

**CHAMA
OFIS/CO**

LEUR EKA!



EXERCÍCIOS



MS



SUMÁRIO

Embasamento - Matemática Aplicada à Física	4
A01 - Movimento Retilíneo Uniforme	14
A02 - Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	22
A03 - Queda Livre e Lançamento Vertical	31
A04 - Composição de Movimentos	37
A05 - Movimento Circular Uniforme	46
A06 - Fundamentos da Mecânica	54
A07 - Leis de Newton	60
A08 - Aplicação das Leis de Newton	67
A09 - Força de Atrito	75
A10 - Sistema de Corpos	81
A11 - Dinâmica no Movimento Circular	86
A12 - Trabalho, Energia e Potência	93
A13 - Energia Mecânica	99
A14 - Impulso e Quantidade de Movimento	105
A15 - Conservação da Quantidade de Movimento	111
A16 - Torricelli e Stevin	118
A17 - Pascal e Arquimedes	125
A18 - Estática de Corpos Extensos	132
A19 - Leis de Kepler	140
A20 - Gravitação Universal	146
B01 - Termometria	153
B02 - Dilatometria	158
B03 - Propagação de Calor	167
B04 - Calorimetria	174
B05 - Gases Ideais	181
B06 - 1ª Lei da Termodinâmica	187
B07 - 2ª Lei da Termodinâmica	194
B08 - Fundamentos da Óptica Geométrica	201
B09 - Reflexão da Luz e Espelhos Planos	209
B10 - Espelhos Esféricos	216



B11 - Refração da Luz	223
B12 - Lentes Esféricas	233
B13 - Instrumentos Ópticos	240
B14 - Movimento Harmônico Simples	248
B15 - Introdução à Ondulatória	256
B16 - Qualidades Fisiológicas do Som	264
B17 - Reflexão e Refração	270
B18 - Difração e Interferência	277
B19 - Ressonância, Polarização e Efeito Doppler	285
B20 - Ondas Estacionárias	292
C01 - Eletrização	300
C02 - Força Elétrica	306
C03 - Campo Elétrico	311
C04 - Potencial Elétrico	318
C05 - Condutores em Equilíbrio Eletrostático	324
C06 - Corrente Elétrica	331
C07 - Resistores e Efeito Joule	336
C08 - Associação de Resistores	343
C09 - Circuitos no Cotidiano	351
C10 - Instrumentos de Medidas Elétricas	359
C11 - Geradores e Receptores Elétricos	367
C12 - Capacitores	374
C13 - Introdução ao Magnetismo	380
C14 - Regra da Mão Direita	387
C15 - Força Magnética em Cargas Pontuais	394
C16 - Força Magnética em Fios	401
C17 - Indução Eletromagnética	408
C18 - Efeito Fotoelétrico	417
C19 - Modelo Atômico de Bohr	424
C20 - Teoria da Relatividade Restrita	430



MATEMÁTICA APLICADA À FÍSICA

- 01.** Faça a transformação das unidades, escrevendo o resultado em notação científica.
- 250 km em m
 - 12 m em km
 - 460 cm em mm
 - 380 μm em m
 - 0,0060 g em kg
 - 0,12 nm em m
 - 3×10^4 ton em kg
 - $1,8 \times 10^6$ MW em W
 - 340 kJ em MJ
 - 2,5 GHz em Hz
- 02.** Faça a transformação das unidades, escrevendo o resultado em notação científica.
- 12 cm^2 em m^2
 - $45,8 \text{ mm}^2$ em m^2
 - $10,5 \text{ m}^2$ em mm^2
 - 10 km^2 em m^2
- 03.** Faça a transformação das unidades, escrevendo o resultado em notação científica.
- $3 \times 10^6 \text{ cm}^3$ em m^3
 - 12 mm^3 em m^3
 - 8 dm^3 em L
 - 5600 L em m^3
 - 0,12 mL em cm^3
- 04.** Transforme as unidades de tempo.
- 12 h em s
 - 1,5 dia em h
 - 90 ms em s
 - 12 min em h
 - 1,25 hora em min
 - $3/5$ h em min
 - 15 min em h
- 05.** Faça a transformação das unidades compostas.
- 72 km/h em m/s
 - 40 m/s em km/h
 - 120 m/min em cm/s
 - $4,5 \text{ g/cm}^3$ em kg/L
 - 2200 kg/m^3 em g/cm^3
- 06.** Resolva as equações abaixo.
- $x + 6 = 20$
 - $10 - x = 4 + 5x$
 - $5(x + 6) = 10$
 - $\frac{x}{20} = \frac{3}{4}$
 - $\frac{5x}{20} = \frac{3}{4} + 1$
 - $\frac{1}{x} = -\frac{1}{60} + \frac{1}{20}$
- 07.** Resolva as equações abaixo.
- $x^2 + 2x - 8 = 0$
 - $2x^2 - 8x = -8$
 - $12 + x = x^2$
 - $5x^2 + x = 0$
- 08.** Considerando k uma constante, responda as perguntas.
- Se t dobra, o que ocorre com d ?
$$d = k.t$$
 - Se v triplica, o que ocorre com E ?
$$E = k.v^2$$
 - Se C diminui duas vezes, o que ocorre com T ?
$$k = \frac{C}{T}$$
 - Se d dobra, o que ocorre com F ?
$$F = \frac{k}{d^2}$$



e) Se d aumenta $\sqrt{2}$ vezes, o que ocorre com E ?

$$E = \frac{k}{d^2}$$

f) Se V dobra, o que ocorre com d ?

$$v = \frac{k}{d}$$

g) Se P aumenta 5 vezes, o que ocorre com V ?

$$PV = k$$

h) Se P aumenta 3 vezes, o que ocorre com V ?

$$PV^2 = k$$

i) Se U é multiplicado por $3/2$, o que ocorre com T ?

$$U = k.T$$

j) Se R aumenta 2 vezes, o que ocorre com T ?

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

k) Se q diminui $\sqrt{10}$ vezes, o que ocorre com F ?

$$F = \frac{q^2}{k}$$

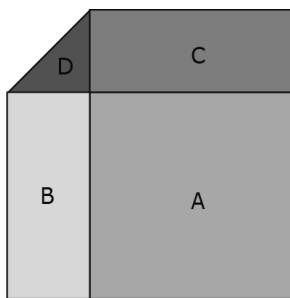
l) Se L quadruplica, o que ocorre com T ?

$$T = \sqrt{\frac{L}{k}}$$

m) Se g dobra, o que ocorre com T ?

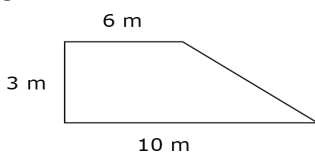
$$T = \sqrt{\frac{k}{g}}$$

- 09.** Na figura, o quadrado A tem área de 25 cm^2 , e os retângulos B e C têm área de 10 cm^2 cada um. Calcule a área do triângulo D .



d) 1080°

- 10.** Calcule a área do terreno cuja planta é a da seguinte figura:



- 11.** Uma roda gigante tem 8 metros de raio. Quanto percorrerá uma pessoa na roda gigante em 6 voltas? Use $\pi = 3$.

- 12.** Calcule a área do círculo que tem diâmetro igual a 20 cm. Use $\pi = 3$.

- 13.** Calcule o volume de uma sala em formato de um paralelepípedo cujas dimensões são 2m x 3m x 4m.

- 14.** Determine o volume de uma esfera cujo raio é 60 cm.

Use $\pi = 3$.

- 15.** Determine o volume de um cilindro cujo raio é 50 cm e altura é 2 m. Use $\pi = 3$.

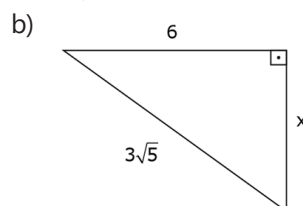
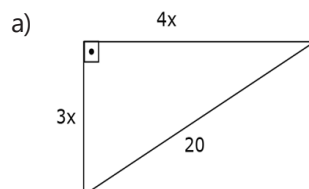
- 16.** Transforme para graus as seguintes medidas em radianos.

- a) π
b) $\pi/3$
c) $\pi/4$
d) $\pi/6$

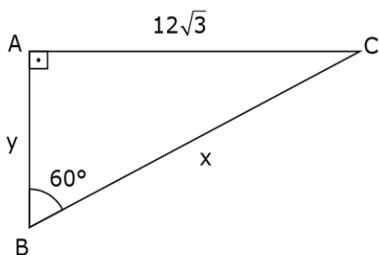
- 17.** Transforme para radianos as seguintes medidas em graus.

- a) 300°
b) 20°
c) 15°

- 18.** Determine o valor de x nos triângulos retângulos.

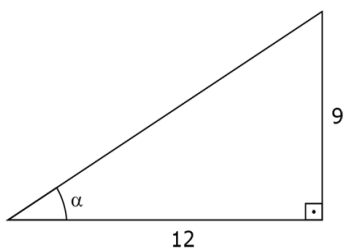


19. Um terreno tem a forma de um triângulo retângulo. Algumas de suas medidas estão indicadas, em metros, na figura. Determine as medidas x e y dos lados desse terreno.

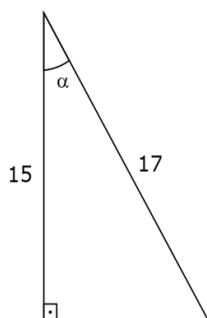


20. No triângulo retângulo da figura, calcule $\text{sen}\alpha$, $\text{cos}\alpha$ e $\text{tg}\alpha$.

a)

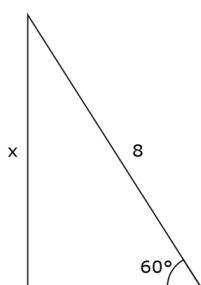


b)

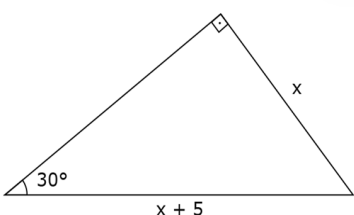


21. Em cada um dos triângulos retângulos, calcule o valor de x .

a)



b)

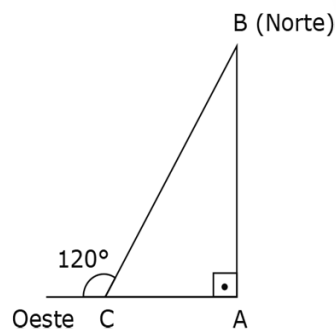


22. Uma rampa lisa de 20 m de comprimento faz ângulo de 30° com o plano horizontal. Uma pessoa que sobe essa rampa inteira eleva-se verticalmente de:

- A 17
- B 10
- C 15
- D 5
- E 8

23. Um pequeno avião deveria partir de uma cidade A rumo a uma cidade B ao norte, distante 60 quilômetros de A. Por um problema de orientação, o piloto seguiu erradamente rumo ao oeste. Ao perceber o erro, ele corrigiu a rota, fazendo um giro de 120° à direita em um ponto C, de modo que o seu trajeto, juntamente com o trajeto que deveria ter sido seguido, formaram, aproximadamente, um triângulo retângulo ABC, como mostra a figura.

Com base na figura, a distância em quilômetros que o avião voou, partindo de A até chegar a B, é:



- A $10\sqrt{3}$
- B $40\sqrt{3}$
- C $60\sqrt{3}$
- D $80\sqrt{3}$

24. Dada a função $f(x) = -2x + 3$, determine $f(1)$.

25. Dada a função $f(x) = 4x + 5$, determine $f(x) = 7$.

26. Escreva a função $f(x) = ax + b$, sabendo que $f(1) = 5$ e $f(-3) = -7$.

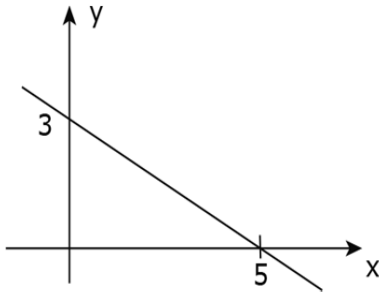
27. Escreva a função cuja reta passa pelos pontos $(-2, 7)$ e $(5, 0)$.



- 28.** Considere a função definida por $f(x) = 5x - 3$.
- Verifique se a função é crescente ou decrescente
 - Determine o zero (ou raiz) da função;
 - Determine o ponto onde a função intercepta o eixo y;
 - Esboce o gráfico da função.

- 29.** Dadas às funções $f(x) = 5x$ e $g(x) = 2x - 6$, construa o gráfico das funções e descubra o ponto de intersecção dessas retas.

- 30.** A função definida por $y = f(x) = ax + b$ tem o gráfico esboçado.

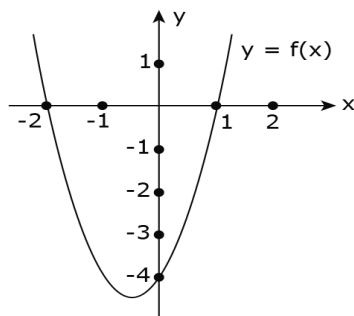


Determine o coeficiente angular e linear da função.

- 31.** A tabela abaixo foi usada na construção do gráfico de uma função do 1º grau.

X	-2	-1	0	1	2
y	3	2	1	0	-1

- Qual é o zero ou raiz da função?
 - Qual é o ponto de intersecção da reta com eixo y?
 - Qual o valor da função nos pontos $f(2)$ e $f(-2)$?
 - Escreva a função.
- 32.** Encontre a expressão que define a função quadrática $f(x)$, cujo gráfico está esboçado abaixo.



- 33.** Suponha que um grilo, ao saltar do solo, tenha sua posição no espaço descrita em função do tempo (em segundos) pela expressão: $h(t) = 3t - 3t^2$, onde h é a altura atingida em metros.

- Em que instante t o grilo retorna ao solo?
- Qual a altura máxima em metros atingida pelo grilo?

- 34.** Indique o tipo de gráfico (reta, parábola ou hipérbole) das seguintes expressões físicas.

- a) Gráfico: $d \times t$

Fórmula: $d = v.t$

Considere v constante.

- b) Gráfico: $s \times t$

Fórmula: $s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}a.t^2$

Considere s_0 , v_0 e a constantes.

- c) Gráfico: $v \times t$

Fórmula: $v = v_0 + at$

Considere v_0 e a constantes.

- d) Gráfico: $P \times T$

Fórmula: $PV = nRT$

Considere V , n e R constantes.

- e) Gráfico: $P \times V$

Fórmula: $PV = nRT$

Considere n , R e T constantes.

- f) Gráfico: $F \times a$

Fórmula: $F = ma$

Considere m constante.

- g) Gráfico: $F \times d$

Fórmula: $F = \frac{GMm}{d^2}$

Considere G , M e m constantes.

- h) Gráfico: $V \times d$

Fórmula: $v = \frac{kQ}{d}$

Considere k e Q constantes.

i) Gráfico: $V \times i$
 Fórmula: $V = R \cdot i$
 Considere R constante.

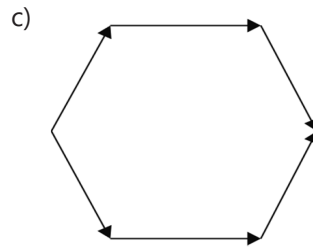
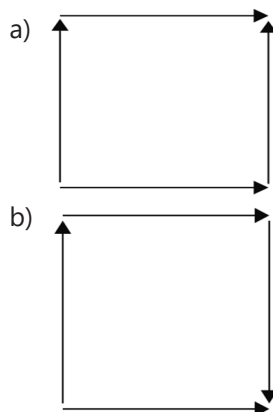
j) Gráfico: $Q \times \Delta T$
 Fórmula: $Q = mc\Delta T$
 Considere m e c constantes.

k) Gráfico: $L \times \Delta T$
 Fórmula: $L = L_0 + L_0\alpha\Delta T$
 Considere L_0 e α constantes.

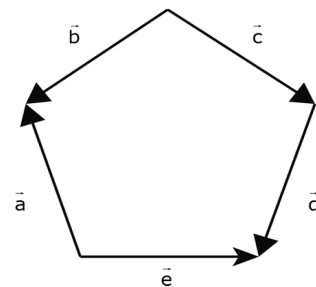
35. Coloque (V) nas grandezas vetoriais e (E) nas escalares.

