energia. Se for preenchido o espaço entre as placas de um dos capacitores com um dielétrico de constante dielétrica  $k = 5$  e for mantido o circuito ligado à mesma fonte, a energia acumulada nos dois capacitores passará a ser, em joules, igual a:

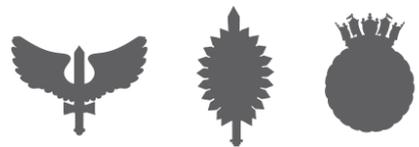
- A) 500  
D) 800
- B) 600
- C) 700  
E) 900

07. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



O esquema acima representa o circuito elétrico de uma lanterna com duas pilhas idênticas ligadas em série e uma lâmpada L com resistência  $R = 10\Omega$ . Com o circuito aberto, a ddp entre os pontos A e B é de 3,0 V. Quando o circuito é fechado a ddp entre os pontos A e B cai para 2,5 V. A resistência interna de cada pilha e a corrente elétrica do circuito fechado são, respectivamente, iguais a:

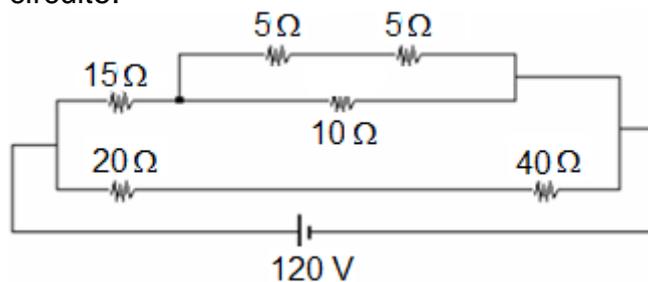
- A)  $0,5\Omega$  e 0,50 A  
D)  $0,5\Omega$  e 0,50 A
- B)  $1,0\Omega$  e 0,25 A
- C)  $1,0\Omega$  e 1,00 A  
E)  $1,5\Omega$  e 1,00 A



**08. (EFOMM)** Um electricista possui três lâmpadas com as seguintes especificações:  $L_1(40W - 100V)$ ,  $L_2(50W - 100V)$  e  $L_3(100W - 100V)$ . Ao ligar essas lâmpadas em série, formando um circuito alimentado por uma fonte de 220 V, o que acontecerá com elas?

- A)  $L_2$  brilhará intensamente e sem seguida queimará, enquanto as outras duas se apagarão, após brilharem fracamente.
- B)  $L_3$  brilhará intensamente e sem seguida queimará, enquanto as outras duas se apagarão, após brilharem fracamente.
- C)  $L_1$  brilhará intensamente e sem seguida queimará, enquanto as outras duas se apagarão, após brilharem fracamente.
- D)  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  queimarão simultaneamente, após brilharem intensamente.
- E)  $L_1$ ,  $L_2$  e  $L_3$  não queimarão, mas  $L_1$  brilhará mais intensamente que as outras duas.

**09. (EFOMM)** Observe o circuito.



No circuito acima pode-se afirmar que a corrente que atravessa o resistor de  $10\ \Omega$ , em am-pères, vale:

- A) 3
- B) 6
- C) 8
- D) 10
- E) 12

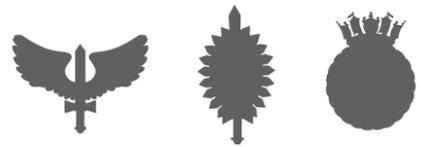
**10. (EFOMM)** No circuito do Radar de bordo, tem-se um capacitor de 22 microfarads em paralelo com outro de 8 microfarads e seu equivalente em série com um de 10 microfarads. A capacitância equivalente (em microfarads), considerando a ligação com esse terceiro capacitor, é de:

- A) 5,5
- B) 6,5
- C) 7,5
- D) 8,5
- E) 10,5

**11. (EFOMM)** Dimensione o disjuncto capaz de melhor proteger a instalação elétrica de um ramo do passadiço, ao qual estão ligados os dispositivos abaixo listados, supondo a tensão eficaz na rede 220 volts (valores das opções em ampères).

Dispositivo	Potência em kW
Radar - 1	2,01
GPS - 3	0,54
Repet. da giro	1,76
Lâmpadas	0,57

- A) 10
- B) 15
- C) 20
- D) 25
- E) 30



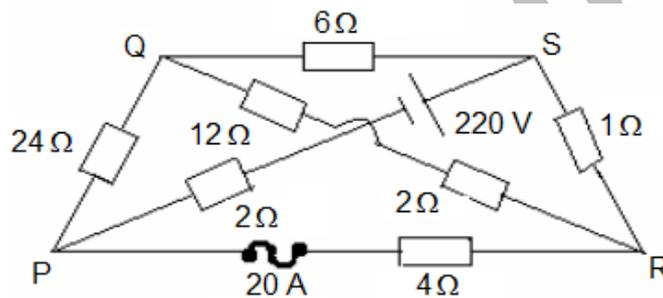
**12. (EFOMM)** Analise as afirmativas abaixo. Dada a seguinte situação: “um eletricista de bordo resolve proteger a instalação de uma bomba auxiliar de 3,2 kW, 220 volts monofásicos, com um disjuntor de 10 ampères”. Assim:

- I- o disjuntor protegerá a instalação no limite operacional, sem margens.
- II- o disjuntor desarmará, pois está subdimensionado.
- III- o eletricista deveria ter escolhido um disjuntor de 15 ampères.
- IV- é impossível dimensionar o disjuntor.

Assinale a alternativa correta.

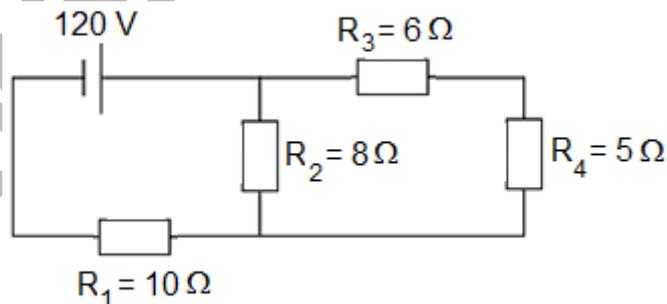
- A) As afirmativas I e IV são verdadeiras
- B) As afirmativas II e III são verdadeiras
- C) As afirmativas I e III são verdadeiras
- D) As afirmativas II e IV
- E) As afirmativas I, III e IV são verdadeiras

**13. (EFOMM)** A fim de melhor a associação de impedância entre a antena e um transmissor de HF (high frequency), utiliza-se o circuito abaixo. Num de seus ramos, existe um fusível capaz de proteger o resistor de  $4,0 \Omega$  de intensidade de corrente elétrica até 20 A. Com base nessa informação, pode-se dizer que após um certo tempo a ddp no resistor de  $24 \Omega$  vale, em volts, aproximadamente:



- A) 100
- B) 120
- C) 158
- D) 175
- E) 197

**14. (EFOMM)**

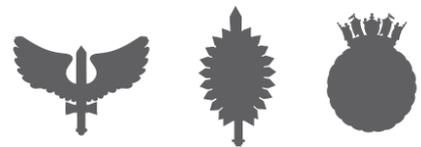


Parte do circuito de um detector de fumaça de bordo está acima representada; a energia dissipada (em joules) pelo resistor  $R_4$ , em 21 minutos de funcionamento, é, aproximadamente:

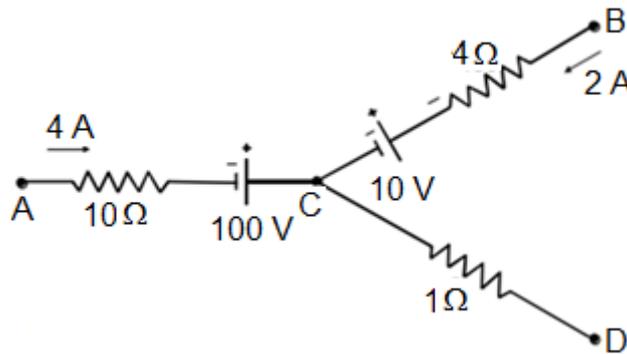
- A) 3341
- B) 4567
- C) 5876
- D) 6721
- E) 7155







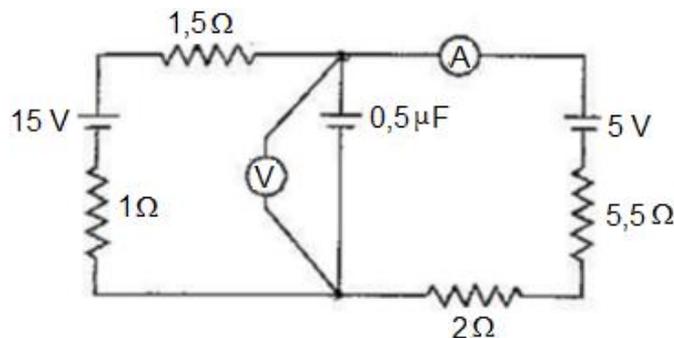
24. (EFOMM)



A figura acima representa um circuito elétrico de corrente contínua. Considerando os dados nela apresentados, qual é a diferença de potencial (ddp) entre os pontos A e B (de “A” para “B”)?

- A) + 60 V  
 B) 0 V  
 C) – 54 V  
 D) – 62 V  
 E) – 78 V

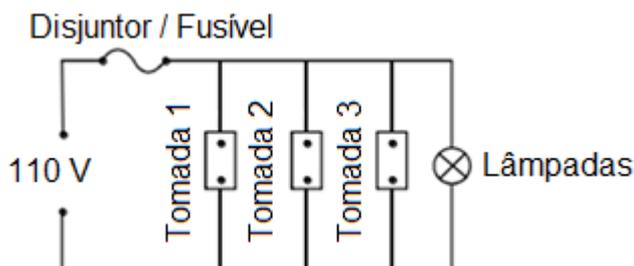
25. (EFOMM)



O circuito elétrico ilustrado na figura acima representa uma montagem para a leitura de diferença de potencial do capacitor e da amperagem do circuito. As leituras no voltímetro e amperímetro, bem como a carga no capacitor, após a estabilização do circuito, são, respectivamente:

- A) 1 V, 4 A, 6 μC  
 B) 8 V, 4 A, 6 μC  
 C) 12,5 V, 1 A, 6,25 μC  
 D) 10 V, 24 A, 5 μC  
 E) 10 V, 2 A, 8 μC

26. (EFOMM)



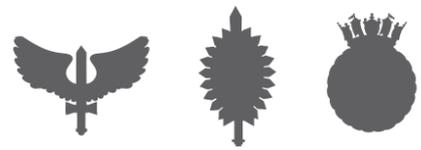
Os aparelhos abaixo funcionam em 110 V

Tomada 1	Som / 5 A
Tomada 2	TV / 880 W
Tomada 3	Aquecedor / 10 Ω
Lâmpadas	Potência total 1210 W

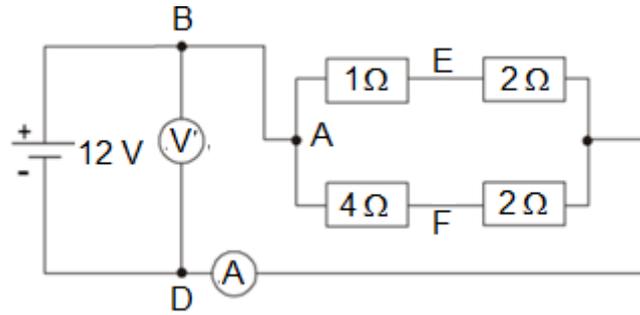
Um “disjuntor” tem propriedade de desarmar, “cortando” a alimentação elétrica, em caso de excesso de corrente; um fusível”, executaria a mesma função, porém queimaria e teria de ser substituído. Analise o circuito e a tabela de utilizadores apresentados acima. Qual é o melhor dimensionamento para o disjuntor ou fusível, de modo que todo o circuito funcione normalmente?

- A) 10 A.  
 B) 20 A.  
 C) 25 A.  
 D) 30 A.  
 E) 40 A.





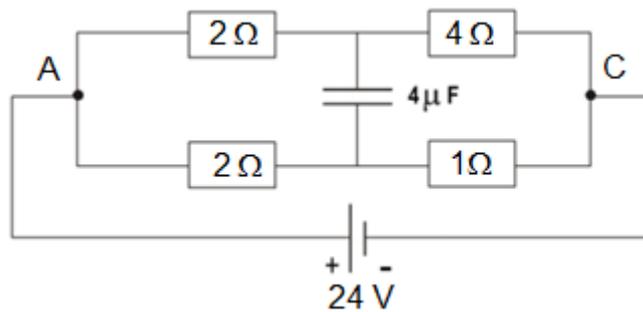
31. (EFOMM) Um gerador de corrente contínua alimenta o seguinte circuito elétrico:



A força eletromotriz é de 12 V e a sua resistência interna é “r”. Na condição de potência máxima transferida para o jogo de resistências entre os pontos “A” e “C”, as leituras do voltímetro e do amperímetro serão, respectivamente:

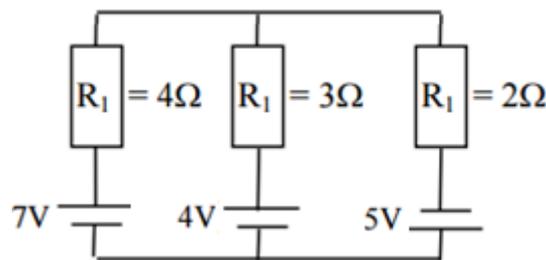
- A) 7 V, 4 A                                      B) 6 V, 3 A                                      C) 5 V, 5 A  
 D) 4 V, 8 A                                      E) 3 V, 7 A

32. (EFOMM) No circuito abaixo, os valores da capacitância e da ddp no capacitor valem, respectivamente:



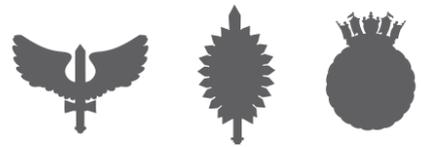
- A) 12 μC, 3 V                                      B) 32 μC, 8 V                                      C) 24 μC, 6 V  
 D) 20 μC, 3 V                                      E) 9 μC, 6 V

33. (EFOMM) Considere o circuito abaixo no qual as fontes são ideais.

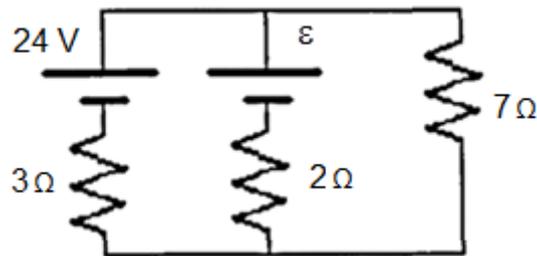


Calcule a potência dissipada na resistência R<sub>3</sub>:  
 Obs.: Aproxime os valores das correntes para uma casa decimal.

- A) 7,35 W  
 B) 4,00 W  
 C) 2,21 W  
 D) 15,16 W  
 E) 2,21 W

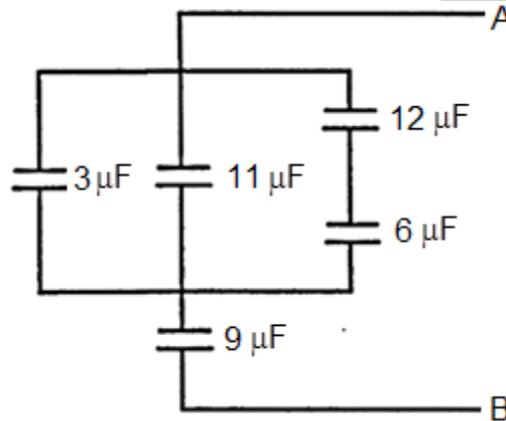


34. (EFOMM) Qual deve ser o valor da f.e.m. " $\varepsilon$ " na figura abaixo, para que a corrente através do resistor de  $7 \Omega$  tenha a intensidade de  $3 \text{ A}$ ? Despreze a resistência interna das fontes de tensão.



- A) 25 V  
 B) 23 V  
 C) 22,5 V  
 D) 27 V  
 E) 21 V

35. (EFOMM) Qual o valor da capacitância entre os terminais "A" e "B" da associação mostrada na figura abaixo?



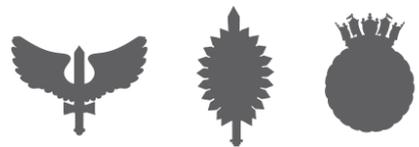
- A)  $8 \mu\text{F}$   
 B)  $12 \mu\text{F}$   
 C)  $6 \mu\text{F}$   
 D)  $15 \mu\text{F}$   
 E)  $13 \mu\text{F}$

36. (EFOMM) Um volume de 20 toneladas deve ser elevado por uma máquina a uma altura de  $4 \text{ m}$  num tempo de  $20 \text{ s}$  e com velocidade escalar constante. Estão disponíveis cinco máquinas, com especificações dadas na tabela.

	Máquina				
	1	2	3	4	5
Tensão nominal	220 V	220 V	440 V	440 V	440 V
	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz
Potência máxima disponível	40 hp	80 hp	40 hp	80 hp	100 hp

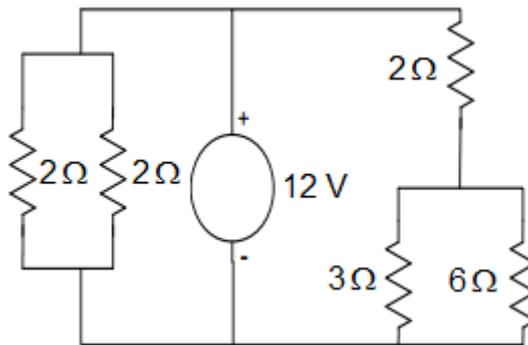
A alimentação elétrica necessária está disponível por meio de duas tomadas, uma de  $220 \text{ V} / 60 \text{ Hz}$  e a outra de  $440 \text{ V} / 60 \text{ Hz}$ . Sendo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $1 \text{ kW} = 1,34 \text{ hp}$ , assinale a opção que apresenta corretamente a relação completa das máquinas que podem ser empregadas para realizar a tarefa com a alimentação elétrica correspondente a ser utilizada por máquina.

Máquinas Alimentação Elétrica



- A) 2                      440 V.  
4 E 5                    220 V.
- B) 1                      220 V.  
3 E 5                    440 V.
- C) 2                      220 V  
4 E 5.                    220 V.
- D) 2                      220 V  
3 E 4.                    440 V.
- E) 2                      220 V  
4 E 5.                    440 V

**37. (EFOMM)** Para o circuito da figura dada, o valor da corrente elétrica que passa pelo resistor de  $6\ \Omega$  é:



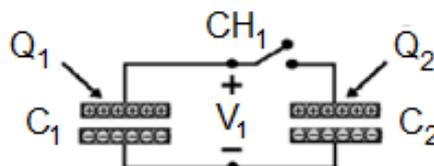
- A) 0,5 A.
- B) 1,0 A.
- C) 2,0 A.
- D) 3,0 A.
- E) 4,0 A.

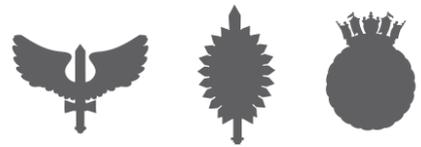
**38. (EFOMM)** Em uma residência, há um aparelho de ar condicionado de potência 1 KW que é ligado em metade dos dias do mês, por 8 horas a cada dia. Nessa mesma casa, o chuveiro é de potência 4 KW e é ligado por 1 hora, todos os dias. Considere o custo do KWh como sendo R\$ 0,50. Ao fim de um mês de 30 dias, o valor a ser pago no mês pelo custo do consumo do ar condicionado e do chuveiro juntos é:

- A) R\$ 40,00.
- B) R\$ 60,00.
- C) R\$ 80,00.
- D) R\$ 120,00.
- E) R\$ 240,00.

**39. (EFOMM)**

Os capacitores planos  $C_1$  e  $C_2$  mostrados na figura têm a mesma distância  $d$  e o mesmo dielétrico (ar) entre suas placas. Suas cargas iniciais eram  $Q_1$  e  $Q_2$ , respectivamente, quando a chave  $CH_1$  foi fechada. Atingido o equilíbrio eletrostático, observou-se que a tensão  $V_1$  mostrada na figura não sofreu nenhuma variação com o fechamento da chave. Podemos afirmar que os dois capacitores possuem





- A) a mesma energia potencial elétrica armazenada.
- B) a mesma carga elétrica positiva na placa superior.
- C) a mesma carga elétrica, em módulo, na placa superior.
- D) a mesma capacitância .
- E) o mesmo valor do campo elétrico uniforme presente entre as placas.

**40. (EFOMM)** Por uma seção transversal de um fio cilíndrico de cobre passam, a cada hora,  $9,00 \cdot 10^{22}$  elétrons. O valor aproximado da corrente elétrica média no fio, em amperes, é:  
Dado: carga elementar  $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$  C.

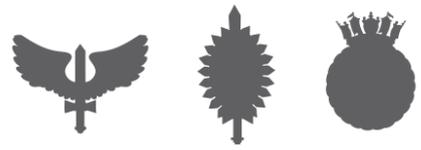
- A) 14,4
- B) 12,0
- C) 9,00
- D) 4,00
- E) 1,20

Maxwell Videoaulas



**GABARITO**

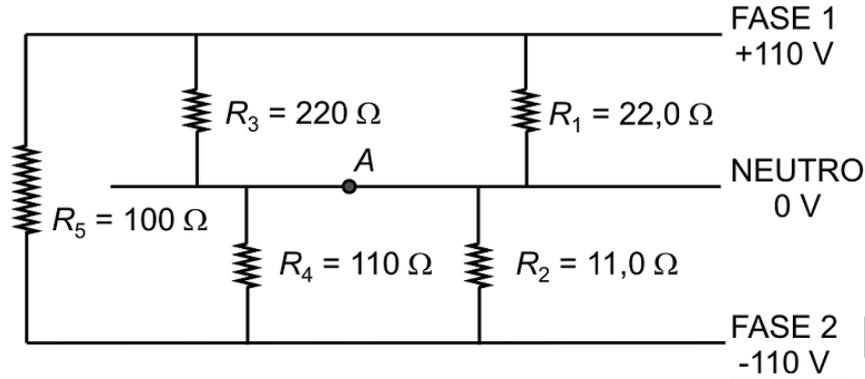
01. C	02. D	03. B	04. B	05. E	06. E	07. B	08. E	09. A	10. C	11. D	12. B
13. D	14. E	15. C	16. B	17. D	18. E	19. C	20. B	21. D	22. B	23. D	24. E
25. C	26. E	27. A	28. B	29. B	30. C	31. B	32. B	33. B	34. A	35. C	36. E
37. B	38. D	39. E	40. D								



**ELETRODINÂMICA - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)**

O esquema abaixo mostra uma rede elétrica constituída de dois fios fase e um neutro, alimentando cinco resistores ôhmicos.

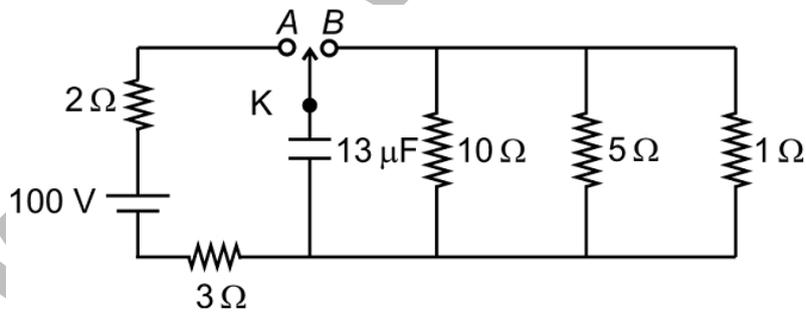


Se o fio neutro se romper no ponto A, a potência dissipada irá aumentar apenas no(s) resistor(es):

- A)  $R_1$  e  $R_3$
- B)  $R_2$  e  $R_5$
- C)  $R_3$
- D)  $R_4$

**02. (AFA)**

No circuito representado pela figura abaixo, estando o capacitor completamente carregado, leva-se a chave K da posição A para a posição B.



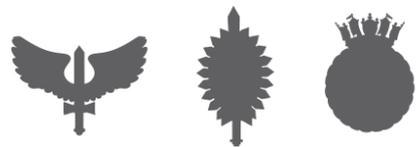
A quantidade de energia, em mJ dissipada pelo resistor de  $1 \Omega$ , após essa operação, é igual a:

- A) 5,0
- B) 10
- C) 25
- D) 50

**03. (AFA)**

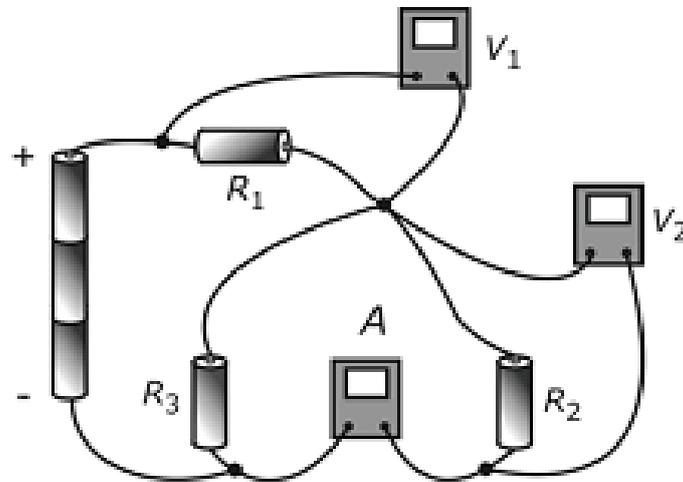
Aqueceu-se certa quantidade de um líquido utilizando um gerador de f.e.m.  $\varepsilon = 50 \text{ V}$  e resistência interna  $r = 3 \Omega$  e um resistor de resistência  $R$ . Se a quantidade de calor fornecida pelo resistor ao líquido foi de  $2 \cdot 10^5 \text{ J}$ , pode-se afirmar que o tempo de aquecimento foi:

- A) inferior a 5 minutos.
- B) entre 6 e 10 minutos.
- C) entre 12 e 15 minutos.
- D) superior a 15 minutos.



**04. (AFA)**

No circuito abaixo, alimentado por três pilhas ideais de 1,5 V cada, o amperímetro A e os voltmímetro  $V_1$  e  $V_2$  são considerados ideais.

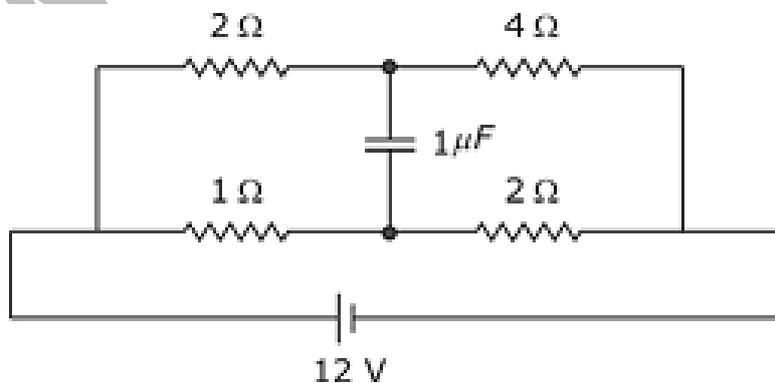


Sabe-se que o voltmímetro  $V_2$  indica 2,0 V e que as resistências elétricas dos resistores  $R_1$  e  $R_3$  são, respectivamente,  $2,5 \Omega$  e  $3,0 \Omega$ . Nestas condições, as indicações de  $V_1$ , em volts, de A, em ampères, e o valor da resistência elétrica do resistor  $R_2$ , em ohms, são, respectivamente:

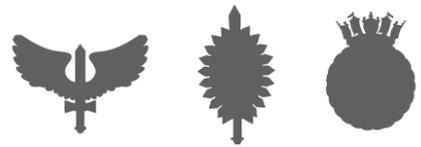
- A)  $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, 6$
- B)  $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, 3$
- C)  $\frac{5}{2}, \frac{1}{3}, 6$
- D)  $\frac{5}{2}, \frac{2}{3}, 3$

**05. (AFA)**

No circuito elétrico abaixo, a carga elétrica do capacitor, em  $\mu C$ , é:

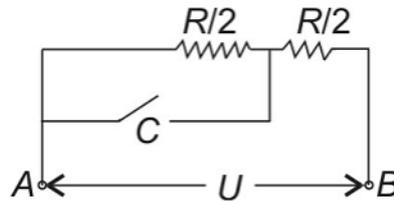


- A) 12
- B) 8
- C) 4
- D) 0



**06. (AFA)**

O elemento de aquecimento de uma torneira elétrica é constituído de dois resistores e de uma chave C, conforme ilustra a figura abaixo.

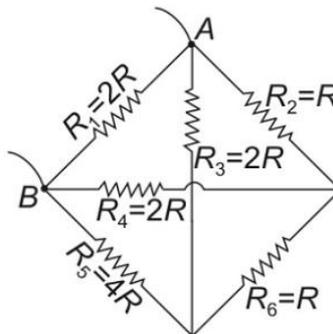


Com a chave C aberta, a temperatura da água na saída da torneira aumenta em 10 °C. Mantendo-se a mesma vazão d'água e fechando C, pode-se afirmar que a elevação de temperatura da água, em graus Celsius, será de:

- A) 2,5
- B) 5,0
- C) 15
- D) 20

**07. (AFA)**

Parte de um circuito elétrico é constituída por seis resistores ôhmicos cujas resistências elétricas estão indicadas ao lado de cada resistor, na figura abaixo.

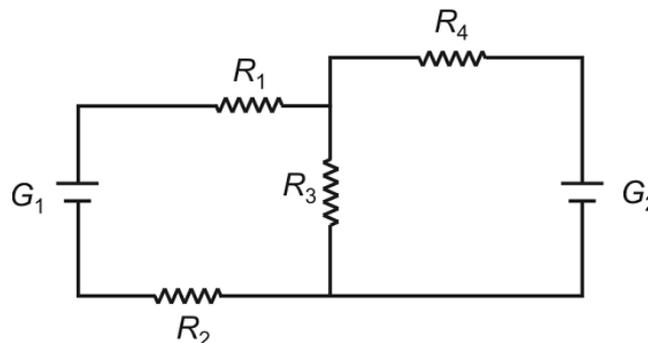


Se a d.d.p. entre os pontos A e B é igual a U, pode-se afirmar que a potência dissipada pelo resistor R<sub>3</sub> é igual a

- A)  $\frac{1}{2R} \left(\frac{U}{3}\right)^2$
- B)  $\frac{2}{R} \left(\frac{U}{3}\right)^2$
- C)  $\frac{2}{3} \left(\frac{U}{R}\right)^2$
- D)  $\frac{1}{2R} \left(\frac{U}{6}\right)^2$

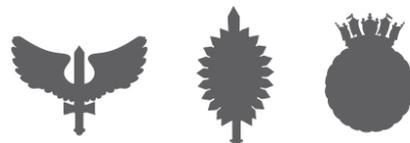
**08. (AFA)**

No circuito representado abaixo, os geradores G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub> são ideais e os resistores têm a mesma resistência R.



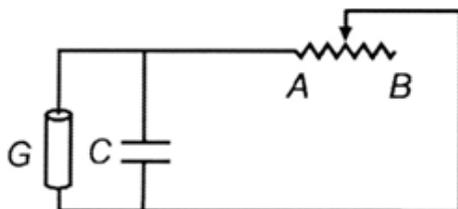
Se a potência dissipada por R<sub>2</sub> é nula, então a razão entre as f.e.m. de G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub> é:

- A) 1/4
- B) 1/2
- C) 2
- D) 4

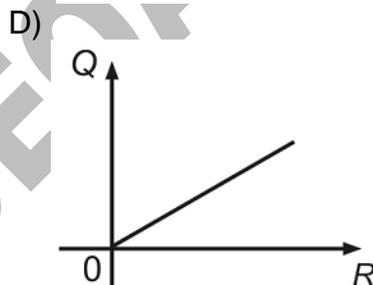
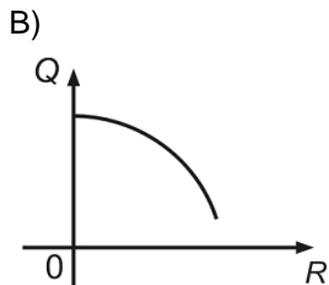
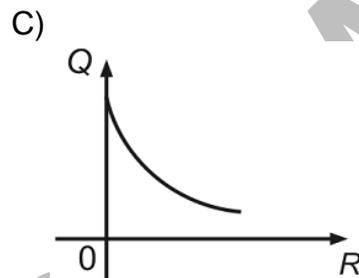
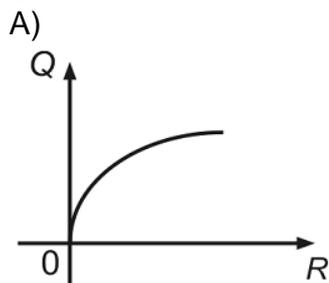


**09. (AFA)**

No circuito esquematizado abaixo, C é um capacitor, G um gerador de f.e.m.  $\varepsilon$  e resistência interna  $r$  e AB um reostato.

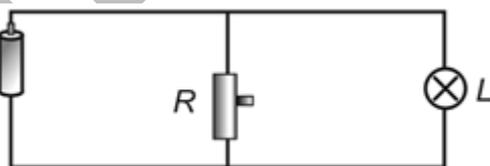


O gráfico que melhor representa a carga acumulada  $Q$  no capacitor em função da resistência  $R$  do reostato é:

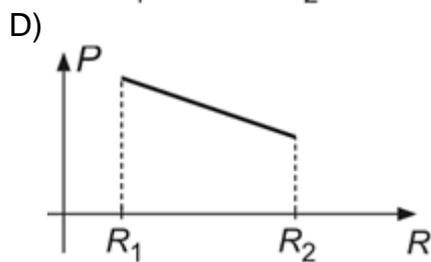
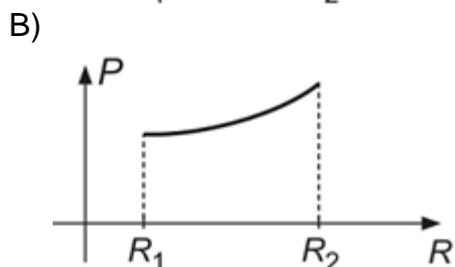
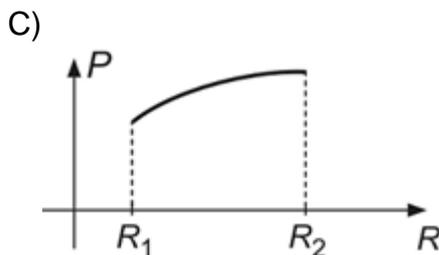
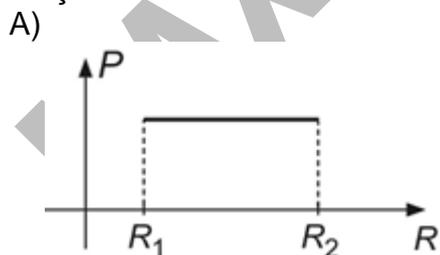


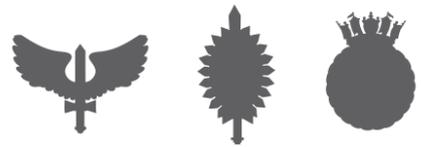
**10. (AFA)**

No circuito esquematizado abaixo, o reostato tem resistência  $R$  ( $R_1 < R < R_2$ ) e o gerador tem resistência interna desprezível.



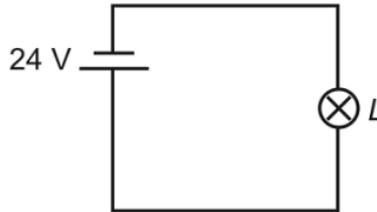
Qual dos gráficos propostos MELHOR representa a potência  $P$  dissipada pela lâmpada  $L$  em função de  $R$ ?





**11. (AFA)**

Uma partícula está sob efeito de uma força conforme o gráfico abaixo:



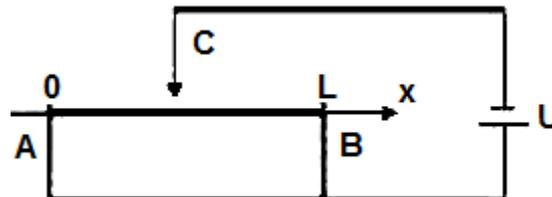
Na figura, L representa uma lâmpada de potência igual a 12 W ligada a uma bateria de tensão igual a 24 V.

