



APOSTILA DE **FÍSICA** EsPCEx

www.elitemil.com.br



ELITE MIL - ONDE TUDO COMEÇA

Olá, combatente, aqui quem fala é o **1º Ten Thiago Henrique, fundador e CEO do Elite Mil – Cursos Preparatórios**. Para todos nós, da Equipe Elite Mil, é uma satisfação imensa poder compartilhar com vocês esse material didático que, certamente, fará parte da sua jornada rumo à aprovação.

Essa apostila foi desenvolvida para servir como **material complementar de estudo para os alunos Elite Mil** matriculados em nossas turmas presenciais e também em nossos cursos on-line. Portanto, para que você tenha um aprendizado otimizado, **utilize este material em conjunto com as nossas aulas**, fazendo anotações, adicionando informações e sublinhando pontos importantes.

Caso você não seja ainda um aluno Elite Mil ou ainda, caso deseje presentear alguém com o nosso curso, gostaria de te oferecer a possibilidade de adquirir um dos nossos cursos com um **DESCONTO ESPECIAL** de 15%. Basta clicar em um dos links abaixo:

Curso EsPCEX: <http://bit.ly/apostila-espcecx-elitemil>

Curso ESA: <http://bit.ly/apostila-esa-elitemil>

Se você ainda não me segue nas redes sociais, já vá pagando 10 flexões e, em seguida, faça parte dos milhares de jovens que são impactados diariamente com os conteúdos que produzo!

CANAL NO TELEGRAM: https://t.me/thiagohenrique_elitemil

CANAL NO YOUTUBE: Thiago Henrique – Elite Mil

INSTAGRAM: http://instagram.com/thiagohenrique_elitemil

Não esqueça também de visitar o **Blog Elite Mil**, pois lá temos diversas postagens com informações riquíssimas para você.

www.elitemil.com.br/blog

Ah, e se você quiser receber vários **bizus** sobre estudos, treinamento físico, preparação psicológica, dentre outros temas, diretamente no seu e-mail, clique no link abaixo e faça parte da nossa lista!

www.elitemil.com.br/lista-vip

Por fim, gostaria de agradecer a sua confiança e dizer que estou muito feliz em poder fazer parte da sua vitória. **Sinto um imenso orgulho de cada um de vocês**, pois sei que, por trás de cada aluno e aluna, existe uma grande história de superação e diversos desafios enfrentados diariamente.

Mantenha o seu foco! FÉ NA MISSÃO!

1º Ten Thiago Henrique – CEO Elite Mil – Cursos Preparatórios.

Sumário

Sumário	1
Mecânica	3
Termologia	4
MRU, MRUV E GRÁFICOS	5
Dilatação Térmica - Sólidos	6
Aceleração da gravidade, Queda livre e Lançamento de projéteis	7
Dilatação Térmica - Líquidos	8
MCU E VETORES	9
Termologia	10
Leis de Newton - aplicações; massa e peso dos corpos; Lei de Hooke; atrito e aplicações	11
Calorimetria	13
FORÇAS EM TRAJETÓRIAS CURVILÍNEAS	14
Propagação de Calor	16
CINEMÁTICA VETORIAL E COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTO	17
Estudo dos Gases	18
TRABALHO E ENERGIA	20
Energia Interna e Trabalho de um Gás	21
IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO	22
Leis da Termodinâmica	23
EQUILÍBRIO DOS CORPOS	25
Introdução à Óptica Geométrica	26
HIDROSTÁTICA	27
Princípios da Óptica Geométrica	29
GRAVITAÇÃO UNIVERSAL	31
Leis da Reflexão e Espelhos Planos	32
Carga elétrica, princípios da eletrostática e os processos de eletrização	34
Espelhos Esféricos	37
A LEI DE COULOMB, O CAMPO ELÉTRICO, POTENCIAL ELÉTRICO E ENERGIA ELÉTRICA	39
Refração da Luz	41
ELETRODINÂMICA - CORRENTE ELÉTRICA	43
RESISTOR, RESISTÊNCIA ELÉTRICA, POTÊNCIA E ENERGIA NA CORRENTE ELÉTRICA	44
Lentes Esféricas	45
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES	48
APARELHOS DE MEDIÇÃO ELÉTRICA	48
Instrumentos Ópticos	49
GERADORES, RECEPTORES ELÉTRICOS E AS LEIS DE KIRCHOFF	51
Olho Humano e Anomalias da Visão	52
GERADORES, RECEPTORES ELÉTRICOS E AS LEIS DE KIRCHOFF	54
Movimento Harmônico Simples	55
CAPACITORES	56
Introdução à Ondulatória	57
MAGNETISMO - CONCEITOS INICIAIS DO MAGNETISMO	58
Fenômenos Ondulatórios	60
FONTES DO CAMPO MAGNÉTICO	63
Ondas Sonoras	64
FORÇA MAGNÉTICA	66
Ondas Sonoras: Qualidade do som	67
FLUXO MAGNÉTICO, LEI DE FARADAY LENS E TRANSFORMADOR	68
Ondas Estacionárias e Tubos Sonoras	70
Efeito Doppler	71
LISTAS DE EXERCÍCIOS	73
Exercícios – Mecânica: cinemática - MRU	73
Exercícios – Mecânica: cinemática - MRUV	76
Exercícios – Mecânica: cinemática – Movimento vertical	79
Exercícios – Mecânica: cinemática – Lançamento horizontal e oblíquo	81
Exercícios – Mecânica: cinemática – Movimento circular	84
Exercícios – Mecânica: cinemática – MHS	87
Mecânica: dinâmica – Leis de Newton	88
Mecânica: dinâmica – Trabalho e energia	92
Mecânica: dinâmica – Força centrípeta	95
Mecânica: dinâmica – Força de atrito	97
Mecânica: dinâmica – Força elástica	99

Mecânica: dinâmica – Colisões	100
Mecânica: dinâmica – Impulso e quantidade de movimento	102
Mecânica: dinâmica – Plano inclinado	104
Mecânica: dinâmica – Plano inclinado	106
Mecânica: dinâmica – Sistemas conservativos e dissipativos	107
Mecânica: dinâmica – Sistemas de blocos	109
Mecânica: Estática	111
Mecânica: Hidrostática	112
Mecânica: Gravitação universal	117
Eletrostática	121
Eletrodinâmica	126
ELETROMAGNETISMO	132
Magnetismo: Propriedades dos ímãs	137
Termologia: Calorimetria	140
Termologia: Dilatação linear	144
Termologia: Dilatação superficial	146
Termologia: Dilatação volumétrica	148
Termologia: Dilatação de líquidos	150
Termologia: Gases – Equação de Clapeyron	151
Termologia: Gases – Equação geral dos gases ideais	153
Termologia: Gases – Propriedades	154
Termologia: Termodinâmica – Energia interna	156
Termologia: Leis da termodinâmica	157
Termologia: termodinâmica – Máquinas térmicas/Ciclo de Carnot	159
Trabalho e transformação gasosa	161
Termologia: Termometria	163
Óptica: Espelhos planos	164
Óptica: Espelhos esféricos	166
Óptica: Fenômenos ópticos	167
Óptica: Lentes e óptica da visão	169
Ondulatória: Estudo matemático	171
Ondulatória: Fenômenos ondulatórios	172
Ondulatória: Ondas estacionárias	174
Ondulatória: Qualidade do som	175
Efeito Doppler	177
Gabarito	179

Mecânica

INTRODUÇÃO AO MÉTODO CIENTÍFICO NA FÍSICA

O MÉTODO CIENTÍFICO

1. OBSERVAR SISTEMATICAMENTE O FENÔMENO;
2. COLHER INFORMAÇÕES A CERCA DO FATO OBSERVADO;
3. DETECTAR ASPECTOS DE REGULARIDADE;
4. ELABORAR UMA HIPÓTESE PARA EXPLICAR O FENÔMENO;
4. FAZER EXPERIMENTAÇÕES; E
6. TIRAR CONCLUSÕES (TEORIA CIENTÍFICA).

ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

SÃO, NUMA MEDIDA, OS ALGARISMOS CORRETOS E O PRIMEIRO QUE FOR DUVIDOSO

Ex1: **23,15**

Ex2: **0,07**

Ex3: **11,0**

Ex4: 7,0009

NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Qualquer número pode ser escrito em termos de Notação Científica.

$N \cdot 10^n$ onde $1 \leq N \leq 10$ e $n \in \mathbb{Z}$

Ex1: $0,00000000000000000016 = 1,6 \cdot 10^{-18}$

Ex2: $9000000000 = 9 \cdot 10^9$

Ex3: $0,0000047 = 4,7 \cdot 10^{-6}$

Ex4: $255,17 = 2,5517 \cdot 10^2$

ORDEM DE GRANDEZA

Ordem de grandeza de um número é a potência de 10 que mais se aproxima deste número

Se $N < 3,16$ a OD = 10^n

Se $N > 3,16$ a OD = 10^{n+1}

Conceitos básicos de cinemática

Partícula ou ponto material: é um corpo cujas dimensões podem ser desprezadas na situação em estudo.

Corpo extenso: é um corpo cujas dimensões não podem ser desprezadas na situação em estudo.

Referencial ou sistema de referência: É um sistema de eixos em relação aos quais se localiza a posição de uma partícula no decorrer do tempo.

Repouso e movimento são conceitos relativos a um referencial adotado.

Repouso: um corpo estará em repouso em relação a um referencial se sua distância não se alterar em relação a esse referencial.

Movimento: um corpo estará em movimento em relação a um referencial se sua distância se alterar em relação a esse referencial.

Deslocamento, velocidade e aceleração

Deslocamento: é a variação da posição de um corpo; Unidades: m, km, cm.

Velocidade: é a variação da posição em relação ao tempo; Unidades: m/s, Km/h, cm/min.

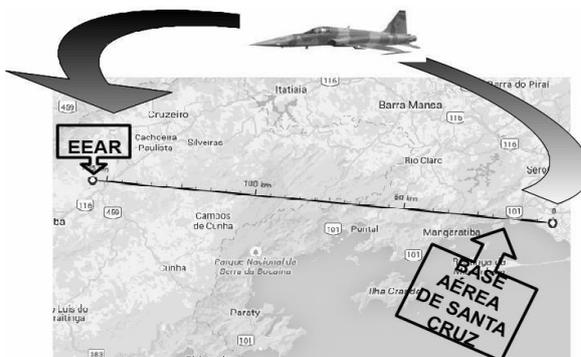
Aceleração: é a variação da velocidade com relação ao tempo. Unidades: m/s^2 , Km/h^2 , cm/min^2 .

Velocidade vetorial média e Velocidade escalar média

O **módulo da velocidade vetorial média** é dado pela razão entre o módulo do deslocamento vetorial e o intervalo de tempo.

O **módulo da velocidade escalar média** é dado pela razão entre a distância efetivamente percorrida e o intervalo de tempo.

1. (EEAR - 2017.1) Uma aeronave F5 sai da base aérea de Santa Cruz às 16h30min para fazer um SOBREVÔO sobre a Escola de Especialistas de Aeronáutica (EEAR), no momento da formatura de seus alunos do Curso de Formação de Sargentos. Sabendo que o avião deve passar sobre o evento exatamente às 16h36min e que a distância entre a referida base aérea e a EEAR é de 155 Km, qual a velocidade média, em km/h, que a aeronave deve desenvolver para chegar no horário previsto?



A) 1550

B) 930

C) 360

D) 180

2. (EEAR - 2018.2) Um móvel completa $1/3$ de um percurso com o módulo da sua velocidade média igual a 2 km/h e o restante com o módulo da velocidade média igual a 8 km/h. Sendo toda a trajetória retilínea, podemos afirmar que a velocidade média desse móvel durante todo o percurso, em km/h, foi igual a:

A) 4

B) 5

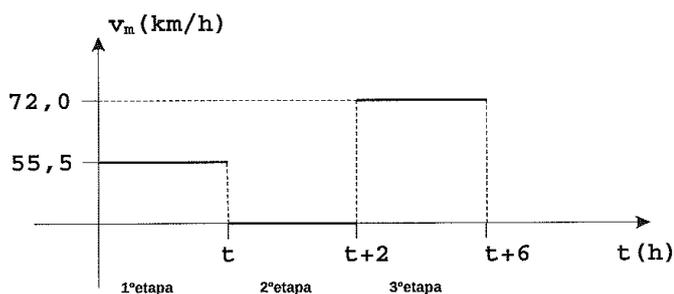
C) 6

D) 10

3. (EsPCEEx – 2011) Um automóvel percorre a metade de uma distância D com uma velocidade média de 24 m/s e a outra metade com uma velocidade média de 8 m/s. Nesta situação, a velocidade média do automóvel, ao percorrer toda a distância D , é de:

- A) 12 m/s
- B) 14 m/s
- C) 16 m/s
- D) 18 m/s
- E) 32 m/s

4. (EN – 2015) Analise o gráfico abaixo



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

- A) 48
- B) 51
- C) 54
- D) 57

Termologia

Termologia

Termologia é a parte da Física que estuda os fenômenos que ocorrem por causa da ação da chamada energia térmica, os quais são denominados fenômenos térmicos.

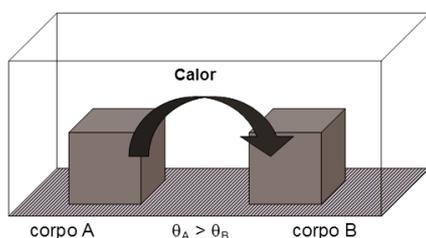
Termometria

“Quente” e “Frio” são conceitos relativos

Agitação Térmica e Energia Térmica

Temperatura: É a medida do nível médio da agitação térmica ou energia térmica das partículas de um corpo ou sistema físico.

Calor: Energia térmica em trânsito devido à diferença de temperatura;



Flui espontaneamente do sistema com temperatura mais alta para o de temperatura mais baixa.

Temperatura

Calor

Equilíbrio Térmico

1) (ESPCEX 2010) A utilização do termômetro, para a avaliação da temperatura de um determinado corpo, é possível porque, após algum tempo de contato entre eles, ambos adquirem a mesma temperatura. Neste caso, é válido dizer que eles atingem a (o)

- A) equilíbrio térmico.
- B) ponto de condensação.
- C) coeficiente de dilatação máximo.
- D) mesma capacidade térmica.
- E) mesmo calor específico.

2) (UFP-RS) Considere as afirmações a seguir:

I. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma quantidade de calor.

II. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma temperatura.

III. Calor é transferência de temperatura de um corpo para outro.

IV. Calor é uma forma de energia em trânsito

Das afirmações acima, pode-se dizer que:

- A) I, II, III e IV são corretas
- B) I, II, III são corretas
- C) I, II e IV são corretas
- D) II e IV são corretas
- E) II e III são corretas

3) (AFA-SP) Assinale a alternativa que define corretamente calor.

- A) Trata-se de um sinônimo de temperatura em um sistema.
- B) É uma forma de energia contida no sistema.
- C) É uma energia em trânsito, de um sistema a outro, devido à diferença de temperatura entre eles.
- D) É uma forma de energia superabundante nos corpos quentes.
- E) É uma forma de energia em trânsito do corpo mais frio para o corpo mais quente.

Lei Zero da Termodinâmica

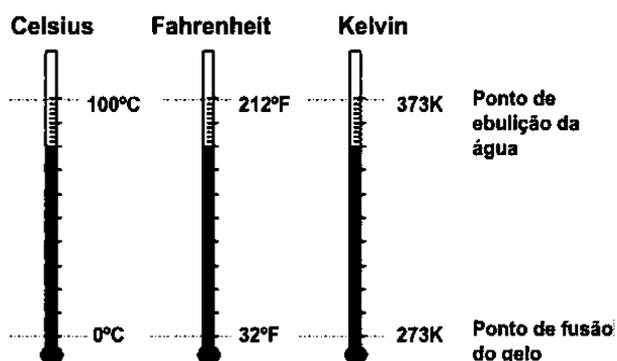
“Consideremos dois objetos B e C. Se um terceiro objeto A está em equilíbrio térmico com B e também em equilíbrio térmico com C, então B e C estão em equilíbrio entre si.”

Lei Zero da Termodinâmica – Exemplo:

Considere quatro objetos A, B, C e D. Observou-se que A e B estão em equilíbrio térmico entre si. O mesmo para C e D. Entretanto, A e C não estão em equilíbrio térmico entre si. Pode-se concluir que:

- A) B e D estão à mesma temperatura
- B) B e D podem estar em equilíbrio térmico, mas também podem não estar
- C) B e D não podem estar à mesma temperatura
- D) A Lei Zero da Termodinâmica não se aplica a esse caso, porque existem mais de três objetos.
- E) A, B, C e D estão à mesma temperatura

Escalas de Temperatura



(ESPCEX 2012) Um termômetro digital, localizado em uma praça da Inglaterra, marca a temperatura de 10,4 °F. Essa temperatura, na escala Celsius, corresponde a

- [A] - 5 °C
- [B] - 10 °C
- [C] - 12 °C
- [D] - 27 °C
- [E] - 39 °C

(ITA) O verão de 1994 foi particularmente quente nos Estados Unidos da América. A diferença entre a máxima temperatura do verão e a mínima do inverno anterior foi de 60°C. Qual o valor dessa diferença na escala Fahrenheit?

- A) 33F
- B) 60°F
- C) 92°F
- D) 108°F
- E) 140°F

Um termômetro foi graduado segundo uma escala arbitrária X, de tal forma que as temperaturas 10°X e 80°X correspondem a 0°C e 100°C, respectivamente. A temperatura em X que corresponde a 50°C é:

- A) 40°X
- B) 45°X
- C) 50°X
- D) 55°X

E) 60°X

MRU, MRUV E GRÁFICOS

Movimento Retilíneo Uniforme (M.R.U.)

Conceito; Equação horária; e gráficos

Conceito: Movimento que ocorre em uma reta com velocidade que não muda de valor, ou melhor dizendo, a velocidade é constante.

Função horária da posição

$$S = S_0 + V \cdot T$$

$$V = \Delta S / \Delta T = (S - S_0) / (T - T_0) = d / \Delta T$$

Movimento progressivo: $\Delta S > 0$ e $V > 0$ (o corpo caminha para onde a posição aumenta)

Movimento retrógrado: $\Delta S < 0$ e $V < 0$ (o corpo caminha para onde a posição diminui)

Gráfico da Posição com o Tempo

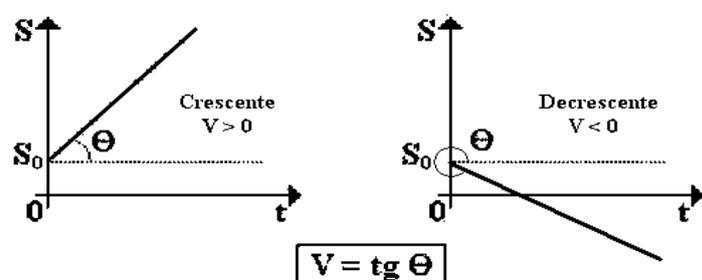
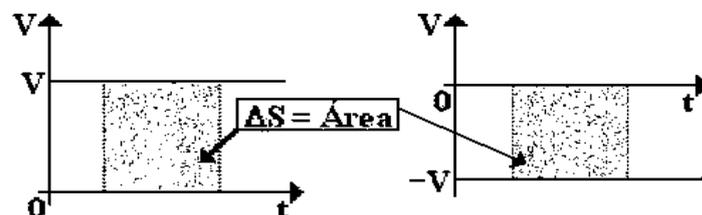


Gráfico da Velocidade com o Tempo



Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (M.R.U.V.)

Conceito: Movimento que ocorre numa reta com aceleração constante.

Funções horárias:

$$S = S_0 + V_0 \cdot T + a \cdot T^2 / 2$$

$$\Delta S = V_0 \cdot T + a \cdot T^2 / 2$$

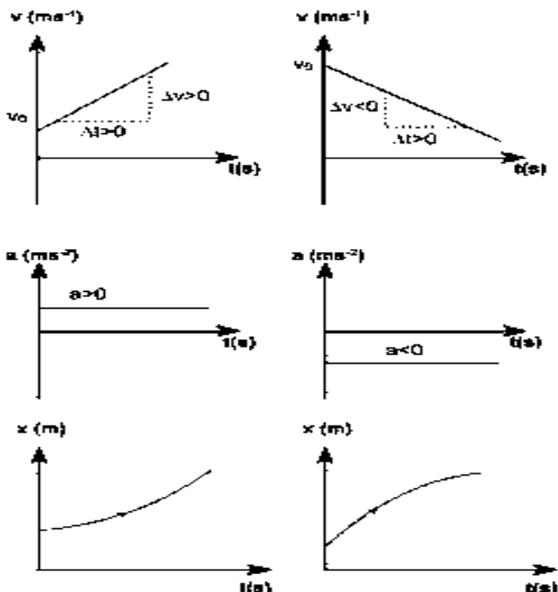
$$V = V_0 + a \cdot T$$

$$V^2 = V_0^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta S$$

Movimento acelerado: o módulo da velocidade aumenta com o tempo (V e a têm o mesmo sinal)

Movimento retardado: o módulo da velocidade diminui com o tempo (V e a têm sinais opostos)

GRÁFICOS DO MRUV



1. (EsPCEEx– 2009) Em uma mesma pista, duas partículas puntiformes A e B iniciam seus movimentos no mesmo instante com as suas posições medidas a partir da mesma origem dos espaços. As funções horárias das posições de A e B, para S, em metros, e T, em segundos, são dadas, respectivamente, por $S_A = 40 + 0,2T$ e $S_B = 10 + 0,6T$. Quando a partícula B alcançar a partícula A elas estarão na posição:

- A) 55 m
- B) 65 m
- C) 75 m
- D) 105 m
- E) 125 m

2. (EsPCEEx – 2016) Um móvel descreve um movimento retilíneo uniformemente acelerado. Ele parte da posição inicial igual a 40 m com uma velocidade de 30 m/s, no sentido contrário à orientação positiva da trajetória, e a sua aceleração é de 10 m/s² no sentido positivo da trajetória. A posição do móvel no instante 4s é

- A) 0 m
- B) 40 m
- C) 80 m
- D) 100 m
- E) 240 m

3. (EsPCEEx– 2010) O gráfico abaixo indica a posição (S) em função do tempo (t) para um automóvel em movimento num trecho horizontal e retilíneo de uma rodovia. Da análise do gráfico, pode-se afirmar que o automóvel:

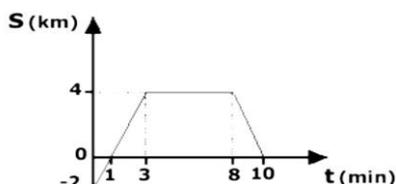


Gráfico Fora de Escala

A) está em repouso, no instante 1 min.

B) possui velocidade escalar nula, entre os instantes 3 min e 8 min.

C) sofreu deslocamento de 4 km, entre os instantes 0 min e 3 min.

D) descreve movimento progressivo, entre os instantes 1 min e 10 min.

E) tem a sua posição inicial coincidente com a origem da trajetória.

4. (EsPCEEx– 2011) O gráfico abaixo representa a velocidade (v) de uma partícula que se desloca sobre uma reta em função do tempo (t). O deslocamento da partícula, no intervalo de 0 s a 8 s, foi de:



Gráfico fora de escala

A) – 32 m

B) – 16 m

C) 0 m

D) 16 m

E) 32 m

Dilatação Térmica - Sólidos

Dilatação Térmica

Com o aumento da temperatura, as moléculas de um corpo se afastam umas das outras, ocupando mais espaço e provocando um aumento nas dimensões dele.

Dilatação Térmica dos Sólidos

DILATAÇÃO LINEAR:

Considera-se a dilatação de apenas uma dimensão do corpo.

DILATAÇÃO LINEAR:

DILATAÇÃO LINEAR – Exemplo:

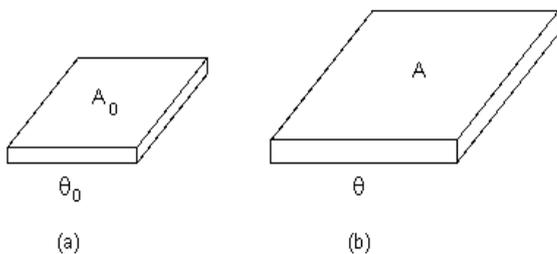
Uma barra de ferro possui, a 0,00°C, um comprimento igual a 100,00 cm. Sabendo que o coeficiente de dilatação linear do ferro é de:

$1,20 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ determine a variação de comprimento sofrida pela barra quando ela for aquecida até 100,00 °C.

Dilatação Térmica dos Sólidos

DILATAÇÃO SUPERFICIAL:

Considera-se a dilatação de duas dimensões do corpo.

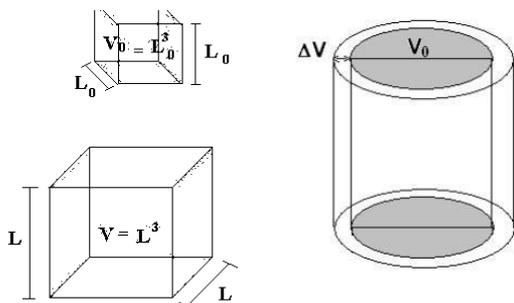


DILATAÇÃO SUPERFICIAL – Exemplo:

Uma placa apresenta, inicialmente, uma área de 1,0 m² a 0 °C. Ao ser aquecida a 50 °C, sua área aumenta 1,0 cm². Determine o coeficiente de dilatação superficial do material que constitui a placa.

Dilatação Térmica dos Sólidos

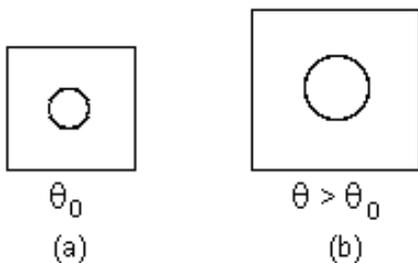
DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA



DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA – Exemplo:

Um paralelepípedo de uma liga de alumínio ($\alpha_{Al} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) tem arestas que, à 0°C, medem 5cm, 40cm e 30cm. De quanto aumenta seu volume ao ser aquecido à temperatura de 100°C?

DILATAÇÃO DE UM SÓLIDO OCO:



A cavidade do sólido se dilata como se dilataria um objeto do mesmo tamanho, feito do mesmo material do sólido, ou seja, a cavidade se dilata como se possuísse o mesmo coeficiente de dilatação do material de que se constitui o sólido.

Aceleração da gravidade, Queda livre e Lançamento de projéteis

Aceleração da gravidade é a aceleração que os corpos adquirem quando estão sujeitos somente à ação da força gravitacional que na superfície da Terra é denominada de força Peso.

Queda livre ($V_0 = 0$) e Lançamento na vertical ($V_0 \neq 0$) no vácuo

São movimentos que ocorrem na vertical em que os corpos ficam sujeitos somente à ação da força Peso.

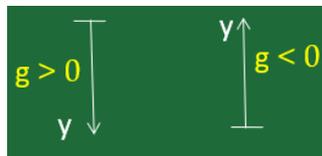
Fórmulas

$$H = H_0 + V_0 \cdot T \pm g \cdot T^2 / 2$$

$$V = V_0 \pm g \cdot T$$

$$V^2 = V_0^2 \pm 2 \cdot g \cdot \Delta H$$

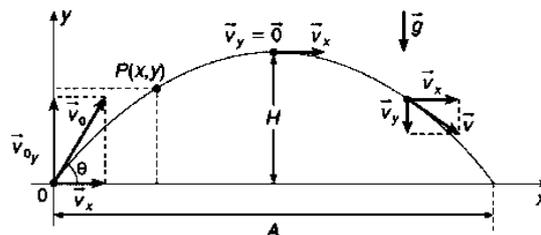
Numa mesma horizontal a velocidade de subida é igual em módulo a de descida, assim como o tempo de subida é igual ao de descida.



O sinal da aceleração da gravidade depende exclusivamente da orientação do eixo Y e não se o corpo está subindo ou descendo.

Lançamento Oblíquo ($V_{0Y} \neq 0$) e Lançamento horizontal ($V_{0Y} = 0$) no vácuo

Lançamento Oblíquo ($V_{0Y} \neq 0$): É um movimento que ocorre em duas dimensões (eixos X e Y) sob o efeito exclusivo da força gravitacional (Força Peso) em que o corpo sai com uma velocidade inicial (V_0) que forma um ângulo θ com a horizontal. Ao projetar a velocidade inicial nos eixos X (V_{0X}) e Y (V_{0Y}), podemos agora tratar o movimento separadamente em cada eixo.



Eixo X: Neste eixo, o corpo caminha em MRU.

Eixo Y: Neste eixo, o corpo caminha em MRUV.

EIXO X

$$X = X_0 + V_x \cdot t \quad (V_x = V_{0X})$$

EIXO Y

$$H = H_0 + V_{0Y} \cdot T \pm g \cdot T^2 / 2$$

$$\Delta H = V_{0Y} \cdot T \pm g \cdot T^2 / 2 \quad V_Y = V_{0Y} \pm g \cdot T$$

$$V_y^2 = V_{0Y}^2 \pm 2 \cdot g \cdot \Delta H$$

$V_{0X} = V_0 \cdot \cos(\theta)$ velocidade de saída do corpo no eixo X

$V_{0Y} = V_0 \cdot \sin(\theta)$ velocidade de saída do corpo no eixo Y

Importante

1. Numa mesma horizontal, a velocidade de subida é igual à de descida com sinal contrário;
2. Entre duas horizontais, o tempo de subida é igual ao de descida;
3. Alcance (A): $A = X - X_0$ é a distância percorrida na horizontal.

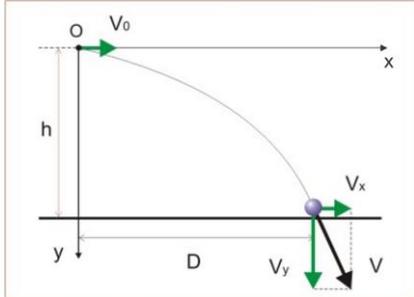
$A = V^2 \cdot \sin(2\theta)/g$. O maior alcance possível ocorre com $\theta = 45^\circ$;

4. Altura máxima (H_{MAX}): é a maior altura alcançada pelo corpo.

$$H_{MAX} = V_0^2 \cdot \sin(\theta)^2 / 2g = V_{0y}^2 / 2g$$

5. A velocidade real do corpo é dada por $V = (V_x^2 + V_y^2)^{1/2}$

6. O sinal da gravidade no eixo Y depende somente da orientação desse eixo.



No lançamento horizontal, a velocidade inicial no eixo Y é zero

$$(V_{0y} = 0);$$

EIXO X

$$X = X_0 + V_x \cdot t$$

EIXO Y

$$H = H_0 \pm g \cdot T^2 / 2$$

$$\Delta H = \pm g \cdot T^2 / 2$$

$$V_y = \pm g \cdot T$$

$$V^2 = \pm 2 \cdot g \cdot \Delta H$$

1. (EEAR – 2007-2) Uma pessoa, em uma janela de um apartamento, coloca a mão para fora segurando um pequeno objeto, o qual fica 30 m de altura em relação ao solo. Em seguida, lança-o verticalmente para cima, com velocidade igual a 20 m/s. Calcule a altura desse objeto, em metros, em relação ao solo, após 5 segundos do lançamento.

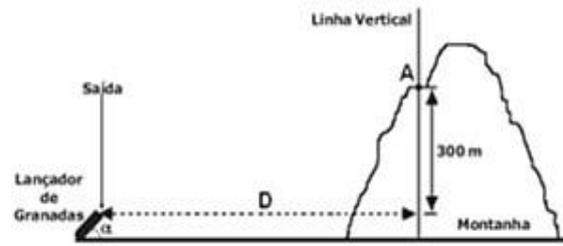
Obs.: admita $g = 10 \text{ m/s}^2$ e despreze a resistência do ar.

- A) 5
- B) 25
- C) 55
- D) 255

2. (EsPCEX– 2011) Um lançador de granadas deve ser posicionado a uma distância D da linha vertical que passa por um ponto A. Este ponto está localizado em uma montanha a 300 m de altura em relação à extremidade de saída da granada, conforme o desenho abaixo. Dados: $\cos \alpha = 0,6$ e $\text{Sen} \alpha = 0,8$

A velocidade da granada, ao sair do lançador, é de 100 m/s e forma um ângulo “ α ” com a horizontal; a aceleração da gravidade é igual a 10 m/s^2 e todos os atritos são desprezíveis. Para que a granada atinja o ponto A,

somente após a sua passagem pelo ponto de maior altura possível de ser atingido por ela, a distância D deve ser de:

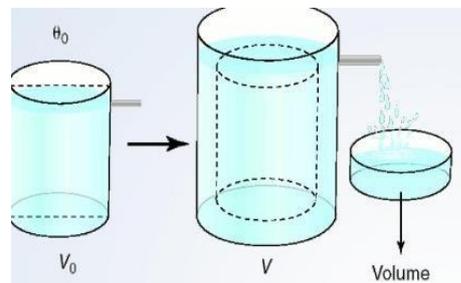


- A) 240 m
- B) 360 m
- C) 480 m
- D) 600 m
- E) 960 m

Dilatação Térmica - Líquidos

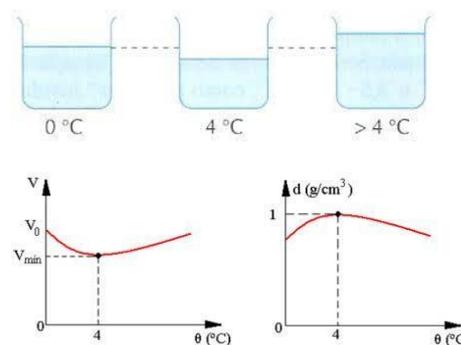
Dilatação Térmica

Dilatação Térmica dos Líquidos



$$\Delta V_{\text{real}} = \Delta V_{\text{aparente}} + \Delta V_{\text{frasc}}.$$

COMPORTAMENTO ANÔMALO DA ÁGUA:



Dilatação Térmica dos Líquidos – Exemplo

Um recipiente tem capacidade de 5000 cm^3 a 40°C e está completamente cheio de um determinado líquido. Ao aquecer o conjunto até 140°C , transbordam 70 cm^3 . O coeficiente de dilatação aparente desse líquido, é, em $^\circ \text{C}^{-1}$, igual a

- a) $3,0 \times 10^{-5}$
- b) $9,0 \times 10^{-5}$
- c) $2,7 \times 10^{-4}$
- d) $1,4 \times 10^{-4}$

MCU E VETORES

Movimento Circular Uniforme (M.C.U.)

Conceito e; Aplicações

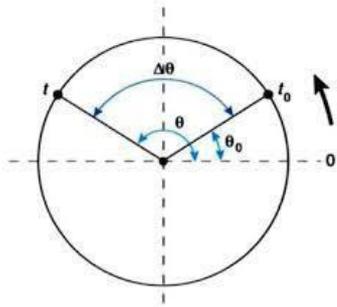
Conceito: Movimento que ocorre numa trajetória circular com velocidade angular (ω) constante. Importante saber também que a velocidade (V) linear (tangencial) não é constante, mas sim uniforme.

Frequência (f): número de rotações por unidade de tempo.

Unidades: s^{-1} (rotações por segundo) = Hz, min^{-1} (rotações por minuto) = rpm, etc.

Período (T): tempo necessário para o corpo executar uma volta completa.

Unidades: s, min, h, etc.



Fórmulas:

$$F = 1/T$$

$$T = 1/f$$

$$\omega = \Delta\theta/\Delta t$$

$$\omega = 2\pi/T$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\theta = \theta_0 + \omega.t$$

$$V = \omega.R$$

$$a_{CP} = V^2/R$$

$$a_{CP} = \omega^2.R$$

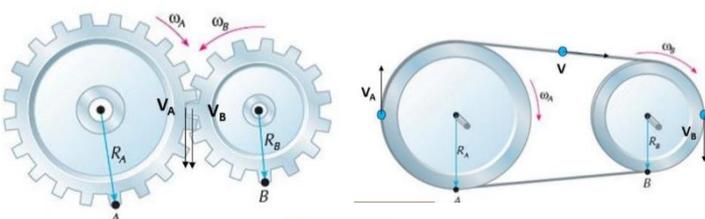
Transmissão de movimento

$$V_A = V_B$$

$$\omega_A.R_A = \omega_B.R_B$$

$$f_A.R_A = f_B.R_B$$

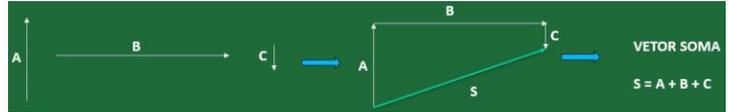
$$R_A/T_A = R_B/T_B$$



Noções de cálculo vetorial – conceito e operações com vetores; composição e decomposição de vetores; conceito de força e suas unidades, sistemas de unidades; sistemas de forças.

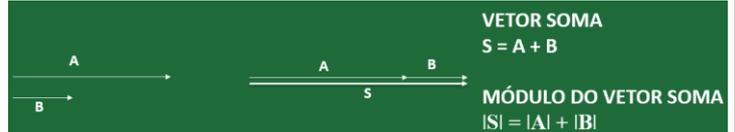
SOMA DE VETORES

Soma de n vetores

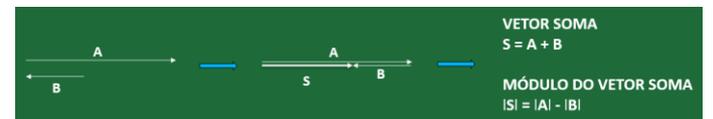


Casos especiais

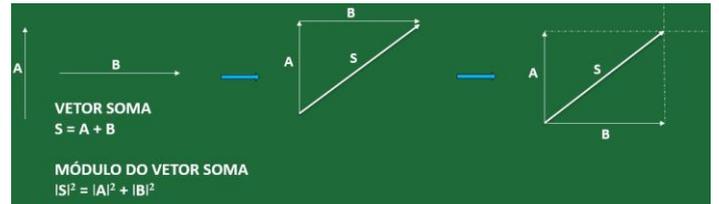
1º Caso: dois vetores na mesma direção e no mesmo sentido.



2º Caso: dois vetores na mesma direção e sentidos opostos.



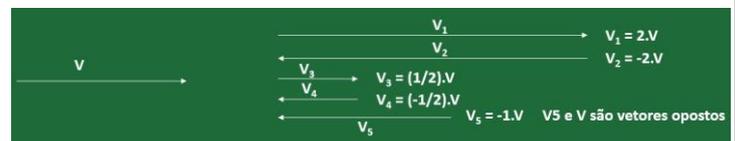
3º Caso: dois vetores perpendiculares entre si



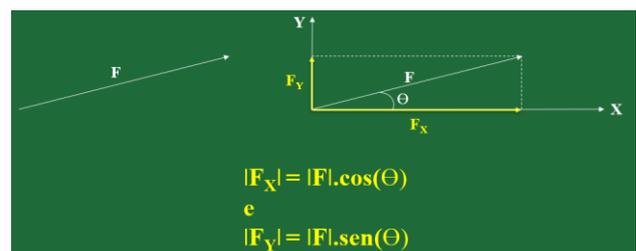
4º Caso: dois vetores formando um ângulo qualquer entre si



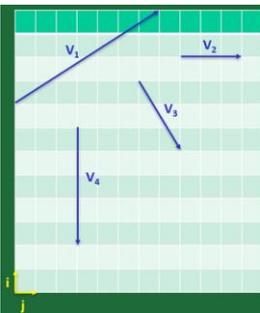
Multiplicação de um vetor V por um escalar n



Decomposição de vetores



VETORES UNITÁRIOS (i e j)



$$V_1 = 7i + 4j$$

$$V_2 = 3i$$

$$V_3 = 2i - 3j$$

$$V_4 = -5j$$

VETOR GENÉRICO EM TERMOS DOS VETORES UNITÁRIOS i e j

$$V = V_x i + V_y j$$

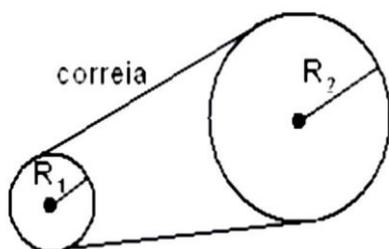
VETOR SOMA ($S = V_1 + V_2$)

$$S = (V_{1x} + V_{2x}) i + (V_{1y} + V_{2y}) j$$

VETOR DIFERENÇA ($D = V_1 - V_2$)

$$D = (V_{1x} - V_{2x}) i + (V_{1y} - V_{2y}) j$$

1. (EEAR - 2015) Numa pista circular de raio igual a 200m, dois ciclistas, A e B, partem simultaneamente e exatamente do mesmo ponto em sentidos contrários e ambos executando M.C.U. O ciclista A com velocidade linear constante de 2π m/s e o ciclista B com velocidade angular constante de $2\pi \cdot 10^{-2}$ rad/s. De acordo com os dados da questão, é correto afirmar que:



A) Os ciclistas, A e B, chegam ao ponto de partida sempre ao mesmo tempo, completando ao mesmo tempo cada volta.

B) O ciclista A chega ao ponto de partida 100s antes do ciclista B, ou seja, completando a primeira volta antes do ciclista B.

C) O ciclista B chega ao ponto de partida 100s antes do ciclista A, ou seja, completando a primeira volta antes de ciclista A.

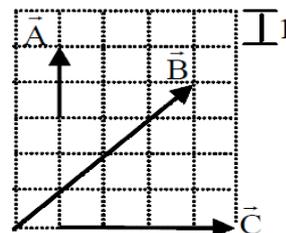
D) O ciclista B chega ao ponto de partida 50s antes do ciclista A, ou seja, completando a primeira volta antes do ciclista A.

2. (EsPCEX- 2009) Uma máquina industrial é movida por um motor elétrico que utiliza um conjunto de duas polias, acopladas por uma correia, conforme figura abaixo. A polia de raio $R_1 = 15$ cm está acoplada ao eixo do motor e executa 3000 rotações por minuto. Não ocorre escorregamento no contato da correia com as polias. O número de rotações por minuto, que a polia de raio $R_2 = 60$ cm executa, é de

- A) 250
- B) 500
- C) 750
- D) 1000
- E) 1200

3. (EEAR – 2014) Considerando que a figura representa um conjunto de vetores sobre um quadriculado, assinale a alternativa que indica o módulo do vetor resultante desse conjunto de vetores.

- A) 10
- B) 8
- C) 6
- D) 0



Termologia

FASES DA MATÉRIA

SÓLIDA: As moléculas encontram-se muito próximas, havendo entre elas uma forte interação, o que lhes permite apenas movimentações em torno de posições de equilíbrio.

LÍQUIDA: As moléculas se encontram mais afastadas umas das outras, mas ainda interagindo entre si. Essas interações são bem mais fracas que nos sólidos e não são suficientes para formar uma rede cristalina definida.

GASOSA: Na fase gasosa, a distância entre as moléculas é muito maior quando comparada com suas dimensões. Por estarem muito afastadas umas das outras, a interação entre elas é praticamente desprezível, o que lhes permite uma grande liberdade de movimentação.

MUDANÇAS DE FASE:

VAPORIZAÇÃO:

a) Evaporação: É a mudança da fase líquida para a fase de vapor que ocorre normalmente a qualquer temperatura. É um processo lento.

b) Ebulição: É a mudança, de modo mais rápido, da fase líquida para a fase de vapor e que acontece a uma temperatura específica, cujo valor depende da substância e da pressão a que ela está submetida.

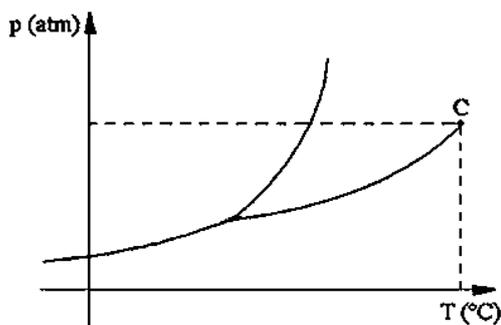
c) Calefação: Ocorre de forma extremamente rápida, que ocorre quando a temperatura é muito maior que a temperatura de ebulição.

LEIS GERAIS DAS MUDANÇAS DE FASE

1° Lei: À pressão constante, toda substância pura sofre mudança de fase à uma temperatura também constante.

2° Lei: Variando a pressão as temperaturas de fusão e de ebulição também variam.

DIAGRAMA DE FASES

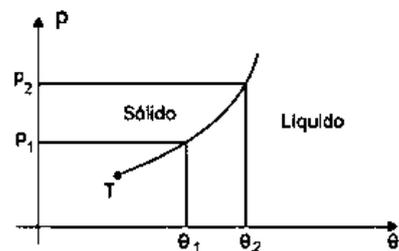


Estado Gasoso

DIAGRAMA DE FASES

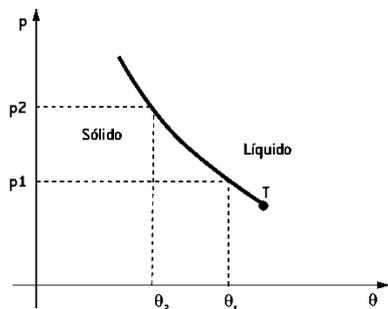
Curva de fusão:

Ao aumentar a pressão sobre uma substância pura, aumenta-se a temperatura de fusão dela.



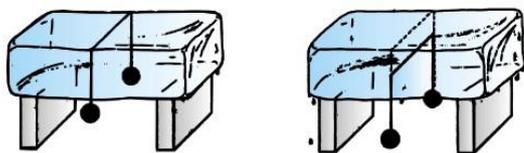
Comportamento anômalo da água na Fusão:

Aumenta a pressão sobre ela, diminui-se sua temperatura de fusão.



ANOMALIA DA ÁGUA:

Temperatura do bloco: -2°C



1) Muitas pessoas, ao cozinhare, preocupam-se com a economia de gás e adotam algumas medidas práticas, como:

I. deixar o fogo baixo do início ao fim, pois assim se obtém cozimento mais rápido.

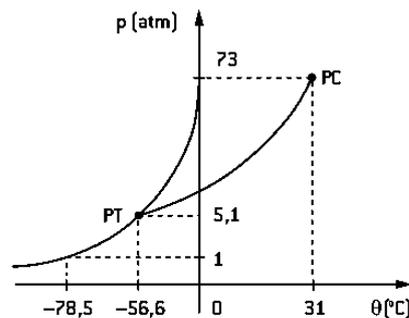
II. baixar o fogo quando a água começa a ferver, pois a temperatura permanece constante durante a ebulição.

III. deixar o fogo alto do início ao fim, obtendo uma constante elevação de temperatura, mesmo após o início da ebulição.

Pela análise das afirmativas, conclui-se que somente:

- A) está correta a I.
- B) está correta a II.
- C) está correta a III.
- D) estão corretas a I e a III.
- E) estão corretas a II e a III.

02) O gráfico representa o diagrama de fases do "gelo-seco". P_T e P_C representam, respectivamente, ponto triplo e ponto crítico da substância. Analise esse diagrama e assinale a alternativa correta.



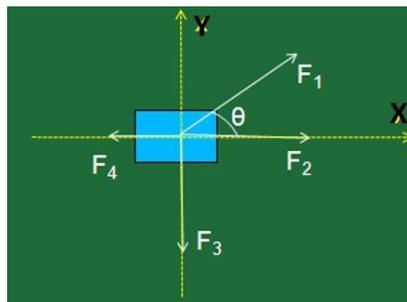
- A) Acima de 31°C , a substância se apresenta no estado de vapor.
- B) É possível liquefazer o gás apenas aumentando a temperatura de $-56,6^{\circ}\text{C}$ para 31°C .
- C) A substância pode se apresentar no estado sólido para os valores de pressão acima de uma atmosfera.
- D) A substância se apresenta sempre no estado líquido para a temperatura de 20°C .
- E) A substância se apresenta em mudança de estado para pressão de $5,1$ atm e temperatura de -10°C .

Leis de Newton - aplicações; massa e peso dos corpos; Lei de Hooke; atrito e aplicações

1ª Lei de Newton: Num referencial inercial, se a Força Resultante que atua em um corpo for nula, o corpo estará em repouso (equilíbrio estático) ou em MRU (equilíbrio dinâmico ou cinético).

$$F_{RX} = 0 \text{ e } F_{RY} = 0$$

$$F_R = 0$$

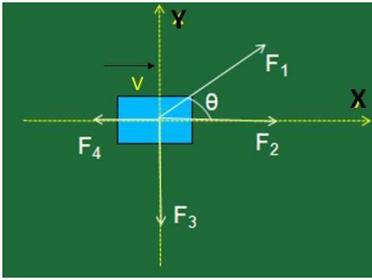


$$F_{RX} = F_{1X} + F_2 - F_4 = 0 \text{ e } F_{RY} = F_{1Y} - F_3 = 0$$

$$F_{1X} = F_1 \cdot \cos(\theta)$$

$$F_{2X} = F_2 \cdot \cos(\theta)$$

2ª Lei de Newton: A soma vetorial de todas as forças que atuam em um corpo será igual ao produto da massa desse corpo pela aceleração vetorial ($F_R = m \cdot a$)

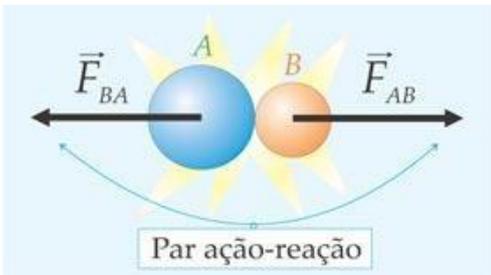


Como resolver questões que envolvam a 2ª Lei de Newton:

- 1º Isole o corpo;
- 2º Identifique as forças que atuam no corpo;
- 3º Coloque um referencial, ou seja, um sistema de eixos (X e Y);
- 4º Projete as forças que estiverem fora dos eixos; e
- 5º Aplique a 2ª Lei de Newton nos eixos X ($F_{RX} = m \cdot a_x$) e Y ($F_{RY} = m \cdot a_y$).

3ª Lei de Newton: Se um corpo A exerce força num corpo B, então B reage e exerce força no corpo A. Essas forças formam o par ação e reação

Essas forças do par ação e reação possuem o mesmo módulo, a mesma direção e sentidos opostos. Além disso, atuam em corpos diferentes.



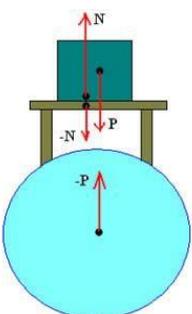
F_{AB} Força que A exerce em B

F_{BA} Força que B exerce em A

Alguns tipos de forças

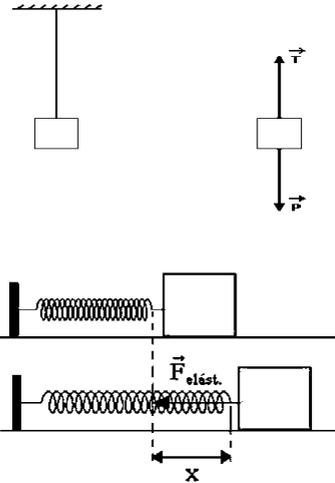
Força Peso (P): É a força (Força gravitacional) com que a Terra atrai os corpos. A reação estará no centro da Terra. $P = m \cdot g$;

Força Normal (F_N): É a força que uma superfície exerce em outra quando estão em contato.



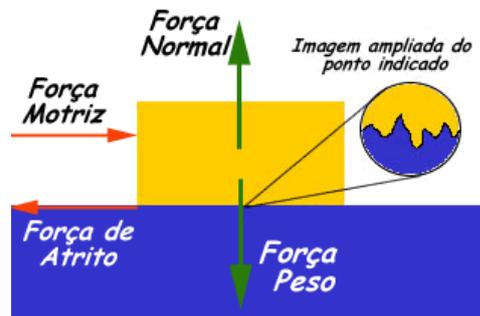
Força de Tração (T): É a força que uma corda, um fio, uma linha, uma corrente exerce num corpo, puxando-o;

Força elástica (F_{elast}): É a força que um elástico, uma mola exerce num corpo, sempre puxando-o para o ponto de equilíbrio da mola. $F_{elast} = k \cdot x$, onde k é a constante elástica da mo e x é a deformação da mola.



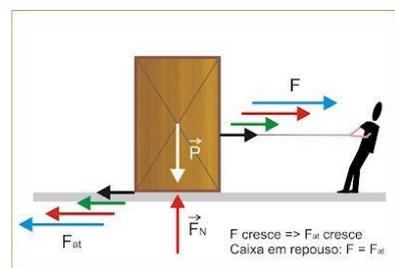
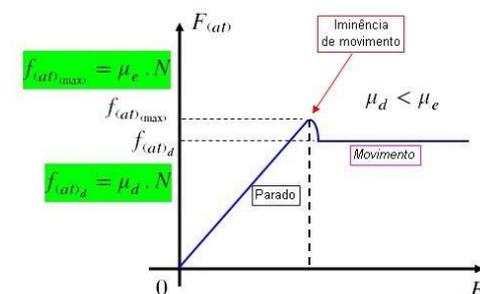
Força de atrito (F_{at}): É a força que surge quando duas superfícies estão em movimento (Força de atrito dinâmica) ou com tendência ao movimento (Força de atrito estática).

Força de atrito dinâmica: A força de atrito é dada por $F_{ATD} = \mu_D \cdot F_N$

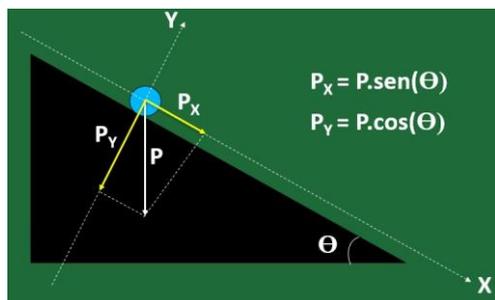


Força de atrito estático: A força de atrito estático não tem fórmula (F_{ate}), já a força de atrito estático máxima é dada por $F_{ATEmax} = \mu_e \cdot F_N$, onde μ_e é o coeficiente de atrito estático e F_N é a força normal.

$$0 \leq F_{ate} \leq F_{ATEmax}$$



PLANO INCLINADO

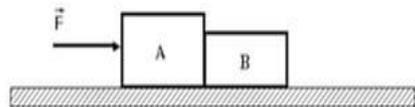


Como resolver questões que envolvam Plano inclinado

- 1º Isole o corpo;
- 2º Identifique as forças que atuam no corpo;
- 3º Coloque um referencial, ou seja, um sistema de eixos (X e Y);
- 4º Projete as forças que estiverem fora dos eixos; e
- 5º Aplique a 2ª Lei de Newton nos eixos X ($F_{RX} = m \cdot a_x$) e Y ($F_{RY} = m \cdot a_y$).

1. (EsPCEX – 2008) Dois blocos A e B, de massas respectivamente iguais a 8 kg e 6 kg, estão apoiados em uma superfície horizontal e perfeitamente lisa. Uma força horizontal, constante e de intensidade $F = 7 \text{ N}$, é aplicada no bloco A, conforme a figura abaixo.

Nessas condições, podemos afirmar que o bloco B adquire uma aceleração de:



- A) $0,50 \text{ m/s}^2$
- B) $0,87 \text{ m/s}^2$
- C) $1,16 \text{ m/s}^2$
- D) $2,00 \text{ m/s}^2$
- E) $3,12 \text{ m/s}^2$

2. (EsPCEX – 2011) Um corpo de massa igual a 4 kg é submetido à ação simultânea e exclusiva de duas forças constantes de intensidades iguais a 4 N e 6 N, respectivamente. O maior valor possível para a aceleração desse corpo é de:

- A) $10,0 \text{ m/s}^2$
- B) $6,5 \text{ m/s}^2$
- C) $4,0 \text{ m/s}^2$
- D) $3,0 \text{ m/s}^2$
- E) $2,5 \text{ m/s}^2$

Calorimetria

CAPACIDADE TÉRMICA: Quantidade de calor necessária para variar em 1°C a temperatura de um corpo.

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

CALOR ESPECÍFICO: É a quantidade de calor necessária para elevar em 1°C a temperatura de 1g de uma substância, sem que haja mudança de estado físico.

$$c = \frac{C}{m}$$

Substância	Calor específico (cal/g.°C)
Água	1,000
Gelo	0,550
mercúrio	0,033
alumínio	0,217
Ferro	0,114
Ar	0,240

CALOR SENSÍVEL: A quantidade de calor que tem como efeito apenas a alteração de temperatura de um corpo.

SINAL DA QUANTIDADE DE CALOR SENSÍVEL:

$\Delta T > 0 \rightarrow Q > 0$ (o corpo ganha calor)

$\Delta T < 0 \rightarrow Q < 0$ (o corpo perde calor)

GRÁFICO:

EXEMPLO: Uma barra de ferro com 500g de massa deve ser aquecida de 20°C até 220°C . Sendo $0,11 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ o calor específico do ferro, calcule:

- A) A quantidade de calor que a barra deve receber.
- B) A sua capacidade térmica.

QUANTIDADE DE CALOR LATENTE: Quantidade de calor necessária para fazer com que uma substância mude totalmente de fase (sem mudança de temperatura).

$$Q = m \cdot L$$

onde,

Q : calor [cal ou J]

L : calor latente [cal/°C ou J/°C]

m : massa da substância [g ou kg]

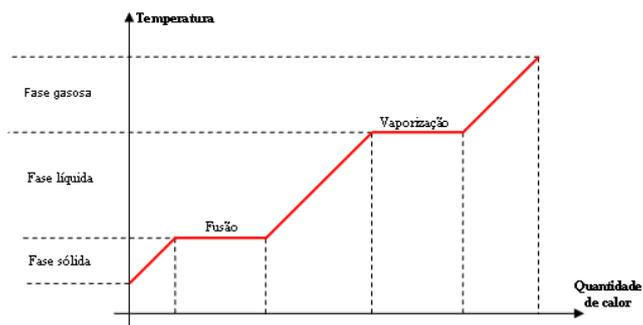
CALOR LATENTE: Quantidade de calor que uma unidade de massa de um material precisa para mudar de estado físico.

L =

substância
água
álcool
alumínio
cloreto de sódio
cobre
chumbo
enxofre
estanho

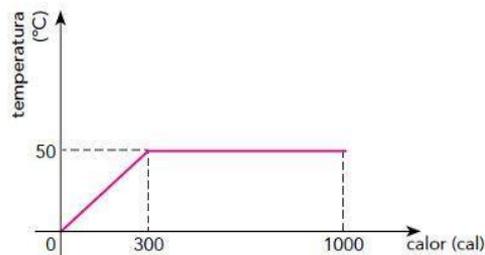
EXEMPLO: Inicialmente em estado líquido, um corpo com massa igual a 40g, é resfriado e alcança devido ao resfriamento o estado de fusão. Sabendo que a quantidade de calor é 1200 cal, determine o calor latente de fusão desse corpo.

CURVA DE AQUECIMENTO:



EXEMPLO - Curva de aquecimento:

(Uerj) O gráfico abaixo indica o comportamento térmico de 10 g de uma substância que, ao receber calor de uma fonte, passa integralmente da fase sólida para a fase líquida. O calor latente de fusão dessa substância, em cal/g, é igual a:



- a) 70.
- b) 80.
- c) 90.
- d) 100.

TROCAS DE CALOR

Calorímetro:

Sem Mudança de Fase:

LEI GERAL DAS TROCAS DE CALOR:

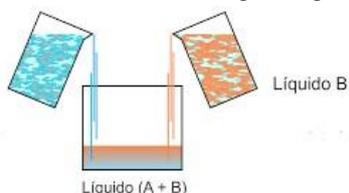
As quantidades de calor recebida e cedida são iguais em módulo, ou o somatório das quantidades de calor trocadas entre os corpos é nula.

$$|Q_{cedido}| = |Q_{recebido}|$$

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$

$$\sum Q = 0$$

Exemplo: Determine a temperatura de equilíbrio térmico de uma mistura de 200g de água, a 80°C, com 800g de água, a 10°C.



Com Mudança de Fase:

EXEMPLO: (FGV-SP) Um suco de laranja foi preparado em uma jarra, adicionando-se a 250 mL de suco de laranja, a 20 °C, 50 g de gelo fundente. Estabelecido o equilíbrio térmico, a temperatura do suco gelado era, em °C, aproximadamente:

Dados: Calor específico da água = 1 cal/(g · °C); calor específico do suco de laranja = 1 cal/(g · °C); densidade do suco de laranja

$$= 1 \cdot 10^3 \text{ g/L; calor latente de fusão do gelo} = 80 \text{ cal/g}$$

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

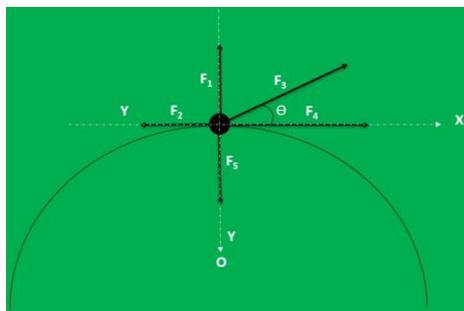
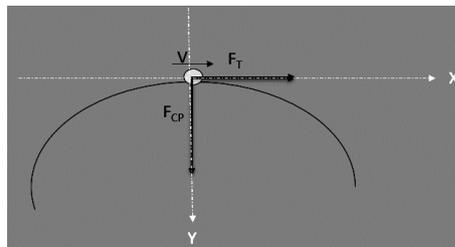
FORÇAS EM TRAJETÓRIAS CURVILÍNEAS

Quando um corpo executa uma curva, a soma vetorial de todas as forças que atuam na direção do raio e no sentido do centro da curva é chamada de FORÇA RESULTANTE CENTRÍPETA, responsável pela variação da DIREÇÃO E SENTIDO da velocidade. Caso a velocidade linear do corpo varie de valor, teremos a FORÇA RESULTANTE TANGENCIAL que é responsável pela variação do módulo da velocidade linear.

$$F_{CP} = m \cdot a_{CP}$$

$$F_{CP} = m \cdot v^2 / R = m \cdot \omega^2 \cdot R$$

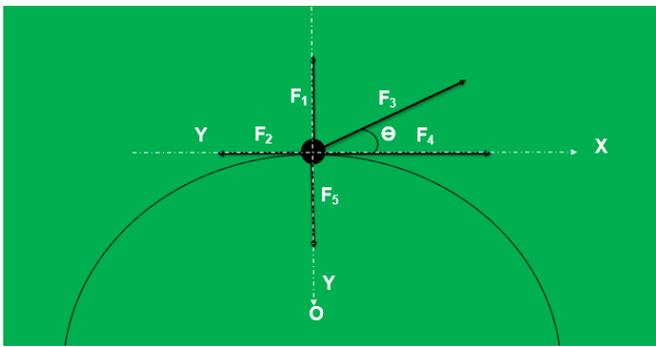
$$F_T = m \cdot a_T$$



$$F_{CP} = F_5 - F_1 - F_3 \cdot \text{sen}(\Theta) \text{ e } F_T = F_4 + F_3 \cdot \text{cos}(\Theta) - F_2$$

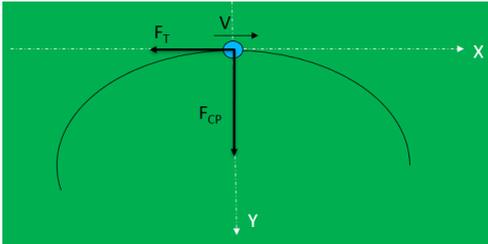
$$F_{CP} = m \cdot a_{CP} \quad F_{CP} = m \cdot \omega^2 R$$

$$F_{CP} = m \cdot a_{CP} \text{ e } F_T = m \cdot a_T$$

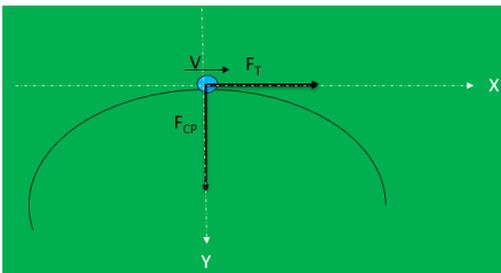


$$F_{CP} = F_5 - F_1 - F_3 \cdot \sin(\theta) \text{ e } F_T = F_4 + F_3 \cdot \cos(\theta) - F_2$$

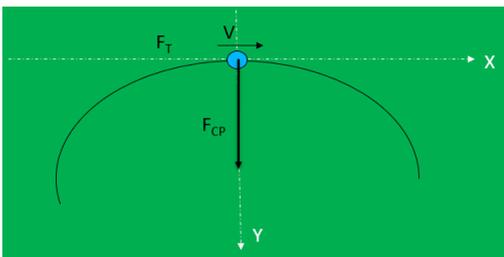
Corpo realizando curva com diminuição do valor da velocidade



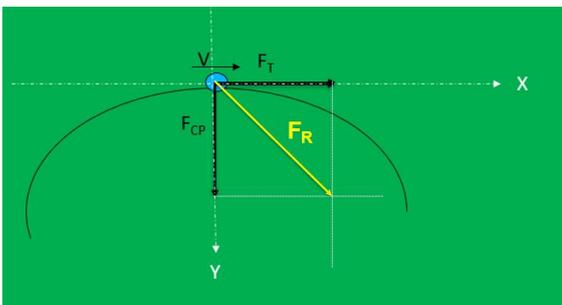
Corpo realizando curva com aumento do valor da velocidade



Corpo realizando curva com MCU

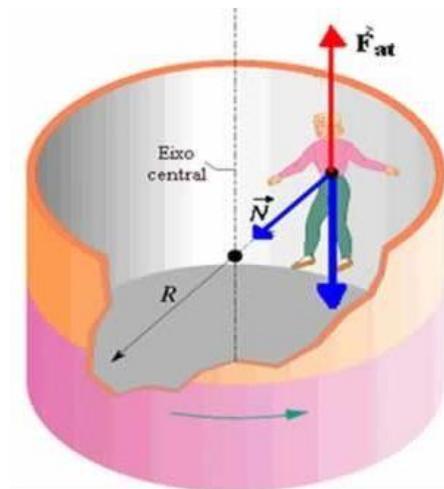
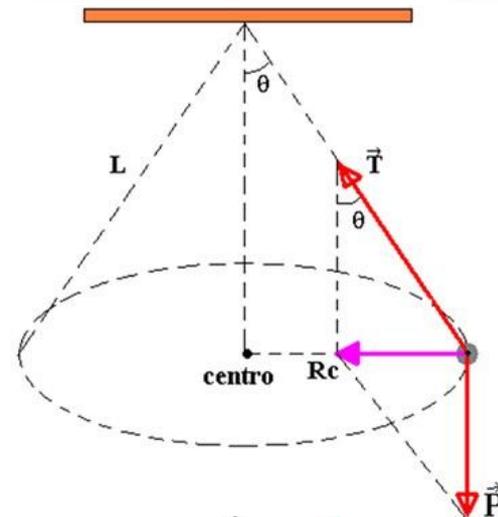
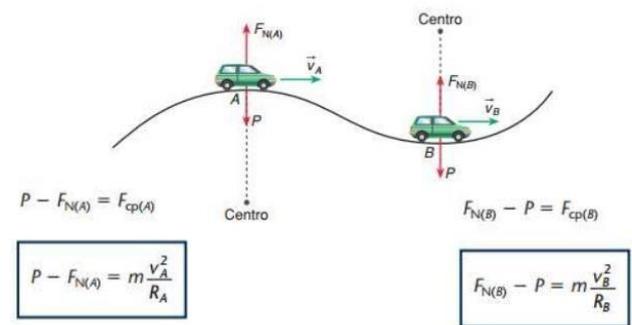
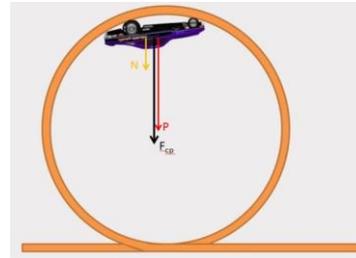
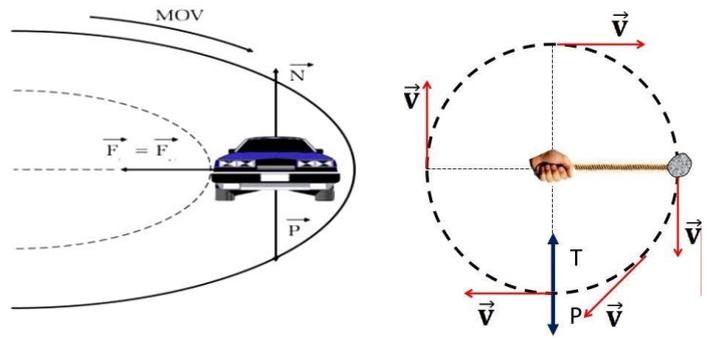


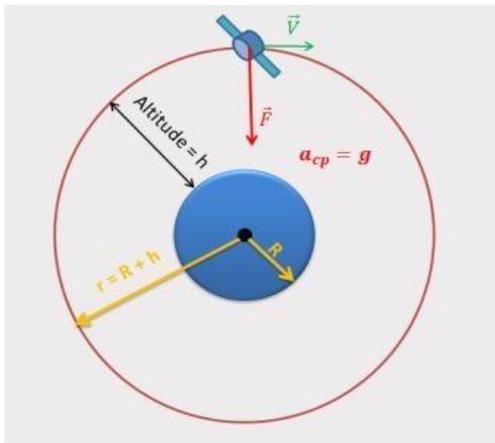
Corpo realizando curva com aumento do valor da velocidade



$$F_R^2 = F_{CP}^2 + F_T^2$$

$$A^2 = a_{CP}^2 + a_T^2$$





1. Um garoto gira sobre a sua cabeça, na horizontal, uma pedra de massa $m=500g$, presa a um fio de $1m$ de comprimento. Desprezando-se a massa do fio, qual é a força que traciona o fio quando a velocidade da pedra é $v = 10m/s$?

- A) $F = 2500 N$
- B) $F = 5000 N$
- C) $F = 25 N$
- D) $F = 50 N$
- E) $F = 100N$

2. Um motoqueiro deseja realizar uma manobra radical num "globo da morte" (gaiola esférica) de $4,9m$ de raio. Para que o motoqueiro efetue um "looping" (uma curva completa no plano vertical) sem cair, o módulo da velocidade mínima no ponto mais alto da curva deve ser de: Dado: Considere $g, 10m/s^2$.

- A) $0,49m/s$
- B) $3,5m/s$
- C) $7m/s$
- D) $49m/s$
- E) $70m/s$

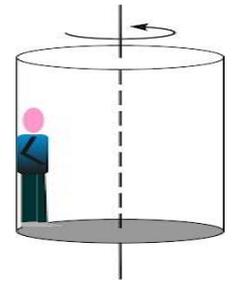
3. Num trecho retilíneo de uma pista de automobilismo há uma lombada cujo raio de curvatura é de $50 m$. Um carro passa pelo ponto mais alto da elevação com velocidade v , de forma que a interação entre o veículo e o solo (peso aparente) é $m.g/5$ neste ponto. Adote $g = 10 m/s^2$. Nestas condições, em m/s , o valor de v é

- A) 10
- B) 20
- C) 0
- D) 40
- E) 50

4. O rotor é um cilindro oco que pode girar em torno de seu eixo. Uma pessoa está encostada na parede interna do cilindro, conforme mostra a figura. O cilindro começa a girar e a pessoa gira junto como se ficasse "grudada" no cilindro. Quando atinge uma velocidade angular mínima ω_{min} o piso é retirado e a pessoa não cai. Seja R o raio do

cilindro, g a aceleração local da gravidade e μ o coeficiente de atrito estático entre a roupa da pessoa e a parede do cilindro. Calcule ω_{min} .

- A) $g/\mu.R$
- B) $(g.R/\mu)^{-1/2}$
- C) $(g/\mu.R)^{1/2}$
- D) $\mu.R/g$



Propagação de Calor

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

Fluxo de Calor: É a quantidade de calor propagada durante um intervalo de tempo.

Unidade no SI: **Watt (W)**, que corresponde a Joule por segundo.

Pode aparecer também em: **caloria/segundo (cal/s)**

Exemplo - Fluxo de Calor:

Condução:

Processo de transmissão de calor em que a energia térmica é transmitida de partícula para partícula mediante as colisões e alterações das agitações térmicas.

- ✓ NÃO HÁ transporte de MATÉRIA
- ✓ HÁ transporte de ENERGIA
- ✓ Acontece principalmente em sólidos

Bom Condutor: Material que possui seus elétrons mais externos "fracamente" ligados, tornando-se livres para transportar energia por meio de colisões.

Mal condutor (isolantes térmicos): Material cujos elétrons mais externos de seus átomos estão firmemente ligados.

Condutibilidade Térmica: Grandeza que determina a facilidade (ou não) que um tem de transportar calor.

Lei de Fourier:

$$\Phi = \frac{K.A.(\theta_2 - \theta_1)}{e}$$

Onde:

A = área da superfície

θ_1 = temperatura inicial

θ_2 = temperatura final

e = espessura da superfície

K = coeficiente de condutibilidade térmica (depende do material)

Convecção:

Processo de transmissão de calor em que a energia térmica é propagada mediante o transporte de matéria, havendo deslocamento de partículas.

✓ Acontece em fluidos

Convecção:

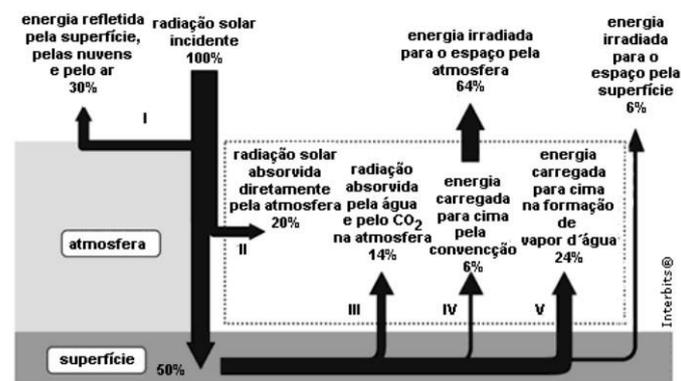
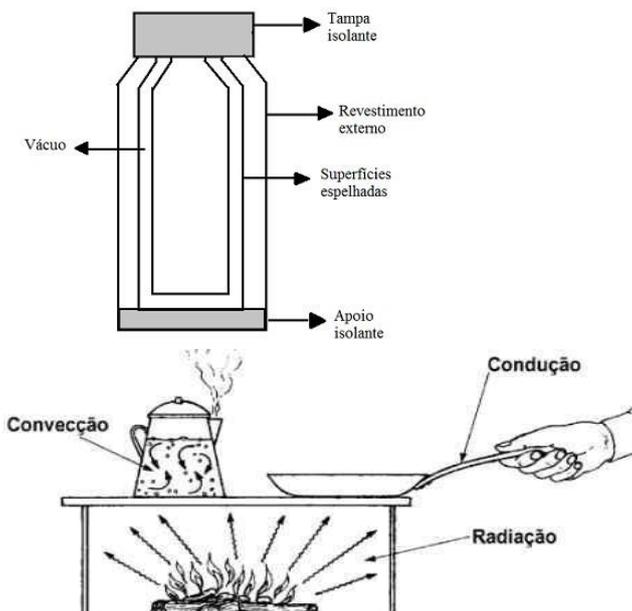
Brisa Marítima:

Irradiação:

Processo de transmissão de calor em que a energia térmica é transmitida por meio ondas eletromagnéticas. Não precisa de um meio.



Garrafa Térmica (Vaso de Dewar)



Raymond A. Serway e John W. Jewett. Princípios de Física, v. 2 fig. 18. 12 (com adaptações)

Exercícios:

01) (ENEM 2008): Com base no diagrama acima, conclui-se que

A) a maior parte da radiação incidente sobre o planeta fica retida na atmosfera.

B) a quantidade de energia refletida pelo ar, pelas nuvens e pelo solo é superior à absorvida pela superfície.

C) a atmosfera absorve 70% da radiação solar incidente sobre a Terra.

D) mais da metade da radiação solar que é absorvida diretamente pelo solo é devolvida para a atmosfera.

E) a quantidade de radiação emitida para o espaço pela

02) (Enem 2012) Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles. A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque

A) possui a propriedade de gerar calor.

B) é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.

C) diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.

D) tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.

E) Está em contato direto com o corpo humano.

3) Um estudante caminha descalço em um dia em que a temperatura ambiente é de 28 °C. Em um certo ponto, o piso de cerâmica muda para um assoalho de madeira, estando ambos em equilíbrio térmico. A criança tem então a sensação de que a cerâmica estava mais fria que a madeira. Refletindo um pouco, ela conclui corretamente que:

B) a sensação de que as temperaturas são diferentes de fato representa a realidade física, uma vez que a cerâmica tem uma capacidade calorífica menor que a madeira.

C) a sensação de que as temperaturas são diferentes não representa a realidade física, uma vez que a cerâmica tem uma capacidade calorífica menor que a madeira.

D) a sensação de que as temperaturas são diferentes de fato representa a realidade física, uma vez que a condutividade térmica da cerâmica é maior que a da madeira.

E) a sensação de que as temperaturas são diferentes não representa a realidade física, uma vez que a condutividade térmica da cerâmica é maior que a da madeira.

CINEMÁTICA VETORIAL E COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTO

GRANDEZAS ESCALARES X GRANDEZAS VETORIAIS

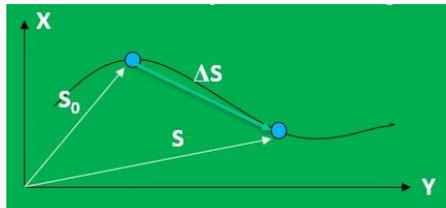
Grandezas Escalares – Ficam perfeitamente definidas por seus valores numéricos acompanhados das respectivas unidades de medida. Exemplos: massa, temperatura, volume, densidade, comprimento, etc.

Grandezas vetoriais – Exigem, além do valor numérico e da unidade de medida, uma direção e um sentido para que fiquem completamente determinadas. Exemplos: deslocamento, velocidade, aceleração, força, etc.

CINEMÁTICA VETORIAL

A cinemática vetorial trata as grandezas físicas vetoriais como vetores, assim como as operações vetoriais, como, por exemplo, velocidade e aceleração.

O deslocamento vetorial é dado pela diferença entre vetor posição final e o vetor posição inicial.



$$\Delta S = S - S_0$$

A velocidade vetorial média é dada pelo deslocamento vetorial dividido pelo tempo.

$$V_m = (S - S_0)/\Delta t \quad |V_m| = (|\Delta S|)/\Delta t$$

Em termos dos vetores unitários

$$S_0 = S_{0x}i + S_{0y}j$$

$$S = S_x i + S_y j$$

$$\Delta S = (S_x - S_{0x})i + (S_y - S_{0y})j$$

$$\Delta S = \Delta S_x i + \Delta S_y j$$

$$|\Delta S| = (\Delta S_x^2 + \Delta S_y^2)^{1/2}$$

A aceleração vetorial média é dada pela razão da velocidade vetorial média pelo intervalo de tempo

$$a_m = (V - V_0)/\Delta t$$

$$|a_m| = (|\Delta V|)/\Delta t$$

No movimento curvilíneo temos a aceleração resultante que é a soma vetorial da aceleração centrípeta com a aceleração tangencial

$$a = a_T + a_{CP}$$

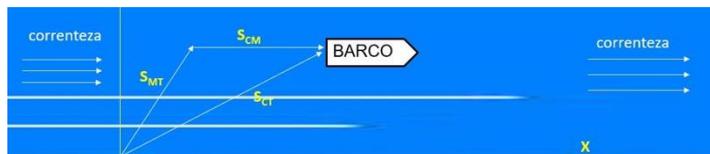
$$|a| = (|a_T|^2 + |a_{CP}|^2)^{1/2}$$

COMPOSIÇÃO DE MOVIMENTO

A composição de movimento relaciona a velocidade de um corpo em relação a Terra com a velocidade do corpo em relação ao meio e também com a velocidade do meio em relação a Terra.

$$V_{CT} = V_{MT} + V_{CM}$$

Veja o exemplo abaixo de um barco navegando num rio com correnteza.



1. Um móvel percorre uma trajetória circular de 1,00 metro de raio. Após percorrer um quarto de circunferência, o deslocamento do móvel é, aproximadamente:

a) 1,00m

b) 1,41m

c) 3,14m

d) 6,28m

2. Um carro move-se em linha reta a uma velocidade de 30 m/s. Ao avistar um obstáculo, o motorista faz uma curva brusca, alterando a direção da velocidade do carro para uma direção perpendicular, passando a se mover a 10 m/s. Admitindo que a curva foi realizada em um intervalo de tempo de 0,5 segundo, o módulo da aceleração vetorial média desse veículo foi de:

A) $3\sqrt{10} \text{ m/s}^2$

B) 30 m/s^2

C) $\sqrt{10} \text{ m/s}^2$

D) 10 m/s^2

E) $20\sqrt{10} \text{ m/s}^2$

3. Num instante t_1 , um carro de Fórmula 1 encontra-se a 600m ao norte em relação ao box de sua equipe e, 20s depois, a 800m a oeste do mesmo referencial. O valor do módulo da velocidade vetorial média é de:

A) 60 m/s

B) 80 m/s

C) 50 m/s

D) 40 m/s

Estudo dos Gases

Gases Ideais

Gás: Fluido que possui as propriedades de compressibilidade e expansibilidade e que tende a ocupar todo o espaço que lhe é oferecido.

Gás ideal:

Partículas puntiformes que se encontram em movimento contínuo e desordenado;

Não ocorrem reações químicas;

As partículas sofrem colisões elásticas.

Variáveis de Estados:

- ✓ Pressão
- ✓ Temperatura
- ✓ Volume

Variáveis de Estado

Pressão:

$$P = \frac{F}{A}$$

Unidades: atm, mmHg, N/m²

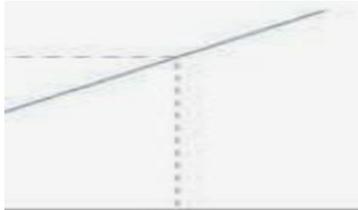
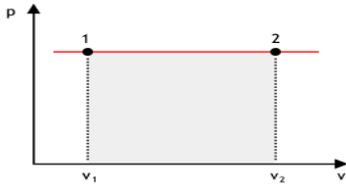
Volume: O gás adquire sempre o volume do recipiente em que é colocado.

Temperatura: Utiliza-se sempre a unidade Kelvin (K).

Transformações Gasosas

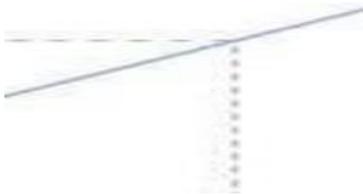
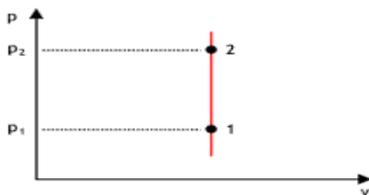
Transformação Isobárica:

Lei de Gay-Lussac: "À pressão constante, o volume ocupado por uma massa fixa de gás é diretamente proporcional à temperatura absoluta."



Transformação Isovolumétrica:

Lei de Charles: "A volume constante, a pressão exercida por uma determinada massa fixa de gás é diretamente proporcional à temperatura absoluta."



Transformação Isotérmica:

Lei de Boyle-Mariotte: "À temperatura constante, uma determinada massa de gás ocupa um volume inversamente proporcional à pressão exercida sobre ele".



Lei Geral dos Gases

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Exemplo

(UCDB-MS) Certa massa de gás estava contida em um recipiente de 20 L, à temperatura de 27°C e pressão de 4 atm. Sabendo que essa massa foi transferida para um reservatório de 60 L, à pressão de 4 atm, podemos afirmar que no novo reservatório:

A) A temperatura absoluta ficou reduzida a 1/3 da inicial.

B) A temperatura absoluta ficou reduzida de 1/3 da inicial.

C) A temperatura em °C triplicou o seu valor inicial.

D) A temperatura em °C ficou reduzida a 1/3 de seu valor inicial.

E) A temperatura absoluta triplicou seu valor inicial.

Equação de Clayperon

$$\frac{P \cdot V}{T} = n \cdot R$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Constante Universal dos Gases:

$$R = 8,315 \text{ J/mol.K}$$

$$R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$$

$$R = 62,3 \text{ mmHg.L/mol.K}$$

Transformações entre unidades de pressão:

$$1 \text{ atm} = 101,3 \text{ kPa}$$

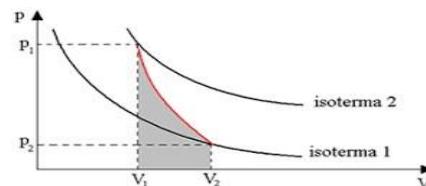
$$1 \text{ mmHg} = 133,3 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

Condições Normais de Temperatura (CNTP):

Transformação Adiabática

Não há troca de calor!!!



CARACTERÍSTICAS

Exercícios

01) (Enem 2015) Uma pessoa abre sua geladeira, verifica o que há dentro e depois fecha a porta dessa geladeira. Em seguida, ela tenta abrir a geladeira novamente, mas só consegue fazer isso depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual. A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o (a)

A) volume de ar dentro da geladeira diminuiu.

B) motor da geladeira está funcionando com potência máxima.

C) força exercida pelo ímã – fixado na porta da geladeira aumenta.

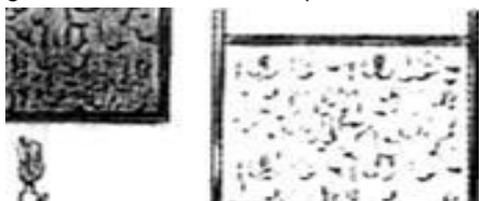
D) pressão no interior da geladeira está abaixo da pressão externa.

E) temperatura no interior da geladeira é inferior ao valor existente antes de ela ser aberta.

Exercícios

A figura I mostra um gás sendo aquecido em um recipiente indilatável a II, um gás sendo comprimido lentamente, de modo a se manter em equilíbrio térmico com o ambiente,

e a III, um gás sendo aquecido em um tubo com embolo móvel. Considerando-se o gás ideal, as transformações gasosas I, II e III são, respectivamente,



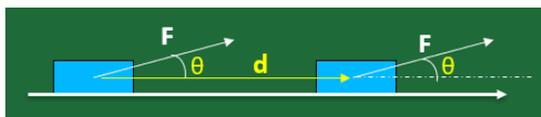
- A) adiabática, isobárica e isotérmica.
 B) isobárica, isocórica e isotérmica.
 C) isobárica, isotérmica e isocórica.
 D) isotérmica, adiabática e isobárica.
 E) isocórica, isotérmica e isobárica

02) (PUC – RJ) Um mol de gás ideal, à pressão de 16,6 atm, ocupa uma caixa cúbica cujo volume é de 0,001 m³. Qual a temperatura do gás e a força que o gás exerce sobre a tampa quadrada da caixa? (Considere 1,0 atm = 1,0x10⁵ Pa, R = 8,3 J/mol K).

- a) 100 K e 8,3x10³N
 b) 100 K e 16,6x10³N
 c) 166 K e 8,3x10³ N
 d) 200 K e 16,6x10³ N
 e) 200 K e 8,3x10³ N

TRABALHO E ENERGIA

Trabalho de uma Força (W_F): está relacionado o quanto de energia cinética a força fornece ou retira do corpo num certo d



$$W_F = F \cdot d \cdot \cos\theta$$

Trabalho de uma Força na mesma direção e sentido do deslocamento:

$$W_F = + F \cdot d$$

Trabalho na mesma direção e sentido contrário ao deslocamento: $W_F = - F \cdot d$

Trabalho de uma Força perpendicular ao deslocamento: $W_F = 0$

Trabalho de uma força formando um ângulo θ com o deslocamento: $W_F = F \cdot d \cdot \cos\theta$

Potência (P)

$$P = W_F / \Delta T$$

$$U_{si}^P = J/s = W \text{ (Watts)}$$

Trabalho da Força Peso: $W_P = \pm P \cdot \Delta h$

Trabalho da Força elástica: $W_{F_{elast}} = \pm k \cdot |\Delta x|^2 / 2$ Trabalho da Força elétrica: $W_{F_{elet}} = \pm q \cdot U$

Os trabalhos das forças Peso, elástica e Elétrica independem do caminho percorrido pelo corpo, logo essas forças são denominadas de FORÇAS CONSERVATIVAS.

$$W_{FR} = \Delta E_C$$

$$W_{FR} = W_{F1} + W_{F2} + \dots + W_{FN}$$

$$\Delta E_C = E_{Cf} - E_{Ci}$$

TEOREMA DO TRABALHO ENERGIA CINÉTICA

$$W_{FR} = E_{Cf} - E_{Ci}$$

ENERGIA MECÂNICA

Energia cinética: é uma energia relacionada ao movimento do corpo ($E_C = m \cdot V^2 / 2$)

Energia potencial: é uma energia relacionada a posição do corpo Energia potencial gravitacional: $E_{PG} = \pm m \cdot g \cdot h$

Energia potencial elástica: $E_{Pelast} = k \cdot X^2 / 2$

Energia potencial elétrica: $E_{Pel} = q \cdot U$

Energia Mecânica (EM): $EM = E_c + E_p$

Lei de conservação da energia mecânica

Na ausência de forças dissipativas, a energia mecânica é conservada, ou seja, é constante.

$$EM_i = EM_f$$

Havendo forças dissipativas, temos:

$$EM_i = EM_f + |W_{Fd}|$$

$$W_{Fd} = EM_f - EM_i$$

Porcentagem de energia perdida E_D(%)

$$E_D(\%) = (|EM_f - EM_i| / EM_i) \times 100\%$$

$$E_D(\%) = (|W_{Fd}| / EM_i) \times 100\%$$

1. (EsPCEX – 2010) Um bloco, puxado por meio de uma corda inextensível e de massa desprezível, desliza sobre uma superfície horizontal com atrito, descrevendo um movimento retilíneo e uniforme. A corda faz um ângulo de 53° com a horizontal e a tração que ela transmite ao bloco é de 80 N. Se o bloco sofrer um deslocamento de 20 m ao longo da superfície, o trabalho realizado pela tração no bloco será de:

(Dados: $\sin 53^\circ = 0,8$ e $\cos 53^\circ = 0,6$)

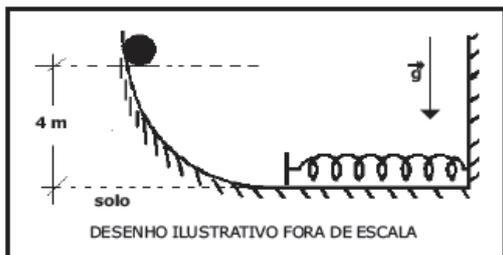
- A) 480 J
 B) 640 J
 C) 960 J
 D) 1280 J
 E) 1600 J

2. (EsPCEX – 2011) Um corpo de massa 4 kg está em queda livre no campo gravitacional da Terra e não há nenhuma força dissipativa atuando. Em determinado ponto, ele possui uma energia potencial, em relação ao solo, de 9 J, e sua energia cinética vale 9 J. A velocidade do corpo, ao atingir o solo, é de:

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

3. (EsPCEEx – 2017) Uma esfera, sólida, homogênea e de massa 0,8 kg é abandonada de um ponto a 4 m de altura do solo em uma rampa curva. Uma mola ideal de constante elástica $k=400$ N/m é colocada no fim dessa rampa, conforme desenho abaixo. A esfera colide com a mola e provoca uma compressão. Desprezando as forças dissipativas, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g = 10$ m/s² e que a esfera apenas desliza e não rola, a máxima deformação sofrida pela mola é de:

- A) 8 cm
- B) 16 cm
- C) 20 cm
- D) 32 cm
- E) 40 cm



Energia Interna e Trabalho de um Gás

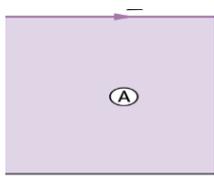
Exercício: (Unesp – SP) A energia interna U de uma certa quantidade de gás, que se comporta como gás ideal, contida num recipiente, é proporcional à temperatura absoluta T , e seu valor pode ser calculado utilizando a expressão $U = 12,5T$. A temperatura deve ser expressa em kelvins e a energia interna, em joules. Se inicialmente o gás está à temperatura $T = 300$ K e, em uma transformação a volume constante, recebe 1.250J de uma fonte de calor, sua temperatura final será:

- a) 200 K
- b) 300 K
- c) 400 K
- d) 600 K
- e) 800 K

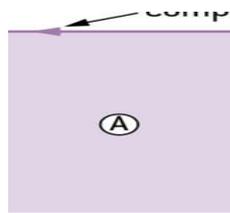
Trabalho de Um Gás

Pressão Constante

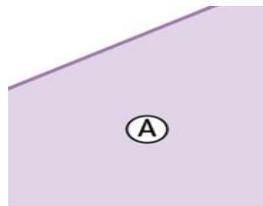
Trabalho em uma EXPANSÃO isobárica:



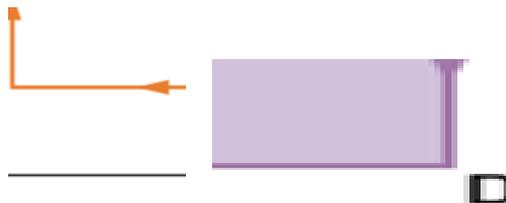
Trabalho em uma COMPRESSÃO isobárica:



Trabalho em uma transformação qualquer:



Trabalho em uma transformação Cíclica:



Trabalho em uma transformação Cíclica:

Realização do Ciclo	Sinal do Trabalho
Sentido horário	$\tau > 0$ (Trabalho motor – o gás realiza trabalho)
Sentido anti-horário	$\tau < 0$ (Trabalho resistente – o gás recebe trabalho)

Exercício: 01) (UPE) Um gás ideal é submetido a um processo termodinâmico ABCD, conforme ilustra a figura a seguir:



Sabendo que o trabalho total associado a esse processo é igual a 1 050 J, qual o trabalho no subprocesso BCD?

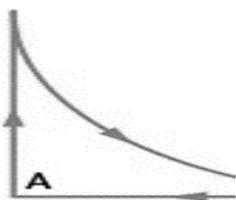
- A) 60 J
- B) 340 J
- C) 650 J
- D) 840 J
- E) 990 J

Qual o trabalho no subprocesso BCD?

- A) 60 J
- B) 340 J
- C) 650 J
- D) 840 J
- E) 990 J

Exercício: 02) A figura a seguir apresenta um diagrama p x V que ilustra um ciclo termodinâmico de um gás ideal. Este ciclo, com a realização de trabalho de 750 J, ocorre em três processos sucessivos. No processo AB, o sistema sofre um aumento de pressão mantendo o volume constante; no processo BC, o sistema se expande mantendo a temperatura constante e diminuindo a pressão; e, finalmente, no processo CA, o sistema retorna ao estado inicial sem variar a pressão.

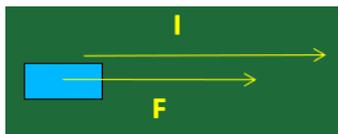
O trabalho realizado no processo BC é:



- A) 1 310 J
- B) 750 J
- C) 560 J
- D) 190 J
- E) 0 J

IMPULSO E QUANTIDADE DE MOVIMENTO

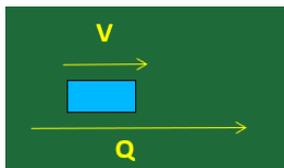
Impulso de uma Força: $I = F \cdot \Delta t$



$$U_{si} = N \cdot s$$

O vetor Impulso e o vetor Força têm sempre a mesma direção e o mesmo sentido

Quantidade de movimento: $Q = m \cdot V$ ou Q



$$s_i = \text{kg} \cdot \text{m/s}$$

O vetor quantidade de movimento e o vetor Velocidade têm sempre a mesma direção e o mesmo sentido.