- a) Massa
- b) Temperatura
- c) Força
- d) Velocidade
- e) Deslocamento
- f) Aceleração
- g) Área
- h) Volume
- i) Tempo
- j) Energia
- k) Comprimento
- l) Densidade
- m) Carga elétrica

36. Determine o módulo do vetor resultante em cada um dos sistemas abaixo. Todos os vetores tem o mesmo módulo igual a 1.



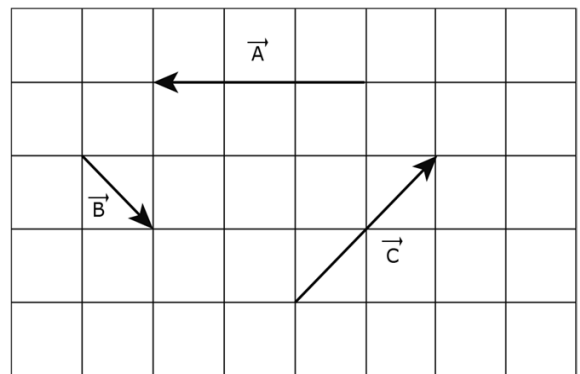
37. O esquema a seguir mostra cinco vetores \vec{a} , \vec{b} , \vec{c} , \vec{d} e \vec{e} apoiados sobre um pentágono regular.



A relação vetorial que existe entre eles é:

- A** $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{d} + \vec{e}$
- B** $\vec{a} + \vec{e} + \vec{b} + \vec{c} = \vec{d}$
- C** $\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \vec{d} + \vec{e} = 0$
- D** $\vec{a} + \vec{c} + \vec{d} = \vec{b} + \vec{e}$
- E** $\vec{a} + \vec{e} = \vec{b} + \vec{c} + \vec{d}$

38. (Fatec) Considere os vetores \vec{A} , \vec{B} e \vec{C} representados na figura em que cada quadrícula apresenta lado correspondente a uma unidade de medida.

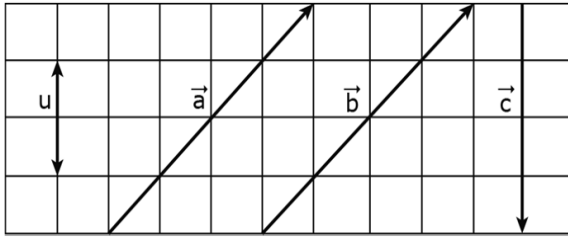


É correto afirmar que a resultante dos vetores tem módulo

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 6



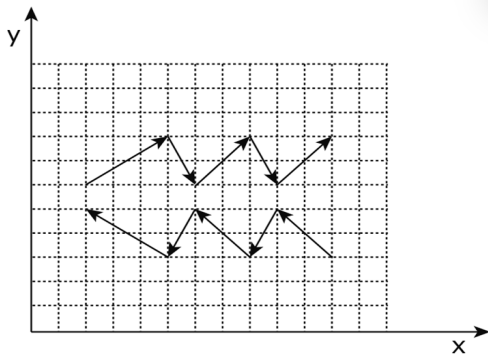
39. (Unifesp) Na figura, são dados os vetores \vec{a} , \vec{b} e \vec{c} .



Seu u a unidade de medida do módulo desses vetores, pode-se afirmar que o vetor $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b} + \vec{c}$ tem módulo

- A $2u$, e sua orientação é vertical, para cima.
- B $2u$, e sua orientação é vertical, para baixo.
- C $4u$, e sua orientação é horizontal, para a direita.
- D $2u$, e sua orientação forma 45° com a horizontal, no sentido horário.
- E $2u$, e sua orientação forma 45° com a horizontal, no sentido anti-horário.

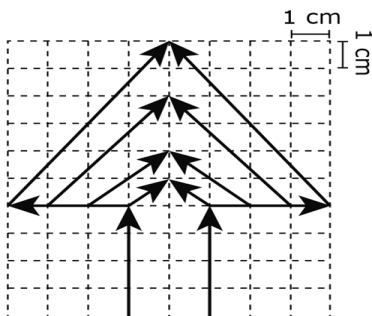
40. (UFC) Na figura a seguir, onde o reticulado forma quadrados de lados $0,5\text{ cm}$, estão desenhados 10 vetores contidos no plano xy .



O módulo da soma de todos esses vetores é, em centímetros:

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

41. (UFMTM) A figura apresenta uma "árvore vetorial".



A resultante da soma de todos os vetores representados tem módulo, em cm , igual a

- A 8
- B 26
- C 34
- D 40
- E 52

42. (UFAL) Num estacionamento, um coelho se desloca, em seqüência, 12 m para o Oeste, 8 m para o Norte e 6 m para o Leste. O deslocamento resultante tem módulo

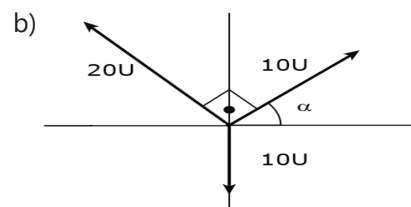
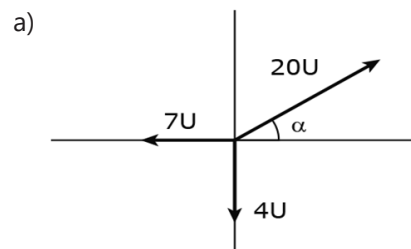
- A 26 m
- B 14 m
- C 12 m
- D 10 m
- E 2 m

43. (PUC-RJ) Um pequeno avião acelera, logo após a sua decolagem, em linha reta, formando um ângulo de 45° com o plano horizontal.

Sabendo que a componente horizontal de sua aceleração é de $6,0\text{ m/s}^2$, calcule a componente vertical da mesma.

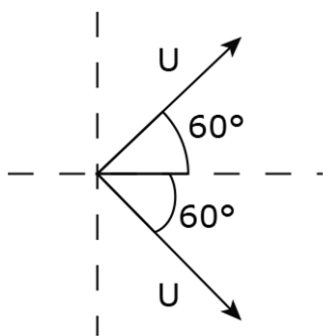
- A $6,0\text{ m/s}^2$
- B $4,0\text{ m/s}^2$
- C $16,0\text{ m/s}^2$
- D $12,0\text{ m/s}^2$
- E $3,0\text{ m/s}^2$

44. Determine a resultante dos vetores nos sistemas abaixo. Considere $\sin\alpha = 0,8$ e $\cos\alpha = 0,6$.



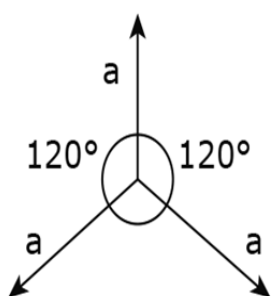
45. Dois vetores de mesma intensidade U formam um ângulo de 120° . Determine a intensidade da resultante deles.



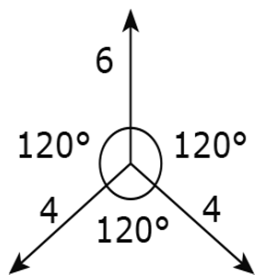


46. Determine (mentalmente) a resultante dos vetores abaixo.

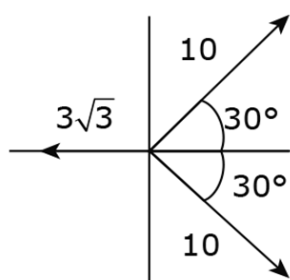
a)



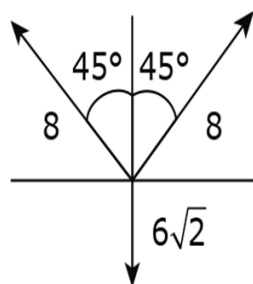
b)



c)



d)



47. Dois vetores possuem módulos iguais a 6 e 10. Assim, o módulo do vetor resultante R entre eles só pode assumir valores no intervalo:

- A $4 \leq R \leq 12$
- B $6 \leq R \leq 12$
- C $6 \leq R \leq 16$
- D $4 \leq R \leq 16$

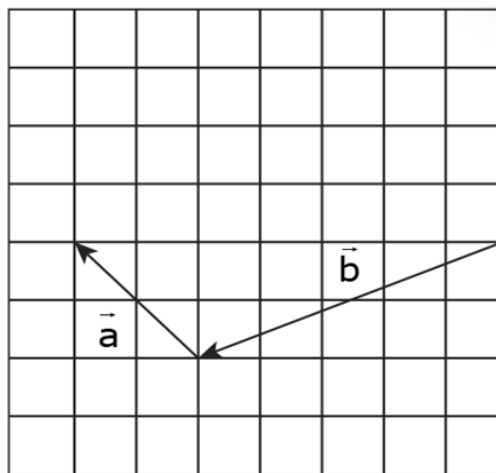
48. Dois vetores \vec{a} e \vec{b} de intensidades respectivamente iguais a 5 cm e 3 cm, formam entre si um ângulo de $\alpha = 60^\circ$.

O módulo do vetor resultante da soma desses vetores é

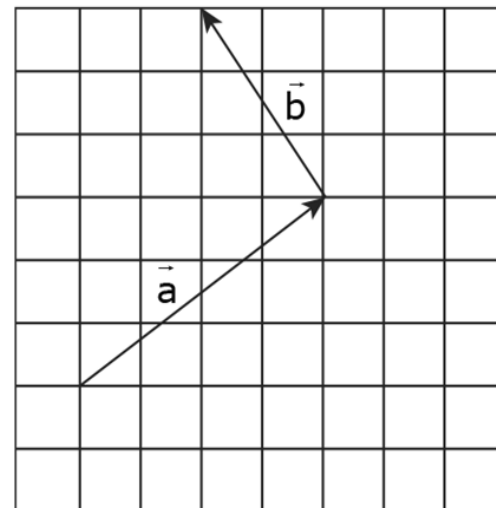
- A 8 cm
- B 7 cm
- C 6 cm
- D 9 cm
- E 4 cm

49. Determine o módulo do vetor diferença $\vec{d} = \vec{a} - \vec{b}$ em cada um dos sistemas abaixo. Considere que as células são quadrados de lado 1.

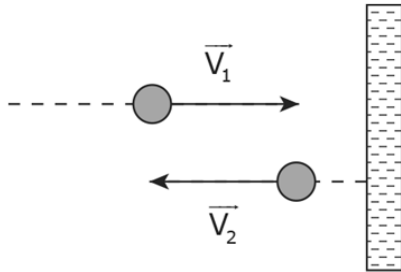
a)



b)



50. Suponha que uma bola que se movia horizontalmente com velocidade \vec{v}_1 , de módulo 30 m/s, colida com uma parede de acordo com a figura e retorna com velocidade \vec{v}_2 de módulo 20 m/s.



Colisão da bola

Qual dos vetores abaixo melhor representa a variação da velocidade vetorial $\Delta\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ da bola durante a colisão?

- A 60 m/s ↓
- B 50 m/s ←
- C 10 m/s ←
- D 10 m/s →
- E Vetor nulo.

c) $9,0 \times 10^{-2}$ s

GABARITO

01. a) $2,5 \times 10^5$ m
 b) $1,2 \times 10^{-2}$ km
 c) $4,6 \times 10^3$ mm
 d) $3,8 \times 10^{-4}$ m
 e) $6,0 \times 10^{-6}$ kg
 f) $1,2 \times 10^{-10}$ m
 g) 3×10^7 kg
 h) $1,8 \times 10^{12}$ W
 i) $3,4 \times 10^{-1}$ MJ
 j) $2,5 \times 10^9$ Hz
02. a) $1,2 \times 10^{-3}$ m²
 b) $4,58 \times 10^{-5}$ m²
 c) $1,05 \times 10^7$ mm²
 d) 1×10^7 m²
03. a) 3 m³
 b) $1,2 \times 10^{-8}$ m³
 c) 8 L
 d) 5,6 m³
 e) $1,2 \times 10^{-1}$ cm³
04. a) 43.200 s
 b) 36 h
 c) 36 min
 d) 0,2 h
 e) 75 min
 f) 36 min
 g) 0,25 h
05. a) 20 m/s
 b) 144 km/h
 c) 200 cm/s
 d) 4,5 kg/L
 e) 2,2 g/cm³



- 06.** a) $x = 14$
 b) $x = 1$
 c) $x = -4$
 d) $x = 15$
 e) $x = 7$
 f) $x = 30$

- 07.** a) $x' = 2$ e $x'' = -4$
 b) $x' = 2$ e $x'' = 2$
 c) $x' = 4$ e $x'' = -3$
 d) $x' = 0$ e $x'' = -1/5$

- 08.** a) aumenta 2 vezes.
 b) aumenta 9 vezes.
 c) diminui 2 vezes.
 d) diminui 4 vezes.
 e) diminui 2 vezes.
 f) diminui 2 vezes.
 g) diminui 5 vezes.
 h) diminui $\sqrt{3}$ vezes.
 i) é multiplicado por $3/2$.
 j) aumenta $2\sqrt{2}$ vezes.
 k) diminui 10 vezes.
 l) aumenta 2 vezes.
 m) diminui $\sqrt{2}$ vezes.

09. 2 cm^2

10. 24 m^2

11. 288 m

12. 300 cm^2

13. 24 m^3

14. $8,64 \times 10^5 \text{ cm}^3$

15. $1,5 \text{ m}^3$

- 16.** a) 180°
 b) 60°
 c) 45°
 d) 30°

17. a) $5\pi/3$

- b) $\pi/9$
 c) $\pi/12$
 d) 6π

- 18.** a) $x = 4$
 b) $x = 3$

19. $x = 24$ e $y = 12$

- 20.** a) $\text{sen}\alpha = 3/5$; $\text{cos}\alpha = 4/5$; $\text{tg}\alpha = 3/4$
 b) $\text{sen}\alpha = 8/17$; $\text{cos}\alpha = 15/17$; $\text{tg}\alpha = 8/15$

- 21.** a) $x = 4\sqrt{3}$
 b) $x = 5$

22. Letra B

23. Letra C

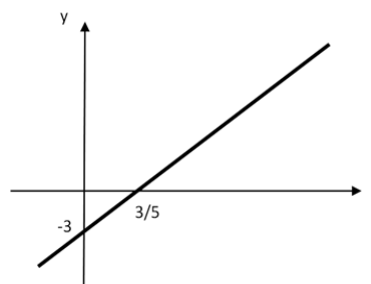
24. $f(1) = 1$

25. $x = 1/2$

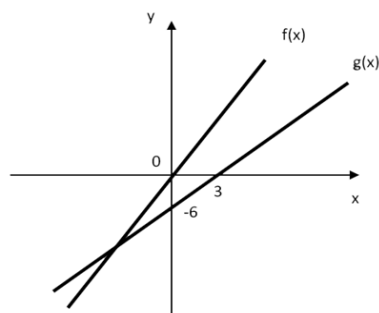
26. $f(x) = 3x + 2$

27. $f(x) = -x + 5$

- 28.** a) Crescente
 b) $x' = 3/5$
 c) -3
 d)



29. $(-2, -10)$



30. $a = -3/5$ e $b = 3$

31. a) $x' = 1$

b) 1

c) $f(2) = -1$ e $f(-2) = 3$

d) $f(x) = -x + 1$

32. $f(x) = 2x^2 + 2x - 4$

33. a) $t = 1$ s

b) 0,75 m

34. a) Reta

b) Parábola

c) Reta

d) Reta

e) Hipérbole

f) Reta

g) Hipérbole

h) Hipérbole

i) Reta

j) Reta

k) Reta

35. a) E

b) E

c) V

d) V

e) V

f) V

g) E

h) E

i) E

j) E

k) E

l) E

m) E

36. a) $2\sqrt{2}$

b) 2

c) 4

37. Letra D

38. Letra A

39. Letra B

40. Letra E

41. Letra C

42. Letra D

43. Letra A

44. a) 13 U

b) $10\sqrt{2}$ U

45. U

46. a) Vetor nulo.

b) 2 vertical para cima.

c) $7\sqrt{3}$ horizontal para direita.

d) $2\sqrt{2}$ vertical para cima

47. Letra D

48. Letra B

49. a) 5

b) 6

50. Letra B

NÍVEL BÁSICO

01. (Unicamp 2017) Em 2016 foi batido o recorde de voo ininterrupto mais longo da história. O avião Solar Impulse 2, movido a energia solar, percorreu quase 6.480 km em aproximadamente 5 dias, partindo de Nagoya no Japão até o Havai nos Estados Unidos da América.