Para que a intensidade da corrente elétrica do circuito seja reduzida à metade, é necessário associar em:

- A) série com a lâmpada L, um resistor de resistência elétrica 24  $\Omega$ .
- B) paralelo com a lâmpada L, dois resistores idênticos, também associados em paralelo, de resistência elétrica 48  $\Omega$  cada.
- C) paralelo com a lâmpada L, um resistor de resistência elétrica de 48  $\Omega$ .
- D) série com a lâmpada L, um resistor de resistência elétrica de 48  $\Omega$ .

**12. (AFA)**

Uma bateria fornece tensão constante U e está ligada a um fio homogêneo AB de seção transversal constante e comprimento L, conforme mostra o circuito esquematizado abaixo:

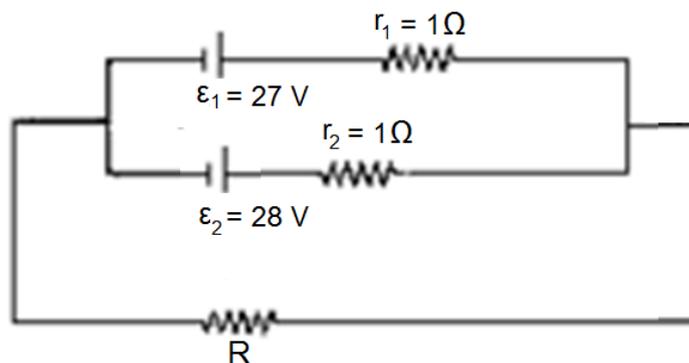


Variando a posição do cursor C, a potência dissipada pelo fio AB será:

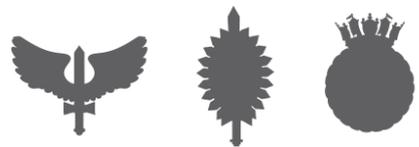
- A) máxima em  $x = \frac{L}{4}$
- B) máxima em  $x = \frac{L}{2}$
- C) mínima em  $x = \frac{L}{2}$
- D) mínima em  $x = \frac{L}{4}$

**13. (AFA)**

No circuito abaixo, para que a bateria de f.e.m.  $\epsilon_1$  e resistência interna  $r_1$  funcione como receptor, o valor da resistência R poderá ser igual a

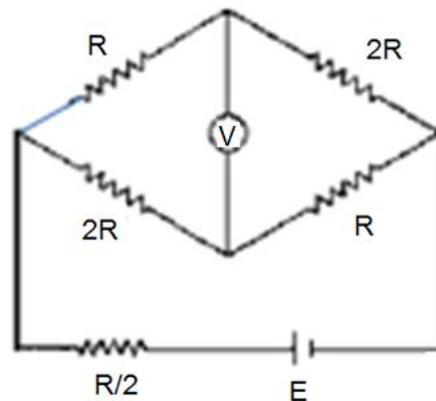


- A) 15
- B) 20
- C) 25
- D) 30



**14. (AFA)**

Considere o circuito da figura abaixo:

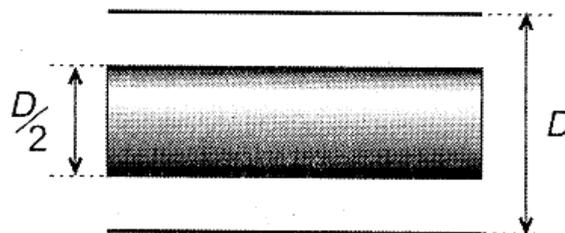


A leitura do voltímetro ideal V é:

- A)  $\frac{E}{2}$
- B)  $\frac{E}{3}$
- C)  $\frac{2E}{3}$
- D)  $\frac{E}{4}$

**15. (AFA)**

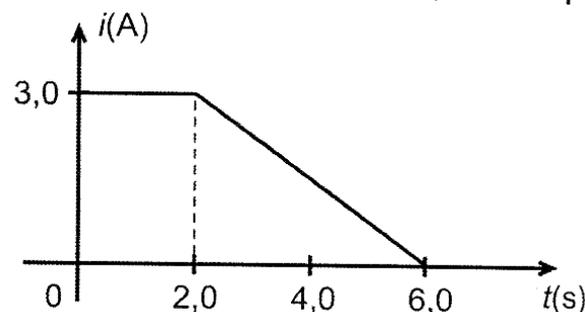
As placas de um capacitor a ar estão separadas entre si por uma distância igual a D. Ao se introduzir entre as placas, simetricamente em relação a elas, uma chapa metálica de espessura D/2 (figura abaixo), a capacitância do capacitor:



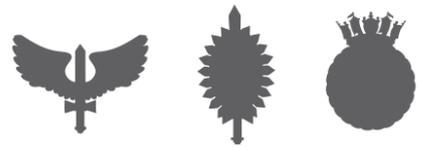
- A) triplica
- B) reduz à terça parte
- C) reduz à metade
- D) dobra

**16. (AFA)**

Na figura, temos o gráfico da intensidade em função do tempo para uma corrente elétrica que percorre um fio. A intensidade média da corrente que passa por uma secção reta do fio entre os instantes 0 e 6,0 s, é em ampères,

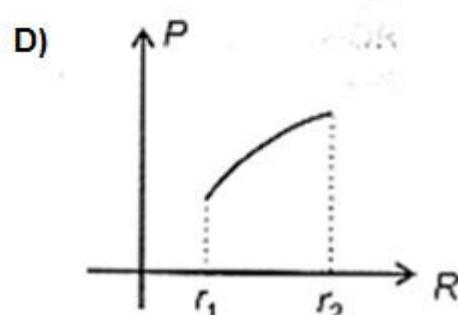
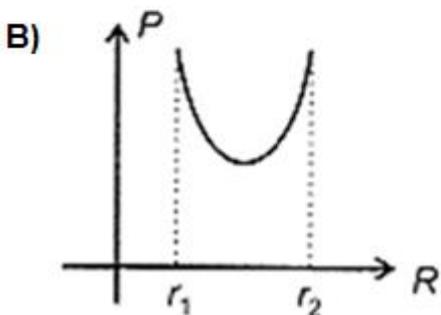
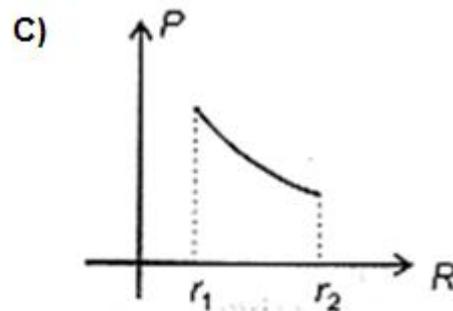
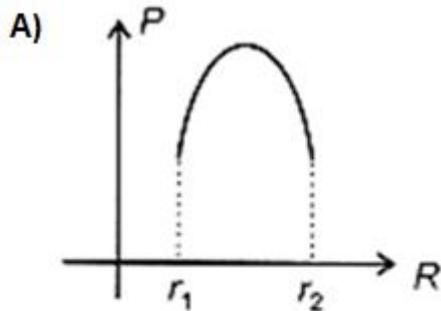
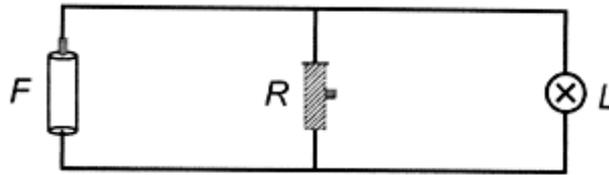


- A) 2,0
- B) 1,5
- C) 2,5
- D) 1,0



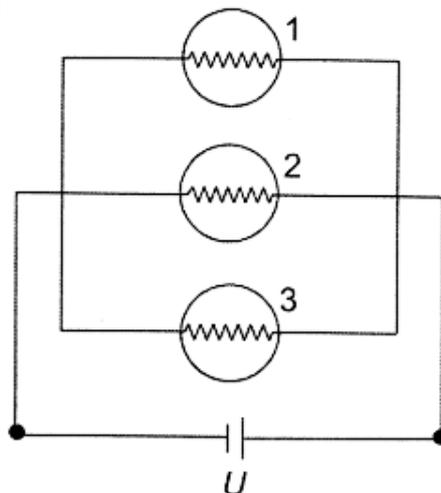
17. (AFA)

No circuito abaixo,  $F$  é uma fonte de resistência interna desprezível,  $L$  uma lâmpada de resistência elétrica constante e  $R$  um reostato cuja resistência varia de  $r_1$  até  $r_2$ . Dentre os gráficos apresentados abaixo, o que **MELHOR** representa a potência  $P$  lançada pela fonte em função da resistência ( $R$ ) do reostato é o da alternativa:

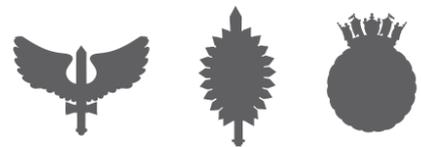


18. (AFA)

Três lâmpadas 1, 2 e 3 são conectadas a uma bateria, com tensão constante  $U$ , conforme a figura. Se a lâmpada 2 queimar, então:

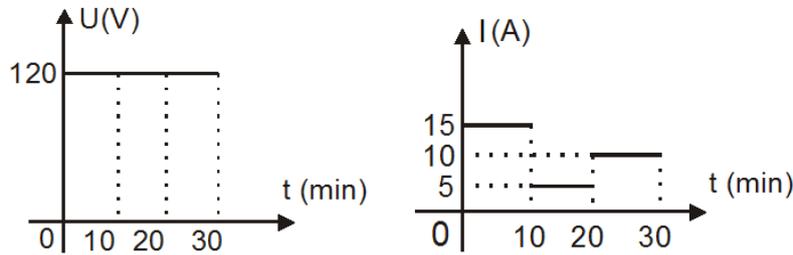


- A) as potências dissipadas pelas lâmpadas 1 e 3 aumentam
- B) a resistência equivalente do circuito diminui
- C) a potência pela bateria diminui
- D) a corrente total do circuito permanece constante



**19. (AFA)**

Os gráficos a seguir representam a tensão ( $U$ ) e a intensidade de corrente ( $i$ ) num aquecedor, em função do tempo ( $t$ )

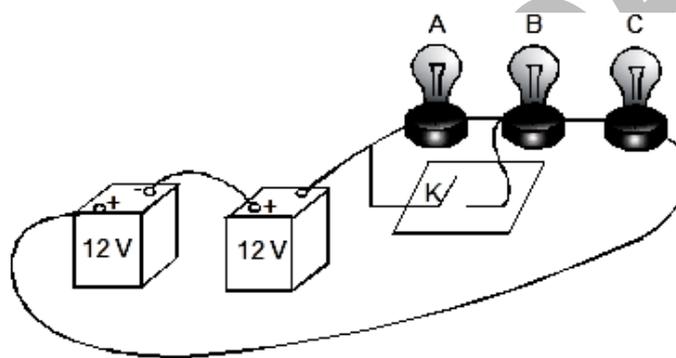


O consumo de energia elétrica, em kWh, nos trinta minutos de funcionamento, é

- A) 0,6
- B) 1,2
- C) 1,8
- D) 3,6

**20. (AFA)**

Três lâmpadas iguais de tensão nominal 12 V cada uma, estão ligadas a uma associação de duas baterias, também de 12 V, como mostra a figura. Os fios de ligação são de resistência elétrica desprezível.



Com base nos dados acima pode-se afirmar que

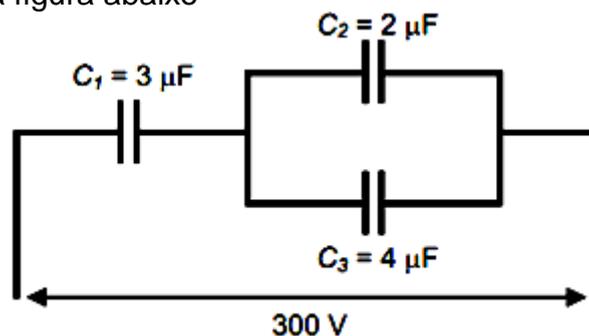
- I- com a chave K aberta, as lâmpadas brilharão com igual intensidade.
- II- com a chave K fechada, a lâmpada A apaga e as lâmpadas B e C brilharão com a intensidade para qual foram fabricadas.
- III- estando a chave K aberta ou fechada, nenhuma lâmpada queimará.

São verdadeiras as assertivas:

- A) apenas I e II
- B) apenas I e III
- C) apenas II e III
- D) I, II e III

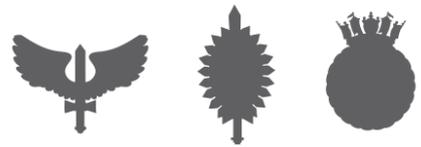
**21. (AFA)**

Considere a associação da figura abaixo



As cargas, em  $\mu\text{C}$ , de cada capacitor  $C_1$ ,  $C_2$  e  $C_3$  são, respectivamente

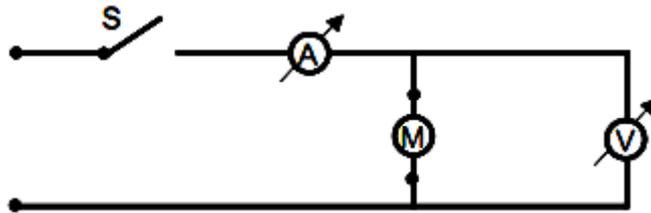
- A) 600, 200 e 400.
- B) 600, 400 e 200.
- C) 200, 300 e 400.
- D) 200, 400 e 600.



**22. (AFA)**

A figura abaixo representa o esquema de um motor elétrico  $M$ , de força contra eletromotriz  $E'$  e resistência interna  $r'$ , ligado à rede elétrica.

Com a chave  $S$  fechada, o amperímetro  $A$  indica a intensidade  $i$  da corrente elétrica que circula pelo circuito e o voltímetro  $V$  mede a ddp  $U'$  nos terminais do motor. Considera-se os fios de ligação com resistência desprezível e os aparelhos de medida como sendo ideais.



No instante em que a chave  $S$  é aberta, a indicação no amperímetro e no voltímetro será, respectivamente:

- A) 0;  $U'/2$
- B)  $i/2$ ;  $U'/2$
- C)  $i/2$ ;  $E'$
- D) 0;  $E'$

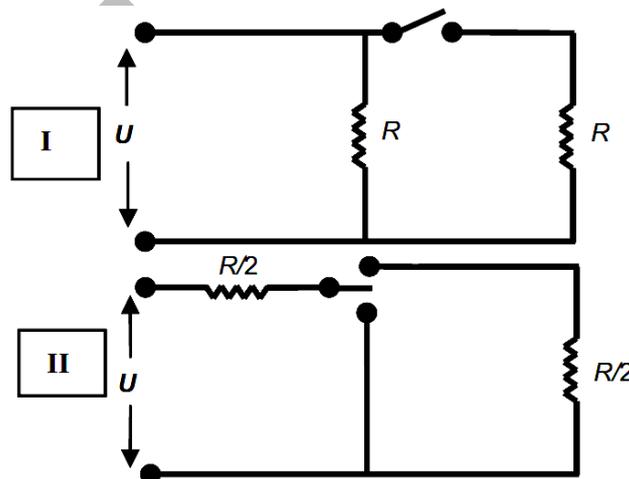
**23. (AFA)**

Um fio condutor homogêneo de secção transversal constante de área  $A$  e comprimento  $L$ , tem resistência elétrica  $R$ . Esse fio é dividido em 10 pedaços iguais que são ligados em paralelo, formando um cabo, cuja resistência vale  $R'$ . Assim sendo, pode-se afirmar que a relação entre  $R'$  e  $R$  vale:

- A)  $1/10$
- B)  $1/100$
- C) 10
- D) 1

**24. (AFA)**

Um fabricante de chuveiros deve escolher um dos circuitos abaixo.



Ambos devem funcionar na posição “inverno” ou “verão”. O responsável pelos projetos afirma que:

I- a potência dissipada por I na posição inverno e na posição verão é a mesma dissipada por II nas respectivas posições.

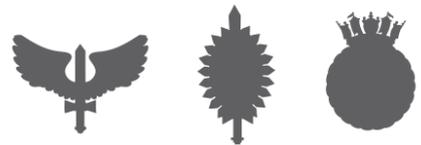
II- se queimar um dos resistores em I o chuveiro ainda pode funcionar.

III- o chuveiro II só não funcionará se queimarem os dois resistores.

O técnico está INCORRETO apenas na(s) afirmativa(s):

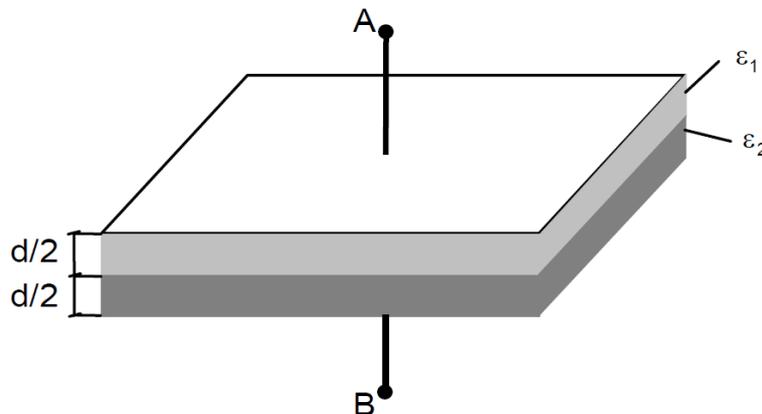
- A) III.
- B) II.
- C) I e III.
- D) I.





**28. (AFA)**

A região entre as placas de um capacitor plano é preenchida por dois dielétricos de permissividades  $\epsilon_1$  e  $\epsilon_2$ , conforme ilustra a figura a seguir.

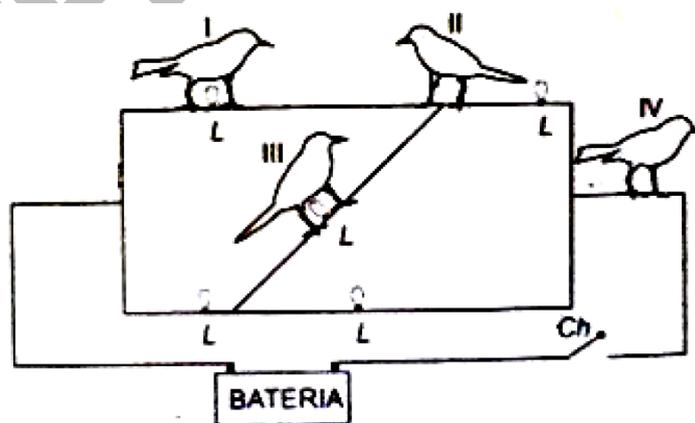


Se  $S$  a área de cada placa,  $d$  a distância que as separa e  $U$  a ddp entre os pontos A e B, quando o capacitor está totalmente carregado, o módulo da carga  $Q$  de cada placa é igual a:

- A)  $\frac{2S}{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)} \cdot U$
- B)  $\frac{2S(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{d} \cdot U$
- C)  $\frac{2S\epsilon_1\epsilon_2}{d(\epsilon_1 + \epsilon_2)} \cdot U$
- D)  $\frac{S(\epsilon_1 + \epsilon_2)}{2d\epsilon_1\epsilon_2} \cdot U$

**29. (AFA)**

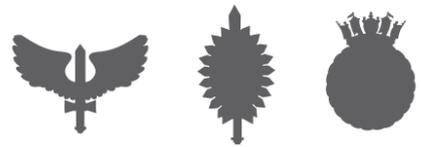
A figura mostra quatro passarinhos pousando em um circuito elétrico ligado a uma fonte de tensão, composta por fios ideais e cinco lâmpadas idênticas  $L$ .



Ao ligar a chave  $Ch$ , o(s) passarinho(s) pelo(s) qual(uais) certamente não passará(ão) corrente elétrica é(são) o(s) indicado(s) pelo(s) número(s):

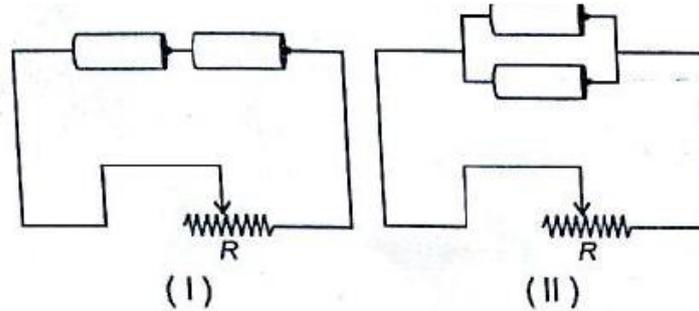
- A) I
- B) II e IV
- C) II, III e IV
- D) III



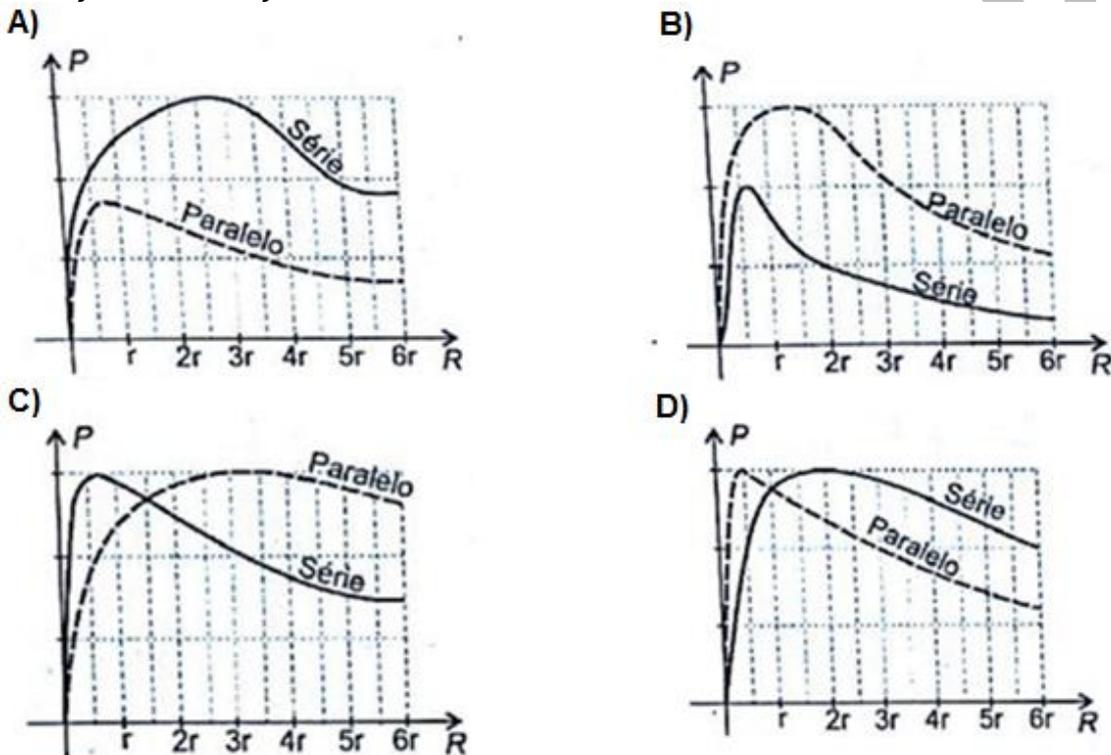


33. (AFA)

Dispõe-se de duas pilhas idênticas de fem e resistência interna  $r$  constante e de um reostato, cuja resistência elétrica  $R$  varia de zero até  $6r$ . Essas pilhas podem ser associadas em série ou em paralelo, conforme ilustram as figuras I e II, respectivamente.

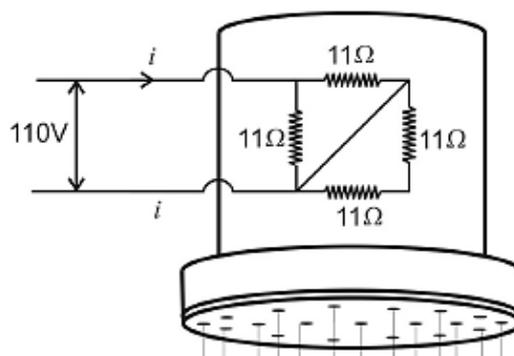


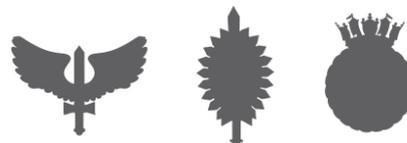
O gráfico que melhor representa a potência  $P$  dissipada pelo reostato, para cada uma das associações, em função da resistência  $R$  é:



34. (AFA)

Em um chuveiro elétrico, submetido a uma tensão elétrica constante de 110 V, são dispostas quatro resistências ôhmicas, conforme figura abaixo.



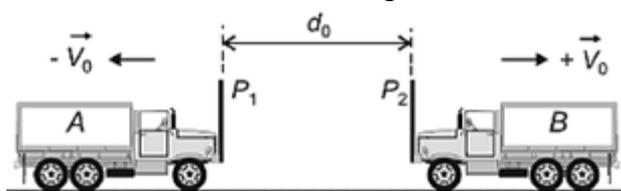


Faz-se passar pelas resistências um fluxo de água, a uma mesma temperatura, com uma vazão constante de 1,32 litros por minuto. Considere que a água tenha densidade de  $1,0 \text{ g/cm}^3$  e calor específico de  $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , que  $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$  e que toda energia elétrica fornecida ao chuveiro seja convertida em calor para aquecer, homoganeamente, a água. Nessas condições, a variação de temperatura da água, em  $^\circ\text{C}$ , ao passar pelas resistências é:

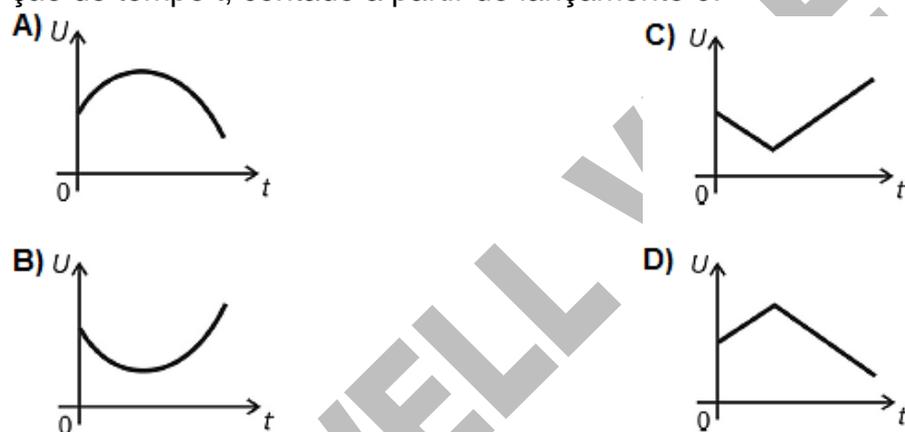
- A) 25  
 B) 28  
 C) 30  
 D) 35

**35. (AFA)**

Duas grandes placas metálicas idênticas,  $P_1$  e  $P_2$ , são fixadas na face dianteira de dois carrinhos, de mesma massa, A e B. Essas duas placas são carregadas eletricamente, constituindo, assim, um capacitor plano de placas paralelas. Lançam-se, simultaneamente, em sentidos opostos, os carrinhos A e B, conforme indicado na figura abaixo.

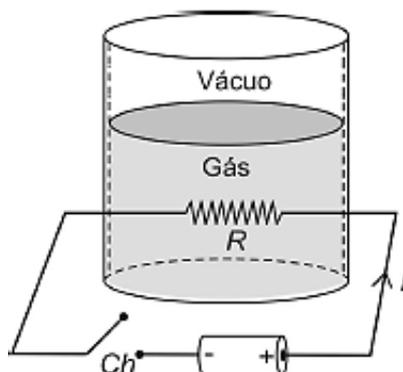


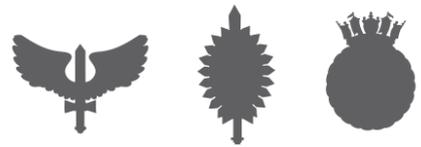
Desprezadas quaisquer resistências ao movimento do sistema e considerando que as placas estão eletricamente isoladas, o gráfico que melhor representa a ddp,  $U$ , no capacitor, em função do tempo  $t$ , contado a partir do lançamento é:



**36. (AFA)**

Um cilindro adiabático vertical foi dividido em duas partes por um êmbolo de  $6,0 \text{ kg}$  de massa que pode deslizar sem atrito. Na parte superior, fez-se vácuo e na inferior foram colocados 2 mols de um gás ideal monoatômico. Um resistor de resistência elétrica ôhmica  $R$  igual a  $1 \text{ h}$  é colocado no interior do gás e ligado a um gerador elétrico que fornece uma corrente elétrica  $i$ , constante, de  $400 \text{ mA}$ , conforme ilustrado na figura abaixo.





Fechando-se a chave Ch durante 12,5 min, o êmbolo desloca-se 80 cm numa expansão isobárica de um estado de equilíbrio para outro. Nessas condições, a variação da temperatura do gás foi, em °C, de:

Dado: constante universal dos gases perfeitos:  $R = 8 \text{ J/mol.K}$

A) 1,0

B) 2,0

C) 3,0

D) 5,0

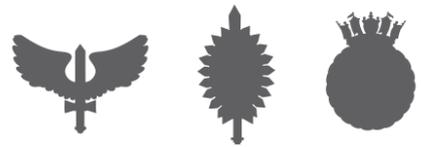
MAXWELL VIDEOAULAS



GABARITO

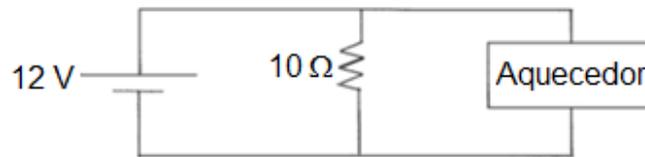
01. C	02. D	03. D	04. C	05. D	06. D	07. A	08. B	09. A	10. A	11. D	12. C
13. D	14. D	15. D	16. A	17. C	18. C	19. A	20. D	21. A	22. D	23. B	24. A
25. B	26. D	27. D	28. C	29. B	30. B	31. A	32. C	33. D	34. A	35. A	36. C

MAXWELL VIDEOAULAS



**ELETRODINÂMICA - TESTES DE REVISÃO**

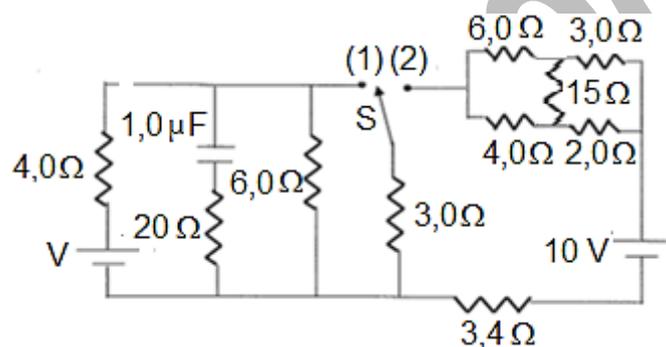
1. (EN) Um aquecedor, de resistência elétrica desconhecida, aquece 1,00 kg de água de 75,0 °C até 85,0 °C, em 21,0 s, quando uma corrente de 10,0 A passa por ele. Se o ligarmos no circuito elétrico abaixo, a potência dissipada nele em watt, é:



Dado:  $c_{\text{água}} 4,20 \cdot 10^3 \text{ J/kg.k}$

- a) 6,20
- b) 7,00
- c) 7,20
- d) 8,00
- e) 8,20

2. (EN) No circuito elétrico abaixo, considere a resistência elétrica de cada fonte (gerador) desprezível e o capacitor completamente carregado.



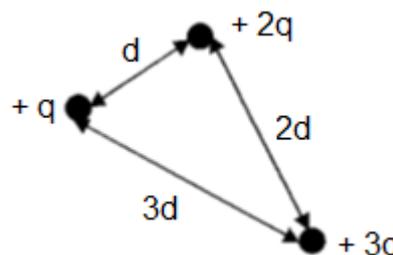
Para que a potência elétrica total dissipada no circuito, com a chave S na posição (1), seja igual à potência elétrica total dissipada no circuito, com a chave S na posição (2), a voltagem V, em volt, entre as placas do gerador, deve ser, aproximadamente, igual a:

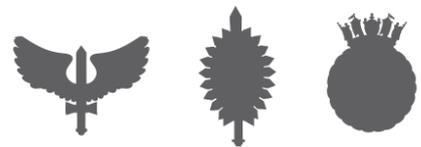
- a) 12,2
- b) 12,8
- c) 13,0
- d) 13,5
- e) 14,5

3. (EN) No sistema e cargas pontuais abaixo, no vácuo, temos:  $q = 1,0 \mu\text{C}$  e  $d = 1,0 \text{ mm}$ . Se o trabalho realizado para deslocar as cargas, desde o infinito até a configuração mostrada, for igual à energia eletrostática de um capacitor plano, cuja d.d.p entre as placas é de  $3 \cdot 10^2 \text{ V}$ , a capacitância do capacitor, em milifarad, é:

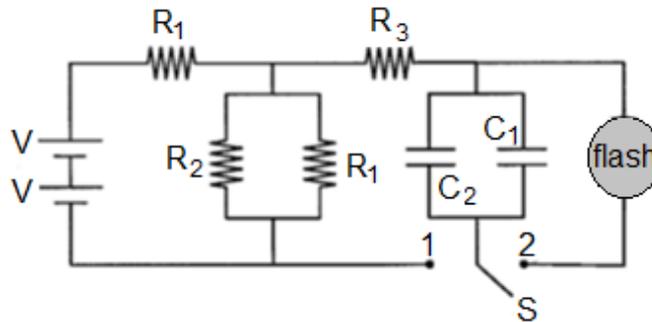
Dado:  $1/4\pi\epsilon_0 = K_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2 / \text{C}^2$ .

- a) 1,2
- b) 1,4
- c) 1,8
- d) 2,0
- e) 2,3



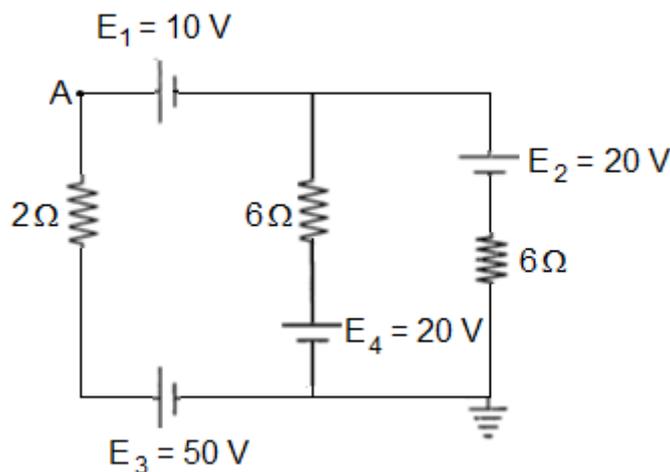


4. (EN) O circuito abaixo é utilizado para disparar o flash de uma máquina fotográfica. Movendo a chave S para o ponto 1, fecha-se o circuito de forma a carregar os capacitores  $C_1$  e  $C_2$ . Quando os capacitores estão completamente carregados, a chave S é movida para o ponto 2 e toda energia armazenada nos capacitores é liberada e utilizada no disparo do flash. Sendo,  $R_1 = 6,0\Omega$ ,  $R_2 = 3,0\Omega$ ,  $R_3 = 2,0\Omega$ ,  $C_1 = 4,0\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 8,0\mu\text{F}$  e  $V = 1,5\text{V}$  qual a energia, em micro joules, utilizada no disparo do flash?

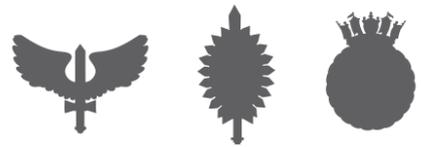


- a)  $27/8$
- b)  $21/8$
- c)  $11/8$
- d)  $9/8$
- e)  $5/8$

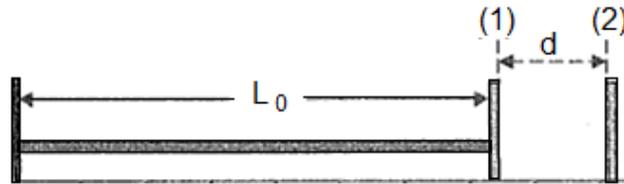
5. (EN) No circuito abaixo, todas as fontes de tensões são ideais, e algumas sendo carregadas. Quais as fontes que estão sendo carregadas e qual o potencial do ponto A indicado no circuito?