TEOREMA DO IMPULSO QUANTIDADE DE MOVIMENTO

$$I = Q_f - Q_i$$

Se o corpo que sofreu o Impulso estiver na mesma direção, trate o teorema como escalar

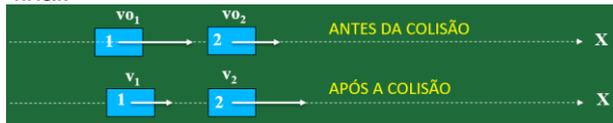
$$F \cdot \Delta t = m \cdot V_f - m \cdot V_i$$

Se o corpo que sofreu o Impulso não estiver na mesma direção, trate o teorema como vetorial

$$I = Q_f - Q_i$$

Colisões e a conservação da quantidade de movimento

Se a Força resultante num sistema for nula, há a conservação da quantidade de movimento, ou seja, o somatório vetorial da quantidade de movimento inicial será igual ao somatório vetorial da quantidade de movimento final.



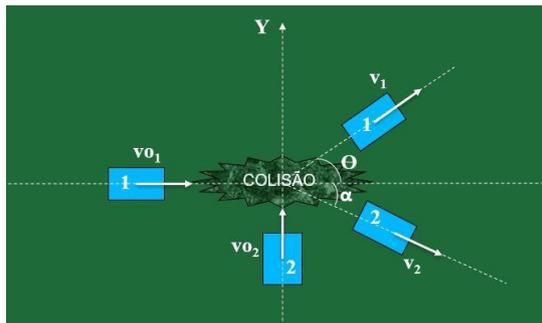
$$\Sigma Q_{ix} = \Sigma Q_{fx} \quad m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

COLISÃO BIDIMENSIONAL

$$\Sigma Q_{ix} = \Sigma Q_{fx}$$

$$\Sigma Q_i = \Sigma Q_f$$

$$\Sigma Q_{iy} = \Sigma Q_{fy}$$



$$\Sigma Q_{ix} = \Sigma Q_{fx}$$

$$m_1 v_{01} = m_1 v_1 \cos \theta + m_2 v_2 \cos \alpha$$

$$\Sigma Q_{iy} = \Sigma Q_{fy}$$

$$m_2 v_{02} = m_1 v_1 \sin \theta - m_2 v_2 \sin \alpha$$

COLISÕES

Colisão perfeitamente elástica

$$\Sigma Q_i = \Sigma Q_{fEMi} = EM_f \quad e = 1$$

Colisão perfeitamente inelástica

$$\Sigma Q_i = \Sigma Q_{fEMi} > EM_f \quad e = 0$$

Colisão parcialmente elástica

$$\Sigma Q_i = \Sigma Q_{fEMi} > EM_f \quad 0 < e < 1$$

Coefficiente de restituição (e)

$$e = V_{Raf} / V_{Rap}$$

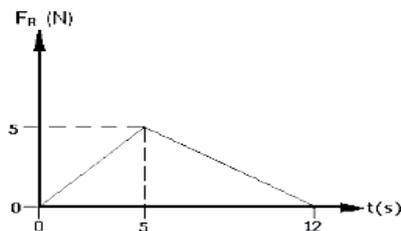
V_{Raf} = velocidade relativa de afastamento após a colisão
 V_{Rap} = velocidade relativa de aproximação antes da colisão

Corpos no mesmo sentido: $V_R = V_1 + V_2$

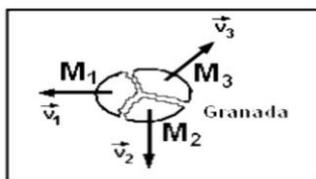
Corpos em sentidos opostos: $V_R = V_1 - V_2$

1. (EsPCEX– 2008) Um móvel movimentar-se sob a ação de uma força resultante de direção e sentido constantes, cuja intensidade (F_R) varia com o tempo (t) de acordo com o gráfico abaixo. O módulo do impulso dessa força resultante, no intervalo de tempo de 0 s a 12 s, é de

- A) 5 N.s
- B) 12 N.s
- C) 25 N.s
- D) 30 N.s
- E) 60 N.s



2. (EsPCEX– 2009) Uma granada de mão, inicialmente em repouso, explodiu sobre uma mesa, de superfície horizontal e sem atrito, e fragmentou-se em três pedaços de massas M_1 , M_2 e M_3 que adquiriram velocidades coplanares e paralelas ao plano da mesa, conforme representadas no desenho abaixo. Imediatamente após a explosão, a massa $M_1=100$ g adquire uma velocidade $v_1=30$ m/s e a massa $M_2=200$ g adquire uma velocidade $v_2=20$ m/s, cuja direção é perpendicular à direção de V_1 . A massa $M_3=125$ g adquire uma velocidade inicial V_3 igual a:



mesa vista de cima
Desenho Ilustrativo

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

3. (EsPCEX– 2011) Um canhão, inicialmente em repouso, de massa 600 kg, dispara um projétil de massa 3 kg com velocidade horizontal de 800 m/s. Desprezando todos os atritos, podemos afirmar que a velocidade de recuo do canhão é de:

- A) 2 m/s
- B) 4 m/s
- C) 6 m/s
- D) 8 m/s
- E) 12 m/s

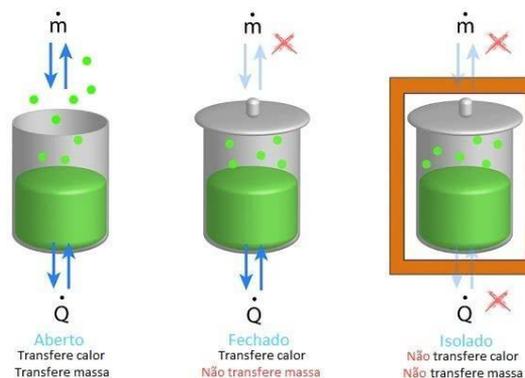
Leis da Termodinâmica

Sistema termodinâmico

O sistema é um espaço ou região definido por meio de limites reais ou imaginários. São usados para delimitar o estudo da energia e suas transformações.

Estado de um sistema

O estado de um sistema é descrito por meio de um conjunto de propriedades desse sistema, como a temperatura, pressão, volume, entre outros. É uma condição momentânea do sistema.



Processos

Trata-se do caminho utilizado pelo sistema para percorrer diversos estados termodinâmicos.

Reversíveis: são aquelas que se realizam em ambos os sentidos, podendo voltar ao estado inicial, passando pelas mesmas situações intermediárias, sem influências do meio externo.

Irreversíveis: o caminho inverso só pode ocorrer com influência do meio externo ou de corpos circundantes, que devem fornecer energia ao corpo para que ele retorne ao estado inicial.

Primeira Lei da Termodinâmica

“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Exemplo - Primeira Lei da Termodinâmica

1. (EsPCEX 2016) Durante um experimento, um gás perfeito é comprimido, adiabaticamente, sendo realizado sobre ele um trabalho de 800 J. Em relação ao gás, ao final do processo, podemos afirmar que:

- A) o volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.
- B) o volume diminuiu, a temperatura diminuiu e a pressão aumentou.
- C) o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.
- D) o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.
- E) o volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.

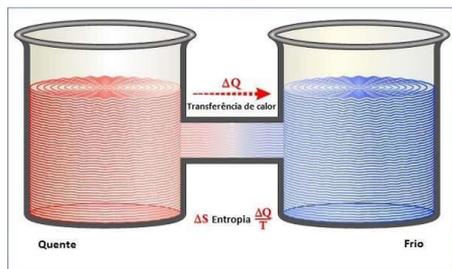
2. Um gás é submetido a um processo sob pressão constante de 400 N/m^2 e sofre uma redução de seu volume em $0,25 \text{ m}^3$. Assinale aquilo que for falso:

- A) a quantidade de trabalho realizada sobre o gás foi de -100 J;
- B) a variação da energia interna é de -150 J;

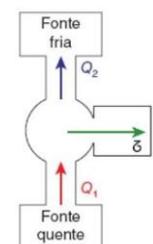
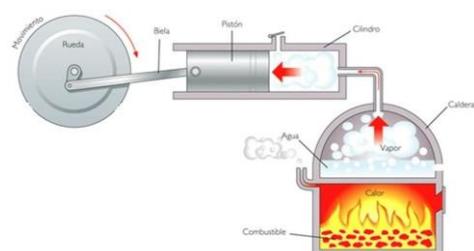
- C) o gás recebe 250 J de calor;
 D) o gás cede 250 J de calor;
 E) a variação de temperatura desse gás é negativa;

Segunda Lei da Termodinâmica

A energia térmica é transferida espontaneamente sempre do corpo de *maior* temperatura para o corpo *menor* temperatura.



Máquinas Térmicas: Dispositivos utilizados para transformar energia térmica em energia mecânica.



$$\eta = \frac{\tau}{Q_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

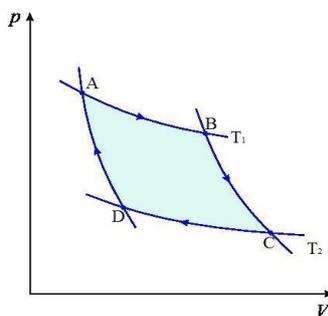
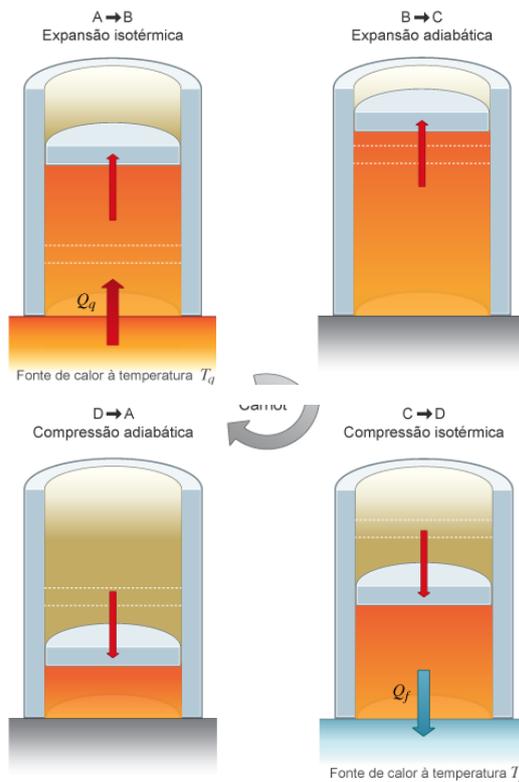
Exemplos - Segunda Lei da Termodinâmica

1) Certa máquina térmica recebe 500 J de calor e realiza um trabalho de 125 cal. Sendo 1 cal = 4 J, marque a alternativa correta.

- A) Essa máquina contraria a primeira lei da Termodinâmica.
 B) A máquina não contraria a segunda lei da Termodinâmica.
 C) O rendimento dessa máquina é de 25%.
 D) A máquina não contraria a primeira lei da Termodinâmica, que trata sobre a conservação da energia.
 E) Como o rendimento da máquina é de 25%, podemos afirmar que ela não contraria a primeira lei da Termodinâmica.

Ciclo de Carnot

Qualquer máquina térmica que opere entre duas fontes com temperaturas absolutas, atingirá seu rendimento máximo se seu funcionamento ocorrer a partir de **processos reversíveis (após terem ocorrido em um sentido, também podem ocorrer em sentido oposto e voltar ao estado inicial)**.

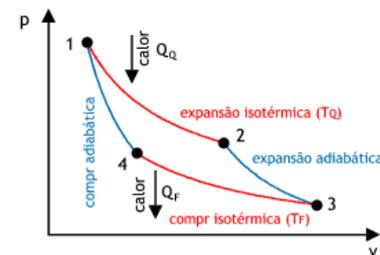


Expansão isotérmica de A até B, que ocorre quando o gás retira calor da fonte quente;

Expansão adiabática de B até C, sendo que o gás não troca calor;

Compressão isotérmica de C até D, pois o gás rejeita calor para a fonte fria;

Compressão adiabática de D para A, pois não ocorre troca de calor.



$$\frac{Q_F}{Q_Q} = \frac{T_F}{T_Q}$$

$$\eta = 1 - \frac{T_F}{T_Q}$$

$$\eta = \frac{T_Q - T_F}{T_Q}$$

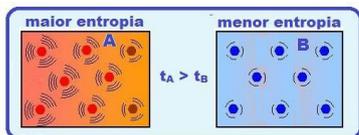
Exemplos - Ciclo de Carnot

Uma máquina térmica opera segundo o ciclo de Carnot entre as temperaturas de 500K e 300K, recebendo 2 000J de calor da fonte quente. O calor rejeitado para a fonte fria e o trabalho realizado pela máquina, em joules, são, respectivamente:

- a) 500 e 1 500
- b) 700 e 1 300
- c) 1 000 e 1 000
- d) 1 200 e 800
- e) 1 400 e 600

Entropia

É a medida de desordem das partículas em um sistema físico.



2ª Lei da Termodinâmica - Entropia

“A entropia de um sistema isolado sempre aumenta”.

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

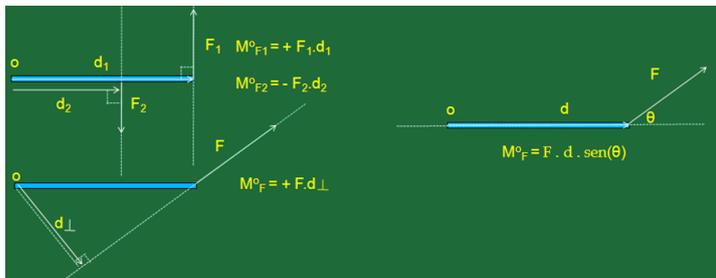
EQUILÍBRIO DOS CORPOS ESTÁTICA

Equilíbrio de um **ponto material**: $F_R = 0$

$FR_x = 0$ e $FR_y = 0$

Equilíbrio de um **corpo extenso**: $F_R = 0$ e $\Sigma M^o = 0$

$M^o_F = \pm F \cdot d$



Equilíbrio de um **ponto material**:

$F_R = 0$. Neste caso, ou o corpo está parado ou está em **MRU**

Equilíbrio de um **corpo extenso**:

$F_R = 0$ e $\Sigma M^o = 0$. Aqui, ou o corpo está parado ou está em **MCU**

Estável: o corpo, ao ser deslocado ligeiramente desta posição, tende a retornar a esta mesma posição

Formas de equilíbrio:

Instável: o corpo, ao ser deslocado ligeiramente desta posição, tende a se afastar desta posição

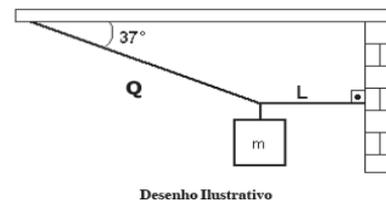
Indiferente: o corpo, ao ser deslocado ligeiramente desta posição, não tende a retornar, nem se afastar, ou seja, é indiferente.

1. (EsPCEEx – 2010) Um bloco de massa $m = 24\text{kg}$ é mantido suspenso em equilíbrio pelas cordas L e Q, inextensíveis e de massas desprezíveis, conforme a figura abaixo. A corda L forma um ângulo de 90° com a parede e a corda Q formam um ângulo de 37° com o teto.

Considerando a aceleração da gravidade igual a 10m/s^2 , o valor da força de tração que a corda L exerce na parede é de:

(Dados: $\cos 37^\circ = 0,8$ e $\sin 37^\circ = 0,6$)

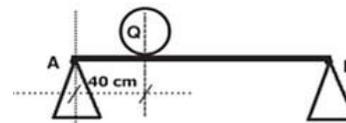
- A) 144 N
- B) 180 N
- C) 192 N
- D) 240 N
- E) 320 N



2. (EsPCEEx – 2012) Uma barra homogênea de peso igual a 50 N está em repouso na horizontal. Ela está apoiada em seus extremos nos pontos A e B, que estão distanciados de 2 m . Uma esfera Q de peso 80 N é colocada sobre a barra, a uma distância de 40 cm do ponto A, conforme representado no desenho abaixo:

A intensidade da força de reação do apoio sobre a barra no ponto B é de

- A) 32 N
- B) 41 N
- C) 75 N
- D) 82 N
- E) 130 N

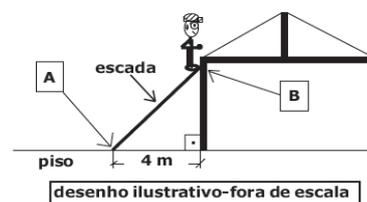


3. (EsPCEEx – 2014) Um trabalhador da construção civil de massa 70 kg sobe uma escada de material homogêneo de 5 m de comprimento e massa de 10 kg , para consertar o telhado de uma residência. Uma das extremidades da escada está apoiada na parede vertical sem atrito no ponto B, e a outra extremidade está apoiada sobre um piso horizontal no ponto A, que dista 4 m da parede, conforme desenho abaixo.

Para que o trabalhador fique parado na extremidade da escada que está apoiada no ponto B da parede, de modo que a escada não deslize e permaneça em equilíbrio estático na iminência do movimento, o coeficiente de atrito estático entre o piso e a escada deverá ser de:

(Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g=10\text{ m/s}^2$)

- A) 0,30
- B) 0,60
- C) 0,80
- D) 1,00
- E) 1,25



Introdução à Óptica Geométrica

Óptica

A óptica é o ramo da física que estuda a luz e os fenômenos luminosos. Pode ser dividida em:

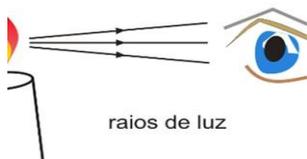
Óptica Geométrica: Estuda os fenômenos ópticos voltando-se para a trajetória da propagação da luz.

Óptica Física: Trata da natureza da luz.

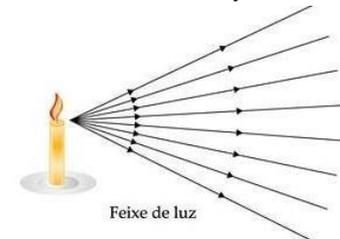
Luz: É uma forma de energia radiante que se propaga por meio de ondas eletromagnéticas.

Conceitos básicos

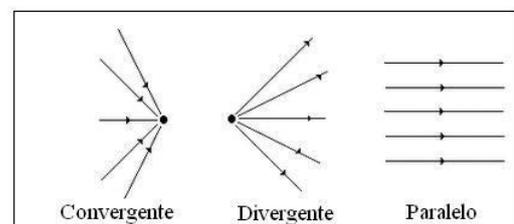
Raio de Luz: É a representação geométrica da luz e indica a direção e o sentido de sua propagação.



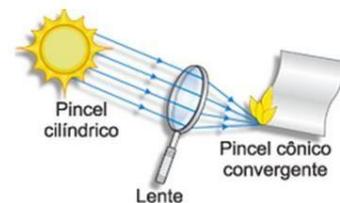
Feixe de Luz: Conjunto de infinitos raios de luz.



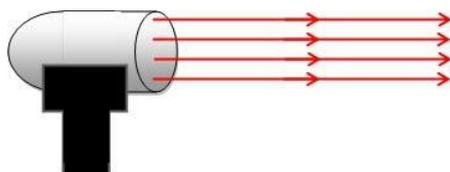
Pode ser:



Cônico Convergente:



Cilíndrico Paralelo:



Fonte Primária (Corpo Luminoso): Todo corpo de que possui luz própria. Ex.: Sol, lâmpada acesa e vela acesa. Pode ser:

Incandescente: Emite luz sob elevada temperatura.

Luminescente: É a geração de luz, sem calor. Emite luz sob temperatura relativamente baixa.

Fluorescente: Emite luz enquanto houver a atuação de um agente excitador.

Fosforescente: Emite luz durante certo tempo mesmo após ter cessado a ação do agente excitador.

Fonte Secundária (Corpo Iluminado): Todo corpo que não possui luz própria. Ex.: Luz, lâmpada apagada, vela apagada, livro, caneta.

Quanto à sua dimensão, pode ser:

Pontual (Puntiforme): Quando o tamanho da fonte é desprezível em relação ao ambiente considerado. Os raios são considerados como saindo de um único ponto. Ex.: Uma lâmpada pequena em um grande salão.

Extensa: Constituída de infinitos pontos, como, por exemplo, uma lâmpada iluminando objetos próximos a ela.

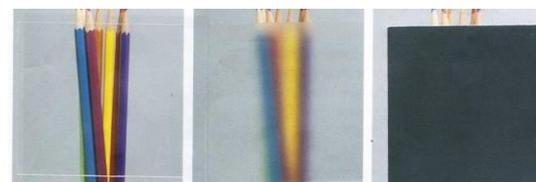
Meios de Propagação da Luz:

Meio transparente: permite a propagação regular da luz, ou seja, o observador vê o objeto com nitidez através do meio. Ex.: Ar, vidro comum.

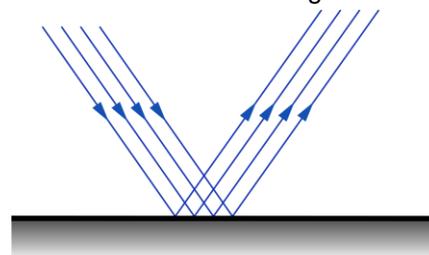
Meio translúcido: permite a propagação irregular da luz, ou seja, o observador não vê o objeto com nitidez através do meio. Ex.: vidro fosco, tecido fino.

Meio opaco: não permite a propagação da luz, ou seja, o observador não vê o objeto através do meio. Ex.: madeira, tijolo.

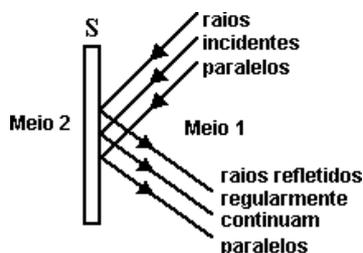
Exemplo de corpos transparentes, translúcidos e opacos, respectivamente:



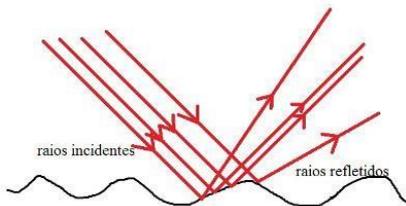
Reflexão: A luz não atravessa a superfície onde é incidida, mas retorna ao meio de origem.



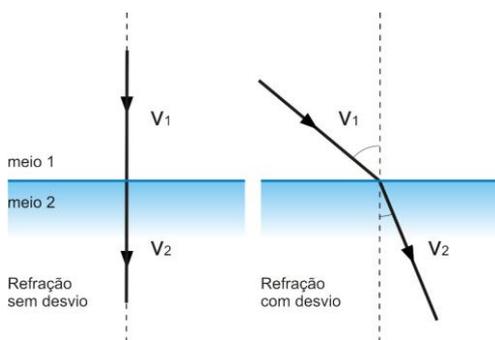
Reflexão regular: Quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao mesmo meio.



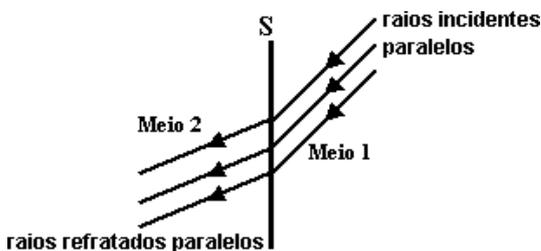
Reflexão difusa: Quando uma luz incide sobre uma superfície e retorna ao mesmo meio, porém, de forma irregular.



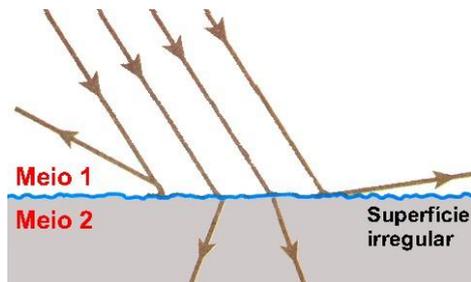
Refração: A luz passa de um meio 1 para um meio 2, atravessando a superfície onde foi incidida.



Refração regular: Quando uma luz passa de um meio 1 para um meio 2 que é transparente. Os raios refratados são paralelos.

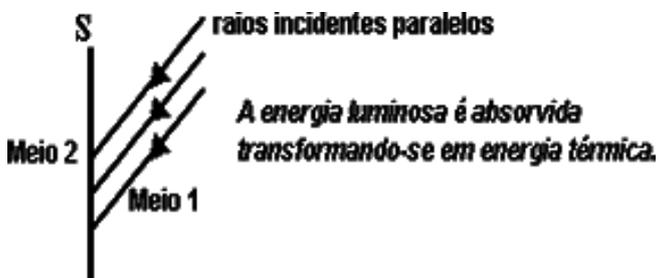


Refração difusa: Quando uma luz passa de um meio 1 para um meio 2 de forma que os raios refratados não são paralelos. Por exemplo, quando o meio de refração é translúcido.



Absorção: A luz é absorvida pela superfície.

A luz incide em uma superfície e não sofre nem reflexão nem refração. A energia absorvida da luz é transformada em energia térmica para a superfície.



Exercício: (UFV-MG) Em uma situação, ilustrada na figura 1, uma lâmpada e um observador têm, entre si, uma lâmina de vidro colorida. Em outra situação, ilustrada na figura 2, ambos, a lâmpada e o observador, encontram-se à frente de uma lâmina de plástico colorida, lisa e opaca. Mesmo sendo a lâmpada emissora de luz branca, em ambas as situações o observador enxerga as lâminas como sendo de cor verde. Pode-se, então, afirmar que, predominantemente:



Figura 1

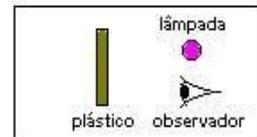


Figura 2

A) o vidro reflete a luz de cor verde, absorvendo as outras cores, e o plástico transmite a luz de cor verde, absorvendo as outras cores.

B) o vidro absorve a luz de cor verde, transmitindo as outras cores, e o plástico absorve a luz de cor verde, refletindo as outras cores.

C) o vidro transmite a luz de cor verde, absorvendo as outras cores, e o plástico absorve a luz de cor verde, refletindo as outras cores.

D) o vidro transmite a luz de cor verde, absorvendo as outras cores, e o plástico reflete a luz de cor verde, absorvendo as outras cores.

E) o vidro absorve a luz de cor verde, transmitindo as outras cores, e o plástico reflete a luz de cor verde, absorvendo as outras cores.

HIDROSTÁTICA

Pressão: $P = F/A$, onde F é a força perpendicular à área A

$$U_{SI}^P: \text{N/m}^2$$

Pa

Massa específica ou densidade absoluta: $\mu = m/V$, onde m é a massa do fluido e V é o volume

$$U_{SI}^{\mu} = \text{kg/m}^3$$

$$1 \text{g/cm}^3 = 10^3 \text{kg/m}^3$$

$$\text{g/cm}^3 \xrightarrow{\times 10^3} \text{kg/m}^3$$

$$\text{kg/m}^3 \xrightarrow{\times 10^{-3}} \text{g/cm}^3$$

Pressão hidrostática: $P_H = \mu \cdot g \cdot h$, é a pressão exercida exclusivamente por um fluido.

Experiência de Torricelli: calculou a pressão atmosférica ao nível do mar.

$$p_0 = 1.10^5 \text{N/m}^2$$

$$p_0 = 1 \text{ atm}$$

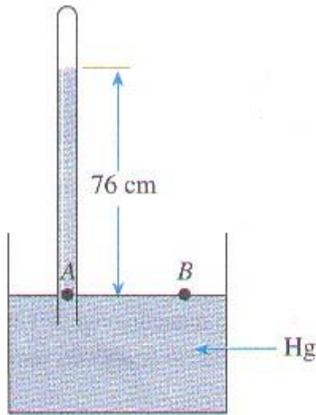
$$p_0 = 76 \text{ cmHg}$$

$$p_0 = 76 \text{ cmHg}$$

Ele usou um tubo de aproximadamente 1,0 m de comprimento, cheio de mercúrio (Hg) e com a extremidade tampada. Depois, colocou o tubo em pé e com a boca

tampada para baixo, dentro de um recipiente que também continha mercúrio. Torricelli observou que, após destampar o tubo, o nível do mercúrio desceu e estabilizou-se na posição correspondente a 76 cm, restando o vácuo na parte vazia do tubo.

Na figura, as pressões nos pontos A e B são iguais (pontos na mesma horizontal e no mesmo líquido). A pressão no ponto A corresponde à pressão da coluna de mercúrio dentro do tubo (PRESSÃO HIDROSTÁTICA), e a pressão no ponto B corresponde à pressão atmosférica ao nível do mar.

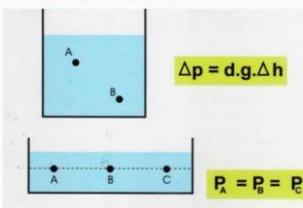


Princípio (Teorema) de STEVIN

a pressão aumenta com a profundidade.

$P = P_o + \mu \cdot g \cdot h$ onde h é a profundidade em relação à superfície

Teorema de Stevin



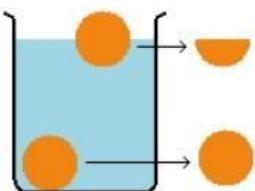
$$p_A = p_o + \mu \cdot g \cdot h_A$$

$$p_B = p_o + \mu \cdot g \cdot h_B$$

A diferença de pressão entre dois pontos A e B de um mesmo fluido é dada por $\Delta p = \mu \cdot g \cdot \Delta h$

Numa mesma profundidade, a variação de pressão é nula: $\Delta p = 0$

Princípio de Arquimedes: todo corpo imerso total ou parcialmente em um fluido sente uma força de direção vertical, sentido para cima denominada FORÇA DE EMPUXO. Esta força tem o mesmo valor do fluido que foi deslocado pelo corpo.

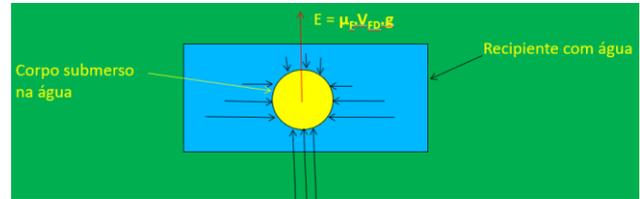


O volume de fluido deslocado V_{FD} é exatamente igual ao volume do corpo que está submerso.

$$E = P_{FD}$$

$$E = \mu_F \cdot V_{FD} \cdot g$$

A força de empuxo aparece devido à diferença de pressão entre os diferentes pontos do fluido e é a força resultante que o fluido exerce no corpo.



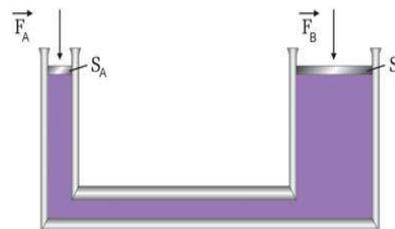
PRINCÍPIO DE PASCAL

“Uma variação de pressão provocada em um ponto de um líquido em equilíbrio hidrostático se transmite integralmente para todos os pontos do líquido.”

As forças aplicadas sobre os êmbolos provocam aumentos de pressão nos pontos imediatamente abaixo deles e, conseqüentemente, para todo o líquido. (Pascal)

$$Dp_B = Dp_A \text{ @ } F_B/S_B = F_A/S_A$$

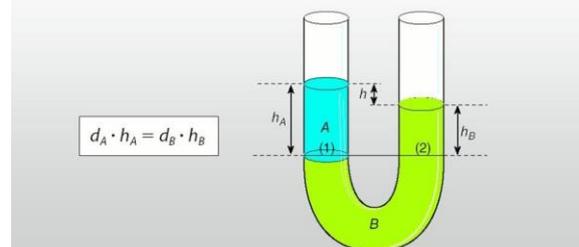
PRENSA HIDRÁULICA



Vasos comunicantes

Princípio de Stevin e vasos comunicantes

Aplicação desse princípio com dois ou mais líquidos imiscíveis:



$$p_1 = p_o + \mu_A \cdot g \cdot h_A$$

$$p_2 = p_o + \mu_B \cdot g \cdot h_B \quad p_1 = p_2$$

$$p_o + \mu_A \cdot g \cdot h_A = p_o + \mu_B \cdot g \cdot h_B$$

$$\mu_A \cdot h_A = \mu_B \cdot h_B$$

1. (EsPCEx– 2009) Os astronautas precisam usar roupas apropriadas que exercem pressão sobre o seu corpo, pois no espaço há vácuo e, sem elas, não sobreviveriam. Para que a roupa exerça a pressão de uma atmosfera, ou seja, a pressão de 10 Pa sobre o corpo do astronauta, a intensidade da força aplicada por ela em cada 1 cm² da pele do astronauta, é de:

A) 10⁵ N

B) 10⁴ N

C) 10^{-2} N

D) 10^{-3} N

E) 10^{-5} N

2. (EsPCEEx– 2011) A pressão (P) no interior de um líquido homogêneo, incompressível e em equilíbrio, varia com a profundidade (X) de acordo com o gráfico abaixo.



Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , podemos afirmar que a densidade do líquido é de:

A) $1,1 \cdot 10^5 \text{ kg/m}^3$

B) $6,0 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$

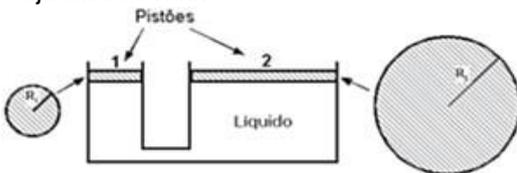
C) $3,0 \cdot 10^4 \text{ kg/m}^3$

D) $4,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

E) $2,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

3. (EsPCEEx - 2008) A figura abaixo representa um elevador hidráulico. Esse elevador possui dois pistões circulares 1 e 2, de massas desprezíveis, sendo o menor com raio R_1 e o maior com raio $R_2 = 5R_1$. O líquido que movimenta os pistões é homogêneo e incompressível.

Colocamos um corpo de massa M sobre o pistão maior e, para que o conjunto fique em equilíbrio estático, será necessário colocar sobre o pistão menor um outro corpo cuja massa vale:



A) $M/5$

B) $M/25$

C) M

D) $5M$

E) $25M$

4. (EsPCEEx – 2010) Um bloco maciço flutua, em equilíbrio, dentro de um recipiente com água. Observa-se que $2/5$ do volume total do bloco estão dentro do líquido. Desprezando a pressão atmosférica e considerando a densidade da água igual a $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, pode-se afirmar que a densidade do bloco vale:

A) $1,2 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$

B) $1,6 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$

C) $2,4 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$

D) $3,0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$

E) $4,0 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$

Princípios da Óptica Geométrica

1) Princípio da propagação retilínea dos raios luminosos:

“Nos meios homogêneos e transparentes, um raio de luz se propaga em uma trajetória retilínea”.

2) Princípio da independência dos raios de luz:

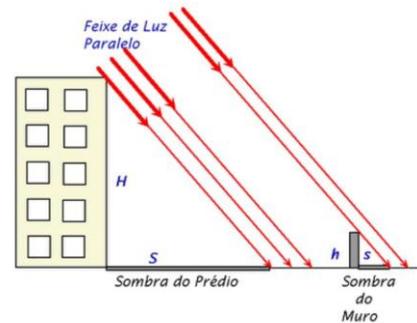
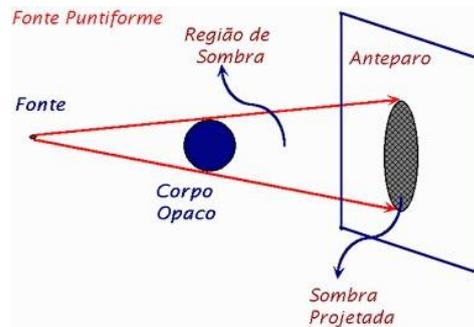
“Se um raio luminoso atravessar o caminho de outro raio luminoso, ambos seguem seus caminhos como se nada tivesse acontecido”.

3) Princípio da reversibilidade dos raios luminosos:

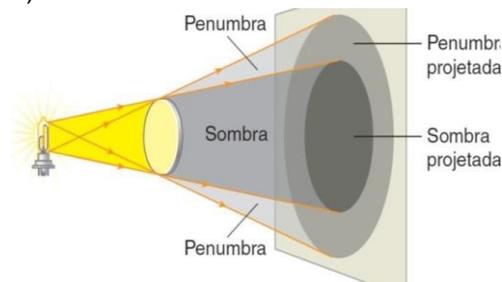
“A trajetória seguida por um raio de luz não se altera quando se inverte o sentido do seu percurso”

Consequências da Propagação Retilínea

1) Sombra:



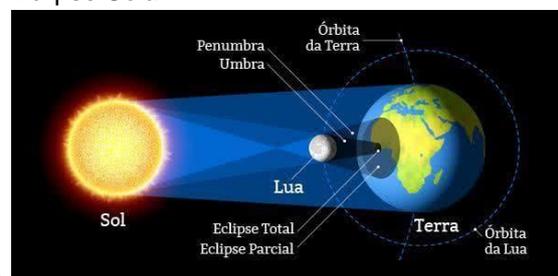
2) Penumbra:



3) Eclipse:

O **eclipse** ocorre quando um astro (sol, lua ou estrela) deixa de ser visível durante um período de tempo por causa da posição de outro corpo celeste.

Eclipse Solar:



Parcial



Total



Anular/Anelar



Cor e Velocidade da Luz

A luz branca (luz proveniente do sol ou de uma lâmpada, por exemplo) é composta por outros raios luminosos de cores diferentes. Essas cores são, sempre na mesma ordem: Vermelho, Alaranjado, Amarelo, Verde, Azul, Anil e Violeta. - VAAVAAV

A luz visível faz parte do espectro eletromagnético:



A luz pode se propagar em diferentes meios e sua velocidade depende desse meio. No vácuo, a velocidade da luz é representada por **c** e vale, sempre, $3 \cdot 10^8$ m/s.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} = 3 \cdot 10^5 \text{ km/s}$$

Ano-luz: É distância que a luz percorre, no vácuo, durante um ano.

$$1 \text{ ano-luz} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

A luz pode ser:

Monocromática: luz simples, constituída de uma única cor.

Policromática: composta de várias cores, como a luz branca do Sol.

Cor de um corpo

A cor de um corpo é resultado de dois fenômenos óticos: **absorção e reflexão difusa.**

Quando vemos um corpo branco é porque ele refletiu toda a luz branca incidida nele.

Quando vemos um corpo azul, por exemplo, esse corpo absorveu todas as cores da luz branca incidida, exceto o azul, que foi refletido.

Quando vemos um corpo na cor preta, esse corpo absorveu todas as cores da luz branca, não refletindo nenhuma cor.

Quando vemos um corpo branco é porque ele refletiu toda a luz branca incidida nele.

Quando vemos um corpo azul, por exemplo, esse corpo absorveu todas as cores da luz branca incidida, exceto o azul, que foi refletido.

Quando vemos um corpo na cor preta, esse corpo absorveu todas as cores da luz branca, não refletindo nenhuma cor.

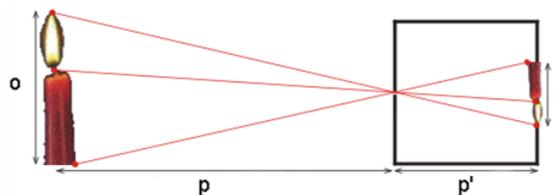
Filtro de luz

É um dispositivo feito de material transparente que deixa passar luz apenas de uma determinada cor.

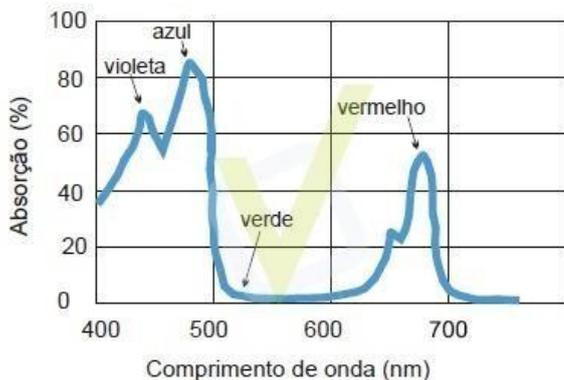
Exercício:

1) A coloração das folhas das plantas é determinada, principalmente, pelas clorofilas a e b – nelas presentes –, que são dois dos principais pigmentos responsáveis pela

4) Câmara Escura:



absorção da luz necessária para a realização da fotossíntese. O gráfico abaixo mostra o espectro conjunto de absorção das clorofilas a e b em função do comprimento de onda da radiação solar visível.



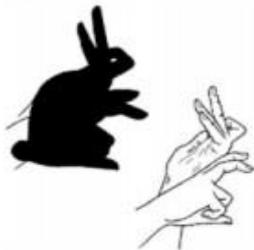
Com base nessas informações, é correto afirmar que, para realizar a fotossíntese, as clorofilas absorvem, predominantemente,

- A) o violeta, o azul e o vermelho, e refletem o verde.
- B) o verde, e refletem o violeta, o azul e o vermelho.
- C) o azul, o verde e o vermelho, e refletem o violeta.
- D) o violeta, e refletem o verde, o vermelho e o azul.

2) Antes do jogo da final de um importante campeonato de futebol, houve uma apresentação artística com dança. No centro do campo estava uma grande bandeira nas cores branca, vermelha e amarela. Sabendo que o jogo aconteceu à noite, qual seria a cor da bandeira vista por um observador na arquibancada caso todo o estádio fosse iluminado com uma luz monocromática vermelha?

- A) Preta, vermelha e amarela.
- B) Vermelha e amarela.
- C) Totalmente preta.
- D) Totalmente branca.
- E) Vermelha e preta.

3) A projeção de sombras numa parede branca é uma divertida brincadeira baseada em alguns princípios físicos. A figura mostra uma sombra com o formato de um coelho, obtida com as mãos funcionando como obstáculos, posicionadas entre uma fonte de luz e a parede. A projeção apenas de sombras na situação mostrada, sem a presença de penumbras, só é possível



- A) porque a luz pode propagar-se em trajetória curva, contornando as mãos.
- B) se as mãos forem bem pequenas, como as de uma criança.

C) se as dimensões do ambiente onde a projeção é feita forem bem maiores do que as das mãos.

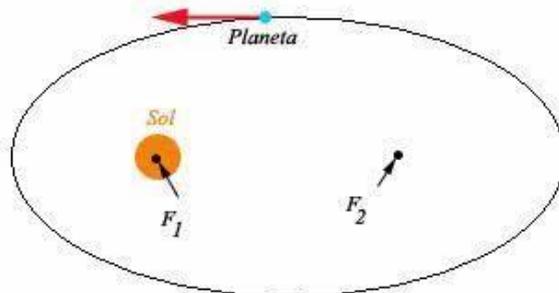
D) se as mãos estiverem bem distantes da parede.

E) se a fonte de luz tiver tamanho desprezível em relação às dimensões das mãos.

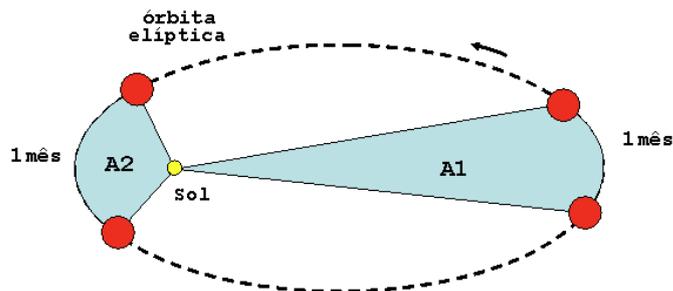
GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

LEIS DE KEPLER

1ª Lei de Kepler ou Lei das órbitas: os planetas orbitam a SOL numa trajetória ELÍPTICA, onde o Sol ocupa um dos focos desta elipse

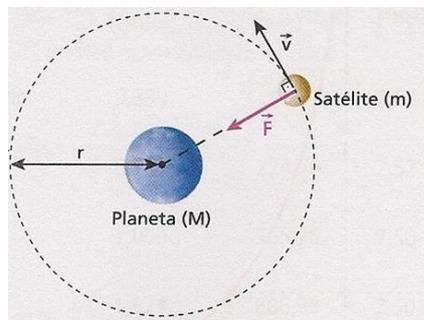


2ª Lei de Kepler ou Lei das Áreas: o raio vetor que liga o Sol ao planeta varre áreas iguais em tempos iguais. A velocidade areolar é constante



3ª Lei de Kepler ou Lei dos Períodos: o período ao quadrado de revolução dos planetas em torno do Sol é diretamente proporcional ao raio médio ao cubo

$T^2 = k \cdot R^3$ onde k é uma constante que depende do corpo que está sendo orbitado



$$F_{CP} = m \cdot a_{CP}$$

$$F_G = m \cdot v^2/R$$

$$GMm/R^2 = m \cdot (\omega R)^2/R$$

$$GMm/R^2 = m \cdot (4\pi^2/T^2)R^2/R$$

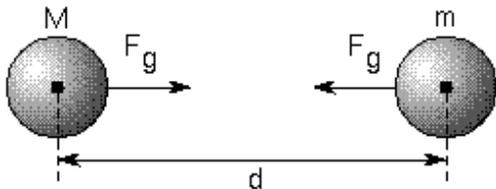
$$T^2/R^3 = 4\pi^2/GM$$

$$T^2/R^3 = k$$

$$T_1/R_1 = T_2/R_2$$

LEI DA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

FORÇA DE ATRAÇÃO GRAVITACIONAL: é a força de interação gravitacional entre dois corpos de massas M_1 e M_2 . Ela é diretamente proporcional ao produto das massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.



$$F_G = G \cdot M_1 \cdot M_2 / d^2$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{KG}^2$$

Constante de gravitação universal

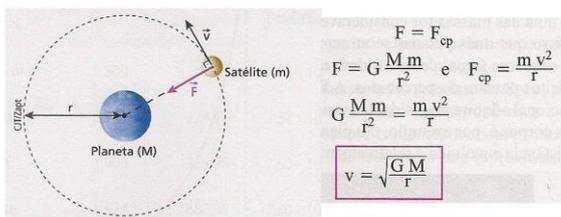
VELOCIDADE ORBITAL OU TANGENCIAL:

$$V_{\text{ORBITAL}} = (GM/R)^{1/2}$$

Satélite em órbita circular

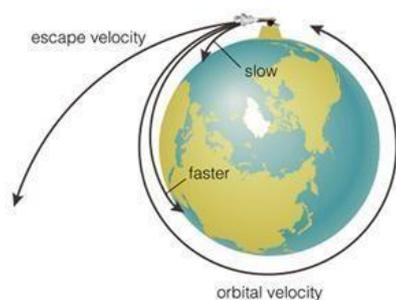
(velocidade orbital)

- De acordo com a 2ª Lei de Kepler, se a órbita descrita por um satélite é circular, seu movimento é uniforme



VELOCIDADE DE ESCAPE:

$$V_{\text{ESCAPE}} = (2GM/R)^{1/2}$$



IMPORTANTE

ENERGIA CINÉTICA: $E_c = M \cdot V^2 / 2$

ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL:

$$E_p = - GM_1 M_2 / d$$



1. (EsPCEEx – 2011) Consideramos que o planeta Marte possui um décimo da massa da Terra e um raio igual à metade do raio do nosso planeta. Se o módulo da força gravitacional sobre um astronauta na superfície da Terra é igual a 700 N, na superfície de Marte seria igual a:

- A) 700 N
- B) 280 N
- C) 140 N
- D) 70 N
- E) 17,5 N

2. (EsPCEEx - 2016) Um satélite esférico, homogêneo e de massa m , gira com velocidade angular constante em torno de um planeta esférico, homogêneo e de massa M , em uma órbita circular de raio R e período T , conforme a figura abaixo. Considerando G a constante de gravitação universal, a massas do planeta em função de R , T e G é:

- A) $\frac{4\pi^2 R^3}{T G}$
- B) $\frac{4\pi^2 R^2}{T G}$
- C) $\frac{4\pi^2 R^2}{T^2 G}$
- D) $\frac{4\pi^2 R}{T^2 G}$
- E) $\frac{4\pi^2 R^3}{T^2 G}$

Leis da Reflexão e Espelhos Planos

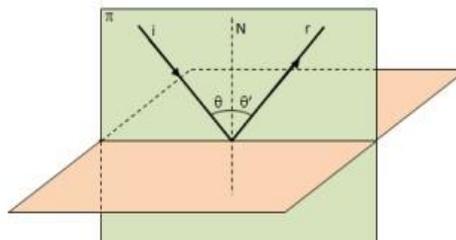
Espelho Plano

O espelho plano é um sistema óptico que se caracteriza por apresentar uma superfície plana e polida, onde a luz que é incidida reflete de forma regular.

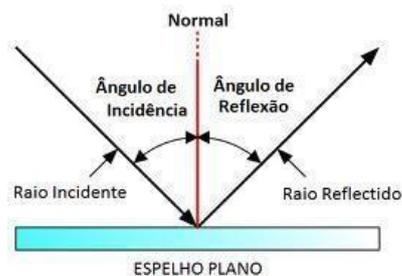


Leis da Reflexão

1ª Lei: O raio incidente (R_i), a reta normal e o raio refletido (R_r) estão contidos em um mesmo plano, ou seja, são coplanares.



2ª Lei: O ângulo de reflexão r é igual ao Ângulo de incidência i .



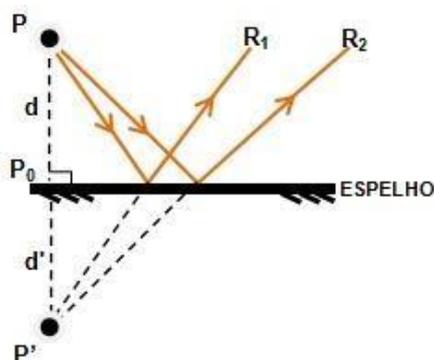
Construção da Imagem

Para obter a imagem de um objeto posto em frente a um espelho plano, tomam-se os seguintes passos:

- 1) Construir pelo menos dois raios incidentes no espelho que saem do objeto;
- 2) Aplicar a segunda lei da reflexão nos pontos de incidência;
- 3) Prolongar os raios refletidos;
- 4) No encontro dos raios refletidos estarão sendo formadas as imagens do objeto real.

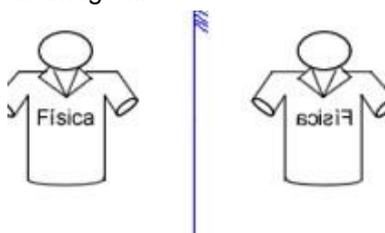
A imagem de um objeto **real** em um espelho plano é formada **virtualmente** (é vista como se estivesse por trás do espelho), é do **mesmo tamanho do objeto** e é **direita**, ou seja, não sofre mudança vertical.

A imagem e o objeto são equidistantes da superfície refletora.



Reversão da Imagem

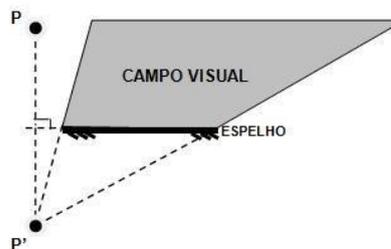
Quando os raios de luz sofrem a reflexão **regular** e atingem os nossos olhos temos a impressão de que o lado direito foi trocado pelo lado esquerdo. Isto é uma reversão da imagem.



Campo Visual

Campo visual é a região do espaço que pode ser vista pelo observador através de um espelho.

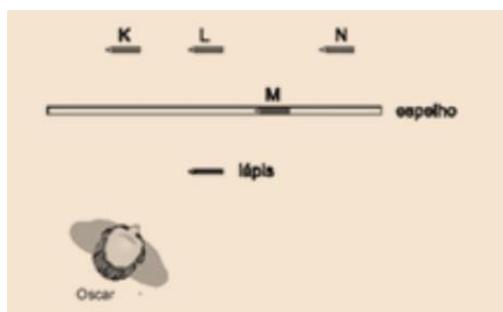
Para encontrar o campo visual, principalmente devemos construir a imagem do observador. Depois, traçamos duas linhas que passem pelas extremidades do espelho:



Exercícios

01) (Uern 2013) Na noite do réveillon de 2013, Lucas estava usando uma camisa com o ano estampado na mesma. Ao visualizá-la através da imagem refletida em um espelho plano, o número do ano em questão observado por Lucas se apresentava da seguinte forma:

02) (UFMG) Espelho plano Oscar está na frente de um espelho plano, observando um lápis, como representado na figura. Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que Oscar verá a imagem desse lápis na posição indicada pela letra.



- A) K.
- B) L.
- C) M.
- D) N.

Translação de um Espelho Plano

Observando a figura, podemos ver que:

$$PP' = 2d$$

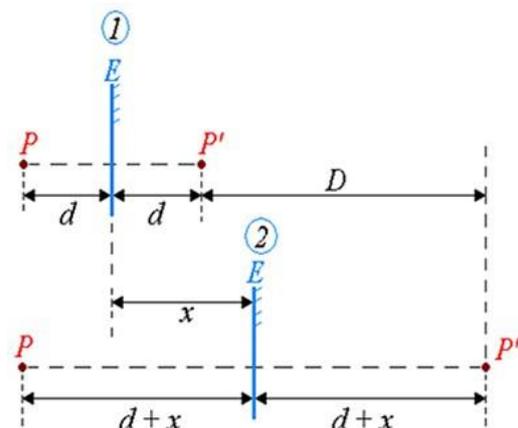
$$PP'' = 2(d+x) = 2d+2x$$

O deslocamento sofrido pela imagem do ponto P é:

$$D = PP'' - PP'$$

$$D = 2d + 2x - 2d$$

$$D = 2x$$



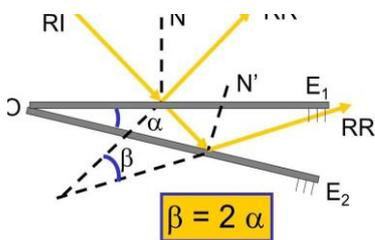
Velocidade do objeto e da imagem:

$$v_i = 2v_e$$

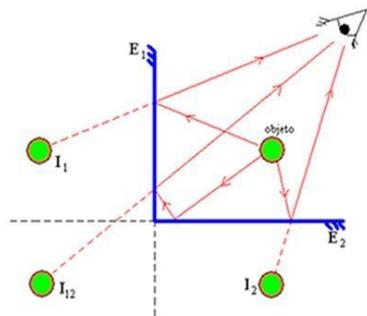
Se o observador também se deslocar, deverá ser considerada a velocidade relativa entre ele e o espelho:

$$v_i = 2v_r$$

Rotação de um Espelho Plano:



Associação de Espelhos



Exercícios

(FAAP - SP) com três bailarinas colocadas entre dois espelhos planos fixos, um diretor de cinema consegue uma cena em que são vistas no máximo 24 bailarinas.

Para isso, o ângulo entre os espelhos vale

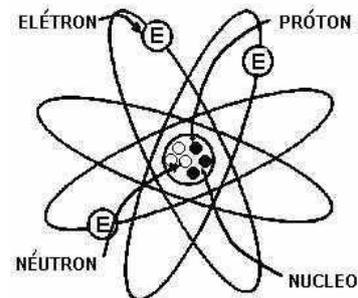
- a) 10°
- b) 25°
- c) 30°
- d) 45°
- e) 60°

Na figura abaixo, um raio incide num espelho E, sendo refletido. Os ângulos de incidência e de reflexão são respectivamente iguais a:

- a) 60° e 60°
- b) 60° e 30°
- c) 30° e 60°
- d) 30° e 30°
- e) 45° e 45°

Carga elétrica, princípios da eletrostática e os processos de eletrização

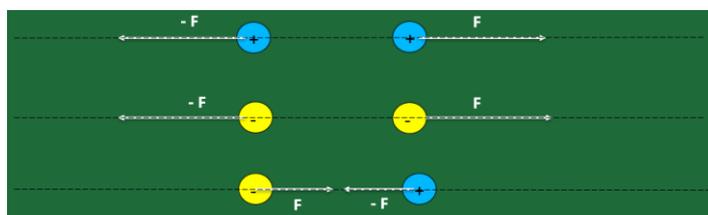
Um átomo com prótons e nêutrons constituindo seu núcleo e elétrons vibrando em torno do mesmo. Esta é uma configuração planetária de um átomo.



Os antigos gregos já haviam observado este fenômeno ao atritarem o **ÂMBAR** (resina que se solidifica séculos depois de secretada por algumas árvores) com outros corpos, pois o âmbar tinha o "poder" de atrair pequenos corpos, como, por exemplo, pedacinhos de papel.

Âmbar em grego é elektron. Daí o termo **ELETRICIDADE**

Observou-se experimentalmente que entre dois prótons ou dois elétrons havia repulsão e entre um próton e um elétron havia atração. Para explicar essas duas ocorrências, estabeleceu-se que prótons e elétrons possuem uma propriedade a qual se deu o nome de **CARGA ELÉTRICA**.



- ✓ **A positiva (carga elétrica do próton);**
- ✓ **A negativa (carga elétrica do elétron);**
- ✓ **Os nêutrons não possuem carga elétrica.**

Os corpos que apresentam excesso ou falta de elétrons são chamados de **CORPOS ELETRIZADOS**. Os corpos que por algum processo de eletrização ficaram com excesso de elétrons, eles são ditos **eletrizados negativamente** e aqueles que ficaram com falta de elétron são ditos **eletrizados positivamente**.

A medida da carga elétrica que um corpo adquire recebe o nome de

QUANTIDADE DE CARGA ELÉTRICA e é representada por **Q** ou **q**.

No Sistema Internacional de Unidades (S.I), a unidade de carga elétrica é o

COULOMB, cujo símbolo é C.

Dependendo do número de elétrons perdido ou recebido por um corpo, este terá a seguinte quantidade de carga elétrica e, também, dizemos que esta quantidade é quantizada, ou seja, seu valor é múltiplo do valor da carga elétrica elementar- a carga e do elétron.

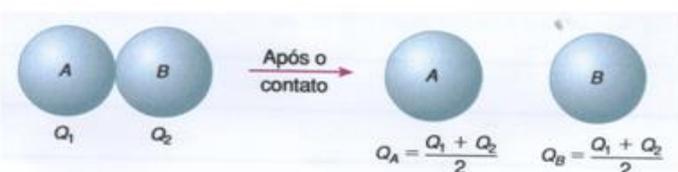
$$Q = \pm n \cdot e$$

n \equiv número de elétrons ou prótons em excesso

e \equiv carga elétrica elementar do elétron e do próton. $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

Princípio de conservação da carga

Num sistema eletricamente isolado, ou seja, somente os corpos participam das trocas de elétrons, a soma algébrica das quantidades de cargas antes e depois é uma constante.



Se os corpos forem diferentes, temos

$$Q_1 = [R_1 / (R_1 + R_2)] (Q_1 + Q_2)$$

$$Q_2 = [R_2 / (R_1 + R_2)] (Q_1 + Q_2)$$

CONDUTORES, ISOLANTES E O PROCESSO DE ELETRIZAÇÃO.

Alguns materiais possuem elétrons na última camada que são fracamente presos a seus núcleos. Então, estes elétrons podem facilmente, sob a ação de uma força, desprender-se de seus núcleos e assim, transportar a carga elétrica através do meio. Estes são os MATERIAIS CONDUTORES. Estes elétrons são chamados de ELÉTRONS LIVRES.

Outros materiais têm seus elétrons de última camada fortemente presos a seus núcleos e por isso dificultam a saída dos seus elétrons. Estes são os MATERIAIS ISOLANTES.

Vejamos agora onde se distribuem as cargas em excesso de um corpo que esteja eletrizado.

CONDUTORES ELETRIZADOS

As cargas em excesso (positivas ou negativas) ficam, devido ao grande poder de movimentação que os **elétrons livres** possuem, na superfície do corpo.

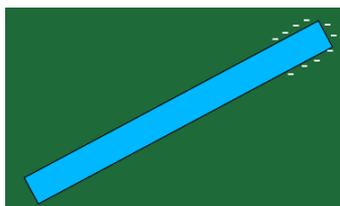


Note que o corpo ficou carregado positivamente e assim, seu excesso de prótons vai ficar distribuído em sua superfície. Caso o corpo esteja carregado negativamente, os elétrons em excesso, da mesma forma, ficarão distribuídos na superfície do mesmo.

ISOLANTES ELETRIZADOS

As cargas em excesso permanecem no local onde foram geradas. Lembrando que não existem isolantes perfeitos, ou seja, dependendo das condições eles podem se

comportar como condutores (é o caso do ar atmosférico quando da ocorrência de um relâmpago).



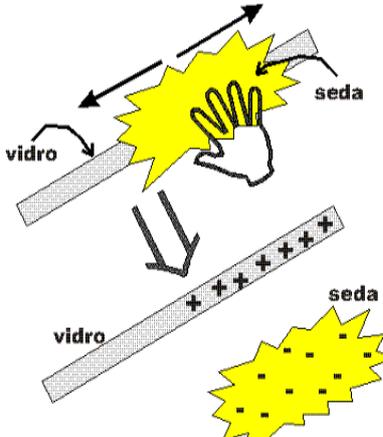
Observe que num isolante, as cargas ficam distribuídas no local onde foram geradas. Embora os elétrons sentem, um devido ao outro, uma força de repulsão, eles não conseguem se livrar de seus núcleos, pois estão fortemente ligados a eles.

Dizemos que um corpo está eletrizado quando seu número de elétrons é diferente de seu número de prótons, mas preste atenção, pois são os elétrons que se transferem de um corpo para o outro e não os prótons. Assim, só podemos falar que um referido corpo perdeu ou ganhou elétrons e não perdeu ou recebeu prótons.

A eletrização pode ocorrer de três maneiras, a saber:

- Por atrito;
- Por contato;
- Por Indução.

A ELETRIZAÇÃO POR ATRITO ocorre, como o nome já denuncia, quando dois corpos são atritados mutuamente. Os elétrons do corpo A passam para o corpo B, então o corpo A torna-se eletrizado positivamente e o corpo B eletrizado negativamente.

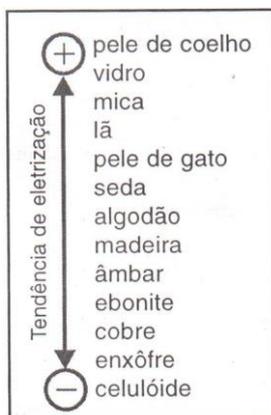


O vidro foi atritado com o pano de seda. Observa-se que ambos ficaram com seus números de elétrons diferentes de seus números de prótons, ou seja, ficaram carregados. O vidro com excesso de prótons ficou carregado positivamente e a seda, com excesso de elétrons, ficou carregada negativamente.

Na eletrização por atrito, a característica principal é a obtenção de dois corpos com cargas elétricas opostas a partir de dois corpos inicialmente neutros.

SÉRIE TRIBOELÉTRICA

Quando dois materiais são atritados entre si, aquele que ocupa a posição superior na série é o que perde elétrons, eletrizando-se positivamente. Já aquele que ocupa a posição inferior na série é o que ganha elétrons, eletrizando-se negativamente.



A ELETRIZAÇÃO POR CONTATO

Ocorre quando dois corpos eletrizados, ou um eletrizado e outro neutro, entram em contato direto, ou através de um fio condutor. Ocorre, então, uma redistribuição de cargas. Sendo A e B condutores de mesma forma e dimensões, após o contato eles terão cargas iguais.



Pela conservação da carga, temos que a quantidade de carga antes ($Q_1 + Q_2$), é igual a quantidade de carga após o contato ($Q_A + Q_B$). Se os corpos forem idênticos, eles ficam com a mesma quantidade de carga no final, ou seja, $Q_A = Q_B$.

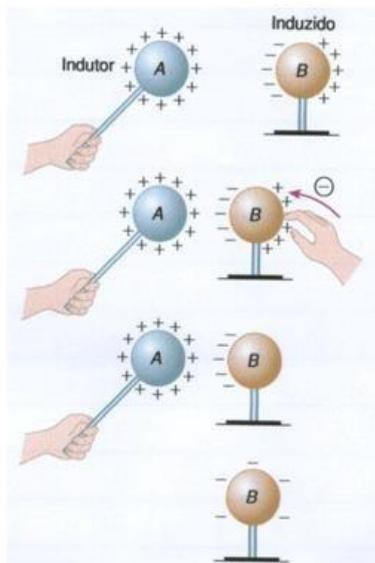
NÃO SE ESQUEÇA

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = Q_A + Q_B + \dots + Q_n'$$

A ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

ocorre sem contato direto entre os corpos. Basta aproximar um corpo carregado, o INDUTOR, de um corpo neutro a ser carregado, o INDUZIDO. O induzido deve ser ligado temporariamente à Terra ou a um outro corpo maior que lhe forneça ou dele os receba elétrons, num fluxo provocado pela presença do indutor.

Na eletrização por indução, os corpos ao final do processo ficam com carga de sinais opostos.



O exemplo ao lado ocorreu da seguinte maneira: A é o indutor, corpo carregado positivamente, e B o induzido, corpo eletricamente neutro. A Terra representa o corpo maior. A presença de A junto ao corpo B provoca a separação das cargas de B, o corpo B fica polarizado. Ligando-se B à Terra, sobem elétrons para B. Interrompendo-se a ligação de B com a Terra, ele torna-se eletricamente carregado.

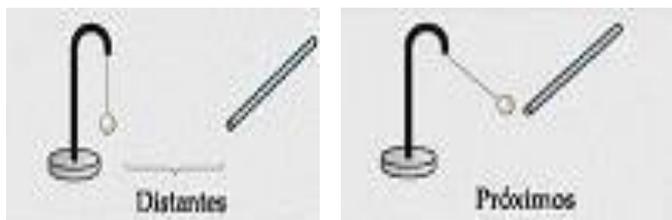
OBS: Se A estivesse negativamente carregado, elétrons escorriam de B à terra e ao final B ficaria positivamente

OS ELETROSCÓPIOS

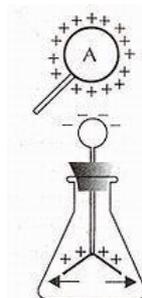
São aparelhos destinados a verificar se um corpo está carregado ou não. Os dois mais comuns são:

- **PÊNDULO ELÉTRICO;**
- **ELETROSCÓPIO DE FOLHAS.**

PÊNDULO ELÉTRICO: A presença de um corpo carregado, corpo da direita, polariza eletricamente a esfera, corpo da esquerda. As cargas do corpo da direita e do lado da esfera mais próximo a ele são sempre opostas, por isso eles se atraem.



O ELETROSCÓPIO DE FOLHAS: Quando um bastão previamente eletrizado é aproximado da esfera do eletroscópio, os elétrons livres do conjunto folha-haste-esfera vão tender a ficar o mais próximo possível do bastão que está carregado positivamente. As folhas que ficarão com falta de elétrons vão se afastar uma da outra, ou seja, vão se repelir, pois possuem cargas de mesmo sinal.



1. (EEAR – 2013) Considere três esferas idênticas A, B e C, separadas umas das outras, formando um sistema eletricamente isolado, e que A está eletricamente carregada com carga Q, enquanto B e C estão eletricamente neutras. Coloca-se a esfera A em contato somente com B, em seguida somente com C, depois simultaneamente com B e C e, por fim, elas são separadas novamente.

Com base nos Princípios da Eletrostática, qual a carga total do sistema depois de todo o processo?

- A) Q
- B) Q/3

C) Q/4

D) Q/8

2. Os corpos ficam eletrizados quando perdem ou ganham elétrons. Imagine um corpo que tivesse um mol de átomos e que cada átomo perdesse um elétron. Esse corpo ficaria eletrizado com uma carga, em Coulomb, igual a: (Dados: carga do elétron = $1,6 \times 10^{19}$ C; $1 \text{ mol} = 6,0 \times 10^{23}$)

A) $2,7 \times 10^{43}$

B) $6,0 \times 10^{14}$

C) $9,6 \times 10^4$

D) $9,6 \times 10^4$

E) $3,8 \times 10^{42}$

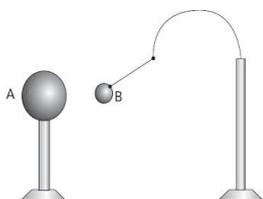
3. Considere as seguintes afirmações a respeito dos processos de eletrização:

I. Na eletrização por contato, os corpos ficam eletrizados com cargas de mesmo sinal.

II. Na eletrização por atrito, os dois corpos ficam carregados com cargas iguais, porém de sinais contrários.

III. No processo de indução eletrostática, o corpo induzido se eletrizará sempre com cargas de sinal contrário às do indutor.

Com a relação as três afirmativas acima, podemos dizer que:



A) Somente II e III são verdadeiras

B) I, II e III são verdadeiras

C) Somente I e III são verdadeiras

D) Somente I é verdadeira

E) Somente II é verdadeira.

Espelhos Esféricos

Um espelho esférico é qualquer calota esférica polida, com superfícies refletoras:



Côncavo: Quando a superfície espelhada é a parte interna da calota.



Convexo: Quando a superfície espelhada é a parte externa da calota.



Elementos geométricos:

Centro de curvatura (C): centro da esfera que deu origem à calota esférica;

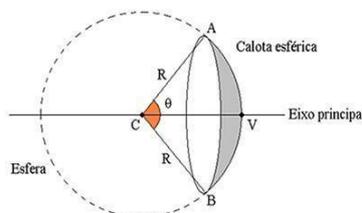
Raio de curvatura (R): raio da esfera que deu origem à calota esférica;

Vértice (V): é o ponto mais externo da calota esférica;

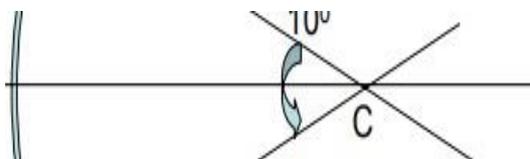
Eixo principal (EP): reta que passa pelo centro de curvatura (C) e pelo vértice do espelho (V); qualquer outra reta que passa pelo centro de curvatura e em qualquer outro ponto do espelho é um *eixo secundário*;

Abertura do espelho (θ): ângulo formado pelas retas que passam pelo centro de curvatura e pelos extremos do espelho.

Elementos geométricos:

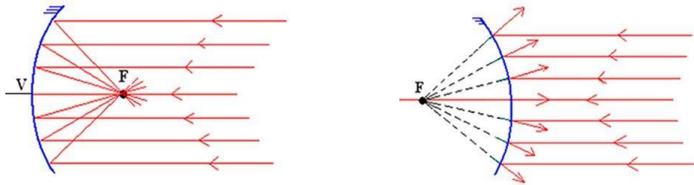


Condições de Gauss: O ângulo de abertura do espelho tem que ser inferior a 10 graus.



Os raios de luz deveriam incidir paralelos ou pouco inclinados em relação ao eixo principal e próximos dele.

Foco de um espelho esférico: O ponto de convergência no espelho côncavo, ou o ponto de divergência no espelho convexo, recebe o nome de *foco do espelho (F)*.



Raios Notáveis: aqueles que apresentam um comportamento específico ao sofrer reflexão em um espelho esférico.

- 1) Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal é refletido de forma a passar pelo foco principal do espelho.
- 2) Todo raio de luz que incide passando pelo foco do espelho é refletido numa direção paralela ao eixo principal do espelho (princípio da reversibilidade da luz).
- 3) Todo raio de luz que incide passando pelo centro de curvatura do espelho retorna, após a reflexão, sobre si mesmo.
- 4) Todo raio de luz que incide sobre o vértice do espelho retorna, após a reflexão, numa direção simétrica à incidente, em relação ao eixo principal, ou seja, com o mesmo ângulo.

Tipos de Imagens

A imagem formada em um espelho esférico pode ser:

1) Quanto à sua natureza:

A) Real: quando os raios refletidos se encontram (imagem na frente do espelho);

B) Virtual: quando são os prolongamentos do raio refletidos que se encontram (imagem atrás do espelho);

C) Imprópria: não há encontro dos raios refletidos e nem de seus prolongamentos (não há formação de imagem).

2) Quanto à sua posição:

A) Direita: o objeto e a imagem formada estão no mesmo semiplano (acima ou abaixo do eixo principal).

B) Invertida: o objeto e a imagem estão em semiplanos diferentes (objeto acima e imagem abaixo do eixo principal ou vice-versa).

3) Quanto ao seu tamanho:

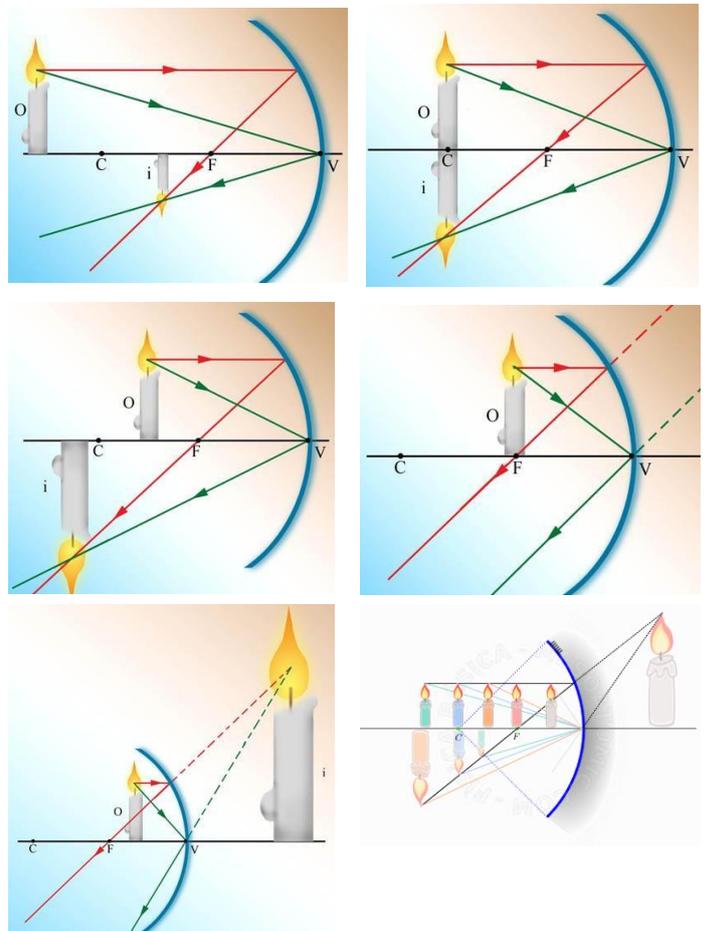
A) Maior: tamanho da imagem maior que o do objeto ($i > o$);

B) Igual: tamanho da imagem igual a o do objeto ($i = o$);

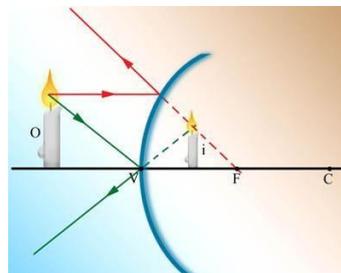
C) Menor: tamanho da imagem menor que a o do objeto ($i < o$);

Espelhos Esféricos – Formação de Imagens

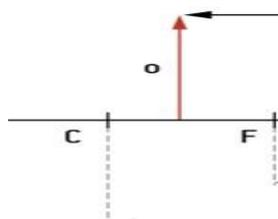
Espelho Côncavo:



Espelho Convexo:



Espelhos Esféricos – Estudo Analítico



Equação de GAUSS (dos pontos conjugados):

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$$

| $p' < 0$ [virtual e direita]

Ampliação da Imagem (Aumento Linear)

Se A é:

Negativo: imagem invertida. Positivo: imagem direita.

$|A| > 1$: imagem ampliada. $0 < |A| < 1$: imagem reduzida.

$|A| = 1$: imagem igual.

Exercícios

1) (Enem) Os espelhos retrovisores, que deveriam auxiliar os motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor do lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior do que a real. Esse tipo de espelho, chamado convexo, é utilizado com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que no Brasil se adota a direção do lado esquerdo, e, assim, o espelho da direita fica muito mais distante dos olhos do condutor. Sabe-se que, em um espelho convexo, a imagem formada está mais próxima do espelho do que este está do objeto, o que parece estar em conflito com a informação apresentada na reportagem. Essa aparente contradição é explicada pelo fato de:

A) a imagem projetada na retina do motorista ser menor do que o objeto.

B) a velocidade do automóvel afetar a percepção da distância.

C) o cérebro humano interpretar como distante uma imagem pequena.

D) o espelho convexo ser capaz de aumentar o campo visual do motorista.

E) o motorista perceber a luz vinda do espelho com a parte lateral do olho.

2) (UEFS-BA) Uma pequena vela acesa está apoiada sobre o eixo principal de um espelho esférico côncavo, situada entre o centro de curvatura e o foco do espelho. Na aproximação de Gauss, a imagem vista por um observador diante do espelho é:

A) virtual, direita e maior que a vela.

B) real, invertida e maior que a vela.

C) real, invertida e menor que a vela.

D) virtual, direita e menor que a vela.

E) real, invertida e do mesmo tamanho da vela.

3) Um rapaz coloca um objeto a 1 cm de um espelho côncavo, de distância focal igual a 0,5 cm. Calcule a abscissa da imagem e diga qual a sua natureza.

R: $p' = 1$ cm

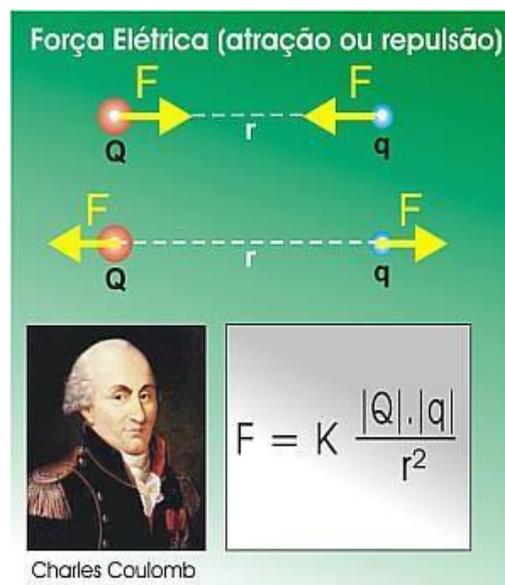
4) Um objeto está situado a 2 m de um espelho esférico e sua imagem conjugada forma-se a 50 cm atrás do espelho. Calcule a distância focal do espelho e explique qual o tipo de espelho usado.

R: $f = -2/3$ m

A LEI DE COULOMB, O CAMPO ELÉTRICO, POTENCIAL ELÉTRICO E ENERGIA ELÉTRICA

A LEI DE COULOMB

A intensidade das forças de interação (F) entre dois pontos materiais de cargas elétricas q_1 e q_2 é diretamente proporcional ao produto dessas cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância (d) entre esses pontos.



$$F_{EL} = k \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2$$

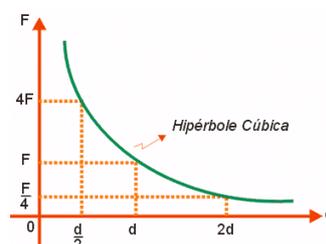
F_{EL} ≡ Força elétrica entre dois corpos eletrizados;

k ≡ Constante eletrostática do meio; r ≡ distância entre as cargas;

q_1 ≡ carga do primeiro corpo; q_2 ≡ carga do segundo corpo.

NO VÁCUO, TEMOS: $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

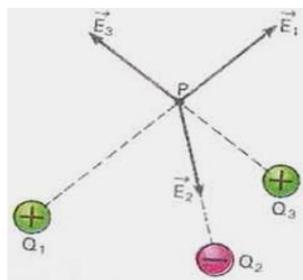
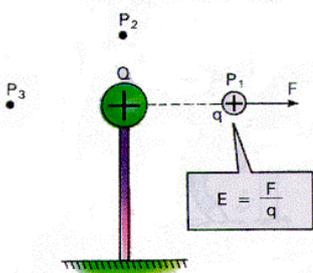
GRÁFICO DA FORÇA ELÉTRICA VERSUS A DISTÂNCIA ENTRE AS CARGAS



Fixando-se os valores das cargas q_1 e q_2 , e variando-se a distância d , a intensidade da força elétrica varia de acordo com o gráfico ao lado.

O CAMPO ELÉTRICO

O campo elétrico desempenha um papel de transmissor de interações entre cargas elétricas. O conceito de campo foi criado pela necessidade de explicar o fenômeno da ação à distância.



Por definição, o vetor campo elétrico no ponto P é:

$$\mathbf{E} = \mathbf{F}_{EL}/q \quad \mathbf{E} = K_0 \cdot Q/d^2$$

cuja unidade no SI é Newton por Coulomb (N/C).

Da definição de campo, obtém-se a expressão da força elétrica F_{EL} que atua sobre a partícula de carga q colocada no ponto onde o vetor campo elétrico é E :

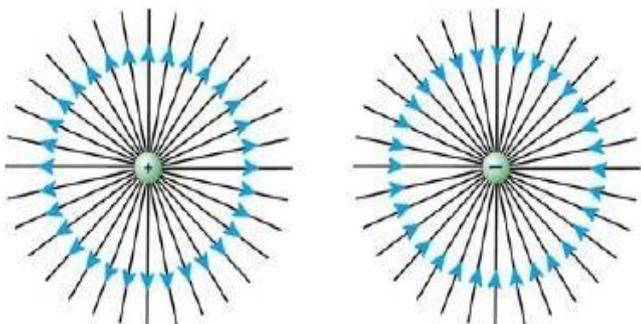
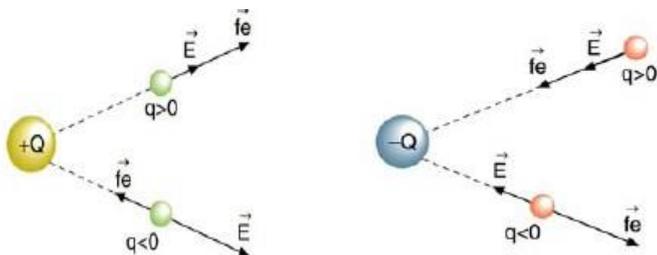
Se $q > 0$, F_{EL} e E têm mesma direção e sentido

$$\mathbf{F}_{EL} = q \cdot \mathbf{E}$$

Se $q < 0$, F_{EL} e E têm mesma direção e sentidos opostos

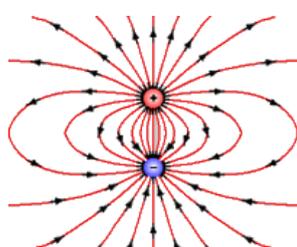
O CAMPO ELÉTRICO é a região em que partículas eletricamente carregadas sofrem a ação de força ou adquirem energia devido à sua carga elétrica.

O VETOR CAMPO ELÉTRICO é a grandeza que permite determinar, em cada ponto, a intensidade da força – por unidade de carga - que atua sobre a carga aí colocada.



LINHAS DE FORÇA

São linhas tangentes ao VETOR CAMPO ELÉTRICO em cada um dos seus pontos. Ela representa, graficamente, um campo elétrico. O campo elétrico será mais intenso na região que tiver uma concentração maior de linhas de força.



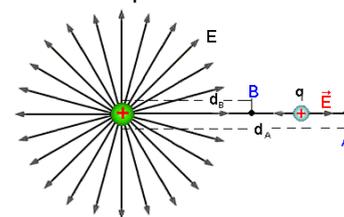
POTENCIAL ELÉTRICO E ENERGIA POTENCIAL ELÉTRICA: a primeira é uma grandeza escalar e foi criada para descrever e analisar situações físicas em campos elétricos. Fisicamente esta grandeza (potencial elétrico) nos diz o quanto de energia por carga o campo elétrico fornece a uma carga de prova para levá-la de um determinado ponto P até o infinito.

$$V_P = t^P \rightarrow \mathbf{F}_{EL} / q \quad \text{potencial elétrico}$$

$$V_P = k_0 \cdot Q/d \quad \text{potencial elétrico}$$

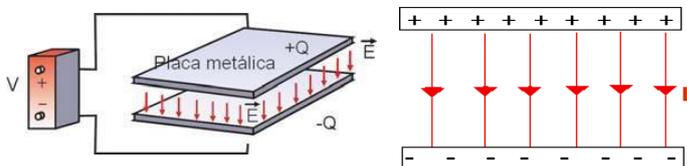
$$EP_{EL} = K_0 \cdot Q \cdot q/d \quad \text{Energia potencial elétrica}$$

DIFERENÇA DE POTENCIAL OU TENSÃO ELÉTRICA OU d.d.p é, por definição, a razão entre o trabalho realizado pela força elétrica sobre uma partícula carregada de carga q e a carga q e fisicamente a d.d.p entre dois pontos significa o quanto de energia, por carga, uma carga recebe de um campo elétrico para se deslocar entre dois pontos.



$$V_B - V_A = t^B \rightarrow A \mathbf{F}_{EL} / q$$

CAMPO ELÉTRICO UNIFORME: é aquele em que o vetor campo elétrico E é o mesmo em todos os pontos, ou seja, o vetor campo elétrico em qualquer ponto possui o mesmo valor, a mesma direção e o mesmo sentido.



Quando temos duas placas planas e paralelas, eletrizadas com cargas de mesmo módulo e sinais opostos, bem próximas uma da outra, notamos, na região central e entre as placas, a formação do campo elétrico uniforme:

INTENSIDADE DO CAMPO ELÉTRICO UNIFORME:

$$E = U/d$$

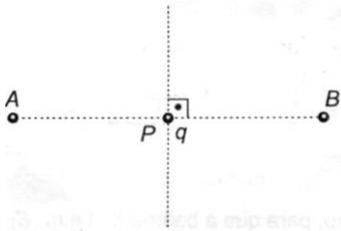
$$U = E \cdot d$$

Onde U é a diferença de potencial entre as placas, e d é a distância entre as mesmas

1. (EEAR - 2017.1) Duas cargas são colocadas em uma região onde há interação elétrica entre elas. Quando separadas por uma distância d , a força de interação elétrica entre elas tem módulo igual a F . Triplicando-se a distância entre as cargas, a nova força de interação elétrica em relação à força inicial, será:

- A) diminuída 3 vezes
- B) diminuída 9 vezes
- C) aumentada 3 vezes
- D) aumentada 9 vezes

2. (AFA –2006) 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 ao segmento AB

Estão corretas apenas:

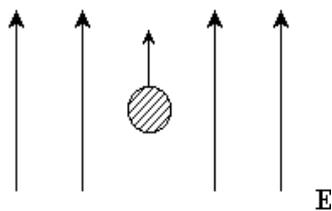
A) II e III

B) I e III

C) III e IV

D) I e II.

3. Uma gota de óleo de massa $M = 1 \text{ mg}$ e carga $q = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$, é solta em uma região de campo elétrico uniforme E, conforme mostra a figura a seguir. Mesmo sob o efeito da gravidade, a gota move-se para cima, com uma aceleração de 1 m/s^2 . Determine o módulo do campo elétrico, em V/m .



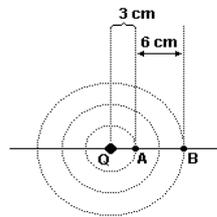
A) 35 V/m

B) 40 V/m

C) 45 V/m

D) 55 V/m

4. Uma partícula de $1,0 \text{ g}$ está eletrizada com carga $1,0 \text{ mC}$. Ao ser abandonada do repouso, no ponto A do campo elétrico da carga puntiforme Q, fica sujeita a uma força elétrica cujo trabalho por ela realizado, entre este ponto A e o ponto B, é igual ao trabalho realizado pelo seu próprio peso, durante sua queda num desnível de 40 m . Sabendo-se que $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ e que $g = 10 \text{ m/s}^2$, podemos afirmar que o valor da carga Q é:



A) 1,0 mC

B) 2,0 mC

C) 3,0 mC

D) 4,0 mC

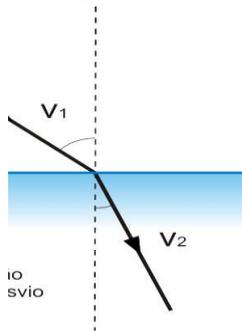
E) 5,0 mC

Refração da Luz

Fenômeno que acontece com a luz quando ela muda de meio de propagação, resultando na mudança de sua velocidade.

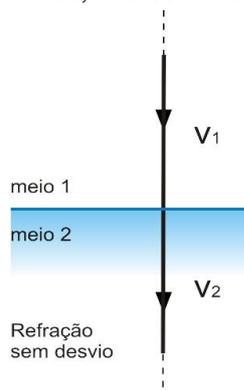
Ex.: A formação do arco-íris

Incidência 1: Mudança na velocidade e na direção da propagação.



Incidência 2: Mudança somente na velocidade de propagação.

“Todo raio de luz que incide na direção normal (perpendicularmente) à superfície de separação dos meios, não sofre desvio.”



Índice de Refração Absoluto (n): Indica quantas vezes a velocidade da luz no vácuo é maior do que em outro meio.

$$n = \frac{c}{v}$$

n = índice de refração absoluto [adimensional]

c = velocidade da luz no vácuo [m/s]

v = velocidade da luz no meio [m/s]

Obs.: velocidade da luz no vácuo:

$$c = 300.000 \text{ km/s} = 3 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

É uma grandeza adimensional;

É sempre 1 ou maior que um.

Onde, no SI, as unidades são definidas por:

Refringência de um meio: Dependendo da substância de que é feito um meio, este pode ser chamado mais ou menos refringente.

Ex.: Se a velocidade da luz é maior no ar do que na glicerina, então o ar é um meio menos refringente do que a glicerina tem índice de refração menor.

$$n = \frac{c}{v}$$

Obs.: quando dois meios tem a mesma refringência, dizemos que um meio é invisível perante o outro, ou ainda, que há continuidade óptica entre os mesmos.

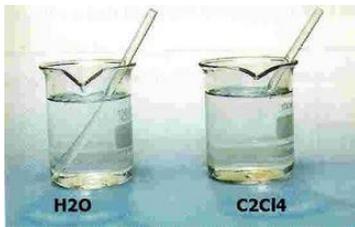


Tabela Índice de Refração (n) para a luz amarela:

Meio material	Índices de refração (n)
Ar	1,00
Água	1,33
Vidro	1,50
Glicerina	1,90
Álcool Etilico	1,36
Diamante	2,42
Acrílico	1,49

Fonte: LIDE, D.R. (Ed). CRC Handbook of Chemistry and Physics. 87. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006-2007.

Índice de Refração Relativo:

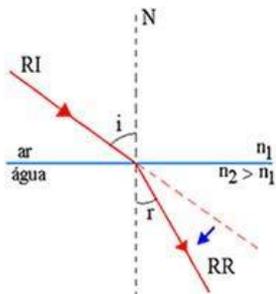
Leis da refração luminosa:

1) O raio incidente I, o raio refratado R e a reta normal N, no ponto de incidência, são coplanares;

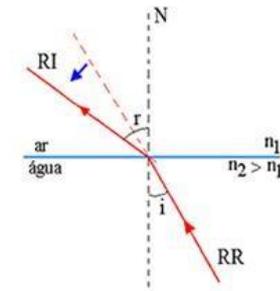
B) Para um raio de luz monocromática passando de um meio 1 para um meio 2, é válida a seguinte expressão, conhecida como Lei de Snell-Descartes:

De acordo com a Lei de Snell-Descartes:

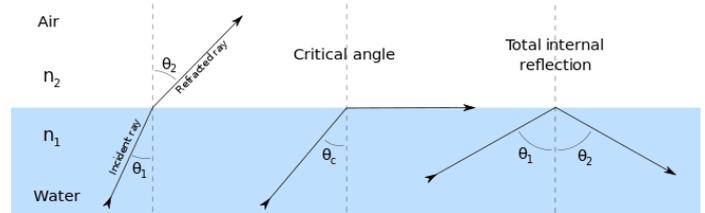
1) Se $n_1 < n_2$, a luz passa do meio menos refringente para o mais refringente.



2) Se $n_1 > n_2$, a luz passa de um meio mais refringente para um meio menos refringente.

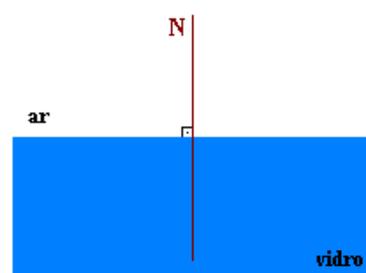


Ângulo limite e Reflexão total:



Ângulo limite e Reflexão total:

Ângulo limite



Prof. Luciano Massa

Aplicando a lei de Snell-Descartes, podemos obter a expressão para o cálculo do ângulo-limite:

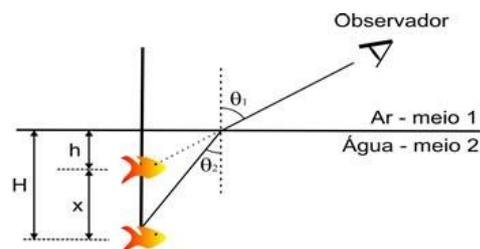
Exercício: Um raio de luz monocromático passa do meio 1 para o meio 2. O meio 1 é o ar ($n_1=1$) e o meio 2 tem índice de refração $\sqrt{3}$. Determine o ângulo de refração r , sabendo que o ângulo de incidência foi de 60° .

Diopetro Plano:

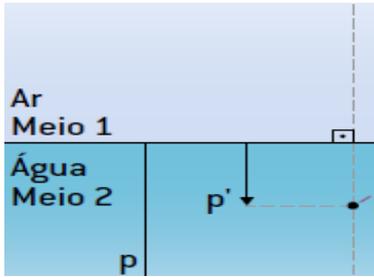
É um conjunto de dois meios homogêneos e transparentes, separados por uma superfície plana.

Ex.: A água de uma piscina e o ar, separados pela superfície livre e horizontal da água, formam um diopetro plano.

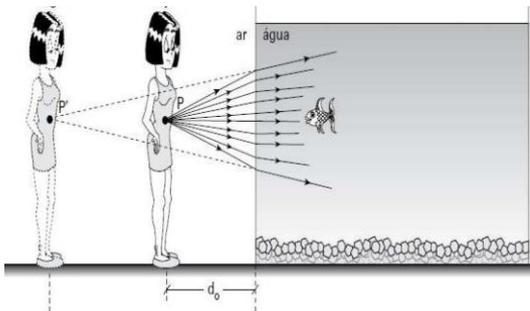
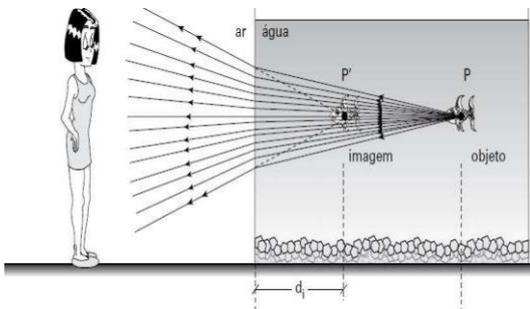
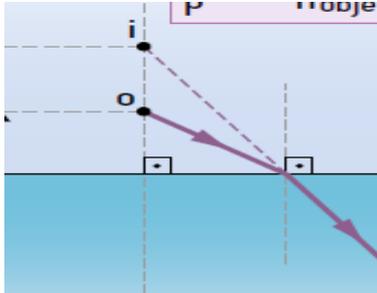
Diopetro Plano:



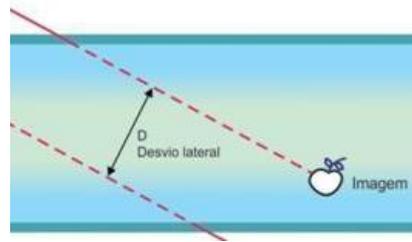
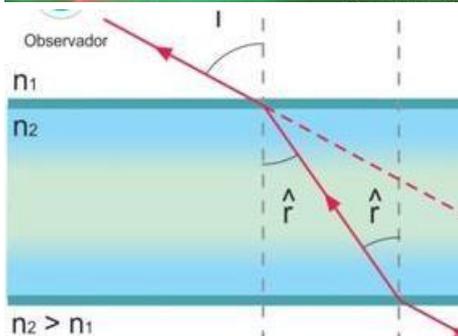
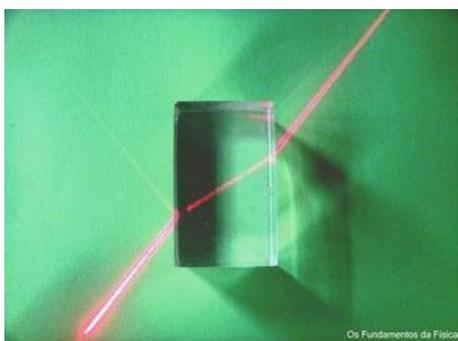
Situação 1: Observador no ar



Situação 2: Observador na água

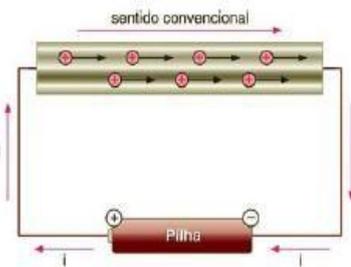
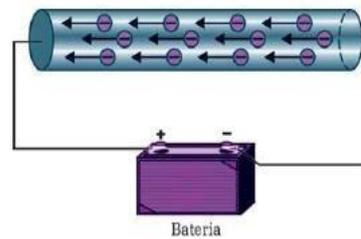


Lâminas de Faces Paralelas:



ELETRODINÂMICA - CORRENTE ELÉTRICA

A CORRENTE ELÉTRICA: é o fluxo de cargas elétricas numa determinada área (secção transversal) num determinado intervalo de tempo. Na verdade, é o número de elétrons que passa numa determinada área num certo tempo.