A velocidade escalar média desenvolvida pelo avião foi de aproximadamente:

- A** 54 km/h
- B** 15 km/h
- C** 1.296 km/h
- D** 198 km/h

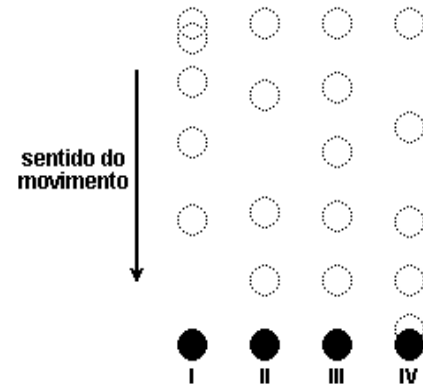
02. (IFSP 2016) Um atleta participou de uma corrida em sua cidade com um percurso de 12 quilômetros completando a prova em 40 minutos. A velocidade média desenvolvida pelo atleta foi de:

- A** 15 km/h
- B** 13 km/h
- C** 18 km/h
- D** 10 km/h
- E** 9 km/h

03. (Cefet-SC 2008) Às 13:30h, partiu um ônibus de Florianópolis em direção a Laguna. A distância entre as cidades é de 100 km, e o motorista manteve uma velocidade média de 60 km/h ao fazer esse percurso. A que horas o ônibus chegou a Laguna?

- A** Às 15:10h
- B** Às 14:50h
- C** Às 14:30h
- D** Às 15:50h
- E** Às 16:10h

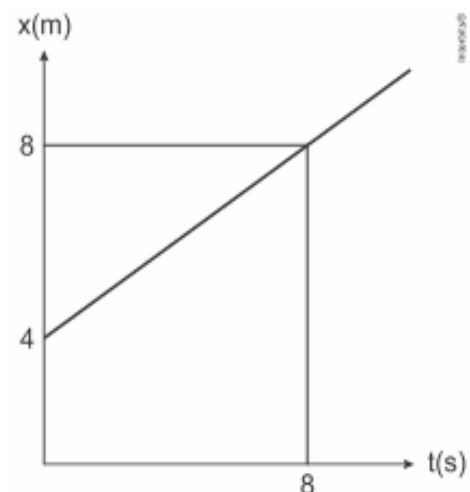
04. (Cefet-SC 2008) As figuras a seguir representam as posições sucessivas, em intervalos de tempo iguais, e fixos, dos objetos I, II, III e IV em movimento.



O objeto que descreveu um movimento retilíneo uniforme foi:

- A** I
- B** II
- C** III
- D** IV

05. (Cefet-CE 2007) O gráfico a seguir representa a posição em função do tempo de uma partícula em movimento retilíneo uniforme sobre o eixo x:



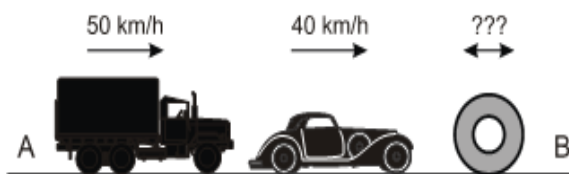
É CORRETO afirmar que:

- A** em $t = 1,0$ s, $x = 5,0$ m
- B** em $t = 2,0$ s, $x = 6,0$ m
- C** em $t = 3,0$ s, $x = 5,0$ m
- D** em $t = 4,0$ s, $x = 6,0$ m
- E** em $t = 5,0$ s, $x = 7,0$ m

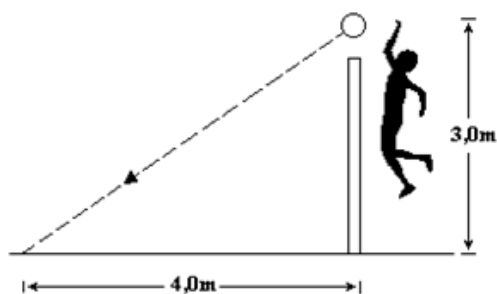
NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (Ibmec-RJ 2013) Um motorista viaja da cidade A para a cidade B em um automóvel a 40 km/h. Certo momento, ele visualiza no espelho retrovisor um caminhão se aproximando, com velocidade relativa ao carro dele de 10 km/h, sendo a velocidade do caminhão em relação a um referencial inercial parado é de 50 km/h. Nesse mesmo instante há uma bobina de aço rolando na estrada e o motorista percebe estar se aproximando da peça com a mesma velocidade que o caminhão situado à sua traseira se aproxima de seu carro.

Com base nessas informações, responda: a velocidade a um referencial inercial parado e a direção da bobina de aço é:



- A** 10 km/h com sentido de A para B
B 90 km/h com sentido de B para A
C 40 km/h com sentido de A para B
D 50 km/h com sentido de B para A
E 30 km/h com sentido de A para B
- 02.** (UFMG 1995) Marcelo Negrão, numa partida de vôlei, deu uma cortada na qual a bola partiu com uma velocidade de 126 km/h (35 m/s). Sua mão golpeou a bola a 3,0 m de altura, sobre a rede, e ela tocou o chão do adversário a 4,0 m da base da rede, como mostra a figura. Nessa situação pode-se considerar, com boa aproximação, que o movimento da bola é retilíneo e uniforme.



Considerando essa aproximação, pode-se afirmar que o tempo decorrido entre o golpe do jogador e o toque da bola no chão é de:

- A** 1/7 s
B 2/63 s
C 3/35 s
D 4/35 s
E 5/126 s
- 03.** (Fatec 1995) A tabela fornece, em vários instantes, a posição s de um automóvel em relação ao km zero da estrada em que se movimenta. A função horária que nos fornece a posição do automóvel, com as unidades fornecidas, é:

t (h)	0,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
s (km)	200	170	140	110	80	50

- A** $s = 200 + 30t$
B $s = 200 - 30t$
C $s = 200 + 15t$
D $s = 200 + 15t^2$
E $s = 200 - 15t^2$
- 04.** (IFBA 2017) Dois veículos A e B trafegam numa rodovia plana e horizontal, obedecendo as seguintes equações horárias cujas unidades estão expressas no Sistema Internacional de medidas (S.I.):

$$X_A = 200,0 + 10,0t \text{ e } X_B = 1.000,0 - 30,0t$$

Ao analisar estes movimentos, pode-se afirmar que a velocidade relativa de afastamento dos veículos, em km/h vale:

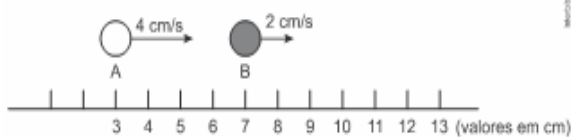
- A** 20,0
B 40,0
C 100,0
D 144,0
- 05.** (Unaerp 1996) Um trem percorre uma via no sentido norte-sul, seu comprimento é 100 m e sua velocidade de 72 km/h. Um outro trem percorre uma via paralela no sentido sul-norte com velocidade de 72 km/h. Considere o instante $t = 0$ aquele que os trens estão com as frentes na mesma posição. O tempo que o segundo trem leva para ultrapassar totalmente o primeiro é de 6 s. O comprimento do segundo trem é:

- A** 42 m
B 58 m
C 240 m
D 140 m
E 100 m

06. (Uerj 2010) Dois automóveis, M e N, inicialmente a 50 km de distância um do outro, deslocam-se com velocidades constantes na mesma direção e em sentidos opostos. O valor da velocidade de M, em relação a um ponto fixo da estrada, é igual a 60 km/h. Após 30 minutos, os automóveis cruzam uma mesma linha da estrada.

Em relação a um ponto fixo da estrada, a velocidade de N tem o seguinte valor, em quilômetros por hora:

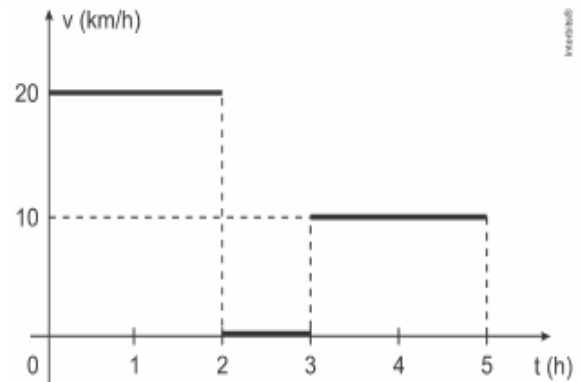
07. (Cefet-MG 2008) Duas esferas A e B movem-se ao longo de uma linha reta, com velocidades constantes e iguais a 4 cm/s e 2 cm/s. A figura mostra suas posições num dado instante.



A posição, em cm em que A alcança B é:

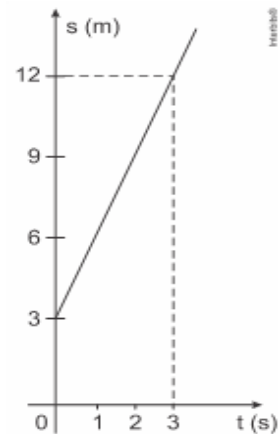
08. (Fuvest 2009) Marta e Pedro combinaram encontrar-se em certo ponto de uma autoestrada plana, para seguirem viagem juntos. Marta, ao passar pelo marco zero da estrada, constatou que, mantendo uma velocidade média de 80 km/h, chegaria na hora certa ao ponto de encontro combinado. No entanto, quando ela já estava no marco do quilômetro 10, ficou sabendo que Pedro tinha se atrasado e, só então, estava passando pelo marco zero, pretendendo continuar sua viagem a uma velocidade média de 100 km/h. Mantendo essas velocidades, seria previsível que os dois amigos se encontrassem próximos a um marco da estrada com indicação de:

09. (Mackenzie 2018)



Uma pessoa realiza uma viagem de carro em uma estrada retilínea, parando para um lanche, de acordo com gráfico acima. A velocidade média nas primeiras 5 horas deste movimento é:

10. (Espcex (Aman) 2020) 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.

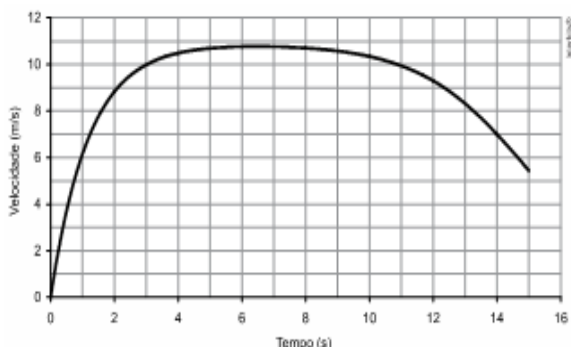


Desenho ilustrativo - fora de escala

O espaço do objeto no instante $t = 10$ s, em metros, é:

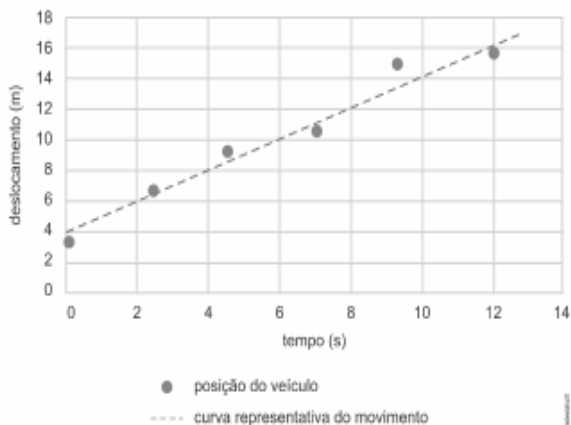
- 16

11. (Enem 1998) Em uma prova de 100 m rasos, o desempenho típico de um corredor padrão é representado pelo gráfico a seguir:



Baseado no gráfico, em que intervalo de tempo a velocidade do corredor é aproximadamente constante?

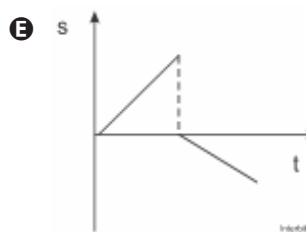
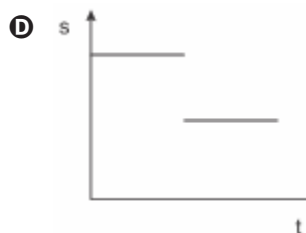
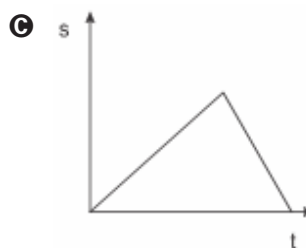
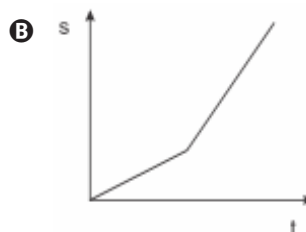
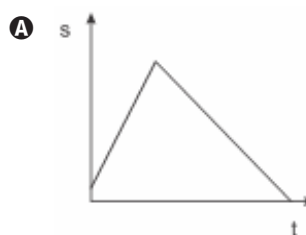
- A Entre 0 e 1 segundo.
 - B Entre 1 e 5 segundos.
 - C Entre 5 e 8 segundos
 - D Entre 8 e 11 segundos.
 - E Entre 12 e 15 segundos.
12. (Uerj 2019) Observe no gráfico a curva representativa do movimento de um veículo ao longo do tempo, traçada a partir das posições registradas durante seu deslocamento.



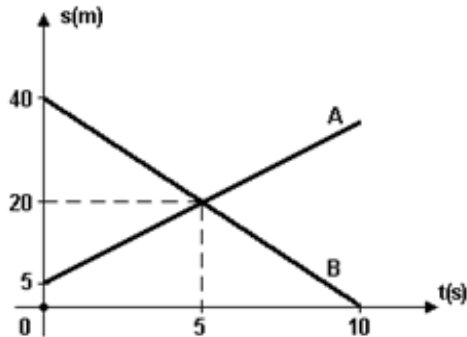
O valor estimado da velocidade média do veículo, em m/s, corresponde a:

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

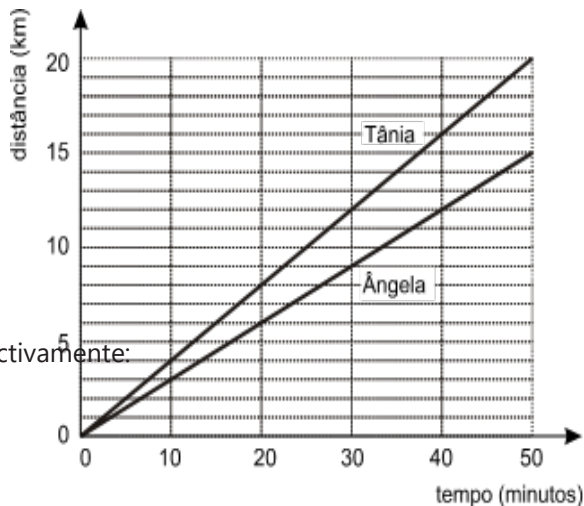
13. (Upf 2017) Considere a situação em que um jogador de futebol esteja treinando e, para isso, chute uma bola contra uma parede vertical. Suponha-se que a bola realize um movimento em linha reta de ida e volta (jogador-parede-jogador), com velocidade constante na ida, e que, na volta, a velocidade também seja constante, mas menor do que a da ida. Nessas condições e considerando que o tempo de contato com a parede seja muito pequeno e possa ser desprezado, o gráfico que melhor representa o deslocamento (S) da bola em relação ao tempo de movimento (t) é:



14. (G1 1996) Duas partículas A e B movem-se numa mesma trajetória, e o gráfico a seguir indica suas posições (s) em função do tempo (t). Pelo gráfico podemos afirmar que as partículas:



- A movem-se no mesmo sentido;
 B movem-se no mesmo sentido;
 C no instante $t = 0$, encontram-se a 40 m uma da outra;
 D movem-se com a mesma velocidade;
 E não se encontram.
15. (UFMG 2010) Ângela e Tânia iniciam, juntas, um passeio de bicicleta em torno de uma lagoa. Neste gráfico, está registrada a distância que cada uma delas percorre, em função do tempo.



são, respectivamente:

Após 30 minutos do início do percurso, Tânia avisa a Ângela, por telefone, que acaba de passar pela igreja.