- a)  $E_1, E_2, E_4$  e  $+42\text{V}$
- b)  $E_1, E_2, E_4$  e  $+54\text{V}$
- c)  $E_1, E_3$  e  $+42\text{V}$
- d)  $E_1, E_3$  e  $+36\text{V}$
- e)  $E_1, E_3$  e  $+54\text{V}$

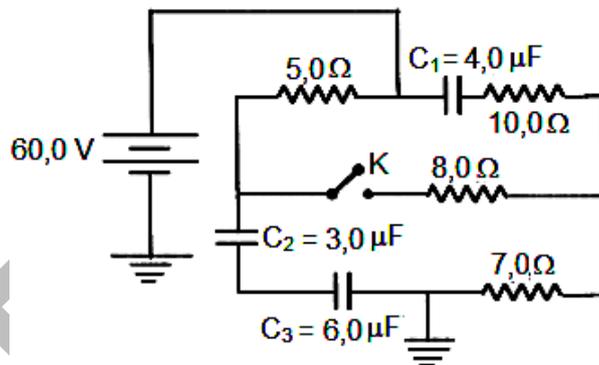


6. (EN) Uma haste de comprimento inicial  $L_0 = 59,0$  cm tem uma extremidade fixa na parede e a outra extremidade presa a uma placa retangular (1) isolante de área da face  $A$ , que pode deslizar com atrito desprezível na superfície horizontal. Outra placa retangular (2) isolante, de mesma área da face, está fixa na superfície horizontal a uma distância  $D = 17,7$  cm da placa (1). As placas possuem revestimento metálico nas faces (área  $A$ ) que se defrontam, formando assim um capacitor plano de placas paralelas a vácuo. A haste, que possuem massa  $m = 30,0$  gramas, calor específico médio  $c = 0,40$  cal/g.°C e coeficiente de dilatação linear  $\alpha = 5,0 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C}$  é uniformemente aquecida até atingir uma temperatura tal que a nova capacitância do capacitor torna-se 20% maior. O calor fornecido, em kcal, por um aquecedor (não indicado na figura) à haste é:



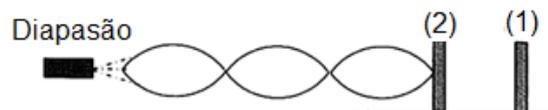
- a) 1,0  
b) 1,2  
c) 1,4  
d) 1,6  
e) 2,0

7. (EN) No circuito elétrico abaixo, temos inicialmente a chave  $K$  aberta e os capacitores completamente abertos e os capacitores completamente carregados. Fechando-se a chave, após um longo intervalo de tempo, o capacitor  $C_2$  estará sob nova diferença de potencial. O valor absoluto da variação da diferença de potencial, em volts, no capacitor  $C_2$  entre a situação inicial e final é:

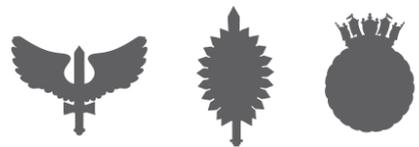


- a) 40,0  
b) 30,0  
c) 20,0  
d) 10,0  
e) 8,0

8. (EN) Uma corda isolante de massa  $m$  e comprimento  $L$  está esticada, com as extremidades presas a um diapasão e a placa (2) de um capacitor plano de placas paralelas, á vácuo. A área de cada placa do capacitor é  $A$  e, inicialmente, ele está carregado com carga elétrica de valor absoluto igual a  $400 \mu\text{C}$ . A placa (1) do capacitor está fixa e a placa (2) pode-se mover somente na direção horizontal, entre duas guias não representadas na figura. Despreze os atritos. A frequência de vibração do diapasão é igual a 300 Hz e a corda está oscilando no 3º harmônico (conforme a figura abaixo). Para que a corda oscile no 2º harmônico, o valor absoluto da nova carga elétrica (em  $\mu\text{C}$ ) que o capacitor deve possuir é:

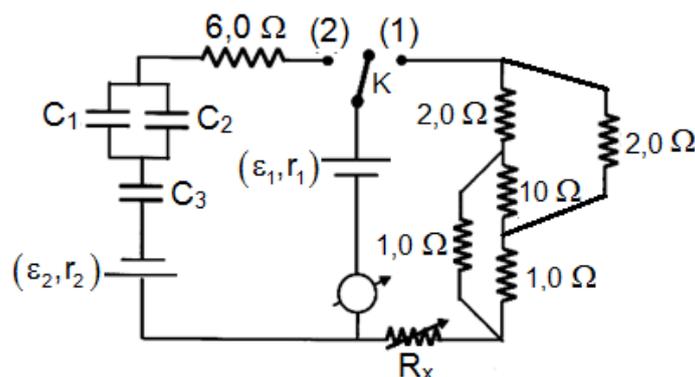


- a) 600  
b) 570  
c) 550  
d) 520  
e) 500



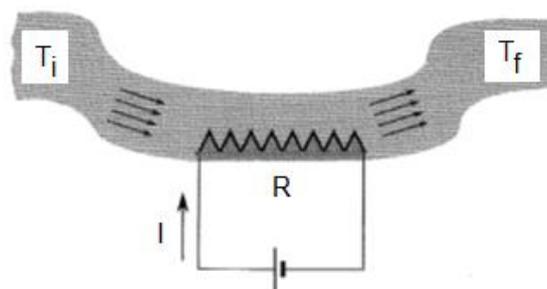
9. (EN) No circuito elétrico abaixo, a chave K está inicialmente ligada ao terminal (1) e o reostato  $R_x$  é ajustado em  $0,50 \Omega$ , para que a corrente elétrica indicada no amperímetro seja de 10 A. Tal valor de corrente é igual à metade da corrente de curto-circuito do gerador de f.e.m  $\varepsilon_1$  e resistência interna  $r_1$ . Posteriormente, a chave é ligada ao terminal (2) e espera-se pela carga total dos capacitores. Verifica-se então, que o capacitor  $C_1$  possui carga elétrica  $Q_1 = 20 \mu\text{C}$ . O valor absoluto da f.e.m  $\varepsilon_2$  (em V) do segundo gerador é:

Dados:  $C_1 = 2,0\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 4,0\mu\text{F}$  e  $C_3 = 5,0\mu\text{F}$



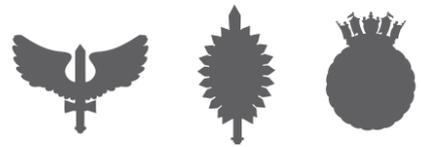
- a) 13
- b) 16
- c) 18
- d) 20
- e) 22

10. (EN) Um aquecedor elétrico de fluxo contínuo utiliza uma resistência elétrica  $R = 21 \text{ ohms}$  para aquecer água de temperatura  $T_i = 12^\circ\text{C}$  até a temperatura  $T_f = 52^\circ\text{C}$ , no estado estacionário (conforme a figura abaixo). O escoamento da massa de água ocorre à taxa de 12 kg/min. Despreze as perdas. A corrente elétrica  $I$  (em ampères) que passa na resistência elétrica  $R$  é:

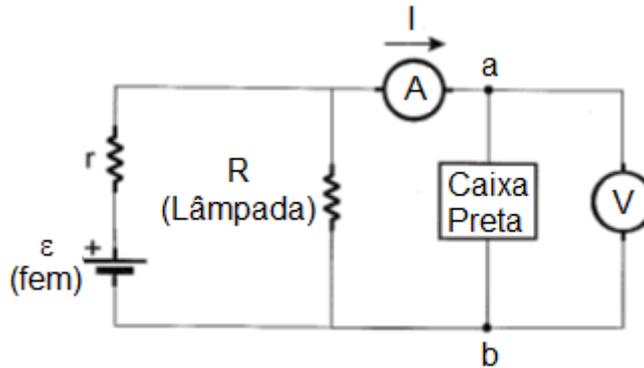


Dados:  $c_{\text{água}} = 1,0\text{cal} / \text{g}^\circ\text{C}$  e  $1\text{cal} = 4,2\text{joules}$

- a) 20
- b) 25
- c) 30
- d) 35
- e) 40

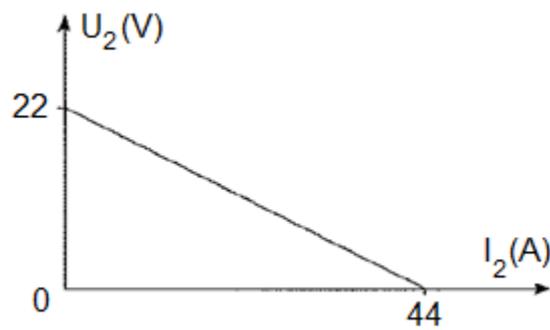
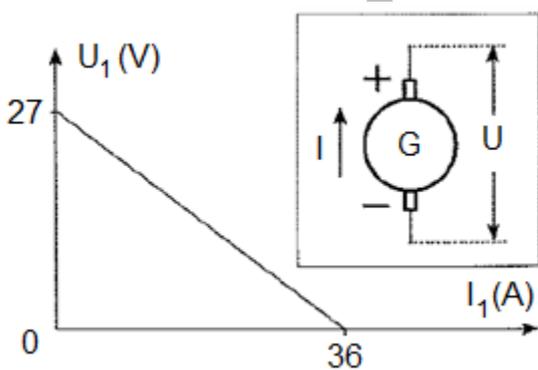


11. (EN) Em paralelo com a lâmpada incandescente da resistência  $R$  do circuito elétrico abaixo, temos uma caixa preta que contém um circuito elétrico desconhecido. Considere o voltímetro e o amperímetro ideais. Medindo-se a d.d.p.  $V$ , entre os pontos  $a$  e  $b$ , e a corrente elétrica  $I$ , podemos afirmar que:

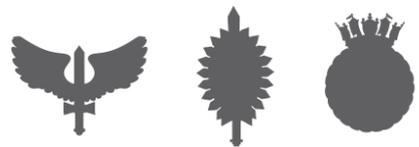


- a) se  $V = 0$ , a lei de Ohm nos dá  $I = 0$ .
- b) se  $I = 0$ , a lei de Ohm nos dá  $V = 0$ .
- c) se  $V = 0$ , a lâmpada não acende e, portanto, pela bateria não passa corrente.
- d) se  $I = 0$ , a lâmpada acende e dissipa uma potência  $V^2/R$ , entregue pela bateria.
- e) se  $V = 0$ , a lâmpada acende e, portanto, a d.d.p. na resistência interna  $r$  não é nula.

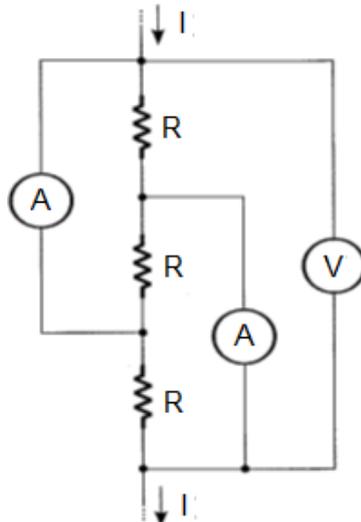
12. (EN) Dois geradores elétricos  $G_1$  e  $G_2$  possuem curvas características tensão corrente dadas nos dois gráficos da figura. Se, em um circuito composto apenas pelos dois geradores,  $G_2$  for conectado em oposição a  $G_1$ , de modo que  $U_2 = U_1$ ,  $G_2$  passará a operar como receptor elétrico. Nessa condição, o rendimento elétrico do gerador  $G_1$ , em porcentagem, será de aproximadamente:



- a) 81
- b) 85
- c) 89
- d) 93
- e) 96



13. (EN) No trecho de cilindro mostrado na figura, o voltímetro e os amperímetros são ideais e indicam 6 V e 4/3 A (leitura igual nos dois amperímetros). As resistências possuem valor  $R$  desconhecido. A corrente  $I$ , em amperes, vale:

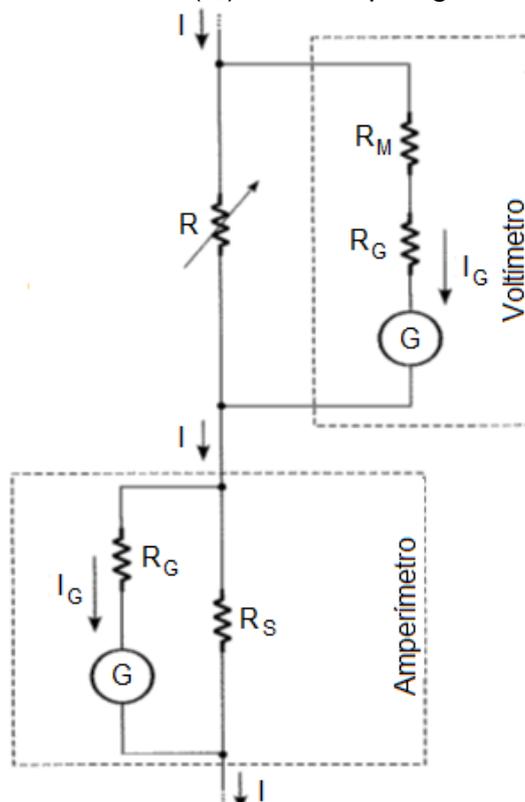


- a) 2/3
- d) 8/3

b) 4/3

- c) 22
- e) 3

14. (EN) Para medir a ddp e a corrente no reostato de resistência elétrica  $R$  da figura, utilizou-se um voltímetro e um amperímetro reais construídos com galvanômetros (G) idênticos de resistência interna  $R_G = 40 \Omega$ . Foram selecionados um multiplicador  $R_M = 50 \text{ k}\Omega$  (no voltímetro), e um shunt  $R_S = 16 \times 10^{-3} \Omega$  (no amperímetro), definindo assim os valores máximos (fundo de escala) das medidas elétricas como sendo iguais a 50 V e 2,5 A, respectivamente. Desprezando os valores de  $R$  ou  $R_G$  quando comparados a  $R$ , o valor aproximado de  $R$ , em ohms, para o qual as correntes nos dois galvanômetros ( $I_G$ ) são sempre iguais é:

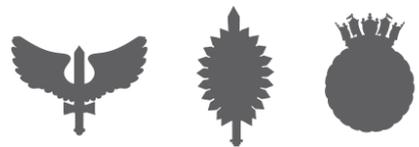


- a) 20
- d) 50

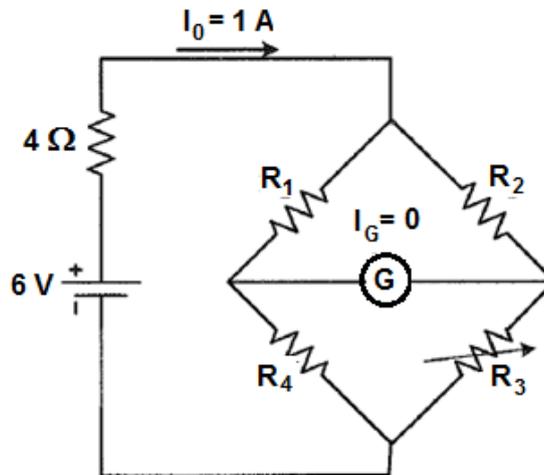
b) 32

- c) 40
- e) 64





19. (EN) Observe a figura a seguir.



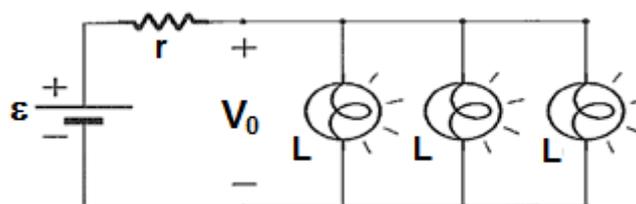
No circuito representado acima, as correntes  $I_G$  e  $I_0$  assumem os valores indicados (zero e 1A, respectivamente) quando a resistência variável  $R_3$  é ajustada em um valor tal que  $R_3 = R_2 = 2R_1$  ohms. Sendo assim, quanto vale a soma,  $R_1 + R_2 + R_3 + R_4$ , dos valores dos quatro resistores, em ohms?

- a) 9
- b) 8
- c) 4
- d) 3
- e) 2

20. (EN) Um chuveiro elétrico consome 5,0 kW quando regulado para o inverno. Nesta condição, e a um custo de R\$ 0,30 por quilowatt-hora, certa residência deve pagar R\$ 45,00 na conta mensal de energia elétrica, devido apenas ao chuveiro. Quanto tempo, em horas, ele ficou ligado?

- a) 5
- b) 15
- c) 20
- d) 30
- e) 40

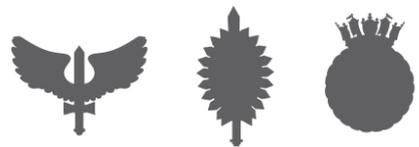
21. (EN) Analise a figura a abaixo.



No circuito da figura, cada lâmpada incandescente L dissipava 4,00 watts sob uma tensão inicial  $V_0$  mantida pela bateria de força e resistência interna desconhecidas. Quando, então, o filamento de uma das lâmpadas se rompeu (anulando sua corrente), observou-se que a tensão nas lâmpadas aumentou para  $5V_0/4$ . Considerando as lâmpadas como resistências comuns (constantes), a potência total dissipada, em watts, nas duas lâmpadas que permaneceram acesas é:

- a) 4,50
- b) 9,00
- c) 12,5
- d) 14,0
- e) 16,0

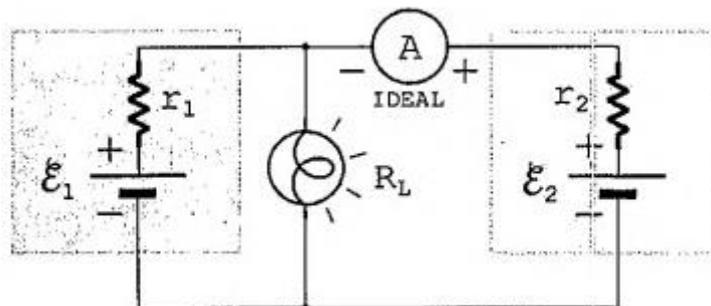




**25. (EN)** A maior parte da luz emitida por descargas atmosféricas é devido ao encontro de cargas negativas descendentes com cargas positivas ascendentes (raio de retorno). Supondo que, durante um raio desse tipo, uma corrente eletrônica constante de 30 kA transfere da nuvem para a terra uma carga negativa total de 15 C, a duração desse raio, em milissegundos, será

- a) 3,0
- b) 2,0
- c) 1,5
- d) 1,0
- e) 0,5

**26. (EN)** Analise a figura abaixo.



Duas pilhas, de resistência interna  $r_1 = r_2 = 1/3\Omega$ , e uma lâmpada, de resistência  $R_L = 2/3\Omega$ , estão conectadas em paralelo como mostra o circuito da figura acima. A fem da pilha 1 é  $\varepsilon_1 = 1,5\text{ V}$ , mas a pilha 2, de fem  $\varepsilon_2$ , encontra-se parcialmente descarregada de modo que o amperímetro ideal mede uma corrente nula nessa pilha. Sendo assim, o valor da fem  $\varepsilon_2$ , em volts, vale

- a) zero
- b) 0,50
- c) 0,75
- d) 1,00
- e) 1,25

**27. (EN)** Um chuveiro elétrico opera em uma rede elétrica de 220 volts dissipando 7600 J/s de calor em sua resistência. Se esse mesmo chuveiro for conectado a uma rede de 110 volts, a potência dissipada, em J/s, passará a ser de

- a) 5700
- b) 3800
- c) 2533
- d) 1900
- e) zero

**01.**

Suponhamos um amperímetro que registre o máximo de intensidade de corrente elétrica 5 A; porque ele se funde com uma intensidade de corrente elétrica maior. Se a resistência do amperímetro é de  $90 \Omega$ , que resistência devemos ligar em paralelo com o amperímetro afim de obtermos uma corrente elétrica de intensidade 50 A.

- a)  $30 \Omega$
- b)  $90 \Omega$
- c)  $40 \Omega$
- d)  $10 \Omega$
- e)  $20 \Omega$

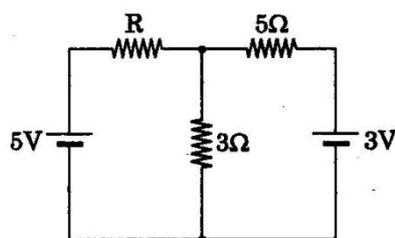
**02.**

A bateria de um automóvel desligado indica nos seus bornes uma diferença de potencial 12 V quando todos os componentes elétricos do carro estão desligados. Quando o motorista liga os faróis, a diferença de potencial nos bornes cai para 9 V. Se a corrente elétrica que circula da bateria tem intensidade de 1,5 A, a sua resistência elétrica interna é igual a

- a)  $3 \Omega$
- b)  $4 \Omega$
- c)  $1 \Omega$
- d)  $5 \Omega$
- e)  $2 \Omega$

**03.**

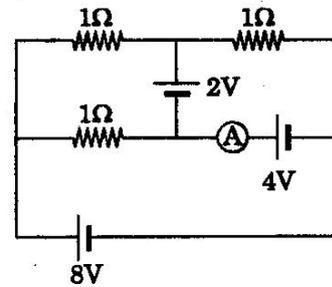
De acordo com o circuito elétrico da figura, calcule o valor de da resistência elétrica R, de maneira que a intensidade de corrente elétrica na resistência elétrica de  $5 \Omega$  seja nula.



- a)  $4 \Omega$
- b)  $1 \Omega$
- c)  $5 \Omega$
- d)  $2 \Omega$
- e)  $3 \Omega$

**04.**

De acordo com o circuito elétrico da figura, determine a leitura do amperímetro ideal.



- a) 2 A
- b) 4 A
- c) 3 A
- d) 0 A
- e) 1 A

**05.**

Por um aquecedor de resistência elétrica  $10 \Omega$  passa uma corrente elétrica de intensidade 2 A. Ele foi usado para elevar a temperatura de uma certa massa m de água de  $20^\circ \text{C}$  para  $60^\circ \text{C}$  num intervalo de 10 minutos.

Desprezando a capacidade calorífica do aquecedor, qual o valor de m?

Dado:

$$1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$

- a) 114 g
- b) 150 g
- c) 144 g
- d) 100 g
- e) 112 g

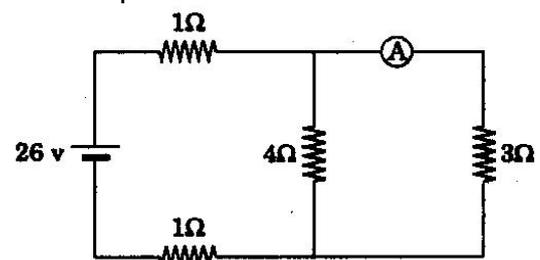
**06.**

Duas lâmpadas de 60 W-120 V e 40 W-120 V, respectivamente estão conectadas em série a uma com uma rede elétrica de 120 V. Qual a potência dissipada pelas lâmpadas, nestas condições?

- a) 144 W
- b) 12 W
- c) 100 W
- d) 24 W
- e) 160 W

**07.**

De acordo com o circuito da figura, calcule a leitura do amperímetro ideal.

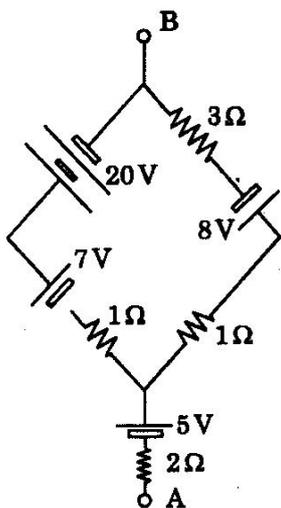


- a) 7 A
- b) 6 A
- c) 5 A

- d) 4A
- e) 3A

**08.**

De acordo com o circuito da figura, calcule a diferença de potencial entre os pontos A e B.



- a) 6 V
- b) 9 V
- c) 7 V
- d) 4 V
- e) 3 V

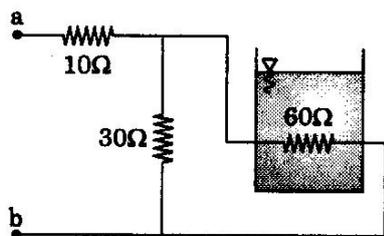
**09.**

Duas lâmpadas idênticas de indicações 50 W-10 V. Se conectadas em série com uma pilha ideal funcionam normalmente. Determine qual a potência dissipada pelas lâmpadas se elas forem ligadas em paralelo com uma outra pilha ideal com a metade da voltagem da primeira.

- a) 200 W
- b) 300 W
- c) 250 W
- d) 100 W
- e) 150 W

**10.**

Um recipiente de capacidade calorífica desprezível contém 480g de água como mostra a figura.



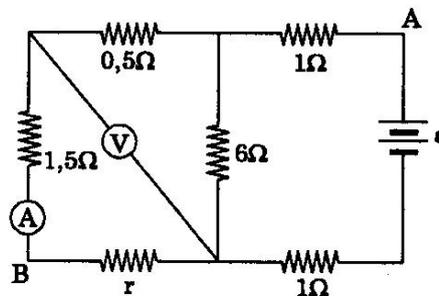
Determine a variação de temperatura que experimenta a água, se durante 5 minutos os terminais a e b do circuito elétrico for ligado numa fonte de 180 V.

- 1 J=0,24 cal
- a) 36 °C

- b) 38°C
- c) 29°C
- d) 20°C
- e) 30°C

**11.**

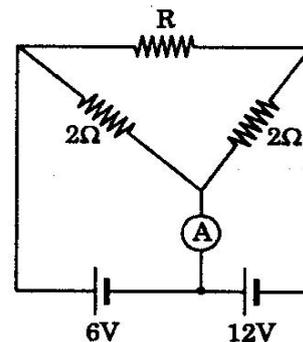
A diferença de potencial elétrico entre A e B é de 14 V. Determine a potência elétrica dissipada na resistência elétrica  $r = 1 \Omega$  (considere os instrumentos ideais)



- a) 16 W
- b) 17 W
- c) 5 W
- d) 2 W
- e) 3 W

**12.**

De acordo com o circuito da figura, determine a leitura do amperímetro ideal.

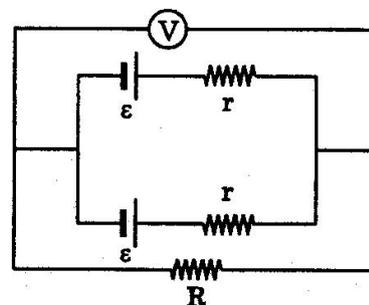


- a) 3 A
- b) 4 A
- c) 5 A
- d) 1 A
- e) 2 A

**13.**

De acordo com o circuito elétrico da figura, determine a leitura do voltmetro ideal.

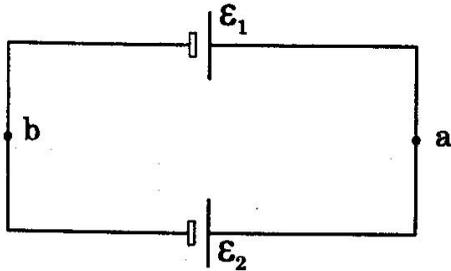
Dado:  
 $R = 4,5 r$



- a)  $0,9 \varepsilon$
- b)  $1,2 \varepsilon$
- c)  $3 \varepsilon$
- d)  $0,1 \varepsilon$
- e)  $0,5 \varepsilon$

14.

As baterias do circuito elétrico da figura têm forças eletromotrizes iguais a  $\varepsilon_1 = 57 \text{ V}$  e  $\varepsilon_2 = 32 \text{ V}$ . Determine a diferença de potencial entre os pontos a e b, se a razão entre as suas resistências elétricas internas é  $\frac{r_2}{r_1} = \frac{3}{2}$ .



- a) 89 V
- b) 42 V
- c) 47 V
- d) 25 V
- e) 57 V

15.

Utilizando uma par de cabos idênticos alimenta-se com uma fonte ideal de 20 V uma TV de especificação 20 W-12 V. Determine o comprimento de cada cabo, para que a TV funcione de acordo com as suas especificações.

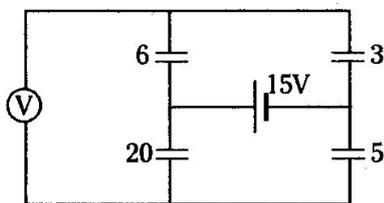
Dados:  $\rho = 2 \cdot 10^{-5} \Omega \text{ m}$

Secção transversal =  $5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

- a) 60 m
- b) 10 m
- c) 25 m
- d) 100 m
- e) 80 m

16.

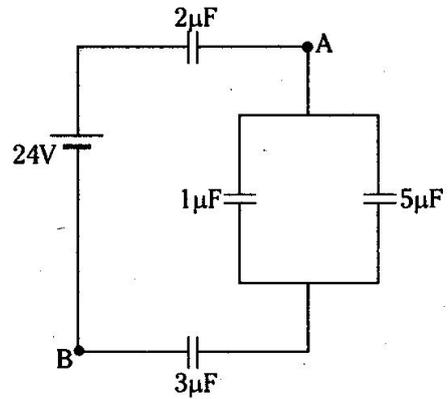
De acordo com o circuito elétrico da figura, todos os capacitores têm a sua capacitância em  $\mu\text{F}$ . Determine a leitura do voltímetro.



- a) 1 V
- b) 2 V
- c) 3 V
- d) 4 V
- e) 5 V

17.

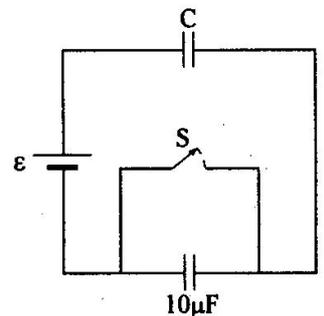
De acordo com o circuito elétrico da figura, determine a diferença de potencial entre os pontos A e B.



- a) 18 V
- b) 15 V
- c) 6 V
- d) 12 V
- e) 24 V

18.

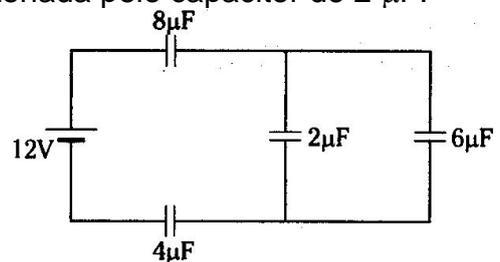
De acordo com o circuito elétrico da figura, quando a chave S está fechada a carga armazenada no circuito é de  $15 \mu\text{C}$  e quando ela está aberta o circuito armazena  $10 \mu\text{C}$ . Desse modo, determine a capacitância C.



- a)  $7,5 \mu\text{F}$
- b)  $15 \mu\text{F}$
- c)  $10 \mu\text{F}$
- d)  $5 \mu\text{F}$
- e)  $11,5 \mu\text{F}$

19.

De acordo com o circuito elétrico da figura, determine a quantidade de energia elétrica armazenada pelo capacitor de  $2 \mu\text{F}$ .

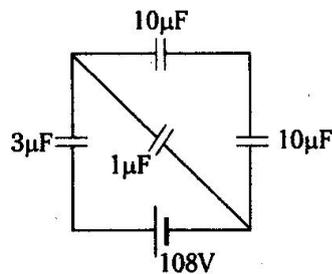


- a)  $3 \mu\text{J}$
- b)  $6 \mu\text{J}$
- c)  $9 \mu\text{J}$
- d)  $12 \mu\text{J}$
- e)  $15 \mu\text{J}$

20.

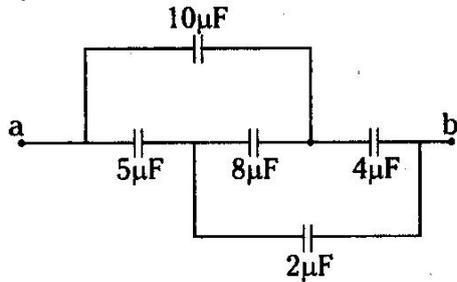
De acordo com o circuito elétrico da figura, determine a carga elétrica armazenada pelo capacitor de  $1 \mu\text{F}$ .

- a)  $9 \mu\text{C}$
- b)  $10 \mu\text{C}$
- c)  $11 \mu\text{C}$
- d)  $12 \mu\text{C}$
- e)  $36 \mu\text{C}$



21.

De acordo com o circuito elétrico da figura, determine a carga elétrica armazenada pelo capacitor de  $5 \mu\text{F}$ , se a diferença de potencial entre os pontos a e b é de 21 V.

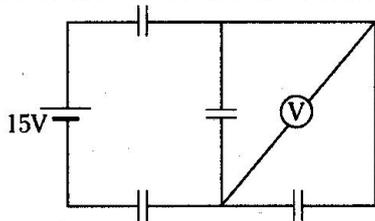


- a)  $30 \mu\text{C}$
- b)  $50 \mu\text{C}$
- c)  $55 \mu\text{C}$
- d)  $60 \mu\text{C}$
- e)  $65 \mu\text{C}$

22.

De acordo com o circuito elétrico da figura, todos os capacitores têm a mesma capacitância. Determine a leitura do voltímetro.

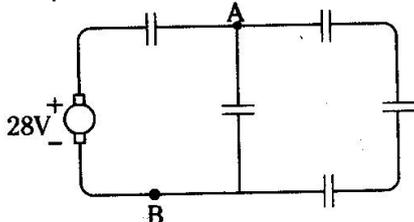
- a) 1 V
- b) 2 V
- c) 3 V
- d) 4 V
- e) 5 V



23.

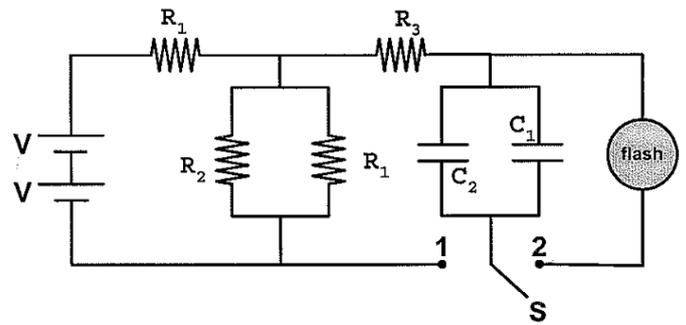
De acordo com o circuito elétrico da figura, todos os capacitores apresentam a mesma capacitância. Determine a diferença de potencial entre os pontos A e B.

- a) 12 V
- b) 13 V
- c) 14 V
- d) 15 V
- e) 16 V



24.

O circuito abaixo é utilizado para disparar o flash de uma máquina fotográfica. Movendo a chave S para o ponto 1, fecha-se o circuito de forma a carregar os capacitores  $C_1$  e  $C_2$ .

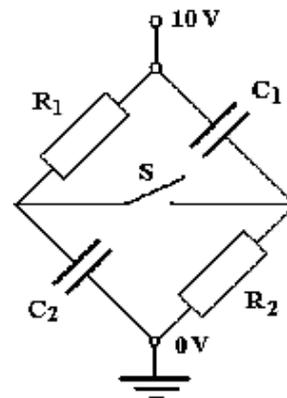


Quando os capacitores estão completamente carregados, a chave S é movida para o ponto 2 e toda energia armazenada nos capacitores é liberada e utilizada no disparo do flash. Sendo  $R_1 = 6,0 \Omega$ ,  $R_2 = 3,0 \Omega$ ,  $C_1 = 4,0 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 8,0 \mu\text{F}$  e  $V = 1,5 \text{ V}$ , qual a energia, em microjoules, utilizada no disparo do flash?

- a)  $27/8$
- b)  $21/3$
- c)  $11/8$
- d)  $9/8$
- e)  $5/8$

25.

O circuito da figura é composto de duas resistências,  $R_1 = 1,0 \times 10^3 \Omega$  e  $R_2 = 1,5 \times 10^3 \Omega$ , respectivamente, e de dois capacitores, de capacitâncias  $C_1 = 1,0 \times 10^{-9} \text{ F}$  e  $C_2 = 2,0 \times 10^{-9} \text{ F}$ , respectivamente, além de uma chave S, inicialmente aberta. Sendo fechada a chave S, a variação da carga  $\Delta Q$  no capacitor de capacitância  $C_1$ , após determinado período, é de

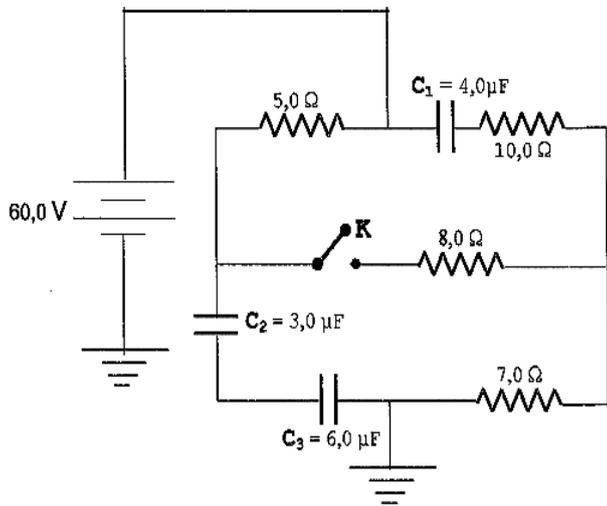


- a)  $-8,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ .
- b)  $-6,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ .
- c)  $-4,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ .
- d)  $+4,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ .
- e)  $+8,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ .

26.

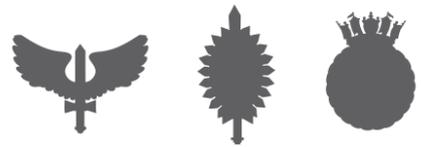
No circuito elétrico abaixo, temos inicialmente a chave K aberta e os capacitores completamente carregados. Fechando-se a chave, após um longo intervalo de tempo, o

capacitor  $C_2$  estará sob nova diferença de potencial.



O valor absoluto da variação da diferença de potencial, em volts, no capacitor  $C_2$  entre a situação inicial e final é:

- a) 40,0
- b) 30,0
- c) 20,0
- d) 10,0
- e) 8,0



**ELETROMAGNETISMO**

**ELETROMAGNETISMO**

**Ímã ou magneto**

Os ímãs são pedras que apresentam uma propriedade física denominada de **propriedade magnética**. Devido à propriedade magnética apresentada pelos ímãs eles conseguem interagir entre si e com determinadas substâncias denominadas de substâncias magnéticas.

**Substâncias magnéticas**

**Ferromagnéticas**

São atraídas fortemente, por exemplos, ferro, níquel e cobalto.

**Paramagnéticas**

São atraídas fracamente, por exemplos, alumínio, madeira, platina,...

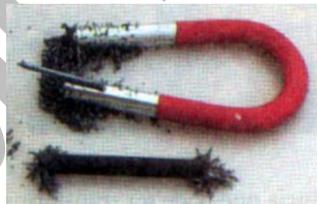
**Diamagnéticas**

São repelidas fracamente, por exemplos, cobre, bismuto, prata,...

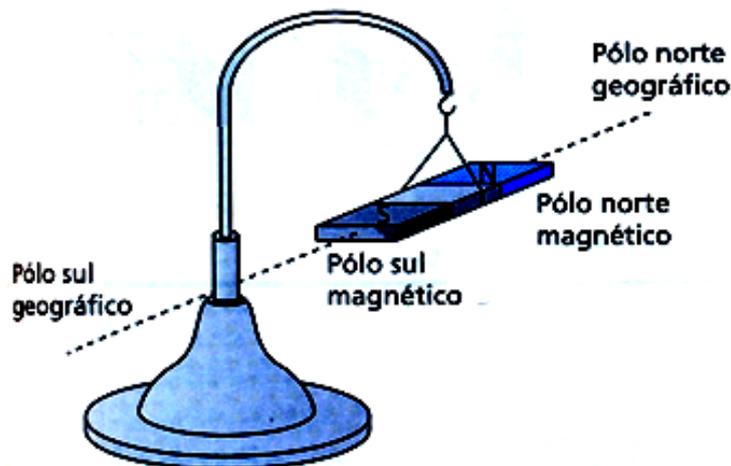
As regiões do ímã onde as ações magnéticas são mais intensas são denominadas de **polos magnéticos**.

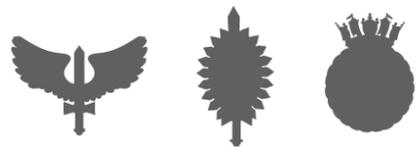


Em geral, um ímã tem dois polos. Nos ímãs na forma de barra ou na forma de ferradura, por exemplo, os polos localizam-se em suas extremidades.



Quando um desses ímãs é suspenso pelo seu centro de gravidade, como é o caso da agulha imantada de uma bússola, ele se alinha aproximadamente na direção norte-sul geográfica do local, cerca de 11° com a direção norte-sul geográfica.



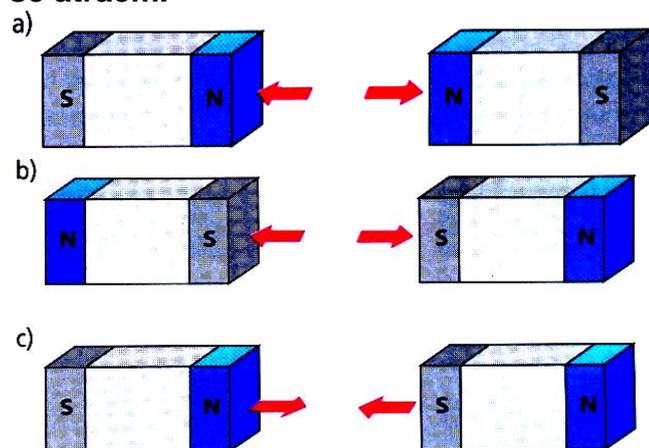


Observe a ilustração acima: a extremidade do ímã que se volta para o polo norte geográfico recebe o nome de polo norte magnético. Da mesma forma a extremidade que a ponta para o polo sul geográfico chama-se polo sul magnético.

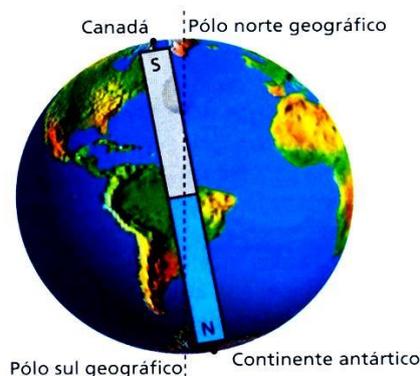
## Atração e repulsão

Se nós manusearmos dos ímãs de polos conhecidos iremos perceber que:

**Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes diferentes se atraem.**

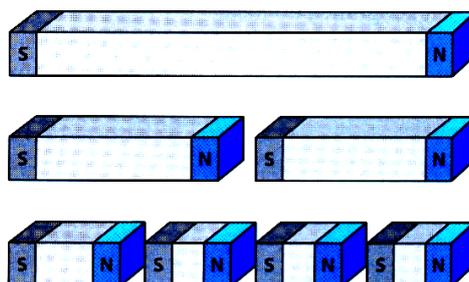


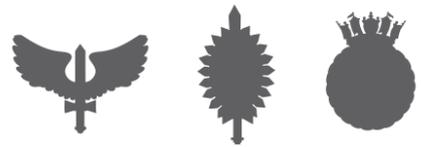
Este fato leva-nos concluir que, o polo norte magnético da agulha da bússola aponta para o polo norte geográfico, é porque **próximo do polo norte geográfico existe um polo sul magnético**. Da mesma forma, **próximo do polo sul geográfico existe um polo norte magnético**.



## Inseparabilidade dos polos de um ímã

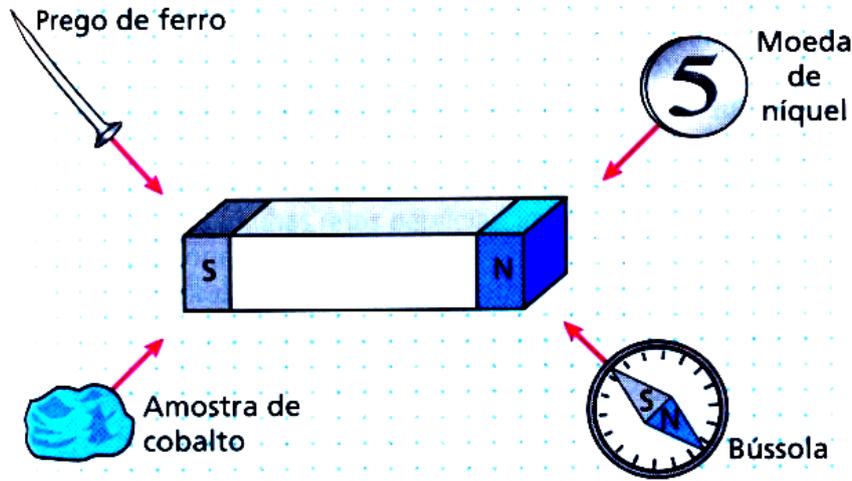
A experiência mostra que é impossível separar os polos magnéticos de um ímã. Isso significa que é impossível conseguir um pedaço de ímã que tenha só o polo norte magnético ou o polo sul magnético. Quando dividimos um ímã ao meio, obtemos dois outros ímãs, cada um com seus próprios polos norte e sul.





## O campo magnético de um ímã

Todo ímã cria a sua volta um campo denominado de campo magnético. Sendo o campo magnético quem vai intermediar a interação entre o ímã e outros ímãs e alguns materiais, como o ferro, o cobalto, o níquel e algumas ligas.



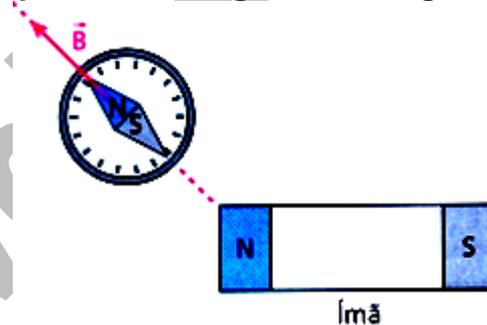
## Vetor indução magnética

O campo magnético de um ímã também é descrito por um vetor. Esse vetor é denominado vetor indução magnética e simbolizado por  $\vec{B}$ .

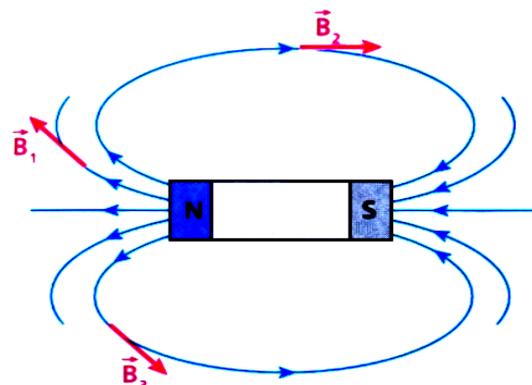
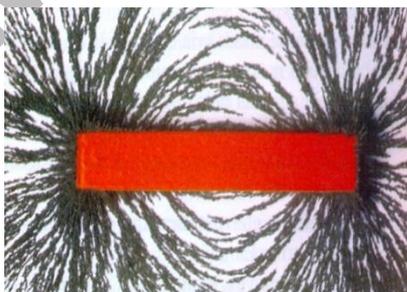
O vetor indução magnética  $\vec{B}$ , criado pelo ímã, na posição em que a bússola está, com sua agulha em equilíbrio estável, tem a seguinte orientação:

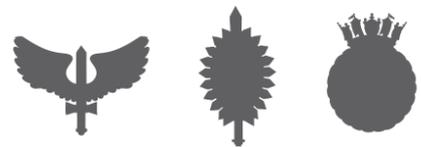
**Direção:** na direção no qual a agulha se alinha.

**Sentido:** para onde aponta o polo norte magnético da agulha.



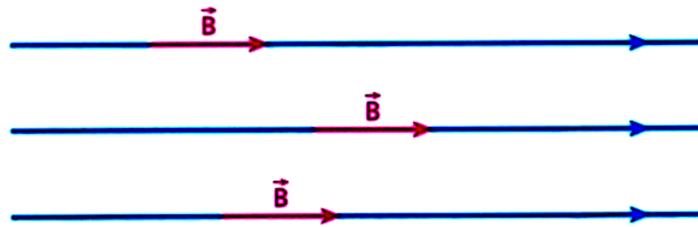
Para representar geometricamente o campo magnético na região externa a um ímã, usa-se linhas imaginárias orientadas convencionalmente do norte magnético para o sul magnético. Essas linhas são chamadas linhas de indução magnética. Sendo que o vetor indução magnética  $\vec{B}$  é tangente à linha de indução magnética e orientado no sentido dela.





**Campo magnético uniforme**

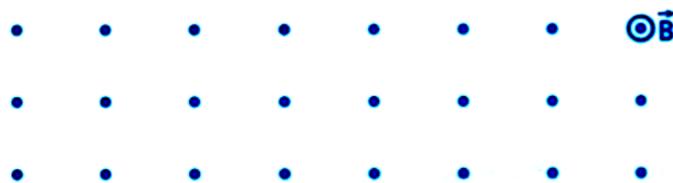
Campo magnético uniforme é aquele em que o vetor indução magnética tem o mesmo módulo, a mesma direção e o mesmo sentido em todos os pontos do meio.



**Outra representação do campo magnético**



**Campo magnético uniforme “entrando no papel”**



**Campo magnético uniforme “saindo no papel”**

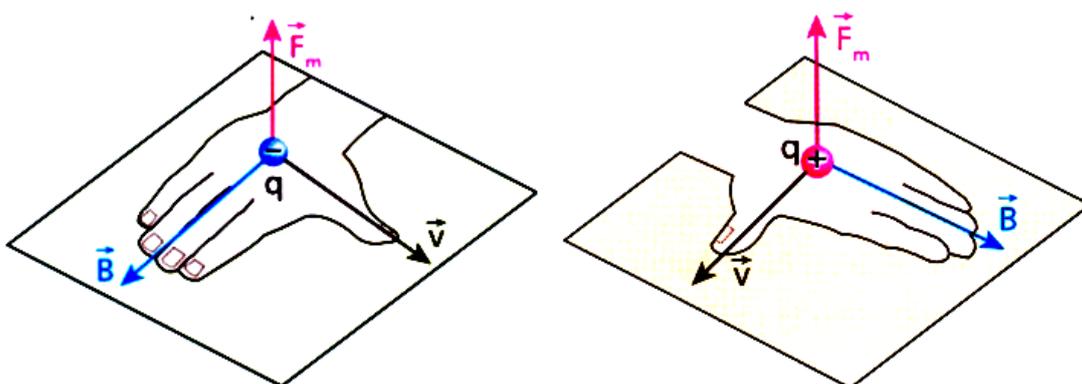
**Força de Lorentz**

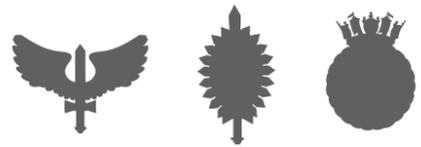
Experimentalmente, Lorentz percebeu que quando uma partícula carregada adentra uma região onde existe um campo magnético numa direção que forma um ângulo  $\theta$  com o campo, conforme ilustra a figura abaixo, a partícula receberá do campo uma força que apresenta as seguintes características:

**Módulo:**  $F = B \cdot |q| \cdot v \cdot \text{sen}\theta$

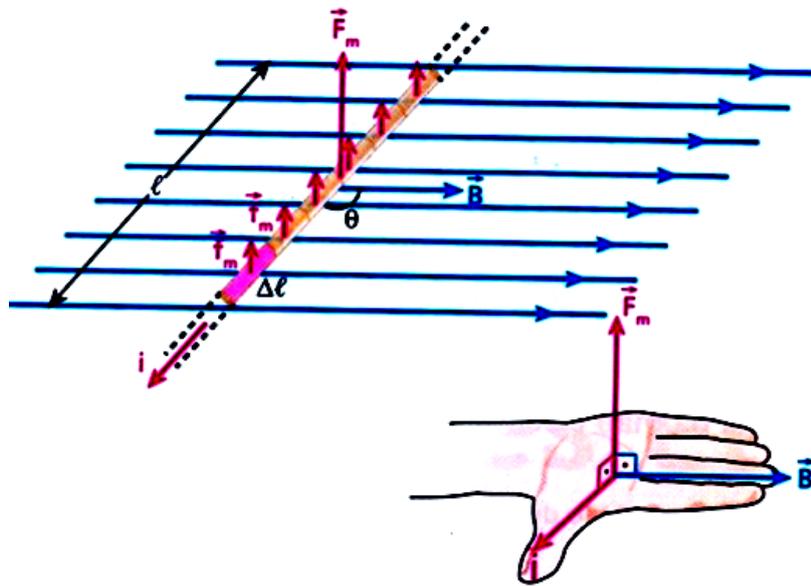
**Direção:** perpendicular ao plano que contém os vetores  $\vec{B}$  e  $\vec{v}$ .

**Sentido:** determinado pela regra da mão direita espalmada.





Força magnética sobre corrente elétrica



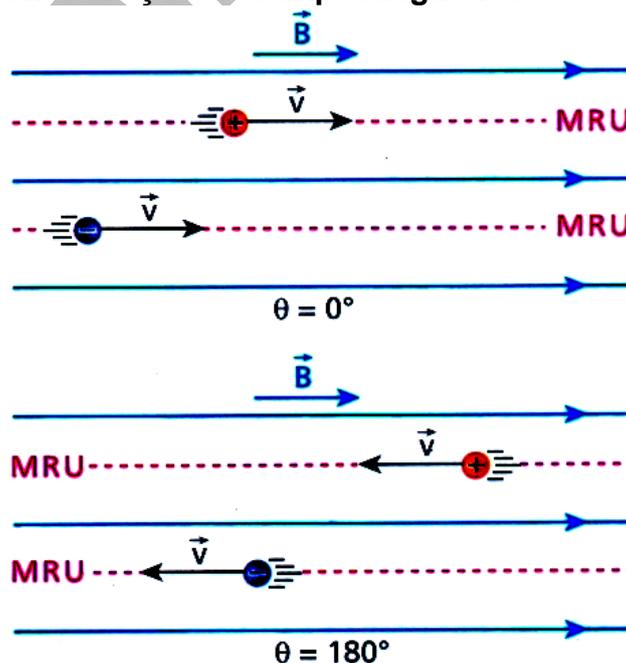
$$F = Bi\ell \sin\theta$$

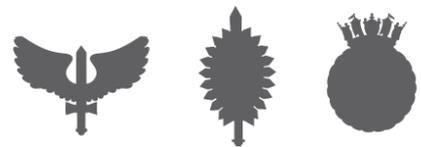
Atenção!

Quando uma substância ferromagnética está imersa em um campo magnético ela se magnetiza. Se cessarmos o campo magnético ela pode continuar magnetizada, ou seja, a tendência que uma substância ferromagnética tem de conservar-se magnetizada é denominada de **histerese magnética**. Por exemplo, os eletroímãs são construídos com ferro doce que possui histerese quase nula.

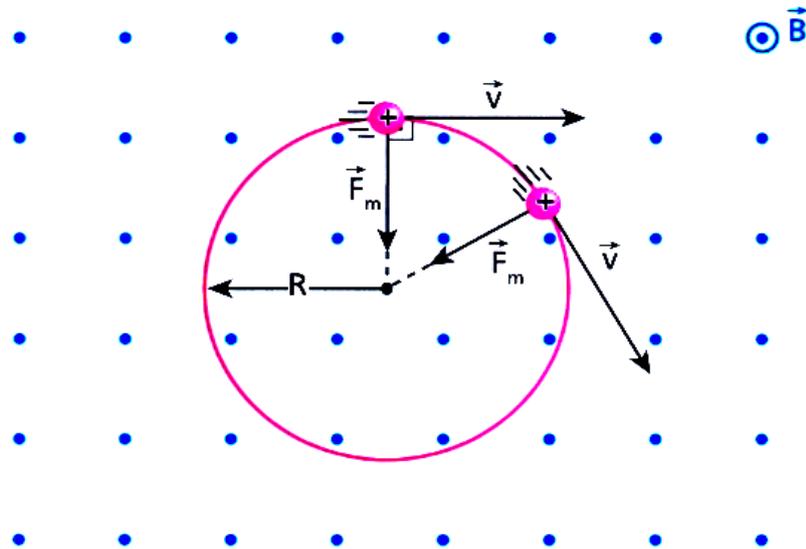
Trajétória da partícula eletrizada dentro do campo

Partícula lançada na mesma direção do campo magnético

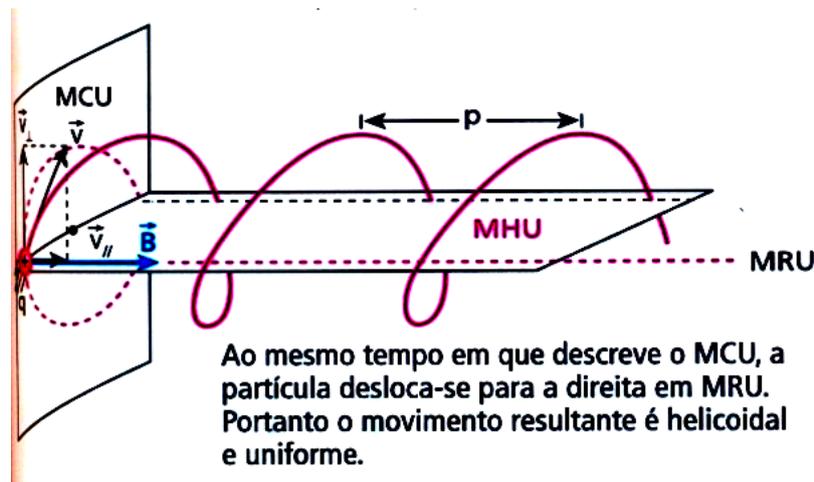




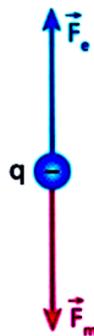
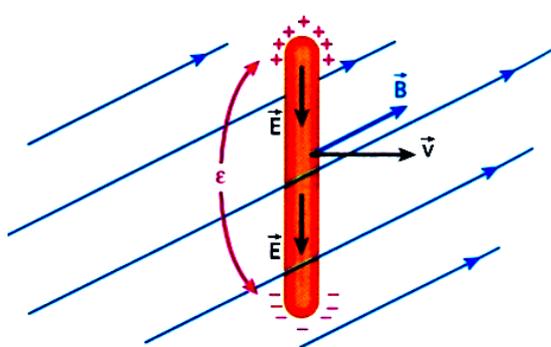
Partícula lançada perpendicularmente ao campo magnético.



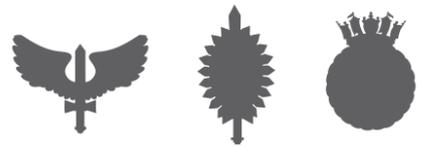
Partícula lançada com velocidade vetorial  $v$  formando um ângulo  $\theta$  em relação ao vetor campo magnético.



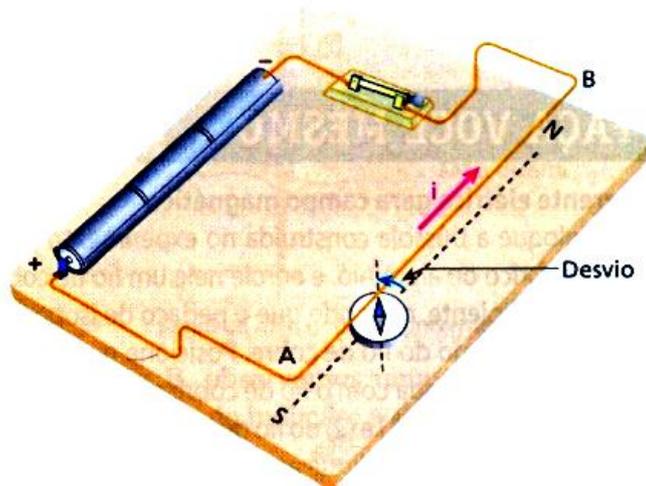
Força eletromotriz induzida pela força de Lorentz



$$\epsilon = \ell B v \sin \theta$$

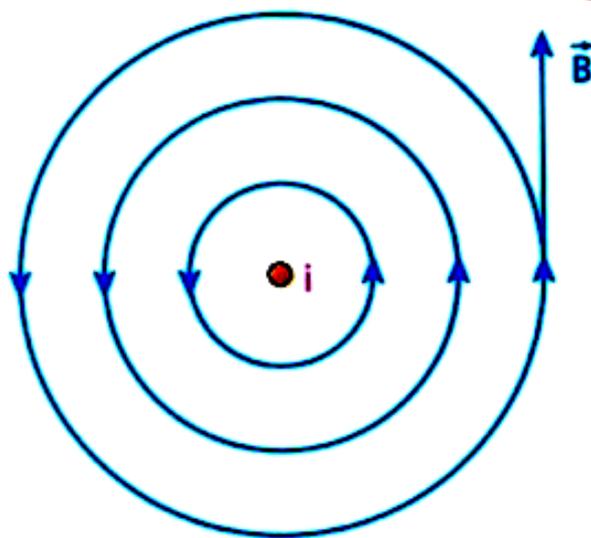
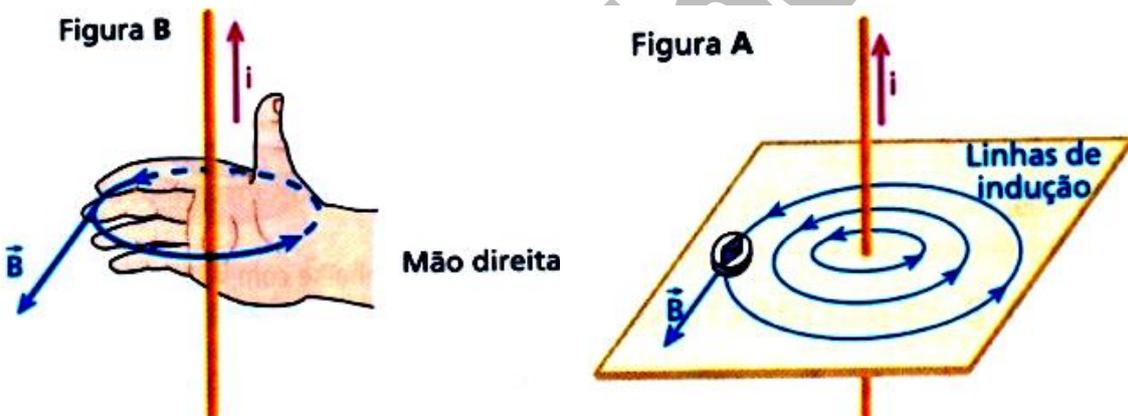


A origem do campo magnético

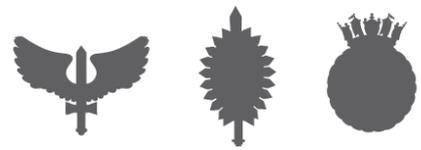


Cargas elétricas em movimento, ou seja, correntes elétricas, criam um campo magnético na região do espaço que as circunda, sendo, portanto, fontes de campo magnético.

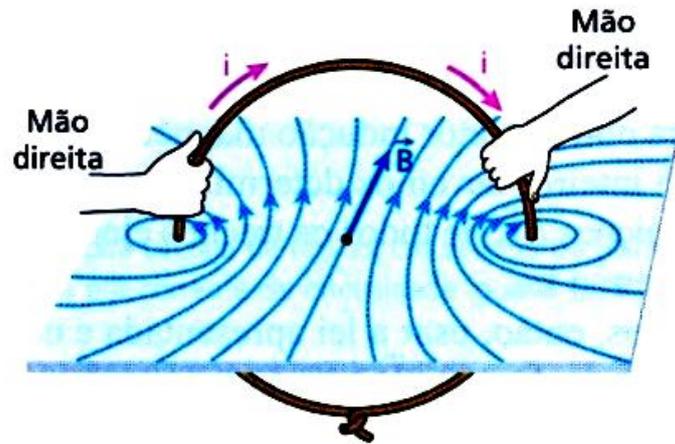
Campo magnético gerado por um fio retilíneo muito longo



$$B = \frac{\mu i}{2\pi d}$$

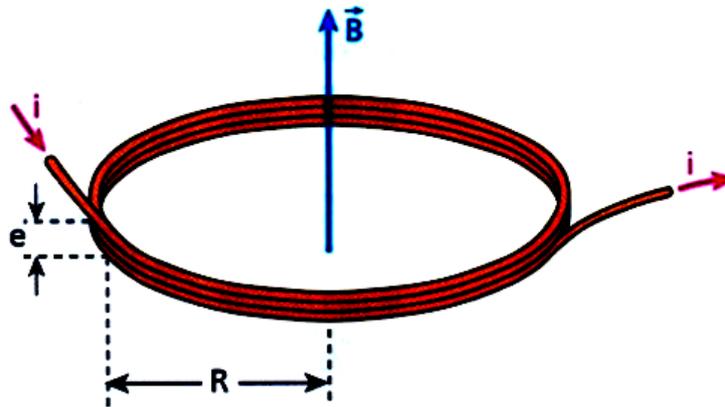


Campo magnético gerado por uma espira circular



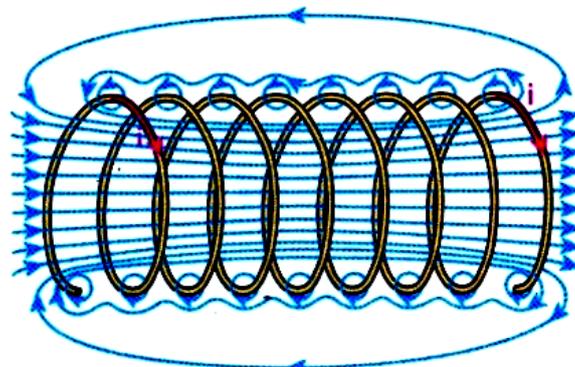
$$B = \frac{\mu i}{2R}$$

Atenção!  
Bobina chata

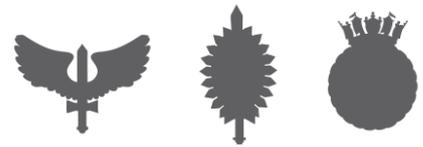


$$B = \frac{n\mu i}{2R}$$

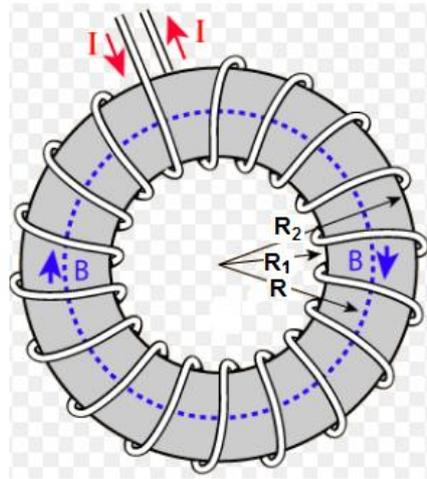
Campo magnético gerado por um solenoide



$$B = \frac{n\mu i}{\ell}$$

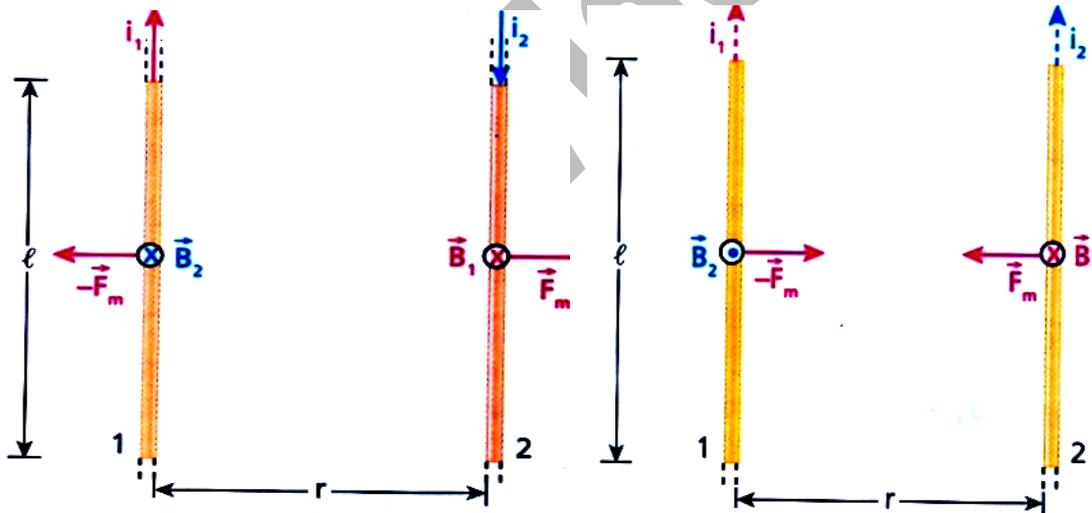


Campo magnético gerado por um toroide



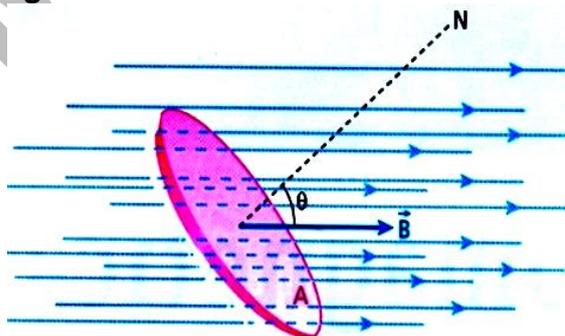
$$B = \frac{n\mu i}{\ell} \begin{cases} \ell = 2\pi R \\ R = \frac{R_1 + R_2}{2} \end{cases}$$

Interações entre correntes elétricas

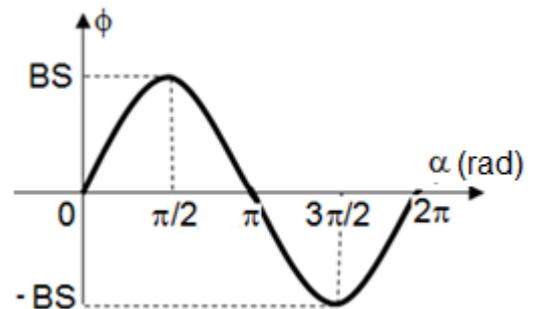


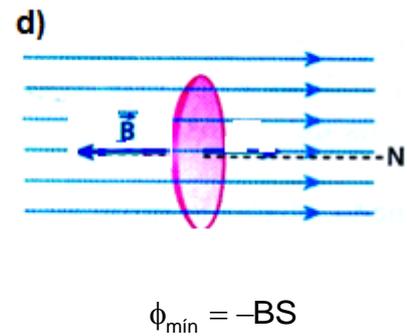
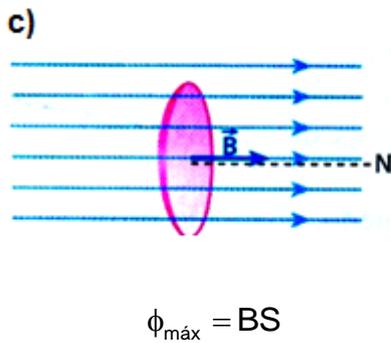
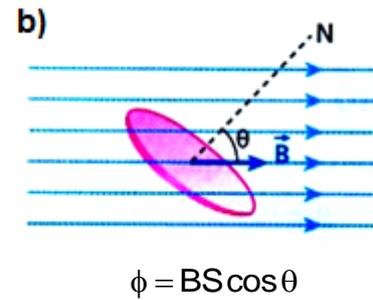
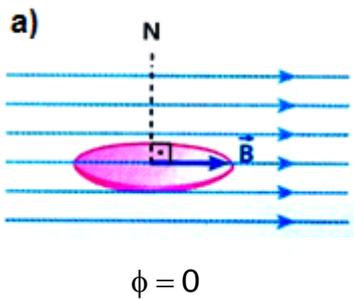
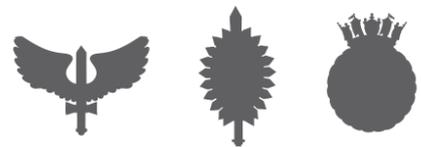
$$F = \frac{\mu i_1 i_2 \ell}{2\pi r}$$

Fluxo magnético



$$\phi = BS \cos \alpha \text{ (no SI weber ou Wb)}$$



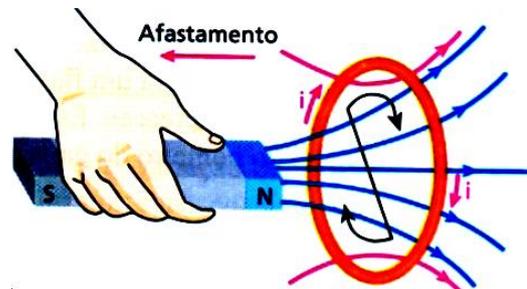


### Indução eletromagnética

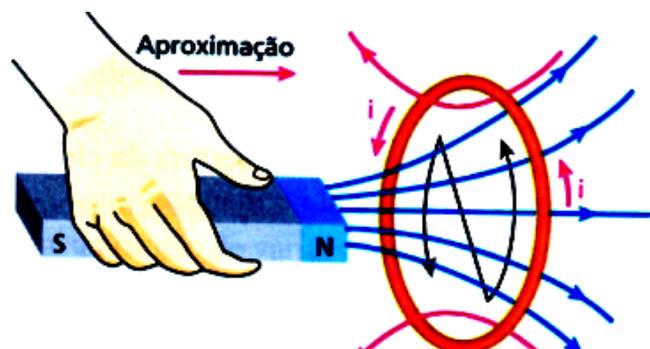
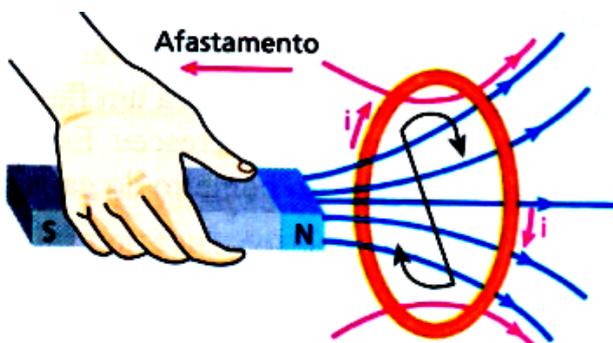
#### Lei de Faraday e lei de Lenz

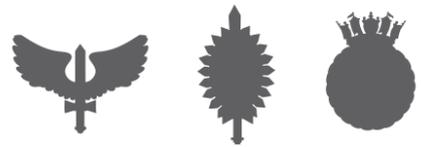
$$\varepsilon = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t}$$

Lei de Faraday



A Lei de Lenz afirma que corrente elétrica surge num sentido tal que quando o fluxo magnético aumenta e cria um campo magnético contrário ao campo magnético já existente e quando o fluxo magnético diminui ela cria um campo magnético a favor do campo magnético já existente.