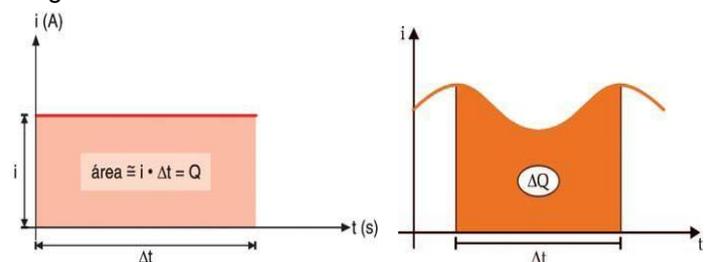
Fórmula matemática da intensidade de corrente elétrica ou simplesmente **CORRENTE ELÉTRICA:**

$$i = Dq/Dt \rightarrow Dq = i \cdot Dt$$

onde $Dq = \eta \cdot e$

O sentido convencional da corrente elétrica é do polo positivo para o negativo, mas o que acontece na verdade é o movimento dos elétrons do polo negativo para o positivo, pois o campo elétrico que viaja dentro do fio tem sentido do positivo para o negativo e os elétrons sentindo este campo, movimentar-se-ão no sentido oposto.

A área entre a curva representativa do gráfico e o eixo t representa a carga que atravessa a seção transversal do condutor no tempo considerado. Mesmo que a corrente varie com o tempo, a área será numericamente igual à carga circulante:



RESISTOR, RESISTÊNCIA ELÉTRICA, POTÊNCIA E ENERGIA NA CORRENTE ELÉTRICA

RESISTOR

É o elemento de circuito cuja função é efetuar a conversão de energia elétrica em energia térmica.

Exemplo: filamentos de tungstênio em lâmpadas incandescentes Fios de nicromo de chuveiros...



EFEITO JOULE

Nos aquecedores elétricos em geral ocorre a transformação de energia elétrica em energia térmica e isto ocorre devido ao choque dos elétrons livres contra os átomos do condutor.

1ª LEI DE OHM: mantida a temperatura constante, o quociente da d.d.p aplicada pela respectiva corrente elétrica resultava em uma constante característica do resistor, chamada de resistência elétrica.

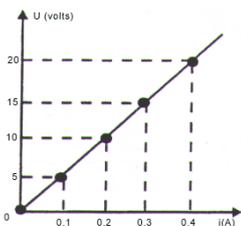
$$U_1/i_1 = U_2/i_2 = U_3/i_3 = \dots = U/i = \text{CONSTANTE.}$$

$$U/i = R \rightarrow U = R \cdot i$$

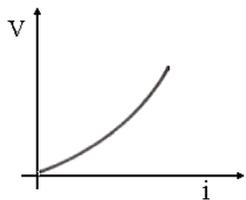
$$\text{Onde } U = V_A - V_B$$

Um resistor que obedece à lei de OHM é denominado resistor ôhmico e seu gráfico é dado por:

Resistor ôhmico



Resistor não ôhmico



$\tan \alpha = R = U/i$, onde α é o ângulo entre o gráfico e o eixo X.

LEI DE JOULE: Um resistor transforma toda a energia elétrica recebida de um circuito em energia térmica; Daí ser usual dizer que um resistor dissipa a energia elétrica que recebe do circuito. Assim, a potência elétrica consumida por um resistor é dissipada e vale:

$$P = t_{FEL}/Dt \rightarrow P = q \cdot U/Dt \rightarrow P = i \cdot U$$

- $P = i \cdot U$
- $P = R \cdot i^2$
- $P = U^2/R$

A energia elétrica transformada em energia térmica ao fim de um intervalo de tempo Dt é dada por:

$$P = t_{FEL B \rightarrow A} / Dt = E_{EL}/Dt$$

$$E_{EL} = P \cdot Dt$$

Unidade de energia e potência elétrica:

$$U_P \text{ } ^\circ \text{ W(Watt)}$$

$$U_E \text{ } ^\circ \text{ W(Watt) \cdot H(hora)}$$

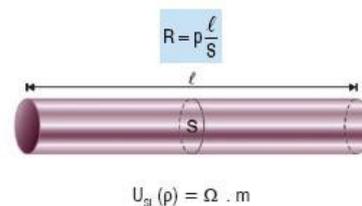
Múltiplos:

$$U_E \text{ } ^\circ \text{ 1 kWh} = 1000W \cdot 3600\text{seg} = 3,6 \cdot 10^6 J$$

$$kW = 10^3W \quad MW = 10^6W \quad GW = 10^9W$$

RESISTIVIDADE (r) - 2ª LEI DE OHM:

Verificou-se que a resistência elétrica de um resistor depende do material (r) que o constitui, de suas dimensões e de sua temperatura.



1. (EFOMM – 2016) Por uma seção transversal de um fio cilíndrico de cobre passam, a cada hora, $9,00 \times 10^{22}$ elétrons. O valor aproximado da corrente elétrica média no fio, em amperes, é

Dado: carga elementar $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$. A) 14,4

B) 12,0

C) 9,00

D) 4,00

E) 1,20

2. (EFOMM – 2015) 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.

3. (EN – 2017) 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

4. (EFOMM – 2006) Um resistor de fio para 10 W de potência apresenta resistência ôhmica de 22Ω . Sabendo que o raio do fio utilizado na sua confecção mede 2 mm e que seu comprimento é 12,0 m, a resistividade da sua liga metálica em $\Omega \cdot m$ vale

- A) $1,90 \times 10^{-5}$
- B) $2,30 \times 10^{-5}$
- C) $5,70 \times 10^{-5}$
- D) $6,40 \times 10^{-5}$
- E) $12,05 \times 10^{-5}$

5. (EsPCEEx – 2011) Um fio de cobre possui uma resistência R. Um outro fio de cobre, com o triplo do comprimento e a metade da área da seção transversal do fio anterior, terá uma resistência igual a:

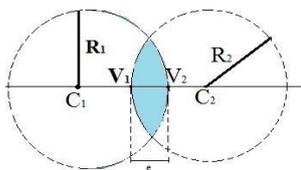
- A) $2R/3$
- B) $3R/2$
- C) $2R$
- D) $3R$
- E) $6R$

Lentes Esféricas

Lentes Esféricas

As lentes esféricas são sistemas ópticos refratores constituídos de três meios homogêneos e transparentes, separados por duas superfícies polidas, sendo que, pelo menos, uma delas é esférica.

Elementos geométricos:



Classificação das lentes esféricas:

Lentes de bordas finas:

Lentes de bordas grossas:

Comportamento óptico das lentes esféricas:

A lente esférica pode ser chamada de:

Convergente: quando os raios de luz emergentes da lente convergem para um ponto.



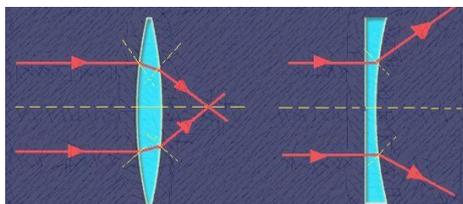
Divergente: quando os raios de luz emergentes da lente podem divergir de um ponto



Lentes Esféricas

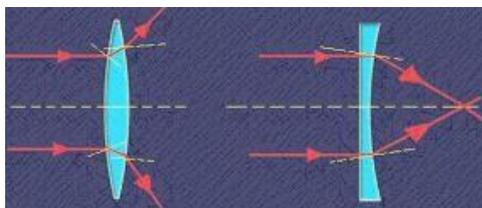
Comportamento óptico das lentes esféricas:

Quando a lente é imersa no ar $n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$:



Bordas Finas: CONVERGENTES

Bordas Grossas: DIVERGENTES



Bordas Finas: DIVERGENTES

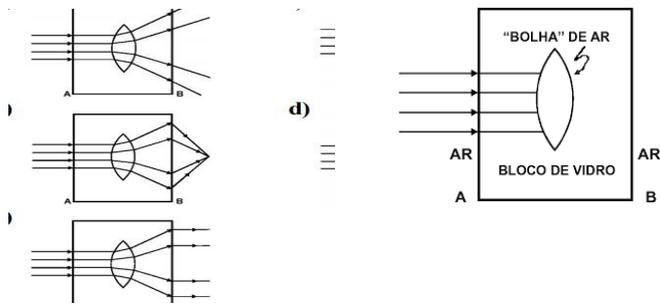
Bordas Grossas: CONVERGENTES

Comportamento óptico das lentes esféricas:

Lente	Bordas delgadas	Bordas espessas
Convergente	$n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$	$n_{\text{lente}} < n_{\text{meio}}$
Divergente	$n_{\text{lente}} < n_{\text{meio}}$	$n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$

Exercícios:

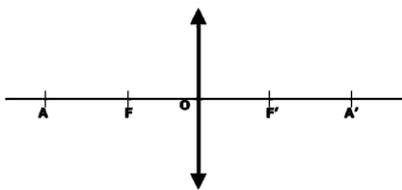
1) (MACKENZIE) Na produção de um bloco de vidro flint, de índice de refração absoluto 1,7, ocorreu a formação de uma “bolha” de ar (índice de refração absoluto 1,0), com o formato de uma lente esférica biconvexa. Um feixe luminoso monocromático, paralelo, incide perpendicularmente à face A do bloco, conforme a figura a seguir, e, após passar pelo bloco e pela bolha, emerge pela face B. A figura que melhor representa o fenômeno é:



Lente esférica delgada: Quando a espessura da lente é pequena em relação aos raios de curvatura das faces da lente. Seus vértices serão coincidentes e chamados de centro óptico da lente.

Elementos de uma lente:

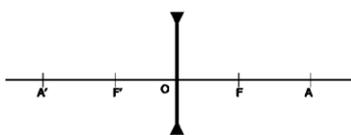
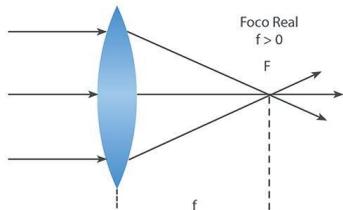
Lentes Convergentes:



A - ponto antiprincipal

F - foco

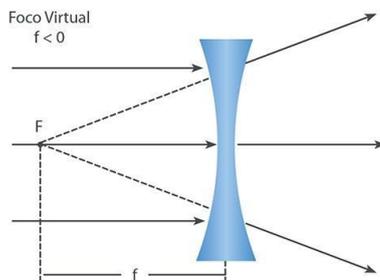
O - centro óptico



A - ponto antiprincipal

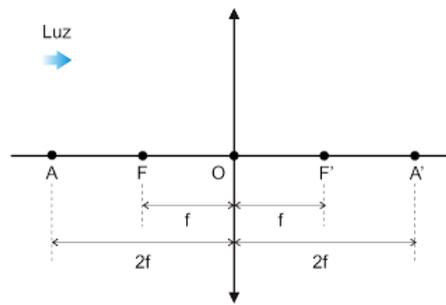
F - foco

O - centro óptico



Foco de uma lente:

Distância focal (f): É a distância do foco objeto, ou do foco imagem, ao centro óptico da lente, sendo **positiva** para as lentes convergentes e **negativa** para as lentes divergentes.



Convergência ou Vergência de uma lente:

Quanto menor a distância focal de uma lente, maior a sua capacidade de desviar os raios luminosos, ou seja, maior a sua convergência (C) ou vergência (V).

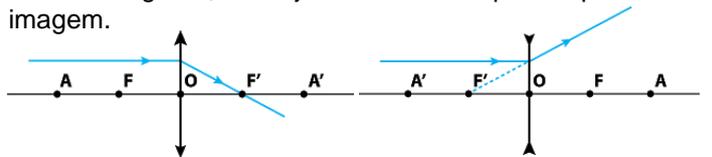
Se a distância focal for dada em metro (m), a convergência será dada em dioptria (di).

A convergência de uma lente acompanha o sinal da distância focal: positiva para a lente convergente e negativa para a lente divergente.

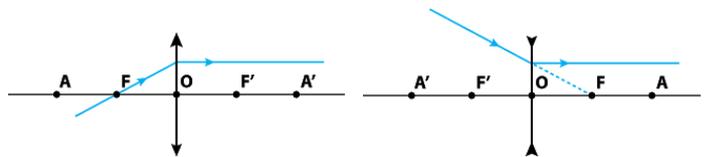
Construção de Imagens

Raios Notáveis:

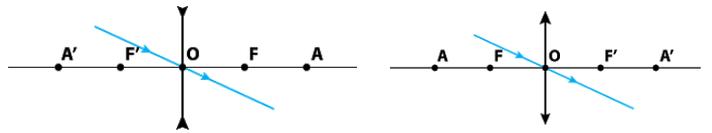
1: Todo raio luminoso que atinge a lente paralelamente ao eixo principal é refratado passando pelo foco imagem; na lente divergente, a trajetória do raio passa pelo foco imagem.



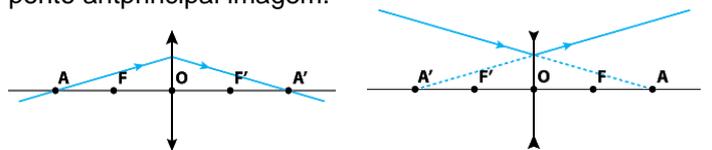
2: Todo raio luminoso que incide na direção do foco objeto refrata paralelo ao eixo principal; o mesmo ocorre com o raio de luz na lente divergente.



3: Todo raio luminoso que passa pelo centro óptico não sofre desvio.

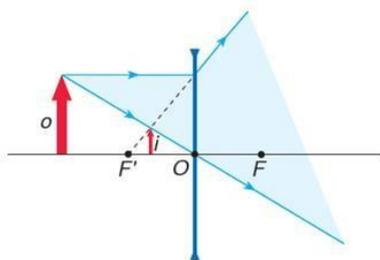


4: Todo raio luminoso que tem trajetória passando pelo ponto antiprincipal objeto será refratado na direção do ponto antiprincipal imagem.



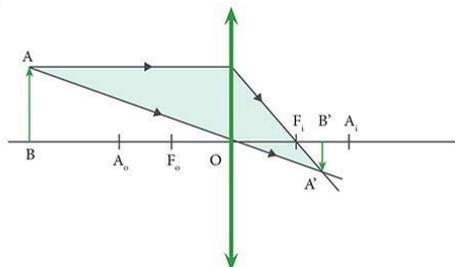
Construção de Imagens

Lentes Divergentes: A imagem conjugada pela lente divergente do objeto real o é **SEMPRE VIRTUAL**, DIREITA e MENOR que o objeto.

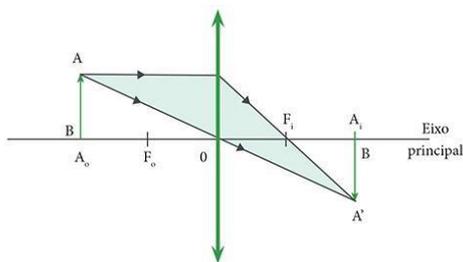


Lentes Convergentes:

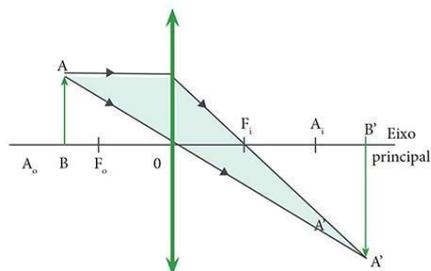
1) Objeto antes do ponto antiprincipal A.



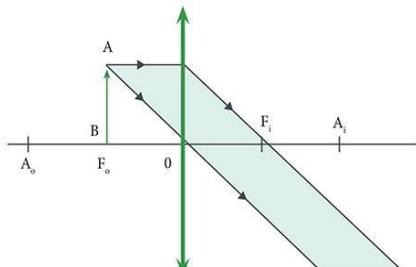
2) Objeto sobre o ponto antiprincipal A.



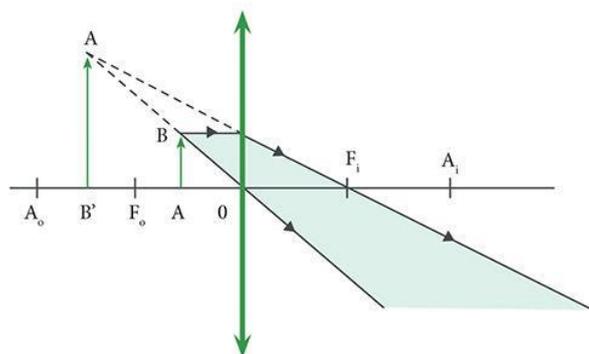
3) Objeto colocado entre o ponto antiprincipal objeto A e o foco objeto F.



4) Objeto colocado sobre o foco objeto.



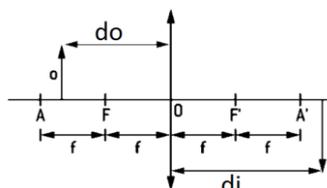
5) Objeto colocado entre o foco objeto e o centro óptico da lente.



1) (Espcex 2011) Um objeto é colocado sobre o eixo principal de uma lente esférica delgada convergente a 70 cm de distância do centro óptico. A lente possui uma distância focal igual a 80 cm. Baseado nas informações anteriores, podemos afirmar que a imagem formada por esta lente é:

- A) real, invertida e menor que o objeto.
- B) virtual, direita e menor que o objeto.
- C) real, direita e maior que o objeto.
- D) virtual, direita e maior que o objeto.
- E) real, invertida e maior que o objeto.

Lentes Esféricas - Estudo Analítico

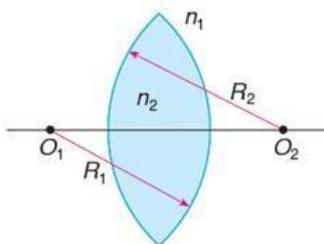


Equações:

Referencial de Gauss



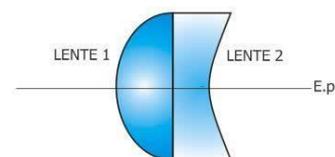
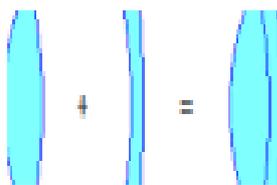
Estudo Analítico: Equação de Halley (ou Equação dos Fabricantes de Lentes)



$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Justaposição de Lentes:

Quando justapomos duas lentes obtemos uma lente equivalente cuja vergência ou convergência é dada por:



$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

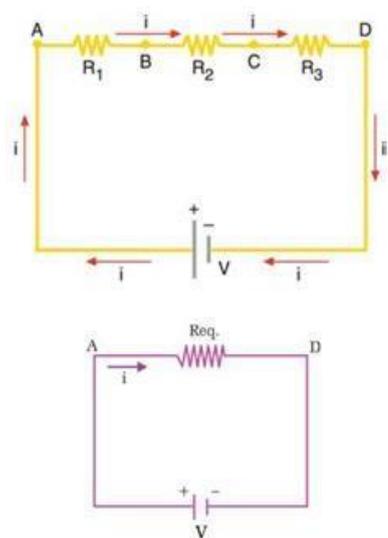
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Os resistores, dependendo de como são ligados, formam uma associação em **SÉRIE**, em **PARALELO** ou **MISTA**.

RESISTOR EQUIVALENTE: é aquele resistor que substitui todos os outros e produz o mesmo efeito que eles. Sua resistência é chamada de RESISTÊNCIA EQUIVALENTE (R_{eq}).

ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE

A mesma corrente elétrica percorre todos os resistores, mas a d.d.p aplicada em cada resistor é diferente.



$$i = i_1 = i_2 = i_3$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

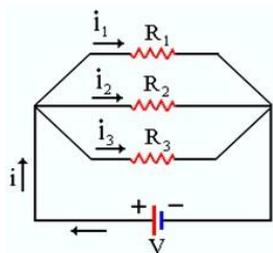
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

Se os resistores forem iguais: $R_{eq} = n \cdot R$ onde n é n° de resistores

$$V = R_{eq} \cdot i$$

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO

Todos os resistores estão sob a mesma d.d.p, mas as intensidades da corrente elétrica que atravessam cada resistor são diferentes, desde que os resistores associados não sejam iguais.



$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

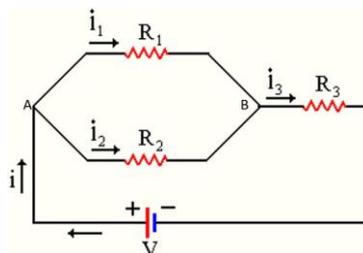
$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Se os resistores forem iguais: $R_{eq} = R/n$ onde n é n° de resistores. Dois a dois $R_{eq} = R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$

$$V = R_{eq} \cdot i$$

ASSOCIAÇÃO MISTA

Neste tipo de associação, os resistores estão associados de tal forma que o circuito pode ter associação em série e em paralelo, simultaneamente. Veja figura abaixo.



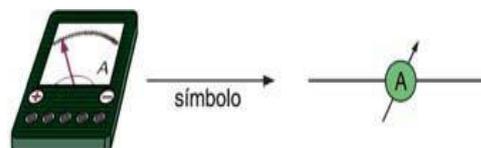
$$i = i_1 + i_2 = i_3$$

$$V = V_{AB} + V_{BC}$$

APARELHOS DE MEDIÇÃO ELÉTRICA

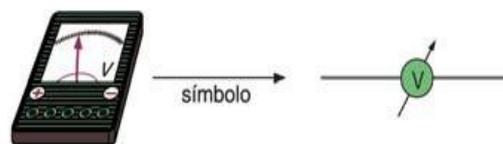
Amperímetro Ideal

Aparelho para medir a intensidade de corrente elétrica. A principal característica destes aparelhos é manifestar resistência elétrica nula diante do trecho de circuito que deve ser medido. **A maneira correta de ligarmos o amperímetro ideal é associá-lo em série com o circuito a ser medido:**

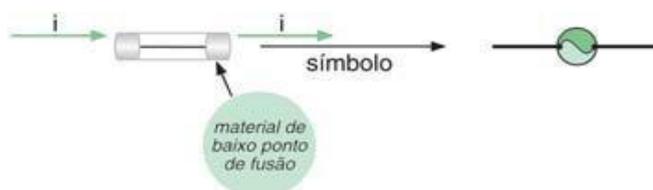


Voltímetro Ideal

Aparelho para medir a D.D.P. entre dois pontos de um circuito. A principal característica destes aparelhos, ao contrário dos amperímetros, é manifestar resistência elétrica infinita diante do trecho de circuito a ser medido. **A maneira correta de ligarmos o voltímetro ideal é associá-lo em paralelo com o circuito a ser medido:**

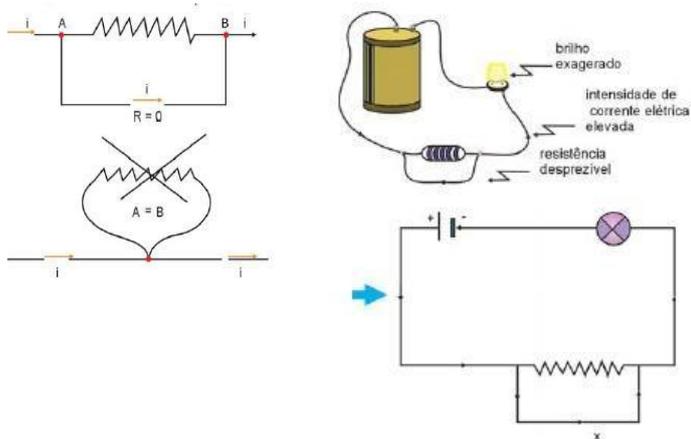


Fusível: é um elemento condutor que funciona como protetor de um circuito. Material de ponto de fusão baixo (mais baixo que os demais componentes do circuito) é fabricado para suportar até uma certa corrente de intensidade $i_{máx}$; a partir daí, se a intensidade de corrente aumentar, a temperatura de funcionamento do circuito fica maior que o ponto de fusão deste elemento; portanto, ele se funde e abre o circuito, impedindo o funcionamento:

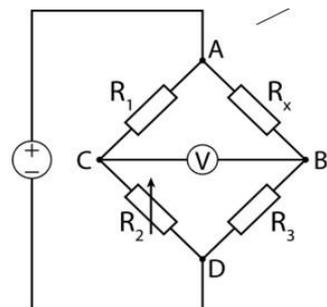


CURTO-CIRCUITO: provoca-se um curto circuito entre dois pontos de um circuito quando esses pontos são ligados por um condutor (fio) de resistência desprezível.

Sempre que dois pontos de um circuito tiverem o mesmo potencial, eles poderão ser considerados coincidentes em um novo esquema do mesmo circuito.



PONTE DE WHEATSTONE: é um circuito montado para se calcular uma resistência desconhecida, tendo-se duas resistências conhecidas e uma variável.



Em uma ponte de wheatstone, em equilíbrio, são iguais os produtos das resistências opostas.

$$R_1 \cdot R_3 = R_2 \cdot R_x$$

1. (EsPCEEx – 2011) Um circuito elétrico é constituído por um resistor de 4 ohms e outro resistor de 2 ohms. Esse circuito é submetido a uma diferença de potencial de 12 V e a corrente que passa pelos resistores é a mesma. A intensidade desta corrente é de:

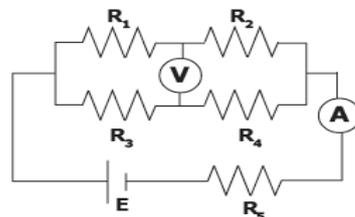
- A) 8 A
- B) 6 A
- C) 3 A
- D) 2 A
- E) 1 A

2. (EsPCEEx – 2012) O amperímetro é um instrumento utilizado para a medida de intensidade de corrente elétrica em um circuito constituído por geradores, receptores, resistores, etc. A maneira correta de conectar um amperímetro a um trecho do circuito no qual queremos determinar a intensidade da corrente é

- A) em série
- B) em paralelo

- C) na perpendicular
- D) em equivalente
- E) mista

3. (EsPCEEx – 2014) Em um circuito elétrico, representado no desenho abaixo, o valor da força eletromotriz (fem) do gerador ideal é $E=1,5 \text{ V}$, e os valores das resistências dos resistores ôhmicos são $R_1=R_4=0,3 \Omega$, $R_2=R_3=0,6 \Omega$ e $R_5=0,15 \Omega$



desenho ilustrativo-fora de escala

As leituras no voltímetro V e no amperímetro A, ambos ideais, são, respectivamente.

- A) 0,375 V e 2,50 A
- B) 0,750 V e 1,00 A
- C) 0,375 V e 1,25 A
- D) 0,750 V e 1,25 A
- E) 0,750 V e 2,50 A

Instrumentos Ópticos

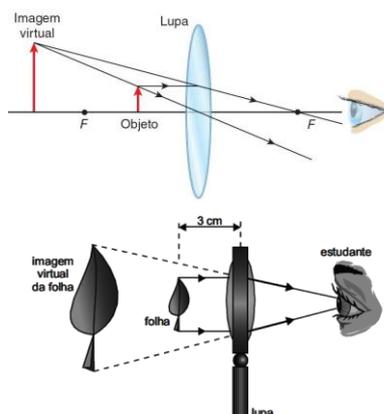
Instrumentos Ópticos de Observação

1) **Lupa (Microscópio Simples):** Consiste de uma **lente convergente** cuja função é produzir uma imagem **virtual, direita e ampliada** do objeto observado.

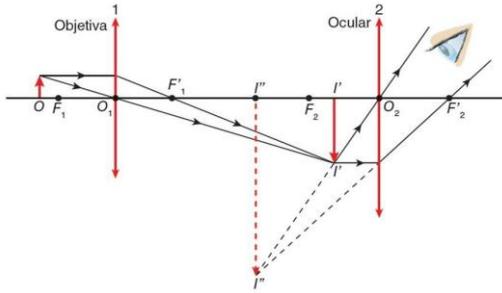


1) Lupa (Microscópio Simples):

O objeto real deve ser posicionado entre o **foco_objeto** e o **centro óptico** da lente.



2) Microscópio Composto: Instrumento constituído de duas lentes convergentes, associadas coaxialmente. A primeira delas é denominada **objetiva**, e a segunda, **ocular**.



Microscópio Composto:

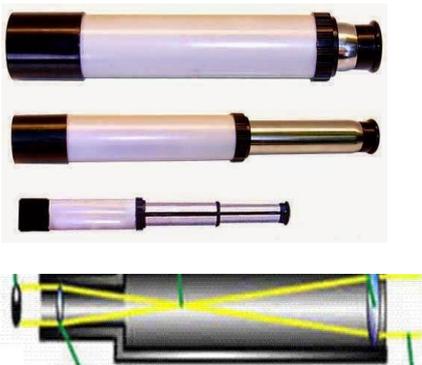
O aumento linear transversal obtido com a lente objetiva:

O aumento linear transversal obtido com a lente ocular:

Microscópio

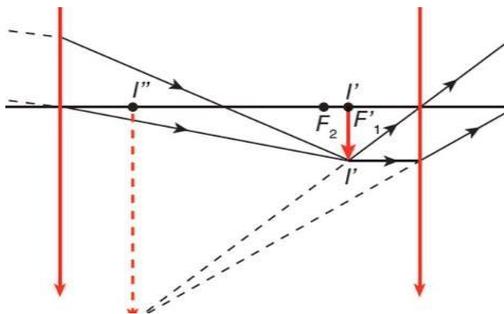
Telescópio

3) Luneta (ou Telescópio de refração): Constituída de duas lentes acopladas coaxialmente nas extremidades de um tubo cilíndrico opaco.

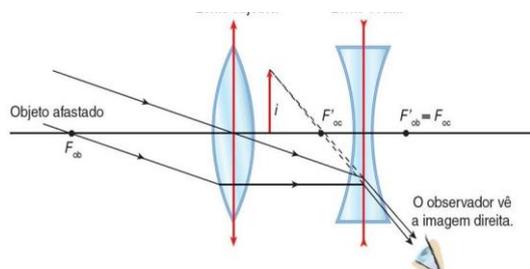


Luneta de Kepler: Lente ocular e objetiva: **Convergente.**

É uma luneta astronômica utilizada para observação de objetos a longa distância, considerando no infinito.



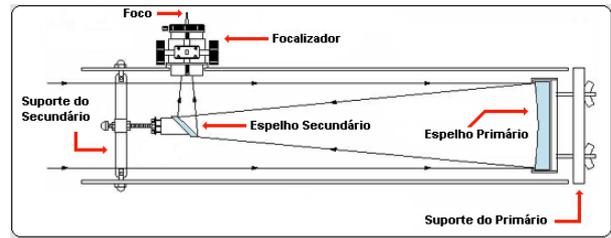
Luneta de Galileu: É conhecida como luneta terrestre, pois é mais usada para visualizar objetos na Terra, já que a imagem formada é direita em relação ao objeto.



Aumento Visual (M) de uma Luneta:

$$m = \frac{f_{ob}}{f_{oc}}$$

4) Telescópio de Reflexão: Substituindo a lente objetiva de uma luneta por um espelho esférico, obtemos um telescópio:



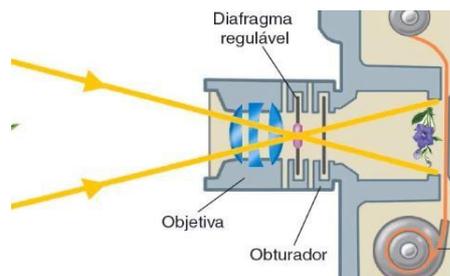
Instrumentos Ópticos de Projeção

Fotografia tradicional: Consiste de uma câmara escura dotada dos seguintes dispositivos:

Um orifício chamado diafragma, que tem a função de regular a intensidade da luz que entra na câmara;

Uma lente convergente chamada objetiva;

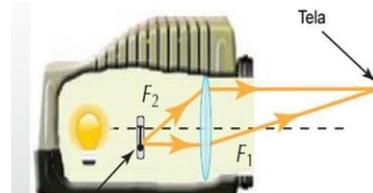
Um filme fotográfico que possui a capacidade de reter informações sobre a luz que o atinge e servirá como uma tela de projeção para a imagem obtida.



$$\frac{i}{o} = \frac{-p'}{p}$$

Projektor de Slides (Imagens): Utiliza uma lente convergente (objetiva).

Colocando-se um slide fotográfico entre o *ponto antiprincipal* e o *foco principal objeto* da lente, os raios de luz emitidos pela lâmpada atravessam o slide, fazendo com que este funcione como um objeto iluminado, para o qual a lente conjugará uma imagem *real, invertida e maior* que o objeto.



Lupa: 1 Lente Convergente

Virtual, Direita e Maior.

Luneta de Galileu: 1 lente convergente e 1 lente divergente.

Virtual, direita e maior.

Projektor de slides: 1 lente convergente.

Real, invertida e maior.

Microscópio composto: 2 lentes convergentes.

Virtual, invertida e maior.

Luneta de Kepler: 2 lentes convergentes.

Virtual, invertida e maior.

Máquina fotográfica: 1 lente convergente.

Real, invertida, Menor.

Exercícios

(FGV-SP) Uma estudante usou uma lupa para pesquisar a formação de imagens de objetos reais. Num instante de sol a pino, ela conseguiu obter um ponto luminoso no chão, colocando a lupa a 20 cm dele e paralelamente a ele. A seguir, aproximando a lupa a 15 cm de seu celular, obteve uma imagem do celular:

- A) real, invertida e ampliada.
- B) real, invertida e reduzida.
- C) virtual, direita e ampliada.
- D) virtual, direita e reduzida.
- E) virtual, invertida e ampliada.

GERADORES, RECEPTORES ELÉTRICOS E AS LEIS DE KIRCHOFF

GERADORES E RECEPTORES ELÉTRICOS

GERADOR IDEAL: Este gerador teria a D.D.P. entre seus terminais constante e independente do circuito ao qual ele seria ligado. Esta

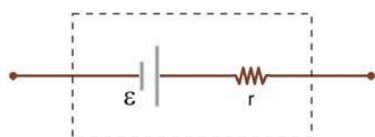
D.D.P. constante seria chamada de força eletromotriz (f.e.m.) e utilizaríamos a letra "e" para simbolizá-la:

Representação de um gerador ideal



GERADOR REAL: Na prática, os geradores têm internamente uma resistência que dissipa parte da energia gerada por ele. Assim sendo, a D.D.P. nos terminais do gerador é função da corrente que nele circula e, conseqüentemente, do circuito ao qual ele está ligado:

Representação de um gerador real



EQUAÇÃO DE UM GERADOR REAL

Potência Gerada = Potência Útil + Potência Dissipada

$$P_{gerada} = P_{útil} + P_{dissipada}$$

$$e \cdot i = U \cdot i + r \cdot i^2$$

$$e = U + r \cdot i$$

$$U = e - r \cdot i$$

$$R_{eq} \cdot i = e - r \cdot i$$

$$i = e / (R_{eq} + r)$$

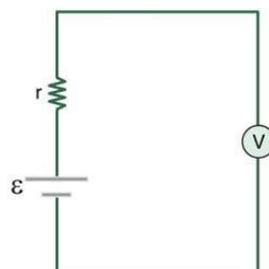
U = diferença de potencial lançada no circuito;

e = diferença de potencial gerada pelo nosso gerador;

r.i = diferença de potencial dissipada internamente.

MEDIDAS DOS ELEMENTOS

Para medir a f.e.m. de um gerador, mede-se a D.D.P. a circuito aberto ($i = 0$), colocando-se um voltímetro em paralelo. Como a resistência interna do voltímetro é muito alta, a corrente que passa no circuito é muito baixa ($i = 0$) e $V = e$:



$$V = e$$

O que o voltímetro irá registrar é o Valor da f.e.m.

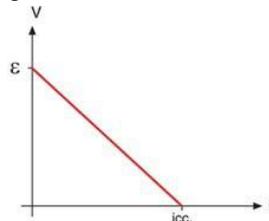
Para medir a resistência interna do gerador, colocam-se seus terminais em curto e mede-se a corrente através de um amperímetro (corrente de curto-circuito)

A corrente que o amperímetro irá registrar é a corrente = e/r de curto-circuito i_{cc}

$$i_{cc} = e/r$$

Como a resistência interna do amperímetro é praticamente nula, temos: $i_{cc} = e/r$ ou $r = e / i_{cc}$

A equação $V = e - r \cdot i$ pode ser representada por um gráfico como abaixo:



POTÊNCIAS

Quando um gerador está em funcionamento, devemos destacar três potências:

Potência gerada ou fornecida: $P_g = e \cdot i$

Potência dissipada internamente: $P_d = r \cdot i^2$

Potência útil: $P_{útil} = V \cdot i$ RENDIMENTO DE UM GERADOR (h)

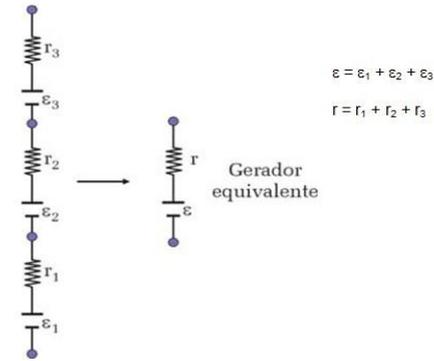
$$h = P_u / P_g$$

ASSOCIAÇÃO DE GERADORES

A associação de geradores é utilizada quando se quer aumentar a d.d.p. (associação série) ou a capacidade de armazenar energia (associação paralelo).

Associação série: Esta associação é utilizada quando se deseja aumentar a d.d.p. entre os terminais do gerador. Por exemplo: o mercado oferece pilhas de 1,5V; necessitando ligar um aparelho que funcione com 9V, pode-se fazer a associação em série de 6 pilhas.

O circuito abaixo mostra a associação de três geradores em série e o gerador equivalente:



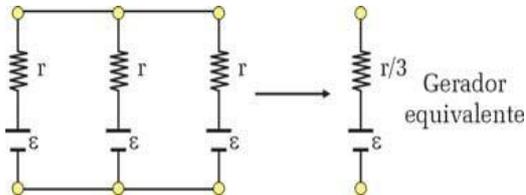
$$U = e - r \cdot i$$

$$R_{eq} \cdot i = e_{eq} - r_{eq} \cdot i$$

$$i = e_{eq} / (R_{eq} + r_{eq})$$

Associação em Paralelo de geradores

Esta associação é utilizada quando se deseja aumentar a armazenagem de energia. O circuito a seguir mostra a associação de três geradores iguais em paralelo e o gerador equivalente:



$$U = e - r \cdot i$$

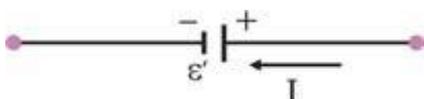
$$R_{eq} \cdot i = e_{eq} - r_{eq} \cdot i$$

$$i = e_{eq} / (R_{eq} + r_{eq})$$

RECEPTOR

Denomina-se receptor o elemento de circuito que transforma energia elétrica em outro tipo de energia que não seja térmica (propriedade dos resistores).

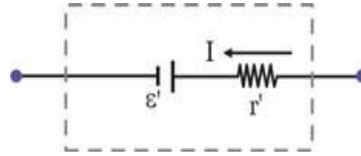
Receptor Ideal: Este receptor teria a D.D.P. entre seus terminais constante e transformaria toda a energia recebida na forma para a qual foi projetado. Esta D.D.P. constante é chamada de força contra-eletromotriz (f.c.e.m.) e utilizamos a letra e' para simbolizá-la:



Receptor Real

Na prática, os receptores têm internamente uma resistência que dissipa parte da energia recebida por ele. Assim sendo, a D.D.P. nos terminais do receptor é função da corrente que nele circula e, conseqüentemente, do circuito ao qual ele está ligado:

Representação



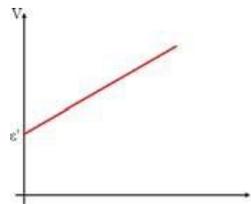
$$i = (e_{eq} + e'_{eq}) / (R_{eq} + r_{eq} + r'_{eq})$$

Equação do receptor

A d.d.p. nos terminais do receptor é dada pela expressão:

$$V = e' + r' \cdot i$$

Esta função pode ser representada pelo gráfico



Potências

Quando um receptor está em funcionamento, devemos destacar três potências:

Potência recebida: $P_R = V \cdot i$

Potência dissipada internamente: $P_D = r' \cdot i^2$

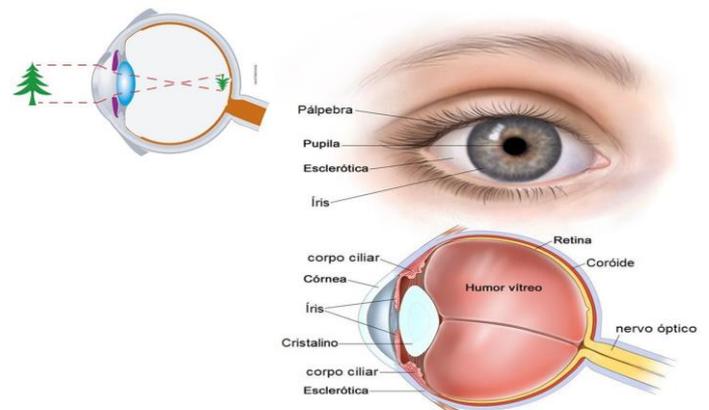
Potência útil: $P_u = e' \cdot i$

RENDIMENTO: define-se rendimento de um receptor como a razão entre a potência útil e a potência recebida:

$$h = P_{\text{útil}} / P_{\text{Recebida}}$$

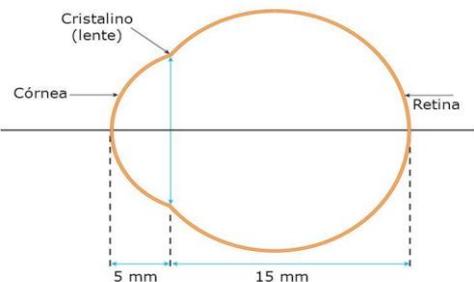
Olho Humano e Anomalias da Visão

O Olho Humano



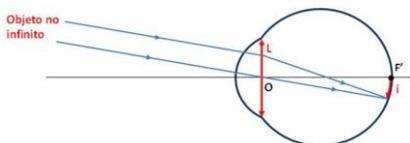
O Olho Humano – OLHO REDUZIDO

O olho como sistema óptico

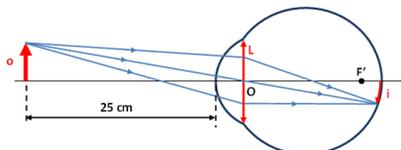


O Olho Humano – ACOMODAÇÃO VISUAL

Objeto no infinito (ponto remoto):



Objeto a 25 cm (ponto próximo):



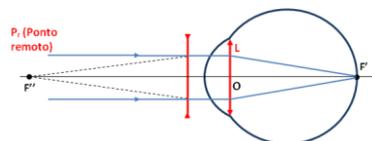
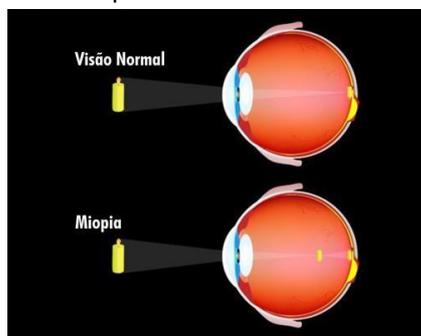
ANOMALIAS DA VISÃO

Emetropia: Um olho emetropo forma as imagens de maneira muito precisa na retina, ou seja, o ponto focal fica exatamente sobre a retina.

Ametropia: Erro da refração ocular que dificulta a nitidez da imagem na retina.

Miopia

O olho de uma pessoa míope apresenta dificuldade para focar objetos **distantes**, pois as imagens sofrem perda de nitidez. Isso significa dizer que o ponto remoto deixa de ser infinito e passa a se localizar a uma distância finita do olho.



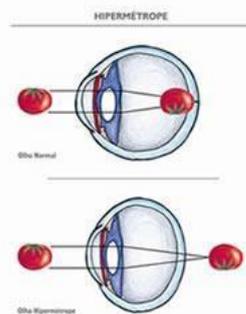
ANOMALIAS DA VISÃO

Exercício 1: Em uma consulta, um oftalmologista constatou que uma pessoa apresentava miopia igualmente nos dois olhos e receitou lentes divergentes de $-0,5$ di. Qual a

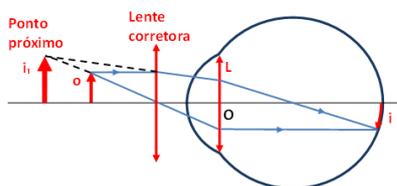
distância máxima que essa pessoa consegue enxergar sem a ajuda dos óculos?

Hipermetropia

O olho de uma pessoa hipermetrope apresenta dificuldade para focalizar objetos **próximos**, pois as imagens sofrem perda de nitidez



Hipermetropia



ANOMALIAS DA VISÃO

Exercício 2: Uma pessoa, para ler um jornal, precisa colocá-lo a 50 cm (0,50 m) de distância de seus olhos. Determine a convergência das lentes convergentes dos óculos dessa pessoa para que ela consiga ler o jornal nas condições normais, ou seja, a 25 cm dos olhos.

Presbiopia

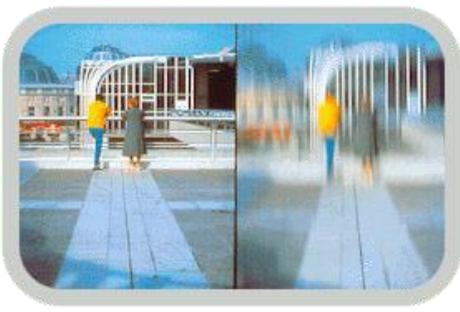
Também chamada de vista cansada, costuma afetar as pessoas a partir dos 40 anos. Trata-se de uma ametropia que provoca **dificuldade de enxergar** objetos a **curta distância**, normalmente causada por uma degeneração (enfraquecimento) dos músculos ciliares, que fazem a acomodação do cristalino.

A “correção” da presbiopia é feita com **lentes convergentes** com convergência dada pela mesma expressão utilizada na hipermetropia, ou seja:

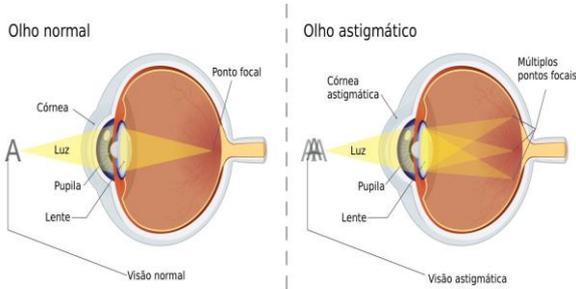


Astigmatismo

Em um olho normal, o formato da córnea é esférico, fazendo com que a luz passe pelo cristalino sem distorções. Já no olho de uma pessoa com astigmatismo, a córnea tem formato oval, fazendo com que a luz sofra distorção ao passar pelo cristalino.



Astigmatismo



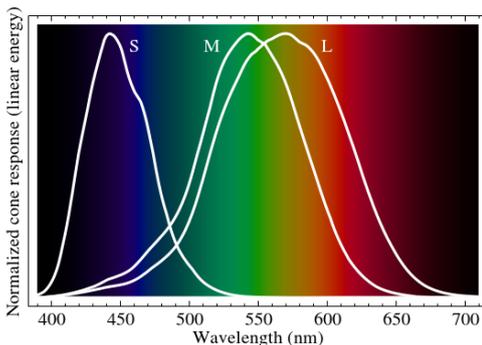
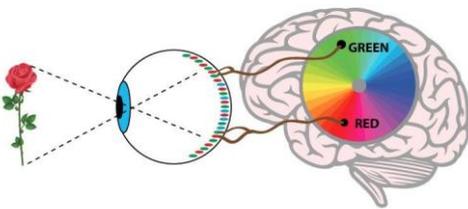
Ceratocone:



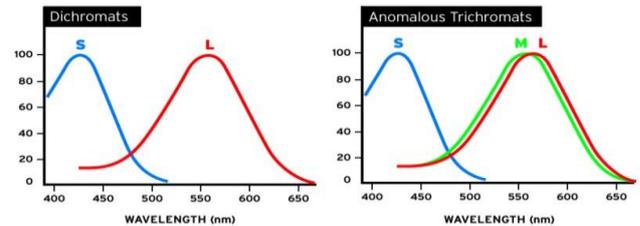
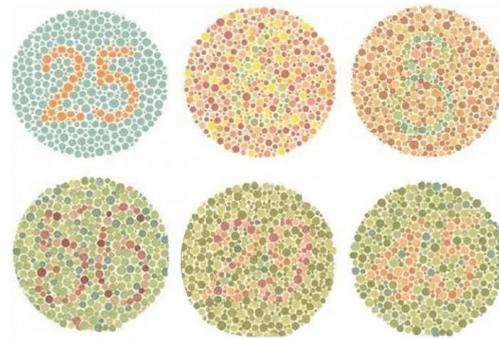
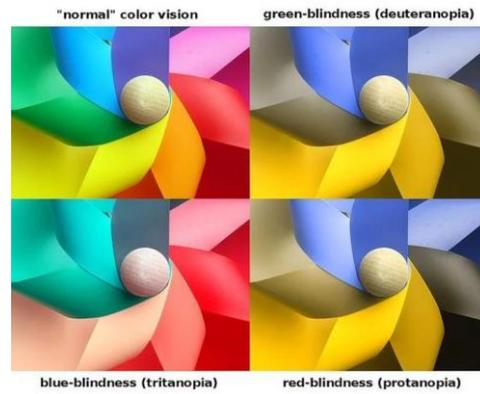
ANOMALIAS DA VISÃO



Daltonismo



O daltonismo é caracterizado pela impossibilidade de diferenciar todas ou algumas cores, causada por um gene localizado no cromossomo X. Geralmente, possui origem genética, mas pode ser causado por distúrbios neurológicos.

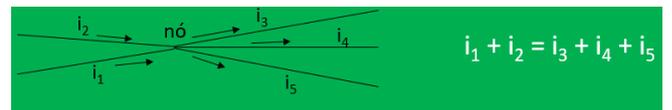


GERADORES, RECEPTORES ELÉTRICOS E AS LEIS DE KIRCHHOFF

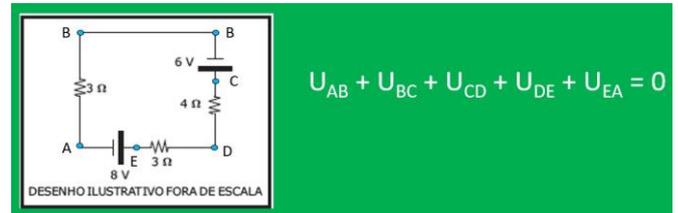
Leis de Kirchhoff

1ª Lei de Kirchhoff (Lei dos nós): em qualquer nó, a soma das correntes

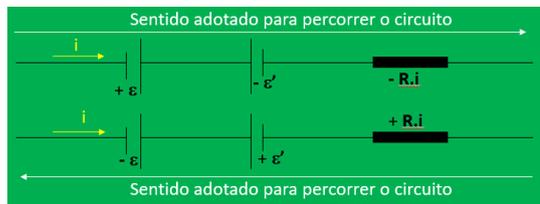
que chegam é igual à soma das correntes que saem do nó.



2ª Lei de Kirchhoff (Lei das malhas): A soma algébrica das ddp numa malha (circuito fechado) é nula.

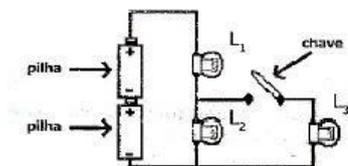


Passos para aplicação da Lei das Malhas:



- 1º Escolha a malha;
- 2º adote um sentido para a corrente elétrica;
- 3º Escolha um sentido para percorrer a malha;
- 4º adote como exemplo ao lado.

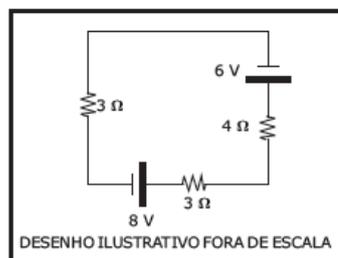
1. (EsPCEEx – 2013) O circuito elétrico de um certo dispositivo é formado por duas pilhas ideais idênticas de tensão “V” cada uma, três lâmpadas incandescentes ôhmicas e idênticas L_1 , L_2 e L_3 , uma chave e fios condutores de resistências desprezíveis. Inicialmente a chave está aberta, conforme o desenho abaixo. Em seguida, a chave do circuito é fechada. Considerando que as lâmpadas não se queimam, pode-se afirmar que



desenho ilustrativo - fora de escala

- A) a corrente de duas lâmpadas aumenta.
- B) a corrente de L_1 diminui e a de L_3 aumenta.
- C) a corrente de L_3 diminui e a de L_2 permanece mesma.
- D) a corrente de L_1 diminui e a corrente de L_2 aumenta.
- E) a corrente de L_1 permanece a mesma e a de L_2 diminui.

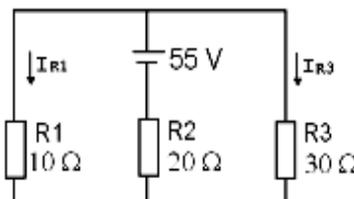
2. (EsPCEEx – 2017) O desenho abaixo representa um circuito elétrico composto por resistores ôhmicos, um gerador ideal e um receptor ideal. A potência elétrica dissipada no resistor de 4Ω do circuito é:



- A) 0,16 W
- B) 0,20 W
- C) 0,40 W
- D) 0,72 W
- E) 0,80 W

3. (BCT ME – 2012) Com relação ao circuito elétrico a seguir, assinale a alternativa na qual estão indicados corretamente os valores da intensidade de corrente

elétrica, em ampères, correspondentes a I_{R1} e I_{R3} , respectivamente.



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

Movimento Harmônico Simples

Movimento Oscilatório e Periódico

Oscilatório: Quando um corpo realiza movimentos de ida e volta (inversão de sentido) em torno da sua posição de equilíbrio.

Periódico: Quando um corpo realiza movimentos repetitivos em intervalos de tempo iguais.



Obs.: Os ponteiros dos relógios executam movimentos periódicos, mas não oscilatórios.

Movimento harmônico simples (MHS)

Frequência: É o número de vezes que um fenômeno se repete em um intervalo de tempo.

$$F: \frac{n}{\Delta t}$$

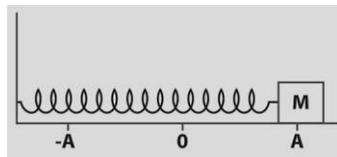
Unidade no SI: (Hz)

Período: É o intervalo de tempo necessário para que um fenômeno se complete.

$$T: \frac{\Delta t}{n}$$

Unidade no SI: (s)

Amplitude: É a distância entre o ponto de equilíbrio de um corpo e seu e seu ponto de afastamento má



Dizemos que um corpo executa um MHS quando seu movimento for oscilatório, periódico e puder ser descrito por funções trigonométricas.

Pêndulo Simples

Sistema Massa – Mola

Relação MHS e MCU

MHS - Equações

Função Horária da Posição/Enlongação:

$$x = A \cdot \cos(\varphi_0 + \omega \cdot t)$$

Onde:

x é a posição do corpo que está em MHS.

A é a amplitude do movimento.

ω é a pulsação.

t é o tempo.

φ_0 é a fase inicial, a posição angular inicial do MCU correspondente.

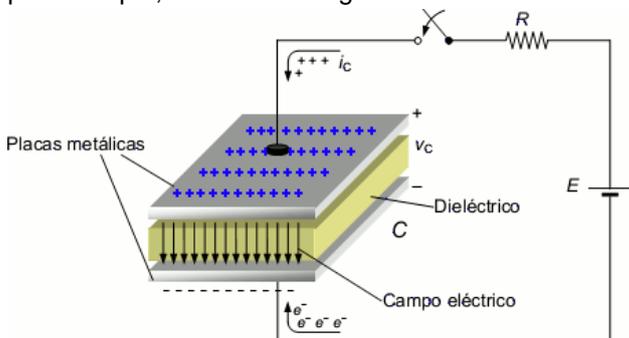
Função Horária da Velocidade:

$$v = -\omega A \cdot \sin(\varphi_0 + \omega \cdot t)$$

$$a = -\omega^2 A \cdot \cos(\varphi_0 + \omega \cdot t)$$

CAPACITORES

OS CAPACITORES Armazenam energia potencial elétrica, através do acúmulo de cargas nas suas placas, quando submetidos a uma diferença de potencial. Essa energia poderá ser utilizada num momento futuro, como, por exemplo, num flash fotográfico.



Capacitância (C): capacidade que um capacitor tem de acumular cargas elétricas de acordo com a diferença de potencial entre as armaduras.

$$C = Q/V$$

A unidade de capacitância é o Farad (F). $1 \text{ F} = \text{C/V}$

Energia potencial eletrostática armazenada num capacitor (E)

$$E = C \cdot V^2/2$$

$$E = Q \cdot V/2$$

$$E = Q^2/2C$$

A capacitância (C) também pode ser dada por: $C = \epsilon \cdot A/d$

ϵ = permissividade elétrica do vácuo

A = área de uma das placas

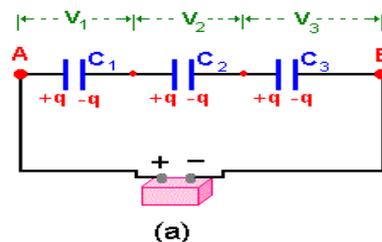
d = distância entre as placas

A capacitância C pode ser alterada modificando-se o meio (dielétrico) entre as placas, a área ou a distância. No caso de inserção de outro meio entre as placas, a capacitância terá a seguinte fórmula:

$$C = k \epsilon \cdot A/d$$
 Onde k é a constante dielétrica do meio.

ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES

EM SÉRIE



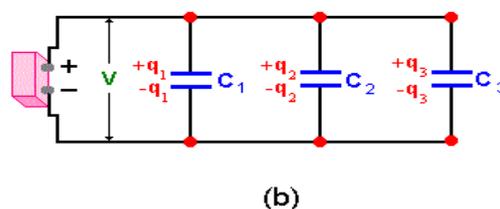
Os capacitores associados em série têm a MESMA QUANTIDADE DE CARGA elétrica ($Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$). Se tiverem também capacitâncias iguais, terão também igual diferença de potencial. Porém, em regra, a ddp de cada capacitor é diferente.

Dois a dois, temos: $C_{eq} = C_1 \times C_2 / (C_1 + C_2)$

Capacitância equivalente C_{eq}

$$1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots + 1/C_n$$

EM PARALELO



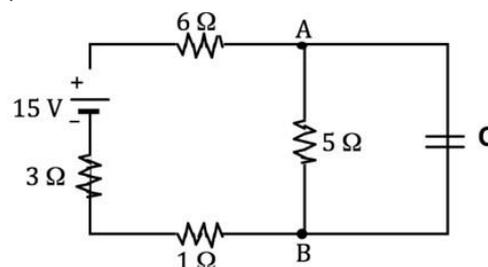
Os capacitores associados em paralelo têm a MESMA diferença de potencial ($V_1 = V_2 = \dots = V_n$). Se tiverem também capacitâncias iguais, terão também igual quantidade de carga elétrica. Porém, em regra, a quantidade de carga elétrica é diferente.

Capacitância equivalente C_{eq}

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$

Se os capacitores forem iguais, ou seja, de mesma capacitância: $C_{eq} = C/n$

Quando tivermos capacitores em circuitos com resistores (ver figura abaixo), duas situações podem ser cobradas em prova.

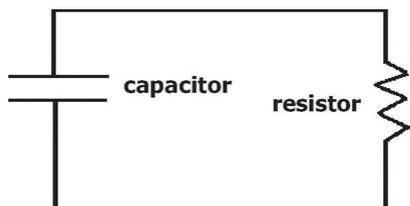


1ª Situação: o capacitor está completamente carregado. Neste caso, ele funciona como um circuito aberto. E para

efeito de cálculo, elimine o capacitor e os resistores que estiverem em série com ele. Ache a diferença de potencial do resistor que estiver em paralelo com o capacitor. Essa diferença de potencial será a mesma para o referido capacitor.

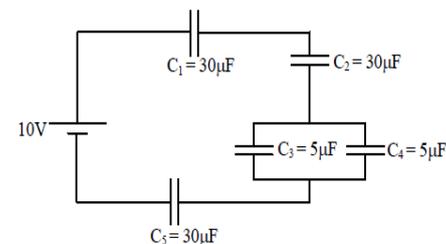
2ª Situação: o capacitor está descarregado. Neste caso ele funciona como um circuito fechado, ou seja, como se fosse um fio.

1. (EsPCEX - 2017) Um capacitor de capacitância igual a 2Pf está completamente carregado e possui uma diferença de potencial entre suas armaduras de 3V. Em seguida, este capacitor é ligado a um resistor ôhmico por meio de fios condutores ideais, conforme representado no circuito abaixo, sendo completamente descarregado através do resistor. Nesta situação, a energia elétrica total transformada em calor pelo resistor é de:



- A) $1,5 \cdot 10^{-6}$ J
- B) $6,0 \cdot 10^{-6}$ J
- C) $9,0 \cdot 10^{-6}$ J
- D) $12,0 \cdot 10^{-6}$ J
- E) $18,0 \cdot 10^{-6}$ J

2. (EEAR - 2018.1) No circuito mostrado na figura abaixo determine, em μC , o valor da carga total fornecida pela fonte.



- A) zero
- B) 24
- C) 50
- D) 100

3. (EFOMM - 2009) 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

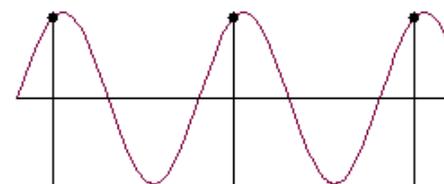
Introdução à Ondulatória

ONDA:

É energia sendo transmitida periodicamente propagação.

NÃO HÁ TRANSPORTE DE MATÉRIA

HÁ TRANSPORTE DE ENERGIA



TIPOS DE ONDA

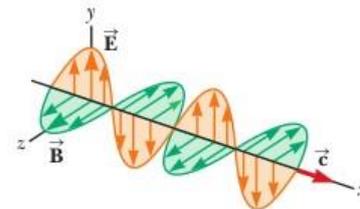
Quanto à sua natureza:

Onda Mecânica: Precisa de um meio material para se propagar (não se propagam no vácuo).

Ex.: Ondas em cordas, molas, ondas sonoras, ondas na água e etc.

Onda Eletromagnética: Não precisa de um meio material para se propagar (se propagam no vácuo).

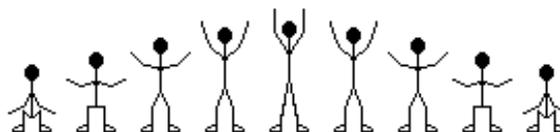
Ex.: Micro-ondas, luz visível, ultravioleta, raio x, etc.



TIPOS DE ONDA

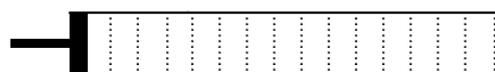
Quanto à direção de propagação:

Onda transversal: A direção do movimento é perpendicular à direção de propagação.



Ex.: Ondas em cordas, todas as ondas eletromagnéticas e etc.

Onda longitudinal: A direção do movimento coincide com a direção de propagação.

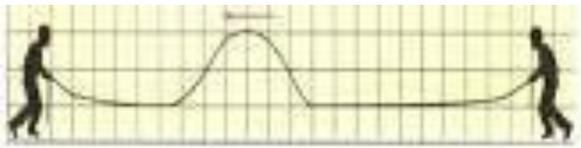


Ex.: Ondas sonoras, algumas ondas em molas e etc.

Onda mista: Possui movimento transversal e longitudinal

Ex.: Ondas na superfície da água.

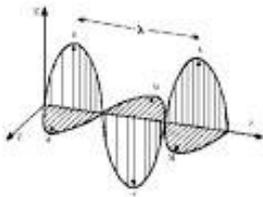
Onda Unidimensional: A energia se propaga linearmente, como na corda.



Onda Bidimensional: A energia se propaga superficialmente, como na superfície de um líquido.

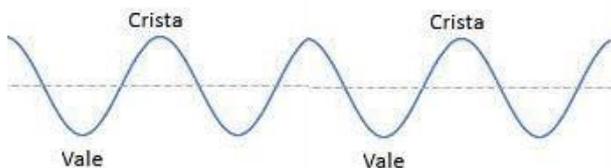


Onda Tridimensional: A energia se propaga no espaço, como as ondas sonoras e luminosas.



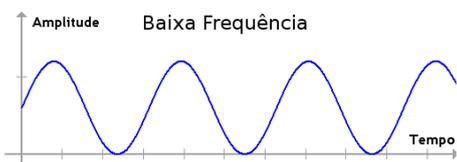
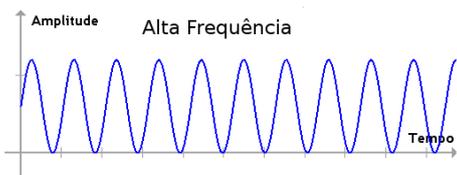
Características das Ondas

Cristas e Vales: Posições mais distantes acima (crista) e abaixo (vale) do ponto de equilíbrio.



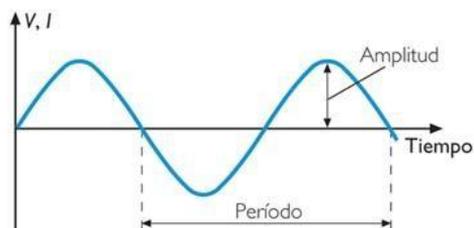
Grandezas Características das Ondas

Frequência (f): É o número de oscilações completas em uma unidade de tempo.



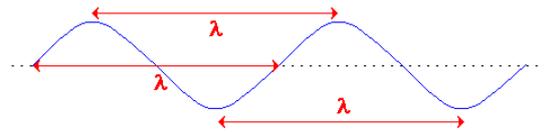
$$f_{onda} = f_{oscilador}$$

Período (T): É o tempo gasto para completar uma oscilação.

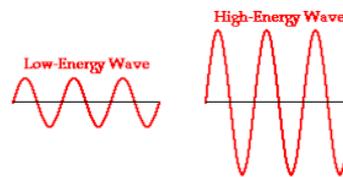
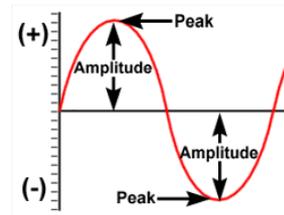


$$T_{onda} = T_{oscilador}$$

Comprimento de onda (λ): É a distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos.



Amplitude (A): É a distância entre o ponto de equilíbrio e uma crista ou um vale. Está relacionada com a energia transportada: quanto maior a amplitude, maior a energia.



Velocidade: É a rapidez com que a energia transmitida pela onda é propagada no meio.

$$v = \lambda f$$

$$v = \frac{\lambda}{f}$$

MAGNETISMO - CONCEITOS INICIAIS DO MAGNETISMO

ÍMÃS: Tipos de rochas que atraem pequenos objetos de ferro constituídas por um **óxido de ferro (Fe_3O_4)**, a que damos o nome de **ímã natural**.

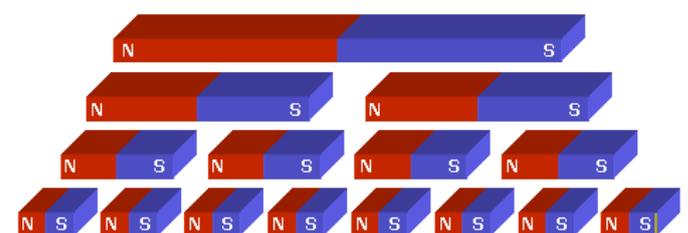
Através de processos de imantação, pode-se obter ímãs artificiais em forma de **barra, ferradura ou disco**.

Propriedades do ímã

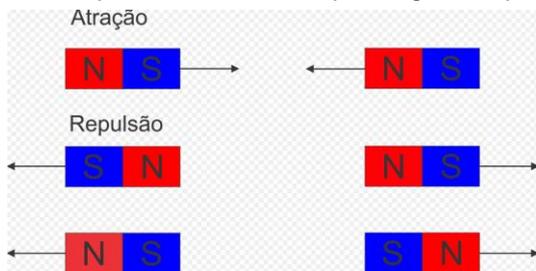
O ímã possui dois polos: o polo norte (N) e o polo sul (S), que correspondem às regiões do ímã onde as ações magnéticas são mais intensas.



Os polos de um ímã são inseparáveis. Cada pedaço do ímã gera um novo ímã com seus polos norte (N) e sul (S).



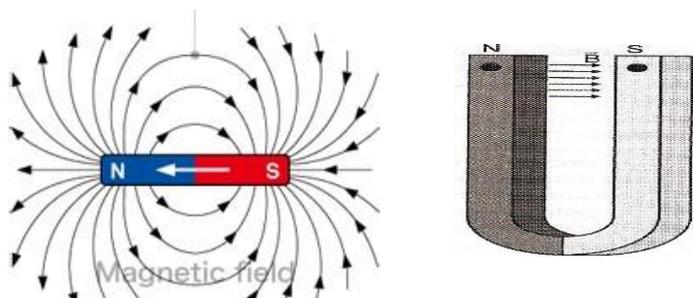
Polos opostos se atraem e polos iguais repelem-se.



CAMPO MAGNÉTICO

Denominamos **CAMPO MAGNÉTICO** toda região do espaço ao redor de um ímã. O poder deste campo magnético em cada ponto do espaço é determinado pelo **VETOR INDUÇÃO MAGNÉTICA (B)**.

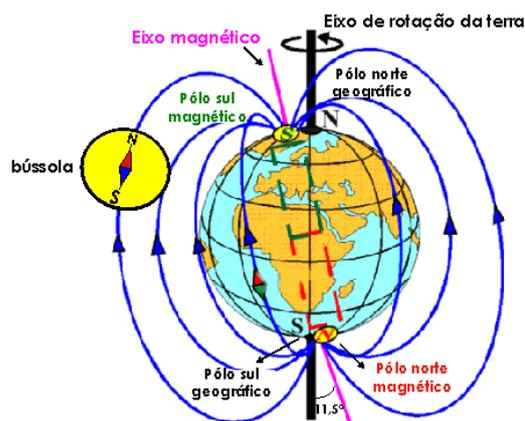
A intensidade do vetor de indução magnética é medida no S.I em uma unidade denominada **tesla (T)**.



Orientação de uma agulha magnética (bússola)

O Planeta Terra é um grande ímã

Um ímã posto a girar livremente na superfície da Terra terá um dos seus lados apontando para o norte geográfico da Terra (esse é o polo norte do ímã), já o outro lado do ímã apontará para o sul geográfico da Terra (esse lado do ímã é o seu polo sul)



SUBSTÂNCIAS MAGNÉTICAS

Substâncias diamagnéticas: São aquelas que não podem ser imantadas (cobre, chumbo, água, bismuto e antimônio), ou, se imantadas, adquirem polaridades opostas.

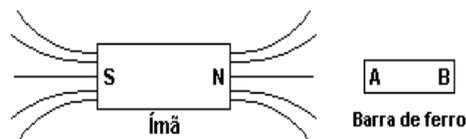
Substâncias paramagnéticas: São aquelas que podem ser imantadas, porém o poder magnético é muito fraco (a maioria das substâncias, como alumínio, platina, estanho, manganês, cromo e o ar).

Substâncias ferromagnéticas: São aquelas que podem ser imantadas e o poder magnético é forte (ferro, níquel, aço e cobalto).

1. Se for feito um corte transversal em um ímã em forma de barra, dividindo-o em duas partes iguais, pode-se afirmar que:

- A) na secção de corte nada ocorre.
- B) o polo norte conserva-se isolado, mas o polo sul desaparece.
- C) obtém-se um polo norte e um polo sul isolados.
- D) na secção de corte, surgem polos contrários àqueles das extremidades das partes.
- E) na secção de corte, as duas partes se desmagnetizam.

2. Considere um ímã permanente e uma barra de ferro inicialmente não imantada, conforme a figura a seguir.

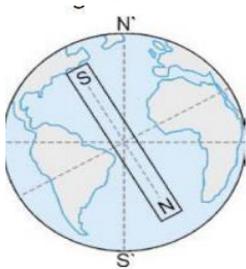


Ao aproximarmos a barra de ferro do ímã, observa-se a formação de um polo _____ em A, um polo _____ em B e uma _____ entre o ímã e a barra de ferro.

A alternativa que preenche respectiva e corretamente as lacunas da afirmação anterior é

- A) norte, sul, repulsão
 - B) sul, sul, repulsão.
 - C) sul, norte, atração.
 - D) norte, sul, atração
3. O polo sul de um ímã que está livre para girar para qualquer posição se direciona:
- A) para o Norte da Terra.
 - B) para o Sul da Terra.
 - C) não depende dos pontos cardeais.
 - D) para o Oeste da Terra.
 - E) para o Leste da Terra.

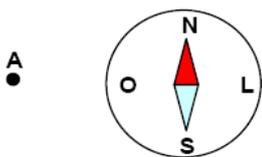
4. Abaixo, mostramos a figura da Terra, onde N 'e S' são os polos norte e sul geográficos e N e S são os polos norte e sul magnéticos.



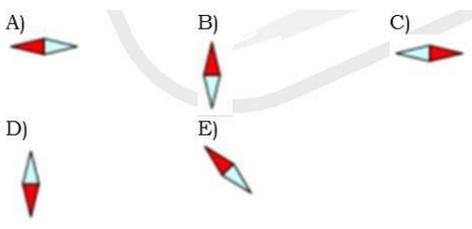
Sobre as linhas do campo magnético, é correto afirmar que:

- A) elas são paralelas ao Equador.
- B) elas são radiais ao centro da Terra.
- C) elas saem do polo norte magnético e entram no polo sul magnético.
- D) o campo magnético é mais intenso no Equador.
- E) o polo sul magnético está próximo ao sul geográfico.

5. Uma bússola sobre uma mesa apresenta a orientação indicada na figura abaixo.



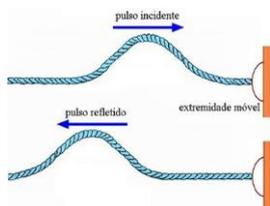
Se, em A, for colocado um ímã com o polo norte voltado para a bússola, ter-se-á a seguinte orientação:



Fenômenos Ondulatórios

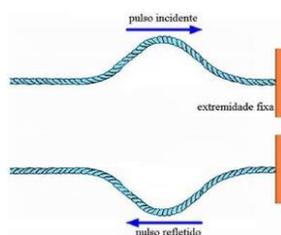
Reflexão de Ondas:

1. Extremidade Móvel:



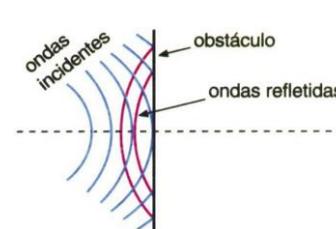
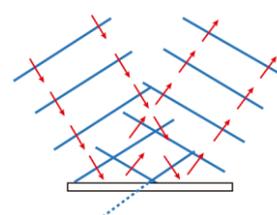
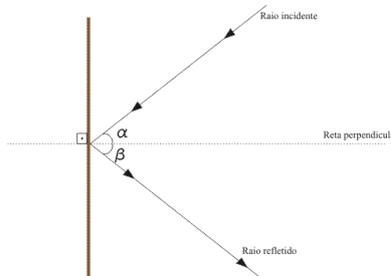
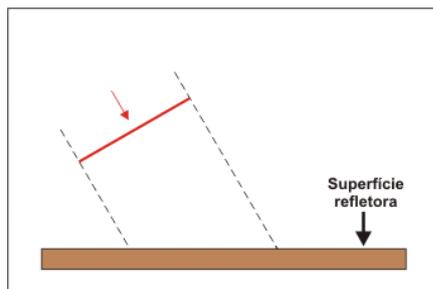
Não há inversão de fase

2. Extremidade Fixa:



Acontece inversão de fase

3. Ondas Bidimensionais:



Não se alteram:

Velocidade

Frequência

Comprimento de onda

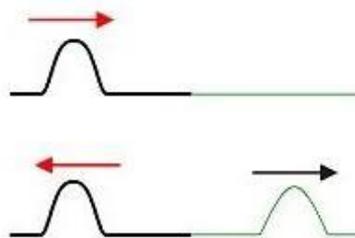
São válidas as Leis da Reflexão estudadas na Óptica Geométrica.

Refração de Ondas:

Ocorre quando a onda muda de meio de propagação.

Onda Unidimensional:

Primeira corda mais densa:



Se o pulso sai de um meio menos refringente para um meio mais refringente, o pulso refletido muda de fase.

Primeira corda menos densa:



Onda Unidimensional:

O pulso incidente e refletido tem o mesmo valor absoluto de velocidade.

Pulso Incidente:

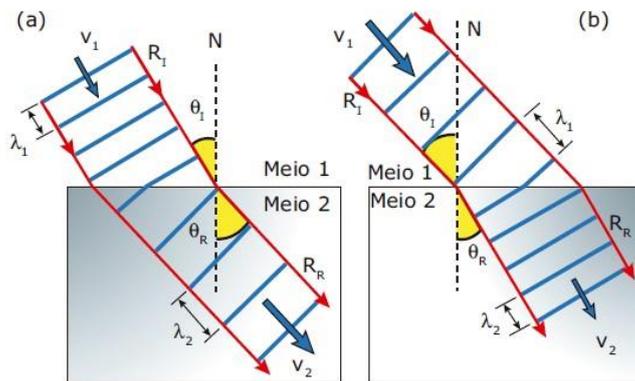
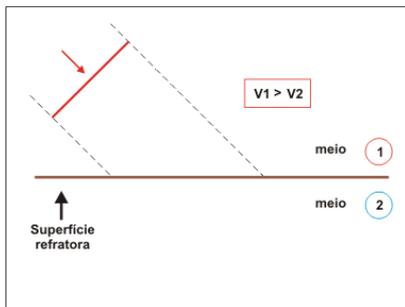
$$v: \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$v': \sqrt{\frac{T}{\mu'}}$$

Como $f = cte$:

$$\frac{v}{v'} = \frac{\lambda}{\lambda'}$$

Meio Bidimensional:



$$v_2 > v_1 \Rightarrow \begin{cases} f_2 = f_1 \\ \lambda_2 > \lambda_1 \\ \theta_R > \theta_1 \end{cases} \quad v_2 < v_1 \Rightarrow \begin{cases} f_2 = f_1 \\ \lambda_2 < \lambda_1 \\ \theta_R < \theta_1 \end{cases}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

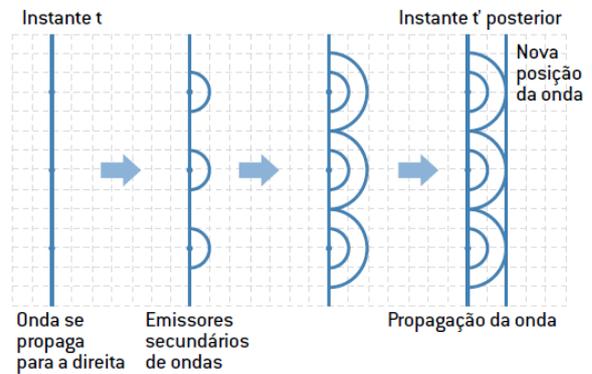
Difração de Ondas:

Frentes de Onda:

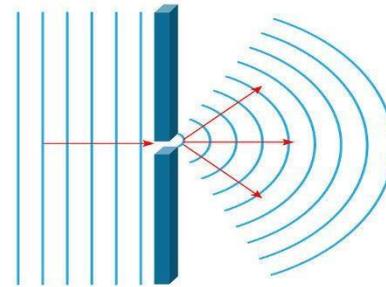
Conjunto de pontos que são atingidos ao mesmo tempo e pela mesma fase da onda.

Princípio de Huygens:

“Cada ponto em uma frente de onda funciona como uma nova fonte, produzindo ondas que se propagam com a mesma frequência, velocidade e na mesma direção das ondas originais.”



Consiste na capacidade das ondas de contornar obstáculos ou atravessar fendas, conforme mostra a figura.



Não se alteram:

Velocidade

Frequência

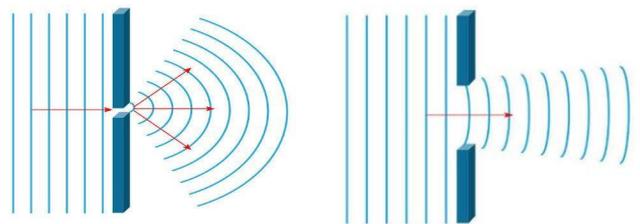
Comprimento de onda

A forma da onda muda.

Tamanho da fenda:

Quanto maior o tamanho da fenda, em relação ao comprimento de onda,

menos intenso torna-se o fenômeno de difração:



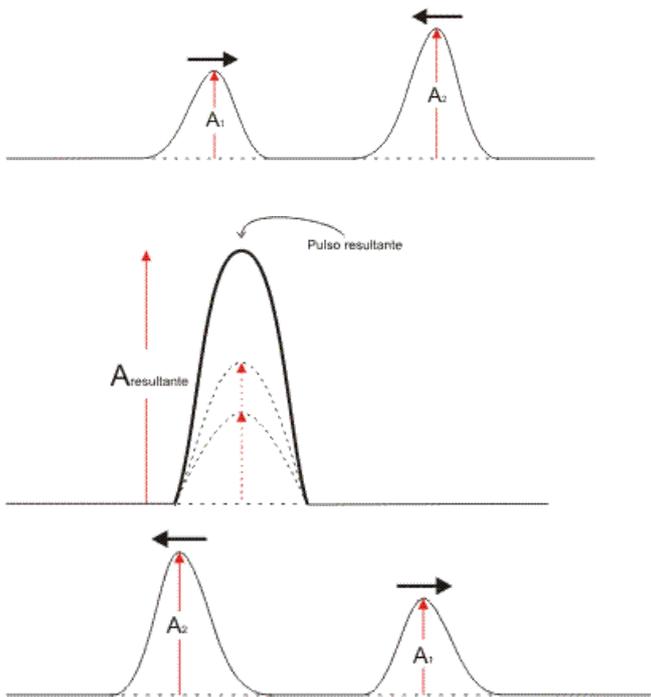
Para que a difração seja mais acentuada:

$$d \leq \lambda$$

Interferência

Acontece quando duas ou mais ondas de mesma natureza atingem simultaneamente um mesmo ponto do espaço, ou seja, é a superposição de ondas no espaço.

Em pulsos: Interferência Construtiva

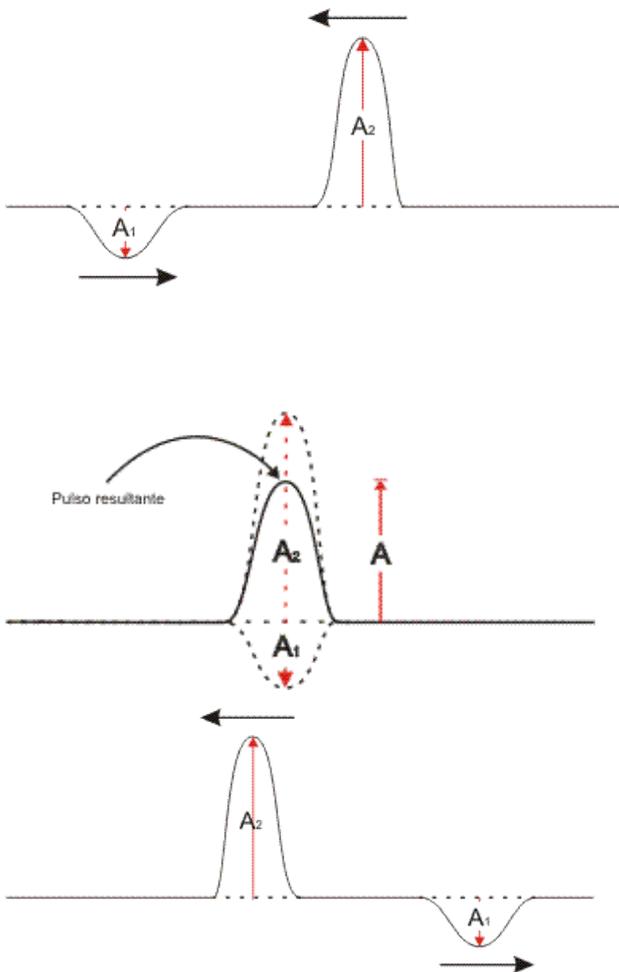


Observe que:

A amplitude resultante é igual à soma das amplitudes dos dois pulsos;

Após a superposição (interferência), os pulsos continuam a propagação em suas formas originais.

Interferência Destrutiva

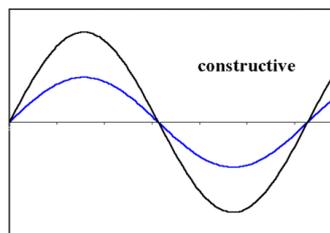


Observe que:

a amplitude resultante é igual à subtração das amplitudes dos dois pulsos;

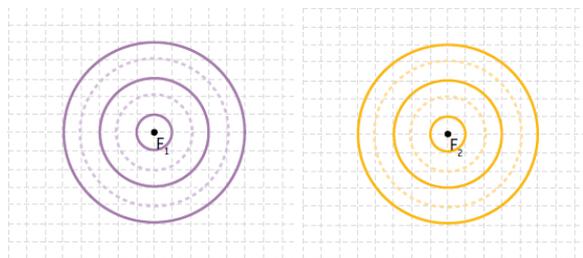
após a superposição (interferência), os pulsos continuam a propagação em suas formas originais.

Interferência

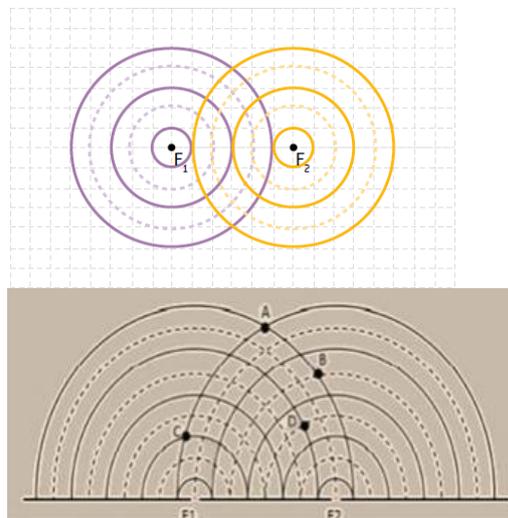


Em ondas bidimensionais:

Considere duas ondas bidimensionais, onde as linhas contínuas representam Cristas e as tracejadas representam Vales:



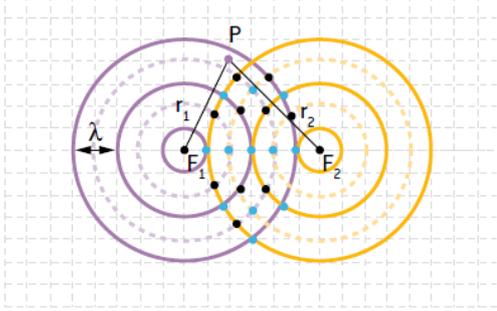
Quando essas duas ondas se encontram, ocorre o fenômeno da interferência (superposição):



Pontos A e C: interferência construtiva

Pontos B e D: interferência destrutiva.

Para definir o tipo de interferência em um ponto qualquer P:



$$\Delta r = |r_1 - r_2| = n \cdot \frac{\lambda}{2}$$

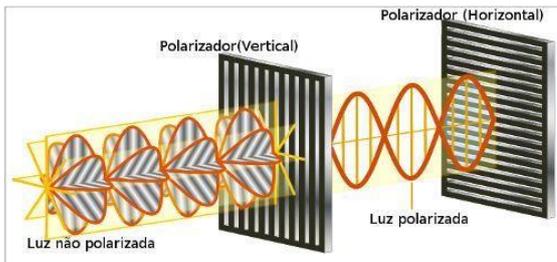
Se n for um inteiro par: interferência construtiva. Neste caso: $\Delta r = \lambda; 2\lambda; 3\lambda; \dots$

Se n for um inteiro ímpar: interferência destrutiva. Neste caso: $\Delta r = \lambda/2; 3(\lambda/2); 5(\lambda/2).$

$n=0, 1, 2, 3, \dots$

Polarização

Quando fazemos uma luz que oscila em várias direções, oscilar em apenas uma.



Não ocorre em ondas longitudinais!



Não Polarizadas

Polarizada

Ressonância

Acontece quando um sistema físico recebe energia que se propaga em frequência igual a uma de suas frequências naturais de vibração.

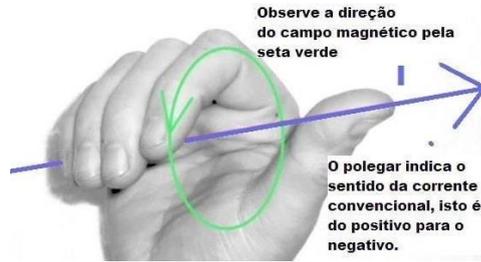
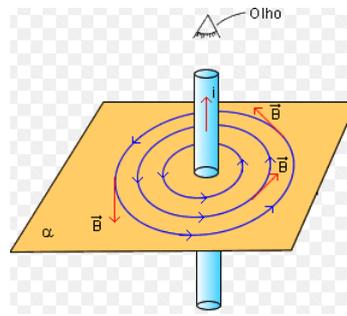
O sistema físico passa a vibrar com maior amplitude.

FONTES DO CAMPO MAGNÉTICO

CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR UMA CORRENTE ELÉTRICA QUE PERCORRE UM FIO RETILÍNEO MUITO LONGO.

$$\text{Módulo: } B = \mu_0 \cdot i / 2\pi r$$

Direção e sentido dados pela regra da mão direita



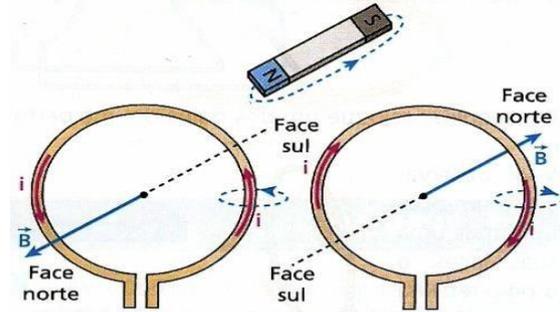
Observe a direção do campo magnético pela seta verde

O polegar indica o sentido da corrente convencional, isto é, do positivo para o negativo.

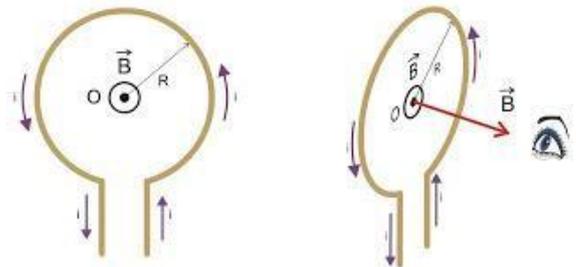
Campo magnético gerado por uma corrente elétrica que circula uma espira circular.

$$\text{Módulo: } B = \mu_0 \cdot i / 2R$$

Direção e sentido dados pela regra da mão direita



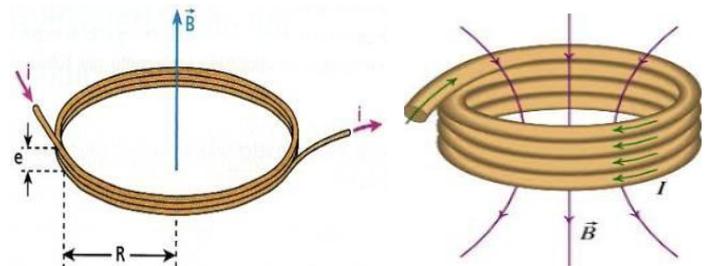
Em todos os casos, as linhas de indução vão, externamente, do norte para o sul.



CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR UMA CORRENTE ELÉTRICA QUE CIRCULA UMA BOBINA CHATA

$$\text{Módulo: } B = n \cdot \mu_0 \cdot i / 2R$$

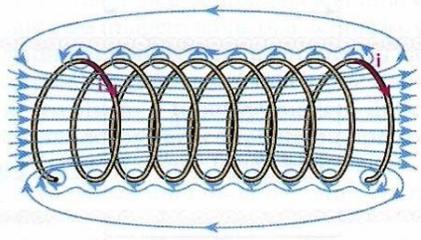
Direção e sentido dados pela regra da mão direita



CAMPO MAGNÉTICO GERADO POR UMA CORRENTE ELÉTRICA QUE CIRCULA UM SOLENOIDE

Módulo: $B = \mu_0 \cdot n \cdot i / L$ $n/L = N$ é a densidade de espira do solenoide

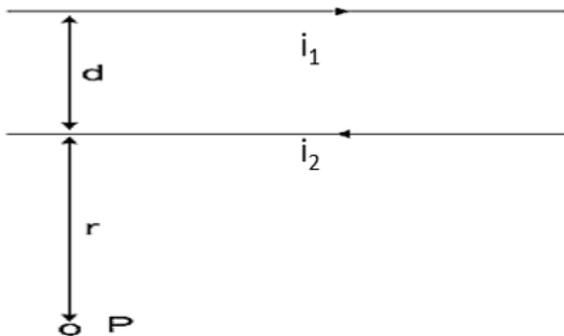
Direção e sentido dados pela regra da mão direita



1. Um solenóide de 1000 espiras por metro é percorrido por uma corrente de intensidade i . Sabendo que o vetor de indução magnética no seu interior tem intensidade $B = 4\pi \cdot 10^{-4} \text{ T}$, determine o valor de i . O meio é o vácuo e $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$

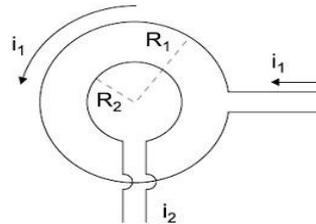
- A) 5 A
- B) 4 A
- C) 1 A
- D) 2 A
- E) 3 A

2. Dois fios retos, paralelos e longos conduzem correntes constantes, de sentidos opostos e intensidades iguais ($i = 50 \text{ A}$), conforme a figura. Sendo $d = 2 \text{ m}$, $r = 10 \text{ m}$ e μ_0 a permeabilidade magnética do vácuo, a intensidade do campo magnético que essas correntes estabelecem em P é:



- A) $5\mu_0/12\pi$
- B) $5\mu_0/4\pi$
- C) $25\mu_0/4\pi$
- D) $40\mu_0/3\pi$
- E) $50\mu_0/9\pi$

3. Duas espiras concêntricas e situadas num mesmo plano são percorridas pelas correntes elétricas i_1 e i_2 . Sendo seus raios respectivos $R_1 = 2R$ e $R_2 = R$, qual deve ser o sentido da corrente i_2 e qual a razão entre as intensidades i_1 e i_2 para que o campo magnético resultante no centro das espiras seja nulo?