Com base nessas informações, são feitas duas observações:

I - Ângela passa pela igreja 10 minutos após o telefonema de Tânia.

II - Quando Ângela passa pela igreja, Tânia está 4 km à sua frente.

Considerando-se a situação descrita, é CORRETO afirmar que:

- A apenas a observação I está certa.
 B apenas a observação II está certa.
 C ambas as observações estão certas.
 D nenhuma das duas observações está certa.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Ear 2018) 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:

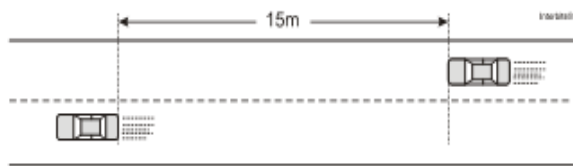
- A 4
 B 5
 C 6
 D 10

02. (Fuvest 2020) Um estímulo nervoso em um dos dedos do pé de um indivíduo demora cerca de 30 ms para chegar ao cérebro. Nos membros inferiores, o pulso elétrico, que conduz a informação do estímulo, é transmitido pelo nervo ciático, chegando à base do tronco em 20 ms. Da base do tronco ao cérebro, o pulso é conduzido na medula espinhal. Considerando que a altura média do brasileiro é de 1,70 m e supondo uma razão média de 0,6 entre o comprimento dos membros inferiores e a altura de uma pessoa, pode-se concluir que as velocidades médias de propagação do pulso nervoso desde os dedos do pé até o cérebro e da base do tronco até o cérebro

- A 51 m/s e 51 m/s
 B 51 m/s e 57 m/s
 C 57 m/s e 57 m/s
 D 57 m/s e 68 m/s
 E 68 m/s e 68 m/s

03. (Acafe 2014) Filas de trânsito são comuns nas grandes cidades, e duas de suas consequências são: o aumento no tempo da viagem e a irritação dos motoristas. Imagine que você está em uma pista dupla e enfrenta uma fila. Pensa em mudar para a fila da pista ao lado, pois percebe que, em determinado trecho, a velocidade da fila ao lado é 3 carros/min. enquanto que a velocidade da sua fila é 2 carros /min.

Considere o comprimento de cada automóvel igual a 3 m.



Assinale a alternativa correta que mostra o tempo, em min, necessário para que um automóvel da fila ao lado que está a 15m atrás do seu possa alcançá-lo.

- A 2
- B 3
- C 5
- D 4

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2013) Conta-se que um curioso incidente aconteceu durante a Primeira Guerra Mundial. Quando voava a uma altitude de dois mil metros, um piloto francês viu o que acreditava ser uma mosca parada perto de sua face. Apanhando-a rapidamente, ficou surpreso ao verificar que se tratava de um projétil alemão.

PERELMAN, J. Aprenda física brincando. São Paulo: Hemus, 1970.

O piloto consegue apanhar o projétil, pois:

- A ele foi disparado em direção ao avião francês, freado pelo ar e parou justamente na frente do piloto.
- B o avião se movia no mesmo sentido que o dele, com velocidade visivelmente superior.
- C ele foi disparado para cima com velocidade constante, no instante em que o avião francês passou.
- D o avião se movia no sentido oposto ao dele, com velocidade de mesmo valor.
- E o avião se movia no mesmo sentido que o dele, com velocidade de mesmo valor.

- 02.** (Enem PPL 2013) Antes das lombadas eletrônicas, eram pintadas faixas nas ruas para controle da velocidade dos automóveis. A velocidade era estimada com o uso de binóculos e cronômetros. O policial utilizava a relação entre a distância percorrida e o tempo gasto, para determinar a velocidade de um veículo.

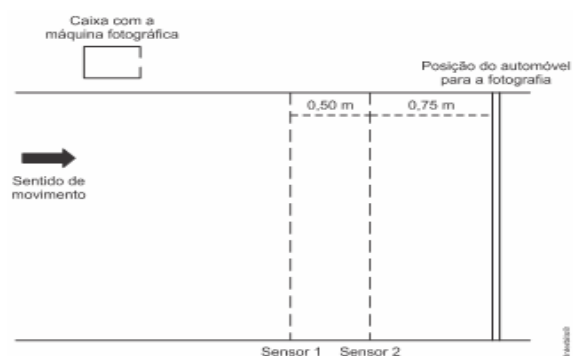
Cronometrava-se o tempo que um veículo levava para percorrer a distância entre duas faixas fixas, cuja distância era conhecida. A lombada eletrônica é um sistema muito preciso, porque a tecnologia elimina erros do operador. A distância entre os sensores é de 2 metros, e o tempo é medido por um circuito eletrônico.

O tempo mínimo, em segundos, que o motorista deve gastar para passar pela lombada eletrônica, cujo limite é de 40 km/h, sem receber uma multa, é de:

- A 0,05
- B 11,1
- C 0,18
- D 22,2
- E 0,50

- 03.** (Enem (Libras) 2017) No Brasil, a quantidade de mortes decorrentes de acidentes por excesso de velocidade já é tratada como uma epidemia. Uma forma de profilaxia é a instalação de aparelhos que medem a velocidade dos automóveis e registram, por meio de fotografias, os veículos que trafegam acima do limite de velocidade permitido. O princípio de funcionamento desses aparelhos consiste na instalação de dois sensores no solo, de forma a registrar os instantes em que o veículo passa e, em caso de excesso de velocidade, fotografar o veículo quando ele passar sobre uma marca no solo, após o segundo sensor.

Considere que o dispositivo representado na figura esteja instalado em uma via com velocidade máxima permitida de 60 km/h.



No caso de um automóvel que trafega na velocidade máxima permitida, o tempo, em milissegundos, medido pelo dispositivo, é:

- A 8,3 m
- B 12,5 m
- C 30,0 m
- D 45,0 m
- E 75,0 m

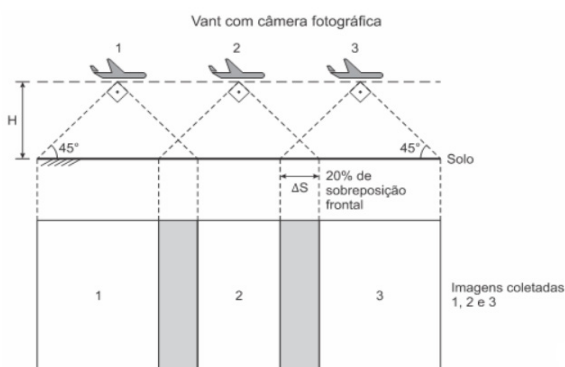
- 04.** (Enem PPL 2012) Em apresentações musicais realizadas em espaços onde o público fica longe do palco, é necessária a instalação de alto-falantes adicionais a grandes distâncias, além daqueles localizados no palco. Como a velocidade com que o som se propaga no ar ($V_{\text{som}} = 3,4 \times 10^2$ m/s) é muito menor do que a velocidade com que o sinal elétrico se propaga nos cabos ($V_{\text{sinal}} = 2,6 \times 10^8$ m/s), é necessário atrasar o sinal elétrico de modo que este chegue pelo cabo ao alto-falante no mesmo instante em que o som vindo do palco chega pelo ar.

Para tentar contornar esse problema, um técnico de som pensou em simplesmente instalar um cabo elétrico com comprimento suficiente para o sinal elétrico chegar ao mesmo tempo que o som, em um alto-falante que está a uma distância de 680 metros do palco.

A solução é inviável, pois seria necessário um cabo elétrico de comprimento mais próximo de

- A** $1,1 \times 10^3$ km **D** $5,2 \times 10^5$
B $8,9 \times 10^4$ km **E** $6,0 \times 10^{13}$
C $1,3 \times 10^5$ km

- 05.** (Enem 2019) A agricultura de precisão reúne técnicas agrícolas que consideram particularidades locais do solo ou lavoura a fim de otimizar o uso de recursos. Uma das formas de adquirir informações sobre essas particularidades é a fotografia aérea de baixa altitude realizada por um veículo aéreo não tripulado (vant). Na fase de aquisição é importante determinar o nível de sobreposição entre as fotografias. A figura ilustra como uma sequência de imagens é coletada por um vant e como são formadas as sobreposições frontais.



O operador do vant recebe uma encomenda na qual as imagens devem ter uma sobreposição frontal de 20% em um terreno plano. Para realizar a aquisição das imagens, seleciona uma altitude H fixa de voo de 1000 m, a uma velocidade constante de 50 m s^{-1} .

A abertura da câmera fotográfica do vant é de 90° . Considere $\text{tg}(45^\circ) = 1$.

Natural Resources Canada. Concepts of Aerial Photography. Disponível em: www.nrcan.

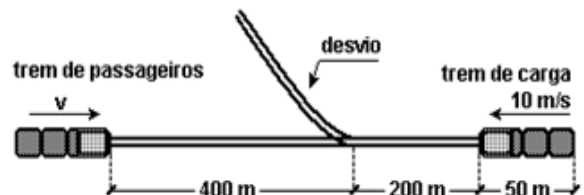
g.c.ca. Acesso em: 26 abr. 2019 (adaptado).

Com que intervalo de tempo o operador deve adquirir duas imagens consecutivas?

- A** 40 segundos
B 32 segundos
C 28 segundos
D 16 segundos
E 8 segundos

DISCURSIVAS

- 01.** (Ufrj 2004) Dois trens, um de carga e outro de passageiros, movem-se nos mesmos trilhos retilíneos, em sentidos opostos, um aproximando-se do outro, ambos com movimentos uniformes. O trem de carga, de 50 m de comprimento, tem uma velocidade de módulo igual a 10 m/s e o de passageiros, uma velocidade de módulo igual a v . O trem de carga deve entrar num desvio para que o de passageiros possa prosseguir viagem nos mesmos trilhos, como ilustra a figura. No instante focalizado, as distâncias das dianteiras dos trens ao desvio valem 200 m e 400 m , respectivamente.



Calcule o valor máximo de v para que não haja colisão:

- 02.** (Ufrj 2013) Em uma caminhada por um parque, uma pessoa, após percorrer 1 km a partir de um ponto inicial de uma pista e mantendo uma velocidade constante de 5 km/h , cruza com outra pessoa que segue em sentido contrário e com velocidade constante de 4 km/h . A pista forma um trajeto fechado com percurso total de 3 km . Calcule quanto tempo levará para as duas pessoas se encontrarem na próxima vez.

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
A	C	A	C	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	A	D	E	D
6	7	8	9	10
A	C	D	B	C
11	12	13	14	15
C	A	A	B	C

AVANÇADO

1	2	3
A	D	C

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
E	C	C	D	B

DISCURSIVAS

- 01.** 16m/s.
- 02.** 20min.

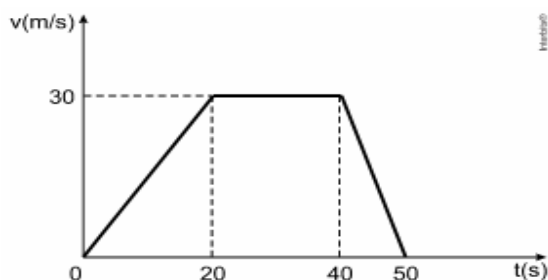
NÍVEL BÁSICO

01. (G1 1996) Consideremos um móvel, em movimento uniformemente variado, cuja velocidade varia com o tempo, conforme a tabela a seguir.

v (m/s)	t (s)
4	0
7	1
10	2
13	3

A aceleração do móvel, em m/s^2 , é:

- A** 23
B 17
C 3
D 4
E 11
02. (Utfpr 2014) Suponha que um automóvel de motor muito potente possa desenvolver uma aceleração média de módulo igual a 10 m/s^2 . Partindo do repouso, este automóvel poderia chegar à velocidade de 90 km/h num intervalo de tempo mínimo, em segundos, igual a:
- A** 2,0
B 9,0
C 2,5
D 4,5
E 3,0
03. (Cefet-MG 2016) O gráfico a seguir descreve a velocidade de um carro durante um trajeto retilíneo.



Com relação ao movimento, pode-se afirmar que o carro

- A** desacelera no intervalo entre 40 e 50 s.
B está parado no intervalo entre 20 e 40 s.
C inverte o movimento no intervalo entre 40 e 50 s.
D move-se com velocidade constante no intervalo entre 0 e 20 s.
04. (Uel 2014) O desrespeito às leis de trânsito, principalmente àquelas relacionadas à velocidade permitida nas vias públicas, levou os órgãos regulamentares a utilizarem meios eletrônicos de fiscalização: os radares capazes de aferir a velocidade de um veículo e capturar sua imagem, comprovando a infração ao Código de Trânsito Brasileiro.
- Suponha que um motorista trafegue com seu carro à velocidade constante de 30 m/s em uma avenida cuja velocidade regulamentar seja de 60 km/h . A uma distância de 50 m , o motorista percebe a existência de um radar fotográfico e, bruscamente, inicia a frenagem com uma desaceleração de 5 m/s^2 .
- Sobre a ação do condutor, é correto afirmar que o veículo
- A** não terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 50 km/h .
B não terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 60 km/h .
C terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 64 km/h .
D terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 66 km/h .
E terá sua imagem capturada, pois passa pelo radar com velocidade de 72 km/h .
05. (Ufpr 2010) Um motorista conduz seu automóvel pela BR-277 a uma velocidade de 108 km/h quando avista uma barreira na estrada, sendo obrigado a frear (desaceleração de 5 m/s^2) e parar o veículo após certo tempo. Pode-se afirmar que o tempo e a distância de frenagem serão, respectivamente:
- A** 6 s e 90 m
B 10 s e 120 m
C 6 s e 80 m
D 10 s e 200 m
E 6 s e 120 m

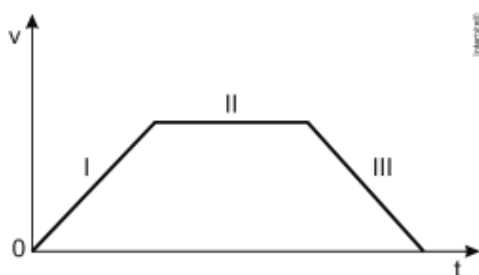


NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (Ufrgs 2015) Trens MAGLEV, que têm como princípio de funcionamento a suspensão eletromagnética, entrarão em operação comercial no Japão, nos próximos anos. Eles podem atingir velocidades superiores a 550 km/h. Considere que um trem, partindo do repouso e movendo-se sobre um trilho retilíneo, é uniformemente acelerado durante 2,5 minutos até atingir 540 km/h.

Nessas condições, a aceleração do trem em m/s^2 é:

- A** 0,1
B 1
C 60
D 150
E 216
- 02.** (Cefet-MG 2019) Um automóvel que se movia a uma velocidade de 3,0 m/s é acelerado durante 4,0 segundos com uma aceleração constante de 2,0 m/s^2 . A velocidade média, em m/s desenvolvida por ele, nesse intervalo de tempo foi de
- A** 7,0
B 11,0
C 15,0
D 28,0
- 03.** (Fgv 2013) Um carro deslocou-se por uma trajetória retilínea e o gráfico qualitativo de sua velocidade (v), em função do tempo (t), está representado na figura.



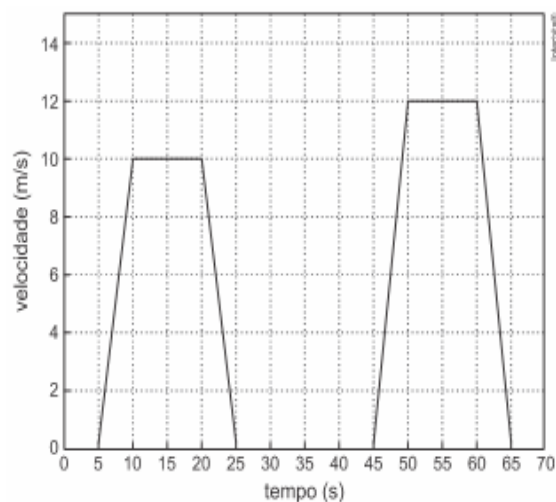
B 440 m

Analisando o gráfico, conclui-se corretamente que:

- A** o carro deslocou-se em movimento uniforme nos trechos I e III, permanecendo em repouso no trecho II.
B o carro deslocou-se em movimento uniformemente variado nos trechos I e III, e em movimento uniforme no trecho II.