**Noções de corrente elétrica alternada**

**Força eletromotriz induzida**

$$\varepsilon = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$\phi = BS \cos \theta$$

$$\phi = BS \cos \omega t$$

$$\varepsilon = -\frac{dBS \cos \omega t}{dt}$$

$$\varepsilon = -BS \frac{d \cos \omega t}{dt}$$

$$\varepsilon = -BS(-\text{sen} \omega t) \omega$$

$$\boxed{\varepsilon = BS \omega \text{sen} \omega t}$$

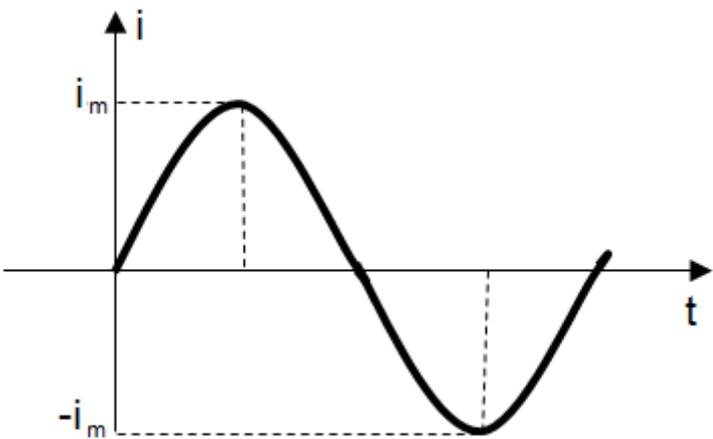
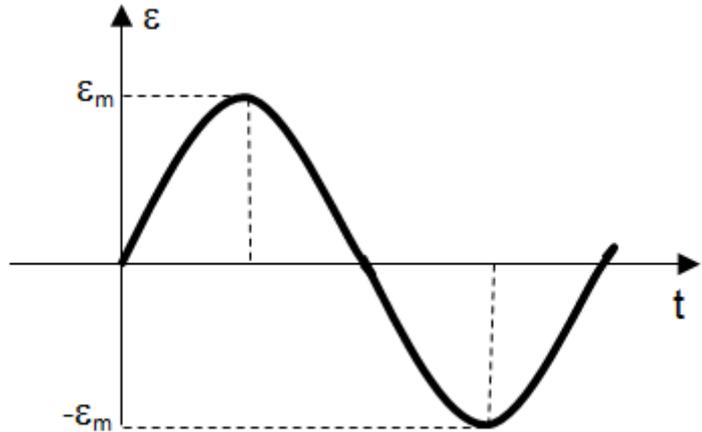
$$\varepsilon = BS \omega \text{sen} \omega t$$

$$\boxed{\varepsilon = \varepsilon_m \text{sen} \omega t}$$

$$\boxed{\varepsilon_m = BS \omega}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_m \text{sen} \omega t \div R$$

$$\boxed{i = i_m \text{sen} \omega t}$$



**Valores eficazes**

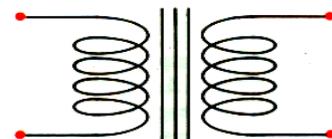
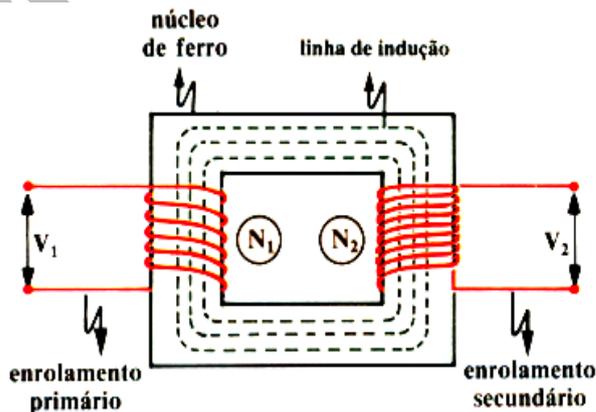
$$\boxed{\varepsilon_{ef} = \frac{\varepsilon_m}{\sqrt{2}}, i_{ef} = \frac{i_m}{\sqrt{2}} \text{ e } P_{ef} = \frac{P_m}{2}}$$

**Transformadores**

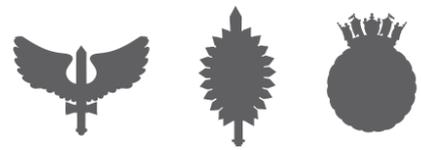
O transformador é usado para **reduzir** ou **aumentar a voltagem** de uma **corrente alternada**.

Um transformador é constituído basicamente por três elementos:

- 1- um núcleo de ferro, como mostra a figura;
- 2- uma bobina denominada de primário do transformador.
- 3- uma bobina denominada de secundário do transformador.



**Símbolo do transformador.**



Para se obter corrente induzida no secundário do transformador, deve-se aplicar uma **voltagem alternada no primário**, caso contrário, ele não funciona.

Equações

Para um transformador ideal, as potências do primário e do secundário são iguais.

$$P_1 = P_2$$

$$i_1 \cdot U_1 = i_2 \cdot U_2$$

A ddp (U) é proporcional ao número de espiras (N) existentes na bobina.

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

Logo, temos:

$N_2 > N_1 \Leftrightarrow U_2 > U_1$  – O transformador eleva a voltagem.

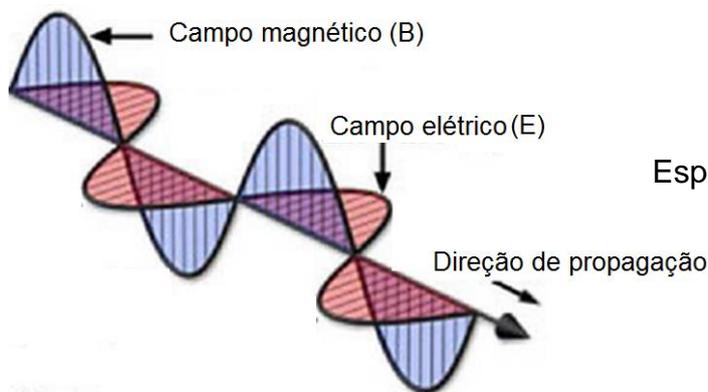
Logo, temos:

$N_2 < N_1 \Leftrightarrow U_2 < U_1$  – O transformador baixa a voltagem.

## Ondas eletromagnéticas

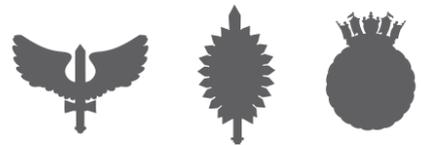
### Produção das ondas eletromagnéticas

Cargas elétricas aceleradas produzem campos elétricos e magnéticos variáveis que se propagam no espaço a velocidade da luz.



Espectro eletromagnético

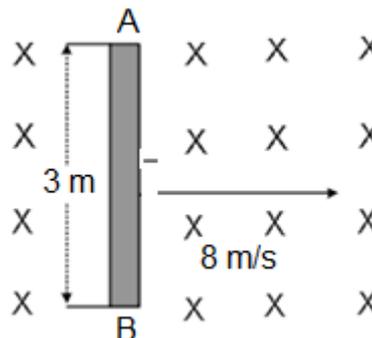
- Raios gama
- Raios X
- Raios UV
- Luz visível
- Raios infravermelhos
- Micro-ondas
- Ondas de TV
- Ondas de radio



**01. (EFOMM)** Uma carga positiva  $q$  penetra em uma região onde existem os campos elétrico  $\vec{E}$  e magnético  $\vec{B}$  dados por 
$$\begin{cases} \vec{E} = E_x \vec{i} + E_y \vec{j} + E_z \vec{k} \text{ N/C} \\ \vec{B} = B_y \vec{j} = (8,0 \cdot 10^{-3}) \vec{j} \text{ T} \end{cases}$$
 com vetor velocidade  $\vec{v} = v_z \vec{k} = (2,0 \cdot 10^3) \vec{k} \text{ m/s}$ . Desprezando a força gravitacional, para que movimento da carga sob a ação dos campos seja retilíneo e uniforme, as componentes do campo elétrico  $E_x$ ,  $E_y$  e  $E_z$ , em N/C, devem valer, respectivamente:

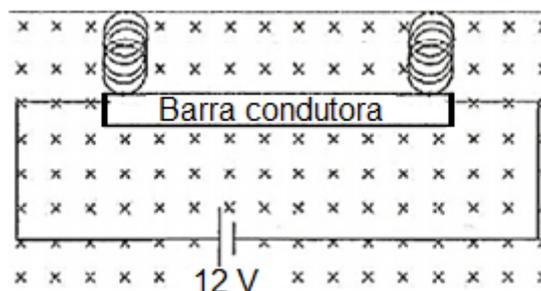
- a) + 16, zero e zero                      b) - 16, zero e zero                      c) zero, zero e - 4  
d) - 4, zero e zero                              e) zero, zero e + 4

**02. (EFOMM)** A haste AB de cobre mede 3,0 metros e move-se, com velocidade constante igual a 8,0 m/s, numa região de campo magnético uniforme de módulo 1,5 T. A direção do campo é perpendicular ao plano da página e o seu sentido é voltado para dentro desta, conforme indica a figura.



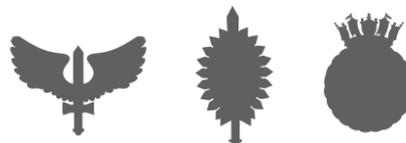
- a) 36    b) 32    c) 28  
d) 24    e) 20

**03. (EFOMM)** Duas molas idênticas, feitas de material isolante, de constante elástica  $k = 5,0 \text{ N/m}$ , presas ao teto, sustentam uma barra condutora de resistência elétrica  $3 \Omega$ , comprimento 0,2 m e massa 0,5 kg, cujas extremidades estão ligadas aos bornes de uma bateria de 12 V, conforme mostra a figura acima. O sistema está em repouso e imerso em um campo magnético uniforme de 3,0 T gerado por um eletroímã. Considere que no instante  $t$  o campo magnético seja desligado e os bornes da bateria desconectados da barra, veja figura abaixo.

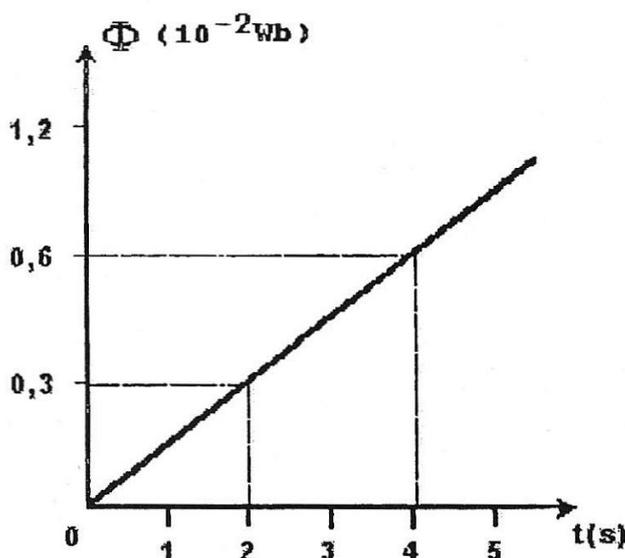


Nessa situação, qual será a amplitude, em metros, do movimento harmônico simples executado pela barra condutora após o instante  $t$ ?  
Dado: aceleração da gravidade =  $10 \text{ m/s}^2$ .

- a) 0,16    b) 0,18    c) 0,20  
d) 0,22    e) 0,24



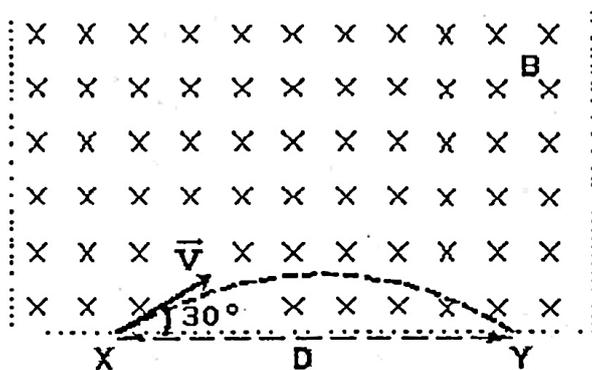
04. (EFOMM) Observe o gráfico a seguir.



O gráfico acima mostra o fluxo magnético, em função do tempo, que atravessa um anel metálico. Sendo a resistência elétrica do anel igual a  $0,3\Omega$ , a corrente elétrica que o percorre, é, em miliampère, igual a:

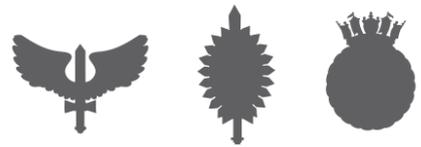
- a) 5
- b) 6
- c) 7
- d) 8
- e) 9

05. (EFOMM) Observe a figura a seguir.



Uma partícula de carga negativa  $q$  e massa  $m$  penetra com velocidade  $\vec{v}$  pelo orifício X em uma região de campo magnético uniforme, e desta região sai pelo orifício Y, conforme indica a figura acima. Observe que a velocidade da partícula é perpendicular às linhas de campo magnético. Desprezando os efeitos gravitacionais e considerando  $(q/m)=1,2 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$ ,  $B=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ T}$  e  $v=6,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ , a distância D entre os orifícios X e Y é igual a quantos milímetros?

- a) 3
- b) 4
- c) 5
- d) 6
- e) 7



**06. (EFOMM)** Um toroide, no circuito de uma das repetidoras de radar do passadiço tem uma seção reta quadrada de lado igual a 8 cm, raio interno de 18 cm, 400 espiras e é atravessado por uma corrente de intensidade igual a 0,8 A. O valor aproximado do fluxo magnético através da seção reta do toroide, em microwebers, é aproximadamente:

Dado:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ , em unidades do SI.

- a) 2,056
- b) 3,074
- c) 5,022
- d) 6,034
- e) 8,012

**07. (EFOMM)** Para a construção de um motor, experimenta-se colocar, sucessivamente, três tipos de espiras muito finas, feitas do mesmo material condutor e mesma área de seção transversal entre os polos de um ímã permanente. A primeira é quadrada e a segunda triangular, ambas de lados iguais a L. A terceira é circular de diâmetro L. Todas foram posicionadas, de forma que os planos aos quais cada uma pertence sejam perpendiculares ao campo magnético do ímã. Considere também que foram submetidas à mesma diferença de potencial. Assinale a única afirmativa correta.

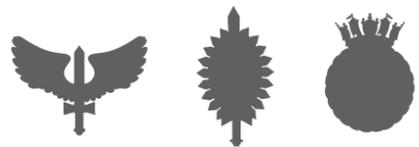
- a) A resistência elétrica da primeira espira é proporcional a  $3L$ .
- b) A corrente elétrica que circular pela segunda espira é proporcional a  $\sqrt{3}$ .
- c) A força magnética sobre cada espira independe da intensidade da corrente elétrica que circula em cada uma delas.
- d) O fluxo magnético através da primeira espira será  $\pi$  vezes maior que o fluxo magnético através da terceira espira quando elas tiverem a mesma fase.
- e) Os torques exercidos sobre a primeira e a terceira são iguais.

**08. (EFOMM)** Assinale a alternativa INCORRETA.

- a) É impossível separar os polos de um ímã natural.
- b) A imagem formada por reflexão em espelho plano é virtual, direita e igual ao objeto.
- c) Num circuito elétrico onde todos os resistores estão em paralelo, sempre que se acrescentar outros resistores paralelos aos anteriores, a intensidade da corrente elétrica diminuirá
- d) As forças peso e normal, que agem sobre um bloco assentado num plano horizontal, não formam um par ação – reação porque uma não origina a outra.
- e) O calor sempre flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

**09. (EFOMM)** Uma carga elétrica de  $5 \cdot 10^{-5}$  C, de massa  $2 \cdot 10^{-3}$  kg, penetra um campo magnético de 74,6 T com velocidade de 200 m/s, em ângulo de  $60^\circ$  (dado  $\text{sen}60^\circ$  igual a 0,866). Desprezando os efeitos gravitacionais, a aceleração imposta à partícula carregada é em  $\text{m/s}^2$ :

- a) 122
- b) 199
- c) 253
- d) 323
- e) 401



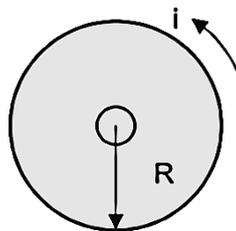
**10. (EFOMM)** Em uma instalação elétrica residencial, um fio 10 (diâmetro = 0,254 cm) é atravessado por uma corrente de 40 ampères. A intensidade do campo magnético, em weber/m<sup>2</sup>, na sua superfície é de:

(Dado: constante de permeabilidade magnética  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  weber / Am ).

- a)  $2,7 \cdot 10^{-3}$  T
- b)  $3,8 \cdot 10^{-3}$  T
- c)  $4,9 \cdot 10^{-3}$  T
- d)  $6,3 \cdot 10^{-3}$  T
- e)  $7,1 \cdot 10^{-3}$  T

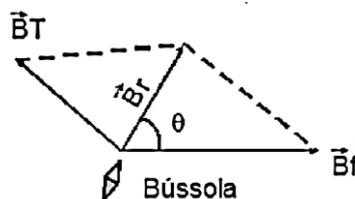
**11. (EFOMM)** Uma espira circular de raio  $\pi$  cm é percorrida por uma corrente de intensidade de 2 ampères, no sentido anti-horário, conforme mostra a figura. Considerando que o vetor indução magnética no centro da espira é perpendicular ao plano da figura abaixo, podemos afirmar que a sua intensidade e o seu sentido são, respectivamente:

Dado: permeabilidade magnética do meio =  $4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$ .



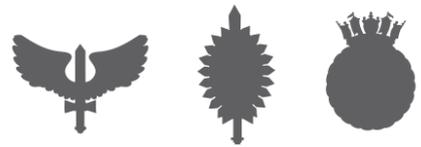
- a)  $4 \cdot 10^{-5}$  T e orientado para fora.
- b)  $4 \cdot 10^{-4}$  T e orientado para dentro.
- c)  $4 \cdot 10^{-4}$  T e orientado para fora.
- d)  $2 \cdot 10^{-4}$  T e orientado para fora.
- e)  $2 \cdot 10^{-4}$  T e orientado para dentro.

**12. (EFOMM)**



A agulha magnética de uma bússola tende a se alinhar na direção Norte-Sul em relação ao campo magnético terrestre. Se aproximarmos dessa bússola um fio reto muito longo, percorrido por uma corrente elétrica contínua, a agulha se move e se estabiliza na direção do campo resultante entre os campos magnéticos de Terra e do fio. A figura acima ilustra os campos magnéticos da Terra ( $B_T$ ), do fio ( $B_f$ ) e o campo magnético resultante ( $B_r$ ) em uma determinada região. Considerando-se as informações acima e a figura apresentada, podemos afirmar que a direção assumida pela agulha magnética da bússola depende:

- a) apenas da distância da bússola ao solo.
- b) do sentido e da intensidade da corrente que circula no fio.
- c) da intensidade, mas não do sentido da corrente que circula no fio.
- d) somente da declinação magnética do local.
- e) somente do sentido do campo magnético terrestre



**13. (EFOMM)** Um solenoide de bobina longa com 20 cm de comprimento tem 200 espiras. A permeabilidade magnética do meio que envolve o solenoide é de  $4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A}$ . Se uma corrente de 20 A percorre o solenoide, o valor do campo magnético desenvolvido por ele é:

a)  $15\pi \cdot 10^{-8} T$

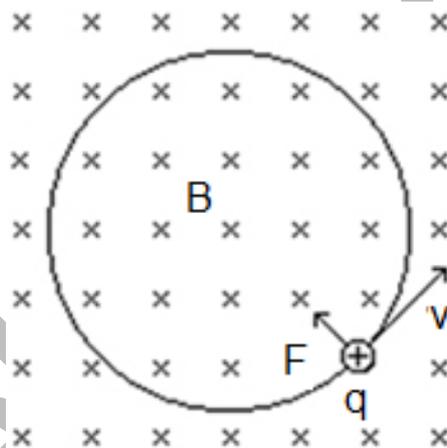
b)  $10\pi \cdot 10^{-6} T$

c)  $4\pi \cdot 10^{-5} T$

d)  $8\pi \cdot 10^{-3} T$

e)  $8\pi \cdot 10^{-3} T$

**14. (EFOMM)** Uma partícula elementar positiva, é lançada com velocidade "v" constante em uma região do espaço, tomada por um campo magnético constante e uniforme de intensidade "B", cujo o sentido é entrando na página e a direção é perpendicular a mesma, conforme a figura abaixo. Sabe-se que a partícula descreverá uma trajetória circular de raio "R", estando sujeita a uma força magnética de magnitude constante "F". Qual das alternativas abaixo explica o porque da trajetória da partícula ser circular na situação descrita acima ?



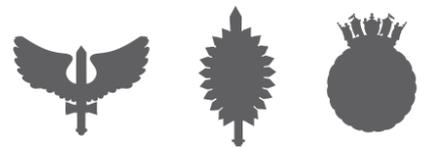
a) O vetor da força magnética F será sempre perpendicular ao plano formado entre o vetor velocidade v e o vetor campo magnético B, sendo por tanto perpendicular ao vetor velocidade v, não podendo interferir na sua magnitude, ficando restrito apenas a alterar continuamente e uniformemente a direção e o sentido de v, causando aparecimento de uma aceleração centrípeta de valor igual a  $v^2/R$ , onde "R", é o raio da trajetória caracterizando assim um MCU.

b) Quando a partícula "+q" dotada de velocidade "v", sofrer a influência de B, tenderá a rotacionar em torno de si mesma causando um movimento a deriva cuja trajetória coincidirá com um círculo;

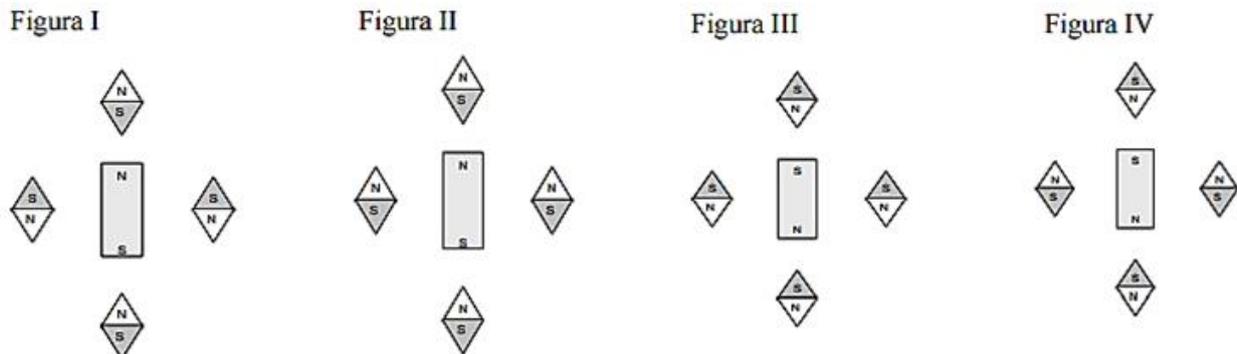
c) A força magnética F, a qual atuará sobre a partícula assim que ela estiver sob a influência do campo magnético B, executará trabalho sobre a referida partícula, forçando a mudar constantemente de direção e assim a descrever um movimento de trajetória circular;

d) A magnitude da aceleração centrípeta que a força magnética F, imprime a partícula crescerá uniformemente ocasionando o movimento circular da mesma;

e) A força magnética F, desacelera a partícula, causando uma diminuição de sua velocidade, forçando-a a descrever um MCU desacelerado.



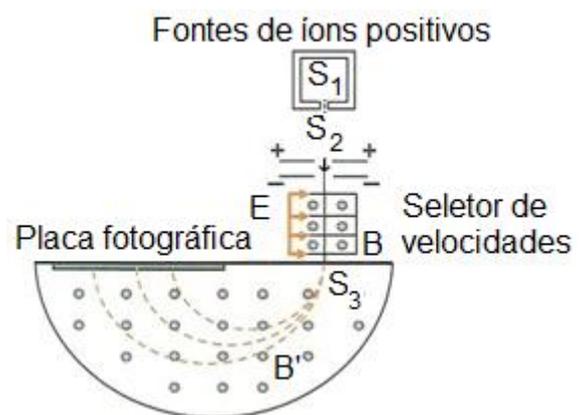
15. (EFOMM) Em cada uma das figuras dadas abaixo, pequenas bússolas estão dispostas próximas a um ímã.



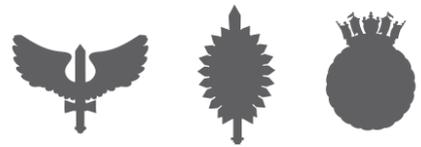
Em relação à disposição dos polos magnéticos norte e sul, podemos afirmar que as figuras certas são apenas

- a) I e III.
- b) I e II.
- c) II e IV.
- d) I e IV.
- e) III e II.

16. (EFOMM) O espectrômetro de massa de Bainbridge: Nas fendas  $S_1$  e  $S_2$  do espectrômetro de Bainbridge, mostrado na figura abaixo, passa apenas um feixe estreito de íons positivos. Tal feixe, percorre o selecionador de velocidade o qual possui ao longo de toda sua extensão, um campo elétrico de intensidade  $E$ , constante e uniforme orientado da esquerda para direita e perpendicular a um campo magnético de intensidade  $B$ , também constante e uniforme, cujo sentido aponta para fora da página. Este arranjo, permite que apenas íons positivos com velocidade constante  $v = E/B$  atravessem a fenda  $S_3$  na saída do selecionador, os íons que passarem por  $S_3$  entrarão por uma região do espaço, tomada por um campo magnético constante e uniforme de intensidade  $B'$ , também perpendicular ao plano da página e dele saindo, conforme mostra a figura abaixo. Um íon positivo qualquer entrando nessa região do espaço, tomada por  $B'$ , descreverá um trajetória circular à esquerda, atingindo a placa fotográfica a qual registrará o tamanho do diâmetro da trajetória percorrida pelo íon, que será igual a distância entre o ponto de impacto sobre a placa fotográfica, até o centro da fenda  $S_3$ . Temos no espectrômetro de Bainbridge um feixe de íons de Hélio,  $He^+$ , emergindo do selecionador de velocidade com velocidade constante  $v = 10^5$  m/s, entrando numa região do espaço tomada por um campo magnético constante e uniforme, de intensidade  $B' = 817$  G (  $1G = 10^{-4}$  T). Após descrever uma trajetória semicircular a esquerda, os íons selecionados atingem a placa fotográfica a qual registra uma distância de 10,16 cm entre o ponto de impacto dos íons e o centro da fenda  $S_3$ . Pergunta-se, qual a massa de um único íon de Hélio ( $He^+$ )? (Dado a carga elementar  $q = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C).



- a)  $5,97 \cdot 10^{-28}$  Kg
- b)  $7,32 \cdot 10^{-30}$  Kg
- c)  $8,77 \cdot 10^{-26}$  Kg
- d)  $6,65 \cdot 10^{-27}$  Kg
- e)  $4,65 \cdot 10^{-30}$  Kg



**17. (EFOMM)** Dois circuitos elétricos fechados contendo pares de fios de cobre paralelos são percorridos por uma corrente elétrica  $I$ , conforme os sentidos mostrados nas figuras "A" e "B" abaixo. Podemos afirmar, que:

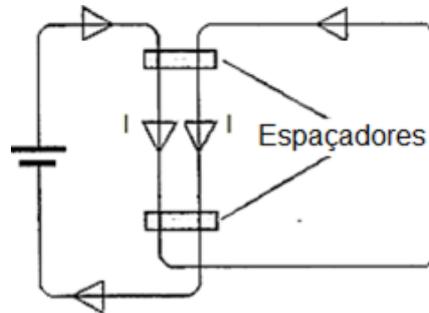


Figura A - Par de fios de cobre paralelos percorridos no mesmo sentido, por uma corrente elétrica de intensidade  $I$ .

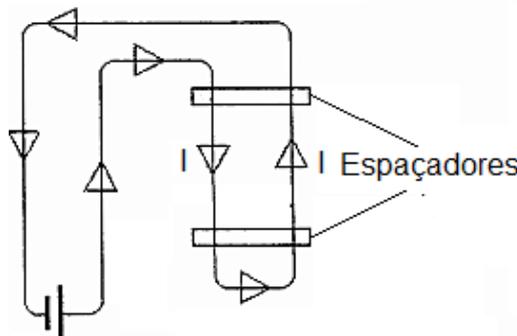
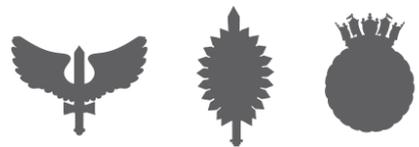


Figura B - Fios de cobre paralelos percorridos em sentidos opostos, por uma corrente elétrica de intensidade  $I$ .

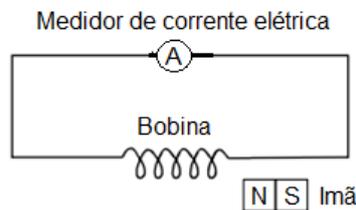
- As forças magnéticas em ambos os casos, tenderão a aproximar os fios paralelos um do outro;
- Em ambos os casos, os fios não sofrerão quaisquer tipo de influência mútua devido a forças de ação a distância, não fazendo sentido falarmos de interação de natureza magnética entre eles;
- A força magnética de repulsão entre os fios paralelos, no caso da figura A, será compensada pela força elétrica de atração entre os portadores de carga que constituem a corrente elétrica  $I$ , não havendo interação entre os fios. No caso da figura B, a força magnética de atração, será compensada pela força elétrica de repulsão entre os portadores de carga que constituem a corrente  $I$ , não havendo novamente, interação entre os fios;
- Quando da passagem da corrente elétrica de intensidade  $I$ , haverá uma força de natureza magnética de atração entre os fios paralelos da figura A e uma força de repulsão, também de natureza magnética, entre os fios paralelos do diagrama mostrado na figura B. Em ambos os casos, não haverá interação de natureza elétrica entre os fios, pois a condição inicial de neutralidade de cargas elétricas dos fios condutores, não sofrerá alteração mesmo quando da passagem da corrente  $I$ .
- Em ambos os casos a força magnética entre os fios paralelos será de repulsão.

**18. (EFOMM)** Como chamamos ao não paralelismo entre os eixos magnético e geográfico da Terra?

- Declinação magnética.
- Desvio Magnético.
- Antiparalelíssimo magnético.
- Defasagem magneto-geográfica.
- Ângulo sólido magnético



**19. (EFOMM)** A figura acima representa um ímã com seus polos norte e sul próximo a um circuito constituído por uma bobina em um medidor sensível de corrente. Impondo-se à bobina e ao ímã determinados movimentos, o medidor poderá indicar passagem de corrente pela bobina. Não haverá indicação de passagem de corrente quando



- o ímã e a bobina se movimentarem, aproximando-se.
- a bobina se aproximar do ímã, que permanecerá parado.
- o ímã se deslocar para a direita e a bobina para a esquerda.
- o ímã e a bobina se deslocarem ambos para a direita com a mesma velocidade.
- o ímã se aproximar da bobina e esta permanecer parada.

**20. (EFOMM)** Suponha que uma partícula de vidro, de massa  $4,5 \cdot 10^{-7}$  kg, viajando a 18 km/h, tenha adquirido, por atrito, carga de  $3,4 \cdot 10^{-7}$  C. Se ela penetrar ortogonalmente em um campo magnético de  $4,4$  weber/m<sup>2</sup>, o módulo da força resultante, em newtons, que nela atua será de, aproximadamente:

Considere:

a força magnética ortogonal ao peso; e  $g \cong 10$  m/s<sup>2</sup>.

- $8,7 \cdot 10^{-6}$
- $10,8 \cdot 10^{-6}$
- $12,1 \cdot 10^{-6}$
- $15,2 \cdot 10^{-6}$
- $19,4 \cdot 10^{-6}$

**21. (EFOMM)** Seja uma partícula de massa 20 gramas, carregada com 18 micro coulombs, viajando a 500 km/h, deslocando-se horizontalmente da esquerda para a direita sobre a folha da prova. Suponha que, nessa região do espaço, exista um campo magnético uniforme de intensidade 120 T, perpendicular à folha de prova, apontando para dentro. O módulo da força resultante (em newtons) que sobre ela atua é, aproximadamente, de:

Dado:  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>

- 0,26
- 0,36
- 0,46
- 0,56
- 0,66

**22. (EFOMM)** Uma espira condutora retangular rígida move-se, com velocidade vetorial  $\vec{v}$  constante, totalmente imersa numa região na qual existe um campo de indução magnética  $\vec{B}$ , uniforme, constante no tempo, e perpendicular ao plano que contém tanto a espira como seu vetor velocidade. Observa-se que a corrente induzida na espira é nula. Podemos afirmar que tal fenômeno ocorre em razão de o

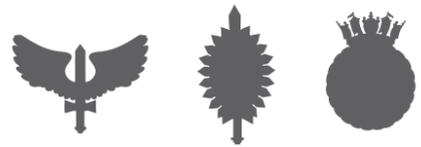
- fluxo de  $\vec{B}$  ser nulo através da espira.
- vetor  $\vec{B}$  ser uniforme e constante no tempo
- vetor  $\vec{B}$  ser perpendicular ao plano da espira.
- vetor  $\vec{B}$  ser perpendicular a  $\vec{v}$ .
- vetor  $\vec{v}$  ser constante.



GABARITO

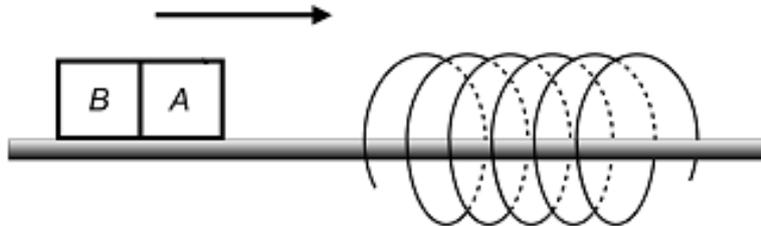
01. a   02. a   03. e   04. a   05. c   06. a   07. e   08. c   09. d   10. d   11. a   12. b  
13. e   14. a   15. d   16. d   17. d   18. a   19. d   20. a   21. b   22. d

Maxwell Videoaulas



**ELETROMAGNETISMO - TESTES DE APRENDIZAGEM**

**01. (AFA)** A figura abaixo mostra um ímã AB se deslocando, no sentido indicado pela seta, sobre um trilho horizontal envolvido por uma bobina metálica fixa.



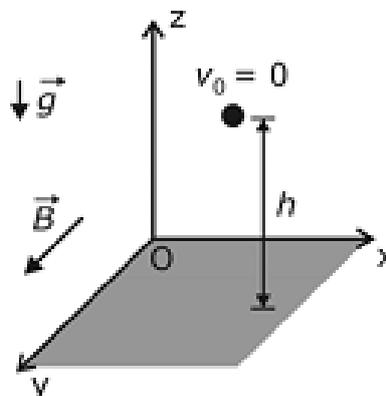
Nessas condições, é correto afirmar que, durante a aproximação do ímã, a bobina

- a) sempre o atrairá.
- b) sempre o repelirá.
- c) somente o atrairá se o polo A for o Norte.
- d) somente o repelirá se o polo A for o Sul.