- A) horário e 2
- B) anti-horário e 2
- C) horário e 4
- D) anti-horário e 4

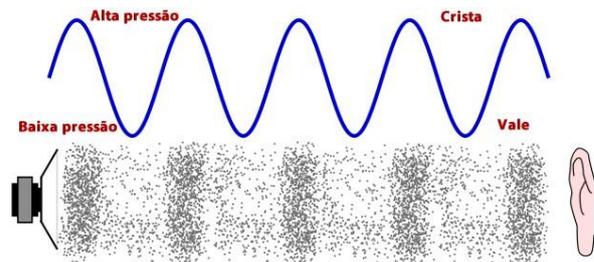
4. Qual deve ser o número de espiras circulares de raio $10\pi \text{ cm}$ que constitui uma bobina chata, sabendo-se que, quando no vácuo ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$) e percorrida por uma corrente elétrica de intensidade 2 A , tem no seu centro um campo magnético de intensidade $2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$?

- A) 30
- B) 40
- C) 50
- D) 60

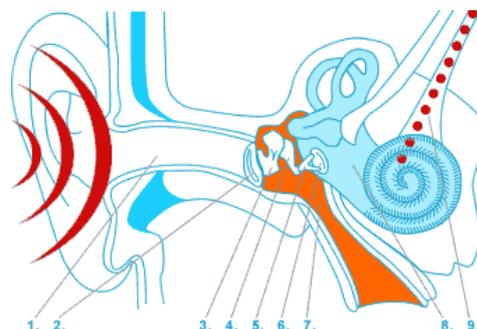
Ondas Sonoras

Ondas Sonoras

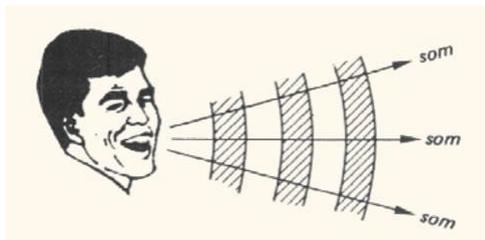
São caracterizadas por ondas pressão: Para que uma onda sonora percorra certa distância em um meio, este sofre uma série de compressões e expansões ao longo da direção de propagação.



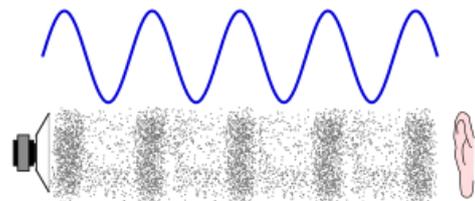
Essas variações de pressão no meio chegam ao ouvido humano:



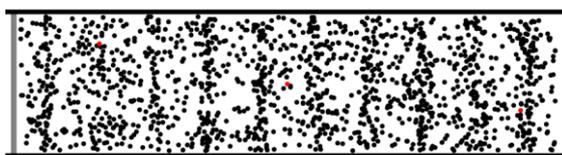
São produzidas por movimentos vibratórios e expandem-se no espaço (ondas tridimensionais):



São ondas mecânicas (necessitam de um meio material para se propagar):



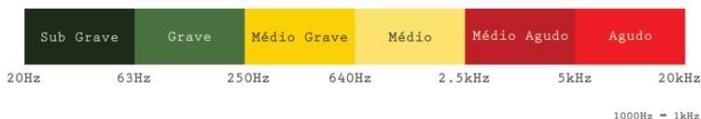
São longitudinais (a direção de vibração coincide com a direção de propagação):



Sons, intrassons e ultrassons

A faixa média de frequências audíveis para um ouvido humano normal varia de 20Hz até 20.000Hz.

Espectro Sonoro Audível



Velocidade do som

A maioria dos sons chega ao ouvido transmitido pelo ar.

Quanto mais denso é melhor transmissor, pois as moléculas estão mais próximas transmitindo melhor a energia de umas para as outras.

A velocidade de propagação do som num dado meio depende da temperatura em que esse meio se encontra.

Material	Estado físico	Velocidade de propagação do som (m/s)
Ar (10 °C)	Gasoso	331
Ar (20°C)	Gasoso	343
Ar (30 °C)	Gasoso	350
Álcool etílico (20° C)	Líquido	1180
Água (20° C)	Líquido	1480
Água do mar (20° C)	Líquido	1522
Cortiça (20° C)	Sólido	32
Vidro (20° C)	Sólido	4540
Betão (20° C)	Sólido	5000
Granito (20° C)	Sólido	6000

$$V_{\text{sólidos}} > V_{\text{líquidos}} > V_{\text{gases}}$$

Equação fundamental da ondulatória para uma onda sonora

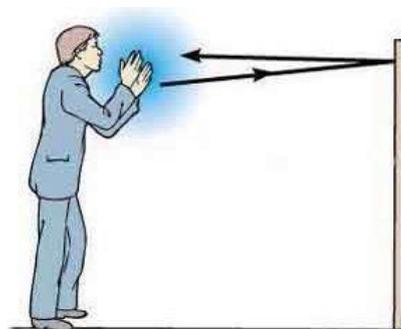
$$v = \lambda \cdot f$$

V = velocidade

λ = comprimento de onda

f = frequência

Eco, Reforço e Reverberação



Reforço

Acontece, por exemplo, quando os sons 1 e 2 chegam quase simultaneamente ao ouvido do observador. Assim, ela não é capaz de diferenciar esses dois sons e há um reforço na intensidade sonora, ou seja, o som parece mais intenso.

Reverberação

Acontece, quando os sons 1 e 2 chegam ao ouvido com um intervalo de tempo não desprezível, mas inferior a 0,1 s, o observador percebe um prolongamento da sensação sonora.

Eco

Os sons 1 e 2 chegam ao ouvido com um intervalo de tempo de 0,1s

O observador é capaz de diferenciar claramente os dois sons e o som parece duplicado.

Para que os dois sons apresentem um intervalo de tempo mínimo de 0,1s, a parede (barreira) deve estar situada a uma distância mínima de 17m da pessoa.

1) **(Enem)** A ultrassonografia, também chamada de ecografia, é uma técnica de geração de imagens muito utilizada em medicina. Ela se baseia na reflexão que ocorre quando um pulso de ultrassom, emitido pelo aparelho colocado em contato com a pele, atravessa a superfície que separa um órgão do outro, produzindo ecos que podem ser captados de volta pelo aparelho. Para a observação de detalhes no interior do corpo, os pulsos sonoros emitidos têm frequências altíssimas, de até 30 MHz, ou seja, 30 milhões de oscilações a cada segundo. A determinação de distâncias entre órgãos do corpo humano feita com esse aparelho fundamenta-se em duas variáveis imprescindíveis:

A) a intensidade do som produzido pelo aparelho e a frequência desse som.

B) a quantidade de luz usada para gerar as imagens no aparelho e a velocidade do som nos tecidos.

C) a quantidade de pulsos emitidos pelo aparelho a cada segundo e a frequência dos sons emitidos pelo aparelho.

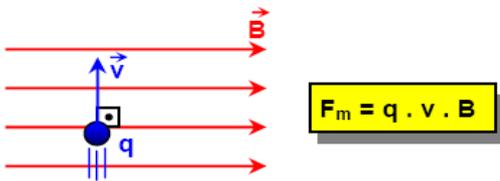
D) a velocidade do som no interior dos tecidos e o tempo entre os ecos produzidos pelas superfícies dos órgãos.

E) o tempo entre os ecos produzidos pelos órgãos e a quantidade de pulsos emitidos a cada segundo pelo aparelho.

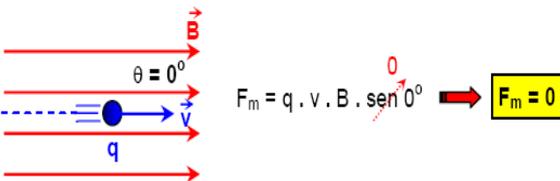
FORÇA MAGNÉTICA

FORÇA MAGNÉTICA NUMA PARTÍCULA CARREGADA QUE PENETRA UMA REGIÃO DE CAMPO MAGNÉTICO

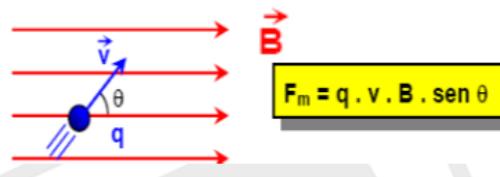
Velocidade da partícula carregada formando um ângulo de 90° com o vetor indução magnética. Nesse caso, a trajetória da partícula é circular (MCU).



Velocidade da partícula carregada formando um ângulo de 180° com o vetor indução magnética. Nesse caso, a trajetória da partícula é retilínea (MRU).

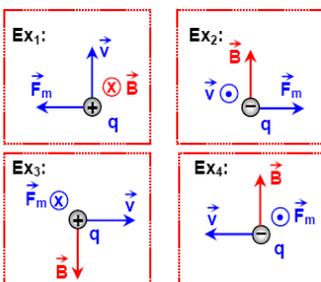


Velocidade da partícula carregada formando um ângulo θ com o vetor indução magnética. Nesse caso, a trajetória da partícula é uma espiral.



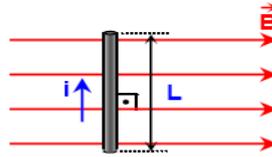
REGRA DA MÃO DIREIRA PARA DESCOBRIR A DIREÇÃO E O SENTIDO DA FORÇA MAGNÉTICA

Para carga positiva, coloque os quatro dedos no sentido da velocidade, apontando a palma da mão para onde aponta o campo magnético. O polegar indicará a direção e o sentido do campo magnético. Se a carga for negativa, gire o polegar de 180°

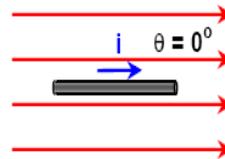


FORÇA MAGNÉTICA SOBRE UM FIO CONDUTOR PERCORRIDO POR CORRENTE ELÉTRICA NA PRESENÇA DE UM CAMPO MAGNÉTICO

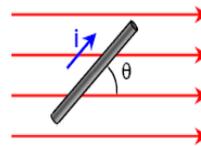
Fio formando um ângulo de 90° com o vetor indução magnética. Nesse caso, a força magnética no fio é dada por $F_{MAG} = B.i.L$



Fio formando um ângulo de 0° ou 180° com o vetor indução magnética. Nesse caso, a força magnética no fio é nula $F_{MAG} = 0$



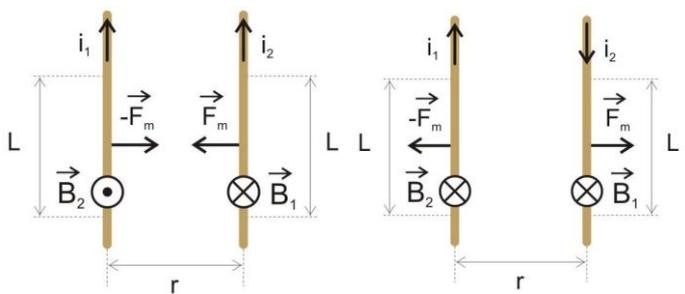
Fio formando um ângulo θ com o vetor indução magnética. Nesse caso, a força magnética no fio é dada por $F_{MAG} = B.i.L.sen\theta$



FORÇA MAGNÉTICA ENTRE FIOS CONDUTORES PARALELOS

Considere dois fios condutores retos e paralelos, percorridos por **correntes elétricas**, i_1 e i_2 , e separados por uma **distância r**. Os **fios interagem entre si** com uma **força magnética de intensidade**:

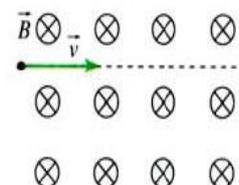
$$F_{MAG} = \mu_0.i_1.i_2.L/2\pi r$$



As forças que agem nos fios constituem um **par de ação e reação**. E podem ser de **atração** ou de **repulsão**.

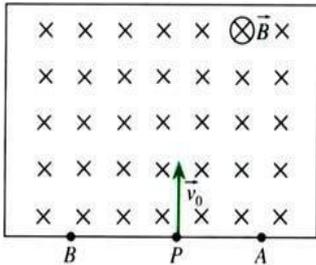
1. Um corpo eletrizado positivamente com $5\mu C$ e velocidade 1.10^4 m/s penetra em um campo magnético uniforme de intensidade 2 T como mostra a figura e não sofre desvio na sua trajetória horizontal. (Adote $g = 10$ m/s²) A massa desse corpo, em gramas, é:

- A) 100
- B) 50
- C) 30
- D) 20



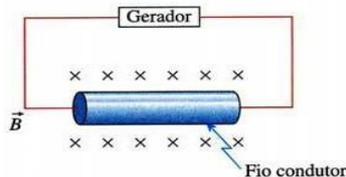
E) 10

2. Um íon positivo ($q=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ e $m=3,2 \cdot 10^{-26} \text{kg}$) é lançado perpendicularmente às linhas de indução do campo magnético uniforme de um espectrômetro de Dempster, com velocidade de módulo $2,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$. A intensidade de B , nesse caso, é $5,0 \cdot 10^{-1} \text{ T}$. Esse íon, após descrever sua trajetória no interior da câmara, atingirá o ponto:



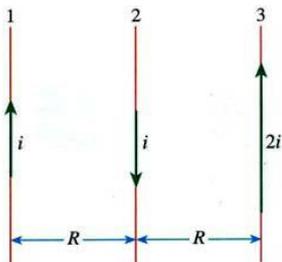
- A) A, situado 8,0 cm à direita de P.
 B) A, situado 16 cm à direita de P.
 C) B, situado 8,0 cm à esquerda de P.
 D) B, situado 16 cm à esquerda de P.
 E) A ou B, distante(s) 8,0 cm de P, dependendo da fonte "lançadora".

3. Um fio condutor de 1 m de comprimento possui massa de 0,025 Kg. Ele é ligado a uma fonte de corrente e colocado horizontalmente na presença de um campo magnético uniforme de módulo 0,20 T. O vetor campo magnético é perpendicular ao fio condutor, conforme a figura seguinte. A intensidade da corrente elétrica que percorre o fio, de modo que este permaneça flutuando em repouso na horizontal, na região do campo será: ($g = 10 \text{ m/s}^2$.)



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

4. Por três fios condutores, iguais e paralelos, fluem correntes elétricas cujos valores e sentidos estão indicados na figura. Considerando que a força F_{12} do condutor 1 sobre o condutor 2 tem módulo F , pode-se afirmar que a força F_{31} do condutor 3 sobre o condutor 1 é....., com módulo.....



A alternativa que completa, corretamente, os espaços é:

- A) atrativa, 2 F
 B) repulsiva, F/2

C) atrativa, F/2

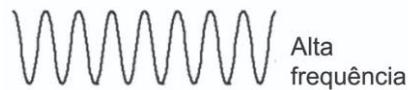
D) repulsiva, F

E) atrativa, F

Ondas Sonoras: Qualidade do som

Altura

É uma qualidade do som relacionada à FREQUÊNCIA, que permite dizer se ele é um som grave ou um som agudo.



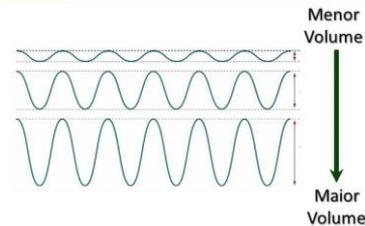
Baixa frequência: som grave.

Alta frequência: som agudo

Sons emitidos pela voz da mulher: 200 Hz e 400 Hz.

Sons emitidos pela voz do homem: 100 Hz a 200 Hz.

Intensidade



Está associada à AMPLITUDE da onda.

Quanto maior for a amplitude de uma onda sonora, mais intenso será o som e maior a energia transportada pela onda.

Som forte (grande amplitude): alta intensidade

Som fraco (pequena amplitude): baixa intensidade

Qualidade do Som

Intensidade

À medida que nos afastamos de uma fonte sonora, a intensidade do som diminui.

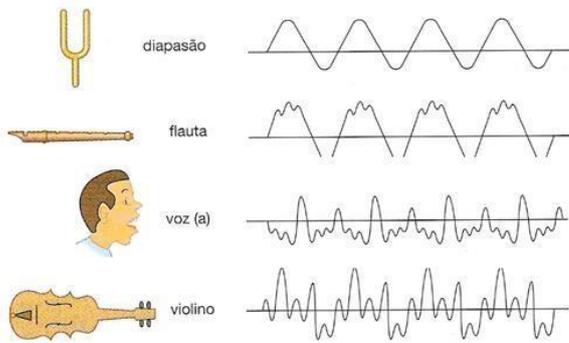
Unidade no SI:

$$\frac{J}{m^2 \cdot s}$$

$$\frac{W}{m^2}$$

Timbre

O timbre de um som é a qualidade que permite diferenciar dois sons de mesma frequência e de mesma intensidade, emitidos por fontes diferentes



Nível de Intensidade Sonora



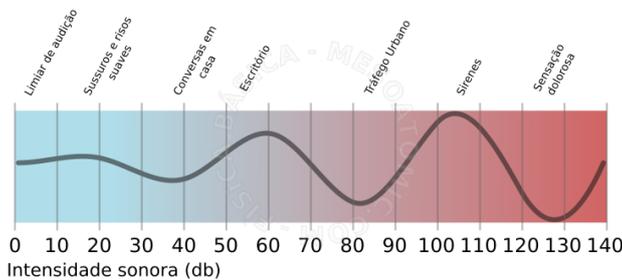
SERES VIVOS	INTERVALOS DE FREQUÊNCIAS
Cachorro	15 Hz – 45.000 Hz
Ser humano	20 Hz – 20.000Hz
Sapo	50 Hz – 10.000 Hz
Gato	60 Hz – 65.000 Hz
Morcego	1000 Hz – 120.000 Hz

Nível de Intensidade Sonora

Som	I (W/m²)	N (dB)
Limiar de audibilidade	10 ⁻¹²	0
Sussurro baixo	10 ⁻¹⁰	20
Música suave	10 ⁻⁸	40
Conversa comum	10 ⁻⁶	60
Rua barulhenta	10 ⁻¹	90
Motor de avião em funcionamento	10 ⁻²	100
Decolagem de jatos / limiar de sensação dolorosa	10 ⁰	120
Propulsores dos grandes foguetes em funcionamento	10 ⁸	200

$$N = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

unidade: decibel (dB)



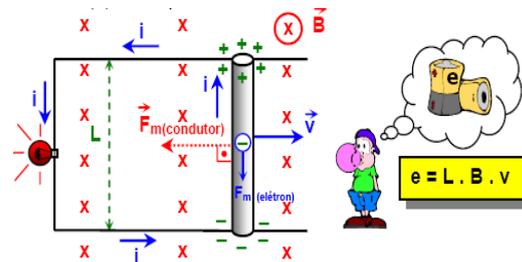
FLUXO MAGNÉTICO, LEI DE FARADAY LENS E TRANSFORMADOR

FORÇA ELETROMOTRIZ INDUZIDA – fem induzida

Considere um condutor de comprimento L atravessando perpendicularmente, com velocidade constante V, um campo magnético uniforme B. Uma força magnética atua nos elétrons livres do condutor, deslocando-os para uma de suas extremidades. A outra extremidade fica com excesso de prótons.

Assim, nas extremidades do condutor surge uma **ddpe** o mesmo passa a se comportar como um gerador de **fem induzida (ε)**, dada por:

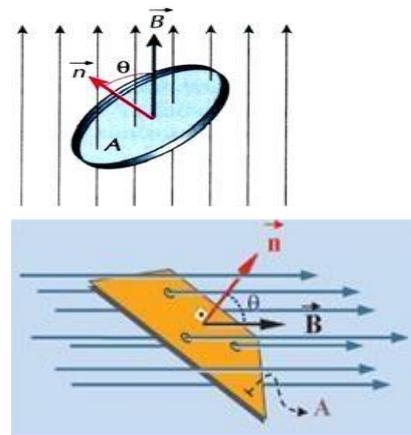
$$\epsilon = L \cdot B \cdot V$$



FLUXO MAGNÉTICO (ϕ)

O fluxo do campo magnético uniforme B através de uma espira de área A é dado por:

$$\phi = A \cdot B \cdot \cos\theta$$



Onde θ é o ângulo formado entre o vetor campo B e o vetor normal (n) à área da espira.

Unidade de ϕ, no S.I: T.m² = Wb (weber)

LEI DE FARADAY

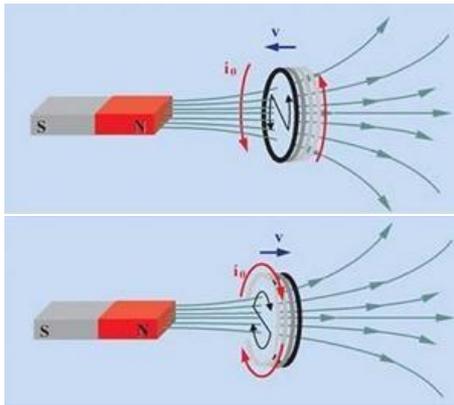
Se o **fluxo magnético varia** com o **tempo** em uma **espira**, também surge nela

uma **fem induzida (ε)**, dada por:

$$\epsilon = - \Delta\phi / \Delta t$$

LEI DE LENZ (SINAL NEGATIVO): “O sentido da corrente induzida (i) em uma espira é tal que se opõe à variação do fluxo magnético que lhe deu origem”. Na prática, a corrente induzida tenta manter constante o número de linhas de força na espira, ou seja, “destruir”

as **linhas de força** que **surgirem** amais ou “**repor**” as **linhas de força** que **sumirem**.



TRANSFORMADOR

É um aparelho que permite transformar a **ddp alternada**, **aumentando-a** ou **diminuindo-a** conforme a conveniência. O transformador consta de **duas bobinas** independentes, enroladas sobre um mesmo núcleo de ferro.

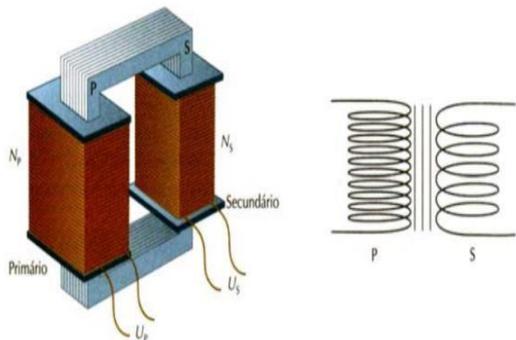
A bobina que **recebe a ddp** a ser **transformada** chama-se de **primária (P)** e a

outra, que **fornece a ddp transformada**, chama-se de **secundária (S)**.

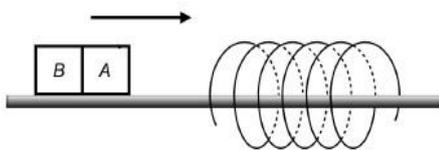
A **corrente alternada** no **primário (i_P)** origina um **fluxo magnético variável no secundário**. Esse **fluxo variável origina no secundário** uma **corrente induzida (i_S)** e uma **ddp i**

$$U_P/N_P = U_S/N_S$$

$$i_P \cdot U_P = i_S \cdot U_S$$



1. (AFA – 2011) A figura abaixo mostra um ímã AB se deslocando, no sentido indicado pela seta, sobre um trilho horizontal envolvido por uma bobina metálica fixa.

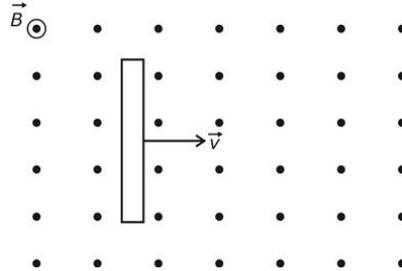


Nessas condições, é correto afirmar que, durante a aproximação do ímã, a bobina

- 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.

2. (AFA – 2010) Considere um campo magnético uniforme de intensidade B e um condutor metálico retilíneo deslocando-se com velocidade vetorial constante v , perpendicularmente às linhas desse campo, conforme a figura abaixo.

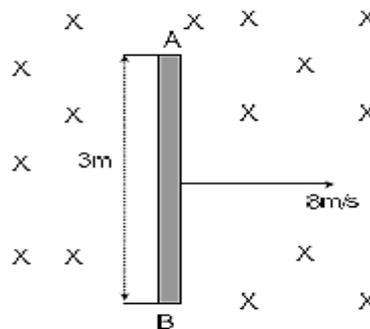


Sobre a situação descrita acima, são feitas as seguintes afirmações:

- I) A separação de cargas nas extremidades do condutor dá origem a um campo elétrico que exerce sobre os portadores de carga uma força elétrica e .
- II) A força elétrica e , que surge devido a separação de cargas no condutor, tende a equilibrar a ação da força magnética m exercida pelo campo magnético uniforme.
- III) O campo elétrico, que surge devido a separação de cargas no condutor, dá origem a uma força eletromotriz, que é a diferença de potencial nas extremidades do condutor. São corretas

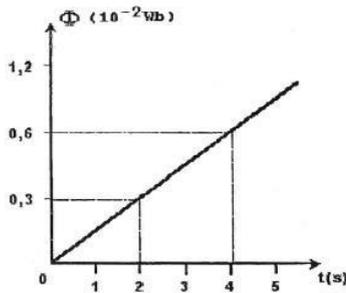
- A) somente I e II.
- B) somente I e III.
- C) somente II e III.
- D) I, II e III.

3. (EFOMM – 2012) 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 tesla. A direção do campo é perpendicular ao plano da página e o seu sentido é voltado para dentro desta, conforme indica figura. A diferença de potencial, em volts, entre as extremidades A e B da haste, é



- A) 36
- B) 32
- C) 28
- D) 24
- E) 20

4. (EFOMM – 2010) 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, a corrente elétrica que o percorre é, em miliampere, igual a

- A) 5
- B) 6
- C) 7
- D) 8
- E) 9

5. As companhias de distribuição de energia elétrica utilizam transformadores nas linhas de transmissão. Um determinado transformador é utilizado para baixar a diferença de potencial de 3 800 V (rede urbana) para 115 V (uso residencial).

Nesse transformador:

- I. O número de espiras no primário é maior que no secundário;
- II. A corrente elétrica no primário é menor que no secundário;
- III. A diferença de potencial no secundário é contínua. Das afirmações acima:

- A) Somente I é correta.
- B) Somente II é correta.
- C) Somente I e II são corretas.
- D) Somente I e III são corretas.
- E) I, II e III são corretas.

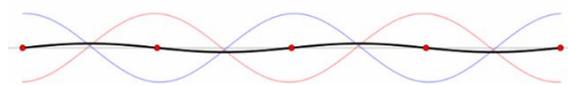
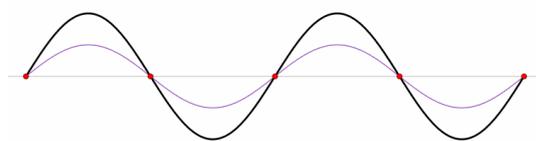
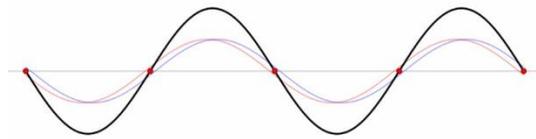
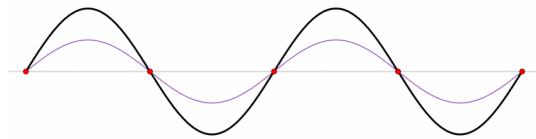
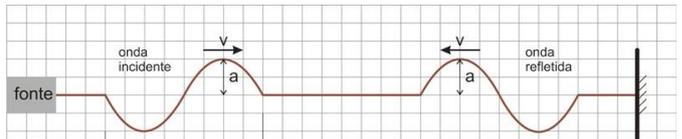
Ondas Estacionárias e Tubos Sonoras

Ondas Estacionárias

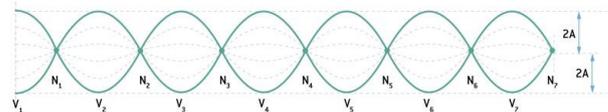
São ondas resultantes da superposição de duas ondas com:

- Mesma frequência
- Mesma amplitude
- Mesmo comprimento de onda
- Mesma direção
- Sentidos opostos

Fenômenos Presentes: Interferência e Reflexão



Corda Fixa



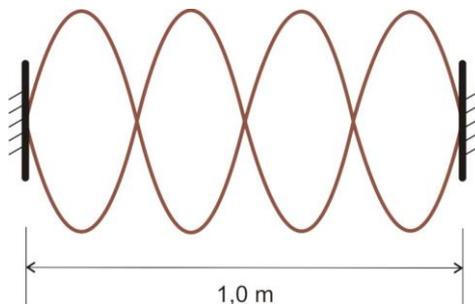
$N_1, N_2, N_3, \dots, N_7$ (Nós):

Pontos de interferência destrutiva;

Não vibram (pois as ondas estão em oposição de fase);

$V_1, V_2, V_3, \dots, V_7$ (Ventres):

Pontos de interferência construtiva.



Equação de Taylor

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

No Sistema Internacional (SI):

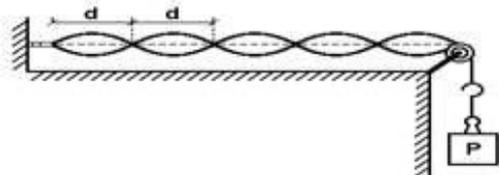
F em newton (N);

μ em quilograma por metro (kg/m)

v em metro por segundo (m/s).

Exercícios

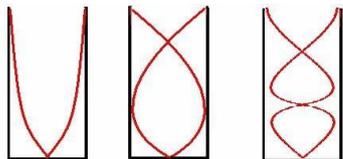
1) (UNIFESP): A figura representa uma configuração de ondas estacionárias produzida num laboratório didático com uma fonte oscilante. Sendo $d = 12$ cm a distância entre dois nós sucessivos, qual o comprimento de onda da onda que se propaga no fio?



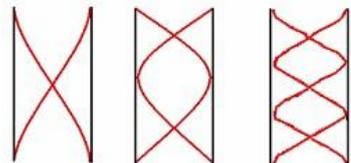
Tubos Sonoros

Abertos:

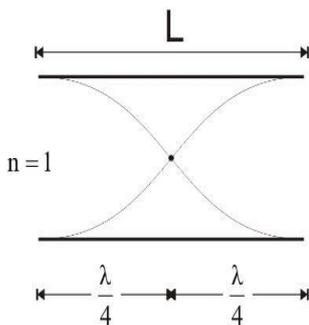
Flauta, Saxofone...



Fechados



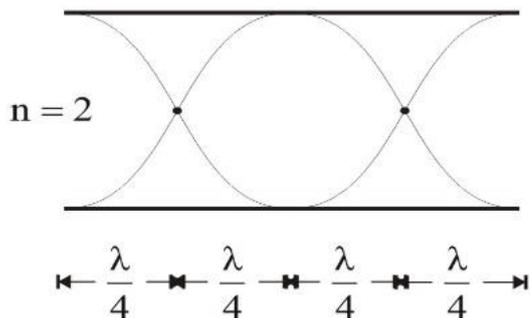
Abertos – Configuração 1



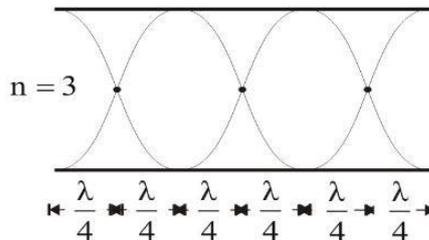
$$2 \cdot \frac{\lambda}{4} = 1 \cdot \frac{\lambda}{2} = L \Rightarrow \lambda_1 = 2L$$

1º Harmônico
Som Fundamental

Abertos – Configuração 2



Aberto – Configuração 3

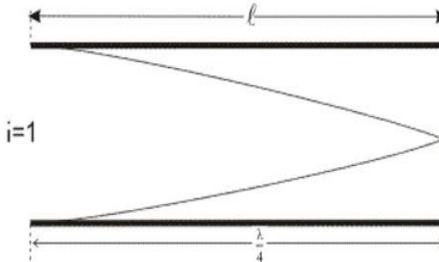


Abertos

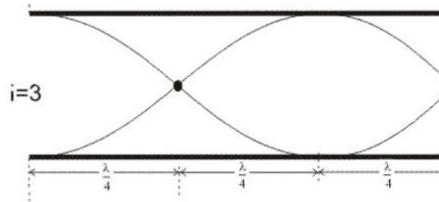
Comprimento de onda:

Frequência:

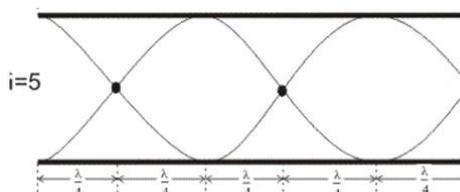
Fechados – Configuração 1



Fechados – Configuração 2



Fechados – Configuração 3



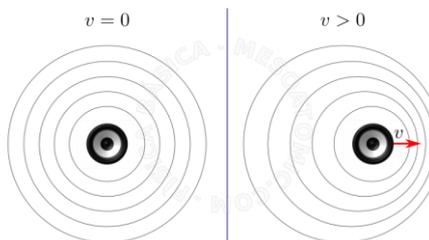
Fechados

Comprimento de Onda:

Frequência:

Efeito Doppler

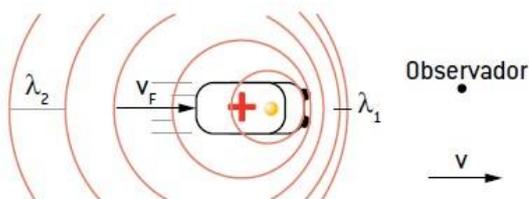
“O Efeito Doppler é a aparente mudança na frequência de uma onda causada pelo movimento relativo entre a fonte da onda e o observador.”



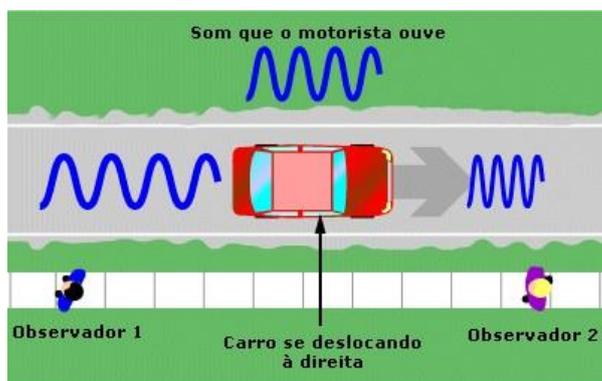
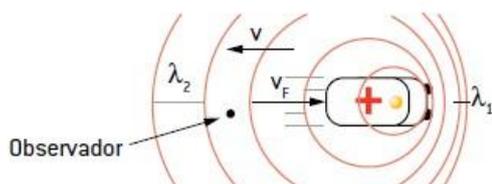
Refere-se à variação da frequência notada por um observador quando a distância entre ele e uma fonte de ondas está aumentando ou diminuindo.

Fonte sonora em movimento e observador em repouso

Quando a fonte se aproxima do observador:



Quando a fonte se afasta do observador:



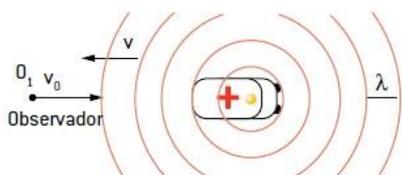
$$f_o = \frac{v}{v \pm v_t} \cdot f_F$$

(+): Quando a fonte se afasta do observador em repouso

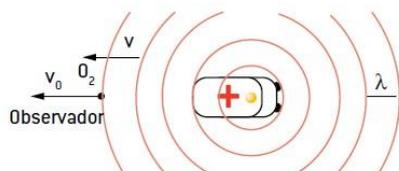
(-): Quando a fonte se aproxima do observador

Fonte sonora em repouso e observador em movimento

Quando o observador se aproxima da fonte:



Quando o observador se afasta da fonte:



$$f_o = \frac{v \pm v_o}{v} \cdot f_F$$

(+): Quando o observador se aproxima da fonte em repouso

(-): Quando o observador se afasta da fonte em repouso

Fonte e observador em movimento

$$f' = f \left(\frac{v \pm v_o}{v \pm v_F} \right)$$

Trajetória: orientada do observador para a fonte



Exercício

1) (PUCCAMP-SP) Um professor lê o jornal sentado no banco de uma praça e, atento às ondas sonoras, analisa três eventos:

- I. O alarme de um carro dispara quando o proprietário abre a tampa do porta-malas.
- II. Uma ambulância se aproxima da praça com a sirene ligada.
- III. Um mau motorista, impaciente, após passar pela praça, afasta-se com a buzina permanentemente ligada.

O professor percebe o efeito Doppler apenas:

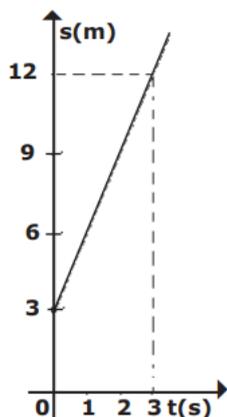
- A) no evento I, com frequência sonora invariável
- B) nos eventos I e II, com diminuição da frequência
- C) nos eventos I e III, com aumento da frequência
- D) nos eventos II e III, com diminuição da frequência em II e aumento em III
- E) nos eventos II e III, com aumento da frequência em II e diminuição em III

LISTA DE EXERCÍCIOS

Exercícios – Mecânica: cinemática - MRU

1) (EsPCEEx 2019) Considere um objeto que se desloca em movimento retilíneo uniforme durante 10 s. O desenho abaixo representa o gráfico do espaço em função do tempo.

O espaço do objeto no instante $t = 10$ s, em metros, é



Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

- a) 25 m.
- b) 30 m.
- c) 33 m.
- d) 36 m.
- e) 40 m.

2) (EsPCEEx 2005) Um caminhão de 10 m de comprimento, descrevendo um movimento retilíneo e uniforme, ingressa em uma ponte com uma velocidade de 36 km/h. Passados 20 s, o caminhão conclui a travessia da ponte. O comprimento da ponte é de:

- a) 100 m
- b) 110 m
- c) 190 m
- d) 200 m
- e) 210 m

3) (EsPCEEx 2003) Roberto, dirigindo seu carro a uma velocidade média de 40 km/h, de casa até o seu local de trabalho, chegou 1 minuto atrasado para o início do expediente. No dia seguinte, saindo no mesmo horário e percorrendo o mesmo trajeto, a uma velocidade média de 45 km/h, chegou 1 minuto adiantado.

A distância da casa de Roberto até o seu local de trabalho é

- a) 10 km.
- b) 11 km.
- c) 12 km.

d) 13 km.

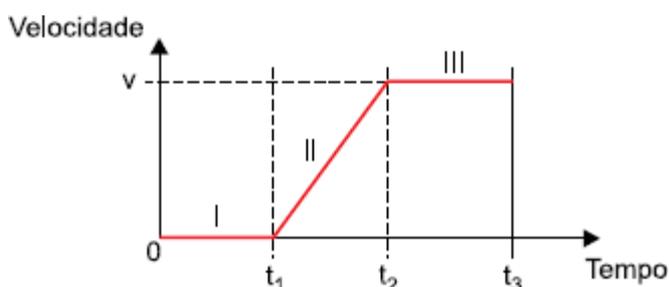
e) 14 km.

4) O smartphone tornou-se uma ferramenta de uso diário para os mais variados fins. Entre os aplicativos mais utilizados, podemos citar os que oferecem serviços de transporte de passageiros. Em um grande centro urbano como Porto Alegre, uma empresa oferece esse serviço, em que o custo depende de uma taxa fixa – a tradicional bandeirada – e da distância percorrida. Suponha que, em horário de pico, a bandeirada seja de R\$ 2,50 e que o custo por quilômetro percorrido seja de R\$ 2,30 em trajetos de até 10 km, e de R\$ 2,00 em trajetos acima de 10 km.

Considerando os dados acima, um trajeto realizado com velocidade escalar média de 33 km/h e com duração de 20 minutos em um horário de pico custará

- a) entre R\$ 10,00 e R\$ 14,99.
- b) entre R\$ 15,00 e R\$ 19,99.
- c) entre R\$ 20,00 e R\$ 24,99.
- d) mais que R\$ 25,00.

5) O gráfico indica a variação da velocidade de um carro, ao longo do tempo, enquanto se movimentava sobre uma estrada reta.



Ao analisar o gráfico, percebemos que o movimento desse carro pode ser fracionado em três situações distintas: I, II e III. Sendo MRU a abreviação para movimento retilíneo e uniforme e MRUV a abreviação para movimento retilíneo uniformemente variado, as situações I, II e III, nesta ordem, correspondem a

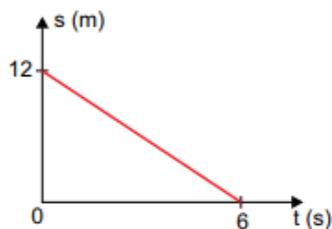
- a) repouso, MRUV e MRU.
- b) repouso, MRU e repouso.
- c) MRU, MRU e MRUV.
- d) MRU, repouso e MRUV.
- e) MRUV, MRUV e repouso.

6) O rompimento da barragem de contenção de uma mineradora em Mariana (MG) acarretou o derramamento de lama contendo resíduos poluentes no rio Doce. Esses resíduos foram gerados na obtenção de um minério composto pelo metal de menor raio atômico do grupo 8 da tabela de classificação periódica. A lama levou 16 dias para atingir o mar, situado a 600 km do local do acidente, deixando um rastro de destruição nesse percurso. Caso alcance o arquipélago de Abrolhos, os recifes de coral dessa região ficarão ameaçados.

Com base nas informações apresentadas no texto, a velocidade média de deslocamento da lama, do local onde ocorreu o rompimento da barragem até atingir o mar, em km/h, corresponde a:

- a) 1,6
- b) 2,1
- c) 3,8
- d) 4,6

7) O gráfico representa a posição s (m) de um corpo em função do tempo t (s), enquanto o corpo realiza um movimento retilíneo.



Para movimentos como esse, a função horária que representa as posições em função do tempo tem o aspecto $s = s_0 + v \cdot t$, sendo s_0 a posição medida em metros e v a velocidade medida em metros por segundo.

A função horária que representa corretamente o movimento representado no gráfico é

- a) $s = 2 + 6 \cdot t$
- b) $s = 2 - 6 \cdot t$
- c) $s = 6 + 0,5 \cdot t$
- d) $s = 12 - 0,5 \cdot t$
- e) $s = 12 - 2 \cdot t$

8) Um velocista profissional na prova de Atletismo de 100 metros rasos percorre esta distância em 10s. Qual seria sua velocidade na unidade de Km/h?

- a) 16 Km/h
- b) 26 Km/h
- c) 36 Km/h
- d) 46 Km/h
- e) 56 Km/h

9) O transporte fluvial de cargas é pouco explorado no Brasil, considerando-se nosso vasto conjunto de rios navegáveis. Uma embarcação navega a uma velocidade de 26 nós, medida em relação à água do rio (use 1 nó = 0,5 m/s). A correnteza do rio, por sua vez, tem velocidade aproximadamente constante de 5,0 m/s em relação às margens. Qual é o tempo aproximado de viagem entre duas cidades separadas por uma extensão de 40 km de rio, se o barco navega rio acima, ou seja, contra a correnteza?

- a) 2 horas e 13 minutos.
- b) 1 hora e 23 minutos.

c) 51 minutos.

d) 37 minutos.

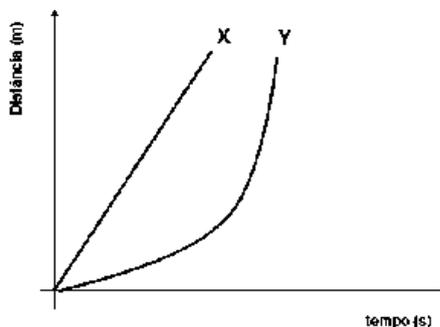
10) (Unitau) Uma motocicleta com velocidade constante de 20 m/s ultrapassa um trem de comprimento 100 m e velocidade 15 m/s. O deslocamento da motocicleta durante a ultrapassagem é:

- a) 400 m.
- b) 300 m.
- c) 200 m.
- d) 150 m.
- e) 100 m.

11) Nas proposições a seguir, assinale verdadeiro (V) ou falso (F) e, depois, marque a sequência obtida.

- () Ponto material é um corpo cujas dimensões são desprezíveis quando comparadas com as grandezas envolvidas no fenômeno em estudo.
 - () Um corpo está em movimento quando a distância entre o corpo e o referencial permanece constante.
 - () Trajetória é a linha determinada pelas diversas posições que um corpo ocupa no decorrer do tempo.
 - () Aceleração é a grandeza responsável pela variação da velocidade de um corpo.
 - () Movimento uniforme é aquele em que a aceleração é constante e não nula.
- a) V, F, V, F, V.
 - b) V, V, F, F, V.
 - c) F, V, F, F, F.
 - d) V, V, F, V, F.
 - e) V, F, V, V, F.

12) O gráfico a seguir representa o movimento de dois carros X e Y em função do tempo.



Sobre o percurso dos veículos representados, fez-se as seguintes afirmativas:

- I. Os carros X e Y realizam movimento retilíneo.
- II. A velocidade dos carros aumenta com o tempo.
- III. Os carros X e Y têm, respectivamente, velocidade e aceleração constantes.

Estão corretas as afirmativas:

- a) I e II, apenas.
- b) I e III, apenas.
- c) II e III, apenas.
- d) I, II e III.

13) Um trem se desloca em movimento retilíneo uniforme numa dada seção reta de trilhos. Sabe-se que, nesse movimento, analisado num referencial inercial, a energia cinética do trem vale $K = 10 \text{ MJ}$ e a quantidade de movimento (ou momento linear) vale (em módulo) $p = 1 \times 10^6 \text{ kg}\cdot\text{m/s}$. Com base nesses dados, assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do deslocamento realizado pelo trem num intervalo de 10 minutos executando esse movimento.

- a) 1,2 km.
- b) 10 km.
- c) 12 km.
- d) 100 km.
- e) 120 km.

14) Durante uma corrida de 5,0 km, um atleta profissional fez o percurso em 20 minutos. Dessa forma pode-se afirmar corretamente que a máxima velocidade que ele desenvolveu foi necessariamente:

- a) Maior do que 4,17m/s
- b) Menor do que 4,0m/s
- c) Compreendida entre 3,5m/s e 4,0m/s
- d) Igual a 10m/s
- e) Igual a 4,0m/s

15) Um observador A, em cima da carroceria de um caminhão que se desloca em linha reta com uma velocidade constante de 10,0 m/s, lança verticalmente para cima uma pedra. Nesse instante, outro observador B, sentado à margem da estrada, vê o caminhão passar, observando o lançamento da pedra. Desprezando-se todas as resistências que atuam sobre a pedra lançada, é possível afirmar-se que os valores das velocidades da pedra quando ela atinge o ponto mais alto de sua trajetória, em relação a cada observador, vale, respectivamente:

- a) $V_A = 10,0\text{m/s}$ e $V_B = 10,0 \text{ m/s}$
- b) $V_A = 0$ e $V_B = 0$
- c) $V_A = 10,0\text{m/s}$ e $V_B = 0$
- d) $V_A = 0$ e $V_B = 10,0\text{m/s}$;
- e) $V_A = 0$ e $V_B = 5,0\text{m/s}$

16) Uma nave espacial foi lançada, em 2018, pela NASA – Agência Espacial Americana, para "tocar" o Sol. A nave deve se aproximar da enorme estrela cheia de hidrogênio e hélio e enfrentar temperaturas altíssimas assim como níveis de radiação, devido às partículas cósmicas emitidas

pelo Sol que atingem a atmosfera de planetas, como a Terra.

Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia>. Acesso em: set. 2018. Adaptado.

Considerando-se uma partícula cósmica de alta velocidade e carga elétrica positiva que se aproxima da Terra percorrendo uma trajetória retilínea que coincide com o eixo magnético terrestre, desprezando-se os efeitos gravitacionais, é correto afirmar:

- a) A velocidade da partícula diminui e muda de direção.
- b) A trajetória da partícula é desviada para o leste do eixo magnético terrestre.
- c) A velocidade da partícula aumenta e mantém a direção do eixo magnético terrestre.
- d) A direção, o sentido e o módulo da velocidade da partícula não mudam.
- e) A partícula é desviada no sentido contrário ao do seu movimento de aproximação.

17) Dois ciclistas estão separados por $AB = 161\text{km}$. O ciclista na posição A começa seu percurso, sentido de A para B, viajando a uma velocidade constante de 12 km/h. O ciclista na posição B começa seu percurso, sentido de B para A, viajando a uma velocidade constante de 16 km/h, exatamente no mesmo instante em que o outro ciclista começou seu percurso.



- a) 3 horas e 41 minutos.
- b) 5 horas e 7 minutos.
- c) 4 horas e 6 minutos.
- d) 5 horas e 15 minutos.
- e) 4 horas e 19 minutos.

18) Dois automóveis numa estrada estão, inicialmente, separados por uma distância de 12 km medida ao longo da estrada. Eles começam a se aproximar trafegando em sentidos opostos. O módulo da velocidade de um dos automóveis é metade do módulo da velocidade do outro. Considerando que os dois veículos mantêm suas velocidades constantes em módulo, podemos afirmar que o espaço percorrido pelo automóvel mais rápido no instante em que ele cruza com o outro automóvel será:

- a) 4 km
- b) 6 km
- c) 8 km
- d) 5 km
- e) 2,5 km

19) Durante as décadas de oitenta e noventa, várias pesquisas a nível acadêmico, nos conduziram a levar em consideração os erros conceituais alternativos ou intuitivos que as pessoas cometiam a respeito de determinados

conceitos científicos. Dentre estes, é comum termos ideias intuitivas ou aristotélicas de que o movimento está relacionado com os atos de empurrar, levantar ou puxar. Assim sendo, podemos entender que uma carroça puxada por quatro cavalos andarás mais rápido do que a mesma carroça sendo puxada por apenas dois cavalos. Portanto, nossa intuição nos diz que a força aplicada é função da (do):

- a) massa;
- b) tempo;
- c) aceleração;
- d) velocidade;
- e) variação do tempo.

20) Dois carros A e B partem de um mesmo ponto de uma estrada em sentidos opostos e com velocidades constantes de 40km/h e 80km/h, respectivamente. Após uma hora, o carro B retorna e, imediatamente, com a mesma velocidade, segue no mesmo sentido do carro A. Nessas condições, a contar do instante de partida, o carro B alcança o carro A em quantas horas?

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5
- e) 6

Exercícios – Mecânica: cinemática - MRUV

1) Uma formiga cortadeira, movendo-se a 8 cm/s, deixa a entrada do formigueiro em direção a uma folha que está 8 m distante do ponto em que se encontrava. Para cortar essa folha, a formiga necessita de 40 s. Ao retornar à entrada do formigueiro pelo mesmo caminho, a formiga desenvolve uma velocidade de 4 cm/s, por causa do peso da folha e de uma brisa constante contra o seu movimento.

O tempo total gasto pela formiga ao realizar a sequência de ações descritas foi

- a) 340 s.
- b) 420 s.
- c) 260 s.
- d) 240 s.
- e) 200 s.

2) Um móvel se desloca de um ponto A para um ponto B com velocidade escalar média de 200km/h, chegando ao ponto B, 100km distante do ponto A, às 15 horas. Qual o horário de partida do móvel?

- a) 14 horas e 45 minutos
- b) 14 horas

- c) 14 horas e 30 minutos
- d) 14 horas e 10 minutos
- e) 14 horas e 50 minutos

3) A Física é a ciência responsável pelos fenômenos que acontecem ao nosso redor, sendo que a relação com a Matemática traduz-se em expressões algébricas ou fórmulas matemáticas, que embasam os fundamentos teóricos. Em um M.R.U.V. para um determinado móvel a velocidade do mesmo é descrita pela equação $v = 50 - 10t$ (em unidades do SI).

Neste caso, a alternativa correta que apresenta o instante, em s, que o móvel inverte o sentido do movimento é:

- a) 0,5
- b) 5,0
- c) 1,0
- d) 0,2

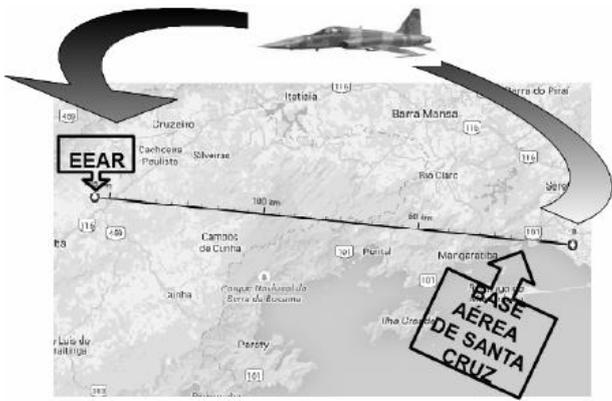
4) Um veículo trafega a 108 km/h em uma autoestrada, onde a velocidade máxima permitida é 110 km/h. Ao tocar o telefone celular do condutor, imprudentemente ele desvia sua atenção para o aparelho ao longo de 4s. A distância percorrida pelo veículo durante os 4 s em que se movimentou sem a atenção do condutor, em m, foi igual a:

- a) 132.
- b) 146.
- c) 168.
- d) 120.

5) Um automóvel se desloca do km 245 até o km 332 de uma estrada estadual sempre no mesmo sentido. Determine a distância percorrida por ele.

- a) 64 km
- b) 87 km
- c) 69 km
- d) 112 km
- e) 23,9 km

6) (EEAR 2017) Uma aeronave F5 sai da base aérea de Santa Cruz às 16h30min para fazer um sobrevôo sobre a Escola de Especialistas de Aeronáutica (EEAR), no momento da formatura de seus alunos do Curso de Formação de Sargentos. Sabendo que o avião deve passar sobre o evento exatamente às 16h36min e que a distância entre a referida base aérea e a EEAR é de 155 Km, qual a velocidade média, em km/h, que a aeronave deve desenvolver para chegar no horário previsto?

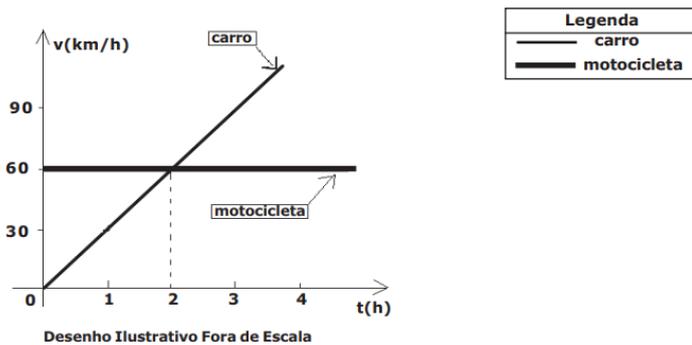


- a) 1550
- b) 930
- c) 360
- d) 180

7) Um carro está se deslocando em movimento retilíneo a 72 km/h quando o motorista aciona os freios, parando o carro completamente em 5,0 segundos. Qual o módulo da aceleração média do carro em unidades de m/s^2 ?

- a) 0,4
- b) 4,0
- c) 40
- d) 3,0
- e) 30

8) (EsPCEEx 2018) O gráfico abaixo está associado ao movimento de uma motocicleta e de um carro que se deslocam ao longo de uma estrada retilínea. Em $t=0$ h ambos se encontram no quilômetro 0 (zero) dessa estrada.



Com relação a esse gráfico, são feitas as seguintes afirmações:

- I. A motocicleta percorre a estrada em movimento uniformemente retardado.
- II. Entre os instantes 0 h e 2 h, o carro e a motocicleta percorreram, respectivamente, uma distância de 60 km e 120 km.
- III. A velocidade do carro aumenta 30 km/h a cada hora.
- IV. O carro e a motocicleta voltam a estar na mesma posição no instante $t=2$ h.

Das afirmações acima está(ão) correta(s) apenas a(s)

- a) IV.
- b) II, III e IV.
- c) I, III e IV.
- d) II e III.
- e) I e III.

9) (EsPCEEx 2016) Um trem de 150 m de comprimento se desloca com velocidade escalar constante de 16 m/s. Esse trem atravessa um túnel e leva 50 s desde a entrada até a saída completa de dentro dele. O comprimento do túnel é de:

- a) 500 m
- b) 650 m
- c) 800 m
- d) 950 m
- e) 1100 m

10) (EsPCEEx 2012) Um carro está desenvolvendo uma velocidade constante de 72 km/h em uma rodovia federal. Ele passa por um trecho da rodovia que está em obras, onde a velocidade máxima permitida é de 60 km/h. Após 5 s da passagem do carro, uma viatura policial inicia uma perseguição, partindo do repouso e desenvolvendo uma aceleração constante. A viatura se desloca 2,1 km até alcançar o carro do infrator. Nesse momento, a viatura policial atinge a velocidade de

- a) 20 m/s
- b) 24 m/s
- c) 30 m/s
- d) 38 m/s
- e) 42 m/s

11) Um metrô parte do repouso de uma estação X, acelera uniformemente por 5 segundos, atingindo velocidade máxima de 40 m/s. Em seguida, mantém sua velocidade por mais 5 segundos. E, finalmente, desacelera no intervalo de 10 segundos, parando. Considerando o trajeto retilíneo, obtenha a distância percorrida, em metros.

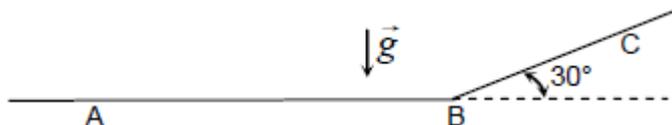
- a) 50.
- b) 100.
- c) 150.
- d) 250.
- e) 500.

12) Um objeto move-se numa pista retilínea, descrevendo um movimento retilíneo uniformemente variado, quando observado por um sistema de referência inercial. A posição desse objeto é descrita pela equação $x(t) = 5 - 6t + 3t^2$, onde x é medido em metros e t em segundos. Sabe-se que a massa do objeto é fixa e vale $m = 600$ g. Tendo em vista essas informações, considere as seguintes afirmativas:

1. A posição inicial do objeto vale 5 m.
2. A força agindo sobre o objeto durante o movimento vale, em módulo, $F = 3,6 \text{ N}$.
3. O objeto tem velocidade nula em $t = 1 \text{ s}$.
4. No intervalo de $t = 0$ a $t = 3 \text{ s}$, o objeto tem deslocamento total nulo.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
 - b) Somente as afirmativas 2 e 4 são verdadeiras.
 - c) Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeiras.
 - d) Somente as afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.
 - e) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.
- 13) A aceleração de um corpo igual a 5 m/s^2 significa que esse corpo:
- a) se traslada 5 metros cada segundo.
 - b) varia sua velocidade em 5 m/s cada segundo.
 - c) sempre sua posição é 5 metros.
 - d) aumenta 5 vezes sua velocidade em cada segundo.
 - e) aumenta sua posição 5 vezes em cada segundo.
- 14) Um atleta executa uma corrida em duas etapas. No primeiro trecho retilíneo, denominado AB, ele corre numa superfície horizontal por $6,0 \text{ km}$ e perfaz o trecho em $1/3$ de hora. No segundo trecho retilíneo, denominado BC, ele corre subindo um aclave ao longo de $1,2 \text{ km}$ e perfaz o trecho em 10 minutos. Considere $\sin(30^\circ) = 0,50$; $\cos(30^\circ) = 0,87$; $\text{tg}(30^\circ) = 1,73$. Com estas informações é correto afirmar que:



- a) a componente horizontal da velocidade média do atleta no trecho AB foi $6,0 \text{ m/s}$.
 - b) a componente vertical da velocidade média do atleta no trecho AB foi $5,0 \text{ m/s}$.
 - c) a componente horizontal da velocidade média do atleta no trecho BC foi $4,0 \text{ m/s}$.
 - d) a componente vertical da velocidade média do atleta no trecho BC foi $3,0 \text{ m/s}$.
 - e) a velocidade média do atleta no trecho BC foi $2,0 \text{ m/s}$.
- 15) Considere um veículo de massa constante que se desloca em linha reta. Este veículo tem seu momento linear dado por $p = 4t$, onde t é o tempo e a constante multiplicativa 4 tem a unidade de medida apropriada.

Assim, é correto afirmar que

- a) sua velocidade é constante.

- b) sua aceleração é constante.
- c) sua energia cinética é constante.
- d) sua energia cinética é decrescente.

16) Um automóvel se desloca em movimento uniformemente variado numa estrada retilínea ao longo do eixo x . Observe o sentido do seu movimento na figura a seguir. No instante $t = 0$ mostrado na figura, sua posição é $x = 0$, sua velocidade possui módulo igual a 20 m/s , e o seu movimento é acelerado com o módulo da aceleração igual a $2,0 \text{ m/s}^2$. A equação horária da sua posição x (em metros) em função do tempo t (em segundos) é dada por:



- a) $x = -20t - t^2$
- b) $x = 20t - t^2$
- c) $x = -20t - 2,0t^2$
- d) $x = 20t - 2,0t^2$
- e) $x = -20t + 2,0t^2$

17) No dia 4 de novembro de 2018, foi realizada a 8ª volta UFMS. O percurso tem largada e chegada em frente ao prédio da Reitoria da universidade, com circuitos de uma ou duas voltas, sendo cada volta de $3,5 \text{ km}$.

Um atleta que correrá as duas voltas terminará a primeira volta com um pace médio de $6,0 \text{ min/km}$. Como ele pretende completar a prova com um pace médio de $5,0 \text{ min/km}$, a segunda volta deve ser completada com uma velocidade média de:

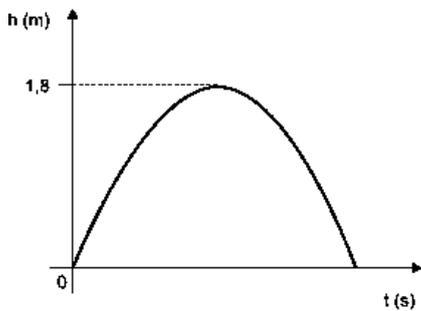
- a) $4,0 \text{ km/h}$.
- b) 12 km/h .
- c) $14,4 \text{ km/h}$.
- d) 15 km/h .
- e) 18 km/h .

18) Dois andarilhos iniciam juntos uma caminhada. Um deles caminha uniformemente 12 km por dia e o outro caminha 8 km no primeiro dia e acelera o passo de modo que caminha mais 1 km a cada dia que se segue.

Depois de quantos dias os dois andarilhos se encontram?

- a) 6
- b) 7
- c) 8
- d) 9

19) Um garoto lança uma pedra verticalmente para cima a partir do solo no instante $t = 0$. O gráfico representa a altura (h) dessa pedra em função do tempo.



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, a velocidade dessa pedra no instante $t = 0,5 \text{ s}$ é igual a

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

20) A aceleração escalar representa o ritmo com que a velocidade escalar de um móvel varia, sendo provocada pela grandeza física denominada de força.

Considerando-se um automóvel viajando a $90,0 \text{ km/h}$, durante a primeira hora e a $72,0 \text{ km/h}$, nas três horas seguintes, então a velocidade escalar média desenvolvida durante as quatro primeiras horas, em m/s, é

- a) 76,50
- b) 55,20
- c) 48,54
- d) 21,25
- e) 8,18

Exercícios – Mecânica: cinemática – Movimento vertical

1) (EsPCEX 2003) Num local onde a aceleração da gravidade é constante e igual a 10 m/s^2 , um corpo entra em queda livre com velocidade inicial nula, caindo de uma altura h . No último segundo da queda, o corpo percorre três quartas partes do deslocamento total (h).

O tempo total da queda é de

- a) 2 s.
- b) 3 s.
- c) 4 s.
- d) 5 s.
- e) 6 s.

2) Considere uma esfera metálica de massa igual a 10^{-6} kg e carga positiva de 10^{-3} C . Ela é lançada verticalmente para cima com velocidade inicial $v_0 = 50 \text{ m/s}$, em uma região onde há um campo elétrico uniforme apontado verticalmente para baixo, de módulo $E = 10^2 \text{ N/C}$.

A máxima altura que a esfera alcança, em relação ao ponto de onde foi lançada, é de

Dado: considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

- a) 32,5 m.
- b) 40,5 m.
- c) 62,5 m.
- d) 70,0 m.
- e) 82,7 m.

3) (EsPCEX 2001) Um balão sobe verticalmente, em movimento retilíneo e uniforme, com velocidade escalar de 10 m/s .

Quando ele está a 20 m do solo uma pedra é abandonada do balão. A altura máxima, em relação ao solo, atingida pela pedra é:

Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$ (desprezar a resistência do ar)

- a) 25,0 m
- b) 31,25 m
- c) 21,0 m
- d) 22,5 m
- e) 20 m

4) Ao soltar um martelo e uma pena na Lua em 1973, o astronauta David Scott confirmou que ambos atingiram juntos a superfície. O cientista italiano Galileu Galilei (1564-1642), um dos maiores pensadores de todos os tempos, previu que, se minimizarmos a resistência do ar, os corpos chegariam juntos à superfície.

OLIVEIRA, A. A influência do olhar. Disponível em: www.cienciahoje.org.br. Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Na demonstração, o astronauta deixou cair em um mesmo instante e de uma mesma altura um martelo de $1,32 \text{ kg}$ e uma pena de 30 g . Durante a queda no vácuo, esses objetos apresentam iguais

- a) inércias.
- b) impulsos.
- c) trabalhos.
- d) acelerações.
- e) energias potenciais.

5) Uma bola de 5 kg é colocada em uma certa altura, em relação ao solo, e solta para cair livremente sob ação apenas da gravidade. Adote o valor aproximado da aceleração da gravidade de aproximadamente 10 m/s^2 . O deslocamento da bola nos quatro primeiros segundos de queda é de:

- a) 80 km.
- b) 80 milhas.

c) 80metros.

d) 80dm.

e) 80mm.

6) Uma bola de 0,5kg é colocada (momentaneamente em repouso) em uma certa altura, em relação ao solo, e cai sob ação da gravidade e de uma resistência do ar de 2N. Adote o valor aproximado da aceleração da gravidade de 10m/s^2 . O deslocamento da bola nos dois primeiros segundos de queda é de:

a) 12 km.

b) 12 milhas.

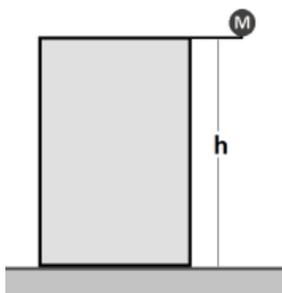
c) 12 metros.

d) 12 dm.

e) 12 mm.

7) A esfera de massa M cai, de uma altura h , verticalmente ao solo, partindo do repouso. A resistência do ar é desprezível.

A figura a seguir representa essa situação.



Seja T o tempo de queda e g o módulo da aceleração da gravidade, o módulo da quantidade de movimento linear da esfera, quando atinge o solo, é

a) Mh/T .

b) Mgh/T .

c) $Mg^2/(2T^2)$.

d) MgT .

e) MhT .

8) Um objeto de massa $1,0\text{ kg}$ é lançado verticalmente para cima com uma velocidade inicial de 30 m/s em relação a um observador em repouso no solo. Despreze os efeitos da resistência do ar e considere a aceleração da gravidade constante e igual a 10 m/s^2 para o local do lançamento. Ao atingir, pela primeira vez, a altura de 25 m em relação ao nível do lançamento, o intervalo de tempo decorrido a partir do instante de lançamento e o valor da força resultante calculada para o objeto serão, respectivamente,

a) 1 s e 1 N

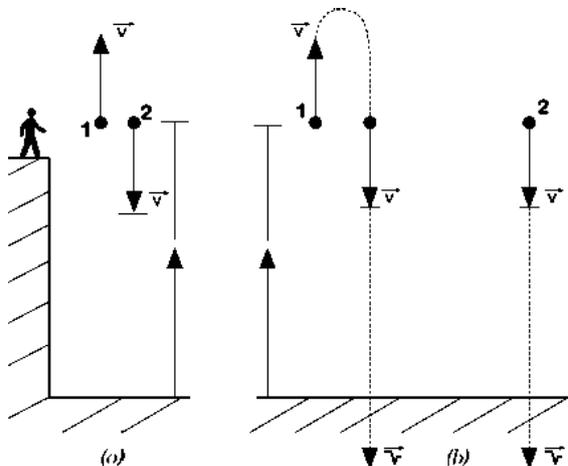
b) 3 s e 1 N

c) 1 s e 10 N

d) 3 s e 10 N

9) Dois alunos do Professor Physicson, após a sua aula sobre lançamento vertical de corpos, discutem sobre a seguinte situação:

• Se você lança para cima, verticalmente, a bola 1 com uma velocidade de $2,0\text{ m/s}$ e eu lanço para baixo, também verticalmente, a bola 2, com a mesma velocidade, qual das bolas, com mesmo diâmetro e sem resistência do ar, terá a maior componente vertical de velocidade ao chegar ao solo?



a) As duas bolas chegarão ao solo com módulos diferentes de velocidade vertical, se suas massas forem diferentes;

b) A bola 1;

c) As duas bolas chegarão ao solo com o mesmo módulo de velocidade vertical, independente de suas massas;

d) A bola 2;

e) Impossível saber se não for definida a massa das bolas.

10) Um bloco é abandonado do topo de um prédio e leva $3,0\text{ s}$ para atingir o solo. Desprezando a resistência do ar e considerando $g = 10\text{ m/s}^2$, analise as afirmações abaixo:

I – A altura do prédio é 90 m .

II – A velocidade escalar do bloco ao tocar o solo será $30,0\text{ m/s}$.

III – A cada segundo, a aceleração do bloco aumenta em 10 m/s^2 durante a queda.

São corretas as alternativas:

a) I e II somente

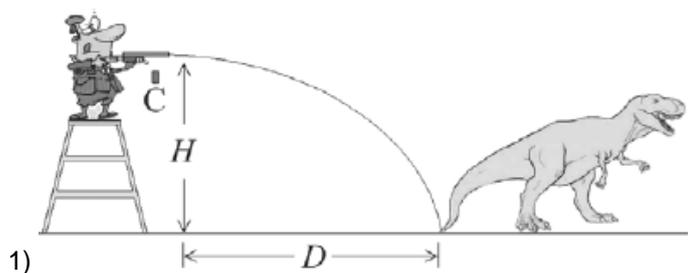
b) I e III somente

c) II e III somente

d) I, II e III.

e) II somente

Exercícios – Mecânica: cinemática – Lançamento horizontal e oblíquo



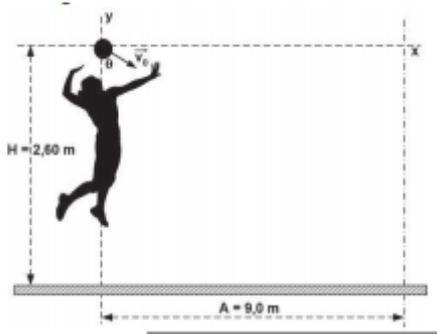
1) A figura precedente ilustra uma situação em que, para imobilizar um dinossauro, um veterinário lança, horizontalmente, de uma altura $H = 10$ m, um dardo tranquilizante que atinge a ponta do rabo do animal, ao nível do solo, a uma distância $D = 40$ m do ponto do disparo. No exato instante em que o dardo sai da arma do veterinário, o seu aparelho comunicador, identificado na figura pela letra C, desprende-se de sua mão e cai em direção ao solo.

Com referência a essa situação hipotética, julgue o item seguinte, considerando como 10 m/s^2 a aceleração da gravidade local e desconsiderando a resistência do ar.

O aparelho comunicador atinge o solo no exato instante em que o dardo atinge o rabo do dinossauro.

- a) CERTO.
- b) ERRADO.

2) Uma jogadora de vôlei rebate uma bola na linha da rede, a uma altura de 2,60 m, com módulo da velocidade inicial V_0 , formando ângulo θ com a direção vertical, num local onde a gravidade vale $10,0 \text{ m/s}^2$.



A distância máxima da rede à linha de fundo é de 9,0 m. Considerando que a bola leva 0,2 s para atingir esta marca e que a resistência do ar é desprezível, pode-se afirmar que o módulo das componentes iniciais (v_{0x} e v_{0y}) da velocidade da bola, em m/s, são respectivamente:

- a) 45,0 e 12,0
- b) 0,4 e 0,2
- c) 2,6 e 2,4
- d) 9,0 e 3,0
- e) 10,0 e 5,0

3) Os aviões encurtam distâncias e aproximam as pessoas. Aeronaves tal como o BOEING 777 atingem velocidades próximas a 1000 km/h e gastam aproximadamente 10 h para se deslocarem entre Paris e Rio de Janeiro. Para este mesmo percurso, o supersônico Concorde gastava umas 5 h desenvolvendo uma velocidade pouco superior a 2000 km/h. Criado pela NASA na década de 1950, o avião do projeto X-15 para treinamento de astronautas, chegava a alcançar a fantástica velocidade de 7000 km/h. Considerando-se a proporcionalidade entre as velocidades dos diferentes aviões, se esta aeronave pudesse se deslocar entre Paris e Rio, gastaria um intervalo de tempo mais próximo de:

- a) 2h10min.
- b) 1h30min.
- c) 2h45min.
- d) 3h.

4) Um sistema amplamente utilizado para determinar a velocidade de veículos – muitas vezes, chamado erroneamente de “radar” – possui dois sensores constituídos por laços de fios condutores embutidos no asfalto. Cada um dos laços corresponde a uma bobina. Quando o veículo passa pelo primeiro laço, a indutância da bobina é alterada e é detectada a passagem do veículo por essa bobina. Nesse momento, é acionada a contagem de tempo, que é interrompida quando da passagem do veículo pela segunda bobina.

Com base nesse sistema, considere a seguinte situação: em uma determinada via, cuja velocidade limite é 60 km/h, a distância entre as bobinas é de 3,0 m. Ao passar um veículo por esse “radar”, foi registrado um intervalo de tempo de passagem entre as duas bobinas de 200 ms. Assinale a alternativa que apresenta a velocidade determinada pelo sistema quando da passagem do veículo.

- a) 15 km/h.
- b) 23,7 km/h.
- c) 54 km/h.
- d) 58,2 km/h.
- e) 66,6 km/h.

5) Um corpo é lançado obliquamente com velocidade \vec{v}_0 , formando um ângulo com a horizontal. Desprezando-se a resistência do ar, podemos afirmar que

- a) o módulo da velocidade vertical aumenta durante a subida.
- b) o corpo realiza um movimento retilíneo e uniforme na direção vertical.
- c) o módulo da velocidade no ponto de altura máxima do movimento vertical é zero.
- d) na direção horizontal o corpo realiza um movimento retilíneo uniformemente variado.

6) (EsPCEx 2005) Um menino abandona uma pedra de um ponto situado a 125 m do solo. Um segundo mais tarde, ele arremessa verticalmente para baixo, do mesmo ponto, uma segunda pedra. Ambas as pedras chegam ao solo ao mesmo tempo. Desprezando a resistência do ar e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , pode-se afirmar que a velocidade com que o menino arremessou a segunda pedra foi de:

- a) 10,30 m/s
- b) 10,50 m/s
- c) 11,25 m/s
- d) 12,50 m/s
- e) 13,45 m/s

7) Em outubro de 2018, na Indonésia, ocorreu um terrível acidente aéreo com um Boeing 737 Max 8 da empresa Lion Air, matando mais de 180 pessoas. O avião decolou do aeroporto com um ângulo de 20° na direção Leste-Oeste, por uma distância de 2 km, e em seguida se deslocou para o norte, por uma distância de 15 km, antes de perder o contato com a torre de comando.

(Dados: $\sin 20^\circ = 0,34$ e $\cos 20^\circ = 0,94$).

Nessa situação, a alternativa que dá, respectivamente, os módulos dos vetores deslocamento resultante nas direções vertical e horizontal é:

- a) 0,68 km e 14,32 km.
- b) 0,68 km e 15,12 km.
- c) 1,8 km e 14,32 km.
- d) 1,8 km e 16,64 km.
- e) 1,8 km e 19,25 km.

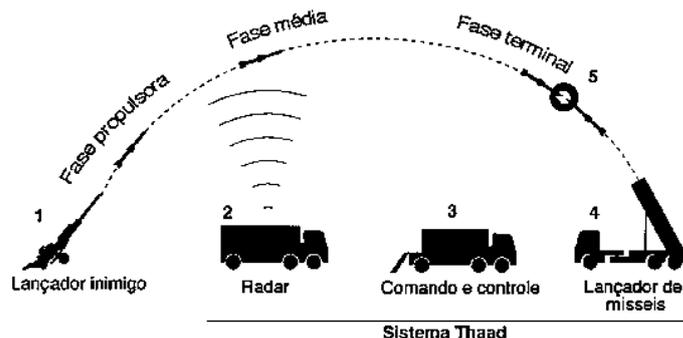
8) Num plano horizontal liso, presas cada qual a uma corda de massa desprezível, as massas m_1 e m_2 giram em órbitas circulares de mesma frequência angular uniforme, respectivamente com raios r_1 e $r_2 = r_1/2$. Em certo instante essas massas colidem-se frontal e elasticamente e cada qual volta a perfazer um movimento circular uniforme. Sendo iguais os módulos das velocidades de m_1 e m_2 após o choque, assinale a relação m_2/m_1 .

- a) 1
- b) 3/2
- c) 4/3
- d) 5/4
- e) 7/5

9) Os Estados Unidos anunciaram, nesta terça-feira, o início da operação de instalação de um controverso sistema antimísseis na Coreia do Sul. Batizado de Terminal de Defesa Aérea para Grandes Altitudes (Thaad, na sigla em inglês), o sistema foi desenhado para proteger o país asiático de seu vizinho mais próximo, a Coreia do Norte. (...) O que é o Thaad? É um sistema capaz de

interceptar mísseis de curto e médio-alcance na fase terminal de seu voo.

Como funciona o sistema de defesa Thaad



Fontes: Federação de Cientistas Americanos e Departamento de Defesa dos EUA
 Fonte: <http://g1.globo.com/mundo/noticia/como-e-o-sistema-antimissis-que-os-eua-estao-instalando-na-coreia-do-sul-e-por-que-e-tao-polemico.ghtml>, acessado em: 12 de julho de 2017.

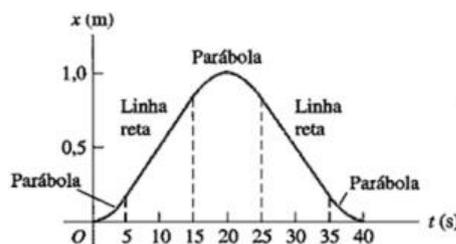
A fim de simular esse sistema, certo estudante reproduz um experimento de lançamento oblíquo, onde duas partículas de massa, m_1 e m_2 , são arremessadas do solo, no instante $t = 0$, com velocidades de módulos iguais a v_1 e v_2 , respectivamente. As partículas colidem no instante de tempo $t = T$, e no instante de tempo $t = 4T$ ainda não atingiram o solo. Desprezando efeitos resistivos, o valor do módulo do impulso resultante sobre as partículas entre os instantes $t = 0$ e $t = 4T$ vale

- a) $gT(m_1 + m_2)/2$
- b) $gT(m_1 + m_2)/8$
- c) $2gT(m_1 + m_2)^2/m_1m_2$
- d) $4gT(m_1 + m_2)$
- e) $gT(m_1m_2)^2/(m_1 + m_2)$

10) Lançando obliquamente uma partícula, com o vetor velocidade formando com a horizontal 30° e tendo módulo de 360 km/h, obtenha o tempo gasto pela partícula para atingir a altura máxima. Adote $G=10 \text{ m/s}^2$

- a) 5 s.
- b) 6 s.
- c) 7 s.
- d) 8 s.
- e) 9 s.

11) Um ponto material movimentou-se em linha reta e o comportamento da sua posição (x) em função do tempo (t) foi representado no gráfico abaixo.



A partir das informações do gráfico, analise as afirmativas abaixo:

I. Entre os instantes 5s e 15s, o ponto material movimentou-se em movimento retilíneo uniformemente variado, com velocidade crescente.

II. No instante 20s ocorreu à inversão do sentido do movimento do ponto material.

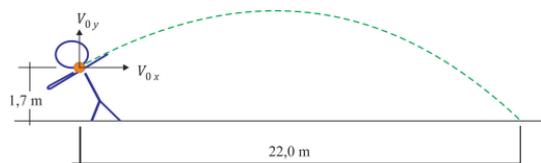
III. A velocidade escalar média entre os instantes 0s e 40s foi de 0,05m/s.

IV. No exato instante em que o ponto material passou na posição $x = 1,0\text{m}$, sua velocidade era nula.

Estão corretas apenas as afirmativas:

- a) I e IV
- b) II e III
- c) II, III e IV
- d) I, II e IV
- e) III e IV

12) Um atleta de arremesso de peso coloca uma esfera de massa 7 kg entre o pescoço e o ombro e arremessa a esfera com um certo ângulo em relação à horizontal, tentando fazer com que a esfera atinja a maior distância possível. O atleta consegue um arremesso de 22,00 m. Considere que a esfera estava a 1,7 m do chão quando foi lançada e que a velocidade horizontal da esfera no instante do lançamento foi de 11,0 m/s. Despreze a resistência do ar e considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Determine a componente vertical da velocidade v_{0y} (em m/s) no instante do lançamento.

- a) 6,25.
- b) 9,15.
- c) 10,50.
- d) 11,00.
- e) 12,00

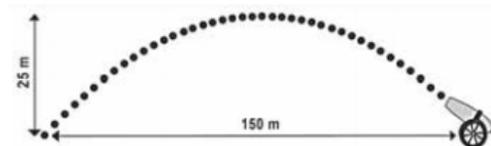
13) Uma bola de massa 1 kg é lançada horizontalmente no piso do segundo andar de uma casa. Ela cai pela escada e termina rolando pelo piso do primeiro andar. Ao atingir o topo da escada, no segundo andar, sua velocidade tinha módulo de 8 m/s. Devido aos choques com os degraus da escada, a bola perdeu 13 joules de energia, e os atritos e a resistência do ar dissiparam outros 8,5 joules. O desnível vertical entre os pisos dos dois andares é de 3 metros, e a aceleração da gravidade local tem módulo de 10 m/s^2 . O módulo da velocidade horizontal da bola, ao iniciar o movimento no piso do primeiro andar, é

- a) 10 m/s
- b) 9 m/s

c) 8 m/s

d) 7 m/s

14) Um projétil é lançado por um canhão e atinge o solo a uma distância de 150 metros do ponto de partida. Ele percorre uma trajetória parabólica, e a altura máxima que atinge em relação ao solo é de 25 metros.



Admita um sistema de coordenadas xy em que no eixo vertical y está representada a altura e no eixo horizontal x está representada a distância, ambas em metro. Considere que o canhão está no ponto $(150; 0)$ e que o projétil atinge o solo no ponto $(0; 0)$ do plano xy . A equação da parábola que representa a trajetória descrita pelo projétil é

- a) $y = 150x - x^2$
- b) $y = 3750x - 25x^2$
- c) $75y = 300x - 2x^2$
- d) $125y = 450x - 3x^2$
- e) $225y = 150x - x^2$

15) Considere dois blocos de metal de mesmo volume, sendo que o peso de um é o dobro do outro, deslizando sobre uma mesa lisa e horizontal com a mesma velocidade. Desprezando-se a resistência do ar, após abandonarem a mesa:

- a) O bloco mais pesado atinge o solo aproximadamente na metade da distância horizontal que vai da base da mesa até o ponto onde o bloco mais leve bateu no solo;
- b) O bloco mais leve atinge o solo aproximadamente na metade da distância horizontal que vai da base da mesa até o ponto onde o bloco mais pesado bateu no solo;
- c) O bloco mais pesado atinge o solo bem mais próximo da base da mesa do que o bloco mais leve, mas não necessariamente na metade da distância horizontal;
- d) Os blocos atingem o solo a aproximadamente uma mesma distância horizontal da base da mesa;
- e) O bloco mais leve atinge o solo bem mais próximo da base da mesa do que o bloco mais pesado, mas não necessariamente na metade da distância horizontal.

16) (ITA 2018) A partir de um mesmo ponto a uma certa altura do solo, uma partícula é lançada sequencialmente em três condições diferentes, mas sempre com a mesma velocidade inicial horizontal v_0 . O primeiro lançamento é feito no vácuo e o segundo, na atmosfera com ar em repouso. O terceiro é feito na atmosfera com ar em movimento cuja velocidade em relação ao solo é igual em módulo, direção e sentido à velocidade v_0 . Para os três lançamentos, designando-se respectivamente de t_1 , t_2 e t_3 os tempos de queda da partícula e de v_1 , v_2 e v_3 os

módulos de suas respectivas velocidades ao atingir o solo, assinale a alternativa correta.

- a) $t_1 < t_3 < t_2$; $v_1 > v_3 > v_2$
- b) $t_1 < t_2 = t_3$; $v_1 > v_3 > v_2$
- c) $t_1 = t_3 < t_2$; $v_1 = v_3 > v_2$
- d) $t_1 < t_2 < t_3$; $v_1 = v_3 > v_2$
- e) $t_1 < t_2 = t_3$; $v_1 > v_2 = v_3$

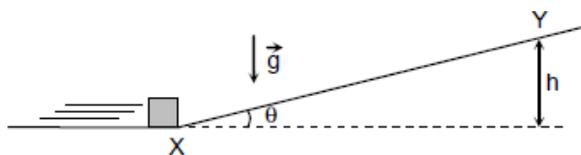
17) Em 1949, José Maria Cervi – o popular Russo – afirma ter sido autor de um lance nunca visto. O jogador de futebol afirma ter cobrado um escanteio e ele mesmo ter ido à área para cabecear a bola e fazer o gol, sem que nenhum outro jogador a tocasse nesse trajeto.

Supondo possível tal feito, qual aproximadamente a velocidade média que o jogador precisa ter entre a linha de fundo e o ponto de cabeceio para realizar tal proeza?

Obs.: Considere a altura máxima da bola $H = 29$ m, ângulo de chute com a horizontal $\alpha = 60^\circ$, aceleração da gravidade $g = 10$ m/s². Despreze os efeitos da resistência do ar.

- a) 10 km/h.
- b) 20 km/h.
- c) 30 km/h.
- d) 40 km/h.
- e) 50 km/h.

18) A figura a seguir mostra um pequeno bloco que foi lançado ao longo de uma superfície horizontal. No ponto X da figura, o bloco inicia a subida em um plano inclinado de $\theta = 30^\circ$. No ponto Y, o bloco atinge a altura máxima $h = 1,25$ m. Considere $\sin(30^\circ) = 1/2$, $\cos(30^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$ e a aceleração da gravidade $g = 10$ m/s². Desprezando todos os atritos, calcule o intervalo de tempo que o bloco gasta para ir de X até Y.



- a) 0,20 s
- b) 0,40 s
- c) 0,60 s
- d) 0,80 s
- e) 1,0 s

19) O tiro ao prato é um esporte praticado em vários países. Consiste em lançar um prato ao alto e tentar acertá-lo com um projétil a partir de um rifle de precisão. Um lançador de pratos consegue lançar pratos, de modo que eles descrevam uma parábola cujo alcance horizontal final seja de 40 metros e o alcance máximo na vertical seja de 30 metros. O atirador fica imediatamente atrás do lançador de pratos e, após o tiro, o projétil desloca-se em

linha reta inclinada até acertar o prato, quando ele já está caindo, a 22,5 m de altura. Nessas condições, considerando que as trajetórias do prato e do projétil são coplanares, e as alturas do lançador e do atirador (que estão no mesmo ponto) sejam desprezadas, qual é o deslocamento horizontal, em metros, do projétil até acertar o prato?

- a) 10
- b) 15
- c) 20
- d) 25
- e) 30

20) Numa partida de futebol a bola é chutada a partir do chão com uma velocidade inicial de 20m/s, com o vetor velocidade de seu centro de massa fazendo um ângulo de 30° com gramado. No mesmo instante, um jogador do time, a 44,8m de distância, começa a correr na direção do ponto em que a bola foi chutada, de modo que alcance a bola imediatamente antes que toque o gramado. Nesta situação, para que este jogador consiga tocar na bola, deve correr numa velocidade média de:

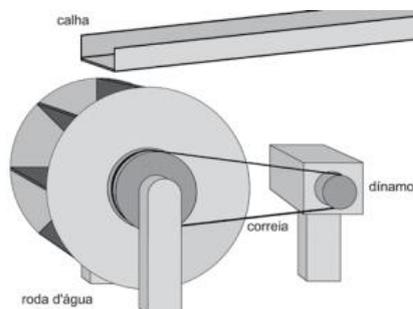
- a) 5 km/h
- b) 10 km/h
- c) 15 km/h
- d) 18 km/h
- e) 20 km/h

Exercícios – Mecânica: cinemática – Movimento circular

1) A trajetória de uma partícula sujeita a uma força de módulo constante e direção sempre perpendicular à velocidade é

- a) circular.
- b) parabólica.
- c) retilínea.
- d) hiperbólica.

2) Aproveitando o desnível de um rio, um proprietário rural construiu uma mini-hidrelétrica, conduzindo água por uma calha até uma roda d'água que será conectada a um dínamo. A roda d'água possui uma polia grande presa a ela enquanto o dínamo possui uma polia pequena.



O desenho mostra como as polias são conectadas por intermédio de uma correia de borracha.

Conclui-se, corretamente, que o tempo para que a polia grande complete uma volta, considerando que não há escorregamento da correia sobre as polias, é

- a) menor que o tempo gasto pela polia menor, sendo que ambas giram no mesmo sentido.
- b) menor que o tempo gasto pela polia menor, sendo que elas giram em sentidos opostos.
- c) igual ao tempo gasto pela polia menor, sendo que ambas giram no mesmo sentido.
- d) maior que o tempo gasto pela a polia menor, sendo que ambas giram no mesmo sentido.
- e) maior que o tempo gasto pela polia menor, sendo que elas giram em sentidos opostos.

3) Uma hélice de avião gira a 2800 rpm. Qual a frequência (f) de rotação da hélice, em unidades do Sistema Internacional (SI)? Adote $\pi = 3$.

- a) 16,7
- b) 26,7
- c) 36,7
- d) 46,7

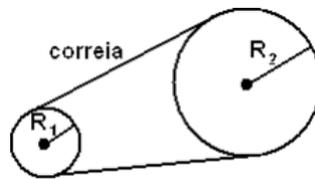
4) Duas polias estão acopladas por uma correia que não desliza. Sabendo-se que o raio da polia menor é de 20 cm e sua frequência de rotação f_1 é de 3600 rpm, qual é a frequência de rotação f_2 da polia maior, em rpm, cujo raio vale 50 cm?

- a) 9000
- b) 7200
- c) 1440
- d) 720

5) Uma partícula material executa movimento circular uniforme, de modo a completar uma volta a cada 10 segundos. Sua frequência, em hertz, é igual a:

- a) 10.
- b) 5.
- c) 1.
- d) 20.
- e) 0,1.

6) (EsPCEX 2009) Uma máquina industrial é movida por um motor elétrico que utiliza um conjunto de duas polias, acopladas por uma correia, conforme figura abaixo. A polia de raio $R_1=15$ cm está acoplada ao eixo do motor e executa 3000 rotações por minuto. Não ocorre escorregamento no contato da correia com as polias. O número de rotações por minuto, que a polia de raio $R_2=60$ cm executa, é de



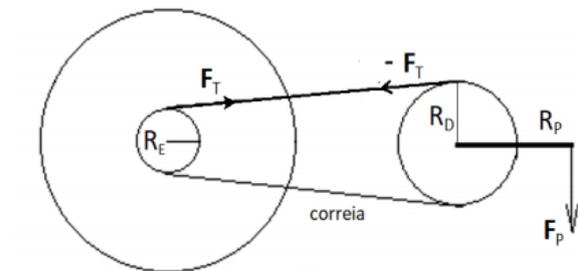
Desenho Ilustrativo

- a) 250
- b) 500
- c) 750
- d) 1000
- e) 1200

7) Um motociclista descreve uma trajetória circular de raio $R = 5$ m, com uma velocidade de módulo $v = 10$ m/s medida por um observador inercial. Considerando que a massa combinada do motociclista e da motocicleta vale 250 kg, assinale a alternativa que expressa corretamente o módulo da força centrípeta necessária para a realização da trajetória circular.

- a) $F = 1$ kN.
- b) $F = 5$ kN.
- c) $F = 10$ kN.
- d) $F = 50$ kN.
- e) $F = 100$ kN.

8) A figura abaixo representa um sistema de coroas dentadas de uma bicicleta, que está se movendo com velocidade constante. As coroas dentadas giram sem atrito em torno de seus eixos.



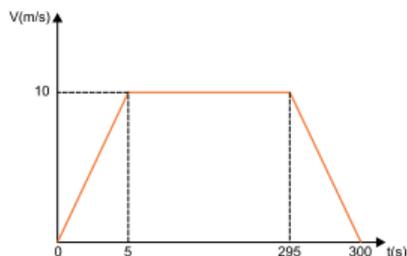
A coroa dentada dianteira de raio R_D é movimentada pelos pedais e está ligada à coroa traseira de raio R_E pela correia de massa desprezível. F_P é a força aplicada no pedal cujo comprimento é R_P a partir do centro da coroa.

Nessa situação, o módulo do torque transmitido à roda traseira, através da coroa de raio R_E , é

- a) $R_E R_P F_P / R_D$.
- b) $R_E R_D F_P / R_P$.
- c) $R_D R_P F_P / R_E$.
- d) $R_P F_P / (R_E R_D)$.
- e) $R_E F_P / (R_P R_D)$.

9) O enunciado e o gráfico a seguir refere-se à questão.

Um velódromo de formato circular tem pista de raio 25 m. Determinado ciclista, cuja massa mais a da bicicleta somam 70 kg, tem anotadas as velocidades desenvolvidas durante um treinamento. O gráfico dessas velocidades, em função do tempo, é o da figura.



Considere $\pi \cong 3$.

O número de voltas, em torno da pista, efetuadas pelo ciclista, no intervalo de tempo mostrado no gráfico, foi mais próximo de

- a) 17.
- b) 19.
- c) 22.
- d) 23.
- e) 25.

10) Considere um carrossel que gira com velocidade angular tal que cada cavalo percorre duas voltas completas em $4\pi/3$ segundos.

Assim, a velocidade angular do carrossel, em radianos/s, é

- a) $4/3$.
- b) $4\pi/3$.
- c) $2\pi/3$.
- d) 3.

11) Considere um carrinho sobre trilhos em uma trajetória circular, como em um brinquedo de parque de diversões. Por questões de segurança, foi necessário duplicar o raio da trajetória sem que haja mudança na velocidade linear do carrinho.

Para isso, a velocidade angular do móvel deve

- a) dobrar de valor.
- b) ser reduzida à metade.
- c) manter-se constante.
- d) quadruplicar.

12) figura 1

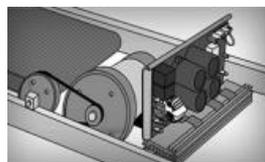
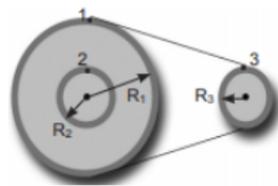


figura 2



Sabe-se que caminhar ou correr na esteira da academia ou em casa é uma forma fácil e eficaz de fazer exercício físico porque requer pouca preparação física e mantém os benefícios da corrida, como aumento da resistência física, queima de gordura e desenvolvimento de vários grupos musculares. Recomenda-se a prática de, no mínimo, 150 minutos de caminhada semanalmente.

A figura 1 representa o esquema simplificado de uma esteira elétrica e a figura 2, o princípio de transmissão de movimento circular por correia.

O círculo 2, extremidade do eixo que movimenta a lona da esteira, está acoplado coaxialmente à polia 1, que está ligada à polia 3 do eixo do motor por uma correia.