- C** o deslocamento do carro ocorreu com aceleração variável nos trechos I e III, permanecendo constante no trecho II.
D a aceleração do carro aumentou no trecho I, permaneceu constante no trecho II e diminuiu no trecho III.
E o movimento do carro foi progressivo e acelerado no trecho I, progressivo e uniforme no trecho II, mas foi retrógrado e retardado no trecho III.

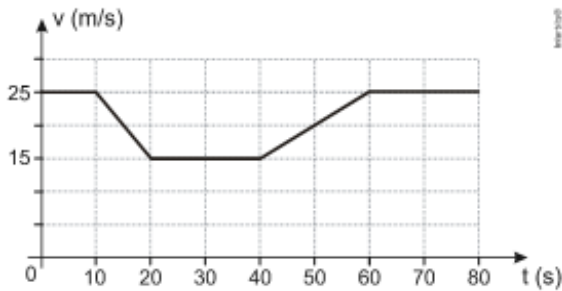
- 04.** (Unicamp 2017) O semáforo é um dos recursos utilizados para organizar o tráfego de veículos e de pedestres nas grandes cidades. Considere que um carro trafega em um trecho de uma via retilínea, em que temos 3 semáforos. O gráfico abaixo mostra a velocidade do carro, em função do tempo, ao passar por esse trecho em que o carro teve que parar nos três semáforos.



A distância entre o primeiro e o terceiro semáforo é de:

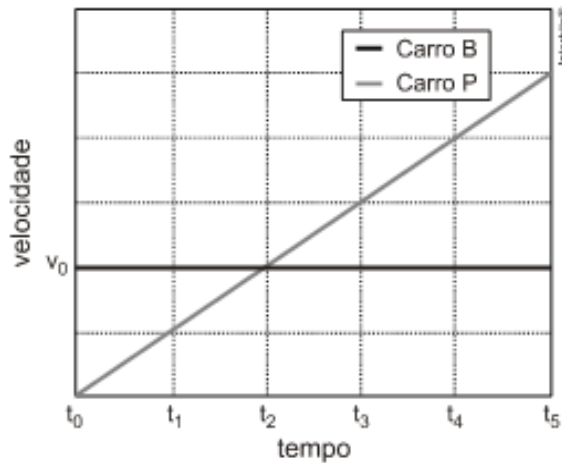
- A** 330 m
B 150 m
C 180 m

- 05.** (Unesp 2014) Um motorista dirigia por uma estrada plana e retilínea quando, por causa de obras, foi obrigado a desacelerar seu veículo, reduzindo sua velocidade de 90 km/h (25 m/s) para 54 km/h (15 m/s). Depois de passado o trecho em obras, retornou à velocidade inicial de 90 km/h. O gráfico representa como variou a velocidade escalar do veículo em função do tempo, enquanto ele passou por esse trecho da rodovia.



Caso não tivesse reduzido a velocidade devido às obras, mas mantido sua velocidade constante de 90 km/h durante os 80 s representados no gráfico, a distância adicional que teria percorrido nessa estrada seria, em metros, de:

06. (Uff 2012) Policiais rodoviários são avisados de que um carro B vem trafegando em alta velocidade numa estrada. No instante t_0 em que o carro B passa, os policiais saem em sua perseguição. A figura ilustra as velocidades do carro B e do carro dos policiais (P) em função do tempo.



Assinale a alternativa que especifica o instante de tempo em que o carro P alcança o carro B.

- A t_1
 B t_2
 C t_3
 D t_4
 E t_5

07. (Espcex (Aman) 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/s^2 no sentido positivo da trajetória. A posição do móvel no instante 4s é:

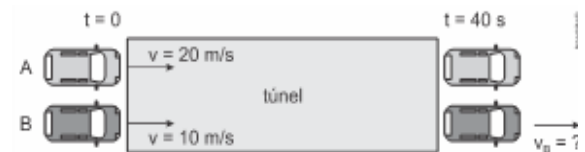
- A 0 m
 B 40 m
 C 80 m
 D 100 m
 E 240 m

08. (Uesc 2011) Um veículo automotivo, munido de freios que reduzem a velocidade de 5,0 m/s, em cada segundo, realiza movimento retilíneo uniforme com velocidade de módulo igual a 10,0 m/s. Em determinado instante, o motorista avista um obstáculo e os freios são acionados.

Considerando-se que o tempo de reação do motorista é de 0,5 s, a distância que o veículo percorre, até parar, é igual, em m, a:

- A 17,0
 B 15,0
 C 10,0
 D 7,0
 E 5,0

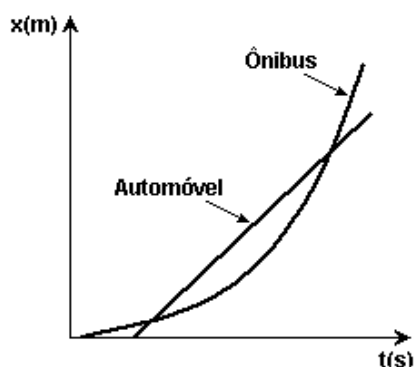
09. (Uefs 2018) Dois carros, A e B entram simultaneamente em um túnel retilíneo. Sabe-se que o carro A atravessa todo o túnel em movimento uniforme, com velocidade de 20 m/s e que o carro B entra no túnel com velocidade de 10 m/s e o atravessa em movimento uniformemente acelerado.



Desprezando as dimensões dos carros e sabendo que eles saem juntos do túnel 40 s após terem entrado, a velocidade do carro B no instante em que ele sai do túnel é de:

- A 22 m/s
 B 24 m/s
 C 26 m/s
 D 28 m/s
 E 30 m/s

10. (Ufv 2003) O gráfico a seguir representa a posição em função do tempo de um automóvel e de um ônibus que se movem por uma via plana e reta.

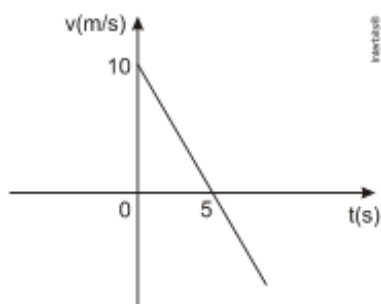


Um observador faz as seguintes afirmações relativas ao trajeto apresentado:

- I - O automóvel move-se com velocidade constante.
- II - Acontecem duas ultrapassagens.
- III - O ônibus apresenta aceleração.

Podemos afirmar que:

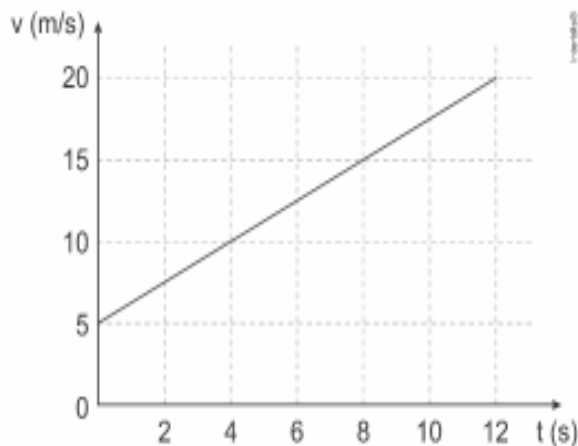
- A) apenas as afirmações I e II estão corretas.
 - B) todas as afirmações estão corretas.
 - C) apenas as afirmações I e III estão corretas.
 - D) apenas as afirmações II e III estão corretas.
 - E) apenas a afirmação I está correta.
11. (Uern 2013) Seja o gráfico da velocidade em função do tempo de um corpo em movimento retilíneo uniformemente variado representado abaixo.



Considerando a posição inicial desse movimento igual a 46 m, então a posição do corpo no instante $t = 8$ s é:

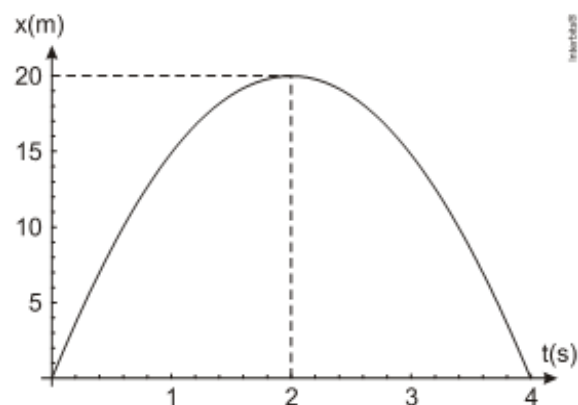
- A) 54 m
- B) 62 m
- C) 66 m
- D) 74 m

12. (Uerj 2018) Um carro se desloca ao longo de uma reta. Sua velocidade varia de acordo com o tempo, conforme indicado no gráfico:



A função que indica o deslocamento do carro em relação ao tempo t é:

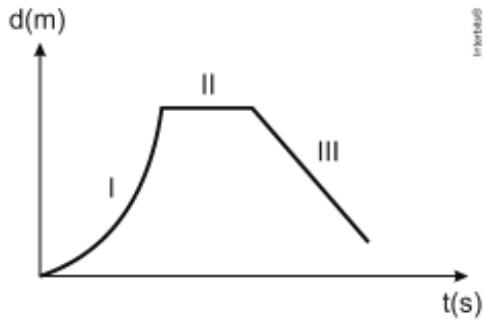
- A) $5t - 0,55 t^2$
 - B) $5t + 0,625 t^2$
 - C) $20t - 1,25 t^2$
 - D) $20t + 2,5 t^2$
13. (Cefet MG 2014) Um objeto tem a sua posição (x) em função do tempo (t) descrito pela parábola conforme o gráfico.



Analisando-se esse movimento, o módulo de sua velocidade inicial, em m/s, e de sua aceleração, em m/s^2 , são respectivamente iguais a

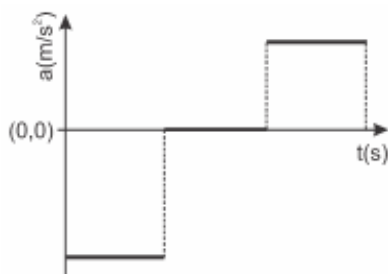
- A) 10 e 20
- B) 10 e 30
- C) 20 e 10
- D) 20 e 30
- E) 30 e 10

14. (Ifsc 2011) O gráfico a seguir apresenta o movimento de um carro.



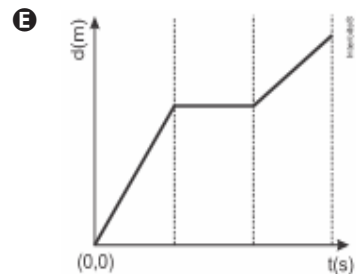
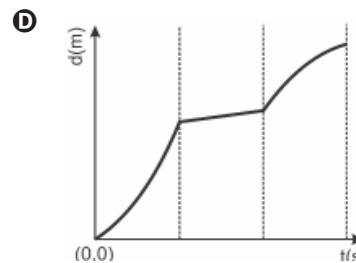
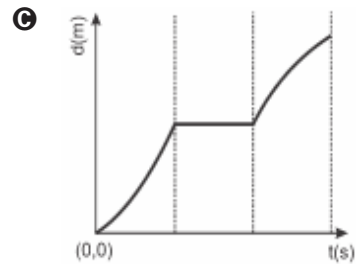
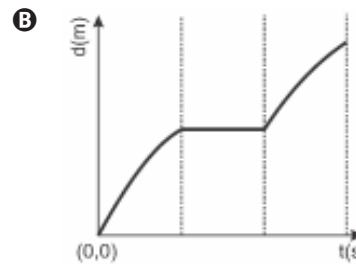
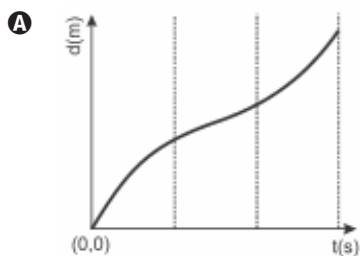
Em relação ao tipo de movimento nos trechos I, II e III, assinale a alternativa correta.

- A I – acelerado; II – repouso; III – MRUv.
 B I – retardado; II – repouso; III – retrógrado.
 C I – acelerado; II – MRU; III – retrógrado.
 D I – acelerado; II – repouso; III – progressivo.
 E I – acelerado; II – repouso; III – retrógrado.
15. (Ufrgs 2019) Um automóvel viaja por uma estrada retilínea com velocidade constante. A partir de dado instante, considerado como $t = 0$ o automóvel sofre acelerações distintas em três intervalos consecutivos de tempo, conforme representado no gráfico abaixo.



Assinale a alternativa que contém o gráfico que melhor representa o deslocamento do automóvel, nos mesmos intervalos de tempo.

Informação: nos gráficos, $(0,0)$ representa a origem do sistema de coordenadas.

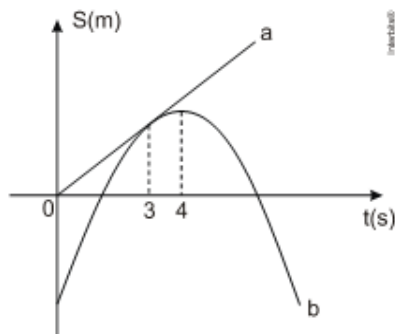


NÍVEL AVANÇADO

01. (Efomm 2017) Um trem deve partir de uma estação A e parar na estação B distante 4 km de A. A aceleração e a desaceleração podem ser, no máximo, de $5,0 \text{ m/s}^2$ e a maior velocidade que o trem atinge é de 72 km/h . O tempo mínimo para o trem completar o percurso de A a B é, em minutos, de:

- A 1,7
 B 2,0
 C 2,5
 D 3,0
 E 3,4

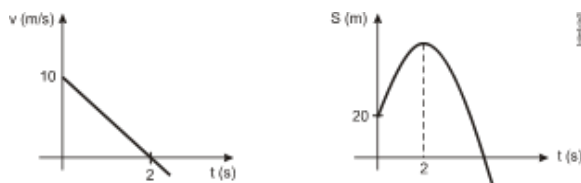
02. (Epcar (Afa) 2013) Duas partículas, a e b, que se movimentam ao longo de um mesmo trecho retilíneo tem as suas posições (S) dadas em função do tempo (t), conforme o gráfico abaixo.



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

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

03. (Ufla 2010) Um móvel se desloca numa trajetória retilínea e seus diagramas de velocidade e espaço em relação ao tempo são mostrados a seguir:



O móvel muda o sentido de seu movimento na posição:

- A 10 m
 B 30 m
 C 5 m
 D 20 m

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2ª aplicação 2010) Rua da Passagem

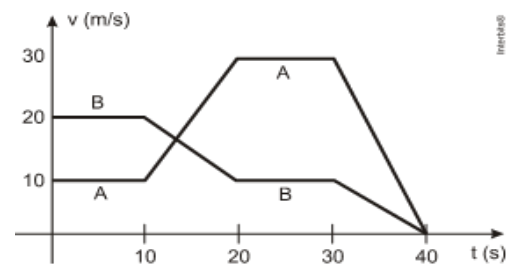
Os automóveis atrapalham o trânsito.

Gentileza é fundamental.

Não adianta esquentar a cabeça.

Menos peso do pé no pedal.

O trecho da música, de Lenine e Arnaldo Antunes (1999), ilustra a preocupação com o trânsito nas cidades, motivo de uma campanha publicitária de uma seguradora brasileira. Considere dois automóveis, A e B, respectivamente conduzidos por um motorista imprudente e por um motorista consciente e adepto da campanha citada. Ambos se encontram lado a lado no instante inicial $t = 0 \text{ s}$, quando avistam um semáforo amarelo (que indica atenção, parada obrigatória ao se tornar vermelho). O movimento de A e B pode ser analisado por meio do gráfico, que representa a velocidade de cada automóvel em função do tempo



As velocidades dos veículos variam com o tempo em dois intervalos: (I) entre os instantes 10s e 20s; (II) entre os instantes 30s e 40s.