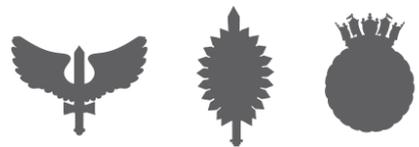
**02. (AFA)** Considere um elétron partindo do repouso e percorrendo uma distância retilínea, somente sob a ação de um campo elétrico uniforme gerado por uma ddp  $U$ , até passar por um orifício e penetrar numa região na qual atua somente um campo magnético uniforme de intensidade  $B$ . Devido à ação desse campo magnético, o elétron descreve uma semicircunferência atingindo um segundo orifício, diametralmente oposto ao primeiro. Considerando o módulo da carga do elétron igual a  $q$  e sua massa igual a  $m$ , o raio da semicircunferência descrita é igual a

- a)  $\frac{Bq}{mU}$
- b)  $\left(\frac{Bq}{mU}\right)^2$
- c)  $\frac{1}{B} \left(\frac{2mU}{q}\right)^{\frac{1}{2}}$
- d)  $\left(\frac{2mU}{Bq}\right)^{\frac{1}{2}}$

**03. (AFA)** Uma partícula de massa  $m$  carregada eletricamente com carga  $q$ , é solta em queda livre de uma altura  $h$  acima do plano horizontal  $xy$ , conforme ilustra a figura abaixo.

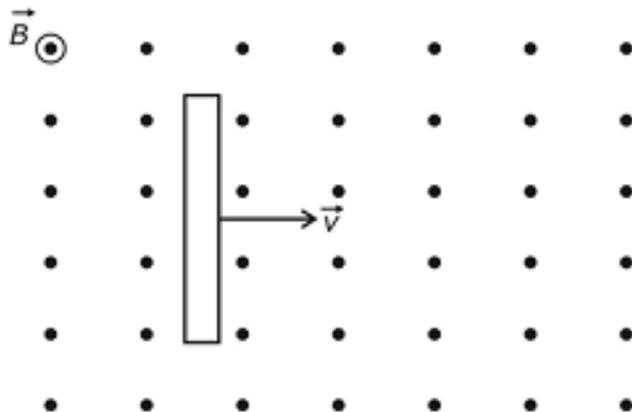


Se nesta região, além do campo gravitacional  $\vec{g}$ , atua também um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  na direção  $Oy$ , a energia cinética da partícula ao passar pelo plano  $xy$  valerá



- a)  $mgh$
- b)  $mh\sqrt{g^2 + B^2}$
- c)  $mh(g+B)$
- d)  $mgh(g^2 - B^2)$

**04. (AFA)** Considere um campo magnético uniforme de intensidade  $B$  e um condutor metálico retilíneo deslocando-se com velocidade vetorial constante  $\vec{v}$ , perpendicularmente às linhas desse campo, conforme a figura abaixo.



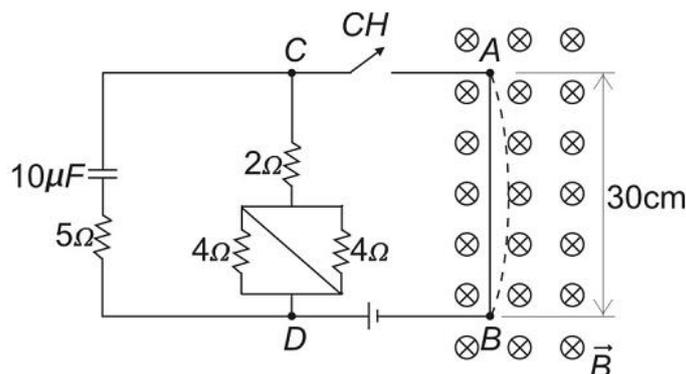
Sobre a situação descrita acima, são feitas as seguintes afirmações:

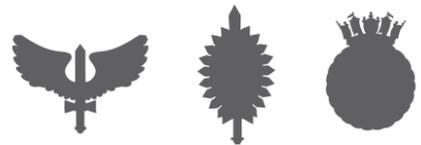
- I - A separação de cargas nas extremidades do condutor dá origem a um campo elétrico  $\vec{E}$  que exerce sobre os portadores de carga uma força elétrica  $\vec{F}$ .
- II - A força elétrica  $\vec{F}_e$ , que surge devido a separação de cargas no condutor, tende a equilibrar a ação da força magnética  $\vec{F}_m$  exercida pelo campo magnético uniforme.
- III - O campo elétrico  $\vec{E}$ , que surge devido a separação de cargas no condutor, dá origem a uma força eletromotriz  $\mathcal{E}$ , que é a diferença de potencial nas extremidades do condutor.

São corretas

- a) somente I e II.
- b) somente I e III.
- c) somente II e III.
- d) I, II e III.

**05. (AFA)** O trecho AB, de comprimento 30 cm, do circuito elétrico abaixo, está imerso num campo magnético uniforme de intensidade 4 T e direção perpendicular ao plano da folha. Quando a chave CH é fechada e o capacitor completamente carregado, atua sobre o trecho AB uma força magnética de intensidade 3 N, deformando-o, conforme a figura.





Sabe-se que os fios são ideais. A intensidade da corrente elétrica, em ampères, e a diferença de potencial elétrico entre os pontos C e D, em volts, são, respectivamente

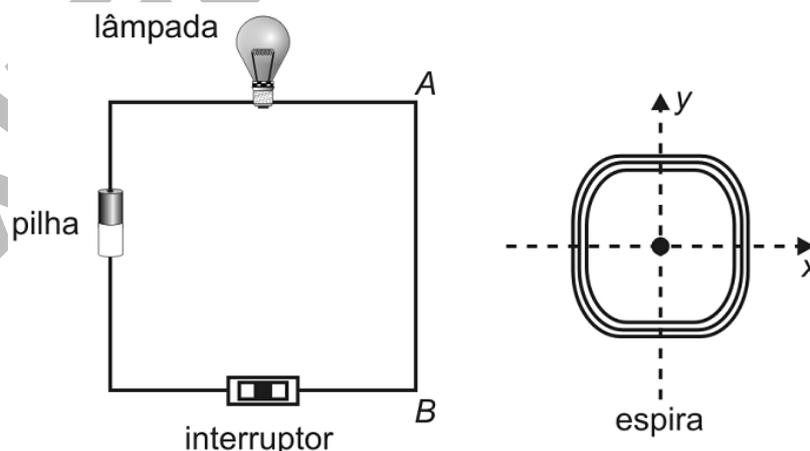
- a) 25 e 50
- b) 5 e 10
- c) 2,5 e 5
- d) 1,25 e 2,5

**06. (AFA)** A figura mostra uma região na qual atua um campo magnético uniforme de módulo  $B$ . Uma partícula de massa  $m$ , carregada positivamente com carga  $q$ , é lançada no ponto A com uma velocidade de módulo  $v$  e direção perpendicular às linhas do campo. O tempo que a partícula levará para atingir o ponto B é



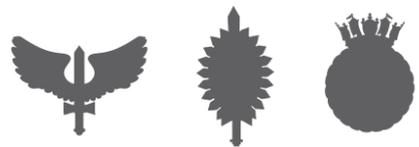
- a)  $\frac{\pi Bq}{m}$
- b)  $\frac{\pi m}{Bq}$
- c)  $\frac{2\pi m}{Bq}$
- d)  $\frac{\pi Bq}{2m}$

**07. (AFA)** Uma espira condutora é colocada no mesmo plano e ao lado de um circuito constituído de uma pilha, de uma lâmpada e de um interruptor.

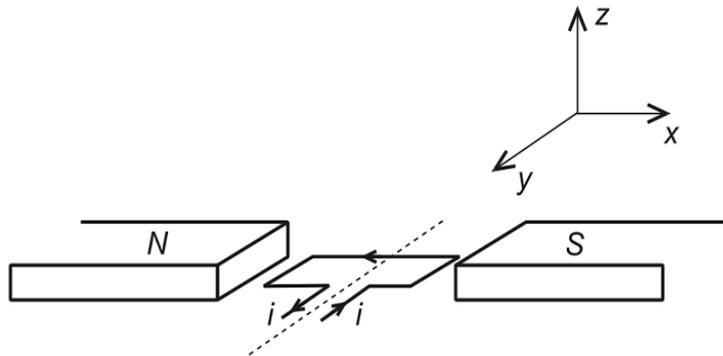


As alternativas a seguir apresentam situações em que, após o interruptor ser ligado, o condutor AB gera uma corrente elétrica induzida na espira, EXCETO

- a) desligar o interruptor.
- b) "queimar" a lâmpada.
- c) mover a espira na direção x.
- d) mover a espira na direção y.

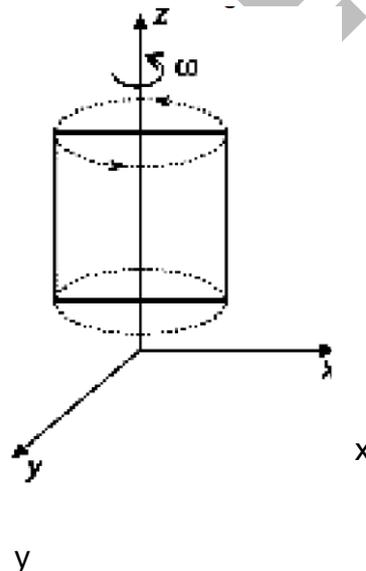


08. (AFA) A figura abaixo representa uma espira retangular em repouso num campo magnético de um ímã. Ao ser percorrida por uma corrente no sentido indicado na figura, a espira passará a



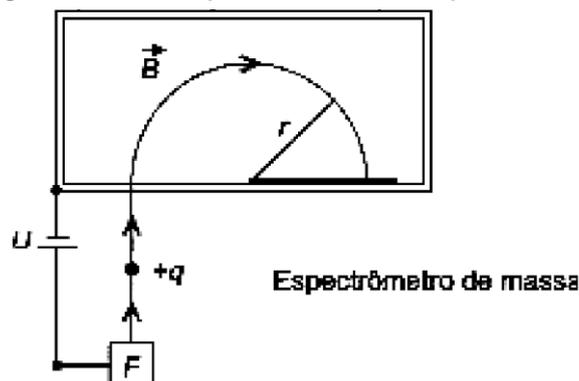
- a) girar no sentido horário.
- b) girar no sentido anti-horário.
- c) oscilar em torno do eixo y.
- d) oscilar em torno do eixo x.

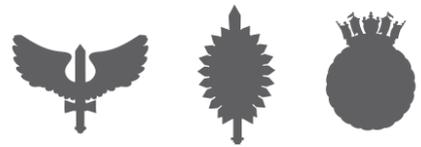
09. (AFA) A figura abaixo mostra uma espira condutora quadrada, de lado  $l = 0,1 \text{ m}$ , que gira com velocidade angular  $\omega$  constante em torno do eixo z num campo magnético uniforme de intensidade  $B = 1 \text{ T}$ , na direção do eixo x. A velocidade angular da espira para que seja induzida uma f.e.m. de, no máximo,  $10 \text{ V}$  é



- a)  $100 \text{ rad/s}$
- b)  $200 \text{ rad/s}$
- c)  $1000 \text{ rad/s}$
- d)  $2000 \text{ rad/s}$

10. (AFA) O esquema a seguir é de um aparelho utilizado para medir a massa dos íons.

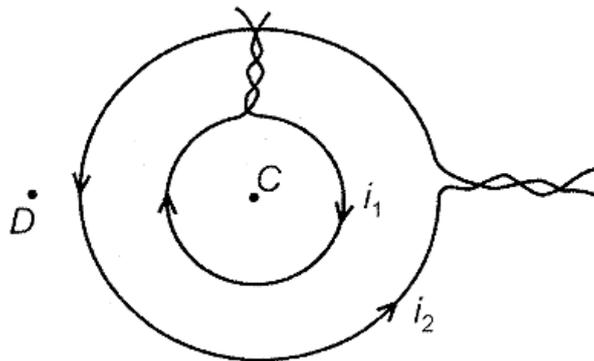




O íon de carga  $+q$  é produzido, praticamente em repouso, por meio da descarga de um gás realizada na fonte  $F$ . O íon é, então, acelerado por uma ddp  $U$ , penetrando depois num campo magnético  $\vec{B}$ . No interior do campo, o íon descreve uma órbita semicircular de raio  $r$ , terminando por atingir uma placa fotográfica, na qual deixa uma imagem. A massa do íon pode ser calculada por

- a)  $\frac{B^2 r^2 |q|}{2U}$
- b)  $\frac{2B^2 r^2}{U|q|}$
- c)  $\frac{B^2 r^2}{2U|q|}$
- d)  $\frac{2B^2 r^2 |q|}{U}$

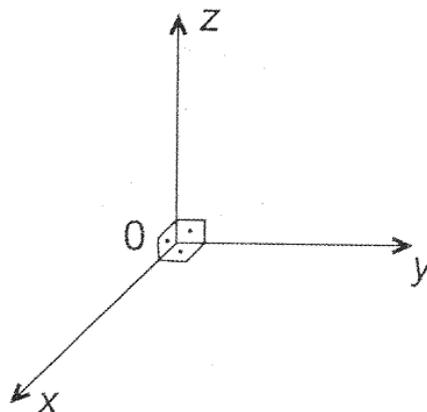
11. (AFA) A figura seguinte representa duas espiras circulares, concêntricas e coplanares percorridas por correntes elétricas cujo sentido está indicado.

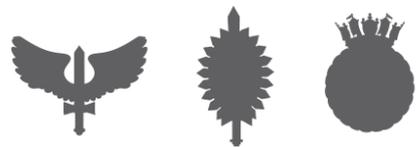


O campo magnético gerado por estas duas espiras poderá ser nulo:

- a) em C ou D
- b) apenas em D
- c) em nenhum deles
- d) apenas em C

12. (AFA) ,Um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  é aplicado na direção do eixo  $y$  onde um elétron é lançado no sentido positivo do eixo  $z$ .

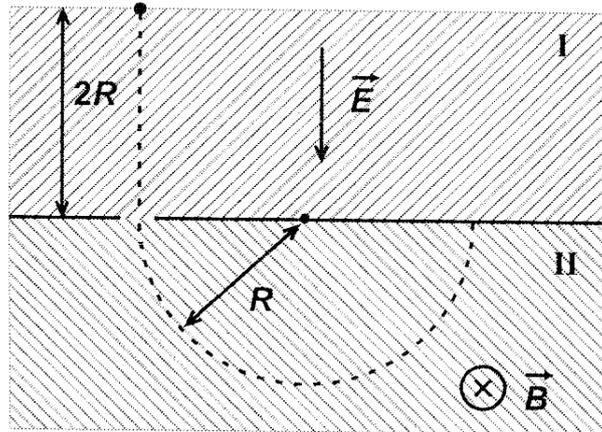




A trajetória descrita pelo elétron é:

- a) retilínea, na direção do eixo Ox
- b) parabólica, situada no plano yz
- c) hélice cilíndrica, com eixo Oz
- d) circular, situada no plano xz

**13. (AFA)** Espectrômetros de massa são aparelhos utilizados para determinar a quantidade relativa de isótopos dos elementos químicos. A figura mostra o esquema de um espectrômetro e a trajetória descrita por um íon de massa  $m$  e carga  $2e$ .

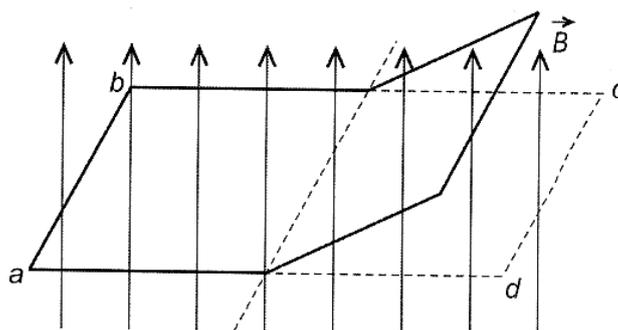


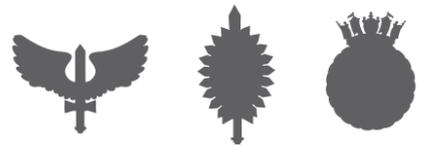
Esse íon é acelerado a partir do repouso, na região I, por um campo elétrico uniforme de intensidade  $E$ .

Ao penetrar na região II, descreve uma trajetória circular sob efeito de um campo magnético de intensidade  $B$ . Desprezando-se as ações gravitacionais, a massa  $m$  do íon pode ser calculada por:

- a)  $\frac{REe}{B^2}$
- b)  $\frac{RB^2}{Ee}$
- c)  $\frac{RB^2e}{2E}$
- d)  $\frac{eB^2}{2RE}$

**14. (AFA)** A figura a seguir mostra uma espira retangular  $abcd$  imersa num campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , que atravessa perpendicularmente.<sup>3</sup>

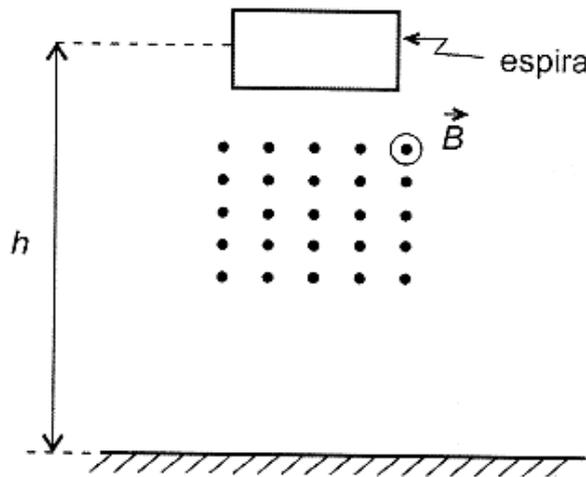




Se a metade da espira for girada no sentido anti-horário, como mostra a ilustração acima, pode-se afirmar que, durante este processo, a corrente elétrica induzida:

- a) é constante
- b) tem o sentido de b para a
- c) varia linearmente com o tempo
- d) independe da velocidade de giro

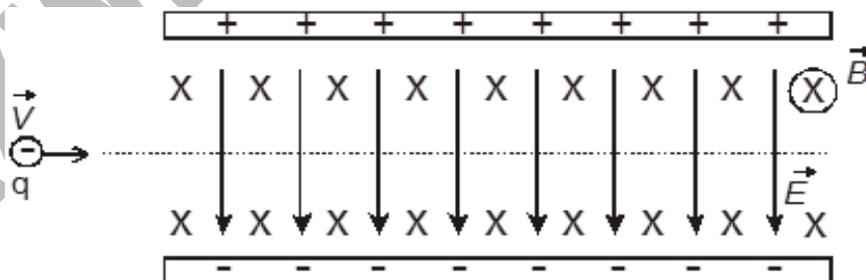
**15. (AFA)** Uma espira metálica é abandonada, a partir do repouso, de uma altura  $h$  acima do solo. Em determinado trecho, ela passa por uma região onde existe um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , conforme a figura.



Pode-se afirmar que:

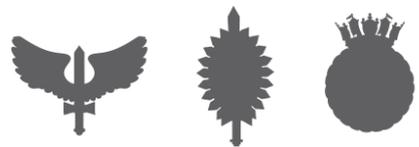
- a) há conservação da energia mecânica durante toda a queda
- b) sua velocidade é constante quando está totalmente imersa em  $\vec{B}$
- c) sua aceleração diminui ao penetrar em  $\vec{B}$  e aumenta ao abandonar a região de  $\vec{B}$
- d) sua velocidade final é menor que  $\sqrt{2gh}$

**16. (AFA)** Uma partícula eletrizada com carga negativa é lançada com velocidade  $\vec{v}$  numa região onde há dois campos uniformes: um magnético  $\vec{B}$  e um elétrico  $\vec{E}$ , conforme a figura.

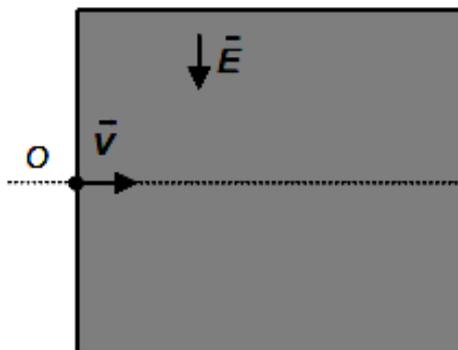


Sabendo que  $v = 2 \cdot 10^5$  m/s e  $B = 10^{-3}$  T, calcule a intensidade de vetor campo elétrico, em volts por metro, de modo que a partícula descreva um movimento retilíneo uniforme.

- a)  $1,0 \cdot 10^8$
- b)  $2,0 \cdot 10^2$
- c)  $5,0 \cdot 10^1$
- d)  $5,0 \cdot 10^0$



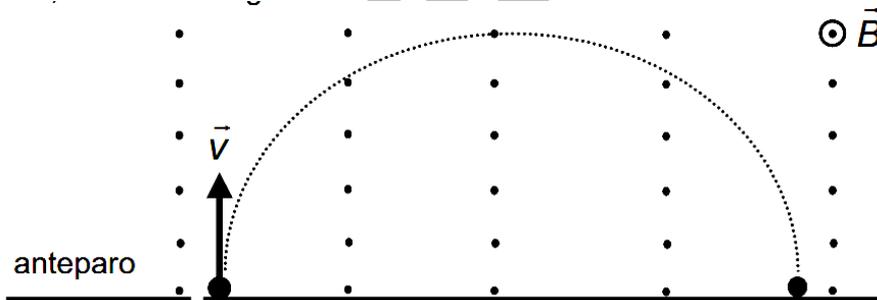
17. (AFA) A figura abaixo mostra uma região onde existe um campo elétrico de módulo  $E$ , vertical e apontando para baixo. Uma partícula de massa  $m$  e carga  $q$ , positiva, penetra no interior dessa região através do orifício  $O$ , com velocidade horizontal, de módulo  $v$ . Despreze os efeitos da gravidade.



Introduz-se na região considerada um campo magnético de módulo  $B$  com direção perpendicular à folha de papel. Para que a partícula se mova, com velocidade  $v$  e em linha reta nessa região, o valor de  $B$  será:

- a)  $Ev/q$
- b)  $mv/Eq$
- c)  $E/v$
- d)  $mq/Ev$

18. (AFA) Uma carga elétrica  $q$  de massa  $m$  penetra num campo de indução magnética  $B$ , conforme a figura abaixo:

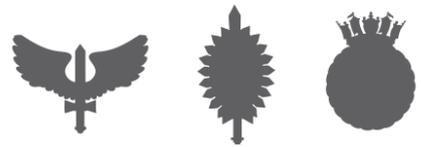


Sabendo-se que, ao penetrar no campo com velocidade  $v$ , descreve uma trajetória circular, é **INCORRETO** afirmar que o tempo gasto para atingir o anteparo é

- a) proporcional a  $B$ .
- b) independente de  $v$ .
- c) proporcional a  $m$ .
- d) inversamente proporcional a  $q$ .

19. (AFA) Um feixe de elétrons com velocidade  $v$  penetra num capacitor plano a vácuo. A separação entre as armaduras é  $d$ . No interior do capacitor existe um campo de indução magnética  $B$ , perpendicular ao plano da figura.

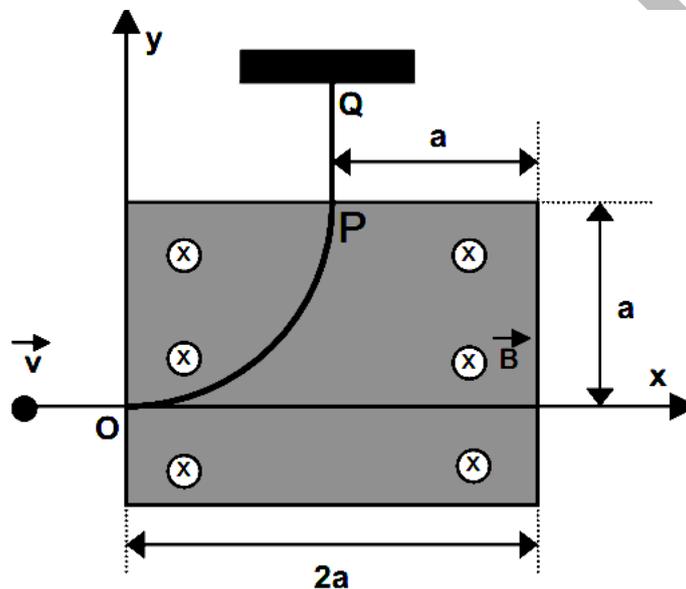




A tensão em que se deve eletrizar o capacitor, para que o feixe não sofra deflexão, pode ser calculada por:

- a)  $vd/B$
- b)  $B/vd$
- c)  $vdB$
- d)  $vB/d$

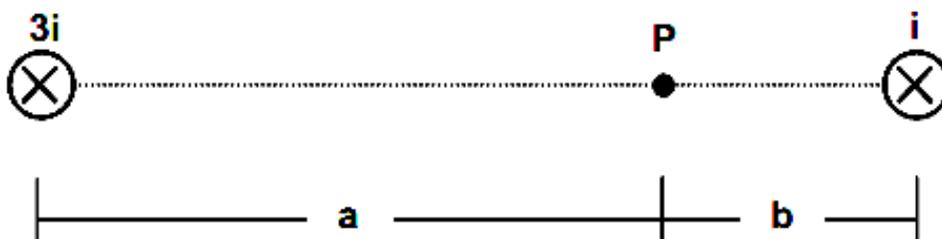
**20. (AFA)** Uma partícula de carga positiva, com velocidade dirigida ao longo do eixo  $x$ , penetra, através de um orifício em  $O$ , de coordenadas  $(0,0)$ , numa caixa onde há um campo magnético uniforme de módulo  $B$ , perpendicular ao plano do papel e dirigido "para dentro" da folha. Sua trajetória é alterada pelo campo, e a partícula sai da caixa passando por outro orifício,  $P$ , de coordenadas  $(a,a)$ , com velocidade paralela ao eixo  $y$ . Percorre, depois de sair da caixa, o trecho  $PQ$ , paralelo ao eixo  $y$ , livre de qualquer força. Em  $Q$  sofre uma colisão perfeitamente elástica, na qual sua velocidade é simplesmente invertida, e volta pelo mesmo caminho, entrando de novo na caixa, pelo orifício  $P$ . A ação da gravidade nesse problema é desprezível.



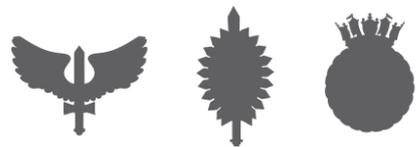
As coordenadas do ponto, em que a partícula deixa a região que delimita o campo magnético, são:

- a)  $(0,0)$
- b)  $(a, -a)$
- c)  $(2a,0)$
- d)  $(2a, -a)$

**21. (AFA)** Dois fios metálicos retos, paralelos e longos são percorridos por correntes  $3i$  e  $i$  de sentidos iguais (entrando no plano do papel).

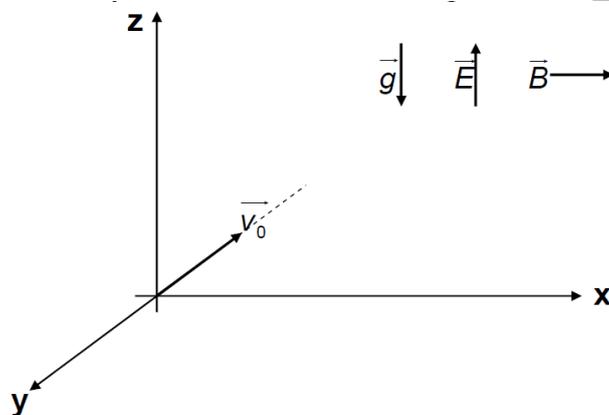


O campo magnético resultante produzido por essas correntes é nulo num ponto  $P$ , tal que:



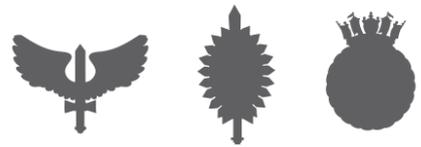
- a)  $\frac{a}{b} = \frac{1}{3}$
- b)  $\frac{a}{b} = 3$
- c)  $\frac{a}{b} = \frac{1}{9}$
- d)  $\frac{a}{b} = 9$

22. (AFA) Uma partícula de massa  $m$  e carga elétrica negativa de módulo igual a  $q$  é lançada com velocidade  $\vec{V}_0$ , na direção  $y$ , numa região onde atuam, na direção  $z$ , um campo elétrico  $\vec{E}$  e o campo gravitacional  $\vec{g}$  e, na direção  $x$ , um campo magnético  $\vec{B}$ , todos uniformes e constantes conforme esquematizados na figura abaixo.

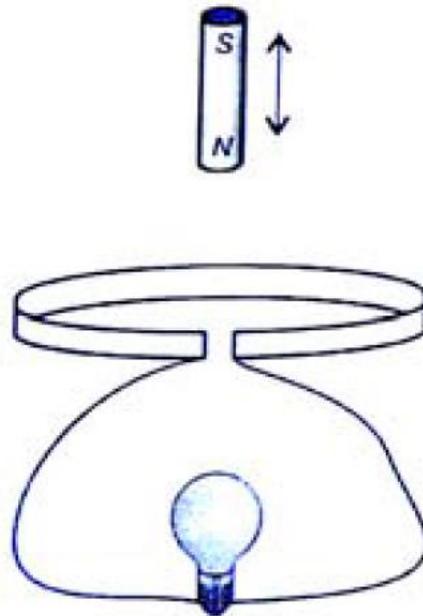


Sendo retilínea a trajetória desta partícula, nessa região, e os eixos  $x$ ,  $y$  e  $z$  perpendiculares entre si, pode-se afirmar que o gráfico que melhor representa a sua velocidade  $v$  em função do tempo  $t$  é

- a)
- b)
- c)
- d)



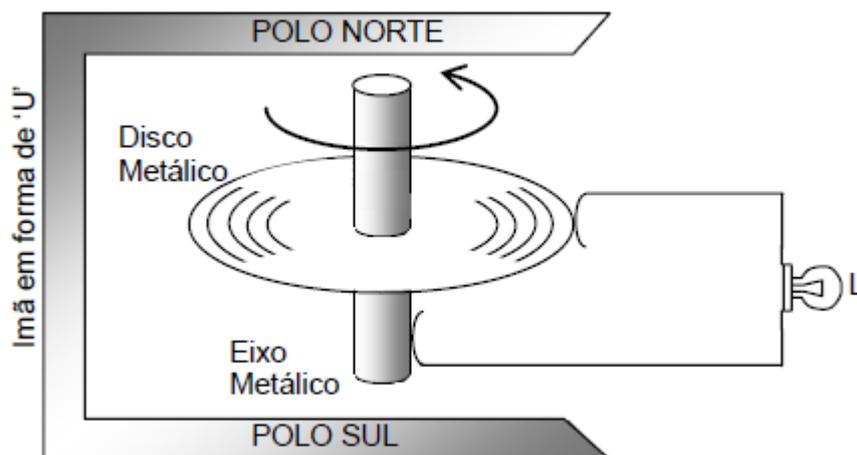
23. (AFA) A figura a seguir mostra um ímã oscilando próximo a uma espira circular, constituída de material condutor, ligada a uma lâmpada.



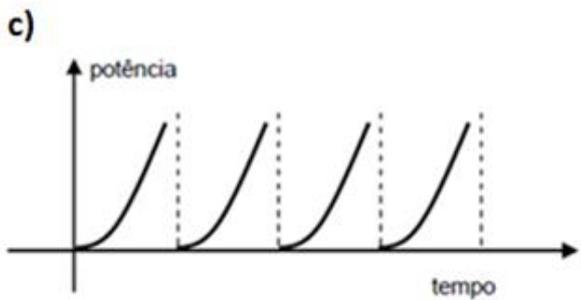
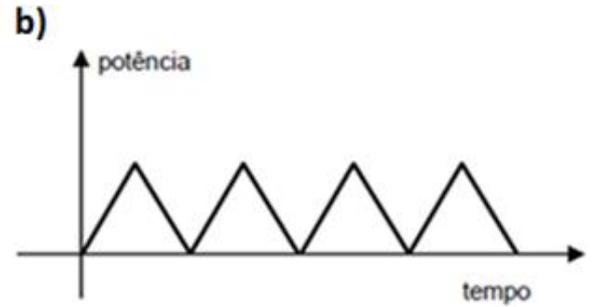
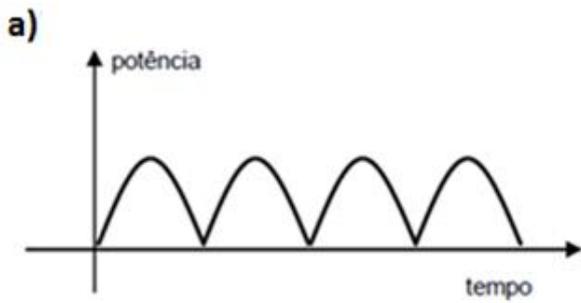
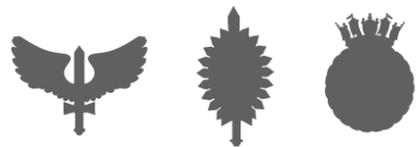
A resistência elétrica do conjunto espira, fios de ligação e lâmpada é igual a  $R$  e o ímã o oscila em MHS com período  $T$ . Nessas condições, o número de elétrons que atravessa o filamento da lâmpada, durante cada aproximação do ímã

- é diretamente proporcional a  $T$ .
- é diretamente proporcional a  $T^2$ .
- é inversamente proporcional a  $T$ .
- não depende de  $T$ .

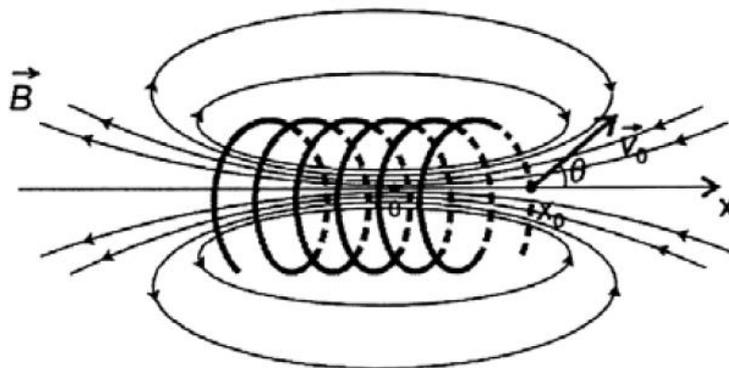
24. (AFA) Um gerador homopolar consiste de um disco metálico que é posto a girar com velocidade angular constante em um campo magnético uniforme, cuja ação é extensiva a toda a área do disco, conforme ilustra a figura abaixo.



Ao conectar, entre a borda do disco e o eixo metálico de rotação, uma lâmpada  $L$  cuja resistência tem comportamento ôhmico, a potência dissipada no seu filamento, em função do tempo é melhor representada pelo gráfico

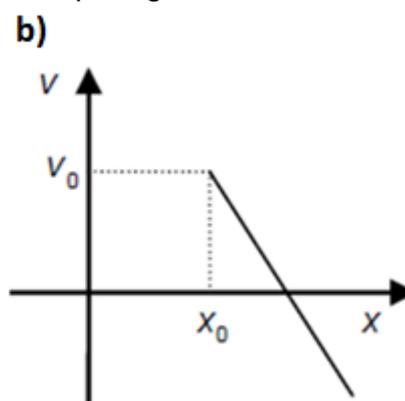
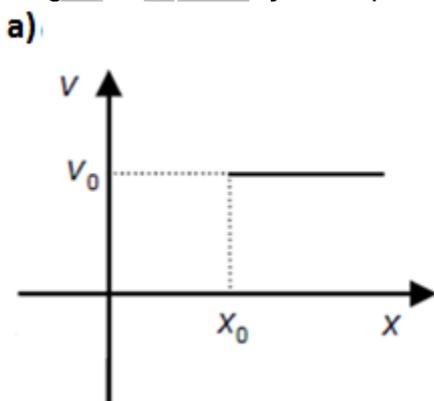


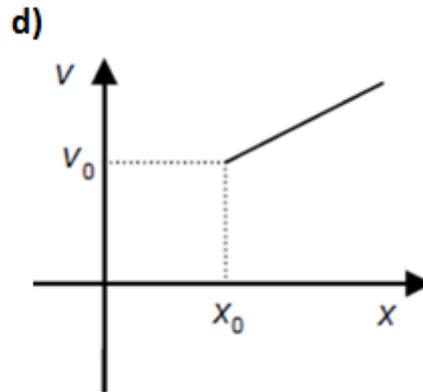
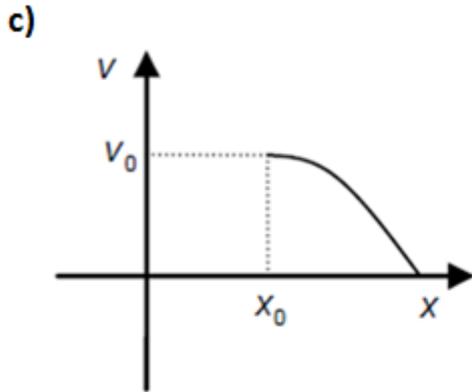
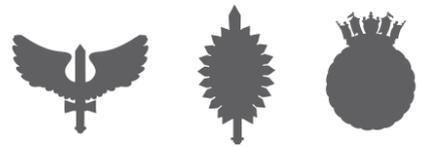
25. (AFA) Na região próxima a uma bobina percorrida por uma corrente elétrica contínua, existe um campo magnético  $\vec{B}$ , simetria a seu eixo (eixo  $x$ ), cuja magnitude diminui com o aumento do módulo da abscissa  $x$ , como mostrado na figura abaixo.