Com base nessas informações e considerando-se π igual a 3, o raio R_1 igual a 10,0cm, os raios R_2 e R_3 iguais a 5,0cm e a velocidade linear da lona da esteira igual a 5,4km/h, pode-se afirmar:

- a) O sentido do movimento da esteira é oposto ao sentido da rotação do eixo do motor.
- b) A distância mínima que se deve percorrer semanalmente é de 15,5km.
- c) A velocidade angular da polia 1 é igual a 20,0rad/s.
- d) A frequência da rotação do motor é igual a 10,0Hz.
- e) A velocidade escalar da polia 1 é igual a 5,4km/h.

13) Considere um carro que se desloque em linha reta de modo que um de seus pneus execute um movimento circular uniforme em relação ao seu eixo. Suponha que o pneu não deslize em relação ao solo. Considere as porções do pneu que estão com a estrada.

No exato instante desse contato, a velocidade relativa dessas porções em relação ao solo é

- a) proporcional à velocidade angular do pneu.
- b) igual à velocidade do centro da roda.
- c) zero.
- d) proporcional à velocidade linear do carro.

14) Uma bailarina, ao executar um movimento de rotação de braços abertos, realiza 1,5 voltas a cada segundo. Quando ela fecha os braços, ela consegue realizar 2,0 voltas por segundo no mesmo movimento. Considerando que o momento angular se conserva ao longo do movimento, a variação percentual do momento de inércia da bailarina foi de:

- a) -33%
- b) 25%

- c) -25%
- d) 33%
- e) 50%

15) O peso de um objeto na Lua é igual a um sexto do seu peso na Terra. Considere este objeto movendo-se com velocidade V na Terra e movendo-se com a mesma velocidade V na Lua.

Assinale a alternativa que corresponde à razão entre a energia cinética do corpo na Terra e a energia cinética do corpo na Lua.

- a) $1/6$
- b) 36
- c) 6
- d) 1
- e) $1/36$

Exercícios – Mecânica: cinemática – MHS

1) (EsPCEEx 2011) Um objeto preso por uma mola de constante elástica igual a 20 N/m executa um movimento harmônico simples em torno da posição de equilíbrio. A energia mecânica do sistema é de $0,4 \text{ J}$ e as forças dissipativas são desprezíveis. A amplitude de oscilação do objeto é de:

- a) $0,1 \text{ m}$
- b) $0,2 \text{ m}$
- c) $1,2 \text{ m}$
- d) $0,6 \text{ m}$
- e) $0,3 \text{ m}$

2) (EsPCEEx 2018) Com relação a um ponto material que efetua um movimento harmônico simples linear, podemos afirmar que

- a) ele oscila periodicamente em torno de duas posições de equilíbrio.
- b) a sua energia mecânica varia ao longo do movimento.
- c) o seu período é diretamente proporcional à sua frequência.
- d) a sua energia mecânica é inversamente proporcional à amplitude.
- e) o período independe da amplitude de seu movimento.

3) (EsPCEEx 2017) Um operário, na margem A de um riacho, quer enviar um equipamento de peso 500 N para outro operário na margem B.

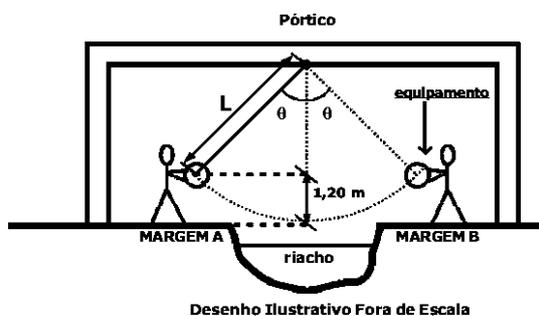
Para isso ele utiliza uma corda ideal de comprimento $L=3\text{m}$, em que uma das extremidades está amarrada ao equipamento e a outra a um pórtico rígido.

Na margem A, a corda forma um ângulo θ com a perpendicular ao ponto de fixação no pórtico.

O equipamento é abandonado do repouso a uma altura de $1,20 \text{ m}$ em relação ao ponto mais baixo da sua trajetória. Em seguida, ele entra em movimento e descreve um arco de circunferência, conforme o desenho abaixo e chega à margem B.

Desprezando todas as forças de atrito e considerando o equipamento uma partícula, o módulo da força de tração na corda no ponto mais baixo da trajetória é

Dado: considere a aceleração da gravidade $g=10 \text{ m/s}^2$

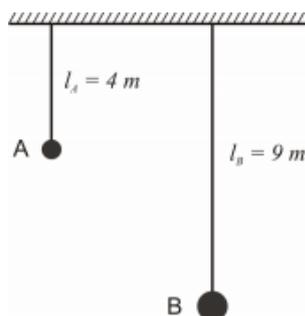


- a) 500 N
- b) 600 N
- c) 700 N
- d) 800 N
- e) 900 N

4) Calcule, em metros, qual é o comprimento de onda para uma onda harmônica de período $T = 0,01 \text{ s}$ e velocidade de propagação $v = 20 \text{ m/s}$.

- a) $0,20$
- b) $1,0$
- c) $2,0$
- d) 10
- e) 200

5) Na figura a seguir, estão representados dois pêndulos, A e B, em que a massa das esferas são, respectivamente, iguais a $0,5 \text{ kg}$ e $4,0 \text{ kg}$. Desprezando os efeitos da resistência do ar, os pêndulos são colocados para oscilar com pequenas amplitudes.



A partir dessa configuração, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a relação $\frac{T_A}{T_B}$ entre os períodos de oscilação.

a) $\frac{1}{8}$

b) $\frac{1}{4}$

c) $\frac{1}{2}$

d) $\frac{2}{3}$

e) $\frac{5}{4}$

6) Considere um pêndulo simples oscilando sob efeito da gravidade. A partir da análise dimensional, pode-se determinar a forma como o período T depende da dimensão de comprimento $[L]$, da dimensão da aceleração da gravidade $[g]$ e da dimensão da massa $[M]$. Para isso assume-se que $[T] = [L]^a [g]^b [M]^c$.

Para haver homogeneidade dimensional, os expoentes a , b e c , e devem ser

a) 0, 1 e 1.

b) 1, -1 e 0.

c) 1, 1 e 1.

d) 1/2, -1/2 e 0.

7) Considere um dado movimento oscilatório em que uma partícula seja sujeita a uma força proporcional a $\cos(\omega t^2)$, onde t é o tempo. É correto afirmar que, neste caso, a unidade de medida de ω no SI é

a) s.

b) s^{-1} .

c) s^{-2} .

d) s^2 .

8) Um pêndulo simples descreve um movimento periódico. Considerando que o ângulo de oscilação é tão pequeno que a aproximação de $\Theta = \sin(\Theta)$ é válida e sendo o comprimento do pêndulo igual a 2,5m, podemos afirmar que o período de oscilação será de, em s,

a) 8π

b) 4π

c) 2π

d) π

e) $0,5\pi$

9) Em antigos relógios de parede era comum o uso de um pêndulo realizando um movimento harmônico simples. Considere que um desses pêndulos oscila de modo que vai de uma extremidade a outra em 0,5 s.

Assim, a frequência de oscilação desse pêndulo é, em Hz,

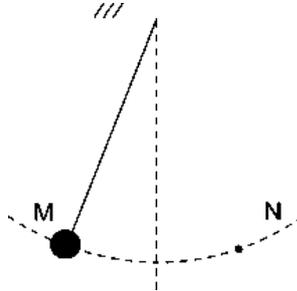
a) 0,5.

b) 1.

c) 2π .

d) 2.

10) O Professor Physicson levou para a sala de aula duas pedrinhas de massas diferentes e cordinhas de comprimentos diferentes. Montando a experiência do pêndulo simples, com um ângulo de abertura pequeno, conforme ilustra a figura, fazendo-o oscilar entre dois supostos pontos M e N. A partir das várias configurações realizadas nos experimentos, os alunos acertadamente concluíram que:



a) Quanto maior for a massa da pedrinha menor será o período de oscilação do pêndulo simples;

b) O período de oscilação do pêndulo simples depende da altura em que ele foi abandonado, ou seja, quanto mais alto, maior será seu período;

c) Quanto maior for o comprimento do fio, independente das pedrinhas, maior será o período de oscilação do pêndulo simples;

d) O período de oscilação do pêndulo simples não será alterado se alterarmos proporcionalmente a massa da pedrinha e o comprimento da cordinha;

e) Quanto maior for a massa da pedrinha maior será o período de oscilação do pêndulo simples.

Mecânica: dinâmica – Leis de Newton

1) (EsPCEX 2011) Um corpo de massa igual a 4 kg é submetido à ação simultânea e exclusiva de duas forças constantes de intensidades iguais a 4 N e 6 N, respectivamente. O maior valor possível para a aceleração desse corpo é de:

a) 10,0 m/s^2

b) 6,5 m/s^2

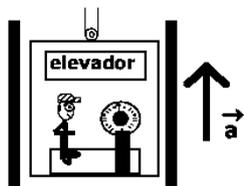
c) 4,0 m/s^2

d) 3,0 m/s^2

e) 2,5 m/s^2

2) Uma pessoa de massa igual a 80 kg está dentro de um elevador sobre uma balança calibrada que indica o peso em *newtons*, conforme desenho abaixo. Quando o elevador está acelerado para cima com uma aceleração constante de intensidade $a=2,0 m/s^2$, a pessoa observa que a balança indica o valor de

Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g=10 m/s^2$



desenho ilustrativo-fora de escala

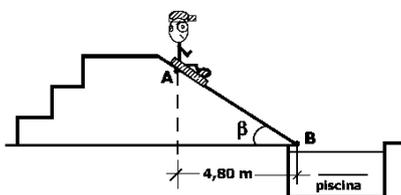
- a) 160 N
- b) 640 N
- c) 800 N
- d) 960 N
- e) 1600 N

3) (EsPCEEx 2014) Em um parque aquático, um menino encontra-se sentado sobre uma prancha e desce uma rampa plana inclinada que termina em uma piscina no ponto B, conforme figura abaixo. O conjunto menino-prancha possui massa de 60 kg, e parte do repouso do ponto A da rampa. O coeficiente de atrito cinético entre a prancha e a rampa vale 0,25 e β é o ângulo entre a horizontal e o plano da rampa. Desprezando a resistência do ar, a variação da quantidade de movimento do conjunto menino-prancha entre os pontos A e B é de

Dados:
intensidade da aceleração da gravidade $g=10 \text{ m/s}^2$
considere o conjunto menino-prancha uma partícula

$\cos \beta = 0,8$

$\sin \beta = 0,6$



desenho ilustrativo-fora de escala

- a) $40 \sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$
- b) $60 \sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$
- c) $70 \sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$
- d) $180 \sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$
- e) $240 \sqrt{3} \text{ N}\cdot\text{s}$

4) Em junho de 2017 uma intensa onda de calor atingiu os EUA, acarretando uma série de cancelamentos de voos do aeroporto de Phoenix no Arizona. A razão é que o ar atmosférico se torna muito rarefeito quando a temperatura sobe muito, o que diminui a força de sustentação da aeronave em voo. Essa força, vertical de baixo para cima, está associada à diferença de pressão ΔP entre as partes inferior e superior do avião. Considere um avião de massa total $m = 3 \times 10^5 \text{ kg}$ em voo horizontal. Sendo a área efetiva de sustentação do avião $A = 500 \text{ m}^2$, na situação de voo horizontal ΔP vale

- a) $5 \times 10^3 \text{ N/m}^2$.

- b) $6 \times 10^3 \text{ N/m}^2$.
- c) $1,5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$.
- d) $1,5 \times 10^8 \text{ N/m}^2$.

5) Durante uma aula sobre as leis de Newton, o professor Physicson como num truque de mágica, puxou rapidamente a toalha de uma mesa sem derrubar os copos que estavam sobre ela. Ao chamar a atenção dos alunos para o fato dos copos permanecerem em repouso, o professor estava evidenciando de forma experimental:

- a) A Lei da ação e reação
- b) A Lei fundamental da dinâmica
- c) A Lei da gravitação universal
- d) A Lei da Inércia
- e) A lei de Hooke

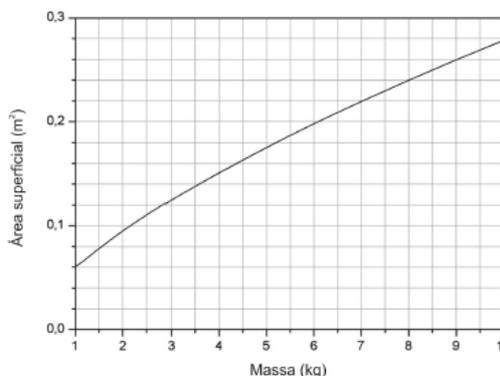
6) Investigações feitas a partir das dimensões do buraco de uma parede, onde uma bala se alojou, permitem obter informações sobre a velocidade da bala no momento do disparo.

Considere-se uma bala de 10,0g, que atinge, perpendicularmente, uma parede, penetrando 10,0cm, sem mudar de direção, até se alojar no interior da parede.

Admitindo-se a intensidade da força média de resistência oposta pela parede igual a 8000,0N, constante, é correto afirmar que a bala abandonou a arma com velocidade, em m/s, igual a

- a) 300
- b) 350
- c) 400
- d) 450
- e) 500

7) O consumo calórico de um animal de sangue quente é proporcional à área superficial de seu corpo. Um animal com massa 3,5 kg consome 250 kcal diárias. O gráfico relaciona a área superficial desse animal com sua massa.



Considerando o gráfico, conclui-se que, se a massa deste animal dobrar, o seu novo consumo diário de energia, em kcal, será, aproximadamente,

- a) 130

- b) 250
- c) 310
- d) 390
- e) 500

8) Um automóvel de massa 1000 kg se deslocava em movimento retilíneo e horizontal, com velocidade de 20 m/s, quando se envolveu em um acidente. Ele foi submetido durante 0,1s a uma força resultante intensa, entrando em repouso após esse intervalo de tempo. Qual é o valor médio do módulo da força resultante aplicada no automóvel ao longo desse intervalo de tempo?

- a) $1,0 \times 10^2$ N
- b) $2,0 \times 10^3$ N
- c) $1,0 \times 10^4$ N
- d) $2,0 \times 10^5$ N
- e) $1,0 \times 10^6$ N

9) Um viaduto em forma de arco (raio R) é construído sobre uma ferrovia. Muitas pessoas sentadas dentro de automóveis e ônibus, e também sobre assentos de motos, comentam que parecem ficar mais leves no ponto mais alto do viaduto, principalmente quando passam nesse ponto em grandes velocidades. Um motociclista, ao atingir o ponto mais alto do viaduto, como mostra a Figura 3, percebeu que estava a ponto de perder contato entre o seu corpo e o assento da moto.

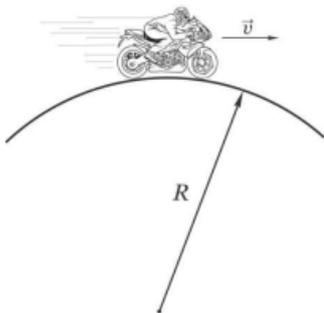


Figura 3 - Motociclista no ponto mais alto do viaduto.

Nesse momento, qual a melhor atitude a ser tomada por ele?

- a) Ele deve manter a velocidade da moto constante para que seu peso tenha intensidade igual à força de contato (força normal) entre ele e o assento.
- b) Ele deve aumentar a velocidade da moto para que seu peso tenha intensidade igual à força de contato (força normal) entre ele e o assento.
- c) Ele deve aumentar a velocidade da moto para ficar mais preso ao assento.
- d) Ele deve diminuir a velocidade da moto para que seu peso tenha intensidade igual à força de contato (força normal) entre ele e o assento.

e) Ele deve diminuir a velocidade da moto de modo a aumentar a intensidade da força de contato (força normal) entre ele e o assento.

10) Projetos de edifícios esbeltos e com alturas que podem chegar até 150 metros têm gerado um novo tipo de demanda para os centros de pesquisa e universidades que fazem ensaios aerodinâmicos. Nesses ensaios, uma versão em escala reduzida do edifício é construída e submetida a condições de vento controladas em um equipamento de laboratório chamado túnel de vento, tal como o túnel de vento que existe na UECE. Considere que, em um desses ensaios, uma dada superfície do prédio (edifício em escala reduzida) é submetida a uma pressão, pela ação do vento, de $0,1 \text{ N/m}^2$.

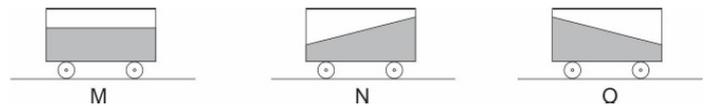
Caso essa superfície tenha área de $100,0 \text{ cm}^2$, a força total devido ao vento nessa área é, em N, igual a

- a) 10.
- b) 10^{-3} .
- c) 1.
- d) 10^{-2} .

11) Considere que um vagão ferroviário, transportando óleo, movimenta-se da esquerda para a direita, na horizontal. Três situações podem ocorrer:

- I. O vagão se move com velocidade constante;
- II. O vagão é acelerado para a direita;
- III. O vagão é desacelerado.

Cada um desses casos está associado a uma das figuras a seguir. As figuras que correspondem, respectivamente, às situações I, II e III, são:



- a) N, O, M
- b) M, N, O
- c) M, O, N
- d) O, N, M
- e) O, M, N

12) Durante a realização de uma experiência no laboratório de física, sobre a segunda lei de Newton, um estudante percebeu que um corpo desliza para baixo num plano inclinado de 45° com o dobro do tempo que ele levaria se não houvesse atrito, mantendo as condições iniciais. A partir dessas informações, ele calculou o coeficiente de atrito de escorregamento entre o corpo e a superfície do plano inclinado, encontrando o seguinte resultado:

- a) 0,55;
- b) 0,25;
- c) 0,45;
- d) 0,75;

e) 0,35

13) Se uma força de 50N é aplicada sobre uma partícula na direção horizontal e sentido para a direita é possível manter a partícula em equilíbrio mecânico se é aplicada outra força de:

- a) 50N na mesma direção e sentido que a anterior.
- b) 100N na mesma direção e sentido que a anterior.
- c) 50N na mesma direção e sentido contrário a anterior.
- d) 100N no mesmo sentido e direção vertical a anterior.
- e) 50N no mesmo sentido e direção diagonal a anterior.

14) Existem grandezas características de cada área da Física, e suas respectivas unidades são usadas de forma bastante comum. Considerando essas unidades, em Eletromagnetismo, _____ aparece como unidade comum. Em Termodinâmica, temos _____. Em Mecânica, temos _____, e em Ondulatória, _____.

Assinale a alternativa que apresenta as unidades que preenchem corretamente as lacunas acima, na ordem em que aparecem no texto.

- a) metro – segundo – dioptria – tesla.
- b) coulomb – kelvin – newton – hertz.
- c) joule – metro – volt – grama.
- d) watt – radiano – ampère – pascal.
- e) newton – mol – ohm – candela.

15) Um grupo de alunos está analisando as forças que atuam em um corpo e chegaram à conclusão de que atuam quatro forças sobre este corpo e que por isso ele está em repouso.

A partir das afirmações dos alunos, é correto afirmar:

- a) Um corpo pode estar sob a ação de quatro forças e estar em repouso, desde que a força resultante sobre o corpo seja nula.
- b) Um corpo submetido à ação de quatro forças nunca permanece em repouso.
- c) Para que um corpo esteja em repouso, nenhuma força poderá atuar sobre ele.
- d) Todo corpo em equilíbrio está em repouso.

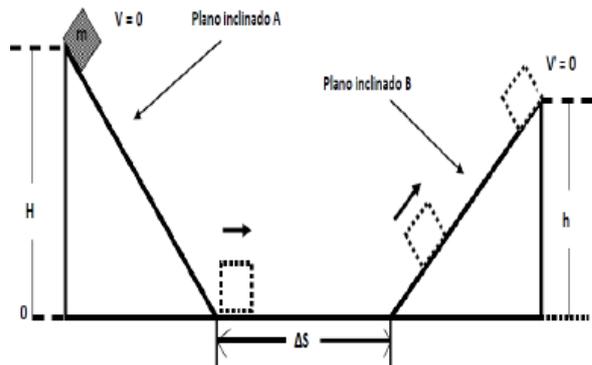
16) Assinale a alternativa correta com respeito às leis de Newton que determinam o movimento de partículas.

- a) Quando a soma de todas as forças que atuam em uma partícula é nula, a partícula não se move.
- b) Quando a soma de todas as forças que atuam em uma partícula não é nula, a partícula se move com velocidade constante.
- c) Quando a soma de todas as forças que atuam em uma partícula é constante, a partícula se move com velocidade constante.

d) Quando a soma de todas as forças que atuam em uma partícula aponta em certa direção fixa, a aceleração da partícula ao longo da perpendicular a esta direção é nula.

e) A toda força de ação agindo sobre uma partícula corresponde uma força de reação agindo sobre a mesma partícula.

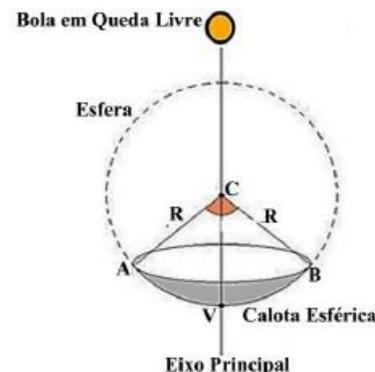
17) Um corpo de massa m está inicialmente em repouso no topo do plano inclinado A sem atrito, a uma altura H . Em seguida, o corpo é liberado, onde então começa a descer o plano inclinado A. Chegando à base do plano inclinado A, o corpo percorre a distância horizontal ΔS . O coeficiente de atrito entre a superfície horizontal e o bloco é igual a μ . Após o bloco percorrer toda a distância ΔS , começa então a subir o plano inclinado B, sem atrito até parar a uma altura h . Considere o valor da aceleração da gravidade local igual a g .



Podemos afirmar que a altura h é igual a:

- a) $2H - mg$
- b) $3H - 2\Delta S$
- c) $mg - 2H$
- d) $H - \mu \Delta S$
- e) $H - \mu mg$

18) Uma bola de tênis é solta, a partir do repouso, em $t = 0$, a 3,00 m de altura e diretamente acima do centro C de uma calota esférica refletora que tem raio de curvatura $R = 1,00$ m. A calota encontra-se apoiada em um plano horizontal de tal modo que seu eixo principal coincide com a trajetória vertical descrita pela bola em queda, conforme ilustra a figura, fora de escala.



Considerando-se $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ e que as condições de nitidez de Gauss são obedecidas pela calota esférica, marque a alternativa que indica **corretamente** a análise

dos movimentos da bola e de sua imagem conjugada pela calota.

a) A bola e sua imagem se aproximam do espelho e se encontram duas vezes durante o intervalo de tempo de queda da bola: em $t = 0,343$ s e em $t = 0,522$ s e, em ambos os encontros, a imagem da bola era real.

b) A bola e a sua imagem se encontram uma única vez durante o intervalo de tempo de queda e isto se dá no instante $t = 0,765$ s sendo que, neste instante, a imagem da bola era real.

c) Durante o intervalo de tempo de queda da bola, a imagem conjugada da bola pela calota esférica será sempre real e em nenhum momento a bola e sua imagem conjugada se encontrarão.

d) Tanto a bola quanto a sua imagem se aproximam da calota esférica e, nesta aproximação, a bola e a sua imagem conjugada se encontram apenas uma vez e isto acontece a 1,50 m do vértice V do espelho, sendo esta imagem real e ampliada duas vezes com relação a bola.

e) Tanto a bola quanto a sua imagem se aproximam da calota esférica e, nesta aproximação, bola e imagem se encontram duas vezes: no instante $t = 0,639$ s a bola encontra sua imagem real e no instante $t = 0,782$ s a bola encontra sua imagem virtual.

19) A figura a seguir ilustra um bloco com massa total M distribuída homogeneamente. Ele está apoiado parcialmente sobre uma mesa, como mostrado na figura. A parte do bloco apoiada na mesa corresponde a $3/4$ da massa total do mesmo. Considerando a aceleração da gravidade de módulo g , pode-se dizer que:



- a) o módulo da força peso do bloco é $3Mg/4$.
- b) o módulo da força peso do bloco é $Mg/4$.
- c) o módulo da força normal que a mesa exerce sobre o bloco é $3Mg/4$.
- d) o módulo da força normal que a mesa exerce sobre o bloco é $Mg/4$.
- e) o módulo da força normal que a mesa exerce sobre o bloco é Mg .

20) Dentro de um elevador, um objeto de peso 100 N está apoiado sobre uma superfície. O elevador está descendo e freando com aceleração vertical e para cima de $0,1$ m/s². Considere a aceleração da gravidade como 10 m/s².

Durante o tempo de frenagem, a força que sustenta o objeto vale, em newtons,

- a) 101

- b) 99
- c) 110
- d) 90
- e) 100

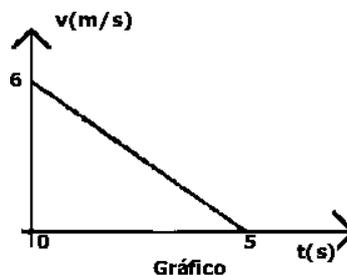
Mecânica: dinâmica – Trabalho e energia

1) (EsPCEX 2018) Considere uma máquina térmica X que executa um ciclo termodinâmico com a realização de trabalho. O rendimento dessa máquina é de 40% do rendimento de uma máquina Y que funciona segundo o ciclo de Carnot, operando entre duas fontes de calor com temperaturas de 27 °C e 327 °C. Durante um ciclo, o calor rejeitado pela máquina X para a fonte fria é de 500 J, então o trabalho realizado neste ciclo é de

- a) 100 J.
- b) 125 J.
- c) 200 J.
- d) 500 J.
- e) 625 J.

2) Um bloco de massa igual a 1,5 kg é lançado sobre uma superfície horizontal plana com atrito com uma velocidade inicial de 6 m/s em $t_1 = 0$ s. Ele percorre uma certa distância, numa trajetória retilínea, até parar completamente em $t_2 = 5$ s, conforme o gráfico abaixo.

O valor absoluto do trabalho realizado pela força de atrito sobre o bloco é

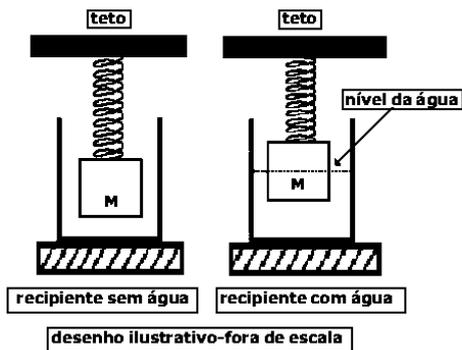


- a) 4,5 J
- b) 9,0 J
- c) 15 J
- d) 27 J
- e) 30 J

3) (EsPCEX 2014) No interior de um recipiente vazio, é colocado um cubo de material homogêneo de aresta igual a 0,40 m e massa $M=40$ kg. O cubo está preso a uma mola ideal, de massa desprezível, fixada no teto de modo que ele fique suspenso no interior do recipiente, conforme representado no desenho abaixo. A mola está presa ao cubo no centro de uma de suas faces e o peso do cubo provoca uma deformação de 5 cm na mola. Em seguida, coloca-se água no recipiente até que o cubo fique em equilíbrio com metade de seu volume submerso. Sabendo

que a densidade da água é de 1000 kg/m^3 , a deformação da mola nesta nova situação é de

Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g=10 \text{ m/s}^2$



- 3,0 cm
- 2,5 cm
- 2,0 cm
- 1,5 cm
- 1,0 cm

4) Considerando que uma força de 30 Newtons, aplicada em um ângulo cujo cosseno vale 1 e o seno e a tangente valem 0, desloca um corpo 5 metros, qual o trabalho realizado?

- 75 J
- 50 J
- 6 J
- 1 J
- 150 J

5) Um estudante resolveu calcular a energia cinética de seu cachorrinho enquanto observava sua corrida pelo quintal. Considere que o cão tem uma massa igual a 10 quilogramas e que ele percorreu 8 metros em 4 segundos com velocidade constante.

Nessas condições, é correto afirmar que a energia cinética do cão é, em joules, igual a:

- 10.
- 20.
- 32.
- 40

6) Para que se faça a reciclagem das latas de alumínio são necessárias algumas ações, dentre elas:

- recolher as latas e separá-las de outros materiais diferentes do alumínio por catação;
- colocar as latas em uma máquina que separa as mais leves das mais pesadas por meio de um intenso jato de ar;
- retirar, por ação magnética, os objetos restantes que contêm ferro em sua composição.

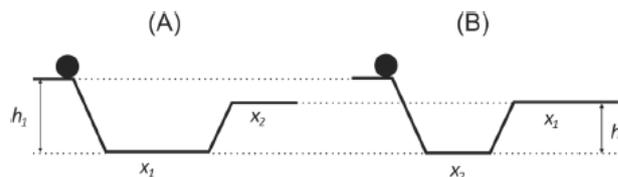
As ações indicadas possuem em comum o fato de

- exigirem o fornecimento de calor.
- fazerem uso da energia luminosa.
- necessitarem da ação humana direta.
- serem relacionadas a uma corrente elétrica.
- ocorrerem sob a realização de trabalho de uma força.

7) O Sistema de Recuperação de Energia Cinética (KERS) dos carros de Fórmula 1 é um mecanismo que tem como princípio básico a transformação da energia mecânica em energia elétrica, sempre que o piloto aciona os freios. Esta energia elétrica pode ser armazenada em baterias e utilizada posteriormente para acelerar o veículo. Como no regulamento da Fórmula 1 o sistema só pode fornecer 60 kW de potência e a máxima energia liberada é de 400 kJ, durante quanto tempo aproximadamente o KERS pode ser ativado em potência máxima? ($1 \text{ kW} = 1 \text{ kJ/s}$)

- 6 s
- 12 s
- 2 s
- 24 s

8) Dois corpos de massas iguais são soltos, ao mesmo tempo, a partir do repouso, da altura h_1 e percorrem os diferentes trajetos (A) e (B), mostrados na figura, onde $x_1 > x_2$ e $h_1 > h_2$.



Considere as seguintes afirmações:

- As energias cinéticas finais dos corpos em (A) e em (B) são diferentes.
- As energias mecânicas dos corpos, logo antes de começarem a subir a rampa, são iguais.
- O tempo para completar o percurso independe da trajetória.
- O corpo em (B) chega primeiro ao final da trajetória.
- O trabalho realizado pela força peso é o mesmo nos dois casos.

É correto somente o que se afirma em

ote e adote:

Desconsidere forças dissipativas.

- I e III.
- II e V.
- IV e V.
- II e III.
- I e V.

9) Num teste de esforço físico, um atleta de 60,0 kg sobe correndo uma escada cuja diferença de altura entre os degraus mais baixo e mais alto é de 20,0 m. A aceleração

da gravidade é igual a $10,0 \text{ m/s}^2$. Considere $1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}$. Ao final da subida, pode-se afirmar que a energia potencial gravitacional do atleta:

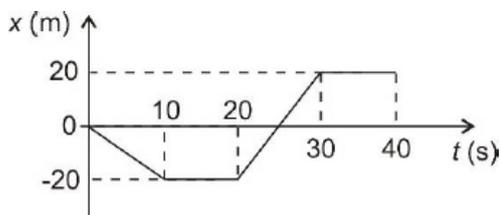
- aumentou em $12,0 \text{ kJ}$.
- aumentou em $3,0 \text{ kJ}$.
- não variou.
- diminuiu em $12,0 \text{ kJ}$.
- diminuiu em $3,0 \text{ kJ}$.

10) Uma criança desce um tobogã por uma extensão de 3 m . Suponha que a força de atrito entre a criança e o tobogã seja $0,1 \text{ N}$ e que o ângulo de inclinação da superfície seja 30° em relação à horizontal.

O trabalho realizado pela força de atrito nessa descida é, em Joules,

- $0,3$.
- 3 .
- $3 \cos(30^\circ)$.
- $0,3 \cos(30^\circ)$.

11) Numa experiência realizada em laboratório, a posição x de um objeto, cuja massa é constante, foi medida em função do tempo t . Com isso, construiu-se o gráfico ao lado. Sabe-se que o referencial adotado para realizar as medidas é inercial e que o objeto move-se ao longo de uma linha reta.



Com base no gráfico, considere as seguintes afirmativas:

- A energia cinética do objeto é constante entre os instantes $t = 20$ e $t = 30 \text{ s}$.
- A força resultante sobre o objeto em $t = 15 \text{ s}$ é nula.
- O deslocamento total do objeto desde $t = 0$ até $t = 40 \text{ s}$ é nulo.

Assinale a alternativa correta.

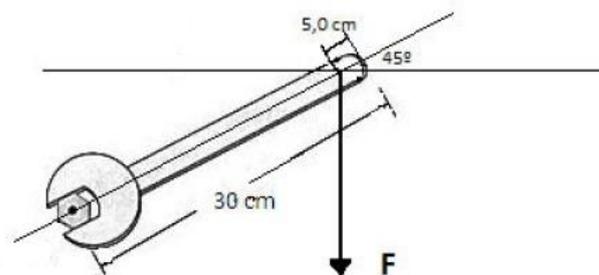
- Somente a afirmativa 1 é verdadeira.
- Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
- Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
- As afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.

12) O primeiro satélite geoestacionário brasileiro foi lançado ao espaço em 2017 e será utilizado para comunicações estratégicas do governo e na ampliação da

oferta de comunicação de banda larga. O foguete que levou o satélite ao espaço foi lançado do Centro Espacial de Kourou, na Guiana Francesa. A massa do satélite é constante desde o lançamento até a entrada em órbita e vale $m = 6,0 \times 10^3 \text{ kg}$. O módulo de sua velocidade orbital é igual a $V_{or} = 3,0 \times 10^3 \text{ m/s}$. Desprezando a velocidade inicial do satélite em razão do movimento de rotação da Terra, o trabalho da força resultante sobre o satélite para levá-lo até a sua órbita é igual a

- 2 MJ .
- 18 MJ .
- 27 GJ .
- 54 GJ .

13) Uma pessoa usa uma chave de boca para apertar um parafuso, conforme a figura abaixo. A distância do centro do parafuso até a extremidade do cabo da chave de boca é de 30 cm e a força F , vertical, aplicada a 5 cm da extremidade do cabo da chave, possui intensidade $F = 20 \text{ N}$. Assinale a alternativa CORRETA



- O torque gerado por F tem módulo igual a $2,5\sqrt{2} \text{ N.m}$ e orientação paralela à F .
- O torque gerado por F atua ao longo do eixo do parafuso, sendo sua orientação perpendicular à F e ao plano da página.
- A orientação da força F representada na figura é aquela que fornece a situação de torque máximo, pois o ângulo entre o torque e o vetor força F é de 90° .d)

Na situação apresentada na figura, a componente de F paralela ao eixo do cabo da chave é nula, por esse motivo essa componente não gera torque

- Após uma rotação no parafuso em 45° no sentido horário, de forma que o cabo da chave de boca esteja na posição horizontal e mantendo F na vertical, o torque terá módulo nulo

14) Uma minicama elástica é constituída por uma superfície elástica presa a um aro lateral por 32 molas idênticas, como mostra a figura. Quando uma pessoa salta sobre esta minicama, transfere para ela uma quantidade de energia que é absorvida pela superfície elástica e pelas molas.

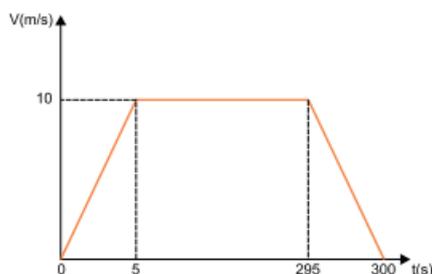


Considere que, ao saltar sobre uma dessas minicamas, uma pessoa transfira para ela uma quantidade de energia igual a 160 J, que 45% dessa energia seja distribuída igualmente entre as 32 molas e que cada uma delas se distenda 3,0 mm. Nessa situação, a constante elástica de cada mola, em N/m, vale

- a) $5,0 \times 10^5$.
- b) $1,6 \times 10^1$.
- c) $3,2 \times 10^3$.
- d) $5,0 \times 10^3$.
- e) $3,2 \times 10^0$.

15) O enunciado e o gráfico a seguir refere-se à questão.

Um velódromo de formato circular tem pista de raio 25 m. Determinado ciclista, cuja massa mais a da bicicleta somam 70 kg, tem anotadas as velocidades desenvolvidas durante um treinamento. O gráfico dessas velocidades, em função do tempo, é o da figura.



Considere $\pi \cong 3$.

O trabalho realizado pela força resultante sobre o conjunto ciclista + bicicleta, entre os instantes $t = 5$ s e $t = 295$ s, em joules, foi de

- a) 3500.
- b) 3200.
- c) 3000.
- d) 2950.
- e) zero.

Mecânica: dinâmica – Força centrípeta

1) Uma partícula de massa 2 kg está realizando um movimento circular obedecendo a seguinte equação horária da velocidade $V = 5 + 5t$. O raio da trajetória que a partícula descreve é $R = 2$ m, no instante de $t = 1$ s a intensidade da força resultante vale:

- a) A força tangencial é $F_t = 100$ N
- b) A força centrípeta é $F_c = 100$ N
- c) A força Normal é $N = 200$ N
- d) A força peso é $P = 150$ N
- e) A força de atrito é $F_{at} = 50$ N

2) Passando por um trecho em lombada, de raio 50 metros, um automóvel de uma tonelada de massa, a 20 m/s de velocidade. Qual a intensidade de sua resultante centrípeta?

- a) 1×10^3 N
- b) 70 N
- c) 8×10^3 N
- d) 100 N
- e) 10 N

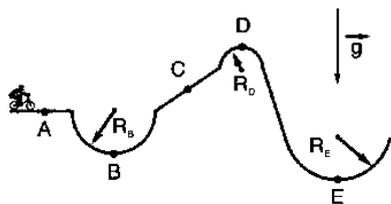
3) Visando a melhoria estética de um veículo, o vendedor de uma loja sugere ao consumidor que ele troque as rodas de seu automóvel de aro 15 polegadas para aro 17 polegadas, o que corresponde a um diâmetro maior do conjunto roda e pneu.

Duas consequências provocadas por essa troca de aro são:

- a) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- b) Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais instável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- c) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e aumentar a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- d) Abaixar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.
- e) Elevar a posição do centro de massa do veículo tornando-o mais estável e diminuir a velocidade do automóvel em relação à indicada no velocímetro.

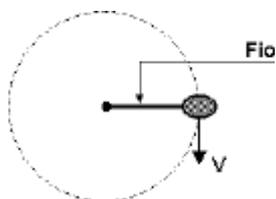
4) Suponha que, em uma prova olímpica de ciclismo BMX, presente nos Jogos Olímpicos desde a Olimpíada de Pequim 2008, um atleta percorre um trecho de pista de corrida cujo corte lateral é mostrado na figura a seguir. A partir desse corte, percebe-se que o atleta viaja por segmentos de pista retos e por semicírculos onde $RD < RB$ < RE. Se o atleta pedala e utiliza os freios de forma a ter

velocidade constante no trecho mostrado, o ponto de maior intensidade da reação normal da pista sobre a bicicleta é



- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

5) Um corpo gira em torno de um ponto fixo preso por um fio inextensível e apoiado em um plano horizontal sem atrito. Em um determinado momento, o fio se rompe.



É correto afirmar:

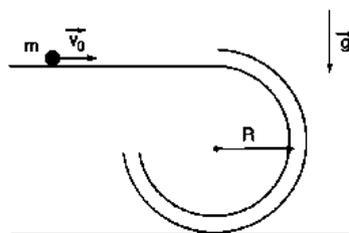
- a) O corpo passa a descrever uma trajetória retilínea na direção do fio e sentido contrário ao centro da circunferência.
- b) O corpo passa a descrever uma trajetória retilínea com direção perpendicular ao fio.
- c) O corpo continua em movimento circular.
- d) O corpo para.
- e) O corpo passa a descrever uma trajetória retilínea na direção do fio e sentido do centro da circunferência.

6) Imagine a situação de um elevador de massa **M** que, de maneira simplificada, estaria sujeito somente a duas forças: a tensão produzida pelo cabo que o sustenta **T** e o peso **P**. Suponha que o elevador esteja descendo com velocidade que decresce em módulo com o transcorrer do tempo. A respeito dos módulos das forças **T**, **P** e **F_R** (força resultante sobre o elevador), pode-se afirmar que

- a) $T = P$ e $F_R = 0$
- b) $T < P$ e $F_R \neq 0$
- c) $T > P$ e $F_R \neq 0$
- d) $T > P$ e $F_R = 0$
- e) $T < P$ e $F_R = 0$

7) Uma partícula de massa $m = 200$ g se move com velocidade de módulo $v_0 = 5,0$ m/s ao encontro de um tubo rígido, fixo e circular de raio $R = 0,5$ m, conforme mostra a figura a seguir. Desconsiderandose os efeitos do atrito,

determine o valor máximo da força de contato da bola sobre o tubo.



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

8) Uma modalidade do atletismo é o lançamento de martelo, em que um atleta deve girar uma esfera de metal, presa a um cabo de arame, e a uma alça para ele segurar. Supondo que, o conjunto esfera, cabo, alça e braço de um atleta meça 2,5 m, e que o atleta consiga impor ao martelo uma aceleração centrípeta de 360 m/s², quando então solta-o, com a velocidade inicial do martelo fazendo 30° para cima, com relação ao plano horizontal, qual a distância horizontal que o martelo atinge? Considere a aceleração da gravidade como 10 m/s², $\cos 30^\circ = 0,87$ e $\sin 30^\circ = 0,5$. Para fins de simplificação, tome a bola de ferro como puntual, o comprimento do conjunto como o raio da trajetória circular e ignore a altura do atleta, assumindo que o martelo foi arremessado do nível do chão.

- a) 43,2 m
- b) 50,1 m
- c) 58,3 m
- d) 69,6 m
- e) 78,3 m

9) Na Física, objetos inanimados se comunicam. Uma forma de comunicação que um corpo pode estabelecer com outro é a força e, nesse sentido, as Leis de Newton expressam muito bem essa ideia.

Um estudante, ao analisar a situação mecânica na qual se encontra um vaso em repouso sobre uma mesa plana e horizontal, desconsiderando a existência do ar, faz as seguintes afirmações:

- I. O atrito mantém o vaso sobre a mesa.
- II. A força peso e a força normal de contato com a mesa possuem a mesma direção.
- III. Se o vaso cair da mesa, durante a queda, o peso do vaso será a força resultante.

É correto o que o estudante afirma em

- a) I, apenas.
- b) III, apenas.

- c) I e II, apenas.
 d) II e III, apenas.
 e) I, II e III.

10) Um carro a uma velocidade de 100 Km/h entra numa curva com raio de curvatura constante e igual a R . O motorista freia de tal modo que sua velocidade diminui uniformemente para 25 km/h, após 1,5 s. Neste instante o carro encontra-se na metade da curva, conforme mostra a Figura 2.

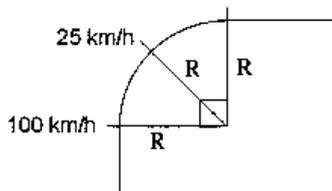


Figura 2

A variação na aceleração centrípeta do carro, em $\frac{\text{km/h}}{\text{s}}$, vale:

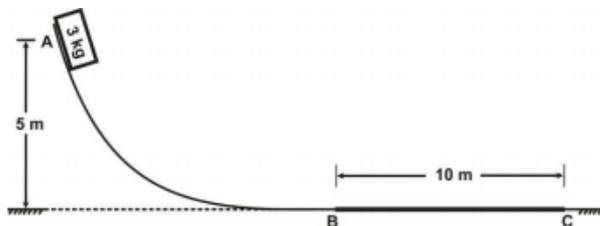
- a) - 25 Π
 b) - 30 Π
 c) - 10 Π
 d) - 15 Π
 e) - 50 Π

Gabarito: 1-B, 2-C, 3-A, 4-B, 5-B, 6-C, 7-B, 8-E, 9-D, 10-A.

Mecânica: dinâmica – Força de atrito

1) Um bloco de massa **3 kg**, inicialmente em repouso, desliza sem atrito de **A** para **B** a partir de uma rampa de altura **5 m**, conforme a figura que segue. Ao atingir o ponto **B** o bloco é desacelerado e percorre uma distância de **10 m** até parar no ponto **C**. Desprezando a resistência do ar, o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície, do ponto **B** até o ponto **C**, é:

(Adote: $g = 10 \text{ m/s}^2$)



- a) 0,4
 b) 0,5
 c) 0,6
 d) 0,7

2) (EEAR 2017) Um trem de 200 toneladas consegue acelerar a 2 m/s^2 . Qual a força, em newtons, exercida pelas rodas em contato com o trilho para causar tal aceleração?

- a) $1 \cdot 10^5$

- b) $2 \cdot 10^5$
 c) $3 \cdot 10^5$
 d) $4 \cdot 10^5$

3) (EEAR 2016) Quando um paraquedista salta de um avião sua velocidade aumenta até certo ponto, mesmo antes de abrir o paraquedas. Isso significa que em determinado momento sua velocidade de queda fica constante. A explicação física que justifica tal fato é:

- a) ele perde velocidade na queda porque saiu do avião.
 b) a força de atrito aumenta até equilibrar com a força peso.
 c) a composição da força peso com a velocidade faz com que a última diminua.
 d) ao longo de toda a queda a resultante das forças sobre o paraquedista é nula.

4) Uma caixa de massa 40 kg, que estava inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal, é empurrada em linha reta por uma força horizontal constante de módulo 160 N ao longo de 9 m. Sabendo-se que o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e a superfície é igual a 0,20, o valor da velocidade final da caixa, em m/s, é: (Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$)

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

5) Um teste é feito para avaliar os freios de um novo modelo de carro, de 1200 Kg de massa. Para isso, foi analisada a distância que o veículo percorre até parar totalmente, a partir do momento em que seus pneus são travados, com uma velocidade de 108 Km/h. O teste é feito em uma pista totalmente plana, cujo coeficiente de atrito cinético entre o pavimento e os pneus é de 0,7. Em tal situação, considerou-se que é desprezível o atrito oferecido pelos rolamentos, assim como efeitos resistivos do ar, e que $g = 10 \text{ m/s}^2$.

A partir da situação descrita, a distância que o novo modelo de carro percorre até parar totalmente é, aproximadamente, de:

- a) 833 m
 b) 8 m
 c) 64 m
 d) 154 m

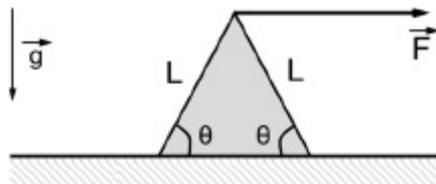
6) Uma pessoa precisa empurrar uma caixa de 100 kg em linha reta sobre uma superfície plana e horizontal, a partir do repouso. Para isso, exerce sobre ela uma força horizontal, constante e de módulo 120 N ao longo de 10 m. A partir de então, para de exercer a força e espera a caixa parar devido ao atrito entre ela e o solo. Sabendo que

durante todo o movimento da caixa atua sobre ela uma força de atrito de módulo constante e igual a 100 N, a distância, em metros, entre o ponto de onde a caixa partiu do repouso e o ponto onde a caixa parou é igual a

- a) 14.
- b) 15.
- c) 12.
- d) 13.
- e) 11.

7) Uma pintura encontrada no túmulo de Djehutihotep deu a pista sobre o modo como os egípcios transportavam milhares de blocos de pedra pesando várias toneladas, cada uma com o mínimo possível de esforço. Sabíamos que eles usaram uma espécie de trenó de madeira para empurrar as pedras e transportá-las; mas eles fizeram algo a mais: molharam a areia. (...) Os testes mostraram que a força necessária para puxar o trenó diminuía em proporção à rigidez da areia, que foi conseguida vertendo água sobre ela para compactá-la e endurecê-la.

Fonte: <http://jornalggn.com.br/noticia/como-os-egipcios-transportavam-blocos-de-pedra>, acessado em: 13 de julho de 2017.

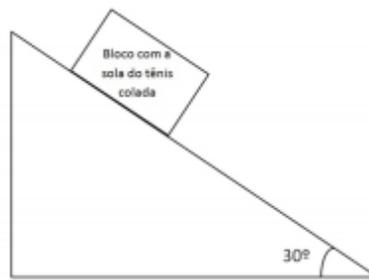


Inspirado nessa técnica, um estudante decide molhar o piso de sua casa para puxar um bloco triangular com mais facilidade, diminuindo o coeficiente de atrito efetivo entre o piso e o bloco. Uma força horizontal constante, de intensidade F , é aplicada na extremidade do bloco triangular, de massa m uniformemente distribuída e lado L , conforme ilustra a figura. Sabendo que $\theta = 60^\circ$, determine o valor do coeficiente de atrito estático entre o bloco e o piso para que ele não gire antes de transladar.

o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, utilize $\pi = 3$, $(2)^{1/2} = 1,40$ e $(3)^{1/2} = 1,70$.

- a) 1,70
- b) 0,57
- c) 0,85
- d) 0,70
- e) 1,40

8) Para calcular o coeficiente de atrito entre um modelo de piso e a sola de um tênis, um operário da indústria de pisos utilizou a seguinte técnica: colou a sola do tênis em um bloco de madeira, com 5 kg, de forma que somente a sola ficasse em contato com o piso. Colocou o piso em um plano inclinado na forma de um triângulo retângulo. E depois colocou o bloco de madeira com a sola colada em contato com o piso, e notou que o bloco ficou na iminência de entrar em movimento, conforme a figura abaixo:



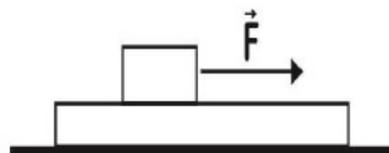
Com base nessas informações e sabendo que: $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\text{sen } 30^\circ = \text{cos } 60^\circ = 0,5$; $\text{cos } 30^\circ = \text{sen } 60^\circ = 0,8$, o coeficiente de atrito entre o piso e a sola do tênis é de aproximadamente:

- a) 0,87.
- b) 0,5.
- c) 0,6.
- d) 0,7.

9) Considere um pneu de 10 kg que gira sem deslizar sobre uma estrada horizontal. Despreze as deformações que o pneu possa sofrer, considere que o eixo de rotação se mantém sempre horizontal e que sobre o pneu haja apenas a força de atrito com a estrada ($\mu = 0,1$) e a força da gravidade ($g = 10 \text{ m/s}^2$) e a normal. Durante um deslocamento de 2 m sobre a estrada, o trabalho realizado pela força de atrito é, em J,

- a) 20.
- b) 2.
- c) 200.
- d) 0.

10) Durante as aulas sobre as leis de Newton, em especial sobre as condições de atrito entre superfícies em contato, o professor colocou um objeto com massa de 1,0kg apoiado sobre uma prancha de 4,0kg, como mostra a figura abaixo. Em seguida, o professor puxa o objeto aplicando-lhe uma força F horizontal e constante. Considerando-se que o atrito entre a prancha e a mesa seja desprezível e que os coeficientes de atrito estático e dinâmico entre o objeto e a prancha sejam iguais a 0,8 e 0,6, respectivamente, a maior aceleração que a prancha possa adquirir será de:



- a) $1,0 \text{ m/s}^2$
- b) $1,2 \text{ m/s}^2$
- c) $1,5 \text{ m/s}^2$
- d) $1,6 \text{ m/s}^2$
- e) $2,0 \text{ m/s}^2$

Mecânica: dinâmica – Força elástica

1) (EEAR 2019) Uma mola está suspensa verticalmente próxima à superfície terrestre, onde a aceleração da gravidade pode ser adotada como 10m/s^2 . Na extremidade livre da mola é colocada uma cestinha de massa desprezível, que será preenchida com bolinhas de gude, de 15g cada. Ao acrescentar bolinhas à cesta, verifica-se que a mola sofre uma elongação proporcional ao peso aplicado. Sabendo-se que a mola tem uma constante elástica $k = 9,0\text{N/m}$, quantas bolinhas é preciso acrescentar à cesta para que a mola estique exatamente 5cm ?

- a) 1
- b) 3
- c) 5
- d) 10

2) Uma massa de 5 kg está pendurada na extremidade de uma mola ideal de massa desprezível. Sabendo que a mola está deformada de $0,65\text{ m}$, qual é o valor aproximado da constante elástica (k) da mola?

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

- a) $k = 50\text{ N/m}$
- b) $k = 65\text{ N/m}$
- c) $k = 77\text{ N/m}$
- d) $k = 80\text{ N/m}$

3) O tendão de Aquiles, que une uma parte de trás do tornozelo ao osso do calcanhar, funciona como uma mola e sua ação reduz o trabalho realizado pelos músculos da perna. Modelando o tendão de Aquiles da perna de uma pessoa como uma mola de constante elástica igual a $18,0\text{N/cm}$, então, para uma compressão de $2,0\text{mm}$ realizada por ela, a energia potencial armazenada, em mJ , é igual a

- a) 3,6
- b) 3,5
- c) 3,4
- d) 3,2
- e) 3,1

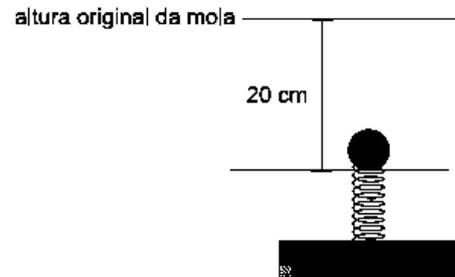
4) Um halterofilista, ao manter um haltere suspenso no ar por um determinado tempo, não realiza trabalho sobre o haltere, mas fica cansado porque as fibras musculares do seu braço realizam trabalho ao se contrair e se dilatar continuamente. Essas fibras podem ser modeladas como uma mola de constante elástica igual a $1,5\text{N/cm}$.

Para uma dilatação de $20,0\text{mm}$ das fibras musculares do braço do halterofilista, será realizado por elas um trabalho de valor absoluto, em mJ , igual a

- a) 30,0
- b) 35,0

- c) 40,0
- d) 45,0
- e) 50,0

5) Um objeto de massa 10 kg é colocado suavemente sobre uma mola vertical, de constante elástica $2\,000\text{ N/m}$, de modo que seu peso comprime-a de 20 cm , até permanecer em repouso, como mostra a figura.



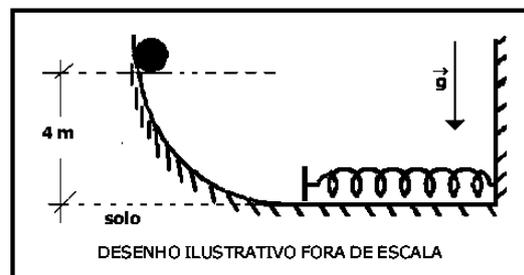
Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , é correto afirmar que, ao longo da compressão da mola, os módulos dos trabalhos realizados pela força peso e pela força elástica da mola, em joules, são iguais, respectivamente, a

- a) 15 e 20.
- b) 25 e 40.
- c) 20 e 40.
- d) 20 e 30.
- e) 10 e 20.

6) (EsPCEEx 2016) Uma esfera, sólida, homogênea e de massa $0,8\text{ kg}$ é abandonada de um ponto a 4 m de altura do solo em uma rampa curva.

Uma mola ideal de constante elástica $k=400\text{ N/m}$ é colocada no fim dessa rampa, conforme desenho abaixo. A esfera colide com a mola e provoca uma compressão.

Desprezando as forças dissipativas, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g = 10\text{ m/s}^2$ e que a esfera apenas desliza e não rola, a máxima deformação sofrida pela mola é de:

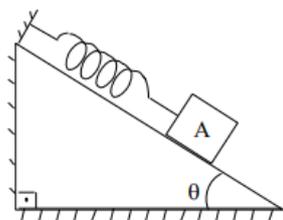


- a) 8 cm
- b) 16 cm
- c) 20 cm
- d) 32 cm
- e) 40 cm

7) Uma mola ideal está suspensa verticalmente, presa a um ponto fixo no teto de uma sala, por uma de suas extremidades. Um corpo de massa 80 g é preso à extremidade livre da mola e verifica-se que a mola desloca-se para uma nova posição de equilíbrio. O corpo é puxado verticalmente para baixo e abandonado de modo que o sistema massa-mola passa a executar um movimento harmônico simples. Desprezando as forças dissipativas, sabendo que a constante elástica da mola vale 0,5 N/m e considerando $\pi = 3,14$, o período do movimento executado pelo corpo é de

- a) 1,256 s
- b) 2,512 s
- c) 6,369 s
- d) 7,850 s
- e) 15,700s

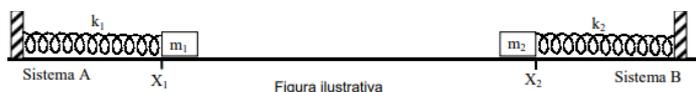
8) (EsPCEEx 2001) Um bloco A de peso P encontra-se em repouso preso a uma mola ideal de constante elástica K sobre um plano inclinado perfeitamente liso conforme a figura abaixo.



Nesta situação, o alongamento da mola será de:

- a) $P \cos q / K$
- b) $P \operatorname{sen} q / K$
- c) $P \operatorname{tg} q / k$
- d) $P / K \operatorname{sen} q$
- e) $P / K \cos q$

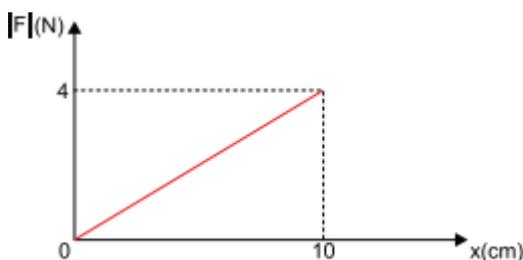
9) Em um sistema massa-mola ideal, sem forças dissipativas, a frequência de oscilação f de uma massa m é dada por $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$, onde k representa a constante elástica da mola. Nos sistemas A e B representados abaixo, as forças dissipativas são nulas, as molas são ideais, x_1 e x_2 representam a posição de alongação máxima das molas e as massas M_1 e M_2 são iguais. Para que a situação indicada na figura se repita a cada 3 oscilações do sistema A e 2 oscilações do sistema B, a razão entre K_1 e K_2 é igual a:



- a) 0,667
- b) 1,500
- c) 0,444
- d) 1,120

e) 2,250

10) O gráfico mostra a variação do módulo da força, em newtons, aplicada a uma mola helicoidal em função da alongação que ela sofre, medida em centímetros.



Para uma alongação de 34 cm, dentro do limite de elasticidade da mola, o módulo da força aplicada é de

- a) 6,8 N.
- b) 8,2 N.
- c) 10,6 N.
- d) 11,5 N.
- e) 13,6 N.

Mecânica: dinâmica – Colisões

1) Tempestades solares são causadas por um fluxo intenso de partículas de altas energias ejetadas pelo Sol durante erupções solares. Esses jatos de partículas podem transportar bilhões de toneladas de gás eletrizado em altas velocidades, que podem trazer riscos de danos aos satélites em torno da Terra. Considere que, em uma erupção solar em particular, um conjunto de partículas de massa total $m_p = 5$ kg, deslocando-se com velocidade de módulo $v_p = 2 \times 10^5$ m/s, choca-se com um satélite de massa $M_s = 95$ kg que se desloca com velocidade de módulo igual a $V_s = 4 \times 10^3$ m/s na mesma direção e em sentido contrário ao das partículas. Se a massa de partículas adere ao satélite após a colisão, o módulo da velocidade final do conjunto será de

- a) 102.000 m/s.
- b) 14.000 m/s.
- c) 6.200 m/s.
- d) 3.900 m/s.

2) Beisebol é um esporte que envolve o arremesso, com a mão, de uma bola de 140 g de massa na direção de outro jogador que irá rebatê-la com um taco sólido. Considere que, em um arremesso, o módulo da velocidade da bola chegou a 162 km/h, imediatamente após deixar a mão do arremessador. Sabendo que o tempo de contato entre a bola e a mão do jogador foi de 0,07 s, o módulo da força média aplicada na bola foi de

- a) 324,0 N.
- b) 90,0 N.
- c) 6,3 N.
- d) 11,3 N.

3) (EEAR 2016) Um caminhão carregado, com massa total de 20000 kg se desloca em pista molhada, com velocidade de 110 km/h. No semáforo à frente colide com um carro de 5000 kg, parado no sinal. Desprezando o atrito entre os pneus e a estrada e sabendo que após a colisão, o caminhão e o carro se movimentam juntos, qual é a velocidade do conjunto (caminhão + carro), em km/h, após a colisão?

- a) 80
- b) 88
- c) 100
- d) 110

4) Um automóvel de massa 1.200kg está parado no semáforo quando sofre uma colisão traseira de outro automóvel de massa 800 kg com velocidade de 40 km/h. Sabendo que, ao sofrer colisão, o primeiro automóvel perde o freio, e os dois se movimentam presos um ao outro, a velocidade do conjunto após a colisão é, em km/h,

- a) 40
- b) 27
- c) 24
- d) 16
- e) 12

5) Dois corpos de massa 5.000 e 3.000 gramas, respectivamente se deslocam 8 e 4 m/s, desprezando-se qualquer atrito, sofrem choque perfeitamente inelástico. Qual a velocidade das partículas após o choque?

- a) 35 m/s
- b) 12 m/s
- c) 6,5 m/s
- d) 0,65 m/s
- e) 0,12 m/s

6) Uma caminhonete, de massa 2.000 kg, bateu na traseira de um sedã, de massa 1.000 kg, que estava parado no semáforo, em uma rua horizontal. Após o impacto, os dois veículos deslizaram como um único bloco. Para a perícia, o motorista da caminhonete alegou que estava a menos de 20 km/h quando o acidente ocorreu. A perícia constatou, analisando as marcas de frenagem, que a caminhonete arrastou o sedã, em linha reta, por uma distância de 10 m. Com este dado e estimando que o coeficiente de atrito cinético entre os pneus dos veículos e o asfalto, no local do acidente, era 0,5, a perícia concluiu que a velocidade real da caminhonete, em km/h, no momento da colisão era, aproximadamente,

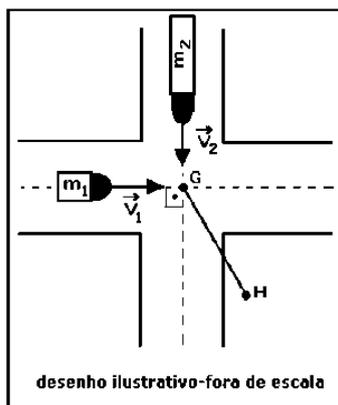
Note e adote:

Aceleração da gravidade: 10 m/s².

Desconsidere a massa dos motoristas e a resistência do ar.

- a) 10.
- b) 15.
- c) 36.
- d) 48.
- e) 54.

7) (EsPCEX 2015) Dois caminhões de massa $m_1=2,0$ ton e $m_2=4,0$ ton, com velocidades $v_1=30$ m/s e $v_2=20$ m/s, respectivamente, e trajetórias perpendiculares entre si, colidem em um cruzamento no ponto G e passam a se movimentar unidos até o ponto H, conforme a figura abaixo. Considerando o choque perfeitamente inelástico, o módulo da velocidade dos veículos imediatamente após a colisão é:



- a) 30 km/h
- b) 40 km/h
- c) 60 km/h
- d) 70 km/h
- e) 75 km/h

8) Uma partícula de massa m e velocidade v colide com outra de massa $M = 2m$ e velocidade $V = -v$. Após a colisão, as duas partículas permanecem grudadas. A velocidade dessas partículas é:

- a) 0
- b) $-v$
- c) $-v/2$
- d) $-v/3$
- e) $-2v/3$

9) Considere as três afirmações abaixo.

I - Em qualquer processo de colisão entre dois objetos, a energia cinética total e a quantidade de movimento linear total do sistema são quantidades conservadas.

II - Se um objeto tem quantidade de movimento linear, então terá energia mecânica.

III- Entre dois objetos de massas diferentes, o de menor massa jamais terá quantidade de movimento linear maior do que o outro.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas I e II.
- e) I, II e III.

10) Quando necessário, utilize $g = 10\text{m/s}^2$

Um automóvel de massa 1000kg trafega em linha reta sobre uma rua horizontal com velocidade constante de 72km/h quando, ao atravessar uma rua perpendicular, sofre colisão de uma motocicleta. A moto e seu piloto apresentam massa total de 120kg e velocidade de 108km/h. Devido à chuva, pode-se desconsiderar o atrito dos veículos com o solo. O ângulo formado entre a nova trajetória do carro após a colisão e a trajetória anterior, antes da colisão, é dado por

- a) $\text{arc sen } 0,18$
- b) $\text{arc sen } 5,6$
- c) $\text{arc tg } 0,18$
- d) $\text{arc tg } 5,6$
- e) $\text{arc cos } 0,18$

Mecânica: dinâmica – Impulso e quantidade de movimento

1) (EsPCEX 2008) Um móvel movimenta-se sob a ação de uma força resultante de direção e sentido constantes, cuja intensidade (F_R) varia com o tempo (t) de acordo com o gráfico abaixo.

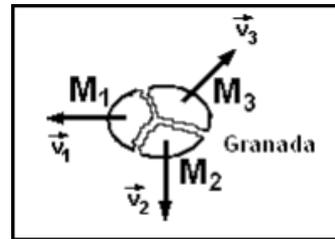


O módulo do impulso dessa força resultante, no intervalo de tempo de 0 s a 12 s, é de

- a) 5 Ns
- b) 12 Ns
- c) 25 Ns
- d) 30 Ns
- e) 60 Ns

2) (EsPCEX 2009) Uma granada de mão, inicialmente em repouso, explodiu sobre uma mesa, de superfície horizontal e sem atrito, e fragmentou-se em três pedaços

de massas M_1, M_2 e M_3 que adquiriram velocidades coplanares e paralelas ao plano da mesa, conforme representadas no desenho abaixo. Imediatamente após a explosão, a massa $M_1 = 100\text{ g}$ adquire uma velocidade $V_1 = 30\text{ m/s}$ e a massa $M_2 = 200\text{ g}$ adquire uma velocidade $V_2 = 20\text{ m/s}$, cuja direção é perpendicular à direção de V_1 . A massa $M_3 = 125\text{ g}$ adquire uma velocidade inicial V_3 igual a:



mesa vista de cima

Desenho Ilustrativo

- a) 45 m/s
- b) 40 m/s
- c) 35 m/s
- d) 30 m/s
- e) 25 m/s

3) (EsPCEX 2002) Um carro de uma tonelada, inicialmente em repouso, é submetido à ação de uma força resultante, horizontal e constante, de 2000 N.

A velocidade desse carro, dez segundos após o início da ação da força resultante, em km/h, vale

- a) 20
- b) 25
- c) 72
- d) 108
- e) 118

4) (EEAR 2018) Um garoto chuta uma bola de futebol de 400g exercendo sobre ela uma força de 20N. Determine quanto tempo, em segundos, essa força deve atuar sobre a bola para que ela saia do repouso e atinja uma velocidade de 10 m/s.

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

5) Em muitas situações do cotidiano, podemos notar a presença de princípios físicos e classificá-los de acordo com estudos realizados na Mecânica. Quando pulamos de certa altura, ao atingirmos o solo não mantemos as pernas estendidas, mas as flexionamos durante a colisão a fim de aumentarmos o intervalo de tempo de contato com o solo e diminuirmos a intensidade da força de impacto. Essa reação do corpo humano é involuntária e instintiva para a preservação da integridade física. Assinale, dentre as

alternativas, qual dos princípios apresentados explica nosso comportamento.

- a) Lei de Stevin.
- b) Princípio de Arquimedes.
- c) Teorema do Impulso.
- d) Princípio de Pascal.

6) O airbag e o cinto de segurança são itens de segurança presentes em todos os carros novos fabricados no Brasil. Utilizando os conceitos da Primeira Lei de Newton, de impulso de uma força e variação da quantidade de movimento, analise as proposições.

I. O airbag aumenta o impulso da força média atuante sobre o ocupante do carro na colisão com o painel, aumentando a quantidade de movimento do ocupante.

II. O airbag aumenta o tempo da colisão do ocupante do carro com o painel, diminuindo assim a força média atuante sobre ele mesmo na colisão.

III. O cinto de segurança impede que o ocupante do carro, em uma colisão, continue se deslocando com um movimento retilíneo uniforme.

IV. O cinto de segurança desacelera o ocupante do carro em uma colisão, aumentando a quantidade de movimento do ocupante.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

7) Sobre um corpo de 2 Kg, atua a força resultante que incrementa ao corpo uma aceleração de 5 m/s^2 . Caso esta mesma força resultante, atue sobre outro corpo de 4 Kg, o módulo da aceleração que o corpo adquirirá, em m/s^2 , será de:

- a) 10.
- b) 8.
- c) 5,5.
- d) 3,5.
- e) 2,5.

8) Dois atletas caem verticalmente de uma plataforma de 2 m de altura, a partir do repouso. O atleta 1 aterrissa com as pernas esticadas. O atleta 2 aterrissa dobrando os joelhos, amortecendo a queda. A respeito do movimento dos atletas desde que tocam o chão até pararem, considere as seguintes afirmativas:

1. O impulso dado pelo chão é maior no atleta 1 do que no atleta 2.

2. O intervalo de tempo desde que o atleta 1 toca o chão até parar é maior que o do atleta 2.

3. O atleta 1 está sujeito a uma força média do chão sobre ele maior que a do atleta 2.

4. A variação de momento linear do atleta 2 desde que toca o chão até parar é igual à do atleta 1.

Assinale a alternativa correta.

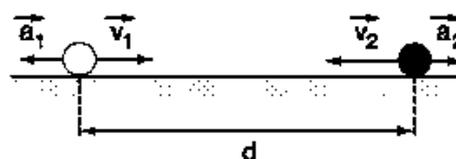
- a) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas 3 e 4 são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas 1, 2 e 4 são verdadeiras.
- e) As afirmativas 1, 2, 3 e 4 são verdadeiras.

9) Quando necessário, utilize $g = 10 \text{ m/s}^2$

Um corpo sofre inicialmente um impulso de uma força de 40N durante 2s e em seguida uma força de 50N durante mais 3s, provocando uma variação da quantidade de movimento (ΔQ). Sabendo-se que sua massa é igual a 0,2kg e sua velocidade, antes de sofrer esse impulso, era de 40m/s, podemos afirmar que a velocidade final após o impulso total é, em m/s,

- a) 230
- b) 2224
- c) 400
- d) 880
- e) 1190

10) Duas partículas, 1 e 2, se movem ao longo de uma linha horizontal, em rota de encontro com velocidades iniciais de módulos iguais a $v_1 = 10 \text{ m/s}$ e $v_2 = 14 \text{ m/s}$ e acelerações contrárias às suas velocidades de módulos $a_1 = 1,0 \text{ m/s}^2$ e $a_2 = 0,5 \text{ m/s}^2$. Sabendo que o encontro entre elas ocorre, apenas, uma vez, o valor da separação inicial, d, entre as partículas vale



- a) 4 m
- b) 8 m
- c) 16 m
- d) 96 m
- e) 192 m

Mecânica: dinâmica – Plano inclinado

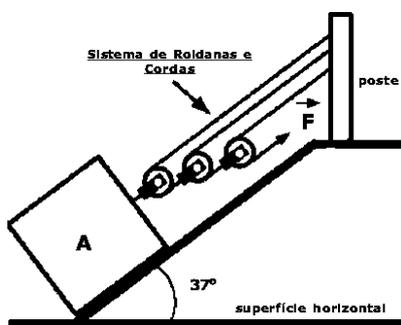
1) (EsPCEx 2017) Um bloco A de massa 100 kg sobe, em movimento retilíneo uniforme, um plano inclinado que forma um ângulo de 37° com a superfície horizontal. O bloco é puxado por um sistema de roldanas móveis e cordas, todas ideais, e coplanares. O sistema mantém as cordas paralelas ao plano inclinado enquanto é aplicada a força de intensidade F na extremidade livre da corda, conforme o desenho abaixo.

Todas as cordas possuem uma de suas extremidades fixadas em um poste que permanece imóvel quando as cordas são tracionadas.

Sabendo que o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco A e o plano inclinado é de 0,50, a intensidade da força \vec{F} é

Dados: $\sin 37^\circ = 0,60$ e $\cos 37^\circ = 0,80$

Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

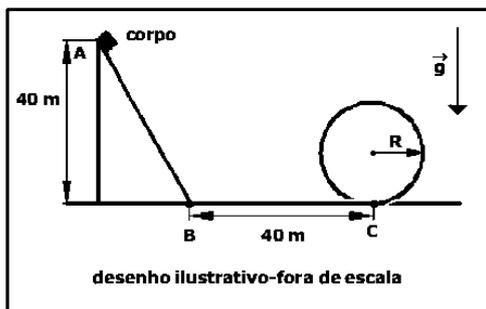


Desenho Ilustrativo Fora de Escala

- a) 125 N
- b) 200 N
- c) 225 N
- d) 300 N
- e) 400 N

2) Um corpo de massa 300 kg é abandonado, a partir do repouso, sobre uma rampa no ponto A, que está a 40 m de altura, e desliza sobre a rampa até o ponto B, sem atrito. Ao terminar a rampa AB, ele continua o seu movimento e percorre 40 m de um trecho plano e horizontal BC com coeficiente de atrito dinâmico de 0,25 e, em seguida, percorre uma pista de formato circular de raio R , sem atrito, conforme o desenho abaixo. O maior raio R que a pista pode ter, para que o corpo faça todo trajeto, sem perder o contato com ela é de

Dado: intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$

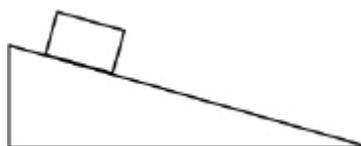


desenho ilustrativo-fora de escala

- a) 8 m
- b) 10 m
- c) 12 m
- d) 16 m
- e) 20 m

3) Uma criança, em uma de suas brincadeiras, empurra uma certa caixa rampa abaixo. Parando de empurrá-la, essa caixa continua descendo a rampa com velocidade constante. Suponha que, enquanto a caixa desce sem ser empurrada, a força normal é de aproximadamente 87 N e a força de atrito, de 50 N.

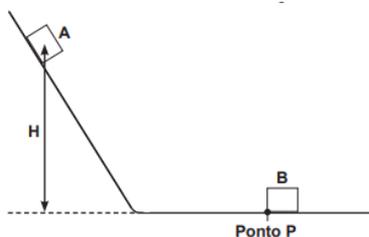
(Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que a superfície é homogênea)



Nessas condições, é correto afirmar que a massa dessa caixa é de, aproximadamente:

- a) 10 kg.
- b) 100 kg.
- c) 10 kgf.
- d) 100 N.

4) Um bloco A de massa 2,00 kg, abandonado do repouso a partir de uma altura H , desce um plano inclinado de declividade constante, como mostra a figura abaixo.



Ao chegar ao ponto P, ele colide com outro bloco B de massa 8,00 kg que se encontrava inicialmente em repouso. Assuma que a colisão seja perfeitamente inelástica, que as forças de atrito entre os blocos e a rampa sejam desprezíveis para todo o trajeto e que a aceleração da gravidade tenha módulo de 10 m/s^2 . Sabendo que, após a colisão, a velocidade medida para os blocos A e B é de 1,00 m/s, de qual altura H , em metros, foi abandonado o bloco A?

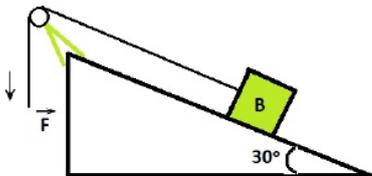
- a) 0,80
- b) 1,00
- c) 1,25
- d) 1,50

5) Suponha que uma esfera de aço desce deslizando, sem atrito, um plano inclinado.

Pode-se afirmar corretamente que, em relação ao movimento da esfera, sua aceleração

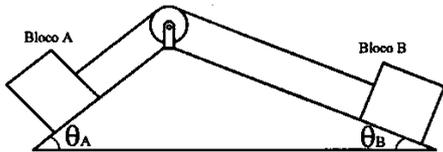
- a) aumenta e sua velocidade diminui.
- b) e velocidade aumentam.
- c) é constante e sua velocidade aumenta.
- d) e velocidade permanecem constantes.

6) Um corpo B de massa 30 kg desloca sobre uma superfície inclinada, conforme figura a seguir. Sabendo que o módulo da força F igual a 200 N, o valor do coeficiente de atrito entre o corpo B e superfície do plano será:



- a) 5
- b) 2
- c) $\frac{5}{2}$
- d) 4
- e) $\frac{1}{6}$

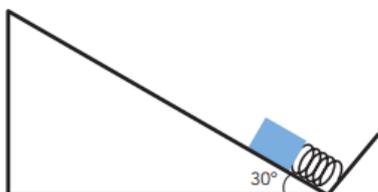
7) A Figura 2 mostra a junção de dois planos inclinados. Cada plano inclinado contém um bloco de massa m. Os blocos estão unidos por um fio que passa por uma polia. A polia e o fio são considerados ideais e o coeficiente de atrito estático entre os blocos e os respectivos planos é μ .



Assinale a alternativa que corresponde à situação de repouso dos blocos.

- a) $\text{sen}(\theta_A - \theta_B) = \mu \cos(\theta_A - \theta_B)$
- b) $\cos \theta_A - \cos \theta_B = \mu(\text{sen} \theta_A - \text{sen} \theta_B)$
- c) $\cos(\theta_A - \theta_B) = \mu \text{sen}(\theta_A - \theta_B)$
- d) $\text{sen} \theta_A - \cos \theta_B = \mu(\cos \theta_A - \text{sen} \theta_B)$
- e) $\text{sen} \theta_A - \text{sen} \theta_B = \mu(\cos \theta_A - \cos \theta_B)$

8) Uma caixa com massa igual a 5,0 kg é mantida em contato com uma mola na base de um plano inclinado sem atrito. O plano inclinado forma um ângulo de 30° com a horizontal, conforme representado na imagem abaixo.



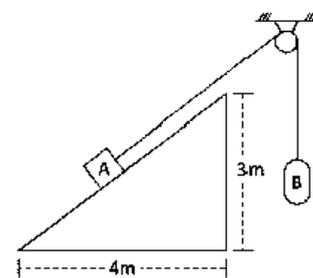
A caixa é pressionada contra a mola, comprimindo-a em 10 cm a partir de seu estado de equilíbrio. Logo em seguida, é solta. Após ser solta, a caixa sobe ao longo do plano inclinado.

Considere que o coeficiente elástico da mola é de 4000 N/m e que a aceleração local da gravidade é de 10 m/s^2 .

A distância, em centímetros, de subida percorrida pela caixa no plano inclinado é igual a:

- a) 80
- b) 60
- c) 40
- d) 20

9) A figura a seguir mostra um bloco A, cujo peso tem módulo igual a 15 N, apoiado em um plano inclinado cujas dimensões estão nela indicadas.



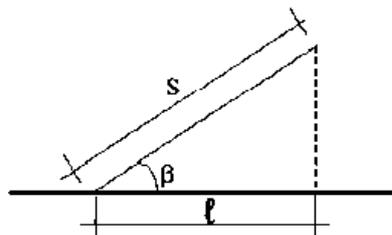
Esse bloco é mantido em repouso por meio de um fio que passa por uma roldana fixa e sustenta outro bloco B, cujo peso tem módulo igual a 14 N.

Suponha que o trecho do fio que vai do bloco A à roldana seja paralelo ao plano inclinado. Considere o fio e a roldana ideais e os atritos desprezíveis no eixo da roldana.

O módulo da força exercida pelo plano inclinado sobre o bloco A é igual a

- a) 5 N.
- b) 9 N.
- c) 12 N.
- d) 13 N.
- e) 14 N.

9) Na figura a seguir, o ângulo de inclinação que deve ter um plano, para que um corpo sobre ele colocado permaneça o menor tempo possível, vale



- a) $\pi/3$ rad.
- b) $\pi/4$ rad.

- c) $\pi/6$ rad.
- d) $\pi/8$ rad.
- e) $\pi/10$ rad.

10) Um bloco, sob ação da gravidade, desce um plano inclinado com aceleração de 2 m/s^2 . Considere o módulo da aceleração da gravidade $g=10 \text{ m/s}^2$. Sabendo-se que o ângulo de inclinação do plano é 45° com a horizontal, o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano é, aproximadamente,

- a) 0,7.
- b) 0,3.
- c) 0,5.
- d) 0,9.

Mecânica: dinâmica – Plano inclinado

1) (EsPCEEx 2016) Um prédio em construção, de 20 m de altura, possui, na parte externa da obra, um elevador de carga com massa total de 6 ton, suspenso por um cabo inextensível e de massa desprezível.

O elevador se desloca, com velocidade constante, do piso térreo até a altura de 20 m, em um intervalo de tempo igual a 10 s. Desprezando as forças dissipativas e considerando a intensidade da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , podemos afirmar que a potência média útil desenvolvida por esse elevador é:

- a) 120 kW
- b) 180 kW
- c) 200 kW
- d) 360 kW
- e) 600 kW

2) (EsPCEEx 2018) Um motor tem uma potência total igual a 1500 W e eleva de 15 m um volume de $9 \cdot 10^4 \text{ L}$ de água de um poço artesiano durante 5 horas de funcionamento. O rendimento do motor, nessa operação, é de

Dados: considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e a densidade da água igual a 1 Kg/L .

- a) 30%.
- b) 50%.
- c) 60%.
- d) 70%.
- e) 80%.

3) “Gelo combustível” ou “gelo de fogo” é como são chamados os hidratos de metano que se formam a temperaturas muito baixas, em condições de pressão elevada. São geralmente encontrados em sedimentos do fundo do mar ou sob a camada de solo congelada dos

polos. A considerável reserva de gelo combustível no planeta pode se tornar uma promissora fonte de energia alternativa ao petróleo. Considerando que a combustão completa de certa massa de gelo combustível libera uma quantidade de energia igual a $E = 7,2 \text{ MJ}$, é correto afirmar que essa energia é capaz de manter aceso um painel de LEDs de potência $P=2\text{kW}$ por um intervalo de tempo igual a

- a) 1 minuto.
- b) 144 s.
- c) 1 hora.
- d) 1 dia.

4) Em uma cachoeira aproveitada para mover uma roda d'água, a potencia disponível é de 300 KW. Qual a potencia útil para essa roda d'água cujo rendimento é de 50%?

- a) 150 KW
- b) 450 KW
- c) 50 KW
- d) 100 KW
- e) 200 KW

5) A potência de um aparelho elétrico corresponde ao consumo por hora de uma certa quantidade de energia. Um certo aparelho de potência 10kW ficou ligado durante 2h. Desprezando perdas por energia térmica nos fios de ligação, qual a quantidade (aproximada) de energia consumida por este aparelho nesta situação?

- a) 20kWh
- b) 2J
- c) 2kWh
- d) 20J
- e) 2Wh

6) Em 2016, as lâmpadas incandescentes tiveram sua venda definitivamente proibida no país, por razões energéticas. Uma lâmpada fluorescente, considerada energeticamente eficiente, consome 28 W de potência e pode produzir a mesma intensidade luminosa que uma lâmpada incandescente consumindo a potência de 100 W. A vida útil média da lâmpada fluorescente é de 10.000 h e seu preço médio é de R\$ 20,00, enquanto a lâmpada incandescente tem vida útil de 1.000 h e cada unidade custaria, hoje, R\$ 4,00. O custo da energia é de R\$ 0,25 por quilowatt-hora. O valor total, em reais, que pode ser poupado usando uma lâmpada fluorescente, ao longo da sua vida útil, ao invés de usar lâmpadas incandescentes para obter a mesma intensidade luminosa, durante o mesmo período de tempo, é

- a) 90,00.
- b) 140,00.

- c) 200,00.
- d) 250,00.
- e) 290,00.

7) Um automóvel, cuja massa é de 2,0 toneladas, se desloca em linha reta, com uma velocidade de módulo 108 km/h. Para reduzir a velocidade do veículo para 72 km/h, em um espaço de 50m e em 2s, considerando uma força de módulo constante, os freios deverão dissipar a potência de

- a) 5000 W
- b) 3000 W
- c) 2500 W
- d) 500 KW
- e) 250 KW

8) Sobre um carro de grande porte, que se movimenta com velocidade constante de 30 m/s, é exercida uma força de 1000 N. Sabendo que seu rendimento é de 20%, determine a potência consumida pelo motor desse carro em Hp. (Considere 1 Hp = 750 Watts)

- a) 200.
- b) 250.
- c) 300.
- d) 400.
- e) 500.

9) Considere uma máquina operando durante 5h, em um regime constante, realizando um trabalho de valor 360MJ. Sabendo que a máquina tem rendimento de 0,80, podemos afirmar que a potência total consumida por ela é, em kW,

Quando necessário, utilize $g = 10\text{m/s}^2$

- a) 20
- b) 25
- c) 60
- d) 75
- e) 90

10) A montadora de determinado veículo produzido no Brasil apregoa que a potência do motor que equipa o carro é de 100 HP (1 HP \cong 750 W). Em uma pista horizontal e retilínea de provas, esse veículo, partindo do repouso, atingiu a velocidade de 144 km/h em 20 s.

Sabendo que a massa do carro é de 1000 kg, o rendimento desse motor, nessas condições expostas, é próximo de

- a) 30%.
- b) 38%
- c) 45%.

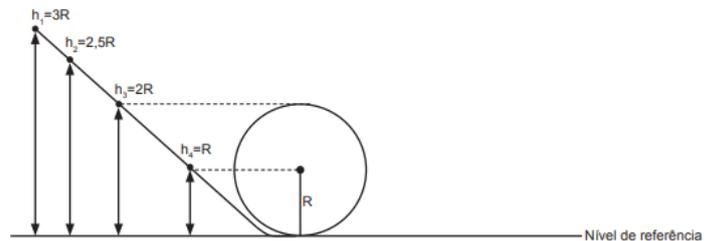
- d) 48%.
- e) 53%.

Mecânica: dinâmica – Sistemas conservativos e dissipativos

1) (EsPCEEx 2011) Um canhão, inicialmente em repouso, de massa 600 kg, dispara um projétil de massa 3 kg com velocidade horizontal de 800 m/s. Desprezando todos os atritos, podemos afirmar que a velocidade de recuo do canhão é de:

- a) 2 m/s
- b) 4 m/s
- c) 6 m/s
- d) 8 m/s
- e) 12 m/s

2) Os grandes parques de diversões espalhados pelo mundo são destinos tradicionais de férias das famílias brasileiras. Considere um perfil de montanha-russa mostrado na imagem, na qual o *looping* possui um raio R . Desprezando qualquer forma de dissipação de energia no sistema e supondo que a energia cinética medida para o carrinho seja apenas de translação, a altura mínima em relação ao nível de referência em que o carrinho pode partir do repouso e efetuar o *looping* com sucesso é



- a) h_1
- b) h_2
- c) h_3
- d) h_4

3) Para reciclar um motor de potência elétrica igual a 200 W, um estudante construiu um elevador e verificou que ele foi capaz de erguer uma massa de 80 kg a uma altura de 3 metros durante 1 minuto. Considere a aceleração da gravidade $10,0\text{ m/s}^2$

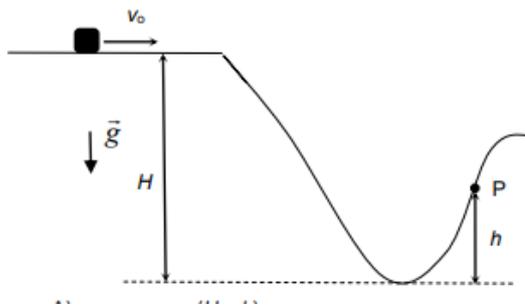
Qual a eficiência aproximada do sistema para realizar tal tarefa?

- a) 10%
- b) 20%
- c) 40%
- d) 50%
- e) 100%

4) Sobre as leis físicas de conservação de energia e de conservação de momento (ou quantidade de movimento), podemos dizer que elas:

- a) Só valem no contexto da física clássica.
- b) Não valem nunca.
- c) Só valem no contexto da física contemporânea.
- d) Possuem uma validade geral abrangendo inclusive situações que envolvam colisão de partículas fundamentais como as que ocorrem nos grandes aceleradores como o "Large Hadron Colisor - LHC".
- e) Não valem muito.

5) Um pequeno bloco desliza com velocidade inicial v_0 sobre uma superfície horizontal, como mostra a figura abaixo. Em seguida, o bloco desce uma depressão e volta a subir, passando pelo ponto P. Não há atrito em todo o seu percurso. Desprezando a resistência do ar, obtenha a expressão para a velocidade do bloco no ponto P, v_P , em termos da velocidade inicial e das alturas mostradas na figura. O módulo da aceleração da gravidade é denotado por g



- a) $v_P = v_0 + g(H - h)$
- b) $v_P = v_0 + 2g(H - h)$
- c) $v_P^2 = v_0^2 + g(H - h)$
- d) $v_P^2 = v_0^2 + 2g(h - H)$
- e) $v_P^2 = v_0^2 + 2g(H - h)$

6) A energia solar é uma fonte de energia limpa, pois usa a radiação solar para gerar energia elétrica, por meio de células fotovoltaicas, para indústrias e residências. Um painel de células fotovoltaicas foi instalado em um local plano com o intuito de gerar energia suficiente para o funcionamento de um condicionador de ar de **12000 Btu** (aproximadamente **$14,4 \times 10^6$ J**). O painel foi exposto a uma insolação de **1000 W/m^2** , durante um período de **10 h**, para iniciar o funcionamento do condicionador de ar. Se a eficiência do painel é de **20 %**, a sua área, em metros quadrados, é:

- a) $0,5 \text{ m}^2$
- b) $1,0 \text{ m}^2$
- c) $2,0 \text{ m}^2$
- d) $4,0 \text{ m}^2$

7) Considere uma unidade de uma usina hidrelétrica que utiliza uma queda d'água de 5,0m de altura para gerar 20,0MW de potência elétrica.

Desprezando-se a resistência do ar, e admitindo-se o módulo da aceleração da gravidade local igual a 10 m/s^2 e a densidade da água, $1,0 \text{ g/cm}^3$, é correto afirmar:

- a) A energia elétrica gerada na usina é transmitida por uma subestação que rebaixa a tensão para minimizar a dissipação de energia.
- b) A velocidade alcançada pela massa de água na metade da altura de onde caiu é de, aproximadamente, $18,0 \text{ km/h}$.
- c) A energia elétrica gerada durante 2,0 horas de funcionamento ininterrupto da unidade geradora de energia é da ordem de 10^6 kWh .
- d) O volume de água liberado pela represa da unidade geradora de energia elétrica, a cada minuto, é da ordem de 10^7 litros.
- e) A intensidade da corrente elétrica induzida independe das variações do fluxo magnético no interior do gerador elétrico.

8) Para subir pedalando uma ladeira íngreme, um ciclista ajusta as marchas de sua bicicleta de modo a exercer a menor força possível nos pedais. Assim ele consegue pedalar com muito menos esforço, porém ele é obrigado a dar muitas voltas no pedal para um pequeno deslocamento e demora mais tempo para chegar ao topo. Com o procedimento de trocar de marchas, podemos afirmar que o ciclista:

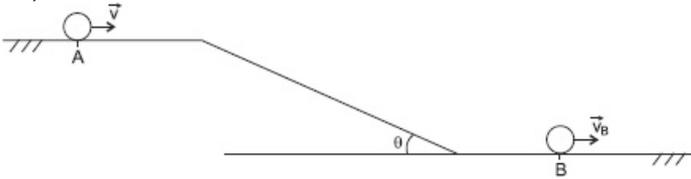
- a) aumenta o trabalho realizado pela força gravitacional.
- b) diminui a potência aplicada aos pedais.
- c) diminui a sua energia potencial.
- d) aumenta a sua energia cinética.
- e) aumenta seu momento linear.

9) A Usina de Jaguará está instalada na bacia hidrográfica do Rio Grande, entre os estados de São Paulo e Minas Gerais. A usina tem potência instalada de aproximadamente 424 MW (megawatts). Além disso, sua eficiência é da ordem de 90% da energia da queda d'água no início do processo, que se transforma em energia elétrica, sendo a altura da barragem igual a 40 m. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$ e considere que 1 (um) litro de água corresponde a uma massa de 1 (um) quilograma.

Nessas condições, é **CORRETO** afirmar que a vazão de água do Rio Grande em litros por segundo deve ser da ordem de:

- a) 954.000
- b) 1.200.000
- c) 1.526.000
- d) 1.696.000
- e) 1.850.000

10)



Uma pequena esfera é lançada horizontalmente com velocidade, v , do ponto A de um plano horizontal, sem atrito, desce o plano inclinado rugoso e, em seguida, atinge o outro plano horizontal de atrito desprezível, passando pelo ponto B, conforme a figura.

Admitindo-se que a esfera desliza sem rolar e que o coeficiente de atrito de deslizamento entre a esfera e o plano inclinado é igual a μ , nessas condições, a grandeza física que se mantém constante no deslocamento da esfera de A até B é a

- energia do sistema.
- energia cinética da esfera.
- energia mecânica do sistema.
- quantidade de movimento da esfera.
- energia potencial gravitacional da esfera.

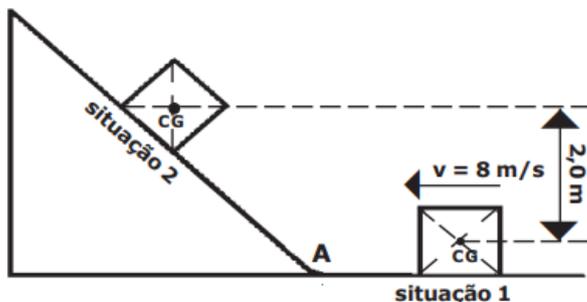
Mecânica: dinâmica – Sistemas de blocos

1) (EsPCEEx 2019) Um corpo homogêneo de massa 2 kg desliza sobre uma superfície horizontal, sem atrito, com velocidade constante de 8 m/s no sentido indicado no desenho, caracterizando a situação 1.

A partir do ponto A, inicia a subida da rampa, onde existe atrito. O corpo sobe até parar na situação 2, e, nesse instante, a diferença entre as alturas dos centros de gravidade (CG) nas situações 1 e 2 é 2,0 m.

A energia mecânica dissipada pelo atrito durante a subida do corpo na rampa, da situação 1 até a situação 2, é

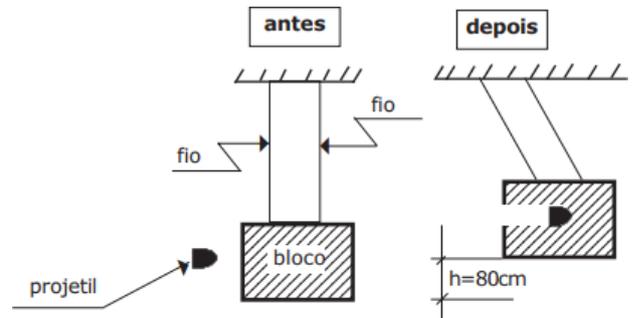
Dado: adote a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$



Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

- 10 J.
- 12 J.
- 24 J.
- 36 J.
- 40 J.

2)



Desenho Ilustrativo Fora de Escala

Dois fios inextensíveis, paralelos, idênticos e de massas desprezíveis suspendem um bloco regular de massa 10 kg formando um pêndulo vertical balístico, inicialmente em repouso. Um projétil de massa igual a 100 g, com velocidade horizontal, penetra e se aloja no bloco e, devido ao choque, o conjunto se eleva a uma altura de 80 cm, conforme figura abaixo. Considere que os fios permaneçam sempre paralelos. A velocidade do projétil imediatamente antes de entrar no bloco é

Dados: despreze a resistência do ar e considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

- 224 m/s.
- 320 m/s.
- 370 m/s.
- 380 m/s.
- 404 m/s.