De acordo com o gráfico, quais são os módulos das taxas de variação da velocidade do veículo conduzido pelo motorista imprudente, em m/s^2 , nos intervalos (I) e (II), respectivamente?

- A 1,0 e 3,0
 B 2,0 e 1,0
 C 2,0 e 1,5
 D 2,0 e 3,0
 E 10,0 e 30,0

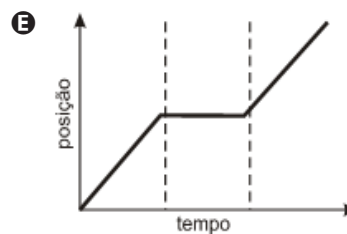
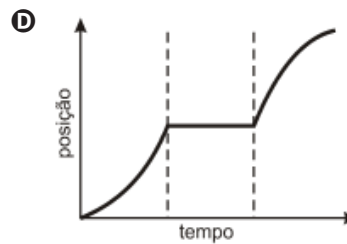
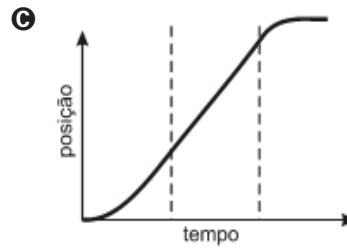
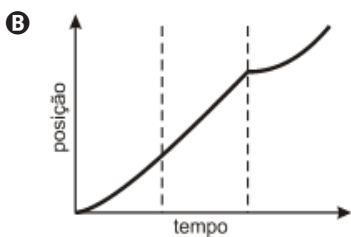
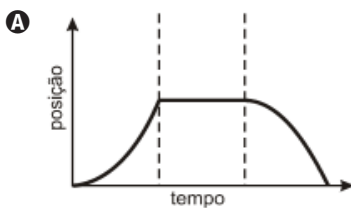
- 02.** (Enem 2017) Um motorista que atende a uma chamada de celular é levado à desatenção, aumentando a possibilidade de acidentes ocorrerem em razão do aumento de seu tempo de reação. Considere dois motoristas, o primeiro atento e o segundo utilizando o celular enquanto dirige. Eles aceleram seus carros inicialmente a $1,00 \text{ m/s}^2$. Em resposta a uma emergência, freiam com uma desaceleração igual a $5,00 \text{ m/s}^2$. O motorista atento aciona o freio à velocidade de $14,0 \text{ m/s}$ enquanto o desatento, em situação análoga, leva $1,00$ segundo a mais para iniciar a frenagem.

Que distância o motorista desatento percorre a mais do que o motorista atento, até a parada total dos carros?

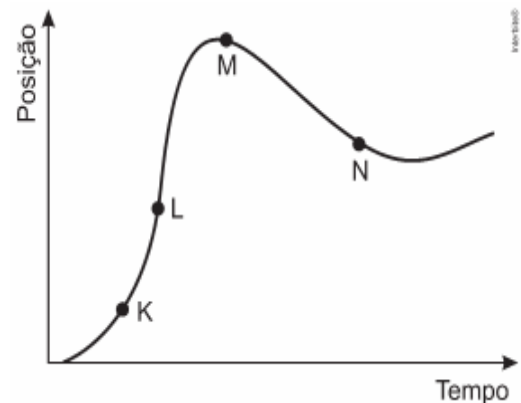
- A** 2,90 m
- B** 14,0 m
- C** 14,5 m
- D** 15,0 m
- E** 17,4 m

- 03.** (Enem 2012) Para melhorar a mobilidade urbana na rede metroviária é necessário minimizar o tempo entre estações. Para isso a administração do metrô de uma grande cidade adotou o seguinte procedimento entre duas estações: a locomotiva parte do repouso em aceleração constante por um terço do tempo de percurso, mantém a velocidade constante por outro terço e reduz sua velocidade com desaceleração constante no trecho final, até parar.

Qual é o gráfico de posição (eixo vertical) em função do tempo (eixo horizontal) que representa o movimento desse trem?



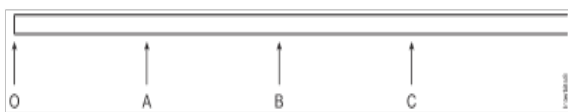
- 04.** (Enem PPL 2018) Um piloto testa um carro em uma reta longa de um autódromo. A posição do carro nessa reta, em função do tempo, está representada no gráfico



Os pontos em que o módulo da velocidade do carro é menor e maior são, respectivamente,

- A** K e M
- B** N e K
- C** M e L
- D** N e L
- E** N e M

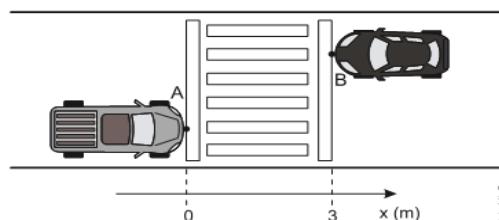
05. (Enem 2020) Você foi contratado para sincronizar os quatro semáforos de uma avenida, indicados pelas letras O, A, B e C, conforme a figura.



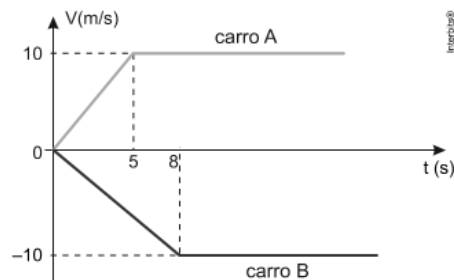
Os semáforos estão separados por uma distância de 500 m. Segundo os dados estatísticos da companhia controladora de trânsito, um veículo, que está inicialmente parado no semáforo O, tipicamente parte com aceleração constante de $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ até atingir a velocidade de $72 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e, a partir daí, prossegue com velocidade constante. Você deve ajustar os semáforos A, B e C de modo que eles mudem para a cor verde quando o veículo estiver a 100 m de cruzá-los, para que ele não tenha que reduzir a velocidade em nenhum momento.

Considerando essas condições, aproximadamente quanto tempo depois da abertura do semáforo O os semáforos A, B e C devem abrir, respectivamente?

- A 20 s, 45 s e 70 s
- B 25 s, 50 s e 75 s
- C 28 s, 42 s e 53 s
- D 30 s, 55 s e 80 s
- E 35 s, 60 s e 85 s



Os carros partem simultaneamente em sentidos opostos e suas velocidades escalares variam em função do tempo, conforme representado no gráfico.



Considerando que os automóveis se mantenham em trajetórias retilíneas e paralelas, calcule o módulo do deslocamento sofrido pelo carro A entre os instantes 0 e 15 s e o instante t , em segundos, em que a diferença entre as coordenadas x_A e x_B , dos pontos A e B, será igual a 332 m.

DISCURSIVAS

01. (Uerj 2014) O cérebro humano demora cerca de 0,36 segundos para responder a um estímulo. Por exemplo, se um motorista decide parar o carro, levará no mínimo esse tempo de resposta para acionar o freio.

Determine a distância que um carro a 100 km/h percorre durante o tempo de resposta do motorista e calcule a aceleração média imposta ao carro se ele para totalmente em 5 segundos.

02. (Unesp 2013) Dois automóveis estão parados em um semáforo para pedestres localizado em uma rua plana e retilínea. Considere o eixo x paralelo à rua e orientado para direita, que os pontos A e B da figura representam esses automóveis e que as coordenadas $x_A(0) = 0$ e $x_B(0) = 3$, em metros, indicam as posições iniciais dos automóveis.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	C	A	E	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	A	B	A	E
6	7	8	9	10
D	A	B	E	B
11	12	13	14	15
B	B	C	E	A

AVANÇADO

1	2	3
E	D	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
D	E	C	C	D

DISCURSIVAS

01. $d = 10 \text{ m}$ e $a = -5,6 \text{ m/s}^2$.

02. $d = 125 \text{ m}$ e $t = 20 \text{ s}$.



NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ifce 2014) Quando soltamos de uma determinada altura e, ao mesmo tempo, uma pedra e uma folha de papel,
- A** a pedra e a folha de papel chegariam juntas ao solo, se pudéssemos eliminar o ar que oferece resistência ao movimento.
 - B** a pedra chega ao solo primeiro, pois os corpos mais pesados caem mais rápido sempre.
 - C** a folha de papel chega ao solo depois da pedra, pois os corpos mais leves caem mais lentamente sempre.
 - D** as duas chegam ao solo no mesmo instante sempre.
 - E** é impossível fazer este experimento.
- 02.** (Cps 2012) A cidade de Pisa, na Itália, teria sido palco de uma experiência, hoje considerada fictícia, de que Galileu Galilei, do alto da famosa torre inclinada, teria abandonado, no mesmo instante, duas esferas de diâmetros muito próximos: uma de madeira e outra de ferro.



(<http://app.catholicasc.org.br/blogbiblioteca/?p=3615> Acesso em: 03.03.2012.)

A 8,0 m/s

O experimento seria prova de que, em queda livre e sob a mesma influência causada pelo ar, corpos de

- A** mesmo volume possuem pesos iguais.
- B** maior peso caem com velocidades maiores.
- C** massas diferentes sofrem a mesma aceleração.
- D** materiais diferentes atingem o solo em tempos diferentes.
- E** densidades maiores estão sujeitos a forças gravitacionais menores.

- 03.** (Uerj 2015) Uma ave marinha costuma mergulhar de uma altura de 20 m para buscar alimento no mar.

Suponha que um desses mergulhos tenha sido feito em sentido vertical, a partir do repouso e exclusivamente sob ação da força da gravidade.

Desprezando-se as forças de atrito e de resistência do ar, a ave chegará à superfície do mar a uma velocidade, em m/s, aproximadamente igual a:

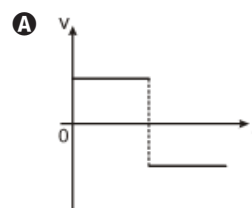
- A** 20
- B** 40
- C** 60
- D** 80

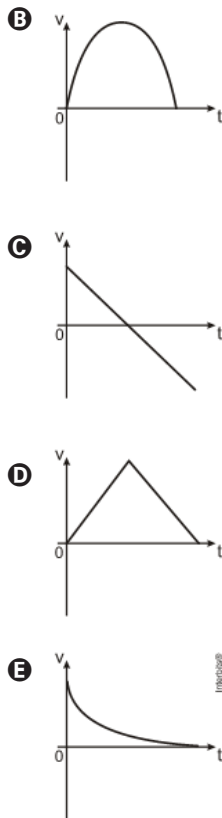
- 04.** (Unicamp 2015) Recentemente, uma equipe de astrônomos afirmou ter identificado uma estrela com dimensões comparáveis às da Terra, composta predominantemente de diamante. Por ser muito frio, o astro, possivelmente uma estrela anã branca, teria tido o carbono de sua composição cristalizado em forma de um diamante praticamente do tamanho da Terra.

Considerando que a massa e as dimensões dessa estrela são comparáveis às da Terra, espera-se que a aceleração da gravidade que atua em corpos próximos à superfície de ambos os astros seja constante e de valor não muito diferente. Suponha que um corpo abandonado, a partir do repouso, de uma altura $h = 54$ m da superfície da estrela, apresente um tempo de queda $t = 3,0$ s. Desta forma, pode-se afirmar que a aceleração da gravidade na estrela é de

- B** 10 m/s^2
- D** 18 m/s^2

- 05.** (Esc. Naval 2013) Um garoto atira uma pequena pedra verticalmente para cima, no instante $t = 0$. Qual dos gráficos abaixo pode representar a relação velocidade x tempo?





NÍVEL INTERMEDIÁRIO

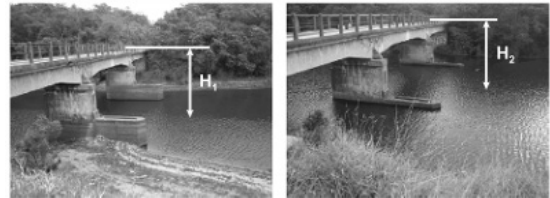
- 01.** (Fuvest 2018) Em uma tribo indígena de uma ilha tropical, o teste derradeiro de coragem de um jovem é deixar-se cair em um rio, do alto de um penhasco. Um desses jovens se soltou verticalmente, a partir do repouso, de uma altura de 45 m em relação à superfície da água. O tempo decorrido, em segundos, entre o instante em que o jovem iniciou sua queda e aquele em que um espectador, parado no alto do penhasco, ouviu o barulho do impacto do jovem na água é, aproximadamente,

Note e adote:

- Considere o ar em repouso e ignore sua resistência.
- Ignore as dimensões das pessoas envolvidas.
- Velocidade do som no ar: 360 m/s
- Aceleração da gravidade: 10 m/s²

- A** 3,1
B 4,3
C 5,2
D 6,2
E 7,0

- 02.** (Unesp 2017) No período de estiagem, uma pequena pedra foi abandonada, a partir do repouso, do alto de uma ponte sobre uma represa e verificou-se que demorou 2,0 s para atingir a superfície da água. Após um período de chuvas, outra pedra idêntica foi abandonada do mesmo local, também a partir do repouso e, desta vez, a pedra demorou 1,6 s para atingir a superfície da água.

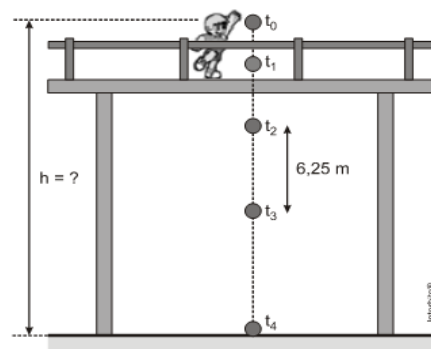


(www.folharibeiraopires.com.br. Adaptado.)

Considerando a aceleração gravitacional igual a 10 m/s² e desprezando a existência de correntes de ar e a sua resistência, é correto afirmar que, entre as duas medidas, o nível da água da represa elevou-se

- A** 5,4 m
B 7,2 m
C 1,2 m
D 0,8 m
E 4,6 m

- 03.** (Unesp 2013) Em um dia de calmaria, um garoto sobre uma ponte deixa cair, verticalmente e a partir do repouso, uma bola no instante $t_0 = 0$ s. A bola atinge, no instante t_4 , um ponto localizado no nível das águas do rio e à distância h do ponto de lançamento. A figura apresenta, fora de escala, cinco posições da bola, relativas aos instantes t_0 , t_1 , t_2 , t_3 e t_4 . Sabe-se que entre os instantes t_2 e t_3 a bola percorre 6,25 m e que $g = 10$ m/s².



Desprezando a resistência do ar e sabendo que o intervalo de tempo entre duas posições consecutivas apresentadas na figura é sempre o mesmo, pode-se afirmar que a distância h , em metros, é igual a

- A** 25
B 28
C 22
D 30
E 20

04. (Mackenzie 2015) Vários corpos idênticos são abandonados de uma altura de 7,20 m em relação ao solo, em intervalos de tempos iguais. Quando o primeiro corpo atingir o solo, o quinto corpo inicia seu movimento de queda livre. Desprezando a resistência do ar e adotando a aceleração da gravidade $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, a velocidade do segundo corpo nessas condições é

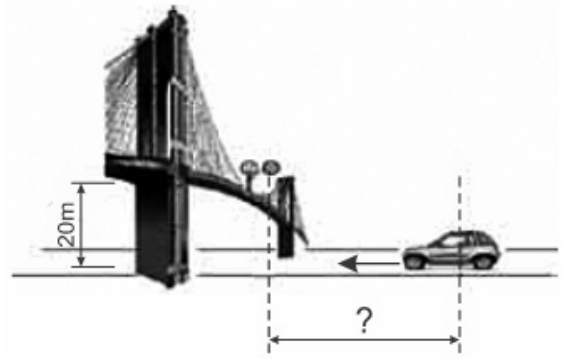
A 10,0 m/s
B 6,0 m/s
C 3,0 m/s
D 9,0 m/s
E 12,0 m/s

05. (Insper 2019) Uma pessoa está segurando um livro no interior de um elevador em movimento vertical, uniforme e descendente. Em determinado instante, rompe-se o cabo de sustentação do elevador e ele passa a cair em queda livre. De susto, a pessoa solta o livro. A ação dissipativa do ar ou de outro tipo de atrito é desprezível.