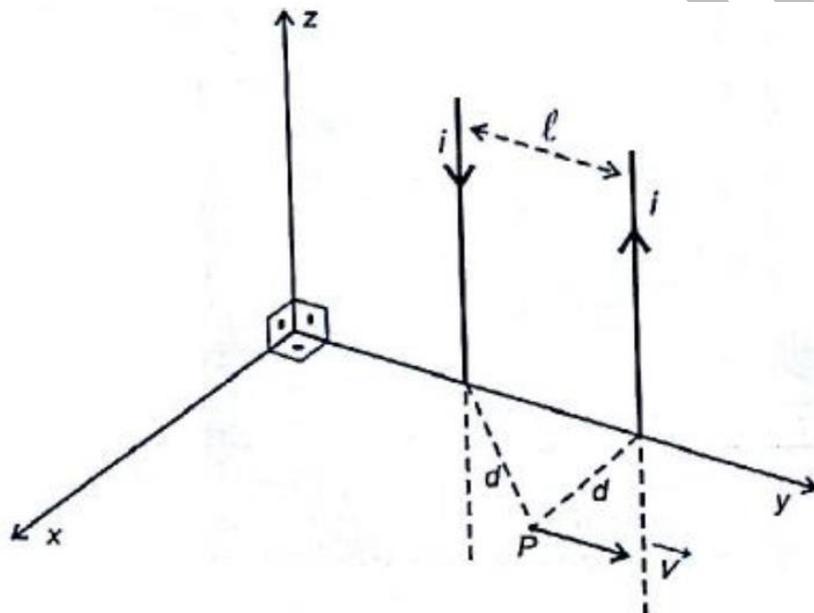
Uma partícula de carga negativa é lançada em  $x = x_0$  com uma velocidade  $\vec{V}_0$ , formando um ângulo  $\theta$  no sentido positivo do eixo  $x$ .

O módulo da velocidade  $\vec{v}$  descrita por essa partícula, devido somente à ação desse campo magnético, em função da posição  $x$ , é melhor representado pelo gráfico.



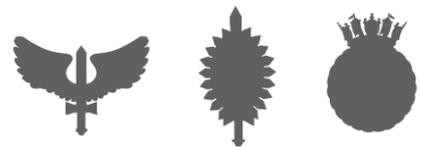


26. (AFA) Na figura abaixo, estão representados dois longos fios paralelos, dispostos a uma distância  $\ell$  um do outro, que conduzem a mesma corrente elétrica  $i$  em sentidos opostos.

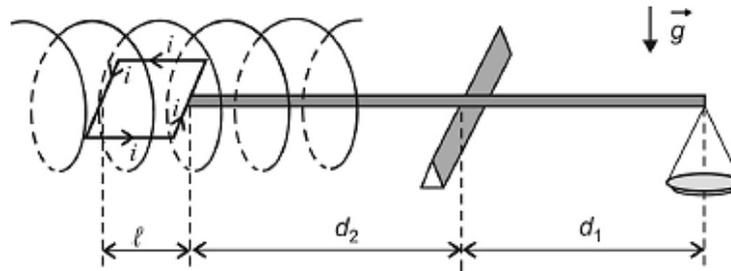


Num ponto P do plano xy, situado a uma distância d de cada um dos fios, lança-se uma partícula, com carga elétrica q na direção do eixo y, cuja velocidade tem módulo igual a v. Sendo  $\mu$  a permeabilidade absoluta do meio e considerando desprezível a força de interação entre as correntes elétricas nos fios, a força magnética que atua sobre essa partícula, imediatamente após o lançamento é igual a

- a) zero
- b)  $\frac{\mu i q v}{2\pi d^2}$
- c)  $\frac{\mu i \ell q v}{2\pi d^2}$
- d)  $\frac{\mu i \ell q v}{2\pi d}$



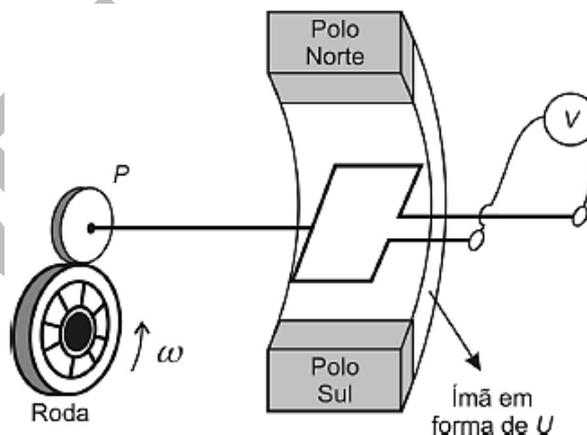
27. (AFA) Desejando-se determinar a intensidade do campo magnético no interior de um solenoide longo percorrido por uma corrente elétrica constante, um professor de física construiu um aparato experimental que consistia, além do solenoide, de uma balança de braços isolantes e iguais a  $d_1$  e  $d_2$ , sendo que o prato em uma das extremidades foi substituído por uma espira quadrada de lado  $\ell$ , conforme indicado na figura abaixo.



Quando não circula corrente na espira, a balança se encontra em equilíbrio e o plano da espira está na horizontal. Ao fazer passar pela espira uma corrente elétrica constante  $i$ , o equilíbrio da balança é restabelecido ao colocar no prato uma massa  $m$ . Sendo  $g$  o módulo do campo gravitacional local, o campo magnético no interior do solenoide é dado pela expressão:

- a)  $\frac{mgd_1 + i(\ell + d_2)}{\ell + d_2}$
- b)  $\frac{mgd_1}{\ell(d_2 + \ell)}$
- c)  $\frac{mg(d_1 + d_2)}{i\ell^2 d_2}$
- d)  $\frac{mgd_1}{i\ell^2}$

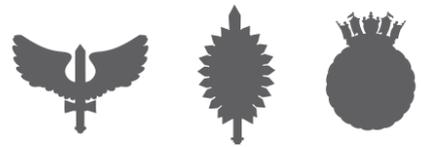
28. (AFA) A figura a seguir representa um dispositivo usado para medir a velocidade angular  $\omega$  de uma roda, constituída de material eletricamente isolante.



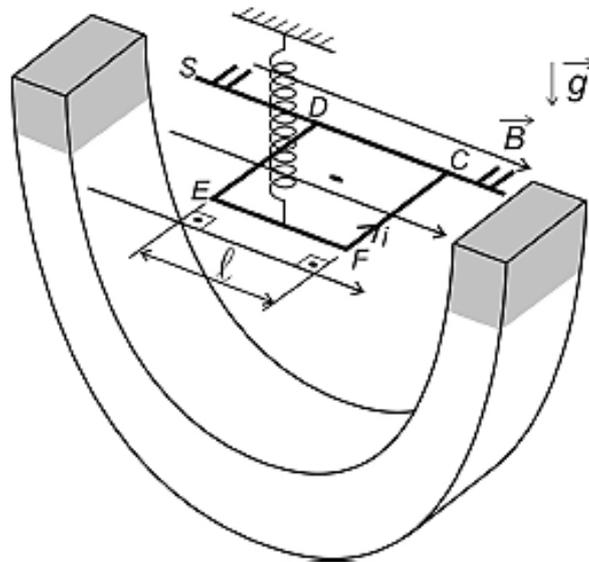
Este dispositivo é constituído por uma espira condutora de área  $0,5 \text{ m}^2$  e imersa dentro de um campo magnético uniforme de intensidade  $1,0 \text{ T}$ . A espira gira devido ao contato da polia  $P$  com a roda em que se deseja medir a velocidade angular  $\omega$ . A espira é ligada a um voltímetro ideal  $V$  que indica, em cada instante  $t$ , a voltagem nos terminais dela. Considerando que não há deslizamento entre a roda e a polia  $P$  e sabendo-se que o voltímetro indica uma tensão eficaz igual a  $10 \text{ V}$  e que a razão entre o raio da roda ( $R$ ) e o raio da polia ( $r$ ) é  $\frac{R}{r} = \sqrt{2}$ , pode-se

afirmar que  $\omega$ , em  $\text{rad/s}$ , é igual a:

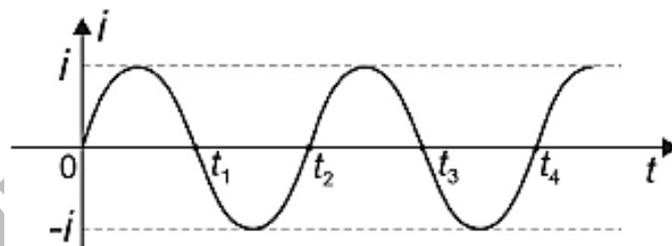
- a) 5
- b) 15
- c) 20
- d) 25



29. (AFA) O lado EF de uma espira condutora quadrada indeformável, de massa  $m$ , é preso a uma mola ideal e não condutora, de constante elástica  $K$ . Na posição de equilíbrio, o plano da espira fica paralelo ao campo magnético  $\vec{B}$  gerado por um ímã em forma de U, conforme ilustra a figura abaixo.

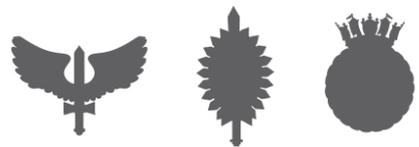


O lado CD é pivotado e pode girar livremente em torno do suporte S, que é posicionado paralelamente às linhas de indução do campo magnético. Considere que a espira é percorrida por uma corrente elétrica  $i$ , cuja intensidade varia senoidalmente, em função do tempo  $t$ , conforme indicado no gráfico abaixo.

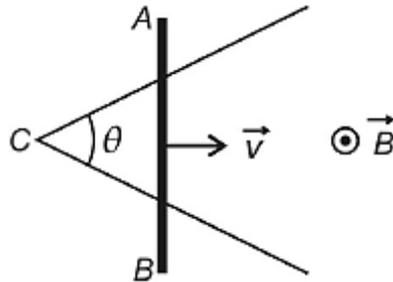


Nessas condições, pode-se afirmar que a:

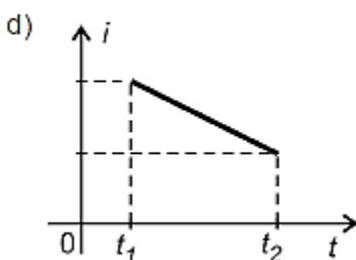
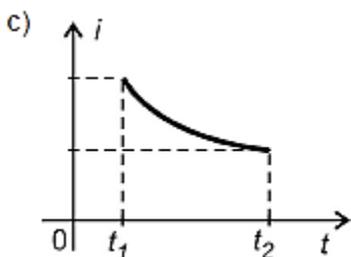
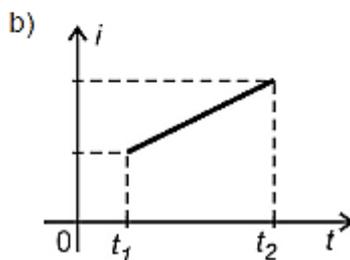
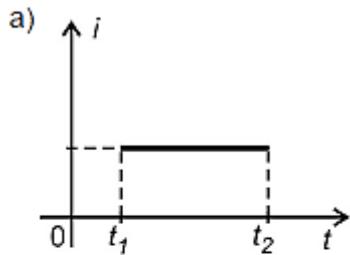
- a) espira oscilará em MHS, com frequência igual a  $\frac{1}{t_2}$
- b) espira permanecerá na sua posição original de equilíbrio
- c) mola apresentará uma deformação máxima dada por  $\frac{Bi\ell}{mgK}$
- d) mola apresentará uma deformação máxima dada por  $\frac{Bi\ell + mg}{K}$ .



30. (AFA) Numa região onde atua um campo magnético uniforme  $\vec{B}$  vertical, fixam-se dois trilhos retos e homogêneos, na horizontal, de tal forma que suas extremidades ficam unidas formando entre si um ângulo  $\theta$ . Uma barra condutora AB, de resistência elétrica desprezível, em contato com os trilhos, forma um triângulo isósceles com eles e se move para a direita com velocidade constante  $\vec{v}$ , a partir do vértice C no instante  $t_0 = 0$ , conforme ilustra a figura abaixo.



Sabendo-se que a resistividade do material dos trilhos não varia com a temperatura, o gráfico que melhor representa a intensidade da corrente elétrica  $i$  que se estabelece neste circuito, entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$ , é:

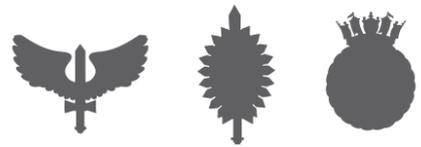




GABARITO

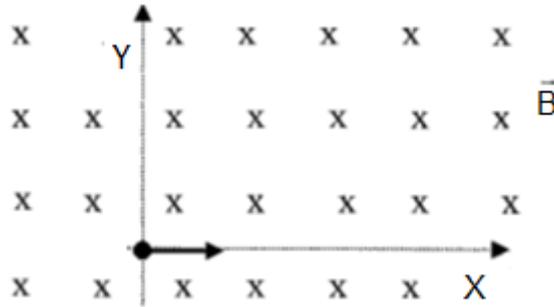
- |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 01. | 02. | 03. | 04. | 05. | 06. | 07. | 08. | 09. | 10. | 11. | 12. |
| 13. | 14. | 15. | 16. | 17. | 18. | 19. | 20. | 21. | 22. | 23. | 24. |
| 25. | 26. | 27. | 28. | 29. | 30. |     |     |     |     |     |     |

MAXWELL VIDEOAULAS



**ELETROMAGNETISMO - TESTES DE REVISÃO**

1. (EN) Uma partícula de massa  $m$  e carga elétrica positiva  $q$  é lançada, no instante  $t_0 = 0$  perpendicularmente no interior de um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ , percorrendo uma trajetória curvilínea de raio  $R$ . O módulo da componente em  $Y$  do vetor velocidade da partícula, no instante  $t$  igual a três oitavos do período, vale



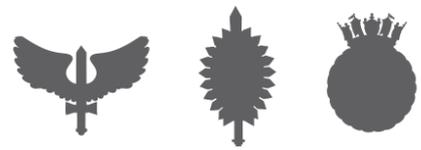
- a)  $\frac{qBR\sqrt{2}}{2m}$
- b)  $\frac{qBR}{m}$
- c)  $\frac{qmB\sqrt{3}}{R}$
- d)  $\frac{BRm}{2q}$
- e)  $\frac{2qBR}{3m}$

2. (EN) Uma partícula é eletrizada de massa  $m$  e carga elétrica  $+q$  é lançada, com velocidade  $\vec{V} = (v \cos \theta) \cdot \hat{i} + (v \sin \theta) \cdot \hat{j}$ , no interior de um campo magnético uniforme  $\vec{B} = B_0 \cdot \hat{i}$  [ $B_0 = \text{constante}$ ]. Despreze a ação da gravidade. O trabalho realizado pela força magnética que atua sobre a partícula, em um intervalo de tempo  $\Delta t$ , é:

- a)  $qv^2 B_0 (\sin \theta) (\cos \theta) \cdot \Delta t$
- b)  $qv^2 B_0 (\cos \theta) \cdot \Delta t$
- c)  $qv B_0 \cdot \Delta t$
- d) zero
- e)  $qv B_0^2 (\cos \theta) \cdot \Delta t$

3. (EN) Uma espira retangular, de lados  $10,0 \text{ cm}$  e  $20,0 \text{ cm}$ , possui  $40$  voltas de fio condutor, estreitamente espaçados, e resistência elétrica de  $5,00 \Omega$ . O vetor normal à área limitada pela espira forma um ângulo de  $60^\circ$  com as linhas de um campo magnético uniforme de módulo igual a  $0,800 \text{ tesla}$ . A partir do instante  $t_0 = 0$ , o módulo deste campo é reduzido uniformemente a zero e, em seguida, é aumentado uniformemente, porém em sentido oposto ao inicial, até atingir o módulo de  $1,20 \text{ teslas}$ , no instante  $t = 4,00 \text{ s}$ . A intensidade média da corrente elétrica induzida na espira, neste intervalo de tempo, em  $\text{mA}$ , é:

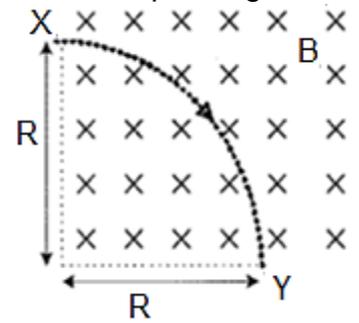
- a)  $20,0$
- b)  $25,0$
- c)  $30,0$
- d)  $35,0$
- e)  $40,0$



4. (EN) Dois fios condutores (1) e (2), longos e paralelos, são percorridos por correntes elétricas constantes  $I_1$  e  $I_2 = 3I_1$ , de sentidos contrários. A relação entre os módulos das forças magnéticas  $|\vec{F}_{m(1)}|$  sobre o fio (1) e  $|\vec{F}_{m(2)}|$  sobre o fio (2) é:

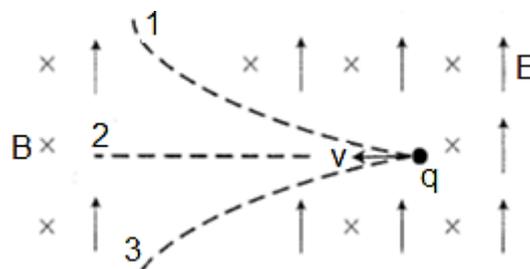
- a)  $|\vec{F}_{m(2)}| = 3 \cdot |\vec{F}_{m(1)}|$
- b)  $|\vec{F}_{m(1)}| = 3 \cdot |\vec{F}_{m(2)}|$
- c)  $|\vec{F}_{m(1)}| = |\vec{F}_{m(2)}|$
- d)  $|\vec{F}_{m(2)}| = 6 \cdot |\vec{F}_{m(1)}|$
- e)  $|\vec{F}_{m(1)}| = 6 \cdot |\vec{F}_{m(2)}|$

5. (EN) Uma partícula de carga  $q$  e massa  $m$  foi acelerada a partir do repouso por uma diferença de potencial  $V$ . Em seguida, ela penetrou no orifício X numa região de campo magnético constante de módulo  $B$  e saiu através do orifício Y, logo após ter percorrido a trajetória circular de raio  $R$  indicada na figura. Considere desprezíveis os efeitos gravitacionais. Agora suponha que uma segunda partícula de carga  $q$  e massa  $3m$  acelerada a partir do repouso pela mesma diferença de potencial  $V$  e, em seguida, penetre na região de campo magnético constante pelo mesmo orifício X. Para que a segunda partícula saia da região de campo magnético pelo orifício Y, após ter percorrido a mesma trajetória da primeira partícula, o módulo do campo magnético deve ser alterado para:

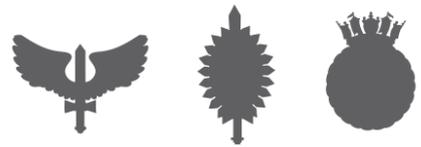


- a)  $B$
- b)  $B/3$
- c)  $\sqrt{3}B/3$
- d)  $\sqrt{3}B$
- e)  $3\sqrt{3}B$

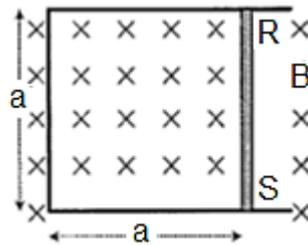
6. (EN) Numa dada região do espaço, temos um campo elétrico constante (vertical para cima) de módulo  $E = 4,0 \text{ N/C}$  e, perpendicular a este, um campo magnético também constante de módulo  $B = 8,0 \text{ T}$ . Num determinado instante, uma partícula de carga positiva  $q$  é lançada com velocidade  $\vec{v}$  nesta região, na direção perpendicular, tanto ao campo elétrico quanto ao campo magnético, conforme indica a figura. Com relação à trajetória da partícula, indique a opção correta.



- a) se  $v = 2,0 \text{ m/s}$ , a trajetória será a 2
- b) se  $v = 1,5 \text{ m/s}$ , a trajetória será a 3
- c) se  $v = 1,0 \text{ m/s}$ , a trajetória será a 2
- d) se  $v = 0,5 \text{ m/s}$ , a trajetória será a 1
- e) se  $v = 0,1 \text{ m/s}$ , a trajetória será a 3

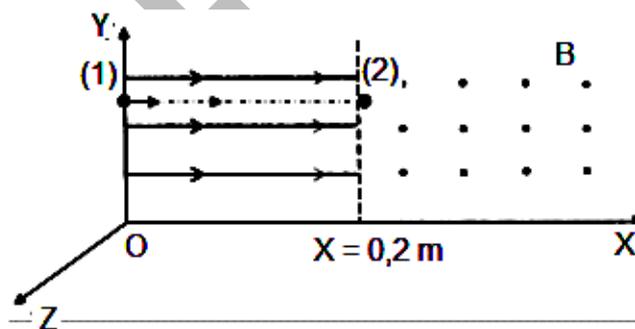


7. (EN) Uma barra condutora, de comprimento  $a = 0,5 \text{ m}$  e resistência elétrica  $2,0 \Omega$ , está presa por dois pontos de solda, R e S, há uma haste metálica em forma de U de resistência elétrica desprezível que se encontra fixa sobre uma mesa, numa região de campo magnético  $\vec{B}$ , conforme indica a figura. Ao disparo de um cronômetro, o módulo do campo magnético começa a variar no tempo segundo a equação  $B = 4,0 + 8,0 t$ , onde o campo magnético é medido em tesla e o tempo em segundos. Sabe-se que os pontos de solda romperão se uma força igual ou superior a  $20 \text{ N}$  for aplicada a cada um deles. Qual é o instante, em segundos, em que os pontos de solda R e S romperão?

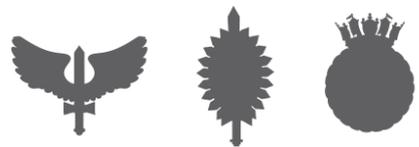


- a) 3,5
- b) 5,0
- c) 6,5
- d) 8,0
- e) 9,5

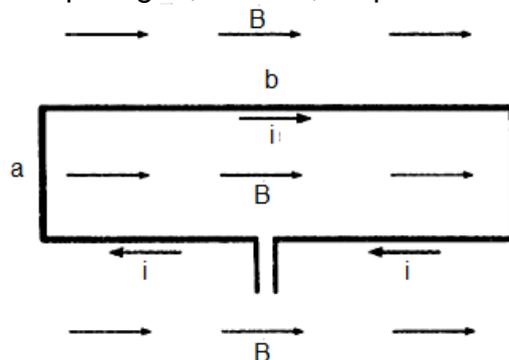
8. (EN) A figura abaixo mostra uma superfície horizontal lisa (plano XY) onde existe um campo elétrico uniforme  $\vec{E} = 30.\hat{i} \text{ (N/C)}$  seguido de outro campo magnético uniforme  $\vec{B} = 1,5.\hat{k} \text{ (teslas)}$ . Uma partícula (1), de massa  $m_1 = m$  e carga elétrica  $q_1 = +4,0 \mu\text{C}$ , é lançada com velocidade  $\vec{V}_1 = 30.\hat{i} \text{ (m/s)}$  da posição  $X = 0$  e  $Y = 1,5 \text{ m}$ , na direção de outra partícula (2), de massa  $m_2 = m$  e eletricamente neutra, inicialmente em repouso na posição indicada, num choque frontal. Sabe-se que: o coeficiente de restituição do choque é  $0,80$  e a massa  $m = 3,0 \text{ mg}$  (miligramas). Despreze a indução eletrostática e qualquer perda de carga da partícula (1). O módulo da aceleração, em  $\text{m/s}^2$ , da partícula (1) no interior do campo magnético uniforme é:



- a) 2,3
- b) 2,6
- c) 2,9
- d) 3,1
- e) 3,4

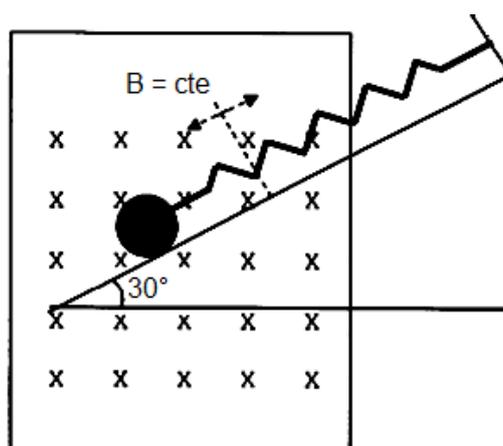


9. (EN) Uma espira retangular (com uma volta de fio) de lados  $a = 0,50 \text{ m}$  e  $b = 2,0 \text{ m}$  está, no instante inicial  $t = 0$ , disposta na folha e imersa na região na qual existe um campo magnético uniforme para a direita de módulo igual  $1,0 \text{ tesla}$ . A corrente  $i = 0,20 \text{ A}$  circula na espira no sentido horário. Em virtude torque magnético, a espira gira de  $30^\circ$  no intervalo de tempo de  $2,0 \text{ s}$ . O módulo do torque magnético inicial, em  $\text{N.m}$ , atuando sobre a mesma, e o valor absoluto da força eletromotriz media induzida pelo giro, em volt, respectivamente, são:

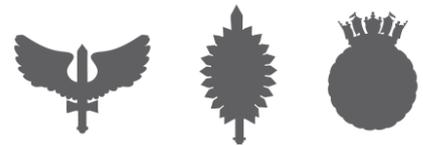


- a) zero e  $0,15$
- b)  $0,10$  e  $0,15$
- c)  $0,10$  e  $0,20$
- d)  $0,20$  e  $0,25$
- e)  $0,20$  e  $0,25\sqrt{3}$

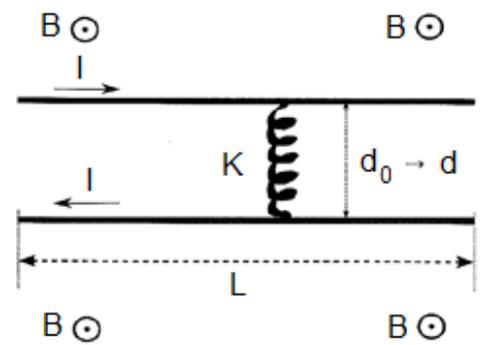
10. (EN) Uma pequena esfera carregada, de massa  $m = 0,400 \text{ kg}$  e carga elétrica  $q = 7,5 \cdot 10^{-1} \text{ C}$ , está presa a mola ideal de constante elástica  $k = 40,0 \text{ N/m}$ . O sistema esfera-mola oscila em M.H.S, com amplitude  $A = 10,0 \text{ cm}$ , sobre uma rampa formando um ângulo de  $30^\circ$  com a horizontal. A esfera move-se numa região onde existe um campo magnético uniforme de módulo igual a  $2,00 \text{ teslas}$ . Perpendicular ao plano do movimento (conforme a figura abaixo). Despreze os atritos e a magnetização da mola. No instante em que a mola estiver esticada  $10,0 \text{ cm}$  em relação ao seu tamanho natural, se afastando da posição de equilíbrio do sistema esfera-mola, o módulo da força normal (em Newtons) exercida pelo plano inclinado (rampa) sobre a esfera é. Dado:  $|\vec{g}| = 10,0 \text{ m/s}^2$



- a)  $1,50 \cdot \sqrt{3}$
- b)  $2,20 \cdot \sqrt{3}$
- c)  $2,75 \cdot \sqrt{3}$
- d)  $3,15 \cdot \sqrt{3}$
- e)  $3,50 \cdot \sqrt{3}$



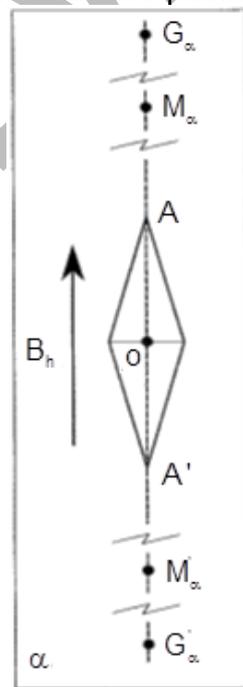
11. (EN) Duas hastes condutoras rígidas, longas e paralelas, apoiam-se em um plano liso horizontal, estão separadas, inicialmente, por uma mola de material isolante que está no seu comprimento não deformado  $d_0 = 5,0$  cm. A constante elástica da mola é  $k = 25 \cdot 10^{-2}$  N/m. A corrente elétrica  $I = 10$  A é, então, estabelecida nas hastes, em sentidos opostos. Em um comprimento  $L = 50$  cm das hastes, também passa atuar um campo magnético externo uniforme  $\vec{B}$ , vertical, para fora da página (conforme a figura abaixo). No equilíbrio estático, verifica-se que a separação entre as hastes passa a ser  $d = 2,0$  cm. Despreze o campo magnético da terra e a magnetização da mola. Nestas condições, o módulo do campo magnético externo  $\vec{B}$  (em militeslas) é:



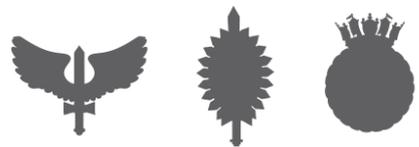
Dado:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Tm / A

- a) 1,2
- b) 1,4
- c) 1,6
- d) 1,9
- e) 2,3

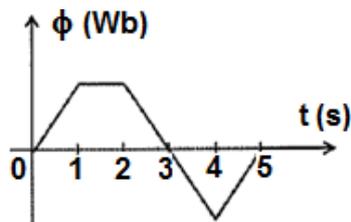
12. (EN) Um plano horizontal  $\alpha$  contém um determinado ponto O sobre o equador (geográfico), num local onde o campo magnético terrestre tem componente horizontal  $\vec{B}_h$ . Sob a ação única desse campo, a agulha magnética AA' de uma bússola de eixo vertical se alinhou ao meridiano magnético que passa por O, como mostra a figura. Considere que as propriedades magnéticas do planeta são as de uma barra cilíndrica imantada com polos magnéticos M e M', ambos pontos da superfície terrestre. Já o eixo de rotação da Terra passa pelos polos geográficos G e G'. Se esses quatro polos têm suas projeções verticais em  $\alpha$  ( $M_\alpha, \dots, G'_\alpha$ ) alinhadas com a agulha, um navegante, partindo de O no sentido sul indicado inicialmente pela bússola, e que se desloque sem desviar sua direção, primeiramente passará próximo ao polo:



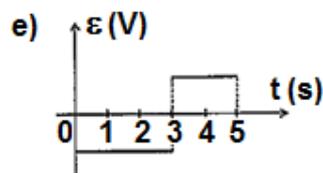
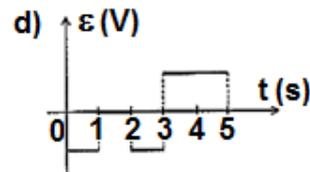
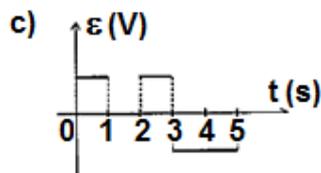
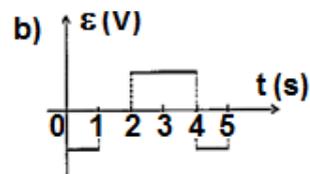
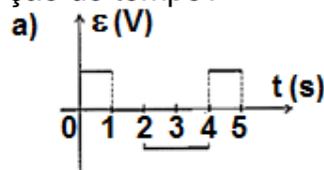
- a) geográfico sul, se o pólo mais próximo do O for o polo magnético norte (barra imantada).
- b) geográfico sul, se o pólo mais próximo do O for o polo magnético sul (barra imantada).
- c) geográfico norte, se o pólo mais próximo do O for o polo magnético norte (barra imantada).
- d) geográfico norte, se o pólo mais próximo do O for o polo magnético sul (barra imantada).
- e) geográfico sul (barra imantada), se esse for o pólo mais próximo do O.



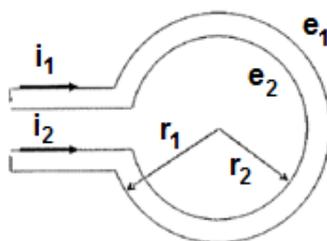
13. (EN) Analise a figura a seguir.



O gráfico da figura acima registra variação do fluxo magnético,  $\phi$ , a través de uma bobina ao longo de 5 segundos. Das opções a seguir qual oferece o gráfico da f.e.m induzida,  $\varepsilon$ , em função do tempo?



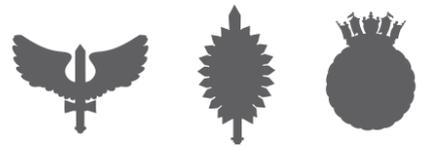
14. (EN) Na figura abaixo,  $e_1$  e  $e_2$  são duas espiras circulares, concêntricas e coplanares de raio  $r_1 = 8,0$  m e  $r_2 = 2,0$  m, respectivamente. A espira  $e_2$  é percorrida por uma corrente  $i_2 = 4,0$  A, no centro das espiras seja nulo, a espira  $e_1$  deve ser percorrida, no sentido horário, por uma corrente  $i_1$ , cujo valor, em amperes, é de:



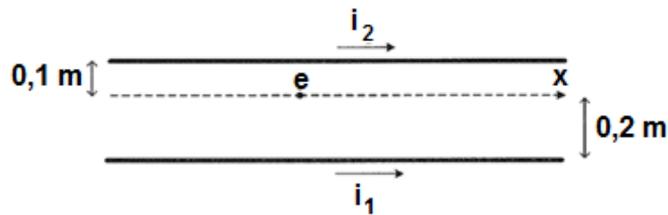
- a) 4,0  
d) 16

b) 8,0

- c) 12  
e) 20



15. (EN) Observe a figura a seguir.



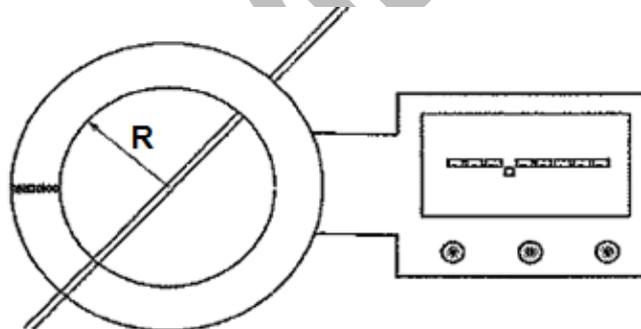
Paralelo ao eixo horizontal  $x$ , há dois fios muito longos e finos. Conforme indica a figura acima, o fio 1 está a 0,2 m de distância do eixo  $x$ , enquanto o fio 2 está a 0,1 m. Pelo fio 1, passa uma corrente  $i_1 = 7,0$  mA e, pelo fio 2,  $i_2 = 6,0$  mA, ambas no sentido positivo de  $x$ . Um elétron (carga =  $e$ , massa =  $m_e$ ) se desloca sobre o eixo  $x$  com velocidade constante. Sabendo que os dois fios e a trajetória do elétron estão no mesmo plano, qual o módulo, em m/s, e o sentido do vetor velocidade do elétron em relação ao sentido das correntes  $i_1$  e  $i_2$ ?

Dados:

$$g = 10 \text{ m/s}^2, \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T}\cdot\text{m}}{\text{A}} \text{ e } \frac{e}{m_e} = 2 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

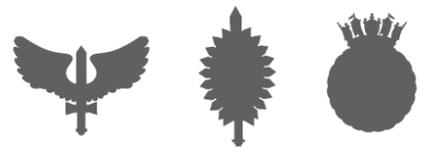
- a) 10 e contrário
- b) 20 e igual
- c) 30 e contrário
- d) 40 e igual
- e) 50 e contrário

16. (EN) Analise a figura a abaixo.