3) Desde o início de 2019, testemunhamos dois acidentes aéreos fatais para celebridades no Brasil. Para que haja voo em segurança, são necessárias várias condições referentes às forças que atuam em um avião.

Por exemplo, em uma situação de voo horizontal, em que a velocidade da aeronave se mantenha constante,

- a soma de todas as forças externas que atuam na aeronave é não nula.
- a soma de todas as forças externas que atuam na aeronave é maior que seu peso.
- a força de sustentação é maior que seu peso.
- a soma de todas as forças externas que atuam na aeronave é nula.

4) Uma força de 10 Newtons aplicada sobre um bloco de 3×10^5 gramas realiza um trabalho de 15 Joules. Desconsiderando o atrito do bloco deslizando sobre a superfície, qual o deslocamento obtido pelo bloco?

Dado: Cosseno do ângulo de incidência da força é igual a 1.

- 3 metros
- 150 metros
- 0,7 metro

- d) 1,5 metro
e) 10 metros

5) Uma caixa possui massa de 120 kg. Para colocá-la em movimento sobre uma superfície horizontal com atrito, um estudante precisa aplicar uma força horizontal de módulo maior que 480 N. Considere a aceleração da gravidade igual a $10,0 \text{ m/s}^2$. Se mais 20,0 kg forem acrescentados à caixa, o estudante precisará aplicar uma força horizontal de módulo acima de que valor para colocá-la em movimento sobre a mesma superfície?

- a) 240 N
b) 480 N
c) 560 N
d) 840 N
e) 880 N

6) Qual a intensidade da Força F, representada na figura abaixo, se ela produz uma aceleração de 5 m/s^2 ?



- a) 6 N
b) 0,16 N
c) 1,6 N
d) 0,6 N
e) 150 N

7) Num intervalo de tempo de 30 segundos, uma lancha de massa 120 000 kg é acelerada a partir do repouso até a velocidade de 15 m/s. A força resultante média, em newtons, que atuou sobre a lancha nesse intervalo de tempo foi de

- a) 15000.
b) 30000.
c) 60000.
d) 90000.
e) 120000.

8) Ainda durante as aulas sobre as leis de Newton, o professor formou dois grupos com quatro alunos cada, para que pudessem participar de uma brincadeira chamada de "cabo de guerra". Em uma das extremidades da corda, com massa desprezível, o professor colocou o grupo A e, na outra extremidade, o grupo B. O grupo A conseguiu arrastar o grupo B, vencendo a batalha. Dos vários comentários realizados e tomando as leis de Newton como referência, identifique a(s) proposição(ões) que explica(m), adequadamente, a brincadeira realizada.

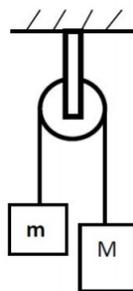
I. O grupo A exerceu mais força na corda do que o grupo B

II. O grupo A exerceu mais força sobre o solo do que o grupo B

III. A força resultante sobre a corda é nula

- a) II e III estão corretas
b) Apenas a II está correta
c) I e III estão corretas
d) Apenas III está correta
e) Todas estão corretas

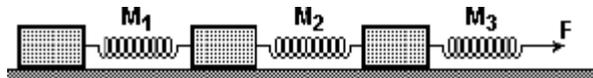
9) Duas massas M e m estão presas a um fio de massa desprezível (Máquina de Atwood) como mostra a figura a seguir. Seja $M=2m$.



É correto afirmar que a aceleração da massa M e a tensão no fio são, respectivamente, iguais a:

- a) $2g(m/s^2)$ e $4mg(N)$
b) $4g(m/s^2)$ e $4mg(N)$
c) $g/3(m/s^2)$ e $4mg/3(N)$
d) $2g(m/s^2)$ e $6mg(N)$
e) $6g(m/s^2)$ e $2mg(N)$

10) Os blocos da figura a seguir possuem massas iguais, e as molas são idênticas. Despreze os atritos e as massas das molas. Ao aplicarmos uma força horizontal F para a direita e acelerarmos o conjunto com uma aceleração constante, a mola M_2 sofre uma deformação d. As deformações sofridas pelas molas M e M_3 valem, respectivamente:

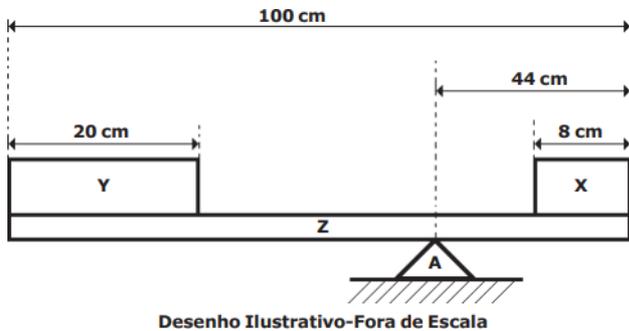


- a) d e d
b) $d/2$ e $3.d/2$
c) $d/3$ e $d/2$
d) $d/2$ e $d/3$
e) $d/2$ e $2d$

Mecânica: Estática

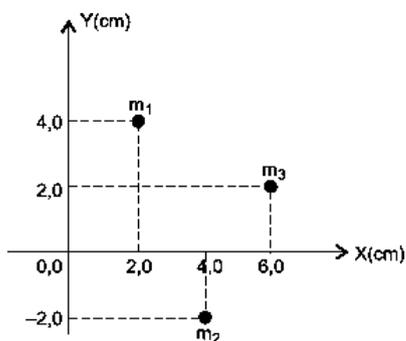
1) (EsPCEEx 2019) Uma viga rígida homogênea Z com 100 cm de comprimento e 10 N de peso está apoiada no suporte A, em equilíbrio estático. Os blocos X e Y são homogêneos, sendo que o peso do bloco Y é de 20 N, conforme o desenho abaixo.

O peso do bloco X é



- a) 10,0 N.
- b) 16,5 N.
- c) 18,0 N.
- d) 14,5 N.
- e) 24,5 N.

2) Considere um sistema constituído por três partículas, conforme a figura.



Admitindo-se m_1 , m_2 e m_3 , respectivamente iguais a 1,2kg, 1,6kg e 2,2kg, conclui-se que o vetor posição do centro de massa do sistema tem módulo, em cm, de, aproximadamente,

- a) 5,47
- b) 5,33
- c) 5,21
- d) 4,89
- e) 4,56

3) Determinado objeto de massa M está em repouso sobre uma superfície plana e horizontal e para movê-lo com uma aceleração constante de intensidade a , é preciso exercer sobre ele uma força resultante horizontal de intensidade F . Dessa forma, para imprimir a um outro corpo de massa $3M$, parado sobre a mesma superfície, uma aceleração constante de intensidade $5a$, será necessário exercer sobre ele uma força resultante horizontal de intensidade

- a) $8F$.
- b) $4F$.
- c) $2F$.
- d) $15F$.
- e) $5F$.

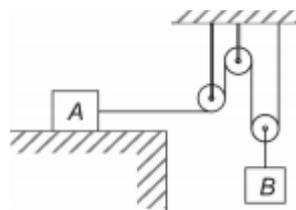
4) Uma escada é apoiada em uma parede perpendicular ao solo, que por sua vez é plano. A base da escada, ou seja, seu contato com o chão, dista 10m da parede. O apoio dessa escada com a parede está a uma altura de $10\sqrt{3}$ m do solo. Isto posto, o ângulo entre a escada e o solo é de

- a) 60°
- b) 45°
- c) 30°
- d) 15°

5) Grandezas físicas são aquelas que podem ser medidas, ou seja, que descrevem quantitativamente a propriedade observada no estudo do fenômeno físico. Em estudos físicos, elas se apresentam nas formas vetoriais ou escalares. Analise as proposições abaixo e assinale a alternativa que apresenta apenas grandezas vetoriais:

- a) força, tempo, trabalho e massa.
- b) energia, área, campo elétrico e volume.
- c) volume, pressão, energia e temperatura.
- d) velocidade, aceleração, força e campo elétrico.
- e) aceleração, área, velocidade e pressão.

6) Na situação de equilíbrio abaixo, os fios e as polias são ideais e a aceleração da gravidade é g . Considere μ_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) $4\mu_e m_A$

7) (EEAR 2019) No estudo da Estática, para que um ponto material esteja em equilíbrio é necessário e suficiente que:

- a) A resultante das forças exercidas sobre ele seja nula.

b) A soma dos momentos das forças exercidas sobre ele seja nula.

c) A resultante das forças exercidas sobre ele seja maior que sua força peso.

d) A resultante das forças exercidas sobre ele seja menor que sua força peso.

8) Um bloco de material conhecido, cuja densidade é $2 \times 10^3 \text{ Kg/m}^3$, em forma retangular de base 15 cm, 10 cm de altura e 40 cm de comprimento, terá qual massa?

a) 24 Kg

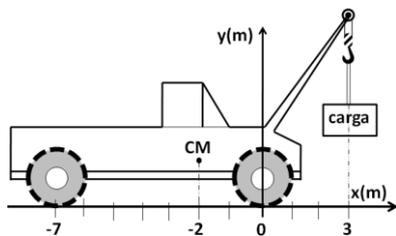
b) 6 Kg

c) 18 Kg

d) 12 Kg

e) 1 Kg

9) O centro de gravidade do guindaste sem carga da figura abaixo está localizado na posição $(x = -2 \text{ m}, y = 1 \text{ m})$ e os pontos de apoio de suas rodas no solo horizontal estão em $(x = 0 \text{ e } x = -7 \text{ m})$.



Sabendo-se que o maior peso da carga que esse guindaste pode levantar é igual a 60000N, determine o seu peso.

a) 90.000 N

b) 100.000 N

c) 50.000 N

d) 120.000 N

e) 110.000 N

10) O esquema a seguir mostra duas esferas presas por um fio fino aos braços de uma balança. A esfera 2 tem massa $m_2 = 2,0 \text{ g}$, volume $V_2 = 1,2 \text{ cm}^3$ e encontra-se totalmente mergulhada em um recipiente com água. Considerando a balança em equilíbrio, qual é o valor da massa m_1 da esfera 1, em gramas?

Dados: $\rho_{\text{água}} = 1000 \text{ kg/m}^3$; e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

a) 0,02

b) 0,08

c) 0,2

d) 0,8

e) 0,82

Mecânica: Hidrostática

1) Quando jogamos uma moeda na água, geralmente, ela afunda. Já um sistema constituído por um barco carregado de moedas pode flutuar sobre o rio.

Esse sistema flutua na água porque

a) as moedas ficam menos densas dentro do barco.

b) o barco com moedas é menos denso que a água.

c) as moedas não vencem a tensão superficial da água.

d) o barco com moedas não vence a tensão superficial da água.

2) Uma barca para transportar automóveis entre as margens de um rio, quando vazia, tem volume igual a 100 m^3 e massa igual a $4,0 \times 10^4 \text{ kg}$. Considere que todos os automóveis transportados tenham a mesma massa de $1,5 \times 10^3 \text{ kg}$ e que a densidade da água seja de $1000 \text{ kg} \times \text{m}^{-3}$.

O número máximo de automóveis que podem ser simultaneamente transportados pela barca corresponde a:

a) 10

b) 40

c) 80

d) 120

3) Uma empresa de coleta de embalagens descartadas utiliza uma prensa hidráulica para a compactação desse material. A prensa tem dois êmbolos de áreas iguais a 25 cm^2 e 180 cm^2 .

Sabendo que no êmbolo menor é aplicada uma força de 40 N, a força, em newtons, transmitida ao êmbolo maior é igual a:

a) 150

b) 255

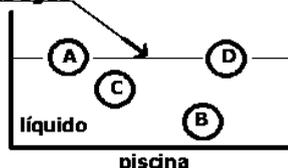
c) 288

d) 312

4) (EsPCEX 2017) Quatro objetos esféricos A, B, C e D, sendo respectivamente suas massas m_A , m_B , m_C e m_D , tendo as seguintes relações $m_A > m_B$ e $m_B = m_C = m_D$, são lançados dentro de uma piscina contendo um líquido de densidade homogênea. Após algum tempo, os objetos ficam em equilíbrio estático. Os objetos A e D mantêm metade de seus volumes submersos e os objetos C e B ficam totalmente submersos conforme o desenho abaixo.

Sendo V_A , V_B , V_C e V_D os volumes dos objetos A, B, C e D, respectivamente, podemos afirmar que

nível da água



Desenho Ilustrativo Fora de Escala

- a) $V_A = V_D > V_C = V_B$
 b) $V_A = V_D > V_C > V_B$
 c) $V_A > V_D > V_B = V_C$
 d) $V_A < V_D = V_B = V_C$
 e) $V_A = V_D < V_C < V_B$

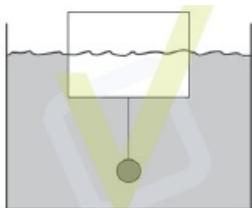
5) A pressão arterial pode ser medida a vários níveis do sistema circulatório, diminuindo a pressão à proporção que o ponto de medida se afasta do coração. Não existe uma combinação precisa de medidas para se dizer qual é a pressão normal, mas em termos gerais, diz-se que os valores 120,0/80,0mmHg são valores considerados ideais no adulto jovem para as pressões astólica e diastólica, respectivamente.

Considerando os valores $1,0\text{g/cm}^3$ e $13,6\text{g/cm}^3$, como sendo as densidades da água e do mercúrio, respectivamente, no sistema CGS, então uma altura de 2,0mm de mercúrio corresponderá a uma altura de água, em cm, igual a

- a) 2,45
 b) 2,56
 c) 2,72
 d) 2,87
 e) 2,91

6) Uma bola de ferro é suspensa por uma corda de massa desprezível presa a uma boia cilíndrica que flutua.

A boia está parcialmente submersa e suas bases estão paralelas à superfície da água. A boia possui uma densidade de $0,4\text{g/cm}^3$ e apenas metade de seu volume está submerso. Se a massa da esfera for $m = 420\text{kg}$ e a massa de água deslocada por ela for $m_d = 53,85\text{kg}$, o volume da boia para que o sistema esteja em equilíbrio é (use $\rho_{\text{água}} = 1\text{g/cm}^3$):



- a) $15,66 \times 10^6\text{cm}^3$
 b) $12,66 \times 10^6\text{cm}^3$
 c) $9,66 \times 10^6\text{cm}^3$
 d) $6,66 \times 10^6\text{cm}^3$
 e) $3,66 \times 10^6\text{cm}^3$

7) O comportamento de afundamento ou flutuação de um corpo é determinado por uma comparação entre as densidades do fluido e do corpo. Considere um corpo feito de um material cuja densidade é $2,0\text{g/cm}^3$, suspenso por um fio e, então, completamente imerso em um recipiente cheio de água.

Se a massa do bloco é igual a $2,0\text{kg}$, a densidade da água é igual a $1,0\text{g/cm}^3$ e $g = 10\text{m/s}^2$, conclui-se que a tração no fio enquanto o bloco está imerso, em N, é igual a

- a) 11
 b) 10
 c) 9
 d) 8
 e) 7

8) Dois jovens abrem uma garrafa de vinho e, ao verem a rolha feita de cortiça, resolvem realizar uma experiência. Eles introduzem a rolha em um recipiente contendo água e a observam flutuar com um certo volume emerso.

Considerando-se que as massas específicas da cortiça e da água são, respectivamente, iguais a $0,2\text{g/cm}^3$ e $1,0\text{g/cm}^3$, é correto afirmar que a fração de volume da rolha submersa, quando ela flutua na água, é igual a

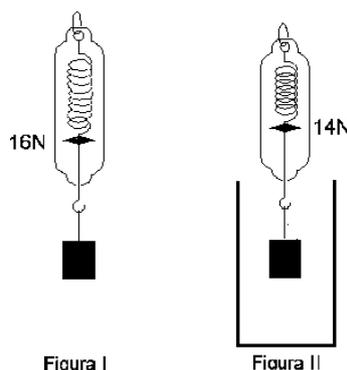
- a) $1/6$
 b) $1/5$
 c) $1/4$
 d) $1/3$
 e) $1/2$

9) Um corpo esférico e homogêneo ocupa um certo volume e flutua em um líquido de densidade $0,60 \cdot 10^3\text{kg/m}^3$, de modo que o volume da parte imersa desse corpo esférico é de $0,14\text{m}^3$. A intensidade do empuxo sobre esse corpo é de ($g = 10\text{m/s}^2$)

- a) 960 N.
 b) 420 N.
 c) 1000 N.
 d) 840 N.
 e) 480 N.

10) A figura I representa um corpo metálico maciço, suspenso no ar por um dinamômetro, que registra o valor 16 N.

A figura II representa o mesmo corpo totalmente submerso na água, e o dinamômetro registra 14 N.



Desprezando o empuxo do ar e considerando a densidade da água $\rho_a = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, o volume e a densidade do corpo são, respectivamente,

- a) $2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ e $10,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.
- b) $2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ e $8,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.
- c) $2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ e $7,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.
- d) $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ e $8,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.
- e) $1,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ e $7,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

11) (EEAR 2018) O comando hidráulico de um avião possui em uma de suas extremidades um pistão de 2 cm de diâmetro e na outra extremidade um pistão de 20 cm de diâmetro. Se a força exercida por um piloto atingiu 50 N, na extremidade de menor área, qual foi a força, em newtons, transmitida na extremidade de maior diâmetro?

- a) 50
- b) 500
- c) 5000
- d) 50000

12) Quando necessário, utilize $g = 10 \text{ m/s}^2$

Uma boia salva-vidas de densidade 500 kg/m^3 é usada para manter um homem de massa 105 kg com 20% do seu volume fora da água. Sabendo que a densidade do homem é 1050 kg/m^3 e todo o volume da boia fica submerso, o volume da boia é, em m^3 ,

(densidade da água = 1000 kg/m^3)

- a) $5 \cdot 10^1$
- b) $5 \cdot 10^0$
- c) $5 \cdot 10^{-1}$
- d) $5 \cdot 10^{-2}$
- e) $5 \cdot 10^{-3}$

13) Um peixe ósseo com bexiga natatória, órgão responsável por seu deslocamento vertical, encontra-se a 20 m de profundidade no tanque de um oceanário. Para buscar alimento, esse peixe se desloca em direção à superfície; ao atingi-la, sua bexiga natatória encontra-se preenchida por 112 mL de oxigênio molecular.

A variação de pressão sobre o peixe, durante seu deslocamento até a superfície, corresponde, em atmosferas, a:

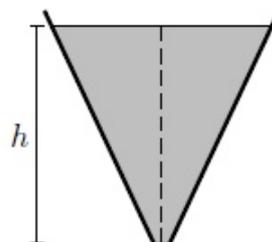
- a) 2,5
- b) 2,0
- c) 1,5
- d) 1,0

14) (EEAR 2017) Ao longo das estradas existem balanças de pesagem para caminhões. Um caminhoneiro teve um

valor anotado de pesagem igual a 40 toneladas, correspondente a massa do caminhão juntamente com a carga. Após a pesagem, um policial rodoviário informou-o sobre o seu "excesso de peso". O caminhoneiro questionou a informação do policial comparando a outro caminhão com massa de 50 toneladas que não havia sido multado. O policial explicou que seu caminhão tinha apenas dois eixos e que o outro tinha 3 eixos. A explicação do policial está associada ao conceito físico de:

- a) força gravitacional
- b) massa específica
- c) pressão
- d) tração

15) Na figura, o tanque em forma de tronco de cone, com 10,0 cm de raio da base, contém água até o nível de altura $h = 500 \text{ cm}$, com 100 cm de raio da superfície livre. Removendo-se a tampa da base, a água começa a escoar e, nesse instante, a pressão no nível a 15,0 cm de altura é de



- a) 100 kPa.
- b) 102 kPa.
- c) 129 kPa.
- d) 149 kPa.
- e) 150 kPa.

16) No processo de respiração, o ar flui para dentro e para fora dos pulmões devido às diferenças de pressão, de modo que, quando não há fluxo de ar, a pressão no interior dos alvéolos é igual à pressão atmosférica. Na inspiração, o volume da cavidade torácica aumenta, reduzindo a pressão alveolar de um valor próximo ao de uma coluna de 2,0 cm de H_2O (água). Considerando a aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 e a massa específica da água igual a $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, a variação da pressão hidrostática correspondente a uma coluna de 2,0 cm de H_2O é

- a) $2,0 \times 10^1 \text{ Pa}$.
- b) $0,5 \times 10^3 \text{ Pa}$.
- c) $0,5 \times 10^2 \text{ Pa}$.
- d) $2,0 \times 10^2 \text{ Pa}$.
- e) $2,0 \times 10^3 \text{ Pa}$.

17) Considere um tanque cilíndrico de altura h e completamente cheio com um líquido incompressível. Seja P_F e P_M e a pressão hidrostática no fundo e a meia altura

do tanque. Desprezando a pressão atmosférica, é correto afirmar que

- a) $PF = PM/2$.
- b) $PF = PM$
- c) $PM - PF = PF$.
- d) $PF - PM = PM$.

18) Um recipiente em forma de um tronco de cone está hermeticamente fechado e repleto de óleo. O diâmetro da base maior é o dobro do diâmetro da base menor. O recipiente é colocado em repouso sobre uma superfície horizontal. Na situação I, ele está apoiado sobre a base maior e, na situação II, sobre a base menor. Considere que p e F simbolizam, respectivamente, a pressão hidrostática e a intensidade da força exercidas pelo óleo no fundo do recipiente. As relações entre p_I e p_{II} e entre F_I e F_{II} , nos casos I e II, são:



- a) $2p_I = p_{II}$ e $F_I = F_{II}$
- b) $p_I = p_{II}$ e $F_I = 2F_{II}$
- c) $p_I = p_{II}$ e $F_I = F_{II}$
- d) $4p_I = p_{II}$ e $F_I = F_{II}$
- e) $p_I = p_{II}$ e $F_I = 4F_{II}$

19) Ao apertarmos um tubo com gás comprimido, um tubo de aerossol, e um tubo de pasta de dente, estamos fazendo uso de um princípio muito importante da Física sobre o equilíbrio dos líquidos, chamado princípio de:

- a) Arquimedes.
- b) Newton.
- c) Torricelli.
- d) Pascal.
- e) Coulomb.

20) No freio hidráulico de um automóvel, a pressão exercida pelo motorista no pedal de freio é transmitida até as rodas do veículo através de um fluido. A transmissão do acréscimo da pressão exercida em um ponto de um fluido a todos os pontos do fluido e das paredes internas do recipiente que o contém é explicada pelo

- a) Princípio da inércia.
- b) Teorema de Stevin.
- c) Princípio de Pascal.
- d) Teorema de Arquimedes.
- e) Princípio dos vasos comunicantes.

21) Considere um tanque cilíndrico com água e cuja pressão no fundo é 10^5 N/m^2 . Considerando a aceleração

da gravidade como 10 m/s^2 e a densidade da água 1 kg/L , é correto afirmar que a altura da coluna de água é, em metros,

- a) 1.
- b) 10.
- c) 0,1.
- d) 100.

22) Uma embarcação quando está lastreada, apresenta massa de 10.000 kg . Ela possui um formato quadrado cujos lados são iguais a 10 m e é utilizada no transporte de 2 veículos pesados por vez, de uma margem à outra de um lago de águas tranquilas. Numa determinada travessia, em que ela transportava dois caminhões idênticos e carregados com igual quantidade de uma mesma carga, verificou-se que a parte submersa dessa embarcação era de 40 cm . Se cada caminhão vazio tem massa de 10 toneladas, determine a massa da carga, em kg , transportada por cada um deles.

Dados:

Densidade da água = 1 g/cm^3

Módulo da aceleração da gravidade = 10 m/s^2

- a) 2.000
- b) 2.500
- c) 4.000
- d) 5.000

23) Paredes de barragens são mais espessas na parte inferior, pois suportam pressão mais elevada.

Admita uma barragem de base a 10 m de profundidade, contendo um fluido homogêneo que permite uma pedra de gelo flutuar com 50% de seu volume submerso.

Considere a densidade do gelo igual a 900 kg/m^3 , a pressão atmosférica igual a 10^5 Pa e a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

A pressão suportada na base dessa barragem, em Pascal, equivalerá a:

- a) 150.000
- b) 180.000
- c) 250.000
- d) 280.000

24) A pressão absoluta em um fluido pode ser medida utilizando-se o dispositivo mostrado na Figura 3. O dispositivo consiste basicamente de uma câmara cilíndrica sob vácuo e um êmbolo que pode se mover sem atrito. No êmbolo é conectada uma mola de constante elástica 1000 N/m . Quando o dispositivo é submerso em um fluido, as forças exercidas pela mola e pelo fluido, sobre o êmbolo, são equilibradas. O êmbolo possui uma área de $3,0 \text{ cm}^2$. Considere a situação em que o dispositivo é submerso em um poço de água. Como consequência, a mola sofre uma compressão de $5,0 \text{ cm}$.

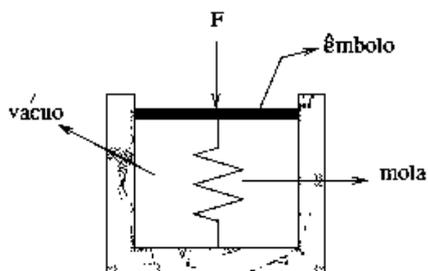


Figura 3

Assinale a alternativa que apresenta a profundidade em que o dispositivo se encontra.

- a) $6,7 \times 10^0$ m
- b) $1,7 \times 10^0$ m
- c) $7,0 \times 10^{-1}$ m
- d) $9,8 \times 10^0$ m
- e) $1,7 \times 10^1$ m

25) Uma bola homogênea de massa específica igual a $0,5 \text{ g/cm}^3$ e volume V é mergulhada totalmente dentro de um recipiente com água, como mostrado na figura F3, e em seguida, liberada. Calcule a aceleração da bola. Despreze o atrito com a água, considere que a massa específica da água é igual a $1,0 \text{ g/cm}^3$ e considere a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$. Dê sua resposta em m/s^2 .

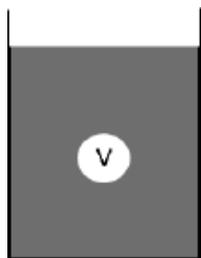


Figura F3

- a) $2,0 \text{ m/s}^2$
- b) $4,0 \text{ m/s}^2$
- c) $6,0 \text{ m/s}^2$
- d) $8,0 \text{ m/s}^2$
- e) 10 m/s^2

26) Um indicador de profundidade mostra uma medida de 100 metros. Considerando que a densidade da água em que o indicador se encontra é igual a 1 g/cm^3 , pode-se afirmar que a pressão (em atm) exercida pela água, no local onde o indicador está, será, aproximadamente, de:

(considere 1 atm equivalente a $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- a) 100
- b) 120
- c) 13
- d) 12
- e) 10

27) Com o objetivo de encontrar grande quantidade de seres vivos nas profundezas do mar, pesquisadores utilizando um submarino chegaram até a profundidade de 3.600 m no Platô de São Paulo. A pressão interna no submarino foi mantida igual à pressão atmosférica ao nível do mar. Considere que a pressão atmosférica ao nível do mar é de $1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$, a aceleração da gravidade é 10 m/s^2 e que a densidade da água seja constante e igual a $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$. Com base nos conceitos de hidrostática, assinale a alternativa que indica quantas vezes a pressão externa da água sobre o submarino, naquela profundidade, é maior que a pressão no seu interior, se o submarino repousa no fundo do platô.

- a) 10.
- b) 36.
- c) 361.
- d) 3610.
- e) 72000.

28) No dia 20 de abril de 2010, houve uma explosão numa plataforma petrolífera da British Petroleum, no Golfo do México, provocando o vazamento de petróleo que se espalhou pelo litoral. O poço está localizado a 1500 m abaixo do nível do mar, o que dificultou os trabalhos de reparação. Suponha a densidade da água do mar com valor constante e igual a $1,02 \text{ g/cm}^3$ e considere a pressão atmosférica igual a $1,00 \times 10^5 \text{ Pa}$. Com base nesses dados, calcule a pressão na profundidade em que se encontra o poço e assinale a alternativa correta que fornece em quantas vezes essa pressão é múltipla da pressão atmosférica.

- a) 15400.
- b) 1540.
- c) 154.
- d) 15,4.
- e) 1,54.

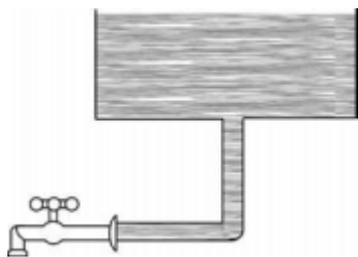
29) Dentro da água, as pessoas sentem-se mais leves em virtude da força exercida pela água sobre o corpo imerso. Essa força, descrita pelo Princípio de Arquimedes, é denominada de empuxo.

Sobre Empuxo, é correto afirmar:

- a) A direção do empuxo pode ser horizontal.
- b) O empuxo é sempre igual ao peso do corpo.
- c) O empuxo é sempre menor que o peso do corpo.
- d) O módulo do empuxo é igual ao módulo do peso do volume de água deslocado pelo corpo.
- e) Se o corpo está afundando na água, então o empuxo é igual ao peso do corpo imerso.

30) A figura seguinte mostra o esquema de um reservatório de água e o encanamento que conduz a água até uma torneira fechada. A água exerce sobre a torneira uma força

de intensidade 80 N. A área da seção transversal do cano mede 4 cm^2 e a pressão atmosférica local sobre a superfície livre da água é de $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. A densidade da água é de $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ e a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 .



Nessas condições, a coluna de água mede, em metros,

- a) 1,0.
- b) 5,0.
- c) 8,0.
- d) 9,0.
- e) 10.

Mecânica: Gravitação universal

1) (EsPCEEx 2011) Consideramos que o planeta Marte possui um décimo da massa da Terra e um raio igual à metade do raio do nosso planeta. Se o módulo da força gravitacional sobre um astronauta na superfície da Terra é igual a 700 N, na superfície de Marte seria igual a:

- a) 700 N
- b) 280 N
- c) 140 N
- d) 70 N
- e) 17,5 N

2) (EsPCEEx 2010) O campo gravitacional da Terra, em determinado ponto do espaço, imprime a um objeto de massa de 1 kg a aceleração de 5 m/s^2 . A aceleração que esse campo imprime a um outro objeto de massa de 3 kg, nesse mesmo ponto, é de:

- a) $0,6 \text{ m/s}^2$
- b) 1 m/s^2
- c) 3 m/s^2
- d) 5 m/s^2
- e) 15 m/s^2

3) (EsPCEEx 2003) Na superfície da Terra, considerada uma esfera perfeita de raio igual a 6400 km, a aceleração da gravidade é igual a g .

Essa aceleração da gravidade ficará reduzida a $g/9$ a uma altura, a partir do solo, igual a

- a) 9600 km.
- b) 12800 km.

- c) 16000 km.
- d) 19200 km.
- e) 22400 km.

4) Nós nos movimentamos junto com a superfície da Terra com velocidade linear conforme a latitude em que estamos. Tomando o Sol como referencial, todos os dias descrevemos um movimento circular uniforme, em que a trajetória é uma circunferência, e o módulo da velocidade instantânea é constante. Embora o movimento circular uniforme tenha uma velocidade de módulo constante, a direção da velocidade varia de ponto a ponto da trajetória e, portanto, ele é um movimento acelerado, e qualquer aceleração deve estar associada à ação de uma força. Assinale a alternativa que apresenta a força responsável por nos manter em rotação junto com a Terra.

- a) Força elástica
- b) Força elétrica
- c) Força gravitacional
- d) Força magnética
- e) Força de atrito

5) Considere dois corpos esféricos e pequenos de massas m_1 e m_2 , separados entre si por uma distância d . A força gravitacional entre esses corpos se mantém inalterada quando a massa de m_1 é

- a) mantida, a massa de m_2 é duplicada e os corpos são afastados o dobro da distância original.
- b) mantida, a massa de m_2 é quadruplicada e os corpos são afastados o quádruplo da distância original.
- c) duplicada, a massa de m_2 é duplicada e os corpos são afastados o dobro da distância original.
- d) duplicada, a massa de m_2 é duplicada e os corpos são aproximados para a metade da distância original.
- e) duplicada, a massa de m_2 é quadruplicada e os corpos são aproximados para a metade da distância original.

6) Considere um objeto de massa m acima da superfície da Terra, cuja massa é M_T , e a uma distância d do seu centro. Aplicando-se a segunda lei de Newton ao objeto e supondo que a única força atuando nele seja dada pela lei da gravitação universal, com G sendo a constante de gravitação universal, sua aceleração é

- a) d^2G/M_T .
- b) M_TG .
- c) GM_T/d^2 .
- d) mG .

7) Um satélite estacionário é colocado em órbita sobre um ponto fixo do equador da Terra.

Com base nessa informação, esse satélite fica em órbita porque

a) ele é atraído por forças iguais, aplicadas em todas as direções.

b) ele está tão distante da Terra, que a força gravitacional da Terra sobre ele é desprezível.

c) a força de ação que a Terra exerce sobre o satélite é maior que a reação do satélite sobre a Terra.

d) a força de atração da Terra é a força centrípeta, necessária para manter o satélite em órbita, em torno do centro da Terra.

e) a força de atração da Terra é a força centrífuga, necessária para manter o satélite em órbita, em torno do centro da Terra.

8) Acidentes com motocicletas tornaram-se tão frequentes que já fazem parte do cotidiano da cidade de São Paulo. Diariamente, os abusos dos condutores de motocicletas geram um saldo de vítimas fatais que nem mais surpreende a mídia em sua contagem diária.

Da sala de primeiros socorros, o motociclista é levado para o andar onde se encontra o centro cirúrgico, por meio de um elevador, capaz de elevar uma carga útil de 1 200 kg, massa suficiente para levar o paciente, equipamentos a ele atrelados e uma equipe de emergência. A viagem vertical tem 18 m de altura. Considerando 10 m/s^2 o valor da aceleração da gravidade, o valor absoluto do trabalho realizado pelo peso da carga no interior do elevador, considerando-a máxima, é, em kJ, igual

a) 120.

b) 164.

c) 188.

d) 216.

e) 248.

9) A Estação Espacial Internacional (ISS) gira em torno da Terra numa órbita baixa, sendo que às vezes é possível vê-la a olho nu. Admita que a estação não usa propulsão própria, possui massa igual a $4,0 \times 10^5 \text{ kg}$, velocidade tangencial de 8 km/s e executa uma órbita circular de raio $6,4 \times 10^6 \text{ m}$. Levando em consideração os dados apresentados, assinale a alternativa que apresenta o módulo da força com que a Terra atrai a Estação Espacial Internacional.

a) $2,4 \times 10^5 \text{ N}$.

b) $1,5 \times 10^6 \text{ N}$.

c) $4,0 \times 10^6 \text{ N}$.

d) $9,2 \times 10^6 \text{ N}$.

e) $3,5 \times 10^9 \text{ N}$.

10) Em 12 de agosto de 2018, a NASA lançou uma sonda espacial, a *Parker Solar Probe*, com objetivo de aprofundar estudos sobre o Sol e o vento solar (o fluxo contínuo de partículas emitidas pela coroa solar). A sonda deverá ser colocada em uma órbita tal que, em seu ponto de máxima

aproximação do Sol, chegará a uma distância deste menor que $1/24$ da distância Sol-Terra.

Considere F_T o módulo da força gravitacional exercida pelo Sol sobre a sonda, quando esta se encontra na atmosfera terrestre, e considere F_S o módulo da força gravitacional exercida pelo Sol sobre a sonda, quando a distância desta ao Sol for igual a $1/24$ da distância Sol-Terra.

A razão F_S/F_T entre os módulos dessas forças sobre a sonda é igual a

a) 1.

b) 12.

c) 24.

d) 144.

e) 576.

11) Pela lei da gravitação universal, a Terra e a Lua são atraídas por uma força dada por $6,67 \times 10^{-11} \text{ Mm/d}^2$, onde M e m são as massas da Terra e da Lua, respectivamente, e d é a distância entre os centros de gravidade dos dois corpos celestes.

A unidade de medida da constante $6,67 \times 10^{-11}$ é

a) Nm/kg .

b) N .

c) m^2 .

d) Nm^2/kg^2 .

12) Se um satélite lançado pela NASA orbita a terra a uma altura de 10.080 km sobre a linha do equador, qual deve ser a sua velocidade média sabendo que a massa e o raio da terra são aproximadamente $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ e 6000 km , respectivamente?

Considere $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

a) 4.200 m/s .

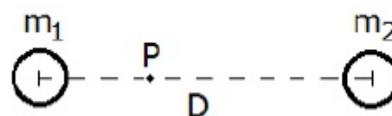
b) 500 m/s .

c) 8.000 m/s .

d) 2.500 m/s .

e) 5.000 m/s .

13) A figura abaixo representa dois planetas, de massas m_1 e m_2 , cujos centros estão separados por uma distância D , muito maior que os raios dos planetas.



Sabendo que é nula a força gravitacional sobre uma terceira massa colocada no ponto P , a uma distância $D/3$ de m_1 , a razão m_1/m_2 entre as massas dos planetas é

a) $1/4$.

- b) 1/3.
- c) 1/2.
- d) 2/3.
- e) 3/2.

14) (EEAR) Dois corpos de massas m_1 e m_2 estão separados por uma distância d e interagem entre si com uma força gravitacional F . Se duplicarmos o valor de m_1 e reduzirmos a distância entre os corpos pela metade, a nova força de interação gravitacional entre eles, em função de F , será

- a) $F/8$
- b) $F/4$
- c) $4F$
- d) $8F$

15) A figura a seguir ilustra dois satélites, 1 e 2, que orbitam um planeta de massa M em trajetórias circulares e concêntricas, de raios r_1 e r_2 , respectivamente. Sabendo que o planeta ocupa o centro das trajetórias e que a distância mínima e máxima entre os satélites durante seu movimento é proporcional à razão $4/5$, é **CORRETO** afirmar que a razão entre os módulos de suas velocidades tangenciais v_1/v_2 é igual a

- a) 7
- b) 3
- c) 2
- d) 1/2
- e) 4/5

16) (EsPCEX 2002) Dois satélites **A** e **B** giram ao redor da Terra com órbitas circulares de raios R e $4R$, respectivamente.

De acordo com a Terceira Lei de Kepler, o período de revolução do satélite **B** em relação ao do satélite **A** é

- a) 6 vezes menor.
- b) 8 vezes maior.
- c) 10 vezes menor.
- d) 3 vezes menor.
- e) 4 vezes maior

17) "A questão que minha mente formulou foi respondida pelo radiante céu do Brasil". Com essa afirmação, o físico alemão Albert Einstein (1879-1955) apresentava ao mundo a comprovação da sua Teoria da Relatividade Geral, a partir dos resultados fotográficos realizados pela Royal Astronomical Society de Londres, durante o eclipse total do Sol em 29 de maio de 1919, na cidade de Sobral, Ceará. Num eclipse como esse, o Sol:

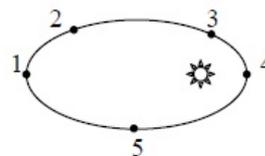
- a) Se apaga
- b) Se oculta atrás de um planeta

- c) Se oculta atrás da Lua
- d) É ocultado pela sombra da Terra
- e) Brilha mais.

18) A terceira Lei de Kepler preconiza que os quadrados dos períodos de revolução dos planetas em torno do Sol é proporcional aos cubos dos seus respectivos raios médios de órbitas. De acordo com esta Lei, podemos afirmar que

- a) quanto maior a distância do planeta ao Sol, menor a sua velocidade.
- b) o Sol se encontra no centro da órbita elíptica descrita pelos planetas
- c) quanto maior a distância do planeta ao Sol, maior a sua velocidade.
- d) quanto maior for a massa de um planeta, menor é o seu período de revolução
- e) quanto menor for a massa de um planeta, menor é o seu período de revolução.

19) A figura mostra a órbita elíptica de um planeta em torno do Sol. Em que ponto a velocidade do planeta é maior?



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

20) Na trajetória elíptica de um planeta, o ponto mais distante do Sol é chamado de Afélio e o mais próximo de Periélio. Além disso, o movimento dos planetas, ao redor do Sol, acontece respeitando as três leis de Kepler, as quais são:

1ª lei: "As trajetórias descritas pelos planetas, ao redor do Sol, são elipses com o Sol em um dos focos".

2ª lei: "O raio vetor que liga um planeta ao Sol descreve áreas iguais, em tempos iguais".

3ª lei: "Os quadrados dos períodos de revolução, de dois planetas quaisquer, estão, entre si, assim como os cubos de suas distâncias médias ao Sol".

Considerando que os períodos de revolução de dois planetas sejam T_1 e T_2 , e que suas distâncias médias ao Sol sejam R_1 e R_2 , respectivamente, a terceira lei pode ser descrita pela relação:

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3$$

Nesse sentido, pelas leis de Kepler, a afirmação verdadeira é:

- Os planetas se movimentam mais rapidamente nas vizinhanças do Afélio do que nas do Periélio.
- Os planetas têm a mesma velocidade média nas vizinhanças do Afélio e do Periélio.
- Um dado planeta pode ter um movimento mais rápido no Afélio do que no Periélio, ou viceversa, porque isso só dependerá do próprio planeta.
- Sendo o período de revolução do Planeta Mercúrio de 0,241 anos, pode-se dizer que (T^2/R^3) é $2,734 \text{ anos}^2/(\text{U.A.})^3$, onde 1 U.A. é a distância média entre o Sol e a Terra.
- Os planetas se movimentam mais rapidamente no Periélio do que no Afélio.

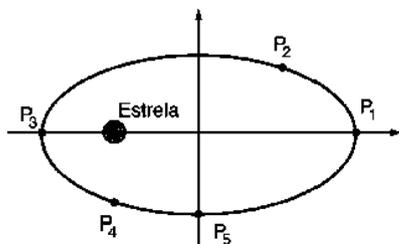
21) Analise as proposições com relação às Leis de Kepler sobre o movimento planetário.

- A velocidade de um planeta é maior no periélio.
- Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita.
- O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita.
- Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos.
- A velocidade de um planeta é maior no afélio.

Assinale a alternativa **correta**.

- Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
- Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- Somente as afirmativas III, IV e V são verdadeiras.
- Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras.

22) A figura a seguir ilustra uma representação esquemática de um exoplaneta, orbitando uma estrela em uma trajetória elíptica. Então, a expressão que relaciona corretamente as energias cinéticas $E_1, E_2, E_3, E_4,$ e E_5 do movimento de translação do planeta em cada um dos pontos $P_1, P_2, P_3, P_4,$ e P_5 , respectivamente, é



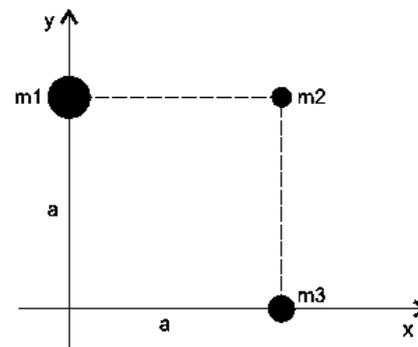
- $E_1 < E_2, E_3 < E_4$ e $E_4 > E_5$
- $E_1 < E_3, E_2 > E_4$ e $E_3 < E_5$
- $E_3 > E_4, E_1 < E_2$ e $E_5 < E_3$
- $E_4 < E_5, E_3 = E_1$ e $E_2 = E_4$
- $E_2 > E_3, E_2 = E_4$ e $E_3 > E_4$

23) Johannes Kepler (1571-1630) foi um cientista dedicado ao estudo do sistema solar. Uma das suas leis enuncia que as órbitas dos planetas, em torno do Sol, são elípticas, com o Sol situado em um dos focos dessas elipses.

Uma das consequências dessa lei resulta na variação

- do módulo da aceleração da gravidade na superfície dos planetas.
- da quantidade de matéria gasosa presente na atmosfera dos planetas.
- da duração do dia e da noite em cada planeta.
- da duração do ano de cada planeta.
- da velocidade orbital de cada planeta em torno do Sol.

24)



A figura mostra a configuração de três corpos de massas m_1, m_2 e m_3 , respectivamente, iguais a $4m, 2m$ e $3m$, que se encontram localizados em três vértices de um quadrado de lado a .

Com base nessas informações, é correto afirmar que a intensidade da força resultante sobre o corpo de massa m_2 em termos de G , constante da gravitação universal, m e a , é igual a

- $10Gm^2/a^2$
- $8Gm^2/a^2$
- $6Gm^2/a^2$
- $4Gm^2/a^2$
- $2Gm^2/a^2$

25) Joahanes Kepler (1571-1630) determinou que as órbitas dos planetas do sistema solar não são circunferências perfeitas, mas sim elípticas, tendo o sol em um dos focos, exceto por pequenas perturbações devido às influências de outros planetas no sistema solar. Assim posto, suponha que a órbita elíptica de um planeta tem o comprimento do eixo maior de 500 milhões de quilômetros e a distância entre os focos de 400 milhões de quilômetros.

A equação da órbita desse planeta é (em milhões de quilômetros):

- $\frac{x^2}{15000} = \frac{y^2}{10000} = 1$
- $\frac{x^2}{25000} = \frac{y^2}{20000} = 1$

$$c) \frac{x^2}{50000} = \frac{y^2}{20500} = 1$$

$$d) \frac{x^2}{62500} = \frac{y^2}{22500} = 1$$

$$e) \frac{x^2}{50500} = \frac{y^2}{20500} = 1$$

26) (EEAR 2016) A atração gravitacional que o Sol exerce sobre a Terra vale $3,5 \cdot 10^{22}$ N. A massa da Terra vale $6,0 \cdot 10^{24}$ kg. Considerando que a Terra realiza um movimento circular uniforme em torno do Sol, sua aceleração centrípeta (m/s^2) devido a esse movimento é, aproximadamente

a) $6,4 \cdot 10^2$

b) $5,8 \cdot 10^{-3}$

c) $4,9 \cdot 10^{-2}$

d) $2,1 \cdot 10^3$

27) Com base nas Leis de Kepler acerca do movimento planetário no Sistema Solar, assinale a alternativa CORRETA.

a) Todo planeta, onde o Sol ocupa um dos focos, tem trajetória circular.

b) A razão entre o quadrado do período de translação de um planeta e a distância média a um dos focos é igual para a Terra, para Marte e Vênus, apenas.

c) Quanto mais afastado for um planeta dos focos, menor será o seu ano.

d) A linha que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais em tempos iguais.

e) A velocidade de um planeta é sempre constante na translação.

28) A gravidade é a mais fraca das quatro forças básicas. Apenas nos casos em que os corpos são de dimensões astronômicas, como a lua, os planetas e as estrelas, a gravidade se torna de fundamental importância.

Com base nos conhecimentos sobre a Gravitação Universal, analise as afirmativas e marque V para as verdadeiras e F, para as falsas.

() As leis de Kepler são observações empíricas e podem ser deduzidas a partir das leis de Newton.

() Quando um planeta está mais próximo do Sol, ele se move mais rápido do que quando está mais afastado.

() O cubo do período de qualquer planeta é proporcional ao quadrado do semieixo maior de sua órbita.

() O Sol e a Lua exercem forças gravitacionais idênticas sobre os oceanos da Terra e provocam as marés.

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a

a) V F F V

b) V F V F

c) V V F F

d) F V F V

e) F F V V

29) Dois planetas de mesma massa se atraem com uma força de módulo F_1 quando estão posicionados a uma distância d um do outro. Se dobrarmos a distância entre os planetas e diminuirmos a massa de um deles pela metade, o módulo da nova força de atração, F_2 , será igual a

a) $F_1/8$.

b) $F_1/4$.

c) $F_1/2$.

d) F_1 .

30) Johannes Kepler usou os dados experimentais de Tycho Brahe sobre o movimento dos planetas sem o uso de telescópios para determinar as órbitas elípticas dos planetas com o Sol num dos focos. Observou, também, que o vetor que sai do Sol e chega no planeta varre áreas iguais em tempos iguais. Além disso, notou que o período (T) da órbita ao quadrado é proporcional ao cubo de r , onde r é a média aritmética entre a menor distância do planeta ao Sol (R_{\min}) e a maior distância do planeta ao Sol (R_{\max}). Estas conclusões ficaram conhecidas como Leis de Kepler.

A Estação Espacial Internacional (EEI) orbita a Terra a uma altura de 340km. Qual é, aproximadamente, a velocidade orbital da EEI em km/h?

a) 30

b) 300

c) 3000

d) 3000

e) 300000

Eletrostática

1) (EsPCEEx 2017) Uma partícula com carga elétrica negativa igual a -10^{-8} C encontra-se fixa num ponto do espaço. Uma segunda partícula de massa igual a 0,1 g e carga elétrica positiva igual a $+10^{-8}$ C descreve um movimento circular uniforme de raio 10 cm em torno da primeira partícula. Considerando que elas estejam isoladas no vácuo e desprezando todas as interações gravitacionais, o módulo da velocidade linear da partícula positiva em torno da partícula negativa é igual a

Dado: considere a constante eletrostática do vácuo igual a $9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$

a) 0,3 m/s

b) 0,6 m/s

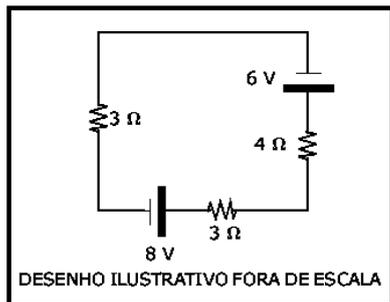
c) 0,8 m/s

d) 1,0 m/s

e) 1,5 m/s

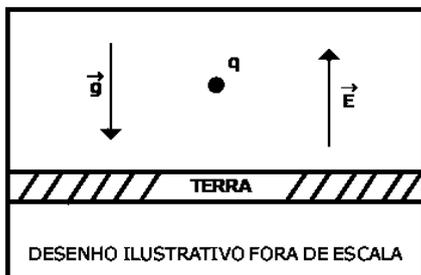
2) (EspCEEx 2016) O desenho abaixo representa um circuito elétrico composto por resistores ôhmicos, um gerador ideal e um receptor ideal.

A potência elétrica dissipada no resistor de 4Ω do circuito é:



- a) 0,16 W
- b) 0,20 W
- c) 0,40 W
- d) 0,72 W
- e) 0,80 W

3) a partícula de carga q e massa 10^{-6} kg foi colocada num ponto próximo à superfície da Terra onde existe um campo elétrico uniforme, vertical e ascendente de intensidade $E=10^5$ N/C. Sabendo que a partícula está em equilíbrio, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g=10$ m/s², o valor da carga q e o seu sinal são respectivamente:



- a) 10^{-3} μ C, negativa
- b) 10^{-5} μ C, positiva
- c) 10^{-5} μ C, negativa
- d) 10^{-4} μ C, positiva
- e) 10^{-4} μ C, negativa

4) Três bolinhas (A, B e C) de isopor, neutras, são penduradas em um suporte, usando fios isolantes, em forma de pêndulos e afastadas uma das outras. Ao tocar nas bolinhas com materiais eletrizados, verificamos que as bolinhas A e B se repelem entre si e o mesmo ocorre com as bolinhas B e C. Nesse sentido, podemos concluir que

- a) as três bolinhas possuem cargas de mesmo sinal.
- b) A e C contêm cargas de sinais opostos.
- c) A e C não se eletrizaram.
- d) seguramente A, B e C são negativas.

e) seguramente A, B e C são positivas.

5) Um corpo eletricamente neutro perde 2×10^5 elétrons e torna-se carregado. Qual a carga deste corpo após perder esses elétrons? Dado: Carga elementar igual a $\pm 1,6 \times 10^{-19}$ C.

- a) $3,2 \times 10^{-14}$ C
- b) 6×10^{-24} C
- c) 6×10^{-23} C
- d) 5×10^{-15} C
- e) 6×10^{-14} C

6) Duas partículas de cargas elétricas $q_1 = 4,0 \times 10^{-16}$ C e $q_2 = 6,0 \times 10^{-15}$ C estão separadas no vácuo por uma distância de $3,0 \times 10^{-9}$ m. Sendo $k = 9,0 \times 10^9$ N.m²/C², a intensidade da força de interação entre elas, em newtons, é de:

- a) $1,2 \times 10^{-5}$.
- b) $1,8 \times 10^{-4}$.
- c) $2,0 \times 10^{-4}$.
- d) $2,4 \times 10^{-4}$.
- e) $3,0 \times 10^{-3}$.

7) Em um experimento são utilizadas quatro pequenas esferas condutoras e idênticas P, Q, R e S.

A esfera P é carregada eletricamente com carga igual a +20 C, a esfera S é carregada com carga elétrica igual a -3 C, enquanto as outras duas permanecem com carga elétrica nula.

Então as esferas são submetidas a uma sequência de contatos:

- 1 – Toca-se P em Q, separando-as em seguida;
- 2 – Toca-se Q em R, separando-as em seguida;
- 3 – Toca-se R em S, separando-as em seguida.

Ao final desse processo, a esfera S apresentará carga elétrica igual a

- a) 0 C.
- b) 1 C.
- c) 2 C.
- d) 4 C.
- e) 5 C.

8) O aproveitamento da luz solar como fonte de energia renovável tem aumentado significativamente nos últimos anos. Uma das aplicações é o aquecimento de água ($\rho_{\text{água}} = 1$ kg/L) para uso residencial. Em um local, a intensidade da radiação solar efetivamente captada por um painel solar com área de 1 m² e de $0,03$ kW/m⁰. O valor do calor específico da água é igual $4,2$ kJ/(kg °C).

Nessa situação, em quanto tempo é possível aquecer 1 litro de água de 20 °C até 70 °C?

- a) 490 s
- b) 2 800 s
- c) 6 300 s
- d) 7 000 s
- e) 9 800 s

9) Quando necessário, utilize $g = 10\text{m/s}^2$

O campo elétrico em um ponto P é E_p . Quando uma carga de prova q_0 de 20nC é posicionada nesse ponto P, sofre uma força de $0,002\text{N}$. Sabendo-se que a carga puntual geradora do campo elétrico está posicionada a uma distância de 2m , podemos afirmar que o módulo da carga geradora do campo é, em μC ,

Dados: $k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$

- a) 44,4
- b) 60,0
- c) 62,0
- d) 74,4
- e) 75,5

10) Duas cargas elétricas A e B contêm $1,0$ coulomb cada e estão separadas $1,0$ metro uma da outra, como mostra a figura.



Considerando a constante eletrostática do meio entre as cargas igual a k , os módulos da força elétrica entre elas e do campo elétrico que uma gera na outra, respectivamente, são iguais a

- a) k e $2k$.
- b) $2k$ e k .
- c) $2k$ e $2k$.
- d) k^2 e k^2 .
- e) k e k .

11) Em um dia muito seco, é normal sentirmos um pequeno choque elétrico ao colocarmos a mão na carroceria metálica de um carro que acabou de estacionar, após se deslocar por algum tempo. Isso ocorre porque o carro, durante o seu movimento, adquire um excesso de carga elétrica. O contato da mão faz com que parte do excesso de carga seja transferida entre o carro e o corpo da pessoa.

As cargas que se movimentam na carroceria metálica do carro, são constituídas por

- a) elétrons de carga negativa.
- b) prótons de carga positiva.
- c) íons de carga positiva.

d) íons de carga negativa.

12) A indução eletrostática e o poder de pontas são conceitos da Física que explicam o funcionamento de

- a) um aparelho de solda.
- b) um chuveiro.
- c) um para-raios.
- d) uma furadeira.
- e) uma televisão.

13) O módulo do vetor campo elétrico produzido por uma carga elétrica puntiforme em um ponto P é igual a E . Dobrando-se a distância entre a carga e o ponto P, por meio do afastamento da carga, neste caso, o módulo do vetor campo elétrico nesse ponto fica:

- a) $E / 2$
- b) $E / 4$
- c) $2 E$
- d) $4 E$

14) Durante uma aula experimental sobre eletrostática, um aluno atritou um bastão de vidro com um pano de lã, inicialmente neutros, eletrizando a ambos. Considerando que as cargas elétricas tenham sido trocadas apenas entre o bastão e a lã, se o bastão adquiriu uma carga elétrica de valor $+ Q$, então o pano de lã adquiriu uma carga elétrica

- a) positiva, de valor maior do que $+ Q$.
- b) negativa, de valor igual a $- Q$.
- c) positiva, de valor igual a $+ Q$.
- d) negativa, de valor menor do que $- Q$.
- e) positiva, de valor menor do que $+ Q$.

15) Três esferas metálicas idênticas, A, B e C, estão eletrizadas com cargas elétricas, respectivamente, $Q_A = 8,0 \mu\text{C}$, $Q_B = - 3,0 \mu\text{C}$ e $Q_C = 4,0 \mu\text{C}$. As três esferas são colocadas em contato simultaneamente e, em seguida, afastadas. Se houve troca de cargas elétricas apenas entre as esferas, a carga elétrica final, em μC , de cada esfera é igual a

- a) 2,0.
- b) 3,0.
- c) 4,5.
- d) 5,0.
- e) 9,0.

16) (EEAR 2019) Considere quatro esferas metálicas idênticas, A, B, C e D, inicialmente separadas entre si. Duas delas, B e D, estão inicialmente neutras, enquanto as esferas A e C possuem cargas elétricas iniciais, respectivamente, iguais a $3Q$ e $-Q$. Determine a carga elétrica final da esfera C após contatos sucessivos com as

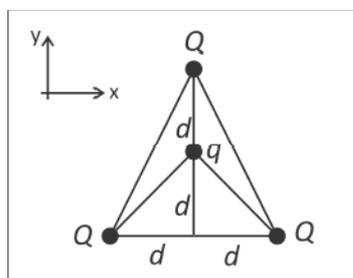
esferas A, B e D, nessa ordem, considerando que após cada contato, as esferas são novamente separadas.

- a) $\frac{Q}{4}$
- b) $\frac{Q}{2}$
- c) $2Q$
- d) $4Q$

17) Sabendo que as cargas: $Q_1 = Q$ e $Q_2 = -2Q$ estando separadas por uma distância (d), atua sobre elas uma força de atração, cujo módulo é F . Caso $Q_1 = 2Q$ e a nova distância entre Q_1 e Q_2 seja duplicada, qual é o novo módulo da força elétrica que atua sobre tais cargas?

- a) $F/2$.
- b) $F/3$.
- c) F .
- d) $2F$.
- e) $3F$.

18) Três pequenas esferas carregadas com carga positiva Q ocupam os vértices de um triângulo, como mostra a figura. Na parte interna do triângulo, está afixada outra pequena esfera, com carga negativa q . As distâncias dessa carga às outras três podem ser obtidas a partir da figura.



Sendo $Q = 2 \times 10^{-4} \text{ C}$, $q = -2 \times 10^{-5} \text{ C}$ e $d = 6 \text{ m}$, a força elétrica resultante sobre a carga q

Note e adote:

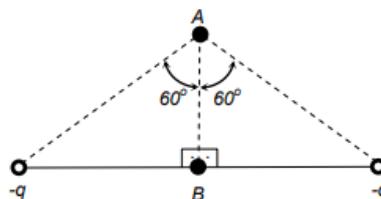
A constante k_0 da lei de Coulomb vale $9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

- a) é nula.
- b) tem direção do eixo y , sentido para baixo e módulo $1,8 \text{ N}$.
- c) tem direção do eixo y , sentido para cima e módulo $1,0 \text{ N}$.
- d) tem direção do eixo y , sentido para baixo e módulo $1,0 \text{ N}$.
- e) tem direção do eixo y , sentido para cima e módulo $0,3 \text{ N}$.

19) Três cargas elétricas pontuais estão fixadas em linha reta numa superfície horizontal, segundo a figura a seguir. A carga no ponto B vale $+Q$. Uma quarta carga elétrica pontual de valor $-Q$ foi adicionada no ponto A, também sobre a superfície horizontal. Calcule o valor dos módulos

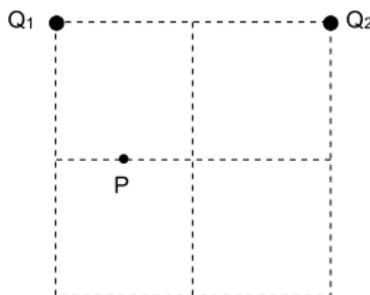
das cargas elétricas q de forma que a carga no ponto A permaneça em equilíbrio eletrostático. Considere que todas as cargas estão no vácuo.

Dados: $\text{sen}(60^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}$; $\text{cos}(60^\circ) = \frac{1}{2}$; $\text{tg}(60^\circ) = \sqrt{3}$



- a) $q = Q$
- b) $q = \sqrt{3}Q$
- c) $q = 2Q$
- d) $q = 3Q$
- e) $q = 4Q$

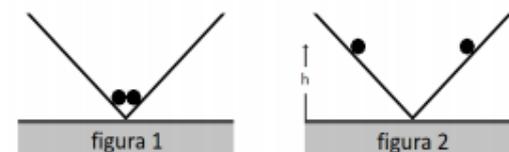
20) Duas partículas com cargas de mesmo sinal Q_1 e Q_2 encontram-se nos vértices do lado horizontal de um quadrado. O ponto P situa-se na metade de uma das arestas do quadrado menor, como ilustrado na figura. A carga Q_1 cria no ponto P um campo elétrico de módulo E .



Para que o campo elétrico resultante no ponto P, devido às duas cargas, seja na direção vertical, o campo elétrico criado pela carga Q_2 terá módulo de

- a) $2E$.
- b) $3E$.
- c) $E/2$.
- d) $E/3$.

21) Duas pequenas esferas idênticas, contendo cargas elétricas iguais, são colocadas no vértice de um perfil quadrado de madeira, sem atrito, conforme representa a figura 1 abaixo.

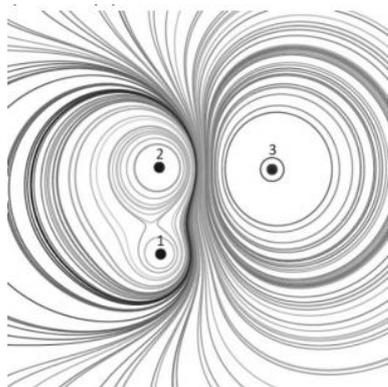


As esferas são liberadas e, devido à repulsão elétrica, sobem pelas paredes do perfil e ficam em equilíbrio a uma altura h em relação à base, conforme representa a figura 2.

Sendo P , F_e e N , os módulos, respectivamente, do peso de uma esfera, da força de repulsão elétrica entre elas e da força normal entre uma esfera e a parede do perfil, a condição de equilíbrio ocorre quando

- $P = F_e$.
- $P = -F_e$.
- $P - F_e = N$.
- $F_e - P = N$.
- $P + F_e = N$.

22) Na figura abaixo, está representado, em corte, um sistema de três cargas elétricas com seu respectivo conjunto de superfícies equipotenciais.

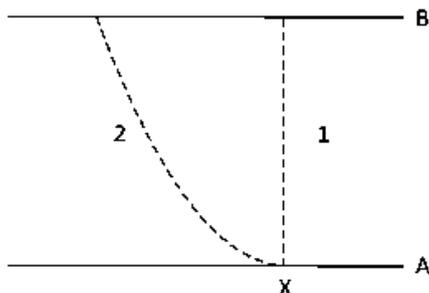


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A partir do traçado das equipotenciais, pode-se afirmar que as cargas têm sinais e que os módulos das cargas são tais que

- 1 e 2 – iguais – $q_1 < q_2 < q_3$
- 1 e 3 – iguais – $q_1 < q_2 < q_3$
- 1 e 2 – opostos – $q_1 < q_2 < q_3$
- 2 e 3 – opostos – $q_1 > q_2 > q_3$
- 2 e 3 – iguais – $q_1 > q_2 > q_3$

23) Na figura, A e B representam duas placas metálicas; a diferença de potencial entre elas é $V_B - V_A = 2,0 \times 10^4$ V. As linhas tracejadas 1 e 2 representam duas possíveis trajetórias de um elétron, no plano da figura



Considere a carga do elétron igual a $-1,6 \times 10^{-19}$ C e as seguintes afirmações com relação à energia cinética de um elétron que sai do ponto X na placa A e atinge a placa B

- Se o elétron tiver velocidade inicial nula, sua energia cinética, ao atingir a placa B, será $3,2 \times 10^{-15}$ J.
- A variação da energia cinética do elétron é a mesma, independentemente de ele ter percorrido as trajetórias 1 ou 2.
- O trabalho realizado pela força elétrica sobre o elétron na trajetória 2 é maior do que o realizado sobre o elétron na trajetória 1.

Apenas é **Correto** o que se afirma e

- I.
- II.
- III.
- I e II.
- I e III.

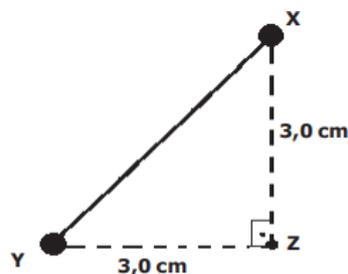
24) Seja o sistema composto por duas cargas elétricas mantidas fixas a uma distância d e cujas massas são desprezíveis. A energia potencial do sistema é

- inversamente proporcional a $1/d^2$.
- proporcional a d^2 .
- proporcional a $1/d$.
- proporcional a d .

25) (EsPCEEx 2019) No triângulo retângulo isóceles XYZ, conforme desenho abaixo, em que $XZ = YZ = 3,0$ cm, foram colocadas uma carga elétrica puntiforme $Q_x = +6$ nC no vértice X e uma carga elétrica puntiforme $Q_y = +8$ nC no vértice Y.

A intensidade do campo elétrico resultante em Z, devido às cargas já citadas é

Dados: o meio é o vácuo e a constante eletrostática do vácuo é $k_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$



Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

- $2 \cdot 10^5$ N/C
- $6 \cdot 10^3$ N/C
- $8 \cdot 10^4$ N/C
- 10^4 N/C
- 10^5 N/C

26) Considere um capacitor ideal, composto por um par de placas metálicas paralelas, bem próximas uma da outra, e carregadas eletricamente com cargas opostas.

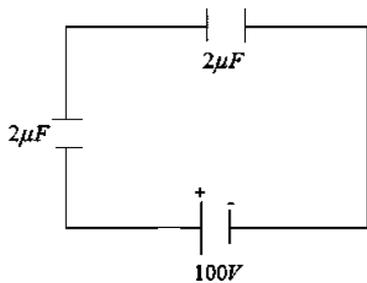
Na região entre as placas, distante das bordas, o vetor campo elétrico

- a) tem direção tangente às placas.
- b) tem direção normal às placas.
- c) é nulo, pois as placas são condutoras.
- d) é perpendicular ao vetor campo magnético gerado pela distribuição estática de cargas nas placas.

27) A intensidade da força elétrica entre duas cargas elétricas, uma de $+3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e outra de $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, é de $4,6 \cdot 10^{-8} \text{ N}$. Sabendo que as cargas estão no vácuo, onde $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, qual a distância entre as duas cargas?

- a) $5 \cdot 10^{-8} \text{ m}$
- b) $3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$
- c) $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}$
- d) $1 \cdot 10^{-20} \text{ m}$
- e) $1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

28) Dois capacitores idênticos, de capacitância igual a $2\mu\text{F}$, estão ligados em série, conforme a figura abaixo.



Sobre esses capacitores, é CORRETO afirmar:

- a) As cargas, em cada um dos dois capacitores, são iguais a 10^{-4} C .
- b) As cargas são diferentes nos dois capacitores.
- c) As diferenças de potencial entre as placas dos capacitores são iguais a 100 V em cada um.
- d) As diferenças de potencial entre as placas dos dois capacitores são diferentes.
- e) As tensões nas placas dos dois capacitores são iguais, apesar de as cargas serem diferentes.

29) Duas cargas elétricas - Q e $+q$ são mantidas nos pontos A e B, que distam 40 cm um do outro. Ao se medir o potencial elétrico no ponto C, no ponto médio de A e B, encontra-se qual valor para o potencial elétrico resultante? Considere $|Q| = 3 \cdot 10^{-2} \text{ C}$, $|q| = 1 \cdot 10^{-2} \text{ C}$ e que a constante eletrostática do meio seja $9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$.

- a) $-9 \cdot 10^8 \text{ Volts}$.
- b) $-9 \cdot 10^7 \text{ Volts}$.
- c) $-9 \cdot 10^6 \text{ Volts}$.
- d) $-9 \cdot 10^5 \text{ Volts}$.

e) $-9 \cdot 10^4 \text{ Volts}$.

30) Três cargas pontuais A, B e C estão localizadas no vácuo a uma distância de um ponto P de $2,0 \text{ cm}$, $1,0 \text{ m}$ e $25,0 \text{ m}$, respectivamente, e em posições como as esquematizadas (fora de escala) na figura a seguir.



Considere a quantidade de carga de A, B e C de 6 nC , 10 mC e 30 µC , respectivamente.

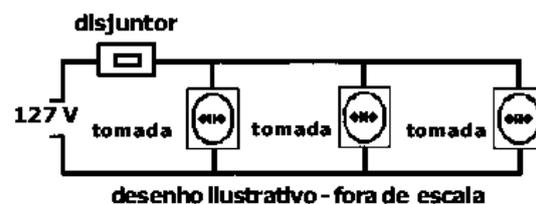
Nessas condições, é correto afirmar que o módulo do potencial elétrico e do campo elétrico em P são, respectivamente, de:

- a) 90 MV e 90 MV/m .
- b) 60 nV e 60 nV/m .
- c) 30 TV e 30 TV/m .
- d) 10 mV e 10 mV/m .

Eletrodinâmica

1) (EsPCEEx 2013) O disjuntor é um dispositivo de proteção dos circuitos elétricos. Ele desliga automaticamente o circuito onde é empregado, quando a intensidade da corrente elétrica ultrapassa o limite especificado.

Na cozinha de uma casa ligada à rede elétrica de 127 V , há três tomadas protegidas por um único disjuntor de 25 A , conforme o circuito elétrico representado, de forma simplificada, no desenho abaixo.



A tabela a seguir mostra a tensão e a potência dos aparelhos e

APARELHOS	forno de micro-ondas	lava-louça
TENSÃO (V)	127	127
POTÊNCIA (W)	2000	1500
geladeira	cafeteira	liquidificador
127	127	127
250	600	200

Cada tomada conectará somente um aparelho, dos cinco já citados acima. Considere que os fios condutores e as tomadas do circuito elétrico da cozinha são ideais. O disjuntor de 25 A será desarmado, desligando o circuito, se forem ligados simultaneamente:

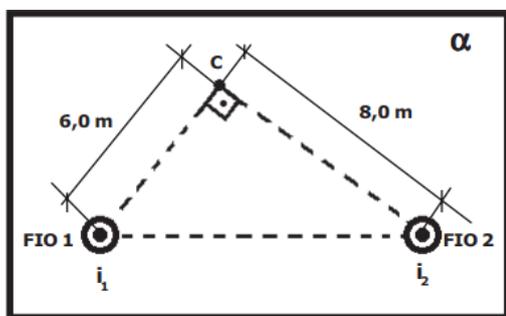
- a) forno de micro-ondas, lava-louça e geladeira.

- b) geladeira, lava-louça e liquidificador.
 c) geladeira, forno de micro-ondas e liquidificador.
 d) geladeira, cafeteira e liquidificador.
 e) forno de micro-ondas, cafeteira e liquidificador.

2) (EsPCEx 2012) O amperímetro é um instrumento utilizado para a medida de intensidade de corrente elétrica em um circuito constituído por geradores, receptores, resistores, etc. A maneira correta de conectar um amperímetro a um trecho do circuito no qual queremos determinar a intensidade da corrente é

- a) em série
 b) em paralelo
 c) na perpendicular
 d) em equivalente
 e) mista

3) (EsPCEx 2018)



Desenho Ilustrativo Fora de Escala

Dois fios longos e retilíneos 1 e 2, fixos e paralelos entre si, estão dispostos no vácuo, em uma direção perpendicular a um plano α . O plano α contém o ponto C conforme representado no desenho abaixo. Os fios são percorridos por correntes elétricas constantes, de mesmo sentido, saindo do plano α para o observador. O fio 1 é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade $i_1=6$ A e o fio 2 por uma corrente de intensidade $i_2=8$ A. O módulo do vetor indução magnética resultante no ponto C devido às correntes i_1 e i_2 é

Dado: considere a permeabilidade magnética do vácuo igual a $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ T·m/A.

- a) $8 \cdot 10^{-7} T$
 b) $6 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7} T$
 c) $4 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7} T$
 d) $4 \cdot 10^{-7} T$
 e) $2 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-7} T$

4) Um aparelho de TV, 4K, apresenta potência de 20 W e funciona 5 horas por dia. Considerando um mês (30 dias) e que o custo do KWH seja de R\$ 0,80, obtenha o custo energético mensal deste aparelho.

- a) R\$ 1,80.

- b) R\$ 2,40.
 c) R\$ 2,80.
 d) R\$ 18,00.
 e) R\$ 10,80

5) Amanda sabe que seu aspirador de pó possui uma potência igual a 1500 W. Ela também sabe que a tensão nas tomadas de sua casa é igual a 120 V. Qual é a corrente que percorre por esse aspirador de pó?

- a) 10,7 A
 b) 18,6 A
 c) 12,5 A
 d) 15,2 A

6) Qual das alternativas abaixo apresenta a associação de resistores com o maior valor de resistência equivalente?

- a) 3 resistências de 4Ω ligadas em paralelo
 b) 1 resistência de 4Ω ligada em série a uma associação em paralelo que contém 2 resistências de 2Ω
 c) 1 resistência de 2Ω ligada em série a uma associação em paralelo que contém 1 resistência de 8Ω e 1 resistência de 4Ω
 d) 2 resistências de 8Ω ligadas em série

7) Sabendo que a carga elétrica de um elétron é igual a $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, determine a carga elétrica de um corpo que possui $4 \cdot 10^{20}$ elétrons e $8 \cdot 10^{20}$ prótons.

- a) 48 C.
 b) 82 C.
 c) 64 C.
 d) 46 C.
 e) 25 C.

8) A estrutura cristalina existente nos condutores que são percorridos por corrente elétrica faz com que pelo menos uma parte da energia elétrica se converta em energia térmica. Isso acontece, basicamente, pelo choque das partículas portadoras de carga em movimento com os átomos constituintes do condutor. Todo dispositivo elétrico dissipa uma parte de sua energia elétrica na forma de calor. Esse fenômeno de conversão de energia elétrica em energia térmica é chamado de:

- a) Efeito Corona.
 b) Efeito Kirchhoff.
 c) Efeito Fotoelétrico.
 d) Efeito Joule.
 e) Efeito Compton.

9) Uma lâmpada possui a seguinte inscrição 10 W e 2 V. Os valores da resistência elétrica dessa lâmpada e da corrente elétrica são, respectivamente, iguais a:

- a) $0,4\Omega$ e 5 A
- b) 12Ω e 1 A
- c) $0,5\Omega$ e 5 A
- d) 5Ω e 3 A
- e) 2Ω e 4 A

10) A aplicação de campo elétrico entre dois eletrodos é um recurso eficaz para separação de compostos iônicos. Sob o efeito do campo elétrico, os íons são atraídos para os eletrodos de carga oposta.

Admita que a distância entre os eletrodos de um campo elétrico é de 20 cm e que a diferença de potencial efetiva aplicada ao circuito é de 6 V.

Nesse caso, a intensidade do campo elétrico, em V/m, equivale a:

- a) 40
- b) 30
- c) 20
- d) 10

11) Um aquecedor elétrico tem potência de 600 W e funciona sob uma diferença de potencial de 120 V. Em condições normais de funcionamento, a intensidade da corrente elétrica que percorre o aquecedor, em ampères, e sua resistência elétrica, em ohms, são, respectivamente,

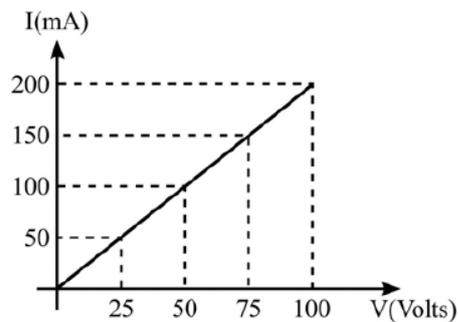
- a) 24,0 e 5,0.
- b) 0,2 e 600,0.
- c) 5,0 e 24,0.
- d) 0,2 e 5,0.
- e) 0,2 e 24,0.

12) Em um experimento, quatro condutores, I, II, III e IV, constituídos por metais diferentes e com mesmo comprimento e espessura, estão submetidos à tensão elétrica. O gráfico abaixo apresenta a variação da tensão u em cada resistor em função da corrente elétrica i .

O condutor que apresenta a maior resistividade elétrica é:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV

13) (EEAR 2019) O gráfico a seguir corresponde ao comportamento da corrente elétrica que percorre um condutor, em função da diferença de potencial a ele aplicada.



Sabendo-se que este condutor é constituído de um fio de 2m de comprimento e de um material cuja resistividade, a 20°C , vale $1,75 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, determine a área da seção transversal do fio e o valor da resistência elétrica desse condutor na referida temperatura.

- a) $0,7 \cdot 10^{-4} \text{cm}^2$ e $0,5\Omega$
- b) $0,7 \cdot 10^{-4} \text{cm}^2$ e 500Ω
- c) $0,83 \cdot 10^{-4} \text{cm}^2$ e $12,5\Omega$
- d) $0,83 \cdot 10^{-4} \text{cm}^2$ e 500Ω

14) Sobre capacitores, assinale V para verdadeiro e F para falso.

I. Os capacitores podem ser esféricos, cilíndricos e planos.
 II. A unidade de capacitância, no sistema internacional, é FARADAY.

III. A capacitância é uma grandeza diretamente proporcional à área da placa do capacitor e inversamente proporcional à distância que separa as suas placas.

IV. A energia potencial armazenada nas placas do capacitor pode ser dada por: $E_{\text{pot}} = Q \cdot U/2$

- a) V – V – V – V.
- b) V – F – V – V.
- c) V – V – F – V.
- d) F – V – V – V.
- e) F – V – F – V.

15) Um certo resistor dissipa uma potência de 1 W quando percorrido por uma corrente de 100 mA. Assinale a alternativa que expressa corretamente a tensão V aplicada a esse resistor quando percorrido por uma corrente de 50 mA.

- a) 2,5 V.
- b) 5 V.
- c) 7,5 V.
- d) 10 V.
- e) 12 V.

16) Descargas elétricas atmosféricas, também conhecidas por raios, podem ser perigosas de muitas formas, pois a corrente elétrica produzida por um raio pode chegar a $4 \cdot 10^5$ A. Imaginando que essa corrente poderia fluir por um fio, calcule a intensidade do vetor indução magnético

gerado por ela a uma distância de 8cm do condutor, e marque a alternativa correta. (Dado: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$)

- a) 0,001 T
- b) $10 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
- c) 10 T.
- d) 0,01 T
- e) 1 T

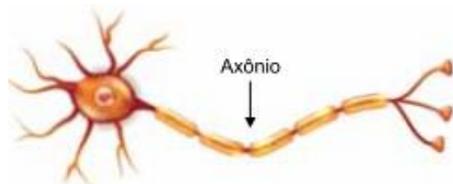
17) Para o exercício, considere situações ideais e $g = 10 \text{ m/s}^2$

Um circuito eletrônico utilizado pelos alunos da FATEC possui resistores, medidos em ohm, e uma ddp de 12 V entre os pontos A–B, conforme a figura.

O valor da corrente elétrica da associação de resistores no circuito apresentado na figura, em ampère, é

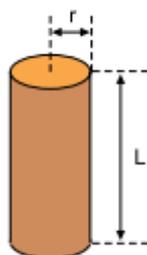
- a) 6
- b) 5
- c) 4
- d) 3
- e) 2

18) O axônio é a parte da célula nervosa responsável pela condução do impulso nervoso, que transmite informações para outras células.



Várias propriedades elétricas dos axônios são regidas por canais iônicos, que são moléculas de proteínas que se estendem ao longo de sua membrana celular. Quando aberto, um canal iônico possui um poro preenchido por um fluido de baixa resistividade. Pode-se modelar cada canal iônico como um cilindro de comprimento $L = 12 \text{ nm}$ com raio da base medindo $r = 0,3 \text{ nm}$.

Modelo de um canal iônico



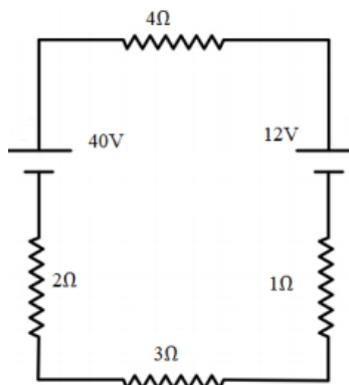
fora de escala

Adotando $\pi = 3$, sabendo que $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ e que a resistência elétrica de um canal iônico típico é $10^{11} \Omega$, a resistividade do fluido que o preenche é

- a) $2,25 \Omega \cdot \text{m}$.

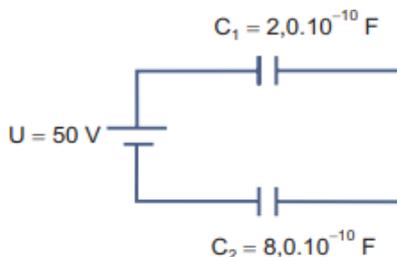
- b) $0,56 \Omega \cdot \text{m}$.
- c) $4,50 \Omega \cdot \text{m}$.
- d) $9,00 \Omega \cdot \text{m}$.
- e) $1,12 \Omega \cdot \text{m}$.

19) Utilizando o circuito elétrico abaixo, podemos afirmar que a corrente elétrica que atravessa o resistor de 3Ω é de



- a) 5,2 A.
- b) 2,8 A.
- c) 5,0 A.
- d) 4,0 A.
- e) 1,2 A.

20) Capacitores são dispositivos que fornecem alta potência em aplicações como a produção de luz laser, por exemplo.



Com base na figura do circuito ao lado, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

- () A capacitância equivalente no circuito é $1,6 \times 10^{-10} \text{ F}$.
- () A energia total armazenada no circuito é $4,0 \times 10^{-7} \text{ J}$.
- () A diferença de potencial entre os terminais do capacitor C_2 é 30 V.
- () A carga armazenada no capacitor C_1 é $8,0 \times 10^{-9} \text{ C}$.

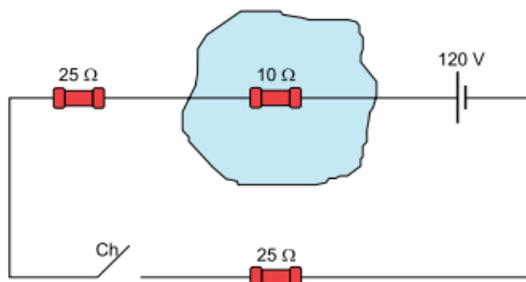
Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- a) V – F – F – V.
- b) V – F – F – F.
- c) F – V – F – V.
- d) F – V – V – V.
- e) V – V – V – F.

21) Ao montar um circuito, um técnico em eletrônica viu que precisava de um resistor de $110\ \Omega$. No entanto, ele só dispunha de 3 resistores de cada tipo: $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 30\ \Omega$ e $R_3 = 150\ \Omega$. Para montar um resistor equivalente para usar no circuito, ele deve associar:

- 1 resistor R_3 , 1 resistor R_2 e 1 resistor R_1 , todos associados em paralelo.
- 2 resistores R_1 associados em série, conectados em série a 2 resistores R_2 associados em paralelo.
- 2 resistores R_3 associados em paralelo, conectados em série a 2 resistores R_2 associados em série.
- 1 resistor R_1 conectado em série a 1 resistor R_2 e 1 resistor R_3 associados em paralelo, e que, por sua vez, são conectados em série a 2 resistores R_3 associados em paralelo.
- 1 resistor R_1 , 1 resistor R_2 e 1 resistor R_3 , todos associados em série.

22) Em um experimento no nível do mar, um circuito elétrico é constituído por três resistores ôhmicos, um gerador de resistência interna desprezível, fios ideais e uma chave interruptora Ch, também ideal, inicialmente aberta. O resistor de $10\ \Omega$ está totalmente envolvido por um grande bloco de gelo a $0\ ^\circ\text{C}$.

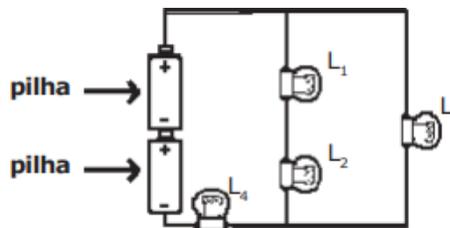


Considerando que o calor latente de fusão do gelo é $320\ \text{J/g}$ e que o gelo derrete apenas devido ao calor dissipado pelo resistor em seu interior, se a chave permanecer fechada por um minuto, a massa de gelo que derreterá será de

- 30,0 g.
- 15,0 g.
- 7,5 g.
- 18,0 g.
- 12,5 g.

23) (EsPCEEx 2019) O circuito de um certo dispositivo elétrico é formado por duas pilhas ideais, possuindo cada uma tensão "V", quatro lâmpadas incandescentes, que possuem resistências elétricas constantes e de mesmo valor, L_1 , L_2 , L_3 e L_4 , e fios condutores de resistências desprezíveis, conforme o desenho abaixo.

Considerando que as lâmpadas não se queimam, pode-se afirmar que

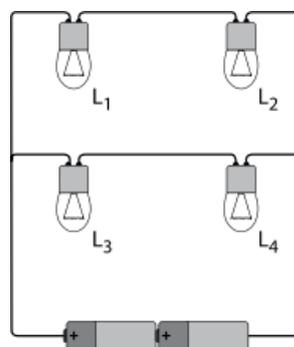


Desenho Ilustrativo - Fora de Escala

- a lâmpada L_1 brilha mais que L_2 .
- todas as lâmpadas têm o mesmo brilho.
- as lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 têm o mesmo brilho.
- a lâmpada L_3 brilha mais que L_2 .
- nenhuma das lâmpadas tem brilho igual.

24) Quatro lâmpadas de filamento, idênticas, são conectadas a duas pilhas obedecendo ao circuito elétrico.

Inicialmente, as quatro lâmpadas encontram-se acesas.

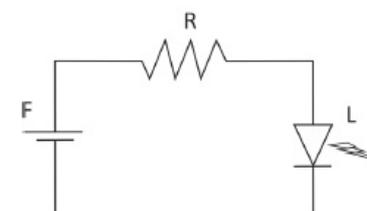


Se, em dado momento, somente a lâmpada L_4 tiver seu filamento rompido, apagando-se, é correto concluir que

Admita que, se apenas uma dessas lâmpadas fosse ligada às duas pilhas, ela não se queimaria por sobrecarga.

- só L_3 permanecerá acesa.
- só L_1 e L_2 permanecerão acesas.
- só L_1 e L_3 permanecerão acesas.
- as demais lâmpadas permanecerão acesas.
- nenhuma das lâmpadas permanecerá acesa.

25) Atualmente são usados LEDs (Light Emitting Diode) na iluminação doméstica. LEDs são dispositivos semicondutores que conduzem a corrente elétrica apenas em um sentido. Na figura, há um circuito de alimentação de um LED (L) de $8\ \text{W}$, que opera com $4\ \text{V}$, sendo alimentado por uma fonte (F) de $6\ \text{V}$



valor da resistência do resistor (R), em Ω , necessário para que o LED opere com seus valores nominais é, aproximadamente

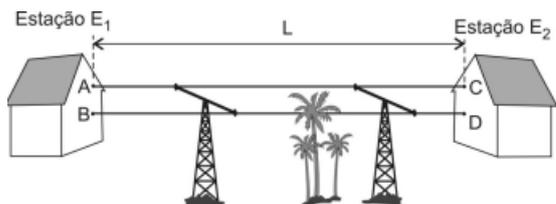
- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 3,0
- d) 4,0
- e) 5,0

26) Um recipiente com paredes adiabáticas contém 100g de água a 20°C. Um resistor com resistência elétrica de 2,0Ω é ligado a uma fonte de tensão de 12V e é imerso na água.

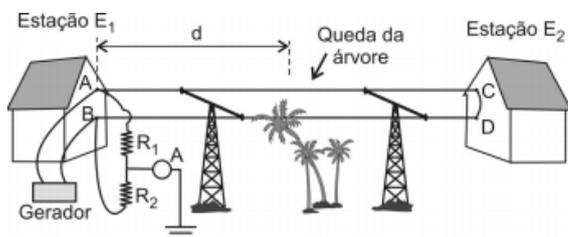
Desconsidere a capacidade térmica do recipiente, e assinale a alternativa que corresponde, aproximadamente, ao tempo necessário para a água atingir 30°C.

- a) 58s
- b) 14s
- c) 44s
- d) 29s
- e) 87s

27) Duas estações E₁ e E₂ são interligadas por uma linha telefônica constituída por dois cabos iguais, cada um com comprimento L = 30 km, conforme ilustrado na figura 1.



Durante uma tempestade, uma árvore caiu sobre um dos cabos fazendo um contato elétrico com a terra. Para localizar onde a árvore caiu e reparar o defeito, um técnico procedeu da seguinte forma: uniu os terminais C e D na estação E₂ e, na estação E₁, interligou os terminais A e B por reostatos R₁ e R₂ associados em paralelo com um gerador. As resistências de R₁ e R₂ foram ajustadas de tal forma que o amperímetro A não indicou a passagem de corrente elétrica, conforme esquematizado na figura 2.



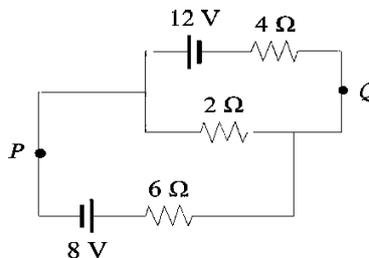
Considere que os contatos elétricos, as ligações com a terra e o amperímetro têm resistências elétricas desprezíveis e que R₁ e R₂ valem, respectivamente, 4,5 kΩ e 1,5 kΩ.

Nessas condições, o ponto onde a árvore tocou o fio se localiza a uma distância d, em relação à estação E₁, em km, igual a

- a) 7,5

- b) 12
- c) 15
- d) 20

28) O circuito mostrado a seguir foi montado no laboratório de física por um aluno, durante os seus estudos sobre circuito simples. Antes de utilizar o multímetro para verificação da corrente elétrica em cada resistor do circuito, ele usou as leis de Kirchhoff (1824 – 1887) para acertadamente verificar que a intensidade da corrente elétrica no resistor de 2,0 Ω, vale, aproximadamente:

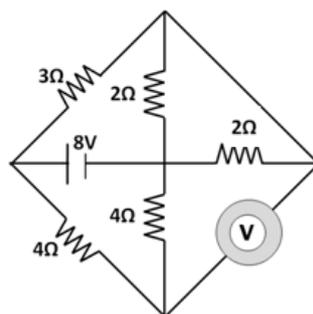


- a) 1,80 A
- b) 1,63 A
- c) 2,54 A
- d) 2,70 A
- e) 0,90 A

29) Considere um gerador elétrico de força eletromotriz E e resistência interna r, ambas constantes, e um circuito C, formado por dois resistores idênticos de resistência R, associados em paralelo. Quando ambos são conectados, o gerador fornece ao circuito uma diferença de potencial U. A respeito do que foi exposto, é CORRETO afirmar que

- a) na condição em que a potência fornecida pelo gerador ao circuito C é máxima, U = E.
- b) quando R = 4 Ω, a resistência equivalente do circuito C é de 8 Ω.
- c) após o gerador e circuito C serem conectados, a corrente elétrica i que circula por cada resistor R é dada por $i = E / (R+r)$.
- d) na condição em que a potência fornecida pelo gerador ao circuito C é máxima, R = 2r.
- e) para E = 12 V, R = 6 Ω e r = 3 Ω, após o gerador e circuito C serem conectados, U = 9 V.

30) Considere o circuito abaixo



Marque o item que corresponde à leitura do voltímetro ideal.

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

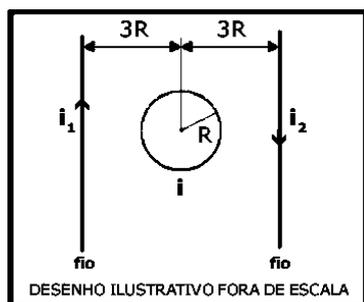
ELETROMAGNETISMO

1) (EsPCEEx 2016) Dois fios condutores retílineos, muito longos e paralelos entre si, são percorridos por correntes elétricas de intensidade distintas, i_1 e i_2 , de sentidos opostos.

Uma espira circular condutora de raio R é colocada entre os dois fios e é percorrida por uma corrente elétrica i .

A espira e os fios estão no mesmo plano. O centro da espira dista de $3R$ de cada fio, conforme o desenho abaixo.

Para que o vetor campo magnético resultante, no centro da espira, seja nulo, a intensidade da corrente elétrica i e seu sentido, tomando como referência o desenho, são respectivamente:



- a) $\frac{i_1+i_2}{3}$ e horário
- b) $\frac{i_1-i_2}{3\pi}$ e anti – horário
- c) $\frac{i_1-i_2}{3\pi}$ e horário
- d) $\frac{i_1+i_2}{3\pi}$ e horário
- e) $\frac{i_1+i_2}{3\pi}$ e anti – horário

2) Uma carga elétrica puntiforme, no interior de um campo magnético uniforme e constante, dependendo de suas condições cinemáticas, pode ficar sujeita à ação de uma força magnética. Sobre essa força pode-se afirmar que

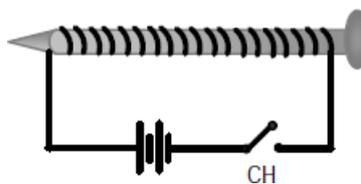
- a) tem a mesma direção do campo magnético, se a carga elétrica tiver velocidade perpendicular a ele.
- b) é nula se a carga elétrica estiver em repouso.
- c) tem máxima intensidade se o campo magnético e a velocidade da carga elétrica forem paralelos.
- d) é nula se o campo magnético e a velocidade da carga elétrica forem perpendiculares.

e) tem a mesma direção da velocidade da carga elétrica.

3) (EsPCEEx 2011) Sob a ação exclusiva de um campo magnético uniforme de intensidade $0,4\text{ T}$, um próton descreve um movimento circular uniforme de raio 10 mm em um plano perpendicular à direção deste campo. A razão entre a sua massa e a sua carga é de 10^{-8} kg/C . A velocidade com que o próton descreve este movimento é de:

- a) $4 \cdot 10^5\text{ m/s}$
- b) $2 \cdot 10^5\text{ m/s}$
- c) $8 \cdot 10^4\text{ m/s}$
- d) $6 \cdot 10^4\text{ m/s}$
- e) $5 \cdot 10^3\text{ m/s}$

4) (EEAR 2018) Um fio fino é enrolado em torno de um prego e suas extremidades são ligadas aos pólos de uma bateria e de uma chave CH, conforme mostra a figura abaixo. Quando a chave CH é fechada, observa-se que o prego passa a atrair pequenos objetos de ferro. O conceito físico que melhor explica o fenômeno é:



- a) Efeito Joule
- b) Campo Elétrico
- c) Efeito fotoelétrico
- d) Indução Eletromagnética

5) A terapia magnética consiste na utilização de campos magnéticos estáticos através de ímãs e, esses, são colocados sobre a pele ao longo do corpo humano de forma a melhorar o fluxo sanguíneo e a energia do ponto onde está sendo aplicada a força do ímã.