A partir do momento em que é abandonado, e enquanto o elevador não tocar o chão, o livro

- A** cairá, atingindo o piso rapidamente, com aceleração maior que a do elevador, para um observador em referencial não inercial, dentro do elevador.
B manterá um movimento uniforme de queda em relação à pessoa, que está em referencial não inercial, podendo até atingir seu piso.
C cairá em queda livre também, com aceleração igual à do elevador, e não irá atingir seu piso, para qualquer observador em referencial inercial.
D deverá subir em relação aos olhos da pessoa, que está em um referencial não inercial, pois sua aceleração será menor que a do elevador.
E manterá um movimento uniforme de subida em relação aos olhos da pessoa, que está em referencial não inercial, podendo até atingir seu teto.

06. (Ear 2017) Um garoto que se encontra em uma passarela de altura 20 metros, localizada sobre uma estrada, observa um veículo com teto solar aproximando-se. Sua intenção é abandonar uma bolinha de borracha para que ela caia dentro do carro, pelo teto solar. Se o carro viaja na referida estrada com velocidade constante de 72 km/h, a que distância, em metros, do ponto diretamente abaixo da passarela sobre a estrada deve estar o carro no momento em que o garoto abandonar a bola. Despreze a resistência do ar e adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.



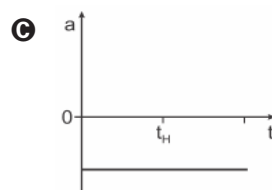
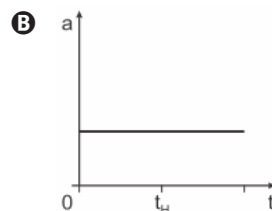
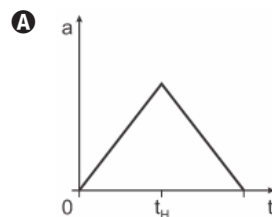
A 10
B 20
C 30
D 40

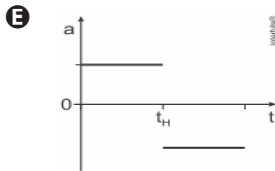
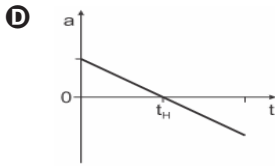
07. (Cefet-MG 2016) Um objeto é lançado para baixo, na vertical, do alto de um prédio de 15 m de altura em relação ao solo. Desprezando-se a resistência do ar e sabendo-se que ele chega ao solo com uma velocidade de 20 m/s, a velocidade de lançamento, em m/s, é dada por

A 10
B 15
C 20
D 25

08. (Ufrgs 2017) Considere que uma pedra é lançada verticalmente para cima e atinge uma altura máxima H . Despreze a resistência do ar e considere um referencial com origem no solo e sentido positivo do eixo vertical orientado para cima.

Assinale o gráfico que melhor representa o valor da aceleração sofrida pela pedra, desde o lançamento até o retorno ao ponto de partida.





- 09.** (Cefet-SC 2008) Dois corpos são lançados simultaneamente de uma altura h em relação ao solo, na direção vertical, com a mesma velocidade inicial v_0 , porém, um para cima e o outro para baixo. Despreze a resistência com o ar. Ao atingirem o solo, podemos afirmar, com relação ao módulo de suas velocidades, que:

- A** o que foi lançado para cima tem o dobro da velocidade do outro.
B o que foi lançado para baixo tem o dobro da velocidade do outro.
C o que foi lançado para cima tem velocidade menor que o outro.
D o que foi lançado para cima tem velocidade maior que o outro.
E as velocidades são iguais.

- 10.** (Mackenzie 2010) Ao parar em um cruzamento entre duas avenidas, devido ao semáforo ter mudado para vermelho, o motorista de um automóvel vê um menino malabarista jogando 3 bolas verticalmente para cima, com uma das mãos. As bolas são lançadas uma de cada vez, de uma mesma altura em relação ao solo, com a mesma velocidade inicial e , imediatamente após lançar a 3ª bola, o menino pega de volta a 1ª bola.

O tempo entre os lançamentos das bolas é sempre igual a 0,6 s. A altura máxima atingida pelas bolas é de

Dado: Aceleração da gravidade = 10 m/s^2

- A** 90 cm **D** 300 cm
B 180 cm **E** 360 cm
C 240 cm

NÍVEL AVANÇADO

- 01.** (Upe-ssa 2016) Um balão dirigível sobe verticalmente, com velocidade constante de $90,0 \text{ km/h}$ em relação ao solo, e, a uma altura de $80,0 \text{ m}$ do chão, um de seus passageiros arremessa um objeto com velocidade vertical e para cima de $18,0 \text{ km/h}$ em relação ao piso do cesto do balão. Em quantos segundos, o objeto retorna para a mão do passageiro?

- A** 5,0
B 4,0
C 3,0
D 2,0
E 1,0

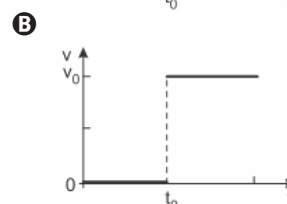
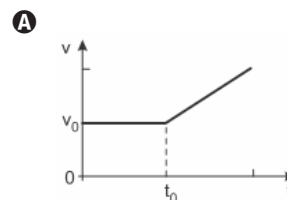
- 02.** (Ifpe 2019) Em um lançamento de um projétil para cima, foi desenvolvida a equação horária do espaço do projétil, que se move em linha reta na direção vertical, segundo a expressão $S = 105 + 20t - 5t^2$ (S é dado em metros e, t em segundos). Nessa situação, determine o módulo da velocidade do projétil ao fim de 3 s.

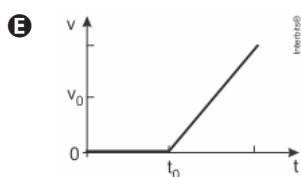
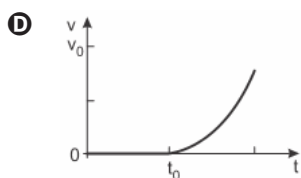
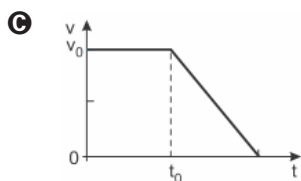
- A** 120 m/s
B 10 m/s
C 60 m/s
D 5 m/s
E 15 m/s

- 03.** (Fuvest 2017) Um elevador sobe verticalmente com velocidade constante v_0 e, em um dado instante de tempo t_0 um parafuso desprende-se do teto. O gráfico que melhor representa, em função do tempo t o módulo da velocidade v desse parafuso em relação ao chão do elevador é

Note e adote:

- Os gráficos se referem ao movimento do parafuso antes que ele atinja o chão do elevador.





SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2018) 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 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.
- 02.** (Enem PPL 2013) Em uma experiência didática, cinco esferas de metal foram presas em um barbante, de forma que a distância entre esferas consecutivas aumentava em progressão aritmética. O barbante foi suspenso e a primeira esfera ficou em contato com o chão. Olhando o barbante de baixo para cima, as distâncias entre as esferas ficavam cada vez maiores. Quando o barbante foi solto, o som das colisões entre duas esferas consecutivas e o solo foi gerado em intervalos de tempo exatamente iguais.

A razão de os intervalos de tempo citados serem iguais é que a

- A** velocidade de cada esfera é constante.
- B** força resultante em cada esfera é constante.
- C** aceleração de cada esfera aumenta com o tempo.
- D** tensão aplicada em cada esfera aumenta com o tempo.
- E** energia mecânica de cada esfera aumenta com o tempo.

- 03.** (Enem 2011) Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.

II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.

III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: <http://br.geocities.com>. Acesso em: 1 fev. 2009.

A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

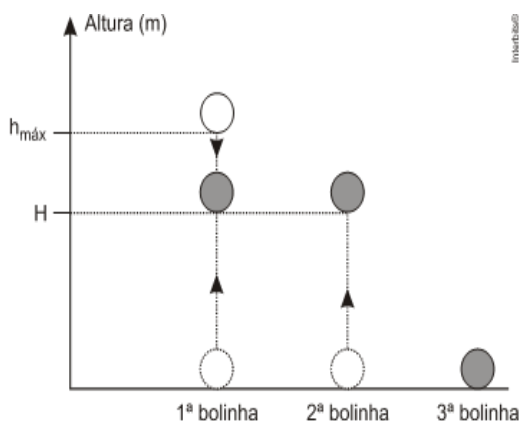
- A** energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.
- B** resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.
- C** aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.
- D** força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.
- E** velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

DISCURSIVAS

01. (Ufpr 2015) Um paraquedista salta de um avião e cai livremente por uma distância vertical de 80m antes de abrir o paraquedas. Quando este se abre, ele passa a sofrer uma desaceleração vertical de 4 m/s^2 , chegando ao solo com uma velocidade vertical de módulo 2 m/s . Supondo que, ao saltar do avião, a velocidade inicial do paraquedista na vertical era igual a zero e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, determine:

- a) O tempo total que o paraquedista permaneceu no ar, desde o salto até atingir o solo.
b) A distância vertical total percorrida pelo paraquedista.

02. (Unifesp 2011) Três bolinhas idênticas, são lançadas na vertical, lado a lado e em sequência, a partir do solo horizontal, com a mesma velocidade inicial, de módulo igual a 15 m/s para cima. Um segundo após o lançamento da primeira, a segunda bolinha é lançada. A terceira bolinha é lançada no instante em que a primeira, ao retornar, toca o solo.



Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que os efeitos da resistência do ar ao movimento podem ser desprezados, determine

- a) a altura máxima ($h_{\text{máx}}$) atingida pela primeira bolinha e o instante de lançamento da terceira bolinha.
b) o instante e a altura H , indicada na figura, em que a primeira e a segunda bolinha se cruzam.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
A	C	A	C	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	B	E	D	C
6	7	8	9	10
D	A	C	E	B

AVANÇADO

1	2	3
E	B	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3
D	B	D

DISCURSIVAS

- 01.** a) $13,5 \text{ s}$
b) $279,5 \text{ m}$
- 02.** a) $11,25 \text{ m}$ e 3 s
b) 10 m

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ufrpr 2010) Segundo o grande cientista Galileu Galilei, todos os movimentos descritos na cinemática são observados na natureza na forma de composição desses movimentos. Assim, se um pequeno barco sobe o rio Guaraguaçu, em Pontal do Paraná, com velocidade de 12 km/h e desce o mesmo rio com velocidade de 20 km/h, a velocidade própria do barco e a velocidade da correnteza serão, respectivamente:

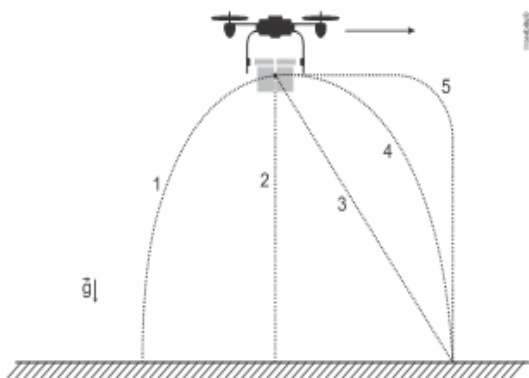
- A** 18 km/h e 2 km/h
- B** 17 km/h e 3 km/h
- C** 16 km/h e 4 km/h
- D** 15 km/h e 5 km/h
- E** 19 km/h e 1 km/h

- 02.** (UFMG 1997) Um barco tenta atravessar um rio com 1,0 km de largura. A correnteza do rio é paralela às margens e tem velocidade de 4,0 km/h. A velocidade do barco, em relação à água, é de 3,0 km/h perpendicularmente às margens.

Nessas condições, pode-se afirmar que o barco:

- A** atravessará o rio em 12 minutos.
- B** atravessará o rio em 15 minutos.
- C** atravessará o rio em 20 minutos.
- D** nunca atravessará o rio.

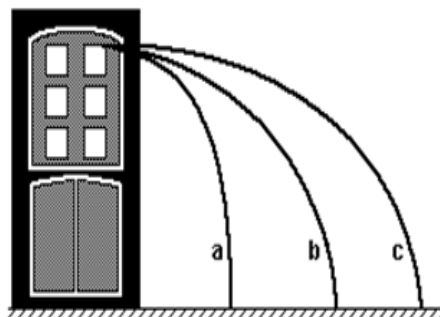
- 03.** (Fuvest 2020) Um drone voando na horizontal, em relação ao solo (como indicado pelo sentido da seta na figura), deixa cair um pacote de livros.



A melhor descrição da trajetória realizada pelo pacote de livros, segundo um observador em repouso no solo, é dada pelo percurso descrito na

- A** trajetória 1.
- B** trajetória 2.
- C** trajetória 3.
- D** trajetória 4.
- E** trajetória 5.

- 04.** (Cefet-MG 2006) Três pedras são atiradas horizontalmente, do alto de um edifício, tendo suas trajetórias representadas a seguir.



Admitindo-se a resistência do ar desprezível, é correto afirmar que, durante a queda, as pedras possuem

- A** acelerações diferentes.
- B** tempos de queda diferentes.
- C** componentes horizontais das velocidades constantes.
- D** componentes verticais das velocidades diferentes, a uma mesma altura.

- 05.** (UFMG 2007) Uma caminhonete move-se, com aceleração constante, ao longo de uma estrada plana e reta, como representado na figura:

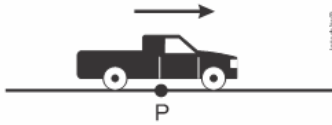
A seta indica o sentido da velocidade e o da aceleração dessa caminhonete.

Ao passar pelo ponto P indicado na figura, um passageiro, na carroceria do veículo, lança uma bola para cima, verticalmente em relação a ele.

Despreze a resistência do ar.

Considere que, nas alternativas a seguir, a caminhonete está representada em dois instantes consecutivos.

Assinale a alternativa em que está MAIS BEM representada a trajetória da bola vista por uma pessoa, parada, no acostamento da estrada.



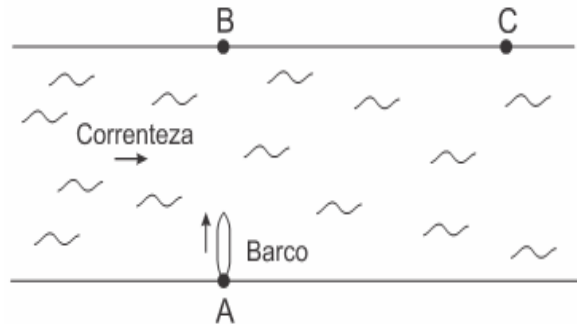
- A**
- B**
- C**
- D**

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Unicamp 2012) 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.

02. (Campos 2007) Um barco tenta atravessar um rio navegando perpendicularmente em relação às suas margens na direção AB, saindo da posição A como mostra a figura. Como temos correnteza no rio, ele atinge a outra margem na posição C distante de A 50 metros, após navegar durante 25 segundos. Sabe-se que a largura do rio é de 30 metros.

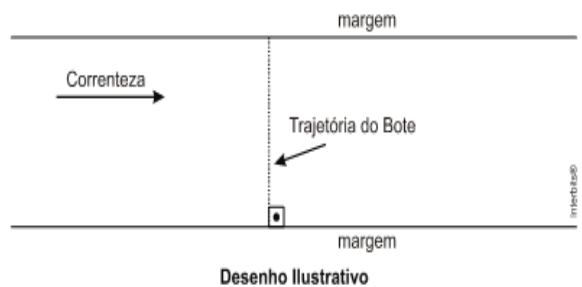


Com base nos dados, responda: Qual a distância de B a C?

- A** 30 m
- B** 40 m
- C** 50 m
- D** 80 m
- E** 100 m

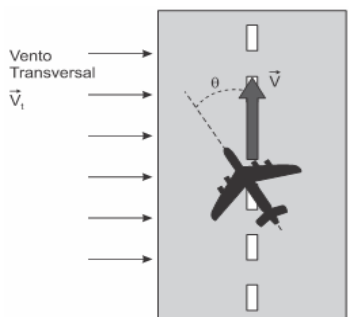
03. (Espcex (Aman) 2011) Um bote de assalto deve atravessar um rio de largura igual a 800m, numa trajetória perpendicular à sua margem, num intervalo de tempo de 1 minuto e 40 segundos, com velocidade constante.