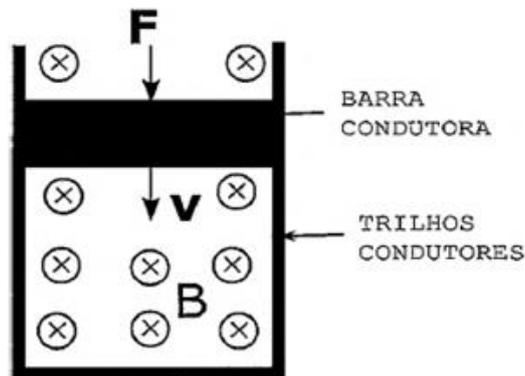


Um instrumento denominado amperímetro de alicate é capaz de medir a corrente elétrica em um ou mais condutores apenas os envolvendo com suas garras (ver figura). Quando essas são fechadas, o campo magnético produzido pelas correntes envolvidas pode ser medido por um sensor. Considere que dois condutores retilíneos, muito próximos um do outro, atravessam o centro da área circular, de raio  $R$ , entre as garras do medidor. Sendo assim, o campo magnético medido pelo sensor será:

- a) zero, se as correntes nos fios forem de mesmo módulo  $I$  e tiverem sentidos contrários.
- b)  $\frac{\mu_0 I}{\pi R^2}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  tiverem o mesmo sentido.
- c)  $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  tiverem o mesmo sentido.
- d)  $\frac{\mu_0 I}{4\pi R}$ , se as correntes forem de mesmo módulo  $I$  tiverem sentidos contrários.
- e) sempre zero.



17. (EN) Analise a figura abaixo.



Imersa numa região onde o campo magnético tem direção vertical e módulo  $B = 6,0\text{T}$ , uma barra condutora de um metro de comprimento, resistência elétrica  $R = 1,0$  e massa  $m = 0,2$  kg desliza sem atrito apoiada sobre trilhos condutores em forma de "U" dispostos horizontalmente, conforme indica a figura acima. Se uma força externa  $F$  mantém a velocidade da barra constante e de módulo  $v = 2,0$  m/s, qual o módulo da força  $F$ , em newtons?

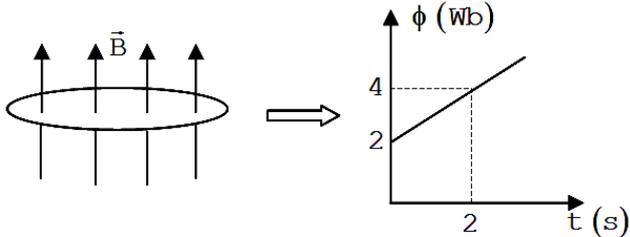
- a) 6,0
- b) 18
- c) 36
- d) 48
- e) 72

18. (EN) Uma partícula localizada em um ponto  $P$  do vácuo, em uma região onde há um campo eletromagnético não uniforme, sofre a ação da força resultante  $F_e + F_m$ , em que  $F_e$  é a força elétrica e  $F_m$  é a força magnética. Desprezando a força gravitacional, pode-se afirmar que a força resultante sobre a partícula será nula se

- a) a carga elétrica da partícula for nula.
- b) a velocidade da partícula for nula.
- c) as forças ( $F_e$ ,  $F_m$ ) tiverem o mesmo módulo, e a carga da partícula for negativa.
- d) as forças ( $F_e$ ,  $F_m$ ) tiverem a mesma direção, e a carga da partícula for positiva.
- e) no ponto  $P$  os campos elétrico e magnético tiverem sentidos opostos.

01.

O gráfico abaixo mostra como varia o fluxo magnético no interior de uma espira circular de resistência elétrica  $24 \Omega$  em função do tempo, devido a um campo magnético, cujas linhas de indução magnética são perpendiculares ao plano da espira.

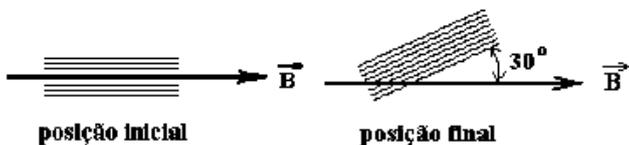


Determine a quantidade de carga elétrica que circula na espira no intervalo de 2s a 8s.

- a) 0,025 C
- b) 2,0 C
- c) 0,25 C
- d) 3,5 C
- e) 0,50 C

02.

A figura mostra uma bobina com 80 espiras de  $0,5 \text{ m}^2$  de área e  $40 \Omega$  de resistência. Uma indução magnética de 4 teslas é inicialmente aplicada ao longo do plano da bobina. Esta é então girada de modo que seu plano faça um ângulo de  $30^\circ$  em relação à posição inicial.

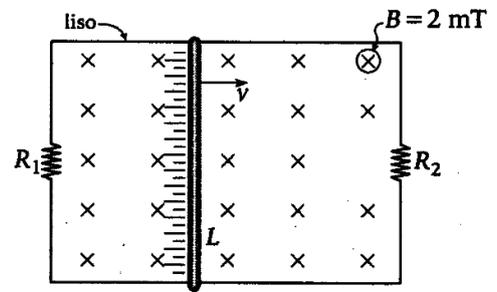


Nesse caso, qual o valor da carga elétrica que deve fluir pela bobina?

- a) 0,025C
- b) 2,0C
- c) 0,25C
- d) 3,5C
- e) 0,50C

03.

A barra condutora de resistência desprezível e comprimento  $1 \text{ m}$  se desloca com velocidade constante de módulo  $200 \text{ m/s}$  sobre trilhos lisos e condutores, de acordo com a figura abaixo.



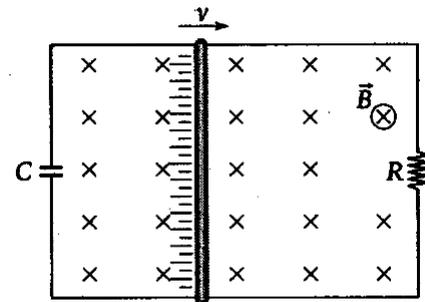
Nesse caso, a intensidade da corrente que circula pela barra é:

Dado:  $R_1 = 2R_2 = 4 \Omega$

- a) 0,1 A
- b) 0,3 A
- c) 0,2 A
- d) 1,0 A
- e) 3,0 A

04.

A barra condutora de resistência elétrica desprezível e comprimento  $0,2 \text{ m}$  desloca-se com velocidade constante de  $10 \text{ m/s}$  sobre trilhos lisos e condutores interligados a um capacitor de  $1 \text{ mF}$  e um resistor de resistência  $5 \Omega$ .



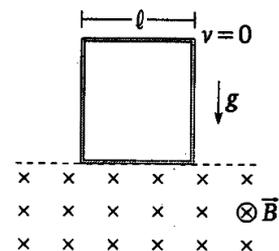
Nesse caso, a energia armazenada no capacitor é:

Dado: módulo do vetor  $\vec{B}$  igual a  $2 \text{ T}$

- a) 4 mJ
- b) 6 mJ
- c) 7 mJ
- d) 8 mJ
- e) 9 mJ

05.

Uma espira retangular de massa  $M$  e solta como mostra a figura abaixo.



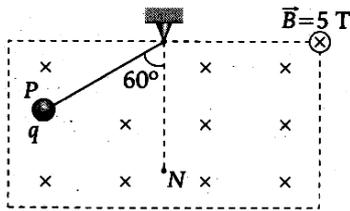
Se antes do seu lado superior entrar no campo magnético de magnitude  $B$  a espira apresenta uma rapidez constante de módulo  $v$ ; determine a rapidez

considerando a resistência da espira igual a  $R$ .

- a)  $\frac{2mgR}{B^2\ell^2}$
- b)  $\frac{mgR}{B^2\ell^2}$
- c)  $\frac{3mgR}{B^2\ell^2}$
- d)  $\frac{mgR}{2B^2\ell^2}$
- e)  $\frac{mgR}{4B^2\ell^2}$

**06.**

A esfera de 60g eletrizada com carga  $q = 4 \text{ mC}$ , é solta em P dentro de um campo magnético uniforme.



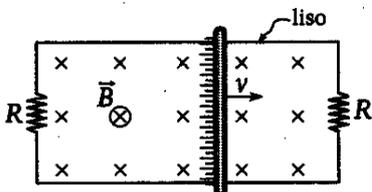
Qual a velocidade da esfera em N, em m/s, se a tração no fio neste ponto é 20% maior que o seu valor no ponto P?

Dado:  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$

- a) 26
- b) 32
- c) 42
- d) 52
- e) 22

**07.**

Uma barra de comprimento 2 m e resistência  $r = 2 \Omega$  se desloca com velocidade constante de 20 m/s sobre trilhos lisos e condutores, como mostra a figura abaixo.



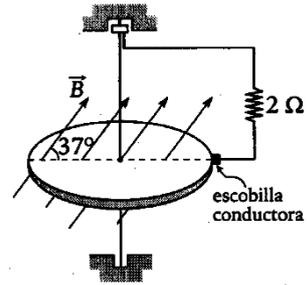
Nesse caso, determine a potência dissipada pela resistência elétrica da barra.

Dados:  $B = 0,5 \text{ T}$  e  $R = 4 \Omega$

- a) 30W
- b) 40W
- c) 50W
- d) 60W
- e) 70W

**08.**

Um disco de alumínio de 1 m de raio gira com velocidade angular de 10 rad/s e em campo magnético uniforme de magnitude  $B = 2 \text{ T}$ .



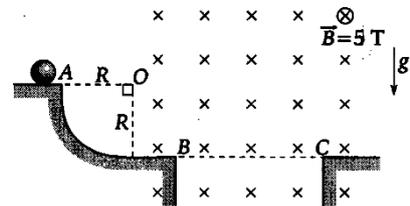
Quanto de energia calorífica dissipa a resistência elétrica de  $2 \Omega$  em 1s?

Dado:  $\text{sen}37^\circ = 0,6$

- a) 15J
- b) 16J
- c) 17J
- d) 18J
- e) 19J

**09.**

Uma pequena esfera eletrizada com  $+2 \mu\text{C}$  e 2 mg de massa é solta em A. Se a esfera passa de B para C horizontalmente, determine o valor de R.



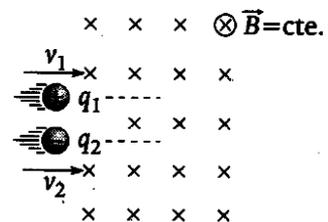
Considere todas as superfícies lisas e despreze a resistência do ar.

Dado:  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

- a) 10cm
- b) 15cm
- c) 20cm
- d) 25cm
- e) 30cm

**10.**

Duas partículas eletrizadas e de igual massa ingressam perpendicularmente a um campo magnético uniforme em diferentes intervalos de tempo.

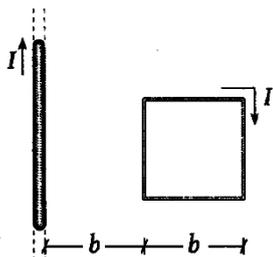


Determine  $\frac{q_1}{q_2}$ , si  $q_1$  permanece no interior do campo um intervalo de tempo que o triplo do que permanece  $q_2$  (despreze os efeitos gravitacionais e considere que as partículas descrevem o mesmo ângulo).

- a) 9/4
- b) 1/4
- c) 1/3
- d) 3/8
- e) 1/8

**11.**

A figura mostra um condutor longo retilíneo e uma espira quadrada.



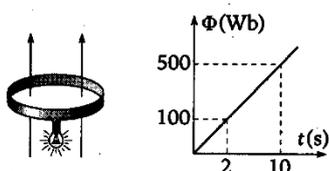
Qual a força que deve ser aplicada na espira para que ela fique parada?

- a)  $\frac{\mu_0 I^2}{4b}$
- b)  $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi b}$
- c)  $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi b}$
- d)  $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi}$
- e)  $\frac{\mu_0 I^2 b}{4\pi}$

**12.**

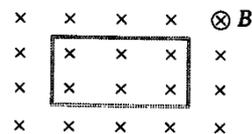
O fluxo magnético através de uma espira circular varia com o tempo de acordo com o gráfico abaixo. Determine a intensidade da corrente elétrica que passa pela lâmpada de  $200\Omega$ .

- a) 100 mA
- b) 150 mA
- c) 250 mA
- d) 300 mA
- e) 750 mA



**13.**

Uma espira quadrada de lado 8 cm está completamente imersa em campo magnético de magnitude 5 mT.

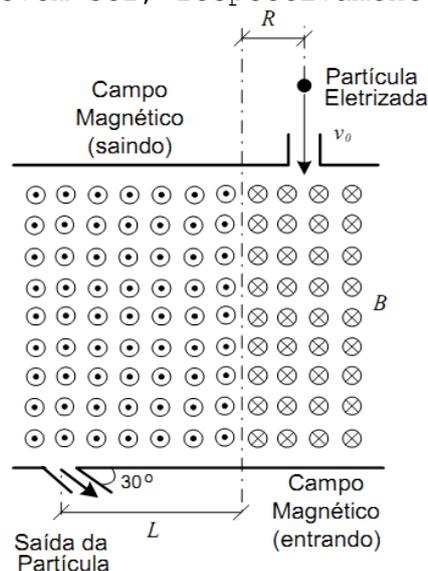


Se esta espira gasta 0,1s para sair completamente deste campo magnético, qual a força eletromotriz média induzida na espira durante esse intervalo de tempo?

- a) 3,2mV
- b) 320μV
- c) 320mV
- d) 24mV
- e) 2,6V

**14.**

Uma partícula eletrizada penetra perpendicularmente em um local imerso em um campo magnético de intensidade B. Este campo é dividido em duas regiões, onde os seus sentidos são opostos, conforme é apresentado na figura. Para que a partícula deixe o local com um ângulo de  $30^\circ$ , é correto afirmar que a eletrização da partícula e a intensidade do campo magnético que possui o sentido saindo do plano do papel devem ser, respectivamente:



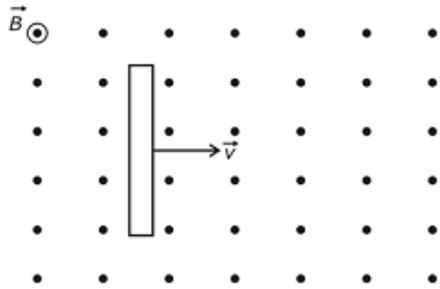
Dados:

- R: raio da trajetória da partícula na região onde existe um campo magnético.
- $L/R = 3$
- a) positiva e de valor  $B/3$ .
- b) positiva e de valor  $B/6$ .
- c) negativa e de valor  $B/6$ .
- d) positiva e de valor  $2B/3$ .
- e) negativa e de valor  $2B/3$ .

**15.**

Considere um campo magnético uniforme de intensidade B e um condutor metálico retilíneo deslocando-se com

velocidade vetorial constante  $\vec{v}$ , perpendicularmente às linhas desse campo, conforme a figura abaixo.



Sobre a situação descrita acima, são feitas as seguintes afirmações:

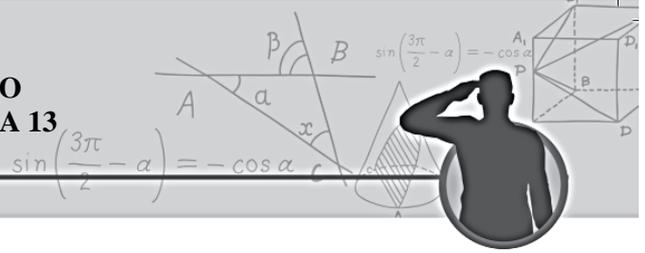
I) A separação de cargas nas extremidades do condutor dá origem a um campo elétrico  $\vec{E}$  que exerce sobre os portadores de carga uma força elétrica  $\vec{F}$ .

II) A força elétrica  $\vec{F}_e$ , que surge devido a separação de cargas no condutor, tende a equilibrar a ação da força magnética  $\vec{F}_m$  exercida pelo campo magnético uniforme.

III) O campo elétrico  $\vec{E}$ , que surge devido a separação de cargas no condutor, dá origem a uma força eletromotriz  $\mathcal{E}$ , que é a diferença de potencial nas extremidades do condutor.

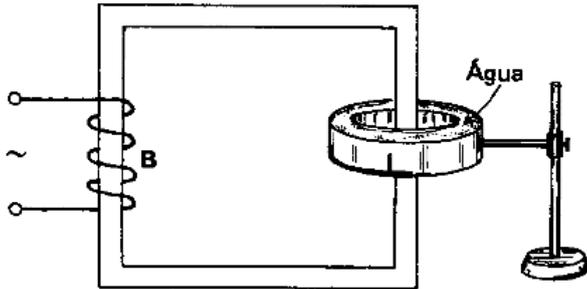
São corretas

- a) somente I e II.
- b) somente I e III.
- c) somente II e III.
- d) I, II e III.



**Questão 01**

A armação abaixo é construída por lâminas de ferro delgadas coladas uma nas outras. A bobina pode ser ligada a uma fonte de tensão e então passa a ser percorrida por uma corrente alternada (fonte de 110 V - 60 Hz). O aro de alumínio, em forma de calha, contém água e é atravessado pela armação, conforme indica a figura:



Ao se ligar a bobina **B** á fonte de tensão alternada, deve-se notar que:

- A) há um grande aquecimento da armação de ferro, por causa das lâminas de que é formada.
- B) o aro de alumínio é percorrido por uma corrente contínua.
- C) a água se aquece.
- D) há um resfriamento lento da água, causado por correntes de Foucault.
- E) a água se eletriza, adquirindo cargas de sinais opostos á da fonte indutora (Lei de Lenz).

**Questão 02**

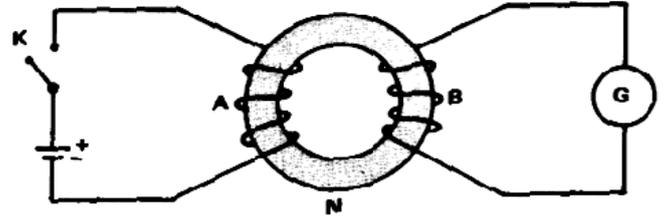
Faz-se o pólo norte de um imã aproximar-se da extremidade de um solenóide, em circuito aberto, conforme a figura. Nessas condições, durante a aproximação, aparece:



- A) uma corrente elétrica que circula pela bobina
- B) um campo magnético paralelo ao eixo da bobina e contrário ao campo do imã.
- C) uma força eletromotriz entre os terminais da bobina
- D) um campo magnético perpendicular ao eixo da bobina
- E) um campo magnético paralelo ao eixo da bobina e de sentido oposto ao do imã.

**Questão 03**

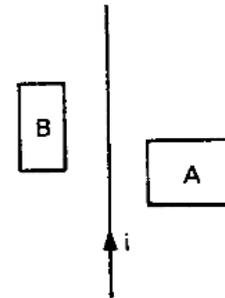
Na montagem da figura abaixo, **A** e **B** são enrolamentos de fios condutores, **G** é um galvanômetro e **N**, um núcleo de ferro:



- A) há corrente em **G**, enquanto a chave **K** está fechada
- B) há uma corrente em transitória em **G**, quando **k** é fechada
- C) nunca haverá corrente em **G**
- D) nenhuma das afirmações acima é correta

**Questão 04**

A figura representa um fio retilíneo pelo qual circula uma corrente de **i** ampères no sentido indicado. Próximo do fio existem duas espiras retangulares **A** e **B** planas e coplanares com o fio. Se a corrente no fio retilíneo está crescendo com o tempo pode-se afirmar que:



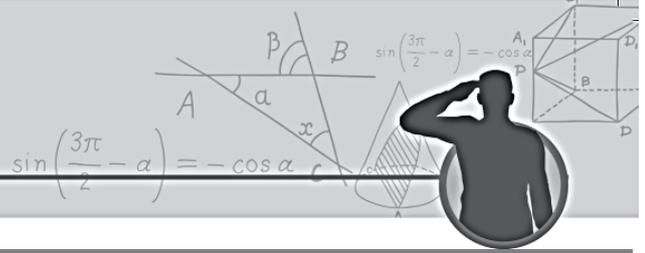
- A) aparecem correntes induzidas em **A** e **B**, ambas no sentido horário
- B) aparecem correntes induzidas em **A** e **B**, ambas no sentido anti - horário
- C) aparecem correntes induzidas no sentido anti - horário em **A** e horário em **B**
- D) neste caso só se pode dizer o sentido da corrente induzida se conhecermos as áreas das espiras **A** e **B**
- E) o fio atrai as espiras **A** e **B**

**Questão 05**

Pela Lei de Faraday-Lenz, pode se prever, no caso em que o pólo norte de um imã aproxima-se do centro de uma anel condutor, o aparecimento de uma corrente elétrica nesse anel. Essa corrente:

- A) irá produzir uma força de atração sobre o pólo norte do imã
- B) tenderá aumentar ainda mais a variação do fluxo magnético através do anel
- C) só existirá durante o movimento reativo entre o imã e o anel

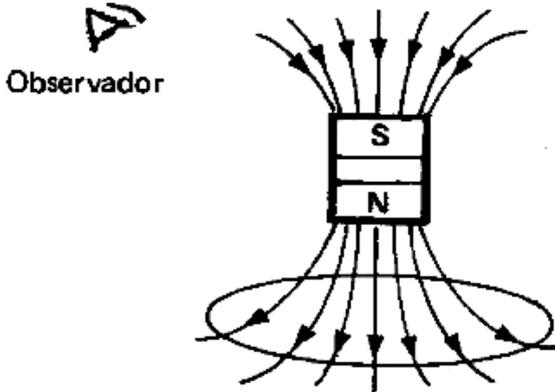




- D) produzirá um aquecimento do anel á custa de diminuição de energia armazenada no campo magnético do imã
- E) nenhuma das afirmações acima é correta

**Questão 06**

Um imã de forma de barra cai, atravessando uma espira condutora:

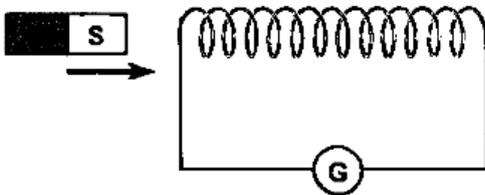


A corrente induzida que circula na espira:

- A) tem sempre sentido anti-horário
- B) tem sempre sentido horário
- C) tem sentido horário antes que o imã a atravesse e anti-horário depois
- D) sentido anti-horário antes que o imã a atravesse e horário depois
- E) é nula

**Questão 07**

Na figura o pólo sul de um imã aproxima-se de um solenóide, que se acha ligado em série a um galvanômetro capaz de detectar correntes de pequena intensidades:



Durante essa aproximação:

- A) o galvanômetro não indica passagem de corrente.
- B) a extremidade do solenóide voltada para o imã comporta-se como um pólo norte magnético
- C) o galvanômetro detecta uma corrente de sentido variável periodicamente
- D) a extremidade do solenóide voltada para o imã comporta-se como um pólo sul magnético
- E) só passaria corrente no galvanômetro se o solenóide fosse dotado de núcleo de ferro

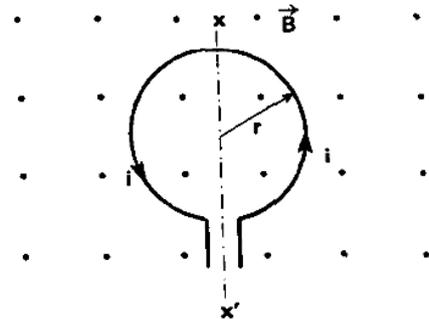
**Questão 08**

Uma fonte de corrente contínua é aplicada aos terminais de uma mola condutora helicoidal. A mola:

- A) tende a se alongar
- B) tende a girar em torno do seu eixo
- C) tende a se encurtar
- D) não tem tendência a mover-se ou deformar-se
- E) nenhuma das afirmações anteriores é correta

**Questão 09**

Numa espira circular de raio  $r$ , situada no plano do papel, flui uma corrente elétrica de intensidade  $i$ . Essa espira está imersa num campo magnético de indução  $\vec{B}$ , perpendicular ao plano do papel e dirigido para o leitor, as forças que atuam na espira tendem a produzir, na espira:



- A) um encolhimento
- B) um alargamento
- C) uma rotação no sentido horário, em torno do eixo  $xx'$
- D) uma rotação no sentido anti-horário, em torno do eixo  $xx'$
- E) uma rotação em torno de um eixo perpendicular ao papel

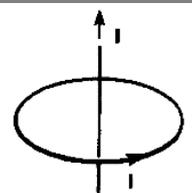
**Questão 10**

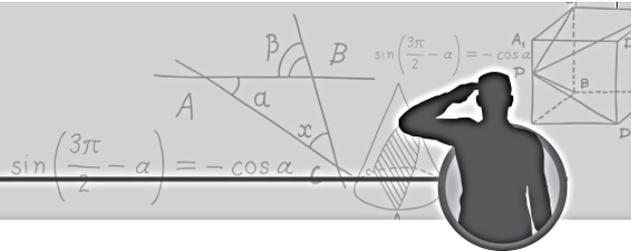
Se dois fios paralelos são percorridos por correntes no mesmo sentido:

- A) os fios repelem-se, pois suas cargas são negativas
- B) os fios se atraem-se, embora suas cargas móveis sejam negativas.
- C) os fios não se atraem nem se repelem
- D) as correntes se atrairiam, se as correntes tivessem sentidos opostos
- E) nada do que se afirmou pode acontecer

**Questão 11**

Um fio longo e reto é percorrido por uma corrente de intensidade  $I$ . Uma espira circular, também percorrida por corrente de intensidade  $I$ , é colocada num plano perpendicular ao fio, com centro no mesmo.

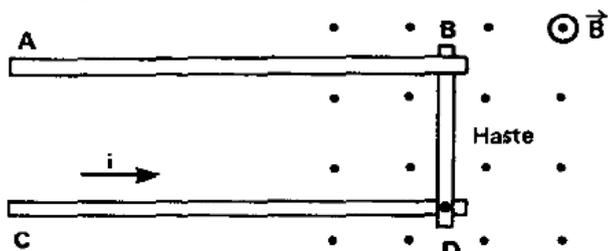




- Devido ao campo magnético criado pelo fio:
- A) a espira fica sujeita a um binário
  - B) a espira não fica sujeita a força alguma
  - C) a força resultante a desloca ao longo do fio no sentido da corrente que o percorre
  - D) a força resultante a desloca ao longo do fio em sentido contrário ao da corrente que o percorre
  - E) nenhuma das posições anteriores se aplica

**Questão 12**

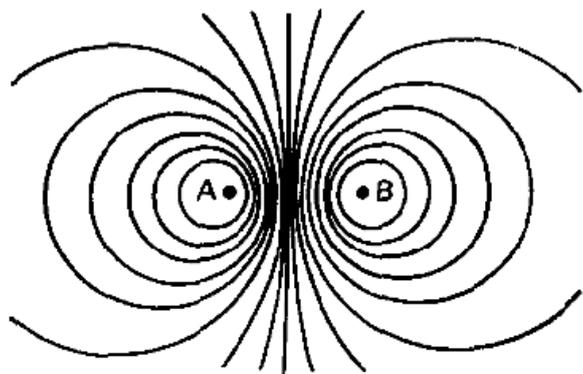
Dois condutores paralelos, AB e CD, são interligados através de uma haste também condutora, que pode girar no plano da figura em torno do ponto D e que contata AB no ponto B. Na região em que se situa a haste, existe um campo magnético perpendicular ao plano dos condutores e apontando para o leitor:



- Se uma corrente de intensidade  $i$  percorre os condutores no sentido indicado, a tendência da haste será:
- A) manter-se na posição inicial
  - B) gira no sentido horário
  - C) gira no sentido anti-horário
  - D) subir
  - E) descer

**Questão 13**

A figura dada representa as linhas de indução de um campo magnético, resultantes das correntes elétricas que circulam em dois condutores, A e B, retilíneos, paralelos e perpendicular à página.

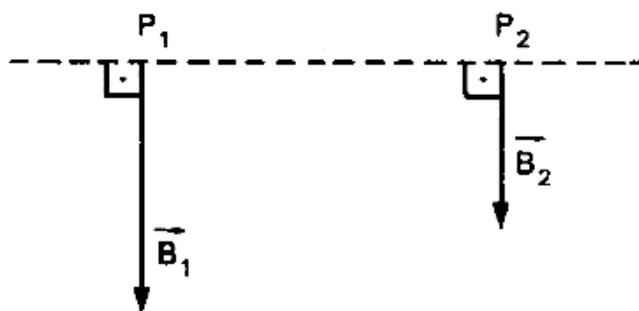


- Qual alternativa correta:
- A) as correntes elétricas tem sentido oposto
  - B) os condutores se atraem

- C) o campo magnético na região entre os fios é menos intenso do que fora dessa região
- D) na metade da distância entre os dois fios, o campo magnético é nulo
- E) o campo magnético entre os fios é uniforme

**Questão 14**

Na figura, estão representados, em escala, os campos de indução magnética criados no ponto  $P_1$  e  $P_2$  por um condutor reto, muito longo, perpendicular ao plano de representação.



O ponto O, onde o condutor fura este plano, encontra-se:

- A) á esquerda de  $P_1$ , com a corrente entrando no plano
- B) á direita de  $P_2$ , com a corrente entrando no plano
- C) á esquerda de  $P_1$ , com a corrente saindo no plano
- D) á direita de  $P_2$ , com a corrente saindo no plano
- E) entre  $P_1$  e  $P_2$ , com a corrente entrando no plano

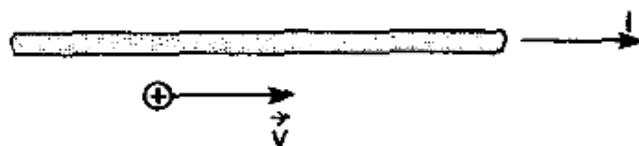
**Questão 15**

Uma corrente elétrica certamente produz:

- A) efeito fisiológico
- B) efeito magnético
- C) efeito Joule
- D) efeito químico
- E) efeito magnético e efeito Joule

**Questão 16**

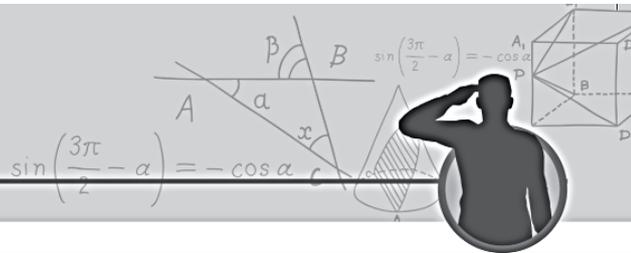
Um próton encontra-se em movimento, com velocidade constante  $\vec{v}$ , paralela a um fio condutor. Num dado instante, faz-se passar pelo fio uma corrente  $I$ , no sentido indicado na figura:



Nessas condições, o próton:

- A) será atraído, aproximando-se do fio

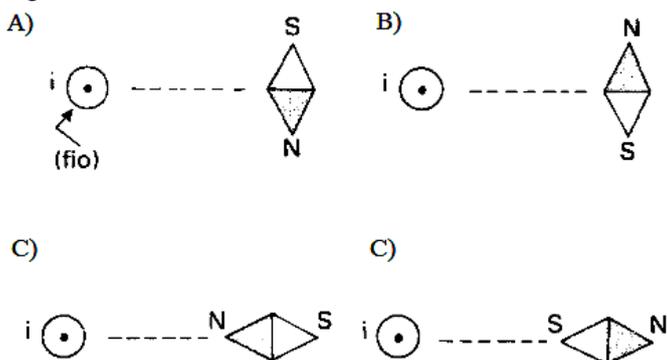




- B) será desviado, afastando-se do fio
- C) continuará na mesma direção em que vinha, com a mesma velocidade
- D) continuará na mesma direção em que vinha, porém com velocidade de módulo maior
- E) continuará na mesma direção em que vinha, porém com velocidade de módulo menor

### Questão 17

Coloca-se uma bússola nas extremidades e um fio retilíneo, vertical, muito longo, percorrido por uma corrente elétrica contínua  $i$ . A bússola é disposta horizontalmente e assim a agulha imantada pode girar livremente em torno do seu eixo. Nas figuras abaixo, o fio é perpendicular ao plano do papel, com a corrente no sentido indicado (saindo). Assinale a posição de equilíbrio estável da agulha imantada, desprezando o campo magnético terrestre:



- E) nenhuma das situações anteriores

### Questão 18

No interior de um solenóide longo, as linhas de indução do campo magnético gerado pela corrente elétrica contínua que percorre suas espiras são, mais aproximadamente:

- A) circunferências com centros no fio que constitui o solenóide
- B) circunferências com centros no eixo do solenóide
- C) retas paralelas ao eixo do solenóide
- D) retas perpendiculares ao eixo do solenóide
- E) hélices cilíndricas

### Questão 19

Correntes elétricas é fonte de campo magnético. Esse fato tem aplicação:

- A) nos capacitores
- B) nos reostatos
- C) nas campainhas elétricas
- D) nos ferros elétricos de engomar
- E) nos pêndulos elétricos

### Questão 20

Um fio conduzindo corrente contínua acha-se sob o piso de uma residência, ligeiramente enterrado. Assinale a alternativa em que comparece um aparelho capaz de detectar sua posição:

- A) auto falante
- B) transformador
- C) bússola
- D) galvanômetro
- E) eletroímã

### Questão 21

Elétrons com velocidade  $\vec{V}_1, \vec{V}_2, \vec{V}_3$  penetram numa região  $R$ , onde há um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ . Considere:

- $\vec{V}_1$  com direção perpendicular á direção de  $\vec{B}$
- $\vec{V}_2$  com mesma direção e mesmo sentido de  $\vec{B}$
- $\vec{V}_3$  com mesma direção e sentido contrário ao de  $\vec{B}$

Os elétrons que, em consequência da existência de  $\vec{B}$ , sofrem uma deflexão na trajetória ao penetrar na região  $R$  são aqueles com velocidade :

- A)  $\vec{V}_1$ , somente
- B)  $\vec{V}_2$ , somente
- C)  $\vec{V}_3$  somente
- D)  $\vec{V}_1$  ou  $\vec{V}_2$
- E)  $\vec{V}_2$  ou  $\vec{V}_3$

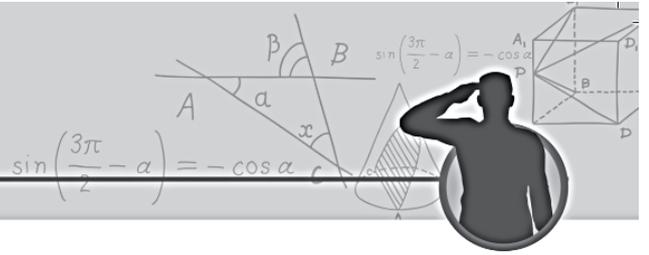
### Questão 22

Quando se aproxima um imã da imagem formada na tela de um aparelho de televisão, verifica que a imagem deforma-se. Nessas circunstâncias a conclusão mais de acordo com essa observação é a de que:

- A) a tela é constituída por substância magnética
- B) a imagem deve ter eletrizado a tela da televisão
- C) a deformação deve ter surgido por uma mudança de direção dos raios de luz, que saíram da imagem por ação do campo magnético
- D) o campo magnético alterou a direção dos movimentos dos elétrons que atingem a tela
- E) a presença do imã deve ter deformado a tela, daí se originando deformação aparente das imagens

### Questão 23

Uma partícula carregada penetra em um campo magnético  $\vec{B}$ , com velocidade  $\vec{v}$ , ficando sujeita a uma força  $\vec{F}$ . Em relação aos vetores  $\vec{v}$ ,  $\vec{B}$  e  $\vec{F}$  podemos afirmar que:



- A)  $\vec{F}$  é perpendicular a  $\vec{B}$  e a  $\vec{v}$
- B)  $\vec{F}$  é perpendicular a  $\vec{B}$  e paralelo a  $\vec{v}$
- C)  $\vec{F}$  é perpendicular a  $\vec{v}$  e paralelo a  $\vec{B}$
- D)  $\vec{F}$  é inclinada de  $45^\circ$  de  $\vec{B}$  e  $\vec{v}$
- E)  $\vec{F}$  é paralela a  $\vec{B}$  e a  $\vec{v}$

#### Questão 24

Três chaves de fenda, que podem estar com as pontas imantadas e cujos pólos são **X**, **Y** e **Z**, são aproximadas de um pólo **k** de um ímã, observamos que os pólos **X** e **Y** são atraídos e **Z** é repelido. Se a chave **X** é um polo Sul, podemos afirmar que:

- A) **Y** é um pólo norte
- B) **Z** e **K** são pólos norte
- C) **Y** não está imantada e **k** é um pólo sul
- D) n.d.a.