Considerando-se um fio longo percorrido por uma corrente de $2,5\text{ mA}$ e a permeabilidade magnética do ar igual a $4\pi \cdot 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m/A}$, logo a intensidade do campo magnético, a uma distância de $40,0\text{ cm}$ do fio, em nT, é igual a

- a) 1,55
- b) 1,40
- c) 1,33
- d) 1,25
- e) 1,12

6) Um campo magnético é usualmente provocado por correntes elétricas ou cargas em movimento organizado. Podemos afirmar que:

a) O campo magnético de um ímã natural é provocado por uma corrente elétrica no sentido clássico pois, para funcionar, o ímã deve ser ligado a uma tomada de energia elétrica.

b) O campo magnético de um ímã natural é provocado por uma força misteriosa de natureza até hoje desconhecida.

c) O campo magnético de um ímã natural, embora se manifeste macroscopicamente, advém principalmente do alinhamento dos chamados momentos magnéticos orbitais dos átomos e contribuições do momento magnético dos spins atômicos, que são propriedades quânticas descobertas somente por volta da década de 1920.

d) O campo magnético de um ímã é uma força newtoniana gravitacional;

e) O campo magnético de um ímã é um campo gravitacional.

7) Para uma espira circular condutora, percorrida por uma corrente elétrica de intensidade i , é registrado um campo magnético de intensidade B no seu centro. Alterando-se a intensidade da corrente elétrica na espira para um novo valor i_{final} , observa-se que o módulo do campo magnético, no mesmo ponto, assumirá o valor $5B$. Qual é a razão entre as intensidades das correntes elétricas final e inicial (i_{final} / i)?

a) 1/5

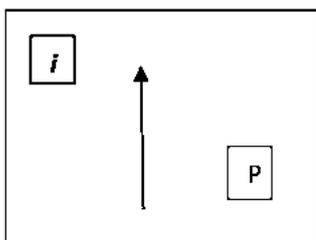
b) 1/25

c) 5

d) 10

e) 25

8) A figura ao lado representa um condutor retilíneo, percorrido por uma corrente i , conforme a convenção indicada. O sentido do campo magnético no ponto P, localizado no plano da figura é:



a) Contrário ao da corrente.

b) Entrando perpendicularmente na página.

c) Saindo perpendicularmente da página.

d) Para sua esquerda, no plano do papel.

9) Corta-circuito é um dispositivo de segurança que protege contra choques usuários de aparelhos elétricos e sua operação utiliza a lei de Faraday.

Considere uma bobina que consiste em 200 espiras de fios, sendo cada espira um quadrado de lado $a = 10,0\text{cm}$ e um campo magnético uniforme direcionado perpendicularmente ao plano da bobina e ligado.

Se o campo muda lentamente de zero para $0,2\text{T}$ em $0,5\text{s}$, o módulo da força eletromotriz induzida na bobina, enquanto o campo estava variando, em mV, é igual a

a) 800

b) 750

c) 700

d) 600

e) 550

10) Um fio condutor é enrolado na forma de espira circular com raio igual a 1 metro. A intensidade de corrente elétrica que percorre o fio é 4 Ampères. A permeabilidade magnética (μ) vale: $4\pi \cdot 10^{-7}$ unidades no sistema internacional. Qual é o módulo do vetor campo magnético no centro da espira?

a) $10\pi \cdot 10^{-7}$ Tesla.

b) $9\pi \cdot 10^{-7}$ Tesla.

c) $8\pi \cdot 10^{-7}$ Tesla.

d) $7\pi \cdot 10^{-7}$ Tesla.

e) $6\pi \cdot 10^{-7}$ Tesla.

11) Analise as proposições em relação ao efeito de polarização das ondas eletromagnéticas.

I. A polarização é uma característica das ondas transversais.

II. A polarização é uma característica das ondas longitudinais.

III. Os óculos de sol são exemplos de filtros polarizadores e aumentam a intensidade da radiação incidente.

IV. Os óculos de sol são exemplos de filtros polarizadores e reduzem a intensidade da radiação incidente.

Assinale a alternativa **correta**.

a) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.

b) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.

c) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.

d) Somente as afirmativas II e IV são verdadeiras.

e) Somente a afirmativa III é verdadeira.

12) Dentro do tubo de imagem de um televisor, a corrente elétrica, numa bobina, aplica sobre um elétron passante um campo magnético de $5 \times 10^{-4}\text{T}$, de direção perpendicular à direção da velocidade do elétron, o qual recebe uma força magnética de $1 \times 10^{-14}\text{N}$. Qual o módulo da velocidade desse elétron? (Considere o módulo da carga do elétron como $1,6 \times 10^{-19}\text{C}$.)

a) $3,34 \times 10^3\text{ m/s}$

b) $1,60 \times 10^5\text{ m/s}$

c) $7,60 \times 10^6\text{ m/s}$

d) $4,33 \times 10^7\text{ m/s}$

e) $1,25 \times 10^8\text{ m/s}$

13) Quando ondas eletromagnéticas atingem um corpo, às vezes observamos que elétrons são "arrancados" desse

corpo. A emissão de elétrons pela absorção de radiação é chamada de:

- a) Efeito fotoelétrico
- b) Efeito Compton.
- c) Fusão nuclear.
- d) Fissão nuclear.
- e) Radiação do corpo negro.

14) Um automóvel possui uma bateria de força eletromotriz igual a 12,0 V e resistência interna de $0,5\Omega$.

A intensidade máxima da corrente elétrica que se pode obter com essa bateria é igual, em A, a

- a) 6,0
- b) 10,0
- c) 12,0
- d) 18,0
- e) 24,0

15) (EEAR 2019) Uma partícula com carga elétrica igual a $3,2\mu\text{C}$ e velocidade de $2 \cdot 10^4\text{m/s}$ é lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme e sofre a ação de uma força magnética de intensidade igual a $1,6 \cdot 10^2\text{N}$.

Determine a intensidade do campo magnético (em Tesla) no qual a partícula foi lançada.

- a) $0,25 \cdot 10^3$
- b) $2,5 \cdot 10^3$
- c) $2,5 \cdot 10^4$
- d) $0,25 \cdot 10^6$

16) Uma partícula de carga Q e velocidade de módulo v ingressa numa região de campo magnético uniforme de módulo B e direção perpendicular à da sua velocidade. A partícula passa, então, a realizar um movimento circular uniforme de raio R. Nesse caso, a sua energia cinética é dada por:

- a) $QvBR/2$
- b) QvB
- c) $2QBRv^2$
- d) $QvBR$
- e) $QBRv^2/2$

17) Durante a ocorrência de uma descarga elétrica na atmosfera podemos observar dois tipos de fenômenos ondulatórios: o relâmpago e o trovão. No primeiro temos a propagação de uma onda eletromagnética e no segundo, a propagação de uma onda mecânica. Quanto à natureza destas ondas, temos as afirmativas:

I - Na onda eletromagnética, o sentido de vibração dos campos elétrico e magnético é transversal à direção de propagação;

II - Tanto a onda eletromagnética quanto a onda mecânica necessitam de um meio de propagação e possuem a mesma velocidade;

III - Nos dois tipos de onda mencionados, a amplitude é definida como o máximo valor de um campo elétrico;

IV - Na onda sonora, o sentido da vibração mecânica se dá longitudinalmente à direção de propagação.

Estão corretas apenas as afirmações:

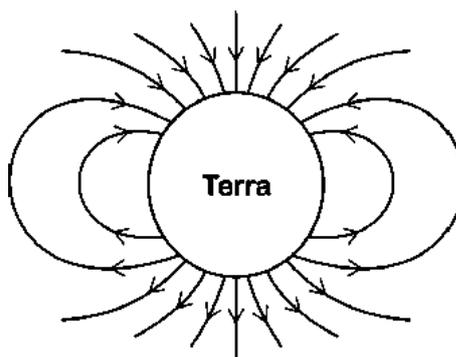
- a) I, III e IV
- b) II e IV
- c) I e IV
- d) I e III

18) A corrente elétrica no enrolamento primário de um transformador corresponde a 10 A, enquanto no enrolamento secundário corresponde a 20 A.

Sabendo que o enrolamento primário possui 1200 espiras, o número de espiras do enrolamento secundário é:

- a) 600
- b) 1200
- c) 2400
- d) 3600

19) A figura a seguir representa, em escala reduzida, o nosso planeta Terra e um dos possíveis modelos de linhas de indução do seu campo magnético (externo)



Considerando as informações dadas, identifique a alternativa errada:

- a) O polo magnético que se localiza na região sul da Terra é um polo sul magnético;
- b) A Terra se comporta, aproximadamente, como se fosse um grande ímã, com polos próximos aos polos geográficos terrestres.
- c) O campo magnético da Terra, no polo sul magnético, é vertical e aponta para o interior do planeta;

d) Os navios ou aviões podem se orientar, usando uma agulha magnética direcionada pelo campo magnético terrestre;

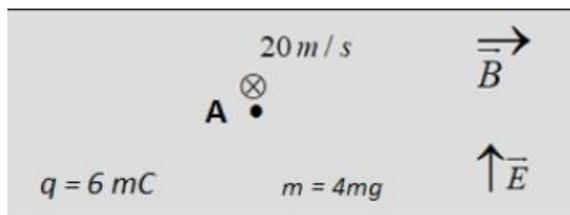
e) O módulo do campo magnético terrestre diminui à medida que se afasta da superfície da Terra.

20) Um fio longo e retilíneo é percorrido por uma corrente constante de intensidade 6 A. Qual é a intensidade do vetor indução magnética em um ponto localizado a 30 cm deste fio?

(Dado $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{T} \cdot \text{m/A}$);

- a) $20 \cdot 10^{-7} \text{T}$
- b) $40 \cdot 10^{-7} \text{T}$
- c) $10 \cdot 10^{-7} \text{T}$
- d) $15 \cdot 10^{-7} \text{T}$
- e) $80 \cdot 10^{-7} \text{T}$

21) A figura a seguir representa uma partícula **A** em uma região situada no vácuo e influenciada, simultaneamente, por um campo magnético igual a 40 T e um campo elétrico igual a 400 N/C.



De acordo com os dados anteriores, avalie as afirmações que se seguem e marque a opção correta.

I) A intensidade da força elétrica que age sobre a partícula é igual a 2,4 N.

II) A intensidade da força magnética que age sobre a partícula é igual a 4,8 N.

III) O módulo da aceleração da partícula é igual a $6 \cdot 10^5 \text{ m/s}^2$.

- a) Todas estão corretas.
- b) Somente I e III estão corretas.
- c) Somente II está correta.
- d) Somente I e II está correta.
- e) Somente III está correta.

22) Realizando um experimento em um laboratório, faz-se uma partícula puntiforme de $1,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ de massa e carga elétrica $q = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ penetrar em uma região de campo magnético de indução $B = 5,0 \text{ Tesla}$. Verifica-se que a partícula inicia um movimento circular com velocidade constante e, adotando $\pi = 3,1$, calcula-se o período T, em segundos, para o movimento. Das alternativas abaixo, a que mais se aproxima do valor de T é:

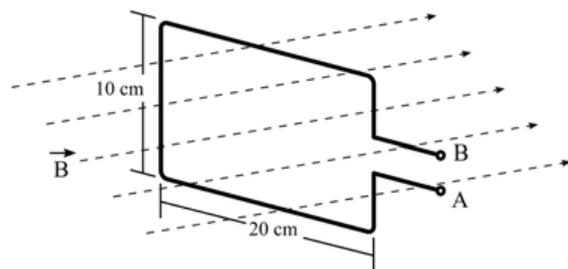
- a) 0,6 s.
- b) 0,8 s.

- c) 1,0 s.
- d) 1,5 s.
- e) 2,0 s.

23) Um capacitor de 100pF é ligado a uma bateria de 12V até ficar completamente carregado. Em seguida, a bateria é desconectada e o capacitor ligado em paralelo com um segundo capacitor, inicialmente descarregado. Considerando que a diferença de potencial entre as placas do primeiro capacitor cai para 4,8V quando foi ligado com o segundo capacitor, podemos afirmar que a capacitância do segundo capacitor vale:

- a) 40 pF
- b) 48 pF
- c) 100 pF
- d) 150 pF
- e) 200 pF

24) (EEAR 2018) Uma espira retangular de 10 cm x 20 cm foi posicionada e mantida imóvel de forma que um campo magnético uniforme, de intensidade $B=100 \text{ T}$, ficasse normal à área interna da espira, conforme figura a seguir. Neste caso, o valor da Força Eletromotriz Induzida nos terminais A e B da espira vale ____ V.



- a) 0,00
- b) 0,02
- c) 0,20
- d) 2,00

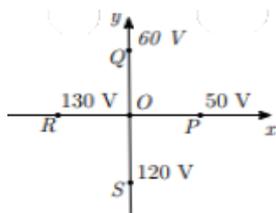
25) Analisando-se, no laboratório, uma amostra de material radioativo encontrada no município de Carnaúba dos Dantas (RN), constatou-se que ela emite radiações de três tipos: raios gama, nêutrons e partículas beta. Considerando-se o possível efeito dos campos elétrico, magnético e gravitacional sobre essas radiações, pode-se afirmar que:

- a) o raio gama e o nêutron sofrem a ação apenas do campo gravitacional, ao passo que a partícula beta pode sofrer a ação apenas do campo magnético.
- b) o raio gama e o nêutron sofrem a ação apenas do campo gravitacional, ao passo que a partícula beta pode sofrer a ação dos três campos.
- c) o raio gama e a partícula beta sofrem a ação apenas dos campos elétrico e magnético, ao passo que o nêutron sofre a ação apenas do campo

d) o raio gama e a partícula beta sofrem a ação apenas dos campos elétrico e magnético, ao passo que o nêutron sofre a ação apenas do campo magnético.

e) Nenhuma das alternativas anteriores.

26) (ITA 2019) Na figura mostra-se o valor do potencial elétrico para diferentes pontos $P(50\text{ V})$, $Q(60\text{ V})$, $R(130\text{ V})$ e $S(120\text{ V})$ situados no plano xy . Considere o campo elétrico uniforme nessa região e o comprimento dos segmentos OP , OQ , OR e OS igual a $5,0\text{ m}$. Pode-se afirmar que a magnitude do campo elétrico é igual a



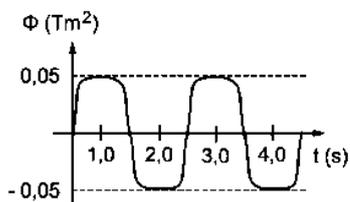
- a) $12,0\text{ V/m}$.
- b) $8,0\text{ V/m}$
- c) $6,0\text{ V/m}$
- d) $10,0\text{ V/m}$
- e) $16,0\text{ V/m}$

27) Os prótons existentes nos tecidos humanos sofrem um tipo de ressonância conhecido como ressonância nuclear, quando submetidos a campos magnéticos gerados por bobinas supercondutoras

Considerando-se uma bobina chata formada por 100 espiras circulares de raio $\pi\text{ cm}$, percorridas por uma corrente de $2,0\text{ A}$ e a permeabilidade magnética do meio igual a $4\pi \cdot 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m/A}$, então a intensidade do vetor campo magnético no seu centro, em G, é igual a

- a) 40,0
- b) 35,0
- c) 30,0
- d) 25,0
- e) 20,0

28) Uma espira condutora, de resistência elétrica R , está sendo rotacionada em torno de um eixo perpendicular a um campo magnético constante externo. O giro promove uma variação periódica no fluxo magnético, através da espira que está representado no gráfico ao lado. No gráfico, o fluxo se anula nos instantes de tempo $t = 0; 1,5; 2,5; 3,5$ e $4,5$ e atinge valores constantes nas proximidades dos instantes $t = 1,0; 2,0; 3,0$ e $4,0$. Nessa perspectiva, assinale a alternativa **CORRETA**.



a) A carga total que flui através de uma seção transversal da espira entre 0 e 3,5 segundos é zero.

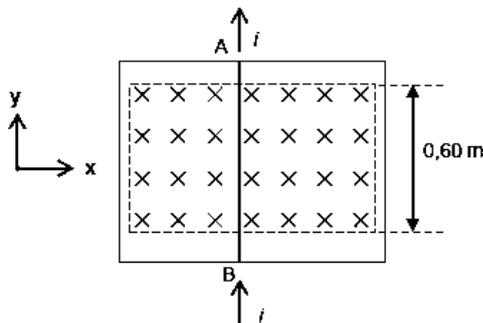
b) O trabalho de girar a espira nesse campo é zero.

c) Se a área da espira vale 50 cm^2 , o campo magnético que produz esse fluxo tem módulo igual a $1,0\text{ mT}$.

d) Se o fluxo é constante em torno de $t = 2,0$ segundos, a carga total que atravessou a espira até esse instante é zero.

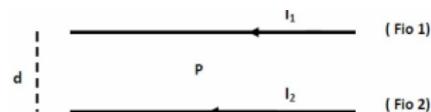
e) Nas proximidades dos instantes 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0, ou seja, onde o fluxo é constante, a corrente induzida na espira é máxima.

29) Na figura a seguir, um trecho AB de um condutor elétrico retilíneo está apoiado sobre uma região horizontal, na presença de um campo magnético uniforme de módulo $B = 3,0\text{ T}$, direção vertical e sentido indicado pelo símbolo X. Considere que o condutor retilíneo é percorrido por uma corrente elétrica $i = 2,0\text{ A}$, de sentido indicado na figura, formada por portadores de carga positiva. Considere também que a região fora do retângulo tracejado não possui campo magnético. Calcule o módulo da força magnética resultante sobre o condutor retilíneo e identifique em que direção e sentido o condutor se deslocaria, caso o atrito fosse desprezado.



- a) $1,8\text{ N}$, direção x, sentido positivo
- b) $1,8\text{ N}$, direção x, sentido negativo
- c) $1,8\text{ N}$, direção y, sentido positivo
- d) $3,6\text{ N}$, direção x, sentido positivo
- e) $3,6\text{ N}$, direção x, sentido negativo

30) A figura abaixo mostra dois fios retilíneos e muito longos, colocados paralelamente um ao lado do outro. As correntes I_1 e I_2 percorrem os fios 1 e 2, respectivamente, no mesmo sentido. Os fios estão separados por uma distância d . O ponto P está situado no ponto médio da distância de separação d entre esses fios. Os módulos dos campos magnéticos produzidos pelos fios 1 e 2 no ponto P, são respectivamente, iguais a $2B_0$ e B_0 .



- a) $3B_0$
- b) $2B_0$
- c) $B_0/4$

d) $B_0/2$

e) B_0

Magnetismo: Propriedades dos ímãs

1) Tendo por base as teorias do magnetismo e do eletromagnetismo, é INCORRETO afirmar:

- a) Um ímã possui polo norte e polo sul.
- b) As linhas de força de um campo magnético são sempre fechadas.
- c) Se eu quebrar um ímã, passo a ter dois ímãs, um somente com polo norte e outro somente com polo sul.
- d) Um campo magnético pode ser gerado ao redor de um fio condutor, quando este é percorrido por corrente elétrica.

2) Pela primeira vez, cientistas detectaram a presença de partículas de poluição que interferem no funcionamento do cérebro, podendo inclusive ser uma das causas de Alzheimer. A conexão entre esses materiais e o mal de Alzheimer ainda não é conclusiva.

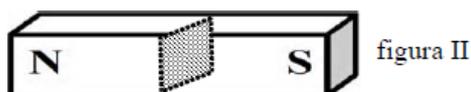
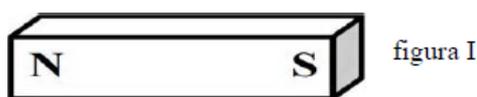
Um desses materiais poluentes encontrados no cérebro é a magnetita, um óxido de ferro que constitui um ímã natural.

<http://tinyurl.com/hzvm3fh> Acesso em: 30.09.16. Adaptado.

Sobre o óxido citado no texto, é correto afirmar que ele apresenta

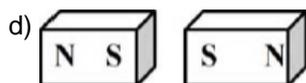
- a) dois polos magnéticos: norte e sul, e ambos atraem o ferro
- b) dois polos magnéticos: norte e sul, mas apenas o polo sul atrai o ferro.
- c) dois polos magnéticos: norte e sul, mas apenas o polo norte atrai o ferro.
- d) quatro polos magnéticos: norte, sul, leste e oeste, e todos atraem o ferro.
- e) quatro polos magnéticos: norte, sul, leste e oeste, mas apenas o norte e o sul atraem o ferro.

3) (EEAR 2016) Um ímã em formato de barra, como o da figura I, foi seccionado em duas partes, como mostra a figura II.



Sem alterar a posição do ímã, após a secção, cada pedaço formado terá a configuração:

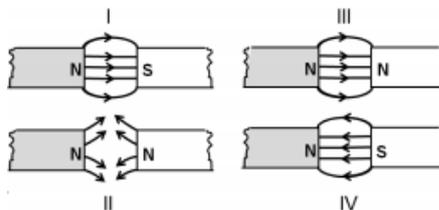
- a) 
- b) 



4) Ao aproximar-se um ímã permanente de uma barra, observa-se que a barra se transforma em um ímã. Isto acontece porque:

- a) A barra possui elétrons livres
- b) A barra sofreu oxidação
- c) A barra sofreu indução eletrostática
- d) A barra perdeu elétrons
- e) A barra é de material ferromagnético

5) Um estudante do terceiro ano do Ensino Médio desenhou, com a ajuda de um computador, as linhas de força do campo magnético produzido por dois ímãs em quatro situações, conforme indicado na figura a seguir:



Assinale a alternativa correta:

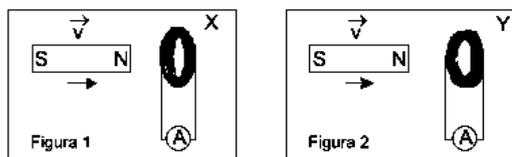
- a) Somente os desenhos I e II estão corretos.
- b) Somente os desenhos I e III estão corretos.
- c) Somente os desenhos I, II e IV estão corretos.
- d) Somente os desenhos II e III estão corretos.
- e) Somente os desenhos II e IV estão corretos.

6) (EEAR 2018) Uma espira circular com 10π cm de diâmetro, ao ser percorrida por uma corrente elétrica de 500 mA de intensidade, produz no seu centro um vetor campo magnético de intensidade igual a _____. 10^{-6} T.

Obs. Utilize $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ T.m/A

- a) 1
- b) 2
- c) 4
- d) 5

7) Um ímã se desloca com uma velocidade v ao encontro da bobina X e, depois, com a mesma velocidade, v ao encontro da bobina Y, conforme mostram as figuras 1 e 2, respectivamente. Os diâmetros das espiras condutoras das bobinas são iguais, mas Y tem um número de espiras maior do que X.

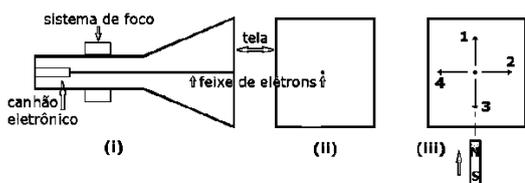


Nessas condições, a força eletromotriz induzida na bobina X é força eletromotriz induzida na bobina Y, e os sentidos das correntes elétricas nos amperímetros são

As lacunas são corretamente preenchidas, respectivamente, por

- a) igual à; contrários.
- b) menor do que a; contrários.
- c) maior do que a; iguais.
- d) menor do que a; iguais.
- e) igual à; iguais.

8) A figura (i) abaixo esquematiza um tubo de raios catódicos. Nele, um feixe de elétrons é emitido pelo canhão eletrônico, é colimado no sistema de foco e incide sobre uma tela transparente que se ilumina no ponto de chegada. Um observador posicionado em frente ao tubo vê a imagem representada em (ii). Um ímã é então aproximado da tela, com velocidade constante e vertical, conforme mostrado em (iii).



Assinale a alternativa que descreve o comportamento do feixe após sofrer a influência do ímã.

- a) O feixe será desviado seguindo a seta 1.
- b) O feixe será desviado seguindo a seta 2.
- c) O feixe será desviado seguindo a seta 3.
- d) O feixe será desviado seguindo a seta 4.
- e) O feixe não será desviado.

9) A força magnética é resultante da interação entre dois corpos que apresentam propriedades magnéticas, tais como ímãs ou cargas elétricas em movimento.

Um fio de 1,80m de comprimento transporta uma corrente de 12,0A e faz um ângulo de 30° com um campo magnético uniforme B igual a 1,5T.

Nessas condições, é correto afirmar que a intensidade da força magnética sobre o fio, em N, é igual a

- a) 12,9
- b) 13,7
- c) 14,5
- d) 15,8
- e) 16,2

10) Considere as afirmações a seguir, a respeito de ímãs.

I. Convencionou-se que o polo norte de um ímã é aquela extremidade que, quando o ímã pode girar livremente, aponta para o norte geográfico da Terra.

II. Polos magnéticos de mesmo nome se repelem e polos magnéticos de nomes contrários se atraem.

III. Quando se quebra, ao meio, um ímã em forma de barra, obtêm-se dois novos ímãs, cada um com apenas um polo magnético.

Está(ão) correta(s)

- a) apenas I.
- b) apenas II.
- c) apenas III.
- d) apenas I e II.
- e) apenas II e III.

11)



O campo magnético é uma propriedade física de muitas partículas elementares e sua existência pode ser demonstrada com uma agulha de bússola. As linhas de força do campo magnético produzido por uma corrente elétrica que passa por um condutor retilíneo são circulares e existem em planos perpendiculares ao condutor. A figura representa dois fios metálicos A e B, retos, longos e paralelos, localizados no vácuo, percorridos por correntes $2i$ e $3i$, respectivamente, de mesmo sentido, entrando no plano do papel, e distantes uma distância $d = 50,0\text{cm}$ um do outro.

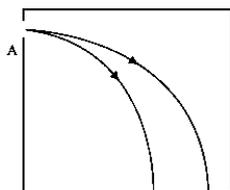
De acordo com essas informações, o ponto sobre o eixo x , em que o campo magnético resultante se anula, está a uma distância do fio A, em m, igual a

- a) 0,20
- b) 0,25
- c) 0,30
- d) 0,35
- e) 0,40

12) Na segunda década do século XIX, Hans Christian Oersted demonstrou que um fio percorrido por uma corrente elétrica era capaz de causar uma perturbação na agulha de uma bússola. Mais tarde, André Marie Ampère obteve uma relação matemática para a intensidade do campo magnético produzido por uma corrente elétrica que circula em um fio condutor retilíneo. Ele mostrou que a intensidade do campo magnético depende da intensidade da corrente elétrica e da distância ao fio condutor. Com relação a esse fenômeno, assinale a alternativa correta.

- a) As linhas do campo magnético estão orientadas paralelamente ao fio condutor.
- b) O sentido das linhas de campo magnético independe do sentido da corrente.
- c) Se a distância do ponto de observação ao fio condutor for diminuída pela metade, a intensidade do campo magnético será reduzida pela metade.
- d) Se a intensidade da corrente elétrica for duplicada, a intensidade do campo magnético também será duplicada.
- e) No Sistema Internacional de unidades (S.I.), a intensidade de campo magnético é A/m.

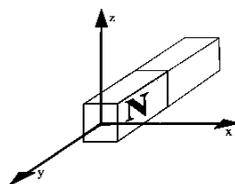
13) A figura ilustra a trajetória descrita por dois feixes de isótopos de uma amostra de material colhido em um laboratório de análises clínicas que foi ionizado positivamente.



Cada feixe descreve uma trajetória de forma circular, a partir do ponto A, no sentido horário, no interior de um campo

- a) magnético de linhas de indução perpendiculares ao plano da folha, saindo dela.
- b) magnético de linhas de indução perpendiculares ao plano da folha, entrando nela.
- c) magnético de linhas de indução paralelas ao plano da folha, apontando para baixo.
- d) elétrico de linhas de campo perpendiculares ao plano da folha, saindo dela.
- e) elétrico de linhas de campo paralelas ao plano da folha, apontando para baixo.

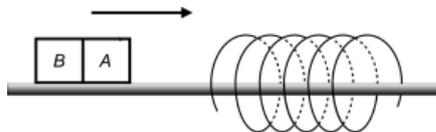
14) Um fluxo de elétrons passa por um fio condutor esticado sobre a extensão do eixo x, sendo que cada elétron move-se no sentido positivo desse eixo. Na origem do terno ordenado, o campo magnético de um ímã atinge seu valor máximo.



Sobre o fio, na posição coincidente com a origem dos eixos,

- a) atuará uma força na direção do eixo x, com sentido concordante com o sentido negativo desse eixo.
- b) atuará uma força na direção do eixo y, com sentido concordante com o sentido positivo desse eixo.
- c) atuará uma força na direção do eixo z, com sentido concordante com o sentido positivo desse eixo.
- d) atuará uma força na direção do eixo y, com sentido concordante com o sentido negativo desse eixo.
- e) não ocorrerá nenhuma força magnética e por isso o fio não sofrerá nenhuma modificação.

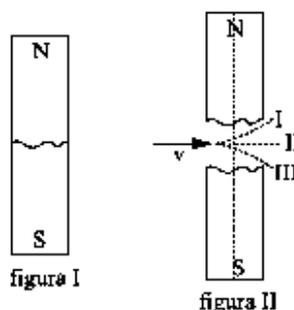
15) A figura abaixo mostra um ímã AB se deslocando, no sentido indicado pela seta, sobre um trilho horizontal envolvido por uma bobina metálica fixa.



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 pólo A for o Norte.
- d) somente o repelirá se o pólo A for o Sul.

16) Um ímã reto é quebrado em duas metades como mostra a figura I. As metades são separadas e um feixe de elétrons é lançado com velocidade v para o interior da região compreendida entre as metades, segundo uma direção perpendicular a um eixo imaginário que passa pelos polos do ímã original (figura II).



A trajetória que o feixe segue, então, é

- a) dada pela linha circular I.
- b) dada pela linha reta II.
- c) dada pela linha circular III.
- d) circular, penetrando na folha de papel.
- e) circular, saindo da folha de papel.

17) No Large Hadron Collider (LHC), que entrou em operação no mês de agosto de 2008 no laboratório CERN, na Europa, um feixe de prótons de alta energia é confinado ao movimento circular em uma órbita de 26,7 km de comprimento. Neste anel, um próton realiza 11200 voltas por segundo. Qual é a magnitude da velocidade escalar média (em m/s) do próton nesse anel e qual é a grandeza física que confere ao próton o movimento circular?

- a) $1,8540 \times 10^9$ e um campo magnético.
- b) $2,9904 \times 10^8$ e um campo elétrico.
- c) $2,9904 \times 10^7$ e um campo magnético.
- d) $1,8540 \times 10^9$ e um campo elétrico.
- e) $2,9904 \times 10^8$ e um campo magnético.

18) Desde tempos remotos, muito se especulou acerca da origem e, principalmente, das características do campo magnético terrestre.

Recentes pesquisas, usando sondas espaciais, demonstram que o campo magnético terrestre

- a) limita-se a uma região de seu entorno chamada magnetosfera, fortemente influenciada pelo Sol.
- b) limita-se a uma região de seu entorno chamada magnetosfera, fortemente influenciada pela Lua.
- c) é constante ao longo de toda a superfície do planeta, sofrendo forte influência das marés.
- d) é constante ao longo de toda a superfície do planeta, mas varia com o inverso do quadrado da distância ao seu centro.
- e) é produzido pela crosta terrestre a uma profundidade de 5 a 30 km e é fortemente influenciado pela temperatura reinante na atmosfera.

19) Com relação a um campo magnético uniforme, considere as afirmativas abaixo para análise:

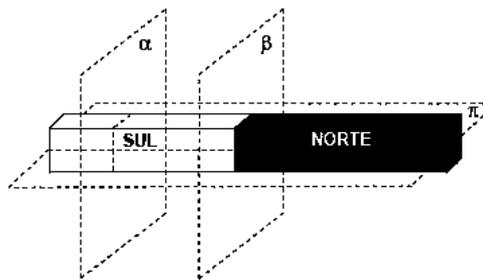
- I. As linhas de campo magnético nascem no polo sul e morrem no polo norte.
- II. As linhas de campo magnético são retas paralelas.
- III. O vetor intensidade do campo magnético possui o mesmo valor absoluto em todos os seus pontos.
- IV. O vetor intensidade magnética alterna o seu sentido em alguns pontos do campo.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) Todas as alternativas estão corretas.
- b) Apenas as alternativas II e III estão corretas.
- c) Apenas as alternativas I e IV estão corretas.
- d) Apenas as alternativas III e IV estão corretas.

20) Uma criança brincando com um ímã, por descuido, o deixa cair, e ele se rompe em duas partes. Ao tentar consertá-lo, unindo-as no local da ruptura, ela percebe que os dois pedaços não se encaixam devido à ação magnética.

Pensando nisso, se o ímã tivesse o formato e as polaridades da figura a seguir, é válido afirmar que o ímã poderia ter se rompido



- a) na direção do plano α .
- b) na direção do plano β .
- c) na direção do plano π .
- d) na direção de qualquer plano.
- e) apenas na direção do plano β .

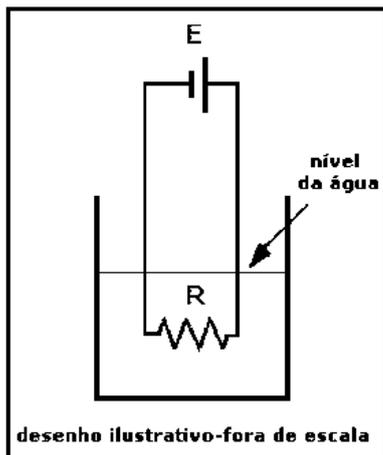
Termologia: Calorimetria

1) (EsPCEEx 2010) A utilização do termômetro, para a avaliação da temperatura de um determinado corpo, é possível porque, após algum tempo de contato entre eles, ambos adquirem a mesma temperatura. Neste caso, é válido dizer que eles atingem a (o)

- a) equilíbrio térmico.
- b) ponto de condensação.
- c) coeficiente de dilatação máximo.
- d) mesma capacidade térmica.
- e) mesmo calor específico.

2) (EsPCEEx 2015) Num recipiente contendo 4,0 litros de água, a uma temperatura inicial de 20°C , existe um resistor ôhmico, imerso na água, de resistência elétrica $R=1\Omega$, alimentado por um gerador ideal de força eletromotriz $E=50\text{ V}$, conforme o desenho abaixo. O sistema encontra-se ao nível do mar. A transferência de calor para a água ocorre de forma homogênea. Considerando as perdas de calor desprezíveis para o meio, para o recipiente e para o restante do circuito elétrico, o tempo necessário para vaporizar 2,0 litros de água é

Dados: calor específico da água=4 kJ/kg°C calor latente de vaporização da água=2230 kJ/kg densidade da água=1kg/L



- a) 4080 s
- b) 2040 s
- c) 3200 s
- d) 2296 s
- e) 1500 s

3) Em uma casa moram quatro pessoas que utilizam um sistema de placas coletoras de um aquecedor solar para aquecimento da água. O sistema eleva a temperatura da água de 20° C para 60°C todos os dias.

Considere que cada pessoa da casa consome 80 litros de água quente do aquecedor por dia.

A situação geográfica em que a casa se encontra faz com que a placa do aquecedor receba por cada metro quadrado a quantidade de $2,016 \cdot 10^8$ J de calor do sol em um mês.

Sabendo que a eficiência do sistema é de 50%, a área da superfície das placas coletoras para atender à demanda diária de água quente da casa é de:

Dados: Considere um mês igual a 30 dias
Calor específico da água: $c=4,2$ J/g °C
Densidade da água: $d=1$ kg/L

- a) 2,0 m²
- b) 4,0 m²
- c) 6,0 m²
- d) 14,0 m²
- e) 16,0 m²

4) Em um sistema isolado, o calor é transferido do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura, até que o equilíbrio térmico seja atingido.

Considerando-se uma fonte de calor que fornece 200,0cal/min a uma determinada massa M de água de calor específico igual a 1,0cal/g°C e, após 10min, a temperatura dessa quantidade de água aumenta de 25°C para 45°C, então o valor de M, em dag, é igual a

- a) 8,0
- b) 10,0
- c) 12,0
- d) 14,0
- e) 16,0

5) Um estudante de engenharia resolve construir um termômetro de coluna de mercúrio sabendo que o comprimento da coluna cresce linearmente com a temperatura. Ao graduar o seu termômetro, verificou que a coluna tinha 5 cm de comprimento quando em equilíbrio térmico com o gelo em fusão e possuía 10 centímetros quando em contato com água em ebulição. Qual seria a altura da coluna de mercúrio deste termômetro em temperatura ambiente de 30 °C?

- a) 5,5 cm
- b) 4,0 cm
- c) 9,5 cm
- d) 6,5 cm

6) (EEAR 2017) Um estudante irá realizar um experimento de física e precisará de 500 g de água a 0° C. Acontece que ele tem disponível somente um bloco de gelo de massa igual a 500 g e terá que transformá-lo em água. Considerando o sistema isolado, a quantidade de calor, em cal, necessária para que o gelo derreta será: Dados: calor de fusão do gelo = 80 cal/g. °C

- a) 40
- b) 400
- c) 4000
- d) 40000

7) Quanto calor precisa ser dado a uma placa de vidro de 0,3 kg para aumentar sua temperatura em 80 °C? (Considere o calor específico do vidro como 70 J/kg°C)

- a) 1680 J
- b) 1567 J
- c) 1060 J
- d) 1867 J
- e) 1976 J

8) Duas porções de líquidos A e B, de substâncias diferentes, mas de mesma massa, apresentam valores de calor específico respectivamente iguais a 0,58 cal/g . °C e 1,0 cal/g . °C. Se ambas receberem a mesma quantidade de calor sem, contudo, sofrerem mudanças de estado físico, podemos afirmar corretamente que:

- a) a porção do líquido A sofrerá maior variação de temperatura do que a porção do líquido B.
- b) a porção do líquido B sofrerá maior variação de temperatura do que a porção do líquido A.

c) as duas porções, dos líquidos A e B, sofrerão a mesma variação de temperatura.

d) as duas porções, dos líquidos A e B, não sofrerão nenhuma variação de temperatura.

9) Dois resistores idênticos são ligados em paralelo a uma mesma bateria. Considere duas massas de água m_1 e m_2 , com $m_1 = 2m_2$ e temperaturas iniciais iguais.

Se cada resistor é mergulhado em uma das massas de água, é correto afirmar que a quantidade de calor Q_1 passada para a massa m_1 e Q_2 , para m_2 , são tais que

a) $Q_1 = 2Q_2$.

b) $Q_1 = Q_2/2$.

c) $Q_1 = 4Q_2$.

d) $Q_1 = Q_2$.

10) Um conjunto de placas de aquecimento solar eleva a temperatura da água de um reservatório de 500 litros de 20 °C para 47 °C em algumas horas. Se no lugar das placas solares fosse usada uma resistência elétrica, quanta energia elétrica seria consumida para produzir o mesmo aquecimento? Adote 1,0 kg/litro para a densidade e 4,0 kJ/(kg·°C) para o calor específico da água. Além disso, use 1 kWh = 10^3 W × 3.600 s = $3,6 \times 10^6$ J.

a) 15 kWh.

b) 26 kWh.

c) 40.000 kWh.

d) 54.000 kWh.

11) Em um recipiente de capacidade térmica desprezível, 300 g de água, inicialmente a 20 °C, foram aquecidos. Após 2,0 minutos, quando a temperatura da água era 40 °C, mais 300 g de água a 20 °C foram adicionados ao recipiente. Considerando que não ocorreu perda de calor da água para o meio e que a fonte fornece calor a uma potência constante durante o processo, o tempo decorrido, após a adição da água, para que a temperatura da água atingisse 80 °C foi de

a) 5,0 min.

b) 14,0 min.

c) 10,0 min.

d) 15,0 min.

e) 8,0 min.

12) A água para refrigeração da usina nuclear Angra 1 é captada do mar e, após circular pelos condensadores a uma vazão de 40 m³/s, é devolvida a ele. Nesse processo de remoção de calor, a água retorna ao mar com temperatura 8,0°C superior à temperatura de captação.

(www.eletronuclear.gov.br. Adaptado.)

Considerando a densidade da água do mar $1,0 \times 10^3$ kg/m³ e seu calor específico $4,0 \times 10^3$ J/(kg · °C), a quantidade de calor por unidade de tempo removida da usina de Angra 1 por esse processo é

a) $6,40 \times 10^8$ J/s.

b) $8,00 \times 10^7$ J/s.

c) $6,40 \times 10^7$ J/s.

d) $1,28 \times 10^7$ J/s.

e) $1,28 \times 10^9$ J/s.

13) Para explicar o princípio das trocas de calor, um professor realiza uma experiência, misturando em um recipiente térmico 300 g de água a 80 °C com 200 g de água a 10 °C.

Desprezadas as perdas de calor para o recipiente e para o meio externo, a temperatura de equilíbrio térmico da mistura, em °C, é igual a:

a) 52

b) 45

c) 35

d) 28

14) A eficiência de um painel solar, expressa em porcentagem, quantifica a sua capacidade de converter a luz solar em eletricidade. Um painel solar que tem 20% de eficiência e que tem uma área de 1m² produz, em média, 200 W. Considere que a densidade e o calor específico da água sejam, respectivamente, iguais a 1 g/cm³ e 4,2 J/g°C.

Quanto tempo seria necessário para aquecer 200 litros d'água, de 20°C a 38°C, se toda essa energia fosse utilizada para este fim?

a) 0,18h

b) 0,25h

c) 1,8h

d) 4,0h

e) 21h

15) Um aquecedor de imersão é ligado à uma fonte de tensão contínua de 220V e utilizado para aquecer 2000g de água, elevando a temperatura de 20°C a 45°C em 105s. Considerando 1cal=4,2J e o calor específico da água de 1cal/g.°C são feitas as afirmações:

I. Considerando que toda energia do aquecedor é fornecida a água, a intensidade da corrente elétrica no aparelho é superior à 10A.

II. A potência útil do aquecedor é de 2,0KW.

III. Sabendo-se que o calor latente de fusão do gelo é de 80 cal/g, a energia fornecida pelo aquecedor em 1s é suficiente para fundir aproximadamente 6,0g de gelo à temperatura inicial de 0°C e pressão de 1atm.

É correto o que se afirma em:

a) II, apenas.

b) II e III, apenas.

c) III, apenas.

d) I e II, apenas.

e) I, II e III.

16) Em uma bolsa térmica foram despejados 800 mL de água à temperatura de 90 °C. Passadas algumas horas, a água se encontrava a 15 °C.

Sabendo que o calor específico da água é 1,0 cal/(g · °C), que a densidade da água é 1,0 g/mL e admitindo que 1 cal equivale a 4,2 J, o valor absoluto da energia térmica dissipada pela água contida nessa bolsa térmica foi, aproximadamente,

a) 50 kJ.

b) 300 kJ.

c) 140 kJ.

d) 220 kJ.

e) 250 kJ.

17) A condução térmica, a convecção térmica e a irradiação térmica são formas de transmissão de calor que ocorrem preferencialmente em

a) fluidos, sólidos e vácuo, respectivamente.

b) sólidos, vácuo e fluidos, respectivamente.

c) sólidos, fluidos e vácuo, respectivamente.

d) fluidos, vácuo e sólidos, respectivamente.

e) vácuo, sólidos e fluidos, respectivamente.

18) As situações que se seguem descrevem processos diferentes de aquecimento e que sugerem explicações científicas a partir do que aprendemos nas aulas de física. Vejamos:

Situação I – Esfregar uma mão na outra aquece as duas;

Situação II – Uma batata colocada dentro de uma panela de água fervente se aquece;

Situação III – Uma resistência elétrica aquece a água que passa pelo chuveiro elétrico;

Situação IV – A temperatura da água colocada dentro de uma garrafa térmica é aumentada quando a garrafa é agitada vigorosamente.

As situações em que ocorre passagem de calor de um corpo para o outro são:

a) I, II, III e IV;

b) I, II e IV;

c) II e III;

d) I e IV;

e) II, III e IV

19) A constante calorífica de derretimento do gelo, sob pressão atmosférica padrão, é cerca de 80cal/g. Isto significa que para derreter cada grama de gelo à 0 graus Celcius sob pressão atmosférica padrão é necessário transferir para ele 80cal de energia térmica. A quantidade de energia térmica necessária para derreter 11g de gelo à 0 graus Celcius sob pressão padrão é cerca de:

a) 0,88cal.

b) 0,88kcal.

c) 0,88kJ.

d) 0,88kWh.

e) 0,88.elétron.volt.

20) Para realizar um tratamento deve-se dar um banho num paciente com água a 37°C. Utilizase nesse procedimento um chuveiro elétrico de resistência 22Ω, ligado a uma rede de 220V. (Considere para efeitos de cálculo, o calor específico da água $c \cong 4\text{J/g}^\circ\text{C}$, a densidade da mesma $\rho = 1\text{kg/litro}$ e que toda a energia dissipada na resistência seja convertida em calor).

Sabendo-se que a temperatura ambiente é de 27°C, a vazão, em mililitros/s, que esse chuveiro deverá ter nessas condições, é:

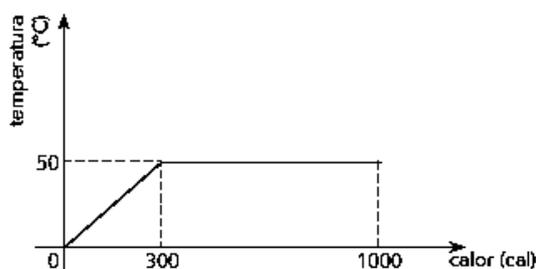
a) 55

b) 25

c) 110

d) 880

21) O gráfico abaixo indica o comportamento térmico de 10 g de uma substância que, ao receber calor de uma fonte, passa integralmente da fase sólida para a fase líquida.



O calor latente de fusão dessa substância, em cal/g, é igual a:

a) 70

b) 80

c) 90

d) 100

22) Em um calorímetro de capacidade térmica 50 cal/°C, há 300 g de água a 20°C em equilíbrio. Sabendo que 200 g de um metal X, inicialmente a 200°C, foram colocados dentro do calorímetro, pode-se afirmar que a temperatura de equilíbrio do sistema (calorímetro + água + metal) é, aproximadamente em °C,

Dados: calor específico da água líquida: 1 cal/g.°C; e calor específico do metal: 0,08 cal/g.°C

- a) 30.
- b) 22.
- c) 28.
- d) 40.
- e) 34.

23) Em Criciúma (SC), uma mina de carvão tem 500m de profundidade. Coloca-se no fundo da mina um recipiente aberto com água a ferver.

O que acontece com a água nessa situação?

- a) Entra em ebulição a uma temperatura superior a 100°C.
- b) Entra em ebulição a uma temperatura inferior a 100°C.
- c) Entra em ebulição a 100°C.
- d) Não consegue entrar em ebulição.

24) Em relação à transferência de calor entre corpos...

I- Todo o calor de uma fonte não pode ser transformado inteiramente em trabalho por uma máquina térmica operando em ciclos.

II- Em um processo cujo único efeito seja retirar calor de um reservatório térmico é impossível produzir uma quantidade equivalente de calor.

III- É possível realizar um processo cujo único efeito seja retirar calor de um corpo mais frio para um corpo mais quente.

- a) Apenas as afirmativas I e III estão corretas.
- b) Apenas as afirmativas II e III estão corretas.
- c) Apenas a afirmativa I está correta.
- d) Apenas a afirmativa III está correta.
- e) Apenas as afirmativas I e II estão corretas.

25) No anúncio promocional de um ferro de passar roupas a vapor, é explicado que, em funcionamento, o aparelho borrija constantemente 20 g de vapor de água a cada minuto, o que torna mais fácil o ato de passar roupas. Além dessa explicação, o anúncio informa que a potência do aparelho é de 1 440 W e que sua tensão de funcionamento é de 110 V.

Da energia utilizada pelo ferro de passar roupas, uma parte é empregada na transformação constante de água líquida em vapor de água. A potência dissipada pelo ferro para essa finalidade é, em watts,

Adote:

temperatura inicial da água: 25°C

temperatura de mudança da fase líquida para o vapor: 100°C

temperatura do vapor de água obtido: 100°C

calor específico da água: 1 cal/(g °C)

calor latente de vaporização da água: 540 cal/g
1 cal = 4,2 J

- a) 861.
- b) 463.
- c) 205.
- d) 180.
- e) 105.

Termologia: Dilatação linear

1) Um ambiente a 20° C contem uma haste metálica, 8 metros de comprimento, coeficiente de dilatação linear de $3,5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$. Quando colocado em outro ambiente, agora a 100°C, varia de dimensões, qual a variação de comprimento da haste?

- a) 6×10^{-4} m
- b) $2,24 \times 10^{-2}$ m
- c) 5×10^4 m
- d) $3,2 \times 10^{-5}$ m
- e) 3×10^{-4} m

2) Quase todas as substâncias, sólidas, líquidas ou gasosas, se dilatam com o aumento da temperatura e se contraem quando sua temperatura é diminuída, e esse efeito tem muitas implicações na vida diária. Uma tubulação de cobre, cujo coeficiente de dilatação linear é $1,7 \cdot 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$, de comprimento igual a 20,5m, é usada para se obter água quente.

Considerando-se que a temperatura varia de 20°C a 40°C, conclui-se que a dilatação sofrida pelo tubo, em mm, é igual a

- a) 7,43
- b) 6,97
- c) 5,75
- d) 4,86
- e) 3,49

3) Verifica-se, experimentalmente, que o comprimento de uma barra metálica aumenta 0,2% do valor inicial quando a sua temperatura varia em 100°C.

Nesse caso, o coeficiente de dilatação linear da barra, em $^{\circ}\text{C}^{-1}$, equivale a:

- a) $0,5 \times 10^{-6}$
- b) $2,5 \times 10^{-6}$
- c) $1,0 \times 10^{-5}$
- d) $2,0 \times 10^{-5}$

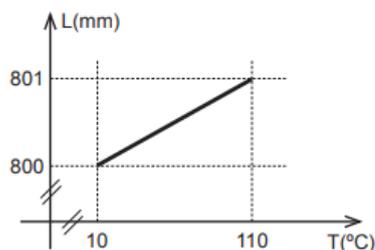
4) Um bloco metálico, maciço, homogêneo, de capacidade térmica C, é feito de um material de coeficiente de dilatação linear α e ocupa um volume V_0 à temperatura

ambiente. Ele é colocado no interior de um forno quente e recebe uma quantidade de calor Q até entrar em equilíbrio térmico com o forno sem sofrer mudança de estado físico. Como consequência, seu volume sofre uma dilatação ΔV .

Tal dilatação é diretamente proporcional a V_0 ,

- a) α , C e $1/Q$.
- b) α , Q e $1/C$.
- c) C , Q e $1/\alpha$.
- d) α , $1/Q$ e $1/C$.
- e) Q , $1/\alpha$ e $1/C$.

5) Num laboratório, um grupo de alunos registrou o comprimento L de uma barra metálica, à medida que sua temperatura T aumentava, obtendo o gráfico abaixo:



Pela análise do gráfico, o valor do coeficiente de dilatação do metal é

- a) $1,05 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
- b) $1,14 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
- c) $1,18 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
- d) $1,22 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$
- e) $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ C}^{-1}$

6) A lei da dilatação linear dos sólidos é dada pela seguinte equação:

Observação: onde ΔL representa a variação de comprimento, L_0 o comprimento inicial, α representa o coeficiente de dilatação linear das matérias e ΔT a variação de temperatura.

- a) $\Delta T = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta L$
- b) $\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$
- c) $\Delta T = L_0 \cdot \alpha^2 \cdot \Delta L^2$
- d) $\Delta L = 2 L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$
- e) $\Delta L = L_0 \cdot \alpha^2 \cdot \Delta T$

7) Duas esferas maciças e homogêneas, X e Y, de mesmo volume e materiais diferentes, estão ambas na mesma temperatura T . Quando ambas são sujeitas a uma mesma variação de temperatura ΔT , os volumes de X e Y aumentam de 1% e 5%, respectivamente.

A razão entre os coeficientes de dilatação linear dos materiais de X e Y, α_x/α_y , é

- a) 1.

- b) 1/2.
- c) 1/4.
- d) 1/5.
- e) 1/10.

8) Na ponte Rio-Niterói há aberturas, chamadas juntas de dilatação, que têm a função de acomodar a movimentação das estruturas devido às variações de temperatura.



(www.engenhariaeconstrucao.com)

De acordo com a empresa que administra a ponte, no trecho sobre a Baía de Guanabara as juntas de dilatação existem a cada 400 m, com cerca de 12 cm de abertura quando a temperatura está a 25°C .

Sabendo que o coeficiente de dilatação linear do material que compõe a estrutura da ponte é $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, a máxima temperatura que o trecho da ponte sobre a Baía de Guanabara pode atingir, sem que suas partes se comprimam umas contra as outras, é

- a) 70°C .
- b) 65°C .
- c) 55°C .
- d) 50°C .
- e) 45°C .

9) Uma barra de alumínio, de 4,5 cm de comprimento, encontra-se a uma temperatura inicial de 25°C . Mariana aquece essa barra até a temperatura de 100°C . Sabendo que o coeficiente de dilatação do alumínio é igual a $23,6 \times 10^{-6} (\text{ }^\circ\text{C})^{-1}$, qual será o comprimento final aproximado dessa barra?

- a) 46,20 mm
- b) 44,45 mm
- c) 45,08 mm
- d) 42,10 mm

10) Considere quatro hastes metálicas com coeficiente de dilatação térmica α e soldadas entre si de modo a formar um quadrado de área A . Suponha que, em resposta a uma variação de temperatura ΔT , as hastes dilatam linearmente e a área sofra um incremento dado por $\Delta A = Ak\Delta T$.

Nessas condições, o coeficiente k pode ser dado por

- a) $2\alpha + \alpha^2 \Delta T$.

b) $2\alpha\Delta T$.

c) $\alpha\Delta T$.

d) α .

11) Uma chapa quadrada, feita de um material encontrado no planeta Marte, tem área $A = 100,0 \text{ cm}^2$ a uma temperatura de $100 \text{ }^\circ\text{C}$. A uma temperatura de $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$, qual será a área da chapa em cm^2 ? Considere que o coeficiente de expansão linear do material é $\alpha = 2,0 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$.

a) 74,0

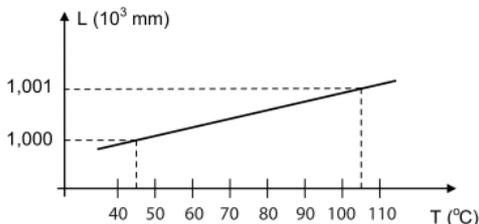
b) 64,0

c) 54,0

d) 44,0

e) 34,0

12) O gráfico abaixo é o resultado de um experimento para identificação de um metal que constou de um arame reto, de coeficiente de dilatação linear (α), sujeito a um processo de dilatação. L é o comprimento do arame (em mm) e T a sua temperatura (em $^\circ\text{C}$).



Pelos dados obtidos, o metal identificado com seu respectivo coeficiente de dilatação linear (α) é o

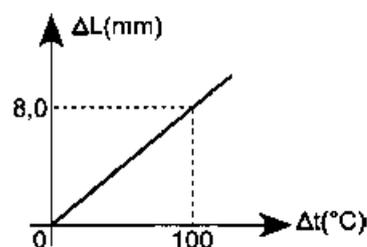
a) zinco ($\alpha = 26 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

b) ferro ($\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

c) alumínio ($\alpha = 22 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

d) cobre ($\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

13) O gráfico a seguir descreve a mudança no comprimento em função da variação da temperatura em uma barra metálica.



Se essa barra possuir inicialmente 5,0 metros, o seu coeficiente de dilatação, em $10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

a) 0,62

b) 1,6

c) 3,0

d) 40

e) 160

14) O novo engenheiro mecânico da Motores Inc. precisa projetar pistões de latão para deslizarem dentro de cilindros de aço. Os motores em que esses pistões serão usados irão funcionar entre 20°C e 150°C . O coeficiente de dilatação do latão é $2,0 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e o do aço é $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Esses valores se manterão constantes no intervalo de temperatura dado.

Os motores funcionarão se o pistão:

a) apresentar o mesmo diâmetro do cilindro na temperatura de 20°C .

b) sofrer alguma dilatação térmica no intervalo de temperatura.

c) mover-se livremente na ausência de atrito.

d) possuir coeficiente de dilatação maior que o do cilindro.

e) encaixar-se perfeitamente no cilindro na temperatura de 150°C .

15) Uma chapa metálica de formato retangular está a uma temperatura θ_0 , e seus lados têm comprimentos a_0 e b_0 , sendo a área inicial da chapa igual a $S_0 = a_0 \cdot b_0$. A chapa metálica é aquecida até uma temperatura $\theta_0 + \Delta\theta$ e, como consequência, seus lados se dilatam. Os lados da chapa passam a ter comprimentos $a = a_0(1 + \alpha \cdot \Delta\theta)$ e $b = b_0(1 + \alpha \cdot \Delta\theta)$, onde α é o coeficiente de dilatação linear e $\Delta\theta$ é a diferença de temperatura que causou a dilatação. É CORRETO afirmar que a área dilatada S , sem qualquer tipo de aproximação, será:

a) $S = S_0(1 + 2\alpha\Delta\theta + \alpha^2\Delta\theta^2)$

b) $S = S_0(1 + 2\alpha\Delta\theta)$

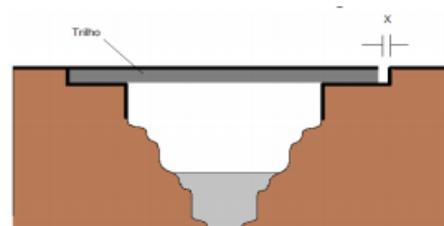
c) $S = S_0(1 + \alpha^2\Delta\theta^2)$

d) $S = S_0(2\alpha\theta + \alpha^2\Delta\theta^2)$

e) $S = S_0(1 + 2\alpha + \alpha^2\Delta\theta^2)$

Termologia: Dilatação superficial

1) Um trilho de aço possui 100 m de comprimento a uma temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ e é usado para servir de estrutura para uma ponte. Ele é fixado na esquerda e livre para expandir-se à direita. Nessa região, a temperatura máxima pode chegar a $45 \text{ }^\circ\text{C}$, e o coeficiente de dilatação do aço é $11 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Devido ao efeito da dilatação, é necessário deixar um vão X entre a ponte e a estrada.



A medida do vão que deve ser deixado para evitar a deformação do trilho é:

a) 4,95 cm

- b) 3,25 cm
- c) 6,15 cm
- d) 2,75 cm
- e) 1,95 cm

2) Um recipiente de alumínio com capacidade de 2 litros está cheio de glicerina até a sua borda a uma temperatura de 10°C. Se a temperatura for aumentada para 70°C, a quantidade de glicerina que irá derramar do recipiente será de aproximadamente:

DADOS:

coeficiente de dilatação da glicerina $\gamma = 5,1 \times 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$.
coeficiente de dilatação linear do alumínio $\alpha = 23 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

- a) 0,053 ml
- b) 0,52 ml
- c) 52,92 l
- d) 0,52 l
- e) 52,92 ml

3) Uma placa metálica inicialmente possui área igual a 2 m² quando a temperatura é igual a 0°C. Aquecendo a placa até a temperatura de 100 °C, sua área aumenta de 2 cm². É correto afirmar que o coeficiente de dilatação superficial do material que constitui a placa é igual a:

- a) $1,0 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- b) $2,0 \times 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- c) $2,4 \times 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- d) $4,0 \times 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
- e) $2,5 \times 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$

4) Uma chapa quadrada, feita de um material encontrado no planeta Marte, tem área $A = 100,0 \text{ cm}^2$ a uma temperatura de 100 °C. A uma temperatura de 0,0 °C, qual será a área da chapa em cm²? Considere que o coeficiente de expansão linear do material é $\alpha = 2,0 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$

- a) 74,0
- b) 64,0
- c) 54,0
- d) 44,0
- e) 34,0

4) Uma chapa circular com 1m de raio, confeccionada com a utilização de certo metal, ficou exposta ao sol. Em consequência, a chapa sofreu uma dilatação de 1% na dimensão do seu raio. Em metros quadrados, a área dessa chapa, após a dilatação, teve um aumento

- a) de 1%.
- b) maior do que 1% e menor do que 2%.
- c) de 2%.

- d) maior do que 2% e menor do que 20%.
- e) maior do que 20%.

5) À temperatura de 0°C, uma barra metálica A ($\alpha_a = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$) tem comprimento de 202,0 milímetros, e outra barra metálica B ($\alpha_b = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$) tem comprimento de 200,8 milímetros. Aquecendo-se essas barras, elas apresentarão o mesmo comprimento à temperatura de:

- a) 100°C
- b) 150°C
- c) 180°C
- d) 200°C
- e) 220°C

6) Devido à enorme quantidade de descargas elétricas, o Cristo Redentor do Rio de Janeiro recebeu proteção especial, de forma a amenizar a dilatação térmica sofrida com eventuais relâmpagos. Supondo que o coeficiente de dilatação volumétrica do aço seja $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$, que a variação de temperatura seja igual a 180 graus Fahrenheit e o comprimento inicial da haste metálica de aço seja igual a 100 metros.

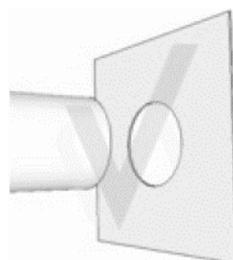
Encontre a variação do comprimento da haste sofrida durante tal aquecimento

- a) 2cm.
- b) 3cm.
- c) 4cm.
- d) 5cm.
- e) 6cm.

7) Um barra metálica com comprimento de 100 cm é aquecida e observa-se que durante o aquecimento ocorreu um aumento de 20% em seu comprimento. A variação de temperatura registrada foi de 300°C. Qual das alternativas representa o valor do coeficiente de dilatação do material que constitui a barra, em $^{\circ}\text{C}^{-1}$?

- a) $0,7 \times 10^{-4}$ b) $6,5 \times 10^{-4}$ c) $7,5 \times 10^{-5}$
- d) $7,0 \times 10^{-4}$ e) $9,0 \times 10^{-4}$

8) Um técnico deve transpassar um cano cilíndrico com área de seção transversal de 40 mm², por um orifício circular de mesma área. Para fazer o trabalho ele aquece a chapa de aço até que a área do orifício alcance 40,22 mm². O coeficiente de dilatação superficial do aço é de $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ e a temperatura inicial da chapa e do cano é de 20°C.



a) 180°C. b) 190°C. c) 290°C. d) 480°C.

9) Um engenheiro, para calcular a espessura ideal do pavimento asfáltico de 5000 m², transfere uma quantidade de calor de $4,3 \cdot 10^7$ kJ para esse pavimento no intervalo entre 8h e 13h, provocando uma variação de temperatura de 24°C.

Desprezando as perdas de calor no meio, pode-se afirmar que a espessura aproximada da camada asfáltica será

Dados: $\rho_{\text{asfalto}} = 2.300 \text{ kg/m}^3$ e $c_{\text{asfalto}} = 0,75 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$.

a) 0,003 m.

b) 0,5 dam.

c) 1,5 dm.

d) 21 cm.

e) 150 mm.

10) A um marceneiro foi solicitado que fizesse uma roda de madeira com 100,0 cm de diâmetro para que fosse adaptada em um anel de ferro com 5,0 mm menor que o diâmetro da roda. Para essa adaptação, foi-se necessário aquecer em um forno o anel de ferro, cujo coeficiente de dilatação linear vale $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Assim, considerando que a temperatura no ambiente da marcenaria fosse de 30,0 °C, de quanto deveria ser, aproximadamente, a temperatura final do anel, para que a adaptação fosse bem sucedida?

a) 430,0 °C

b) 450,0 °C

c) 530,0 °C

d) 390,0 °C

e) 405,0 °C

Termologia: Dilatação volumétrica

1) Paulo precisa encaixar um eixo de aço em um anel desse mesmo material.

À temperatura ambiente, o diâmetro do eixo é um pouco maior que o diâmetro do orifício do anel.

Para conseguir encaixar o eixo no anel, Paulo deve

a) esfriar o eixo e o anel igualmente.

b) esquentar o eixo e o anel igualmente.

c) esquentar somente o anel.

d) esquentar somente o eixo.

2) André e Antonio são amigos de infância e passaram os últimos tempos preparando-se para o vestibular. Chegando o dia, eles decidem ir juntos ao local da prova. O meio de transporte será o automóvel de Antonio. Folgados, deixam para sair na última hora.

O líquido de arrefecimento do motor do carro de Antonio sofre uma variação de temperatura dos 22 °C no ato da partida até 92 °C quando a ventoinha passa a funcionar.

Observa-se uma dilatação de 10% no volume desse líquido. Desprezando-se a dilatação do radiador e dos tubos de condução do líquido, o coeficiente de dilatação volumétrica do líquido entre as temperaturas citadas vale, em $^\circ\text{C}^{-1}$,

a) 1/700

b) 1/350

c) 1/140

d) 1/100

e) 9/700

3) Para abrir um pote de geleia que possui tampa de aço do tipo rosca e corpo de vidro, com mais facilidade, basta despejar sobre a tampa água quente.



Esse procedimento é eficaz porque

a) a água quente dilata mais a tampa de aço do que o pote de vidro, reduzindo o atrito entre eles.

b) o calor da água aquecida aumenta a pressão no interior do pote, facilitando a remoção da tampa.

c) a água quente dilata mais o pote de vidro do que a tampa de aço, forçando sua abertura.

d) a infiltração de água quente entre a tampa e o pote reduz o atrito, facilitando sua abertura.

e) o aumento de temperatura da tampa reduz seu coeficiente de atrito com o vidro, permitindo uma abertura mais fácil.

4) (AFA 2009) Um frasco de vidro, cujo volume é 2000 cm³ a 0 °C, está completamente cheio de mercúrio a esta temperatura. Sabe-se que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é $1,8 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e o coeficiente de dilatação linear do vidro de que é feito o frasco é $1,0 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

O volume de mercúrio que irá entornar, em cm³, quando o conjunto for aquecido até 100 °C, será

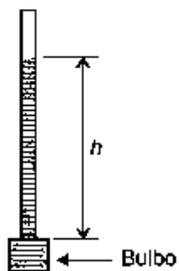
a) 6,0

b) 18

c) 30

d) 36

5) Em um laboratório de física é proposta uma experiência onde os alunos deverão construir um termômetro, o qual deverá ser constituído de um bulbo, um tubo muito fino e uniforme, ambos de vidro, além de álcool colorido, conforme a figura abaixo. O bulbo tem capacidade de $2,0 \text{ cm}^3$, o tubo tem área de secção transversal de $1,0 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2$ e comprimento de 25 cm.



No momento da experiência, a temperatura no laboratório é $30 \text{ }^\circ\text{C}$, e o bulbo é totalmente preenchido com álcool até a base do tubo. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação do álcool é $11 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e que o coeficiente de dilatação do vidro utilizado é desprezível comparado ao do álcool, a altura h , em cm, atingida pelo líquido no tubo, quando o termômetro for utilizado em um experimento a $80 \text{ }^\circ\text{C}$, é

- a) 5,50
- b) 11,0
- c) 16,5
- d) 22,0

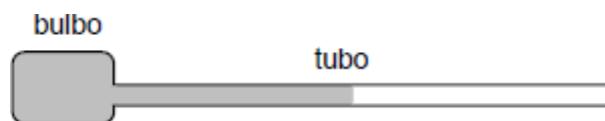
6) A aresta de um cubo é igual a $2,0 \text{ cm}$ quando se encontra à temperatura de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Considerando-se que o material de que é feito o cubo tem um coeficiente de dilatação linear igual a $2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, o aumento do volume sofrido, quando a temperatura é aumentada de $40 \text{ }^\circ\text{C}$, em mm^3 , é igual a

- a) 5,9
- b) 6,8
- c) 7,2
- d) 8,1
- e) 9,5

7) (EsPCEEx 2009) Um estudante de Física, desejando medir o coeficiente de dilatação volumétrico de uma substância líquida, preenche completamente um recipiente de 400 cm^3 de volume interno com a referida substância. O conjunto encontra-se inicialmente à temperatura de equilíbrio $t_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$. O coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente é $\gamma = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Sabendo que houve um transbordamento de 20 cm^3 do líquido, o coeficiente de dilatação da substância líquida é de

- a) $2,25 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- b) $5,85 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- c) $6,25 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- d) $6,65 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- e) $1,03 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

8) Um termômetro caseiro de mercúrio é constituído de um bulbo com volume interno de $0,50 \text{ cm}^3$ conectado a um tubo cilíndrico de $0,20 \text{ mm}$ de diâmetro interno (ver figura a seguir). O bulbo está cheio e o tubo vazio quando a temperatura vale $T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$. Qual é o comprimento do filete de mercúrio que haverá no tubo quando a temperatura for $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$? Dados: coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio $\gamma = 2,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.



- a) $10/\pi \text{ mm}$
- b) $20/\pi \text{ mm}$
- c) $30/\pi \text{ mm}$
- d) $40/\pi \text{ mm}$
- e) $50/\pi \text{ mm}$

9) Uma substância, ao ser submetida a uma variação de temperatura de $80 \text{ }^\circ\text{C}$, sofreu dilatação, aumentando seu volume em 10 litros. Calcule o coeficiente de dilatação volumétrica dessa substância. Considere o volume inicial $V_i = 500$ litros.

- a) $5,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- b) $4,5 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- c) $3,5 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- d) $2,5 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- e) $1,5 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

10) Um recipiente de vidro tem um volume interno de 800 mm^3 e está completamente cheio de um líquido desconhecido, quando a temperatura do sistema é de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Ao aquecer o conjunto até $90 \text{ }^\circ\text{C}$, observa-se que o volume do líquido extravasado é de $5,60 \text{ mm}^3$. Sabendo que o coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente é de $7,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, é CORRETO afirmar que o coeficiente de dilatação volumétrica real do líquido é de

- a) $8,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- b) $7,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- c) $1,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- d) $6,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- e) $5,0 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Termologia: Dilatação de líquidos

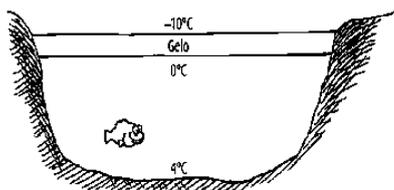
1) (EEAR 2016) Um cidadão parou às 22h em um posto de combustível para encher o tanque de seu caminhão com óleo diesel. Neste horário, as condições climáticas eram tais que um termômetro, bem calibrado fixado em uma das paredes do posto, marcava uma temperatura de 10°C . Assim que acabou de encher o tanque de seu veículo, percebeu o marcador de combustível no nível máximo. Descansou no mesmo posto até às 10h do dia seguinte, quando o termômetro do posto registrava a temperatura de 30°C . Observou, no momento da saída, que o marcador de combustível já não estava marcando nível máximo. Qual afirmação justifica melhor, do ponto de vista da física, o que aconteceu? Desconsidere a possibilidade de vazamento do combustível.

- a) O calor faz com que o diesel sofra contração.
- b) O aumento da temperatura afeta apenas o tanque de combustível.
- c) O tanque de combustível tem coeficiente de dilatação maior que o próprio combustível.
- d) O tanque metálico de combustível é um isolante térmico, não permitindo o aquecimento e dilatação do diesel.

2) Um líquido a 10°C é aquecido até 150°C , estando originalmente dentro de um recipiente de 250 cm^3 de volume, enchendo-o completamente. Após ser aquecido transborda 12 cm^3 , qual o coeficiente de dilatação aparente do líquido?

- a) $3,4 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b) $5 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}$
- c) $6 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}$
- d) $1 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}$
- e) $2 \times 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}$

3) É muito comum, em regiões cujo inverno é muito rigoroso, lagos e oceanos congelarem da superfície para o fundo. Se o inverno for muito rigoroso, o gelo será mais grosso do que num inverno mais ameno. Um fato curioso é que corpos de água muito profundos não ficam em sua completude cobertos de gelo mesmo nos invernos mais rigorosos. A razão de tal fenômeno é que



- a) devido a dilatação anômala da água, sua densidade é mínima na temperatura de 4°C e máxima a 0°C .
- b) o gelo, por possuir baixo calor específico, impede a troca de calor entre as regiões profundas e o meio externo.
- c) devido a dilatação irregular da água e a sua pouca habilidade em conduzir calor, a água do fundo dos lagos e

oceanos mantêm sua temperatura constante ao longo de todo o ano.

d) na temperatura de 0°C certa massa de água atinge um volume mínimo e a 4°C atinge um volume máximo devido a um rearranjo dos retículos cristalinos.

e) a água, por possuir baixo calor específico e o gelo alto calor específico, impede que haja eficazmente essa troca de calor.

4) Considere um recipiente cilíndrico de diâmetro D , altura H e fechado num dos seus extremos. Esse recipiente é capaz de armazenar um volume de líquido igual a V_{0L} , sendo V_{0C} o volume interno do cilindro. Os valores V_{0L} e V_{0C} são válidos quando o cilindro e o líquido estão à temperatura θ_0 , sendo que $V_{0L} < V_{0C}$. O sistema (cilindro + líquido) é aquecido até alcançar uma temperatura $\theta > \theta_0$, sem mudança de fase do líquido e nem do cilindro. Após o aumento de temperatura, foi observado que a altura da superfície do líquido permaneceu na mesma marca da escala do cilindro. Sabendo-se que os coeficientes de dilatação linear do líquido e do cilindro são, respectivamente, α_L e α_C , é CORRETO afirmar que

- a) $V_{0L} / V_{0C} = \alpha_C / \alpha_L$
- b) $V_{0C} / V_{0L} = \alpha_C / \alpha_L$
- c) $V_{0L}V_{0C} = 3 \alpha_C \alpha_L$
- d) $3V_{0L}V_{0C} = \alpha_C \alpha_L$
- e) $V_{0C}V_{0L} = \alpha_L / (3\alpha_L)$

5) Considere um copo de metal completamente cheio de água. Sendo o coeficiente de dilatação do metal maior do que o da água, ao se elevar a temperatura de ambos, sem atingir o ponto de ebulição da água, é correto afirmar que

- a) não haverá transbordamento e o copo não ficará completamente cheio de água.
- b) não haverá transbordamento, mas o copo continuará completamente cheio de água.
- c) haverá transbordamento e o copo continuará completamente cheio de água.
- d) haverá transbordamento, mas o copo não ficará completamente cheio de água.
- e) é necessário conhecer a forma geométrica do copo para se chegar a uma conclusão.

6) A dilatação anormal da água faz com que apenas a superfície de um lago se solidifique. O gelo formado isola o restante da água, fazendo com que a temperatura no fundo do lago seja em torno de 4°C , preservando, assim, a fauna e a flora.

Sabendo-se que a densidade da água a 4°C , ao nível do mar, é igual a $1,0\text{g/cm}^3$ e o coeficiente de dilatação volumétrica médio da água, $2,0 \cdot 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, é correto afirmar que a densidade da água, a $84,0^{\circ}\text{C}$, em 10^2kg/m^3 , é, aproximadamente, de

- a) 10,0

- b) 9,8
- c) 9,5
- d) 8,9
- e) 8,3

7) Um recipiente de vidro tem, a 10°C , o volume interno de 1,0 litro e está completamente cheio com um certo líquido. Ao aquecer o recipiente a 90°C , ocorre um transbordamento de $4,8\text{cm}^3$ desse líquido.

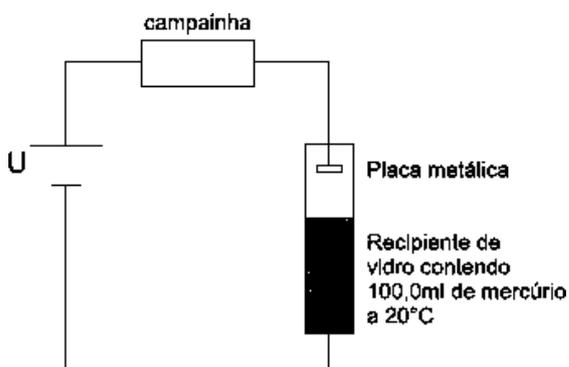
Considerando-se o coeficiente de dilatação linear do vidro igual a $1,4 \cdot 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$, é correto afirmar que o coeficiente de dilatação real do líquido, em $10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$, é igual a

- a) 9,4
- b) 10,2
- c) 11,3
- d) 12,1
- e) 13,5

8) Em um experimento, foram colocados em um béquer de vidro graduado 100 cm^3 de um líquido à temperatura de 293 K. Aquecendo-se o sistema até 393 K, obteve-se um novo volume do líquido igual a $101,13\text{ cm}^3$. Sendo o coeficiente de dilatação linear do vidro $\alpha = 9 \times 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$, o coeficiente de dilatação térmica real do líquido tem valor, em $^{\circ}\text{C}^{-1}$, igual a

- a) $9,0 \times 10^{-4}$.
- b) $7,2 \times 10^{-4}$.
- c) $5,6 \times 10^{-4}$.
- d) $2,8 \times 10^{-4}$.
- e) $1,4 \times 10^{-4}$.

9)



A figura representa o esquema simplificado de um sistema de alarme que deve acionar uma campainha elétrica quando a temperatura do mercúrio atingir 80°C , ao nível do mar.

Sabendo-se que o coeficiente de dilatação do mercúrio, γ , é igual a $1,8 \cdot 10^{-4} / ^{\circ}\text{C}$, que a área da seção transversal do recipiente é igual a $0,5\text{cm}^2$ e desprezando-se a dilatação do recipiente, a distância entre a superfície livre do mercúrio e o contato metálico, para que o alarme dispare, deve ser igual, em cm, a

- a) 1,00
- b) 1,85
- c) 2,16
- d) 3,18
- e) 3,20

10) Um recipiente de cobre tem capacidade de 1,0 litro a 0°C .

Considere: densidade do mercúrio a $0^{\circ}\text{C} = 13,60\text{ g/cm}^3$; coeficiente de dilatação real do mercúrio = $180 \cdot 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$; coeficiente de dilatação linear do cobre = $17 \cdot 10^{-6} / ^{\circ}\text{C}$.

Nas alternativas abaixo são dados valores de temperatura, assinale aquele para o qual o recipiente não mais comporta 13,50 kg de mercúrio.

- a) $11,76^{\circ}\text{C}$.
- b) $27,12^{\circ}\text{C}$.
- c) $33,7^{\circ}\text{C}$.
- d) $48,5^{\circ}\text{C}$.
- e) $57,6^{\circ}\text{C}$.

Termologia: Gases – Equação de Clapeyron

1) (EsPCEX 2012) Em um laboratório, um estudante realiza alguns experimentos com um gás perfeito. Inicialmente o gás está a uma temperatura de 27°C ; em seguida, ele sofre uma expansão isobárica que torna o seu volume cinco vezes maior. Imediatamente após, o gás sofre uma transformação isocórica e sua pressão cai a um sexto do seu valor inicial. O valor final da temperatura do gás passa a ser de

- a) 327°C
- b) 250°C
- c) 27°C
- d) -23°C
- e) -72°C

2) (EsPCEX 2009) Em um experimento de aquecimento de gases, observa-se que um determinado recipiente totalmente fechado resiste a uma pressão interna máxima de $2,4 \cdot 10^4\text{N/m}^2$. No seu interior, há um gás perfeito com temperatura de 230 K e pressão de $1,5 \cdot 10^4\text{N/m}^2$. Desprezando a dilatação térmica do recipiente, podemos afirmar que a máxima temperatura que o gás pode atingir, sem romper o recipiente, é de

- a) 243 K
- b) 288 K
- c) 296 K
- d) 340 K
- e) 368 K

3) Um cilindro de oxigênio hospitalar encontra-se cheio, armazenando 8,00 L de oxigênio. Na temperatura de 300 K (aproximadamente 27°C), a pressão do oxigênio dentro do cilindro é de 200 bar, onde 1 bar = 105 Pa. O cilindro é levado para um ambiente com temperatura de 270 K. Considerando o oxigênio como um gás ideal, qual é a sua pressão dentro do cilindro nesse novo ambiente?

- a) 120 bar
- b) 180 bar
- c) 200 bar
- d) 270 bar
- e) 300 bar

4) O volume de ar em uma bola de futebol é 5 500 cm³ e a pressão do ar no seu interior 1,0 atm. Durante uma partida, um jogador da equipe Princesa do Solimões chuta a bola que se choca contra a trave da equipe do Nacional. Considerando o ar como um gás ideal e que não houve variação de temperatura no processo, suponha que durante o choque com a trave o volume da bola diminuiu para 5 000 cm³; nesse instante, a pressão do ar, em atm, no interior da bola passou a ser

- a) 0,90.
- b) 1,05.
- c) 1,10.
- d) 1,20.
- e) 1,30.

5) Um motorista calibra os pneus de seu carro com uma pressão de 30 libras/pol² 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/pol², é de aproximadamente

- a) 25
- b) 26
- c) 29
- d) 32

6) Dois mols de um gás ideal, inicialmente sob pressão de $1,01 \times 10^5$ Pa, temperatura de -10 °C e volume de 4 m³, são submetidos a uma transformação isobárica, elevando seu volume até 8 m³. Nessas condições, é possível afirmar que a temperatura final do gás, em graus Celsius, é de:

- a) 526
- b) 131,5
- c) 20
- d) 10
- e) 253

7) Um balão de borracha, está completamente cheio com um litro de ar, a pressão de uma atmosfera e na temperatura de 300 K. Nessas condições, o balão é colocado dentro de um refrigerador criogênico à temperatura de 100 K e a borracha permanece flexível enquanto esfria.

Com base nas informações acima, o volume do balão

- a) diminui para $\frac{1}{3}L$.
- b) aumenta para $\frac{1}{\sqrt{3}}L$.
- c) Fica constante
- d) aumenta para $\sqrt{3}L$

8) Dois moles de um gás, sob 6 atm de pressão, ocupa um volume de 10 litros; uma vez comprimido até 5 litros, a pressão é alterada para 3 atm. Qual será a temperatura inicial e final respectivamente desse sistema? Dado: Constante dos gases perfeitos é 0,082 atm.l / mol.K .

- a) 365,85 K e 91,46 K
- b) 91,46 K e 365,85 K
- c) 164 K e 120 K
- d) 120 K e 164 K
- e) 252,20 K e 126,1 K

9) Indique o volume ocupado por uma massa de 5,0 g de um determinado gás, chamado G, de densidade igual a $2,5 \times 10^{-3}$ g.cm⁻³, a uma temperatura de 25 °C.

- a) 2 L
- b) 2000 L
- c) 20 L
- d) 0,2 L
- e) 0,002 L

10) O gás liquefeito de petróleo (GLP), conhecido popularmente como “gás de cozinha”, por causa de a utilização principal ser na cocção de alimentos. Trata-se de uma das frações mais leves do petróleo, e a queima ser muito limpa e com baixíssima emissão de poluentes. Normalmente, é produzido a partir da combinação de propano (C₃H₈) e butano (C₄H₁₀).

Considerando uma amostra de 1500 g de GLP com composição de 40% propano e 60% butano, em massa, o volume parcial do butano, em L, quando a pressão parcial do butano for de 10 atm a 25° C, é de aproximadamente

- a) 76 L.
- b) 63 L.
- c) 38 L.
- d) 33 L.
- e) 25 L.

Termologia: Gases – Equação geral dos gases ideais

1) (EEAR 2019) Um cilindro dotado de um êmbolo contém aprisionado em seu interior 150cm^3 de um gás ideal à temperatura controlada de 22°C e à pressão de 2Pa . Considere que o êmbolo do cilindro pode ser movido por uma força externa, de modo que o gás seja comprimido a um terço de seu volume inicial, sem, contudo, variar a sua temperatura. Nessas condições, determine em Pascal (Pa) a nova pressão à qual o gás estará submetido.

- a) 2
- b) 3
- c) 6
- d) 9

2) Um cilindro contém um gás em baixa densidade, que podemos considerar como gás ideal. Através de um pequeno orifício no cilindro ocorre escoamento de gás para o meio externo. Suponha que um reservatório térmico em contato com o cilindro mantém constante a temperatura do gás. Sendo (P, V) e (P', V') os pares pressão-volume do gás no início e no fim deste processo onde a massa final do gás no cilindro passou a ser metade da inicial podemos dizer que:

- a) $PV=2P'V'$
- b) $PV=3P'V'$
- c) $PV=4P'V'$
- d) $PV=5P'V'$
- e) $PV=6P'V'$

3) Um gás inicialmente com pressão P , temperatura T e volume V , se expande a pressão constante até dobrar seu volume. Encontre a temperatura final do gás em função da temperatura inicial.

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

4) (EsPCEX 2011) Um gás ideal sofre uma compressão isobárica sob a pressão de $4 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ e o seu volume diminui $0,2 \text{ m}^3$. Durante o processo, o gás perde $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$ de calor. A variação da energia interna do gás foi de:

- a) $1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$
- b) $1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$
- c) $-8,0 \cdot 10^3 \text{ J}$
- d) $-1,0 \cdot 10^3 \text{ J}$
- e) $-1,8 \cdot 10^3 \text{ J}$

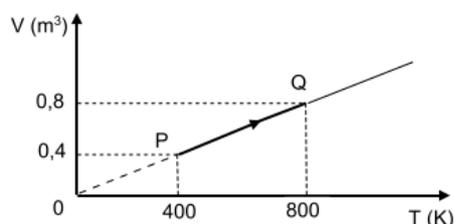
5) Dois gases ideais A e B encontram-se em recipientes separados. O gás A possui volume $V_A = 10 \text{ L}$ e está submetido à pressão $p_A = 5 \text{ atm}$. O gás B possui volume $V_B = 5 \text{ L}$ e está submetido à pressão $p_B = 3 \text{ atm}$. As temperaturas respectivas são $t_A = 27^\circ\text{C}$ e $t_B = 177^\circ\text{C}$. Os gases são misturados em um mesmo recipiente de volume $V = 10 \text{ L}$, a uma temperatura $t = 127^\circ\text{C}$. A pressão, em atm, que esta mistura exercerá nas paredes do recipiente é:

- a) 2
- b) 5
- c) 8
- d) 10
- e) 14

6) Num processo isotérmico, três mol de um gás ideal a uma pressão de 40 N/m^2 e volume de $0,5 \text{ m}^3$ se expande alcançando um volume final de 2 m^3 . A pressão do gás ao final do processo é:

- a) 40 N/m^2
- b) 20 N/m^2
- c) $0,5 \text{ N/m}^2$
- d) $2,0 \text{ N/m}^2$
- e) 10 N/m^2

7) A dilatação do gás ideal hélio com 40 g de massa é mostrada no gráfico volume versus temperatura abaixo.



Considere:

- a) constante universal dos gases igual a $8,3 \text{ J/mol.K}$;
- b) calor específico do hélio sob pressão constante igual a $1,25 \text{ cal/g.K}$;
- c) massa molecular do gás hélio igual a 4 g/mol ;
- d) 1 cal igual a 4 J .

A variação da energia interna do gás hélio entre os estados P e Q do gráfico é de, aproximadamente:

- a) $12,7 \times 10^4 \text{ J}$.
- b) $8,0 \times 10^4 \text{ J}$.
- c) $4,7 \times 10^4 \text{ J}$.
- d) $3,3 \times 10^4 \text{ J}$.

8) Em um gás ideal, o produto da pressão pelo volume dividido pela temperatura tem, no Sistema Internacional, unidade de medida de

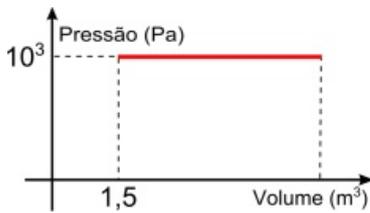
- a) Pa/K .

b) Nm/K.

c) m³/K.

d) Pa/m².

9) O gráfico a seguir apresenta a expansão realizada por um gás ideal, ao triplicar o seu volume inicial. Durante esse processo, o gás ideal recebe $2,0 \times 10^3$ joules de calor.



Durante a expansão, a variação de energia interna, em joule, foi de

a) -1.000

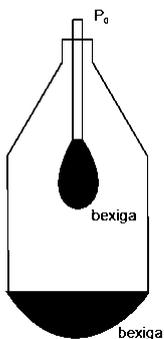
b) - 500

c) +500

d) 1.500

e) 2.000

10) Um aluno interessado em estudar a física do corpo humano elaborou o seguinte experimento para simular o funcionamento do pulmão humano. Para isso utilizou uma garrafa pet (sem fundo), canudos de refrigerante e bexigas (ver figura ao lado). A bexiga presa ao fundo da garrafa faz o papel do diafragma, que varia a pressão interna do sistema ao ser esticada. Assim o ar externo entra pelo canudo (nariz) e infla a bexiga interna (pulmões).



Em uma inspiração/expiração forçada trocamos 4,5 litros de ar com o ambiente. Porém o pulmão nunca está completamente vazio. Há sempre um volume de ar residual, de aproximadamente 1,5 litros. Se a bexiga pudesse expandir seu volume na mesma proporção que o pulmão humano, o aumento percentual da quantidade de ar dentro da bexiga seria:

a) 100%

b) 150%

c) 180%

d) 200%

e) 230%

Termologia: Gases – Propriedades

1) (EsPCEEx 2011) Para um gás ideal ou perfeito temos que:

a) as suas moléculas não exercem força uma sobre as outras, exceto quando colidem.

b) as suas moléculas têm dimensões consideráveis em comparação com os espaços vazios entre elas.

c) mantido o seu volume constante, a sua pressão e a sua temperatura absoluta são inversamente proporcionais.

d) a sua pressão e o seu volume, quando mantida a temperatura constante, são diretamente proporcionais.

e) sob pressão constante, o seu volume e a sua temperatura absoluta são inversamente proporcionais.

2) Os rótulos das latas de aerossóis advertem para o fato de que elas não devem ser incineradas, pois podem explodir. Mesmo quando elas parecem estar vazias, uma pequena quantidade de gás permanece no seu interior. Com base nessas informações, é correto afirmar que

a) um aumento da temperatura causa uma diminuição de volume.

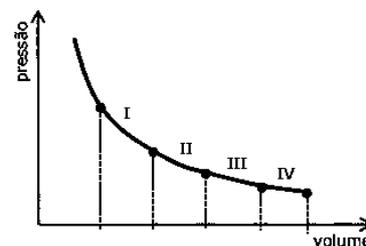
b) um aumento da temperatura pode causar um aumento da pressão.

c) a explosão não ocorre, já que a mesma independe da temperatura.

d) com o aumento da temperatura, o gás pode sofrer uma transformação isotérmica.

e) se a explosão ocorrer, será em consequência de uma transformação isobárica.

3) Um gás ideal se expande em um processo isotérmico constituído por quatro etapas: I, II, III e IV, conforme a figura abaixo.



As variações de volume ΔV nas etapas são todas iguais. A etapa onde ocorre maior troca de calor é a

a) I.

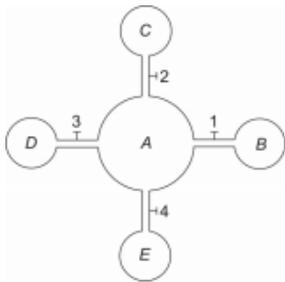
b) II.

c) III.

d) IV.

4) Dois balões de borracha A e B são inflados com massas iguais de um mesmo gás ideal. Ambos têm pressões iguais. O balão A está a 27°C e o balão B a 54°C. Podemos afirmar que

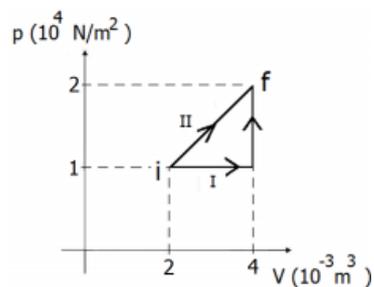
- a) os balões A e B têm volumes iguais.
 b) o volume do balão B é o dobro do volume do balão A.
 c) o volume do balão B é 9% maior que o volume do balão A.
 d) a densidade absoluta do gás contido no balão A é igual à densidade absoluta do gás contido no balão B.
 e) a densidade absoluta do gás contida no balão A é menor que a densidade absoluta do gás contido no balão B.
- 5) 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) $2,0 V$
- 6) Um gás ideal contido em um cilindro com pistão pode ser levado de um estado inicial i até um estado final f , seguindo dois processos distintos, I e II, conforme ilustrado na figura abaixo.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

No processo I, o gás sofre duas transformações sucessivas, sendo a primeira e a segunda A variação de energia interna no processo I, ΔU_I , é variação de energia interna no processo II, ΔU_{II} .

- a) isobárica – isocórica – maior do que a
 b) isocórica – isotérmica – maior do que a

- c) isotérmica – isocórica – igual à
 d) isobárica – isocórica – igual à
 e) isocórica – isobárica – menor do que a

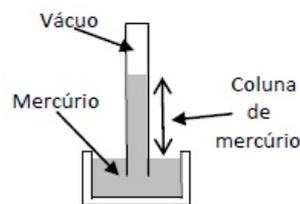
7) Em Termodinâmica, estudamos processos importantes que fazem parte de ciclos utilizados em máquinas térmicas, alguns dos quais de grande relevância tecnológica, além de científica. Com relação ao que ocorre com um gás ideal, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

- () Em todo processo isovolumétrico, também chamado de isocórico, o trabalho realizado pelo gás é nulo.
 () Em todo processo adiabático, a energia interna do gás é constante.
 () Em todo processo isobárico, não há trocas de calor entre o gás e o meio externo.
 () Em todo processo isotérmico, a temperatura do gás aumenta quando há realização de trabalho sobre ele.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- a) V – V – V – V.
 b) F – V – F – F.
 c) F – V – F – V.
 d) F – F – V – F.
 e) V – F – F – F.

8) A pressão atmosférica é a força por unidade de área exercida pela atmosfera da Terra. Para medir a pressão atmosférica utilizou-se um instrumento chamado barômetro de mercúrio, cujo diagrama está representado pela figura abaixo. Considere a densidade do mercúrio, constante, $\rho = 13,6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e a altura da coluna de mercúrio $760,0 \text{ mm}$. O valor aproximado da pressão atmosférica no sistema internacional de unidades, ao nível do mar, é: (Adote a aceleração da gravidade $g = 10,0 \text{ m/s}^2$)



- a) $1,03 \times 10^4 \text{ Pa}$
 b) $2,06 \times 10^4 \text{ Pa}$
 c) $1,03 \times 10^5 \text{ Pa}$
 d) $2,06 \times 10^5 \text{ Pa}$
 e) $1,03 \times 10^3 \text{ Pa}$

9) Considere as afirmações abaixo, sobre o comportamento térmico dos gases ideais.

I - Volumes iguais de gases diferentes, na mesma temperatura inicial, quando aquecidos sob pressão constante de modo a sofrerem a mesma variação de temperatura, dilatam-se igualmente.

II - Volumes iguais de gases diferentes, na mesma temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas.

III- Uma dada massa gasosa, quando mantida sob pressão constante, tem temperatura T e volume V diretamente proporcionais.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

10) A pressão P e o volume V de um gás perfeito mantido a uma temperatura constante satisfazem a Lei de Boyle: $PV = K$ (K é constante). Se diminuirmos a pressão em 20%, o volume do gás

- a) aumentará de 20%
- b) diminuirá de 20%
- c) aumentará de 25%
- d) diminuirá de 25%

Termologia: Termodinâmica – Energia interna

1) (EsPCEX 2008) Um gás perfeito expande-se adiabaticamente e realiza um trabalho sobre o meio externo de módulo igual a 430 J. A variação da energia interna sofrida pelo gás, nessa transformação, é de

- a) - 430 J
- b) - 215 J
- c) 0 J
- d) 215 J
- e) 430 J

2) (EsPCEX 2019) Um gás ideal é comprimido por um agente externo, ao mesmo tempo em que recebe calor de 300 J de uma fonte térmica.

Sabendo-se que o trabalho do agente externo é de 600 J, então a variação de energia interna do gás é

- a) 900 J.
- b) 600 J.
- c) 400 J.

d) 500 J.

e) 300 J.

3) Sabendo que, durante uma transformação isobárica de um gás perfeito mantido a uma pressão $4,0 \cdot 10^5$ Pa, são fornecidos 3000 J de calor, provocando um aumento de 6 L em seu volume, a variação em Joules na de energia interna do gás foi igual a

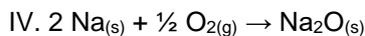
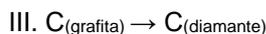
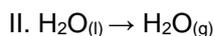
- a) 760.
- b) 840.
- c) 600.
- d) 860.
- e) 1200.

4) Um sistema gasoso ocupa um volume de $0,8\text{m}^3$ sob pressão de 400N/m^2 . Ao receber 600J de calor, o sistema expande, sob pressão constante, atingindo um volume de $1,3\text{m}^3$.

Desprezando-se perdas de calor para o meio ambiente, é correto afirmar que o trabalho realizado e a variação de energia interna do gás, em kJ, são, respectivamente, iguais a

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

5) Considere que os quatro processos químicos, descritos a seguir nos itens I a IV, são realizados isobárica e isotermicamente:



Qual das opções abaixo contém os processos químicos cuja variação de energia interna é nula?

- a) Apenas I e II
- b) Apenas I, II e III
- c) Apenas III e IV
- d) Nenhum processo
- e) Apenas II e III

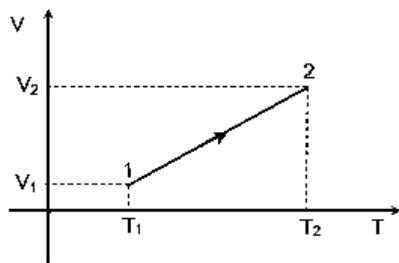
6) Um gás ideal monoatômico, com n mols e inicialmente na temperatura absoluta T, sofre uma expansão adiabática até que sua temperatura fique a um terço de sua temperatura inicial.

Logo, o gás:

- a) absorveu uma quantidade de calor igual a nRT .

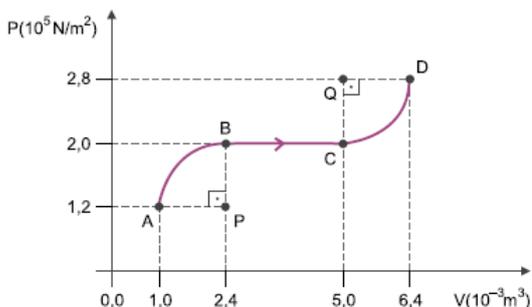
- b) se expandiu isobaricamente.
- c) realizou trabalho liberando uma quantidade de calor igual a nRT .
- d) se expandiu aumentando sua energia interna de nRT .
- e) realizou trabalho e sua energia interna diminuiu de nRT .

7) Um gás ideal sofre uma transformação isobárica. A transformação é ilustrada no diagrama V (volume) versus T (temperatura absoluta), apresentado na figura a seguir. Se ΔU , Q e W denotam, respectivamente, a variação da energia interna do gás, o calor por ele absorvido e o trabalho por ele realizado nessa transformação, então é possível afirmar que:



- a) $\Delta U > 0$, $Q > 0$ e $W > 0$.
- b) $\Delta U > 0$, $Q > 0$ e $W = 0$.
- c) $\Delta U = 0$, $Q > 0$ e $W > 0$.
- d) $\Delta U = 0$, $Q > 0$ e $W = 0$.
- e) $\Delta U > 0$, $Q = 0$ e $W > 0$.

8) O diagrama a seguir representa a transformação ABCD sofrida por determinada massa de gás ideal ao receber 1 200 J na forma de calor de uma fonte externa.



O segmento BC representa uma transformação isobárica e os trechos AB e CD são arcos de circunferência de raios iguais e centros, respectivamente, em P e Q.

A variação de energia interna, em joules, sofrida por essa massa gasosa, na transformação ABCD, é igual a

- a) 160.
- b) 80.
- c) 120.
- d) 200.
- e) 240.

9) Um velho professor de física caminha na praia e de repente constata que em toda sua vida, somente com a energia dispendida por seus batimentos cardíacos,

produziu 3,0 MJ ($1,0 \text{ MJ} = 10^9 \text{ J}$). Essa energia foi suficiente para que seu músculo cardíaco se mantivesse, em média, com um ritmo de 1,0 pulso por segundo, sendo que cada pulso consumiu 1,0 J. Assim, faça os cálculos necessários e marque a opção correta abaixo:

a) O professor de física tem, atualmente, a idade de aproximadamente 100 anos e seu coração dispendeu a cada hora, em média, 3.600 J.

b) O professor de física tem, atualmente, a idade de aproximadamente 96 anos e seu coração dispendeu a cada dia, em média, 86.400 J.

c) O professor de física tem, atualmente, a idade de aproximadamente 102 anos e seu coração dispendeu a cada ano, em média, $3,0 \times 10^7 \text{ J}$.

d) O professor de física tem, atualmente, a idade de aproximadamente 102 anos e seu coração dispendeu a cada mês, em média, $1,5 \times 10^6 \text{ J}$.

10) Em uma transformação isobárica de $8 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, um gás realiza trabalho sobre o meio, dilatando-se $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Sabendo que o gás doa para o meio externo 2 KJ, pode-se afirmar que a variação da energia interna do gás é

- a) 1,36 KJ.
- b) 5,36 KJ.
- c) -3,36 KJ.
- d) -1,36 KJ.
- e) -5,36 KJ.

Termologia: Leis da termodinâmica

1) O Segundo Princípio da Termodinâmica pode ser enunciado da seguinte forma: "Nenhuma máquina térmica, operando em ciclo, pode transformar em _____ todo o _____ a ela fornecido".

- a) calor / trabalho;
- b) trabalho / calor;
- c) força / calor;
- d) força / impulso.

2) Certa massa de gás ideal estava retida em um recipiente sob pressão de 6 atm, com temperatura igual a 300 K e volume de 1 m^3 . Após passar por um processo adiabático e isovolumétrico, sua temperatura cai para 200 K. Assinale a alternativa que apresenta, corretamente, o valor de mudança de pressão dessa massa de gás.

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

3) (ITA 2018) No livro Teoria do Calor (1871), Maxwell, escreveu referindo-se a um recipiente cheio de ar:

“... iniciando com uma temperatura uniforme, vamos supor que um recipiente é dividido em duas partes por uma divisória na qual existe um pequeno orifício, e que um ser que pode ver as moléculas individualmente abre e fecha esse orifício de tal modo que permite somente a passagem de moléculas rápidas de A para B e somente as lentas de B para A. Assim, sem realização de trabalho, ele aumentará a temperatura de B e diminuirá a temperatura de A em contradição com ...”.

Assinale a opção que melhor completa o texto de Maxwell.

- a) a primeira lei da termodinâmica.
- b) a segunda lei da termodinâmica.
- c) a lei zero da termodinâmica
- d) o teorema da energia cinética.
- e) o conceito de temperatura.

4) Foi o inglês William Thomson (1824-1907), mais conhecido como Lord Kelvin, quem cunhou a palavra termodinâmica, derivada das palavras gregas therme (calor) e dynamis (movimento). As duas “pedras fundamentais” da termodinâmica são a conservação da energia, expressa na primeira lei, e o fato de que o calor flui espontaneamente do quente para o frio e não no sentido inverso, expresso na segunda lei. Considere as seguintes afirmativas:

I. Com a porta e as janelas de uma cozinha fechadas, é teoricamente possível diminuir a temperatura ambiente deixando a porta da geladeira aberta.

II. Com a porta e as janelas de uma cozinha fechadas, é teoricamente possível aumentar a temperatura ambiente deixando a porta do forno aceso aberta.

III. É possível a uma pessoa manter seus dedos ao lado da chama de uma vela sem se queimar, mas não poderá mantê-los acima da chama por causa da convecção do ar aquecido pela chama.

IV. Quando uma lata de refrigerante gelado é colocada fora da geladeira, formam-se gotículas sobre sua superfície, porque o vapor de água atmosférico, ao entrar em contato com a lata, condensa-se.

Assinale a alternativa correta:

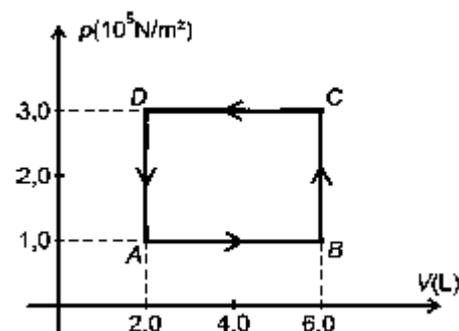
- a) Somente as afirmativas I, II e III estão corretas.
- b) Somente as afirmativas II e III estão corretas.
- c) Somente as afirmativas II, III e IV estão corretas.
- d) Somente as afirmativas II e IV estão corretas.
- e) Somente as afirmativas III e IV estão corretas.

5) De acordo com a primeira lei da termodinâmica se, durante um processo isotérmico sofrido por um gás ideal de massa fixa, o gás libera uma quantidade de calor cujo módulo é de 50cal então a variação de energia interna e o

trabalho realizado pelo gás neste processo são, respectivamente:

- a) 0 e 50cal.
- b) 50cal e 0.
- c) 0 e 0.
- d) 50cal e -50cal.
- e) 0 e -50cal.

6) Um sistema termodinâmico constituído de n mols de um gás perfeito monoatômico desenvolve uma transformação cíclica ABCDA representada no diagrama a seguir.



De acordo com o apresentado pode-se afirmar que

- a) o trabalho em cada ciclo é de 800 J e é realizado pelo sistema.
 - b) o sistema termodinâmico não pode representar o ciclo de uma máquina frigorífica uma vez que o mesmo está orientado no sentido anti-horário.
 - c) a energia interna do sistema é máxima no ponto D e mínima no ponto B.
 - d) em cada ciclo o sistema libera 800 J de calor para o meio ambiente.
- 7) A primeira lei da termodinâmica para sistemas fechados foi originalmente comprovada pela observação empírica, no entanto é hoje considerada como a definição de calor através da lei da conservação da energia e da definição de trabalho em termos de mudanças nos parâmetros externos de um sistema.

Com base nos conhecimentos sobre a Termodinâmica, é correto afirmar:

- a) A energia interna de uma amostra de um gás ideal é função da pressão e da temperatura absoluta.
- b) Ao receber uma quantidade de calor Q igual a 48,0J, um gás realiza um trabalho igual a 16,0J, tendo uma variação da energia interna do sistema igual 64,0J.
- c) Quando se fornece a um sistema certa quantidade de energia Q, esta energia pode ser usada apenas para o sistema realizar trabalho.
- d) Nos processos cíclicos, a energia interna não varia, pois volume, pressão e temperatura são iguais no estado inicial e final.

e) A energia interna, o trabalho realizado e a quantidade de calor recebida ou cedida independem do processo que leva o sistema do estado inicial A até um estado final B.

8) Um gás ideal passa por uma transformação isobárica em que 21 J de calor são absorvidos e a sua energia interna varia de 15 J. Pode-se afirmar que a razão c_p/c_v entre os seus calores específicos molares a pressão constante (c_p) e a volume constante (c_v) é igual a:

- a) 1/2
- b) 1
- c) 5/3
- d) 2
- e) 7/5

9) Analise as proposições em relação às informações sobre os motores a combustão, usados em automóveis.

I. Automóveis mais potentes conseguem transformar a maior parte da energia fornecida pelo combustível em trabalho.

II. O rendimento máximo de um motor a gasolina está próximo de 30%, mesmo reduzindo as perdas de energia em seu interior – independentemente do fabricante e do modelo do carro.

III. O trabalho externo necessário para comprimir a substância de operação nos pistões deve ser maior que o trabalho resultante da expansão dessa substância.

IV. É possível reaproveitar a maior parte do calor transferido para a fonte fria para gerar trabalho.

V. Ao produzir um movimento ordenado, há um aumento da entropia do ambiente ao redor do automóvel.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas II e V são verdadeiras.

10) O diagrama pV, representado na Figura 3, retrata diferentes processos termodinâmicos. Nos processos ACD e ABD são fornecidos 600 J e 450 J de energia na forma de calor ao sistema, respectivamente.

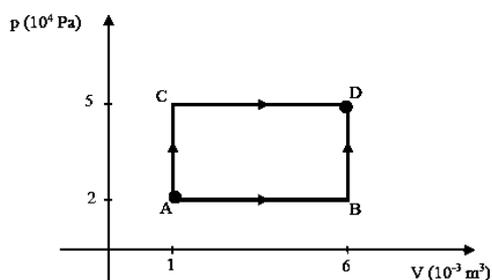


Figura 3

Com base nas informações e no diagrama acima, analise as proposições.

I. A variação da energia interna do processo ACD é maior que a variação da energia interna do processo ABD.

II. A variação da energia interna é igual nos processos ACD e ABD e é equivalente a 350 J.

III. O trabalho realizado no processo CD é maior que o trabalho realizado em AB.

Assinale a alternativa correta.

- a) Somente a afirmativa I é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- c) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- d) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

Termologia: termodinâmica – Máquinas térmicas/Ciclo de Carnot

1) (EsPCEX 2008) Um motor térmico funciona segundo o ciclo de Carnot. A temperatura da fonte quente vale 323°C e a da fonte fria vale 25°C. O rendimento desse motor é de

- a) 8%
- b) 13%
- c) 50%
- d) 70%
- e) 92%

2) (EEAR 2017) Ao construir uma máquina de Carnot, um engenheiro percebeu que seu rendimento era de 25%. Se a fonte fria trabalha a 25 °C, a temperatura da fonte quente, em °C, de tal motor será aproximadamente:

- a) 12,4
- b) 124
- c) 1240
- d) 12400

3) A cada ciclo de funcionamento, o motor de um automóvel, operando segundo o ciclo de Carnot, recebe 40 kJ da queima do combustível, e realiza 10 kJ de trabalho. Parte desse calor é dispensado para o ambiente a uma temperatura de 27 °C.

A temperatura da fonte quente é:

- a) 177 °C
- b) 227 °C
- c) 77 °C
- d) 127 °C
- e) 57 °C

4) (ITA 2009) No ciclo de Carnot, que trata do rendimento de uma máquina térmica ideal, estão presentes as seguintes transformações:

- a) duas adiabáticas e duas isobáricas.
- b) duas adiabáticas e duas isocóricas.
- c) duas adiabáticas e duas isotérmicas.
- d) duas isobáricas e duas isocóricas.
- e) duas isocóricas e duas isotérmicas.

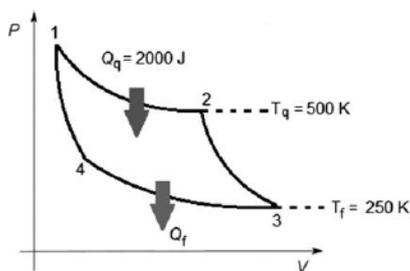
5) Considere as seguintes afirmações sobre uma máquina térmica operando segundo o ciclo de Carnot, entre duas fontes de calor, uma a 27°C e a outra a 57°C.

- () O rendimento dessa máquina é de aproximadamente 52% e esse rendimento é máximo, ao menos que a temperatura da fonte fria seja zero.
- () O rendimento dessa máquina é de aproximadamente 10% e, caso essa máquina receba 5000J de calor da fonte quente, rejeitará 1000J para a fonte fria.
- () O rendimento dessa máquina é de aproximadamente 10% e, caso essa máquina receba 5000J da fonte quente, rejeitará 4500J para a fonte fria.
- () O rendimento dessa máquina irá aumentar se houver aumento da diferença de temperatura entre as fontes de calor.

Atribuindo-se verdadeiro (V) ou falso (F) para cada uma das afirmações, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

- a) V – F – V – F
- b) V – V – V – F
- c) F – F – V – F
- d) F – F – V – V

6)

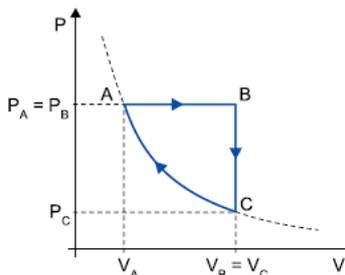


A figura é um diagrama pressão (P) versus volume (V) de um ciclo de Carnot típico a ser obedecido por uma máquina reversível para que ela tenha o melhor rendimento possível. Um exemplo hipotético desse tipo de máquina é o motor do automóvel do personagem Batmam, o chamado batmóvel. Com relação ao diagrama e considerando que o combustível do batmóvel se comporte como um gás ideal, julgue o item e faça o que se pede.

O motor do batmóvel deve alcançar um rendimento de 100%, dada a hipótese de que ele seja uma máquina que obedece ao ciclo de Carnot.

- a) CERTO.
- b) ERRADO.

7) Uma amostra de massa constante de gás ideal sofre a transformação cíclica ABCA representada no diagrama. A etapa AB é isobárica, BC é isovolumétrica e CA é isotérmica.



Para ocorrer a etapa AB, o gás recebe de uma fonte quente uma quantidade Q_{AB} de calor. Nas etapas BC e CA, o gás cede para uma fonte fria as quantidades Q_{BC} e Q_{CA} de calor. Em cada ciclo realizado as forças exercidas pelo gás realizam um trabalho mecânico W .

Considerando os módulos de Q_{AB} , Q_{BC} , Q_{CA} e W , é correto afirmar que

- a) $Q_{AB} = Q_{BC} + Q_{CA} + W$.
- b) $Q_{AB} > Q_{BC} + Q_{CA} + W$.
- c) $Q_{AB} = Q_{BC} - Q_{CA} - W$.
- d) $Q_{AB} = Q_{BC} + Q_{CA} - W$.
- e) $Q_{AB} < Q_{BC} + Q_{CA} + W$.

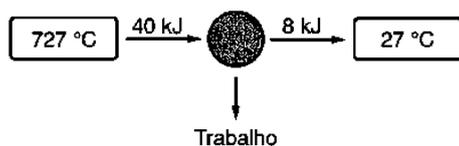
8) Uma máquina térmica que opera, segundo o ciclo de Carnot, executa 10 ciclos por segundo. Sabe-se que, em cada ciclo, ela retira 800 J da fonte quente e cede 400 J para a fonte fria. Se a temperatura da fonte fria é igual a 27 °C, o rendimento dessa máquina e a temperatura da fonte quente valem, respectivamente,

- a) 20 %; 327 K.
- b) 30 %; 327 K.
- c) 40 %; 700 K.
- d) 50 %; 600 K.

9) As máquinas térmicas são capazes de converter calor em trabalho. Elas funcionam em ciclos e utilizam duas fontes de temperaturas diferentes: uma quente, de onde recebe calor, e uma fria, para onde o calor rejeitado é direcionado. A respeito das máquinas térmicas, é importante saber que elas não transformam todo o calor em trabalho, ou seja, o rendimento de uma máquina térmica é sempre inferior a 100%.

Fonte: <http://www.infoescola.com/fisica/maquina-termica/>, acessado em 15 de julho de 2016. (Adaptado)

Um esquema de máquina térmica eficiente é mostrado na figura a seguir



No que diz respeito à máquina representada, assinale a alternativa CORRETA.

- a) Ela é ideal.
- b) Pode funcionar como esquematizada, uma vez que não viola as Leis da Termodinâmica.
- c) Só pode funcionar entre essas temperaturas, se o calor rejeitado for igual a 12 kJ.
- d) Trabalha abaixo da eficiência de Carnot.
- e) Não pode funcionar da forma esquematizada.

10) Considere as proposições relacionadas à Teoria da Termodinâmica.

I. Em uma expansão isotérmica de um gás ideal, todo calor absorvido é completamente convertido em trabalho.

II. Em uma expansão adiabática a densidade e a temperatura de um gás ideal diminuem.

III. A Primeira Lei da Termodinâmica refere-se ao Princípio de Conservação de Energia.

IV. De acordo com a Segunda Lei da Termodinâmica, uma máquina térmica que opera em ciclo jamais transformará calor integralmente em trabalho, se nenhuma mudança ocorrer no ambiente.

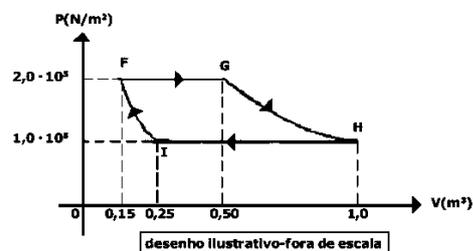
Assinale a alternativa correta:

- a) Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

Trabalho e transformação gasosa

1) (EsPCEX 2014) Em uma fábrica, uma máquina térmica realiza, com um gás ideal, o ciclo FGHI no sentido horário, conforme o desenho abaixo. As transformações FG e HI são isobáricas, GH é isotérmica e IF é adiabática. Considere que, na transformação FG, 200 kJ de calor tenham sido fornecido ao gás e que na transformação HI ele tenha perdido 220 kJ de calor para o meio externo.

A variação de energia interna sofrida pelo gás na transformação adiabática IF é



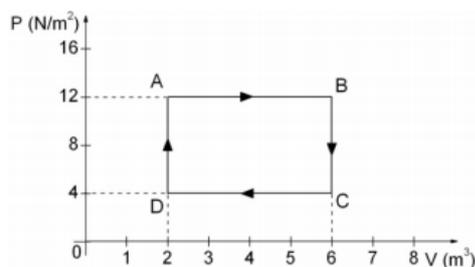
- a) -40 kJ
- b) -20 kJ
- c) 15 kJ
- d) 25 kJ
- e) 30 kJ

2) Quando um sistema termodinâmico realiza trabalho de 100 Joules ao sofrer um acréscimo de sua energia interna, que é de 185 Joules, qual a quantidade de calor envolvida?

- a) 285 Joules
- b) 80 Joules
- c) $1,85 \times 10^{-4}$ Joules
- d) 0,54 Joules
- e) 5,4 Joules

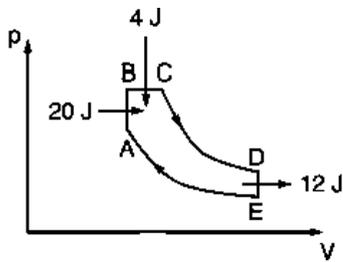
3) O gráfico a seguir representa o ciclo termodinâmico (ABCD) sofrido por um gás ideal.

Determine o trabalho realizado pelo gás durante um ciclo completo.



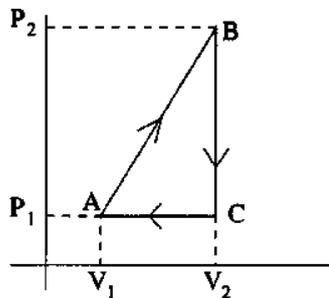
- a) 48 J.
- b) 32 J.
- c) 8 J.
- d) 72 J.
- e) 64 J.

4) A figura ilustra os diversos processos termodinâmicos a que um gás é submetido em uma máquina térmica. Os processos AB e DE são isocóricos, EA e CD são adiabáticos, e o processo BC é isobárico. Sabendo que a substância de trabalho dessa máquina é um gás ideal, determine a sua eficiência.



- a) 10%
- b) 25%
- c) 35%
- d) 50%
- e) 75%

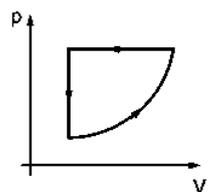
5) A Figura 5 ilustra o processo termodinâmico ABCA realizado por um gás. Sabe-se que $V_1 = 2,0\text{ l}$ e $V_2 = 3V_1$. Além disso, $P_1 = 2000\text{ Pa}$ e $P_2 = 4P_1$.



Assinale a alternativa que representa o trabalho realizado pelo gás, neste ciclo.

- a) 20J
- b) 12J
- c) 8J
- d) 40J
- e) 24J

6) Um estudo do ciclo termodinâmico sobre um gás que está sendo testado para uso em um motor à combustão no espaço é mostrado no diagrama a seguir. Se ΔE_{int} representa a variação de energia interna do gás, e Q é o calor associado ao ciclo, analise as alternativas e assinale a CORRETA.



- a) $\Delta E_{\text{int}} = 0$, $Q > 0$
- b) $\Delta E_{\text{int}} = 0$, $Q < 0$
- c) $\Delta E_{\text{int}} > 0$, $Q < 0$

- d) $\Delta E_{\text{int}} < 0$, $Q > 0$
- e) $\Delta E_{\text{int}} = 0$, $Q = 0$

7) Durante um processo isotérmico, 8,0mols de um gás ideal apresentam o produto pV constante e igual a 28,22kJ. Considere que a constante dos gases perfeitos é igual a 8,3J/mol.K e que o gás recebe do meio exterior uma quantidade de calor igual a 1,9kJ.

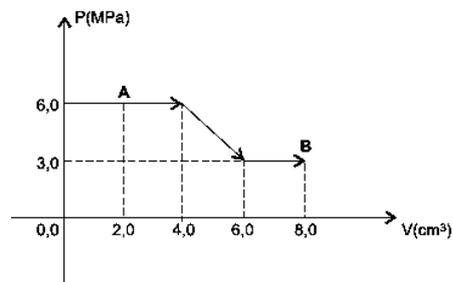
Nessas condições, analise as afirmativas e marque com **V** as verdadeiras e com **F**, as falsas.

- () No processo, a energia interna sofre uma variação igual a 3,0kJ.
- () O processo ocorre a uma temperatura constante e igual a 152°C.
- () O gás sofre nesse processo uma expansão isotérmica.
- () O trabalho realizado no processo é igual a 26,32J

A alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo, é a

- a) F V V F
- b) F F V V
- c) F V F V
- d) V F V F
- e) V F V V

8)



Considerando um gás ideal sofrendo o processo termodinâmico AB, conforme representado no gráfico, conclui-se que o trabalho realizado no processo AB, em J, é igual a

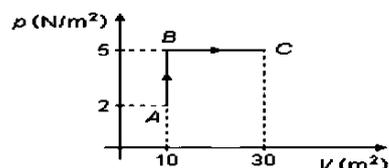
- a) 25,4
- b) 27,0
- c) 29,3
- d) 31,0
- e) 33,6

9) Considere um gás confinado em um recipiente cilíndrico, de paredes fixas, exceto pela tampa, que é composta por um êmbolo móvel que exerce uma pressão constante (P) sobre o gás.

Caso o gás se expanda e seu volume sofra um incremento ΔV , em função de deslocamento do êmbolo, o trabalho realizado pelo gás é

- a) $P/\Delta V$.
- b) $\Delta V/P$.
- c) $P\Delta V$.
- d) $-P\Delta V$.

10) Um gás sofre duas transformações em sequência, como mostra a figura. Primeiro uma transformação isométrica, onde recebe 200 J de calor; em seguida, uma transformação isobárica, recebendo 150 J de calor, conforme figura ao lado.



Calcule a variação da energia interna desse gás do ponto A para B e do ponto B para o ponto C, respectivamente.

- a) 200 J e 50 J
- b) 100 J e 50 J
- c) 150 J e 200 J
- d) 200 J e 100 J

Termologia: Termometria

1) (EsPCEEx 2012) Um termômetro digital, localizado em uma praça da Inglaterra, marca a temperatura de 10,4 °F. Essa temperatura, na escala Celsius, corresponde a

- a) - 5 °C
- b) -10 °C
- c) - 12 °C
- d) - 27 °C
- e) - 39 °C

2) (EsPCEEx 2009) Dentre as várias formas de se medir temperatura, destacam-se a escala Celsius, adotada no Brasil, e a escala Fahrenheit, adotada em outros países. Para a conversão correta de valores de temperaturas entre essas escalas, deve-se lembrar que 0 grau, na escala Celsius, corresponde a 32 graus na escala Fahrenheit e que 100 graus, na escala Celsius, correspondem a 212 graus na escala Fahrenheit.

Para se obter um valor aproximado da temperatura, na escala Celsius, correspondente a uma temperatura conhecida na escala Fahrenheit, existe ainda uma regra prática definida por:

“divida o valor da temperatura em Fahrenheit por 2 e subtraia 15 do resultado.”

A partir dessas informações, pode-se concluir que o valor da temperatura, na escala Celsius, para o qual a regra prática fornece o valor correto na conversão é

- a) 10

- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50

3) (EsPCEEx 2008) Um cientista dispõe de um termômetro de mercúrio com a escala totalmente ilegível. Desejando medir a temperatura de uma substância X com o termômetro, ele adotou o seguinte procedimento: sob a condição de pressão normal (1 atm), mergulhou o termômetro na água em ebulição e observou que a coluna de mercúrio atingiu o comprimento de 10 cm; posteriormente, colocando o termômetro em gelo fundente, o comprimento da coluna de mercúrio passou a ser de 2 cm. Após esse procedimento, ele colocou o termômetro em contato com a substância X e encontrou o comprimento de 5,2 cm para a coluna de mercúrio. Baseado nessas informações, a temperatura da substância X medida pelo cientista, em graus Celsius, é de

- a) 65 °C
- b) 52 °C
- c) 48 °C
- d) 40 °C
- e) 32 °C

4) Com o aumento do efeito estufa, a chuva ácida pode atingir a temperatura de 250 °C.

Na escala Kelvin, esse valor de temperatura corresponde a:

- a) 212
- b) 346
- c) 482
- d) 523

5) A bula de um medicamento importado prescreve que ele deve ser mantido entre as temperaturas de 59 °F e 86 °F na escala Fahrenheit. Sabendo que variações de temperatura nas escalas Fahrenheit e Celsius são relacionadas pela equação $\Delta T_F = 9\Delta T_C/5$, qual das alternativas abaixo pode representar o intervalo de temperaturas na escala Celsius em que este medicamento deve ser mantido?

- a) 15 °C e 30 °C
- b) 16 °C e 32 °C
- c) 32 °C e 64 °C
- d) 32 °C e 59 °C
- e) 59 °C e 95 °C

6) Uma panela com água é aquecida de 25°C para 80°C. A variação de temperatura sofrida pela panela com água, nas escalas Kelvin e Fahrenheit, foi de

- a) 32 K e 105°F.

- b) 55 K e 99°F.
- c) 57 K e 105°F.
- d) 99 K e 105°F.
- e) 105 K e 32°F

7) Uma leitura em um termômetro clínico fornece um parâmetro para o diagnóstico de um quadro de infecção, pois temperaturas acima de 37 °C, na escala Celsius, indicam febre.

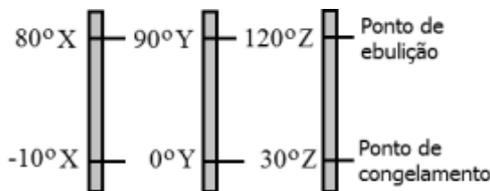
Observou-se, em um paciente, uma temperatura de 96,8 °F. Converta esse valor para a escala Celsius e marque a opção correta.

- a) a escala citada não pode ser aplicada à indicação de febre.
- b) o paciente não tem febre, $t = 36\text{ °C}$.
- c) A temperatura excede a escala de um termômetro clínico (35,0 a 42,0 °C).
- d) A temperatura do paciente chega a aproximadamente 201 °C.

8) Em um dia típico na região Centro-Oeste é comum se observar uma amplitude térmica, diferença entre as temperaturas máxima e mínima de um mesmo dia, de 15oC. O quanto equivale essa mesma amplitude térmica na escala Kelvin e Fahrenheit, respectivamente?

- a) 258K, 59oF.
- b) 288K, 59oF.
- c) 15K, 59oF.
- d) 15K, 27oF.
- e) 15K, 8.3oF.

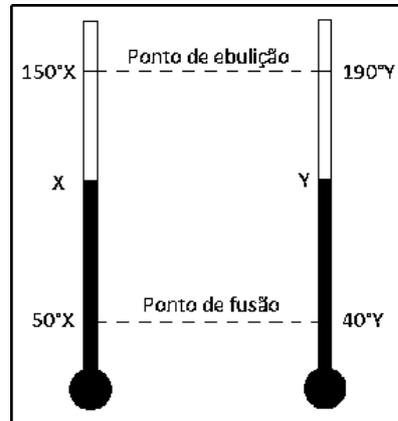
9) Um dos conceitos fundamentais da termodinâmica é o de temperatura. Parte integrante de nossas vidas, a temperatura é desprovida de dimensões físicas como o comprimento ou a massa de um corpo, já que só pode ser medida em termos de seus efeitos. Com o objetivo de dar sentido ao conceito de temperatura, foi formulada na década de 1930 a lei zero da termodinâmica. Esta lei nos diz que todo corpo possui uma propriedade chamada temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais, e vice-versa. A lei zero é considerada uma descoberta tardia, pois foi estabelecida muito depois da primeira lei e da segunda lei da termodinâmica terem sido descobertas e numeradas no século XIX. A figura a seguir mostra três escalas lineares de temperatura, com os pontos de congelamento e ebulição da água indicados:



- a) $50^{\circ}\text{X} > 50^{\circ}\text{Y} > 50^{\circ}\text{Z}$

- b) $50^{\circ}\text{X} > 50^{\circ}\text{Z} > 50^{\circ}\text{Y}$
- c) $50^{\circ}\text{Y} > 50^{\circ}\text{Z} > 50^{\circ}\text{X}$
- d) $50^{\circ}\text{Z} > 50^{\circ}\text{X} > 50^{\circ}\text{Y}$
- e) $50^{\circ}\text{Z} > 50^{\circ}\text{Y} > 50^{\circ}\text{X}$

10) A seguir estão representados dois termômetros cujas escalas termométricas são X e Y; analise-os.



A temperatura em que esses dois termômetros registram o mesmo valor numérico corresponde na escala Celsius a:

- a) -30°C .
- b) -20°C .
- c) 20°C .
- d) 30°C .
- e) 40°C

Óptica: Espelhos planos

1) (EsPCEX 2018) Uma jovem, para fazer sua maquiagem, comprou um espelho esférico de Gauss. Ela observou que, quando o seu rosto está a 30 cm do espelho, a sua imagem é direita e três vezes maior do que o tamanho do rosto.

O tipo de espelho comprado pela jovem e o seu raio de curvatura são, respectivamente,

- a) côncavo e maior do que 60 cm.
- b) convexo e maior do que 60 cm.
- c) côncavo e igual a 30 cm.
- d) côncavo e menor do que 30 cm.
- e) convexo e menor do que 30 cm.

2) (EsPCEX 2017)

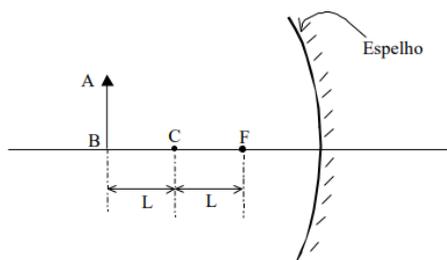
O espelho retrovisor de um carro e o espelho em portas de elevador são, geralmente, espelhos esféricos convexos. Para um objeto real, um espelho convexo gaussiano forma uma imagem

- a) real e menor.
- b) virtual e menor.
- c) real e maior.

d) virtual e invertida.

e) real e direita.

3) (EsPCEEx 2001) Observe a figura e responda:



A imagem do objeto AB produzida pelo espelho esférico, sendo C o centro de curvatura e F o foco é :

a) real, invertida e de mesmo tamanho que o objeto;

b) real, invertida e maior que o objeto;

c) virtual, direita e maior que o objeto.

d) imprópria (imagem no infinito);

e) real, invertida e menor que o objeto;

4) Um espelho esférico utilizado por um rapaz para se barbear apresenta a imagem maior e direita.

Sobre o espelho utilizado e a posição em que o rapaz se encontra nesse espelho, é correto afirmar:

a) Se trata de um espelho côncavo, e o rapaz se posiciona além do centro de curvatura.

b) Se trata de um espelho côncavo, e o rapaz se posiciona entre o foco e o vértice.

c) Se trata de um espelho convexo, e o rapaz pode se colocar em qualquer posição.

d) Se trata de um espelho convexo, e o rapaz se posiciona bem próximo ao espelho.

5) Um objeto linear é colocado diante de um espelho côncavo, perpendicularmente ao eixo principal. Sabe-se que a distância do objeto ao espelho é quatro vezes maior que a distância focal do espelho.

A imagem conjugada por este espelho é

a) virtual, invertida e maior que o objeto.

b) virtual, direita, e menor que o objeto.

c) real, invertida, menor que o objeto.

d) real, direita e maior que o objeto.

6) Um objeto real é colocado, segundo as condições de Gauss, diante de um espelho esférico convexo, posicionado a uma distância igual a $1,5f$, onde f é a distância focal. Quais são as características da imagem fornecida?

a) Real, direita e menor.

b) Virtual, direita e maior.

c) Virtual, direita e menor.

d) Real, invertida e maior.

e) Imprópria.

7) Um objeto é colocado a $4,0\text{cm}$ à esquerda de uma lente convergente de distância focal de $2,0\text{cm}$. Um espelho convexo de raio de curvatura de $4,0\text{cm}$ está $10,0\text{cm}$ à direita da lente convergente, como mostra a Figura 8.



Figura 8

Assinale a alternativa que corresponde à posição da imagem final, com relação ao vértice V do espelho.

a) $1,5\text{cm}$

b) $-1,5\text{cm}$

c) $-1,3\text{cm}$

d) $1,3\text{cm}$

e) $3,0\text{cm}$

8) Dois espelhos esféricos interdistantes de 50cm , um côncavo, E_1 , e outro convexo, E_2 , são dispostos coaxialmente tendo a mesma distância focal de 16cm . Uma vela é colocada diante dos espelhos perpendicularmente ao eixo principal, de modo que suas primeiras imagens conjugadas por E_1 e E_2 tenham o mesmo tamanho. Assinale a opção com as respectivas distâncias, em cm, da vela aos espelhos E_1 e E_2 .

a) 25 e 25

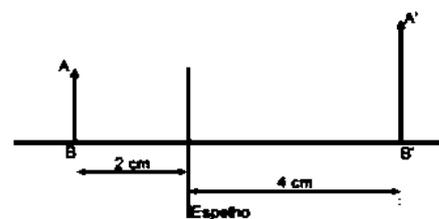
b) 41 e 9

c) 34 e 16

d) 35 e 15

e) 40 e 10

9) Indique o tipo de espelho e a distância focal da figura representada abaixo.



a) espelho côncavo; 4cm .

b) espelho convexo; 2cm .

c) espelho convexo; 4cm .

d) espelho côncavo; 2cm .

e) espelho plano; 4cm .

10) Uma vela se encontra a 1,2 m de um espelho esférico convexo cuja distância focal é de 30 cm. A razão entre a imagem da vela e o seu tamanho real é igual a:

- a) 0,02.
- b) 0,03.
- c) 0,04.
- d) 0,05.
- e) 0,06.

Óptica: Espelhos esféricos

1) (EsPCEX 2002) Na porta de entrada de uma loja, encontramos um espelho convexo que está disposto estrategicamente para que os vendedores possam observar todo o interior do recinto.

Com relação à imagem de um objeto real formada por esse espelho (considerando-o gaussiano), podemos afirmar que é

- a) virtual e maior do que o objeto.
- b) real e menor do que o objeto.
- c) invertida e menor do que o objeto.
- d) sempre direita e menor que o objeto.
- e) sempre formada na frente do espelho.

2) (EEAR 2017) A 50cm de um espelho convexo, coloca-se uma vela de 15cm de altura. Com relação às características da imagem formada é correto afirmar que ela é:

- a) real, direita e ampliada em relação ao objeto.
- b) virtual, direita e reduzida em relação ao objeto.
- c) real, invertida e reduzida em relação ao objeto.
- d) virtual, invertida e de tamanho igual a do objeto.

3) Um objeto real encontra-se no cento de curvatura de um espelho côncavo. Sobre as características da imagem desse objeto, assinale a alternativa CORRETA.

- a) Real, direita e do mesmo tamanho do objeto.
- b) Real, direita e maior que o objeto.
- c) Virtual, direita e maior que o objeto.
- d) Virtual, invertida e do mesmo tamanho do objeto.
- e) Real, invertida e do mesmo tamanho do objeto.

4) (EEAR 2016) O Distintivo da Organização Militar (DOM) da EEAR está diante de um espelho. A imagem obtida pelo espelho e o objeto estão mostrados na figura abaixo.



De acordo com a figura, qual o tipo de espelho diante do DOM?

- a) côncavo
- b) convexo
- c) delgado
- d) plano

5) Um jovem motoqueiro quebra acidentalmente o espelho retrovisor de sua moto. Desejando reparar o estrago, lembra-se de ter notado que sua irmã possuía um espelho do tamanho idêntico ao quebrado e decide instalar na moto. Observando a imagem no espelho, percebeu que algo estava errado, uma vez que o espelho quebrado sempre apresentara imagens menores e direitas, enquanto que o novo espelho apresenta imagens direitas e maiores para objetos próximos e imagens menores e invertidas para objetos distantes.

De acordo com o descrito, o espelho quebrado e o espelho substituído eram, respectivamente,

- a) convexo e côncavo.
- b) côncavo e plano.
- c) plano e convexo.
- d) convexo e plano.
- e) côncavo e convexo.

6) Um objeto real, de 35cm de altura, colocado à frente de um espelho convexo, possui imagem

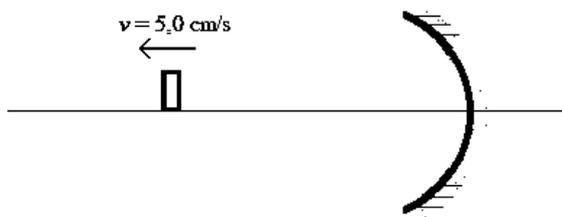
- a) real, invertida e maior que o objeto.
- b) real, invertida e menor que o objeto.
- c) virtual, direta e maior que o objeto.
- d) virtual, direta e menor que o objeto.
- e) real ou virtual, dependendo da sua posição.

7) (ITA 2019) A imagem de um objeto formada por um espelho côncavo mede metade do tamanho do objeto. Se este é deslocado de uma distância de 15 cm em direção ao espelho, o tamanho da imagem terá o dobro do tamanho do objeto. Estime a distância focal do espelho e assinale a alternativa correspondente.

- a) 40 cm
- b) 30 cm
- c) 20 cm

- d) 10 cm
e) 5,0 cm

8) Considere um espelho esférico, côncavo e Gaussiano com raio de curvatura $R = 40$ cm. Um objeto se desloca ao longo do eixo principal que passa pelo vértice do espelho, se afastando do mesmo com velocidade constante de 5,0 cm/s. No instante $t = 0$ s, o objeto se encontra a 60 cm de distância do vértice do espelho. Assinale a alternativa que indica CORRETAMENTE o instante no qual a imagem do objeto se aproximou 5,0 cm do vértice do espelho.



- a) 2,0 s
b) 4,0 s
c) 6,0 s
d) 8,0 s
e) 10,0 s

9) Considerando um espelho esférico que obedeça às condições de nitidez de Gauss, cujo módulo de sua distância focal seja igual a 10 centímetros, que a imagem obtida seja virtual e maior que o objeto e que a distância entre o espelho e objeto seja de 5 cm, obtenha o tamanho da imagem

- a) 3 cm.
b) 10 cm.
c) Duas vezes maior que o objeto.
d) Três vezes maior que o objeto.
e) Quatro vezes maior que o objeto.

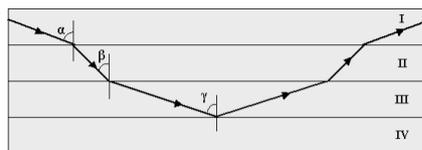
10) Considerados dois espelhos esféricos de raios iguais a $2R$, o primeiro é um espelho côncavo, o segundo convexo. Afirma-se que a distância focal de cada um é igual, respectivamente, a

- a) $-2R$ e $+2R$
b) $+R/2$ e $-R/2$
c) $-1R$ e $+1R$
d) $+1R$ e -1
e) $+2R$ e $-1R$

Óptica: Fenômenos ópticos

1) (EsPCEX 2005) A figura abaixo mostra a trajetória de um feixe de luz monocromático que vem de um meio I, atravessa os meios II e III, é totalmente refletido na interface dos meios III e IV. Os ângulos α, β e γ são os ângulos formados entre as normais às superfícies de

separação dos meios e o feixe de luz monocromático, sendo $\alpha > \gamma > \beta$. Os meios são homogêneos, transparentes, estão em equilíbrio estático e as interfaces são planas e paralelas.



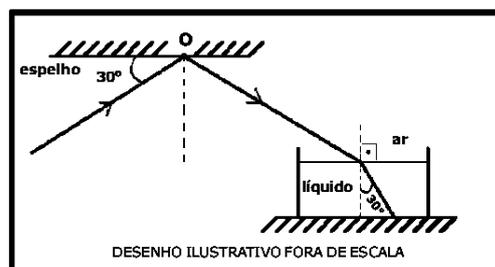
Sabe-se que o índice de refração absoluto do vidro é maior que o da água e que o índice de refração absoluto da água é maior que o do ar. Baseado nestas informações é correto afirmar que os meios I, II, III e IV podem ser, respectivamente:

- a) ar, vidro, água e ar.
b) vidro, ar, água e vidro.
c) água, vidro, ar e água.
d) vidro, água, ar e vidro.
e) ar, água, vidro e ar.

2) (EsPCEX 2016) Um raio de luz monocromática propagando-se no ar incide no ponto O, na superfície de um espelho, plano e horizontal, formando um ângulo de 30° com sua superfície.

Após ser refletido no ponto O desse espelho, o raio incide na superfície plana e horizontal de um líquido e sofre refração. O raio refratado forma um ângulo de 30° com a reta normal à superfície do líquido, conforme o desenho abaixo. Sabendo que o índice de refração do ar é 1, o índice de refração do líquido é:

Dados: $\sin 30^\circ = 1/2$ e $\cos 60^\circ = 1/2$; $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ e $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$



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

3) Um raio de luz incide, desde o ar, na superfície de um líquido, penetrando neste e se desvia de sua direção. Este fenômeno descrito corresponde a um fenômeno luminoso de:

- a) refração.
- b) reflexão.
- c) polarização.
- d) interferência.
- e) difração.

4) Um feixe de luz possui um comprimento de onda de 946 nm no vácuo. Qual será a velocidade, aproximada, desse feixe de luz quando ele atravessar um vidro com índice de refração igual a 1,33?

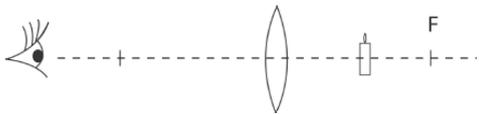
Dado: $c_{\text{vácuo}} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

- a) $6,75 \times 10^8 \text{ m/s}$
- b) $2,25 \times 10^8 \text{ m/s}$
- c) $7,11 \times 10^8 \text{ m/s}$
- d) $5,18 \times 10^8 \text{ m/s}$

5) Em espelhos planos, e no contexto da óptica geométrica, o fenômeno comumente observado com raios de luz é a

- a) reflexão.
- b) refração.
- c) difração.
- d) interferência.

6) Uma pessoa observa uma vela através de uma lente de vidro biconvexa, como representado na figura.



Considere que a vela está posicionada entre a lente e o seu ponto focal F. Nesta condição, a imagem observada pela pessoa é

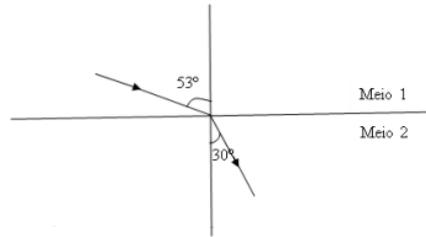
- a) virtual, invertida e maior.
- b) virtual, invertida e menor.
- c) real, direita e menor.
- d) real, invertida e maior.
- e) virtual, direita e maior.

7) Um estudante observa um objeto, posto no fundo de um tanque de 1m de altura preenchido completamente com um líquido transparente, por um ângulo de incidência pequeno, quase perpendicular. Ele observa o objeto a 55cm de profundidade e tenta pegá-lo, mas não o alcança. Qual o índice de refração do líquido contido no tanque? (Dado: $n_{\text{ar}} = 1,00$).

- a) 1,82
- b) 1,61
- c) 1,41
- d) 1,91
- e) 1,11

8) Um raio luminoso passa do meio 1 para o meio 2, como indica a figura abaixo. Sendo o índice de refração absoluto do meio 2 igual a 1,8, calcule o índice de refração absoluto do meio 1.

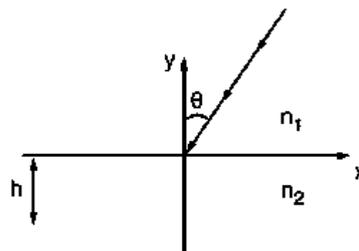
Dados: $\sin 53^\circ = 0,8$ e $\sin 30^\circ = 0,5$.



- a) 2,1
- b) 1,1
- c) 2,4
- d) 1,7
- e) 2,3

9) Em 1968, o físico russo Victor Veselago chamou a atenção para o fato de que nenhum princípio fundamental proíbe a existência de materiais com índice de refração negativo. (...) O fenômeno mais interessante previsto por Veselago aconteceria na interface entre um meio com índice de refração negativo e outro com índice positivo. Um raio de luz que incidisse sobre a fronteira entre os dois meios seria refratado para o lado "errado" da linha normal. Usando a lei de Snell, ao invés de cruzar essa linha, como ocorre quando ambos os meios têm índices de refração positivos, o raio permaneceria sempre do mesmo lado da normal.

Considere uma radiação monocromática que se propaga de um meio com índice de refração positivo, $n_1 = 1,0$, para um meio com índice de refração negativo, $n_2 = -(3)^{-1/2}$, de espessura igual a $h = 1,0 \text{ mm}$. Se o raio incidente forma um ângulo $\theta = 30^\circ$, segundo ilustra a figura, determine a coordenada x do ponto de onde o feixe emerge do meio 2.

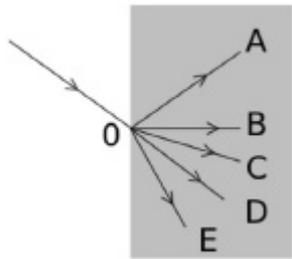


- a) -1,7
- b) -0,5
- c) 0,0

d) 0,5

e) 1,7

10) Um raio de luz, propagando-se no ar, incide no ponto O de um bloco de vidro cujo índice de refração é de 1,5. A figura abaixo representa a situação dos possíveis caminhos ópticos.



Após se refratar, a luz terá sua trajetória no interior do vidro melhor representada por qual raio?

a) OA

b) OB

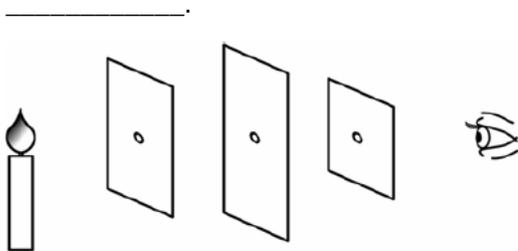
c) OC

d) OD

e) OE

Óptica: Lentes e óptica da visão

1) (EEAR 2019) Considere um observador frente a três anteparos, em um meio homogêneo e transparente, cada um com um orifício em seu respectivo centro, conforme mostra a figura que se segue. Através desses orifícios, o observador consegue enxergar a chama de uma vela devido a um princípio da Óptica Geométrica denominado _____.



a) Princípio da independência dos raios de luz.

b) Princípio da reversibilidade dos raios de luz.

c) Princípio da propagação retilínea da luz.

d) Princípio da reflexão dos raios de luz.

2) Dentre muitas aplicações, a energia solar pode ser aproveitada para aquecimento de água. Suponha que para isso seja utilizada uma lente delgada para concentrar os raios solares em um dado ponto que se pretende aquecer. Assuma que os raios incidentes sejam paralelos ao eixo principal.

Um tipo de lente que pode ser usada para essa finalidade é a lente

a) divergente e o ponto de aquecimento fica no foco.

b) convergente e o ponto de aquecimento fica no vértice.

c) convergente e o ponto de aquecimento fica no foco.

d) divergente e o ponto de aquecimento fica no vértice.

3) Muitas pessoas não enxergam nitidamente objetos em decorrência de deformação no globo ocular ou de acomodação defeituosa do cristalino.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas dos enunciados a seguir, na ordem em que aparecem.

Para algumas pessoas a imagem de um objeto forma-se à frente da retina, conforme ilustrado na figura I abaixo. Esse defeito de visão é chamado de _____, e sua correção é feita com lentes _____.

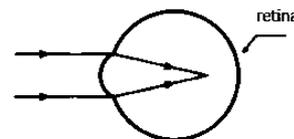


Figura I

Em outras pessoas, os raios luminosos são interceptados pela retina antes de se formar a imagem, conforme representado na figura II abaixo. Esse defeito de visão é chamado de _____, e sua correção é feita com lentes _____.

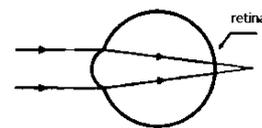


Figura II

a) presbiopia - divergentes - hipermetropia - convergentes

b) presbiopia - divergentes - miopia - convergentes

c) hipermetropia - convergentes - presbiopia - divergentes

d) miopia - convergentes - hipermetropia - divergentes

e) miopia - divergentes - hipermetropia - convergentes

4) Algumas crianças, ao brincarem de esconde esconde, tapam os olhos com as mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas.

Essa percepção da criança contraria o conhecimento científico porque, para serem vistos, os objetos

a) refletem partículas de luz (fótons), que atingem os olhos.

b) geram partículas de luz (fótons), que atingem fonte externa.

c) são atingidos por partículas de luz (fótons), emitidas pelos olhos.

d) refletem partículas de luz (fótons), que se chocam com os fótons emitidos pelos olhos.

e) são atingidos pelas partículas de luz (fótons), emitidas pela fonte externa e pelos olhos.

5) Após insistentes reclamações de que não conseguia enxergar adequadamente as anotações escritas pelos professores na lousa da sala de aula, a jovem Gabrielle é

levada a um médico oftalmologista. Ao sair do consultório, verifica a receita do médico e percebe que terá que usar óculos cujas lentes serão esféricas divergentes e cilíndricas. Assinale a opção abaixo que indica os defeitos visuais que serão corrigidos com o uso dessas lentes.

- a) Hipermetropia e presbiopia
- b) Miopia e presbiopia
- c) Hipermetropia e astigmatismo
- d) Miopia e astigmatismo
- e) Hipermetropia e estrabismo

6) (EsPCEx 2015) Um estudante foi ao oftalmologista, reclamando que, de perto, não enxergava bem. Depois de realizar o exame, o médico explicou que tal fato acontecia porque o ponto próximo da vista do rapaz estava a uma distância superior a 25 cm e que ele, para corrigir o problema, deveria usar óculos com “lentes de 2,0 graus”, isto é, lentes possuindo vergência de 2,0 dioptrias.

Do exposto acima, pode-se concluir que o estudante deve usar lentes

- a) divergentes com 40 cm de distância focal.
- b) divergentes com 50 cm de distância focal.
- c) divergentes com 25 cm de distância focal.
- d) convergentes com 50 cm de distância focal.
- e) convergentes com 25 cm de distância focal.

7) (EsPCEx 2011) Um objeto é colocado sobre o eixo principal de uma lente esférica delgada convergente a 70 cm de distância do centro óptico. A lente possui uma distância focal igual a 80 cm. Baseado nas informações anteriores, podemos afirmar que a imagem formada por esta lente é:

- a) real, invertida e menor que o objeto.
- b) virtual, direita e menor que o objeto.
- c) real, direita e maior que o objeto.
- d) virtual, direita e maior que o objeto.
- e) real, invertida e maior que o objeto.

8) Um dos mais elementares instrumentos ópticos de aumento é a lupa. Entretanto, apresenta limitações em seu aumento nominal devido ao valor reduzido da distância mínima de visão distinta e as deformações na imagem do objeto, o que limita o aumento da convergência. Para solucionar esses problemas, pode-se associar a lupa a uma lente convergente, criando um sistema óptico com duas lentes convergentes. O instrumento óptico que utiliza esse sistema de duas lentes convergentes é:

- a) binóculo.
- b) telescópio refletor.
- c) microscópio simples.
- d) microscópio composto.

9) Usando uma lupa comum, de vergência 12,5 di, Guilhermina tentava ler sua Bíblia, de letras bem pequenas, mantendo sempre tal livro a uma distância de 6 cm de seu instrumento (a lupa).

Sabendo que uma letra no papel tem uma altura real de 5 mm, sua imagem gerada pela lupa tem altura de

- a) 25,0 mm.
- b) 22,5 mm.
- c) 20,0 mm.
- d) 17,5 mm.
- e) 15,0 mm.

10) Um fabricante de lentes prepara uma lente delgada a partir de um pedaço de vidro cilíndrico. Como resultado final, a lente tem uma face côncava e outra convexa, sendo que o raio de curvatura da face côncava é maior que o raio de curvatura da face convexa. Sobre a lente fabricada, considere as afirmativas:

I. A lente é para construir um óculos para correção de miopia.

II. A lente é para construir um óculos para correção de hipermetropia.

III. A lente é de distância focal negativa.

IV. A lente tem uma vergência (grau) positiva.

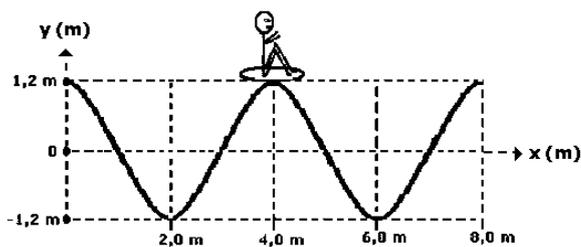
V. A lente trata-se de um menisco biconvexo.

Assinale a alternativa que corresponde às afirmativas CORRETAS.

- a) Somente as afirmativas I, III e V estão corretas.
- b) Somente as afirmativas III e IV estão corretas.
- c) Somente as afirmativas II, III e V estão corretas.
- d) Somente as afirmativas II e IV estão corretas.
- e) Somente as afirmativas I, III e IV estão corretas.

Ondulatória: Estudo matemático

1) (EsPCEEx 2014) Uma das atrações mais frequentadas de um parque aquático é a “piscina de ondas”. O desenho abaixo representa o perfil de uma onda que se propaga na superfície da água da piscina em um dado instante. Um rapaz observa, de fora da piscina, o movimento de seu amigo, que se encontra em uma boia sobre a água e nota que, durante a passagem da onda, a boia oscila para cima e para baixo e que, a cada 8 segundos, o amigo está sempre na posição mais elevada da onda. O motor que impulsiona as águas da piscina gera ondas periódicas. Com base nessas informações, e desconsiderando as forças dissipativas na piscina de ondas, é possível concluir que a onda se propaga com uma velocidade de



desenho ilustrativo-fora de escala

- a) 0,15 m/s
- b) 0,30 m/s
- c) 0,40 m/s
- d) 0,50 m/s
- e) 0,60 m/s

2) Considere que:

a frequência cardíaca máxima de uma pessoa, em batimentos por minuto (bpm), é a diferença entre uma constante K e a idade da pessoa. O valor de K para um homem é 220 e, para uma mulher, K é 226.

a frequência cardíaca ideal para queimar gordura e emagrecer durante um treino é de 60% a 75% da frequência cardíaca máxima.

Dessa forma, a frequência cardíaca ideal para queimar gordura e emagrecer durante um treino para um homem de 40 anos, em bpm, varia de

- a) 114 a 143.
- b) 111 a 139.
- c) 108 a 135.
- d) 105 a 132.
- e) 102 a 128.

3) Os raios X são ondas eletromagnéticas mais energéticas que as ondas da luz visível. Uma das aplicações dos raios X é a radiografia, que permite visualizar estruturas internas do corpo humano. Um equipamento de raios X, ajustado para realizar radiografias do tórax, produz raios X de frequência $3,0 \times 10^{19}$ Hz.

Calcule o comprimento de onda destes raios X quando se propagam no vácuo. Dado: velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.

- a) $0,1 \times 10^{-10}$ m
- b) $0,2 \times 10^{-9}$ m
- c) $0,3 \times 10^{-8}$ m
- d) $0,4 \times 10^{-7}$ m
- e) $0,5 \times 10^{-6}$ m

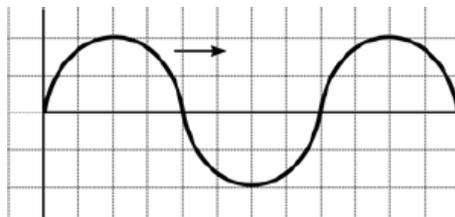
4) Utilizando um aparelho de “scanner” ultrassônico, é possível visualizar estruturas anatômicas tão pequenas quanto o comprimento de onda da onda sonora empregada. Considere que a onda sonora gerada por esse dispositivo se propaga em certo tecido humano com velocidade de 1450 m/s. Se o “scanner” ultrassônico opera com ondas sonoras de frequência 5,0 MHz, onde $1 \text{ MHz} = 10^6$ Hz, a onda sonora nesse tecido tem comprimento de onda igual a:

- a) 0,29 mm
- b) 0,56 mm
- c) 4,54 mm
- d) 8,32 mm
- e) 12,2 mm

5) Uma onda senoidal, originária de um pulso na extremidade de um fio, possui frequência de 65 Hz e comprimento de onda de 0,4 m. O tempo gasto pela onda para percorrer 13 m é:

- a) 0,4 s.
- b) 0,5 s.
- c) 0,6 s.
- d) 0,8 s.

6) Um garoto mexendo nos pertences de seu pai, que é um professor de física, encontra um papel quadriculado como a figura a seguir.



Suponha que a figura faça referência a uma onda periódica, propagando-se da esquerda para a direita. Considerando que no eixo das abscissas esteja representado o tempo (em segundos), que no eixo das ordenadas esteja representada a amplitude da onda (em metros), que o comprimento de onda seja de 8m e que cada quadradinho da escala da figura tenha uma área numericamente igual a 1, a sua velocidade de propagação (em metros por segundo) será de:

- a) 0,25 b) 1 c) 8 d) 16

7) Considerando as velocidades de propagação da luz em dois meios homogêneos e distintos, respectivamente iguais a 200.000km/s e 120.000km/s, determine o índice de refração relativo do primeiro meio em relação ao segundo. Considere a velocidade da luz no vácuo, igual a 300.000km/s.

- a) 0,6
- b) 1,0
- c) 1,6
- d) 1,7

8) Uma pessoa conduz um veículo em alta velocidade e se assusta ao passar por uma sirene aguda (15 kHz) fixada em uma placa de alerta ao lado da pista. O susto ocorre, pois ela começa a ouvir o ruído da sirene no momento em que a cruza. Considerando os limites do audível de um ser humano, entre 20 Hz e 20 kHz, a que velocidade mínima a pessoa estava para não ter ouvido a sirene durante a aproximação? (Dado: velocidade do som = 330 m/s).

- a) 1188 km/h
- b) 185 km/h
- c) 496 km/h
- d) 397 km/h
- e) 236 km/h

9) Uma embarcação oceânica inspeciona o fundo do mar com ondas ultrassônicas, que se propagam a 1530 m/s na água do mar. Assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a profundidade, em m, diretamente abaixo da embarcação se o tempo de retardo do eco for igual a 4 s.

- a) 765
- b) 1530
- c) 3060
- d) 4590
- e) 6120

10) Uma corda de 1,5 m de comprimento está fixa em suas extremidades e vibra na configuração estacionária. Existem dois nós intermediários. Conhecida a frequência de vibração, igual a 1000 Hz, podemos afirmar que a velocidade da onda na corda é:

- a) 500 m/s.
- b) 1000 m/s.
- c) 250 m/s.
- d) 100 m/s.
- e) 200 m/s.

Ondulatória: Fenômenos ondulatórios

1) (EsPCEEx 2018) Com relação às ondas, são feitas as seguintes afirmações:

- I. As ondas mecânicas propagam-se somente em meios materiais.
- II. As ondas eletromagnéticas propagam-se somente no vácuo.
- III. As micro-ondas são ondas que se propagam somente em meios materiais.

Das afirmações acima está(ão) correta(s) apenas a(s)

- a) I.
- b) II.
- c) I e III.
- d) I e II.
- e) II e III.

2) Existe uma possibilidade de mudar a frequência de uma onda eletromagnética por simples reflexão. Se a superfície refletora estiver em movimento de aproximação ou afastamento da fonte emissora, a onda refletida terá, respectivamente, frequência maior ou menor do que a onda original.

Esse fenômeno, utilizado pelos radares (RaDAR é uma sigla de origem inglesa: Radio Detection And Ranging), é conhecido como efeito

- a) Doppler.
- b) Faraday.
- c) Fotoelétrico.
- d) Magnus.
- e) Zeeman.

3) Em determinadas situações de propagação, ondas conseguem se desviar, contornar obstáculos, se espalhar ou passar por fendas em seu caminho. Esse fenômeno é chamado difração e ocorre quando o comprimento de onda é da mesma ordem de grandeza das dimensões do obstáculo ou da fenda por onde ela passa. Dessa forma, o fenômeno da difração explica o fato

- a) da luz propagando-se pelo ar conseguir atravessar a fronteira ar-água e passar a propagar-se pela água de uma piscina.
- b) de ser possível, de dentro de um quarto, ouvir uma pessoa falando fora dele, próxima à porta aberta, mesmo não conseguindo vê-la.
- c) dos sinais de duas emissoras com frequências parecidas se misturarem, reduzindo a nitidez do som.
- d) da formação de um arco-íris no céu, em determinados dias em que ocorre chuva com sol.

e) de ser possível ouvir o eco da própria voz quando se grita em um lugar aberto.

4) No estudo de ondulatória, um dos fenômenos mais abordados é a reflexão de um pulso numa corda. Quando um pulso transversal propagando-se em uma corda devidamente tensionada encontra uma extremidade fixa, o pulso retorna à mesma corda, em sentido contrário e com

- a) inversão de fase.
- b) alteração no valor da frequência.
- c) alteração no valor do comprimento de onda.
- d) alteração no valor da velocidade de propagação.

5) Leia com atenção o texto que segue.

A luz propaga-se com 300.000 km/s no vácuo, propaga-se com uma velocidade ligeiramente menor no ar e, na água, com aproximadamente três quartos de sua velocidade de propagação no vácuo. Em um diamante, por exemplo, a luz se propaga com cerca de 40% do valor de sua rapidez no vácuo. Quando a luz altera seu meio de propagação, além de alterar sua velocidade, ela será desviada, a menos que sua incidência seja perpendicular a superfície de separação dos meios.

O texto refere-se a um fenômeno ondulatório denominado

- a) Refração.
- b) Reflexão.
- c) Interferência.
- d) Difração.

6) Considere as afirmações abaixo, sobre o fenômeno da difração.

I - A difração é um fenômeno ondulatório que ocorre apenas com ondas sonoras.

II - A difração que ocorre quando uma onda atravessa uma fenda é tanto mais acentuada quanto menor for a largura da fenda.

III - A difração que ocorre quando uma onda atravessa uma fenda é tanto mais acentuada quanto maior for o comprimento de onda da onda.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

7) Uma lâmpada de filamento, quando acesa, tem seu bulbo bastante aquecido. Imagine-se em uma sala onde a luz emitida por essa lâmpada passa por uma fenda atravessando, em seguida, um prisma de acrílico.

Essa luz irá produzir, em um anteparo, um espectro

- a) discreto de emissão com linhas escuras.
- b) discreto de absorção com linhas escuras.
- c) discreto de emissão com linhas claras.
- d) contínuo de emissão.
- e) contínuo de absorção.

8) A equação do efeito Doppler, mostrada abaixo, relaciona as frequências (f_{obs}) ouvidas por um observador estacionário que recebe o som emitido pela sirene de uma ambulância quando esta se aproxima ou se afasta dele.

$$f_{obs} = f \left(\frac{v}{v \mp v_a} \right)$$

Nessa equação, v é a velocidade do som no ar, v_a é a velocidade da ambulância e f é a frequência própria da sirene (ouvida dentro da ambulância). O sinal (\mp) permite distinguir a frequência do som em duas situações: quando a ambulância se aproxima e quando ela se afasta do observador estacionário, conforme ilustra a figura a seguir.



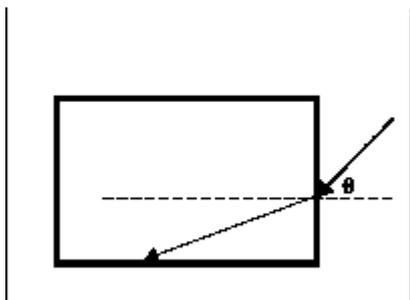
Em uma situação em que a velocidade da ambulância seja um décimo da velocidade do som no ar e a frequência própria da sirene seja de 198 Hz, um observador parado perceberá o som da sirene

- a) na frequência de 220 Hz, se a ambulância estiver se afastando.
- b) na frequência de 18 Hz, se a ambulância estiver se aproximando.
- c) na frequência de 180 Hz, se a ambulância estiver se aproximando.
- d) com uma diferença de 40 Hz entre a frequência de aproximação e a de afastamento.
- e) com uma diferença de 990 Hz entre a frequência de aproximação e a de afastamento.

9) Sobre uma lâmina de faces planas e paralelas imersa no ar, é incidido um feixe de luz com um ângulo de 45° . Qual deve ser o ângulo desse feixe ao sair em relação à normal, sabendo que a espessura e o índice de refração dessa lâmina são 1,5?

- a) 45°
- b) 3°
- c) 15°
- d) 30°
- e) $67,5^\circ$

10) A figura representa um raio de luz monocromática se propagando na água, de índice de refração igual a 1,3, que, em seguida, incide sobre o bloco de vidro, de índice de refração igual a 1,5.



Considere $\cos 30^\circ = \sin 60^\circ = 0,87$; $\cos 60^\circ = \sin 30^\circ = 0,50$. Nessas condições, o ângulo de incidência, θ , do raio incidente para que ocorra reflexão total no vidro, é, aproximadamente, igual a

- a) $\text{arc sen}(0,93)$
- b) $\text{arc sen}(0,87)$
- c) $\text{arc sen}(0,75)$
- d) $\text{arc sen}(0,58)$
- e) $\text{arc sen}(0,50)$

Ondulatória: Ondas estacionárias

1) Para causar queimaduras na pele por irradiação ultravioleta, são necessários $5,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$ para romper a ligação química da célula. Sabendo que a relação entre energia (E) e comprimento de onda (λ) é dada por $E = 2,0 \cdot 10^{-25} / \lambda$, o comprimento de onda de luz necessário para que isso aconteça é, aproximadamente, em 10^{-9}m ,

- a) 112
- b) 200
- c) 299
- d) 357
- e) 560

2) Uma onda estacionária, de frequência igual a 30Hz, é estabelecida em uma corda vibrante fixa nos extremos.

Sabendo-se que a frequência imediatamente superior a essa, que pode ser estabelecida na mesma corda, é de 36Hz, a frequência fundamental da corda é igual, em Hz, a

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5
- e) 6

3) Uma corda de um violino, cuja densidade é 10 gramas por metro, está sujeita a uma força de tração de 100N. Qual a velocidade do som nesta corda?

- a) 340 m/s;
- b) 250 m/s;
- c) 200 m/s;
- d) 150 m/s;
- e) 100 m/s.

4) Nos instrumentos musicais que utilizam cordas para a produção de som, estas devem estar bem dimensionadas e ajustadas para que se obtenha o som desejado. Considere que uma das cordas de um dado instrumento musical possui 50 cm de comprimento e 5 g de massa. Quando sujeita a uma tração de 100 N, estabelecem-se nesta corda ondas estacionárias.

Qual é a frequência do terceiro harmônico?

- a) 100 Hz.
- b) 200 Hz.
- c) 300 Hz.
- d) 400 Hz.
- e) 500 Hz.

5) Uma orquestra é formada por instrumentos musicais de várias categorias. Entre os instrumentos de sopro, temos a flauta, que é, essencialmente, um tubo sonoro aberto nas duas extremidades. Uma dessas flautas tem comprimento $L = 34 \text{ cm}$. Considere que a velocidade do som no local vale $v_{\text{som}} = 340 \text{ m/s}$. Levando em consideração os dados apresentados, assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor da menor frequência (chamada de frequência fundamental) que essa flauta pode produzir.

- a) 100 Hz.
- b) 250 Hz.
- c) 500 Hz.
- d) 1000 Hz.
- e) 1500 Hz.

6) Considere as proposições sobre uma onda eletromagnética.

I. É uma oscilação de um campo elétrico perpendicular a uma oscilação do campo magnético que se propaga em uma direção mutuamente perpendicular a ambos os campos.

II. Propaga-se pelo vácuo com uma velocidade constante.

III. A radiação de micro-ondas não é um exemplo de onda eletromagnética.

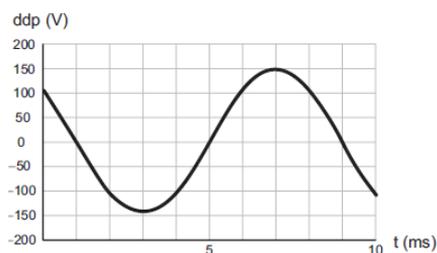
IV. As ondas sonoras são exemplos de onda eletromagnética.

V. Quando uma radiação eletromagnética é transmitida de um meio para outro, altera-se sua velocidade e seu comprimento de onda.

Assinale a afirmativa correta.

- a) Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I, II e V são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.

7) O osciloscópio é um instrumento que permite observar uma diferença de potencial (ddp) em um circuito elétrico em função do tempo ou em função de outra ddp. A leitura do sinal é feita em uma tela sob a forma de um gráfico tensão x tempo.



BOMFIM, M. Disponível em: www.ufpr.br. Acesso em: 14 ago. 2012 (adaptado).

A frequência da oscilação do circuito elétrico estudado é mais próxima de

- a) 300 Hz.
- b) 250 Hz.
- c) 200 Hz.
- d) 150 Hz.
- e) 125 Hz.

8) Um forno de micro-ondas comum é utilizado para esterilizar tubos de vidro. As ondas eletromagnéticas são emitidas ao longo de uma cavidade ressonante com comprimento $L = 36$ cm. Suponha que se forma um padrão de onda estacionária na cavidade, com nós nas suas paredes metálicas. Considere que a frequência das ondas é $f = 2,5$ GHz, onde 1 GHz = 10^9 Hz. Calcule quantos nós da onda estacionária existem entre as paredes da cavidade. Considere a velocidade da luz no ar como sendo $c = 3 \times 10^8$ m/s.

- a) 1
- b) 3
- c) 7
- d) 9
- e) 5

9) Quando se considera a luz apenas com seu caráter ondulatório, NÃO É possível explicar o efeito:

- a) Doppler.
- b) Difração.

- c) Luminoso.
- d) Fotoelétrico.
- e) Joule.

10) Quando ocorrem terremotos, dois tipos de onda se propagam pela Terra: as primárias e as secundárias. Devido a suas características físicas e do meio onde se propagam, elas possuem velocidades diferentes, o que permite, por exemplo, obter o local de onde foi desencadeado o tremor, chamado de epicentro.

Considere uma situação em que ocorreu um terremoto e um aparelho detecta a passagem de uma onda primária às 18h42min20s e de uma secundária às 18h44min00s. A onda primária se propaga com velocidade constante de 8,0 Km/s, ao passo que a secundária se desloca com velocidade constante de 4,5 Km/s.

Com base em tais dados, estima-se que a distância do local onde estava o aparelho até o epicentro desse tremor é, aproximadamente, de:

- a) 800 km
- b) 350 km
- c) 1.250 km
- d) 1.030 km

Ondulatória: Qualidade do som

1) (EsPCEEx 2005) Um barítono emite um som uníssono na frequência de 180 Hz. Sabendo que a velocidade do som no ar é constante e igual a 324 m/s, pode-se afirmar que o comprimento de onda do som emitido pelo barítono é de:

- a) 2,4 m
- b) 1,8 m
- c) 0,9 m
- d) 0,6 m
- e) 0,5 m

2) Um professor de música esbraveja com seu discípulo: "Você não é capaz de distinguir a mesma nota musical emitida por uma viola e por um violino!". A qualidade do som que permite essa distinção à que se refere o professor é a (o)

- a) altura.
- b) timbre.
- c) intensidade.
- d) velocidade de propagação.

3) A velocidade do som no ar é de aproximadamente 340 m/s. Se o ser humano é capaz de ouvir sons de 20 a 20000 Hz, qual o maior comprimento de onda, em metros, audível para uma pessoa com audição perfeita?

- a) 1,7
- b) 17

c) 170

d) 1700

4) Na Bíblia Sagrada, em GÊNESIS, capítulo 1, versículos 1 a 5, lê-se:

1 – No princípio, Deus criou os céus e a terra.

2 – A terra, entretanto, era sem forma e vazia. A escuridão cobria o mar que envolvia toda a terra, e o Espírito de Deus se movia sobre a face das águas.

3 – Disse Deus: “Haja luz!”, e houve luz.

4 – Viu Deus que a luz era boa; e separou a luz das trevas.

5 – Chamou Deus à luz “Dia”, e às trevas chamou “Noite”. Houve, então, a tarde e a manhã: o primeiro dia.

Ao comparar-se a luz (onda luminosa) com o som (onda sonora), afirma-se que

I – a luz é uma onda transversal, e o som, uma onda longitudinal.

II – a luz é uma onda eletromagnética, e o som, uma onda mecânica.

III – no ar, a velocidade com que a luz se propaga é menor que a do som.

Sobre as proposições anteriores, pode-se afirmar que

a) apenas I está correta.

b) apenas I e II estão corretas.

c) apenas I e III estão corretas.

d) apenas II e III estão corretas.

e) I, II e III estão corretas.

5) Um adolescente de 12 anos, percebendo alterações em sua voz, comunicou à sua mãe a situação observada com certa regularidade. Em determinados momentos apresentava tom de voz fina em outros momentos tom de voz grossa. A questão relatada pelo adolescente refere-se a uma qualidade do som denominada:

a) altura.

b) timbre.

c) velocidade.

d) intensidade.

6) O equipamento de ultrassom pode gerar ondas mecânicas com frequências da ordem de 5×10^6 Hz. Utilizado na medicina, ele auxilia o diagnóstico médico ao permitir a visualização de formas e movimentos internos de órgãos do corpo humano.

Supondo que a velocidade dessas ondas no tecido humano é aproximadamente 1.500 m/s, qual o comprimento de onda empregado pelo ultrassom?

a) 2,5 mm;

b) 0,3 mm;

c) 30 mm;

d) 2,5 m.

7) Um dos problemas fundamentais do sistema auditivo humano é a dificuldade para transmitir as ondas sonoras do ar para o líquido da orelha interna. Dificuldade semelhante ocorre quando uma onda sonora, propagando-se no ar, incide perpendicularmente na superfície de separação ar-água. Nessa situação, apenas 0,1% da energia das ondas penetra na água e o restante retorna para o ar.

Em outras palavras, da energia da onda incidente,

a) 99,9% sofre difração.

b) 99,9% sofre refração.

c) 0,1% sofre difração.

d) 0,1% sofre reflexão.

e) 99,9% sofre reflexão.

8) A tabela abaixo apresenta a frequência f de três diapasões.

Diapasão	f (Hz)
d_1	264
d_2	352
d_3	440

Considere as afirmações abaixo.

I - A onda sonora que tem o maior período é a produzida pelo diapásão d_1 .

II - As ondas produzidas pelos três diapasões, no ar, têm velocidades iguais.

III- O som mais grave é o produzido pelo diapásão d_3 .

Quais estão corretas?

a) Apenas I.

b) Apenas II.

c) Apenas III.

d) Apenas I e II.

e) I, II e III.

9) Considere duas ondas sonoras que produzem variações na pressão em um mesmo ponto do espaço por onde elas se propagam.

Caso a pressão nesse ponto seja dada por $P = 5 + 2\cos(4t)$ quando uma das ondas passa, e $P = 5 + 2\sin(4t)$ quando a outra passa pelo ponto, é correto afirmar que as duas ondas têm

a) amplitudes diferentes.

b) mesmo timbre.

c) frequências diferentes.

d) mesma fase.

10) A professora de física, Helena, tem saudade do seu falecido cão chamado Hertz. O fantástico cachorro, quando ladrava, emitia um som cujo nível de intensidade, medido por sua dona, era de 65,0 dB. Em um belo sonho, Helena viu seu saudoso animal de estimação acompanhado por mais dois cães idênticos. Se fossem três cachorros Hertz latindo simultaneamente, em uníssono, qual seria o nível de intensidade sonora?

- a) 69,48 dB.
- b) 195 dB.
- c) 27,4 dB.
- d) 65 dB.
- e) 69,8 dB.

Efeito Doppler

1) (PUCCAMP-SP) Um professor lê o seu jornal sentado no banco de uma praça e, atento às ondas sonoras, analisa três eventos:

I – O alarme de um carro dispara quando o proprietário abre a tampa do porta-malas.

II – Uma ambulância se aproxima da praça com a sirene ligada.

III – Um mau motorista, impaciente, após passar pela praça, afasta-se com a buzina permanentemente ligada.

O professor percebe o efeito Doppler apenas:

- a) no evento I, com frequência sonora invariável
- b) nos eventos I e II, com diminuição da frequência
- c) nos eventos I e III, com aumento da frequência
- d) nos eventos II e III, com diminuição da frequência em II e aumento em III
- e) nos eventos II e III, com aumento da frequência em II e diminuição em III

2) (EFEI-MG) Uma pessoa parada na beira de uma estrada vê um automóvel aproximar-se com velocidade 0,1 da velocidade do som no ar. O automóvel está buzinando, e a sua buzina, por especificação do fabricante, emite um som puro de 990 Hz.

O som ouvido pelo observador terá uma frequência de:

- a) 900 Hz
- b) 1 100 Hz
- c) 1 000 Hz
- d) 99 Hz
- e) Não é possível calcular por não ter sido dada a velocidade do som no ar.

3) Um carro trafega a 20 m/s em uma estrada reta. O carro se aproxima de uma pessoa, parada no acostamento, querendo atravessar a estrada. O motorista do carro, para alertá-la, toca a buzina, cujo som, por ele ouvido, tem 640

Hz. A frequência do som da buzina percebida pela pessoa parada é, aproximadamente,

Considere: a velocidade do som no ar é igual a 340 m/s e não há vento.

- a) 760 Hz
- b) 720 Hz
- c) 640 Hz
- d) 600 Hz
- e) 680 Hz

4) Um observador ouve o apito de um trem se aproximando e depois se afastando, conforme figuras 1 e 2.



Sabendo que o apito do trem soa com frequência natural contínua, a frequência do apito ouvida pelo observador

- a) aumenta na aproximação e permanece constante no afastamento do trem.
- b) aumenta tanto na aproximação quanto no afastamento do trem.
- c) é constante tanto na aproximação quanto no afastamento do trem.
- d) aumenta na aproximação e diminui no afastamento do trem.
- e) diminui na aproximação e aumenta no afastamento do trem.

5) Ao cruzar um sinal vermelho, um motorista foi imediatamente parado por um policial. Ao justificar sua atitude errada, o motorista disse que por causa do efeito Doppler percebeu o sinal verde e não vermelho. Sabendo que as frequências das radiações monocromáticas vermelha e verde são, respectivamente, $4,5 \cdot 10^{17}$ Hz e $6,0 \cdot 10^{17}$ Hz, determine a velocidade que o motorista deveria estar para que sua justificativa pudesse ser verdadeira.

Adote a velocidade da luz como $3 \cdot 10^8$ m/s

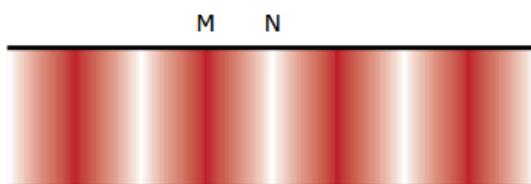
- a) $25 \cdot 10^7$ km/h
- b) $30 \cdot 10^7$ km/h
- c) $35 \cdot 10^7$ km/h
- d) $38 \cdot 10^7$ km/h
- e) $40 \cdot 10^7$ km/h

6) Ao tocar um violão, um músico produz ondas nas cordas desse instrumento. Em consequência, são produzidas ondas sonoras que se propagam no ar. Comparando-se uma onda produzida em uma das cordas do violão com a onda sonora correspondente, é CORRETO:

afirmar que as duas têm

- A) a mesma amplitude.
- B) a mesma frequência.
- C) a mesma velocidade de propagação.
- D) o mesmo comprimento de onda.

7) Uma onda sonora de uma determinada frequência está se propagando dentro de um tubo com gás. A figura representa, em um dado instante, a densidade de moléculas do gás dentro do tubo: região mais escura corresponde à maior densidade. Se a fonte sonora que emitiu esse som aumentar sua intensidade:

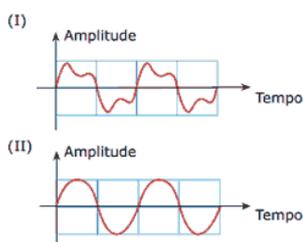


- A) a densidade do gás na região M aumenta e a densidade em N diminui.
- B) a densidade do gás na região M diminui e a densidade em N aumenta.
- C) a distância entre as regiões M e N aumenta.
- D) a distância entre as regiões M e N diminui.

8) Em linguagem técnica, um som que se propaga no ar pode ser caracterizado, entre outros aspectos, por sua altura e por sua intensidade. Os parâmetros físicos da onda sonora que correspondem às características mencionadas são, respectivamente,

- A) comprimento de onda e velocidade.
- B) amplitude e velocidade.
- C) velocidade e amplitude.
- D) amplitude e frequência.
- E) frequência e amplitude.

9) Ondas sonoras emitidas no ar por dois instrumentos musicais distintos, I e II, têm suas amplitudes representadas em função do tempo pelos gráficos a seguir.



A propriedade que permite distinguir o som dos dois instrumentos é

- A) o comprimento de onda.
- B) a amplitude.
- C) o timbre.
- D) a velocidade de propagação.
- E) a frequência.

10) Um pesquisador percebe que a frequência de uma nota emitida pela buzina de um automóvel parece cair de 284 Hz para 266 Hz à medida que o automóvel passa por ele. Sabendo que a velocidade do som no ar é 330 m/s, qual das alternativas melhor representa a velocidade do automóvel?

- a) 10,8 m/s
- b) 21,6 m/s
- c) 5,4 m/s
- d) 16,2 m/s
- e) 8,6 m/s

Gabarito

Exercícios – Mecânica: cinemática - MRU

Gabarito: 1-C, 2-C, 3-C, 4-C, 5-A, 6-A, 7-E, 8-C, 9-B, 10-A, 11-E, 12-B, 13-C, 14-A, 15-D, 16-D, 17-E, 18-C, 19-D, 20-C.

Exercícios – Mecânica: cinemática - MRUV

Gabarito: 1-A, 2-C, 3-B, 4-D, 5-B, 6-A, 7-B, 8-D, 9-B, 10-E, 11-E, 12-D, 13-B, 14-E, 15-B, 16-A, 17-D, 18-D, 19-E, 20-D.

Exercícios – Mecânica: cinemática – Movimento vertical

Gabarito: 1-A, 2-C, 3-A, 4-D, 5-C, 6-C, 7-D, 8-C, 9-C, 10-E.

Exercícios – Mecânica: cinemática – Lançamento horizontal e oblíquo

Gabarito: 1-A, 2-A, 3-B, 4-C, 5-C, 6-C, 7-B, 8-E, 9-D, 10-A, 11-C, 12-B, 13-B, 14-E, 15-D, 16-B, 17-E, 18-E, 19-E, 20-D.

Exercícios – Mecânica: cinemática – Movimento circular

Gabarito: 1-A, 2-D, 3-D, 4-C, 5-E, 6-C, 7-B, 8-A, 9-B, 10-D, 11-B, 12-D, 13-C, 14-C, 15-D.

Exercícios – Mecânica: cinemática – MHS

Gabarito: 1-B, 2-E, 3-E, 4-A, 5-D, 6-D, 7-C, 8-D, 9-B, 10-C.

Mecânica: dinâmica – Leis de Newton

Gabarito: 1-E, 2-D, 3-E, 4-B, 5-D, 6-C, 7-D, 8-D, 9-E, 10-B, 11-C, 12-D, 13-C, 14-B, 15-A, 16-D, 17-D, 18-E, 19-E, 20-A.

Mecânica: dinâmica – Trabalho e energia

Gabarito: 1-B, 2-D, 3-E, 4-E, 5-B, 6-E, 7-A, 8-B, 9-A, 10-A, 11-B, 12-C, 13-B, 14-A, 15-E.

Mecânica: dinâmica – Força centrípeta

Gabarito: 1-B, 2-D, 3-B, 4-C, 5-C, 6-C, 7-B, 8-C, 9-D, 10-E.

Mecânica: dinâmica – Força elástica

Gabarito: 1-B, 2-C, 3-A, 4-A, 5-C, 6-E, 7-B, 8-B, 9-E, 10-E.

Mecânica: dinâmica – Colisões

Gabarito: 1-C, 2-B, 3-B, 4-D, 5-C, 6-E, 7-C, 8-D, 9-B, 10-C.

Mecânica: dinâmica – Impulso e quantidade de movimento

Gabarito: 1-D, 2-B, 3-C, 4-B, 5-C, 6-B, 7-E, 8-C, 9-E, 10-E.

Mecânica: dinâmica – Plano inclinado

Gabarito: 1-A, 2-C, 3-A, 4-C, 5-C, 6-E, 7-A, 8-D, 9-B, 10-A.

Mecânica: dinâmica – Plano inclinado

Gabarito: 1-A, 2-B, 3-C, 4-A, 5-A, 6-C, 7-E, 8-A, 9-B, 10-E.

Mecânica: dinâmica – Sistemas conservativos e dissipativos

Gabarito: 1-B, 2-B, 3-B, 4-D, 5-E, 6-C, 7-D, 8-B, 9-B, 10-A.

Mecânica: dinâmica – Sistemas de blocos

Gabarito: 1-C, 2-E, 3-D, 4-D, 5-C, 6-E, 7-C, 8-A, 9-C, 10-B.

Mecânica: Estática

Gabarito: 1-E, 2-E, 3-D, 4-A, 5-D, 6-C, 7-A, 8-D, 9-A, 10-D.

Mecânica: Hidrostática

Gabarito: 1-B, 2-B, 3-C, 4-C, 5-C, 6-E, 7-B, 8-B, 9-D, 10-B, 11-C, 12-D, 13-B, 14-C, 15-C, 16-D, 17-D, 18-E, 19-D, 20-C, 21-B, 22-D, 23-D, 24-A, 25-E, 26-E, 27-C, 28-C, 29-D, 30-E.

Mecânica: Gravitação universal

Gabarito: 1-B, 2-D, 3-B, 4-C, 5-C, 6-C, 7-D, 8-D, 9-C, 10-E, 11-D, 12-E, 13-A, 14-D, 15-B, 16-B, 17-C, 18-A, 19-D, 20-E, 21-C, 22-C, 23-E, 24-A, 25-D, 26-B, 27-D, 28-C, 29-A, 30-D.

Eletrostática

Gabarito: 1-A, 2-A, 3-D, 4-A, 5-A, 6-D, 7-B, 8-D, 9-A, 10-E, 11-A, 12-C, 13-B, 14-B, 15-B, 16-A, 17-A, 18-E, 19-E, 20-C, 21-A, 22-A, 23-D, 24-C, 25-E, 26-B, 27-E, 28-A, 29-A, 30-A.

Eletrodinâmica

Gabarito: 1-A, 2-A, 3-E, 4-B, 5-C, 6-D, 7-C, 8-D, 9-A, 10-B, 11-C, 12-A, 13-B, 14-B, 15-B, 16-E, 17-E, 18-A, 19-B, 20-A, 21-D, 22-C, 23-D, 24-B, 25-A, 26-A, 27-C, 28-E, 29-D, 30-D.

ELETROMAGNETISMO

Gabarito: 1-E, 2-B, 3-A, 4-D, 5-D, 6-C, 7-C, 8-B, 9-A, 10-C, 11-B, 12-E, 13-A, 14-E, 15-B, 16-A, 17-C, 18-A, 19-A, 20-B, 21-A, 22-A, 23-D, 24-A, 25-B, 26-D, 27-B, 28-A, 29-E, 30-E.

Magnetismo: Propriedades dos ímãs

Gabarito: 1-C, 2-A, 3-C, 4-E, 5-A, 6-B, 7-D, 8-B, 9-E, 10-D, 11-A, 12-D, 13-A, 14-C, 15-B, 16-D, 17-E, 18-A, 19-A, 20-C.

Termologia: Calorimetria

Gabarito: 1-A, 2-D, 3-E, 4-B, 5-D, 6-D, 7-A, 8-A, 9-D, 10-A, 11-C, 12-E, 13-A, 14-E, 15-B, 16-E, 17-C, 18-C, 19-B, 20-A, 21-A, 22-C, 23-A, 24-E, 25-A.

Termologia: Dilatação linear

Gabarito: 1-B, 2-B, 3-D, 4-B, 5-E, 6-B, 7-D, 8-D, 9-C, 10-A, 11-B, 12-D, 13-B, 14-D, 15-A.

Termologia: Dilatação superficial

Gabarito: 1-D, 2-E, 3-B, 4-D, 5-D, 6-A, 7-B, 8-A, 9-D, 10-B.

Termologia: Dilatação volumétrica

Gabarito: 1-C, 2-A, 3-A, 4-C, 5-B, 6-C, 7-D, 8-E, 9-D, 10-A.

Termologia: Dilatação de líquidos

Gabarito: 1-C, 2-A, 3-C, 4-A, 5-A, 6-B, 7-B, 8-E, 9-C, 10-E.

Termologia: Gases – Equação de Clapeyron

Gabarito: 1-D, 2-E, 3-B, 4-C, 5-C, 6-E, 7-A, 8-A, 9-A, 10-C.

Termologia: Gases – Equação geral dos gases ideais

Gabarito: 1-C, 2-A, 3-C, 4-D, 5-C, 6-E, 7-C, 8-B, 9-A, 10-E.

Termologia: Gases – Propriedades

Gabarito: 1-A, 2-B, 3-A, 4-C, 5-B, 6-D, 7-E, 8-C, 9-E, 10-C.

Termologia: Termodinâmica – Energia interna

Gabarito: 1-A, 2-A, 3-C, 4-C, 5-D, 6-E, 7-A, 8-C, 9-B, 10-E.

Termologia: Leis da termodinâmica

Gabarito: 1-B, 2-D, 3-B, 4-C, 5-E, 6-D, 7-D, 8-E, 9-E, 10-B.

Termologia: termodinâmica – Máquinas térmicas/Ciclo de Carnot

Gabarito: 1-C, 2-B, 3-D, 4-C, 5-D, 6-B, 7-A, 8-D, 9-E, 10-E.

Trabalho e transformação gasosa

Gabarito: 1-C, 2-A, 3-B, 4-D, 5-B, 6-B, 7-A, 8-B, 9-C, 10-A.

Termologia: Termometria

Gabarito: 1-C, 2-A, 3-D, 4-D, 5-A, 6-B, 7-B, 8-D, 9-A, 10-B.

Óptica: Espelhos planos

Gabarito: 1-A, 2-B, 3-E, 4-B, 5-C, 6-C, 7-B, 8-B, 9-A, 10-A.

Óptica: Espelhos esféricos

Gabarito: 1-D, 2-B, 3-E, 4-B, 5-A, 6-D, 7-D, 8-D, 9-C, 10-D.

Óptica: Fenômenos ópticos

Gabarito: 1-A, 2-C, 3-A, 4-B, 5-A, 6-E, 7-A, 8-B, 9-E, 10-C.

Óptica: Lentes e óptica da visão

Gabarito: 1-C, 2-C, 3-E, 4-A, 5-D, 6-D, 7-D, 8-D, 9-C, 10-D.

Ondulatória: Estudo matemático

Gabarito: 1-D, 2-C, 3-A, 4-A, 5-B, 6-B, 7-A, 8-D, 9-C, 10-B.

Ondulatória: Fenômenos ondulatórios

Gabarito: 1-A, 2-A, 3-B, 4-A, 5-A, 6-D, 7-D, 8-D, 9-A, 10-D.

Ondulatória: Ondas estacionárias

Gabarito: 1-D, 2-E, 3-E, 4-C, 5-C, 6-D, 7-E, 8-E, 9-D, 10-D.

Ondulatória: Qualidade do som

Gabarito: 1-B, 2-B, 3-B, 4-B, 5-A, 6-B, 7-E, 8-D, 9-B, 10-E.

Efeito Doppler

Gabarito: 1-E, 2-B, 3-E, 4-D, 5-C, 6-B, 7-A, 8-E, 9-C, 10-A.