Considerando o bote como uma partícula, desprezando a resistência do ar e sendo constante e igual a 6 m/s a velocidade da correnteza do rio em relação à sua margem, o módulo da velocidade do bote em relação à água do rio deverá ser de:



- A** 4 m/s
- B** 6 m/s
- C** 8 m/s
- D** 10 m/s
- E** 14 m/s

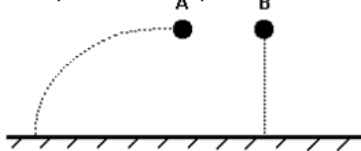
04. (Fac. Pequeno Príncipe - Medici 2016) Em determinadas situações, os pilotos de aviões ficam sujeitos a condições desfavoráveis de vento durante o processo de aterrissagem. A fotografia mostra um avião se aproximando da pista de pouso enquanto tem que enfrentar um forte vento lateral. Para compensar o vento, o piloto tem que aproximar o avião da pista obliquamente em relação à direção da pista, de modo que o avião possa prosseguir paralelamente a ela. Suponha uma situação similar, na qual, durante a aproximação da pista de pouso, um piloto mantém um ângulo de 30° entre o eixo longitudinal do avião e a direção da pista, conforme esquematizado na figura. Se o módulo da velocidade do avião em relação à pista for $v = 80 \text{ km/h}$ qual é o módulo da velocidade do vento transversal (V_t)?



- A** 30 km/h
- B** 40 km/h
- C** 46 km/h
- D** 55 km/h
- E** 69 km/h

05. (UFMG 1998) Um corpo A é lançado horizontalmente de uma determinada altura. No mesmo instante, um outro corpo B é solto em queda livre, a partir do repouso, dessa mesma altura, como mostra a figura.

sob ele, durante a queda. Desprezando a

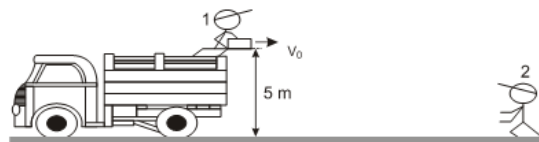


Sejam v_A e v_B os módulos das velocidades dos corpos A e B, respectivamente, imediatamente antes de tocarem o chão e t_A e t_B os tempos despendidos por cada corpo nesse percurso. Despreze os efeitos da resistência do ar.

Nessas condições, pode-se afirmar que

- A** $v_A = v_B$ e $t_A > t_B$.
- B** $v_A = v_B$ e $t_A = t_B$.
- C** $v_A > v_B$ e $t_A > t_B$.
- D** $v_A > v_B$ e $t_A = t_B$.

06. (Ifce 2014) Da parte superior de um caminhão, a 5,0 metros do solo, o funcionário 1 arremessa, horizontalmente, caixas para o funcionário 2, que se encontra no solo para pegá-las. Se cada caixa é arremessada a uma velocidade de 8,0 m/s, da base do caminhão, deve ficar o funcionário 2, a uma distância de



Considere a aceleração da gravidade 10 m/s^2 e despreze as dimensões da caixa e dos dois funcionários.

- A** 4,0 m
- B** 5,0 m
- C** 6,0 m
- D** 7,0 m
- E** 8,0 m

07. (Unesp 2015) A fotografia mostra um avião bombardeiro norte-americano B52 despejando bombas sobre determinada cidade no Vietnã do Norte, em dezembro de 1972.



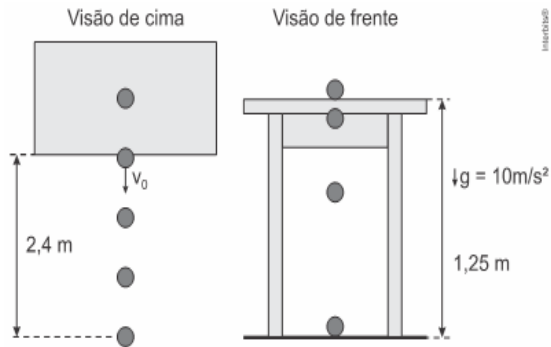
(www.nationalmuseum.af.mil. Adaptado.)

Durante essa operação, o avião bombardeiro sobrevoou, horizontalmente e com velocidade vetorial constante, a região atacada, enquanto abandonava as bombas que, na fotografia tirada de outro avião em repouso em relação ao bombardeiro, aparecem alinhadas verticalmente

resistência do ar e a atuação de forças horizontais sobre as bombas, é correto afirmar que:

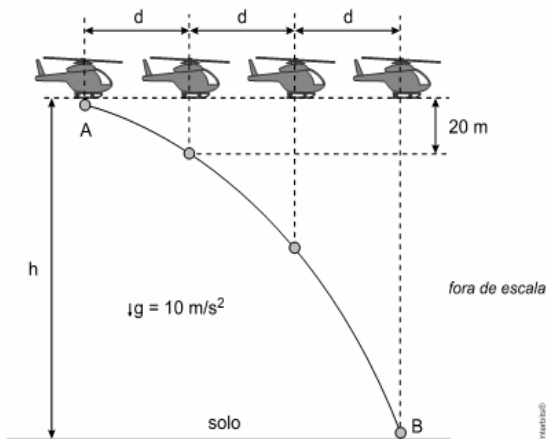
- A** no referencial em repouso sobre a superfície da Terra, cada bomba percorreu uma trajetória parabólica diferente.
- B** no referencial em repouso sobre a superfície da Terra, as bombas estavam em movimento retilíneo acelerado.
- C** no referencial do avião bombardeiro, a trajetória de cada bomba é representada por um arco de parábola.
- D** enquanto caíam, as bombas estavam todas em repouso, uma em relação às outras
- E** as bombas atingiram um mesmo ponto sobre a superfície da Terra, uma vez que caíram verticalmente.

08. (Famerp 2017) Uma bola rola sobre uma bancada horizontal e a abandona, com velocidade V_0 , caindo até o chão. As figuras representam a visão de cima e a visão de frente desse movimento, mostrando a bola em instantes diferentes durante sua queda, até o momento em que ela toca o solo.



Desprezando a resistência do ar e considerando as informações das figuras, o módulo de V_0 é igual a:

- A 2,4 m/s
 B 0,6 m/s
 C 1,2 m/s
 D 4,8 m/s
 E 3,6 m/s
09. (Famema 2017) Um helicóptero sobrevoa horizontalmente o solo com velocidade constante e, no ponto A, abandona um objeto de dimensões desprezíveis que, a partir desse instante, cai sob ação exclusiva da força peso e toca o solo plano e horizontal no ponto B. Na figura, o helicóptero e o objeto são representados em quatro instantes diferentes.



Considerando as informações fornecidas, é correto afirmar que a altura h de sobrevoos desse helicóptero é igual a

- A 200 m
 B 220 m
 C 240 m
 D 160 m
 E 180 m

10. (Cefet-MG 2018) João observa duas esferas idênticas, lançadas horizontalmente por duas crianças 1 e 2 de uma mesma altura H , interceptarem-se antes de tocarem o chão, como mostra a figura abaixo:



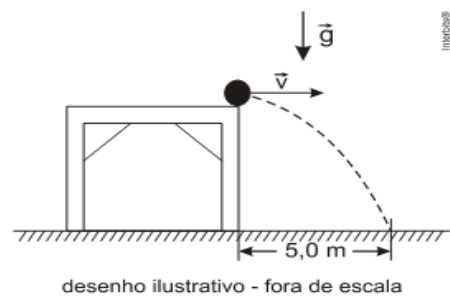
Considerando-se que a resistência do ar é desprezível, João conclui, sobre esse evento, que:

- I. A criança 1 arremessou a esfera um pouco antes da criança 2.
 II. A criança 2 imprimiu menor velocidade na esfera que a criança 1.
 III. A aceleração da esfera da criança 1 é menor que a esfera da criança 2, ao longo das trajetórias.

A alternativa que expressa a(s) conclusão(ões) correta(s) de João é

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

11. (Espcex (Aman) 2014) Uma esfera é lançada com velocidade horizontal constante de módulo $v = 5 \text{ m/s}$ da borda de uma mesa horizontal. Ela atinge o solo num ponto situado a 5 m do pé da mesa conforme o desenho abaixo.

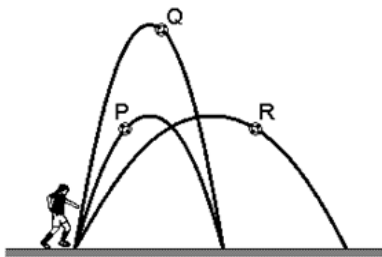


Desprezando a resistência do ar, o módulo da velocidade com que a esfera atinge o solo é de:

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

- A 4 m/s
 B 5 m/s
 C $5\sqrt{2} \text{ m/s}$
 D $6\sqrt{2} \text{ m/s}$
 E $5\sqrt{5} \text{ m/s}$

12. (UFMG 2006) Clarissa chuta, em sequência, três bolas - P, Q e R -, cujas trajetórias estão representadas nesta figura:



Sejam $t(P)$, $t(Q)$ e $t(R)$ os tempos gastos, respectivamente, pelas bolas P, Q e R, desde o momento do chute até o instante em que atingem o solo.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- A $t(Q) > t(P) = t(R)$
 B $t(R) > t(Q) = t(P)$
 C $t(Q) > t(R) > t(P)$
 D $t(R) > t(Q) > t(P)$
13. (Uff 2011) Após um ataque frustrado do time adversário, o goleiro se prepara para lançar a bola e armar um contra-ataque.

Para dificultar a recuperação da defesa adversária, a bola deve chegar aos pés de um atacante no menor tempo possível. O goleiro vai chutar a bola, imprimindo sempre a mesma velocidade, e deve controlar apenas o ângulo de lançamento. A figura mostra as duas trajetórias possíveis da bola num certo momento da partida.



que a bola está parada numa altura h acima do

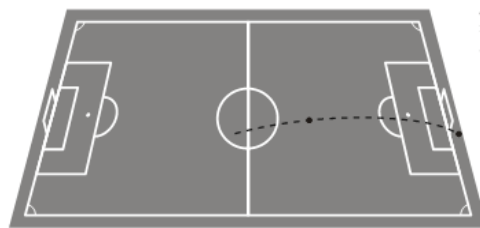
Assinale a alternativa que expressa se é possível ou não determinar qual destes dois jogadores receberia a bola no menor tempo. Despreze o efeito da resistência do ar.

- A Sim, é possível, e o jogador mais próximo receberia a bola no menor tempo.
 B Sim, é possível, e o jogador mais distante receberia a bola no menor tempo.
 C Os dois jogadores receberiam a bola em tempos iguais.
 D Não, pois é necessário conhecer os valores da velocidade inicial e dos ângulos de lançamento.
 E Não, pois é necessário conhecer o valor da velocidade inicial.

14. (Unesp 2012) O gol que Pelé não fez

Na copa de 1970, na partida entre Brasil e Tchecoslováquia, Pelé pega a bola um pouco antes do meio de campo, vê o goleiro tcheco adiantado, e arrisca um chute que entrou para a história do futebol brasileiro. No início do lance, a bola parte do solo com velocidade de 108 km/h (30 m/s), e três segundos depois toca novamente o solo atrás da linha de fundo, depois de descrever uma parábola no ar e passar rente à trave, para alívio do assustado goleiro.

Na figura vemos uma simulação do chute de Pelé.



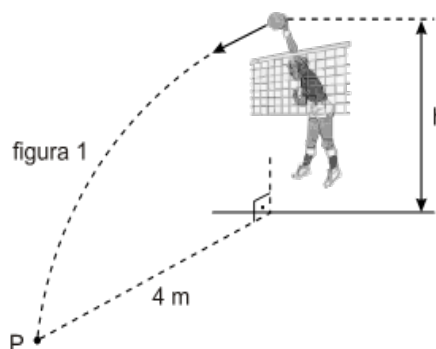
(<http://omnis.if.ufrj.br/~carlos/futebol/textoCatalogoExpo.pdf>. Adaptado.)

Considerando que o vetor velocidade inicial da bola após o chute de Pelé fazia um ângulo de 30° com a horizontal ($\sin 30^\circ = 0,50$ e $\cos 30^\circ = 0,85$) e desconsiderando a resistência do ar e a rotação da bola, pode-se afirmar que a distância horizontal entre o ponto de onde a bola partiu do solo depois do chute e o ponto onde ela tocou o solo atrás da linha de fundo era, em metros, um valor mais próximo de

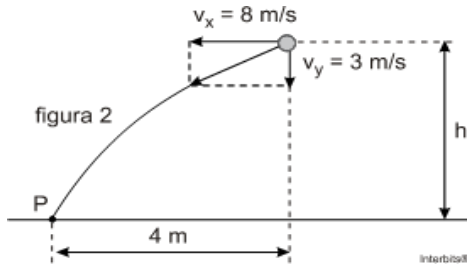
- A 52,0
 B 64,5
 C 76,5
 D 80,4
 E 86,6

15. (Uftm 2011) Num jogo de vôlei, uma atacante acerta uma cortada na bola no instante em

solo. Devido à ação da atacante, a bola parte com velocidade inicial V_0 , com componentes horizontal e vertical, respectivamente em módulo, $V_x = 8$ m/s e $V_y = 3$ m/s, como mostram as figuras 1 e 2.



Após a cortada, a bola percorre uma distância horizontal de 4 m, tocando o chão no ponto P.



Considerando que durante seu movimento a bola ficou sujeita apenas à força gravitacional e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a altura h , em m, onde ela foi atingida é

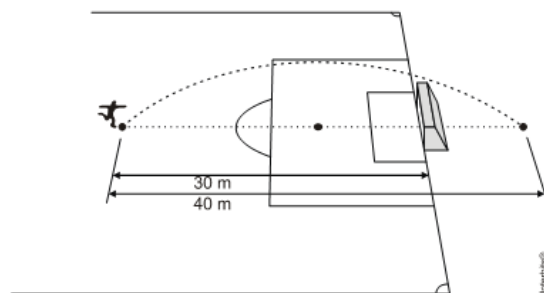
- A 2,25
- B 2,50
- C 2,75
- D 3,00
- E 3,25

NÍVEL AVANÇADO

01. (Ufjf 2006) Um homem parado numa escada rolante leva 10 s para descê-la em sua totalidade. O mesmo homem leva 15 s para subir toda a escada rolante de volta, caminhando contra o movimento dela. Quanto tempo o homem levará para descer a mesma escada rolante, caminhando com a mesma velocidade com que subiu?

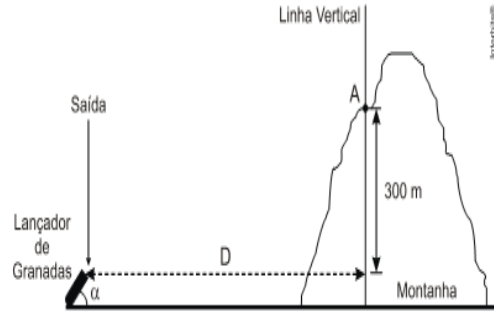
- A 5,00 s
- B 3,75 s
- C 10,00 s
- D 15,00 s
- E 7,50 s

02. (Unicamp 2012) Um jogador de futebol chuta uma bola a 30 m do gol adversário. A bola descreve uma trajetória parabólica e passa por cima da trave e cai a uma distância de 40 m de sua posição original. Se, ao cruzar a linha do gol, a bola estava a 3 m do chão, a altura máxima por ela alcançada esteve entre



- A 4,1 e 4,4 m
- B 3,8 e 4,1 m
- C 3,2 e 3,5 m
- D 3,5 e 3,8 m

03. (Espcex (Aman) 2012) 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.



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:

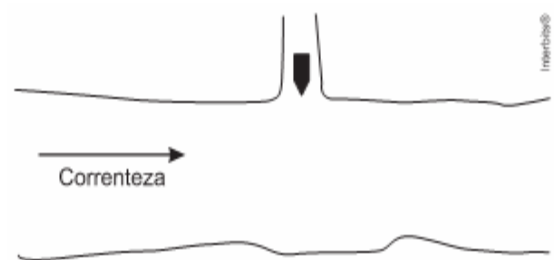
Dados: $\text{Cos } \alpha = 0,6$; $\text{Sen } \alpha = 0,8$.

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

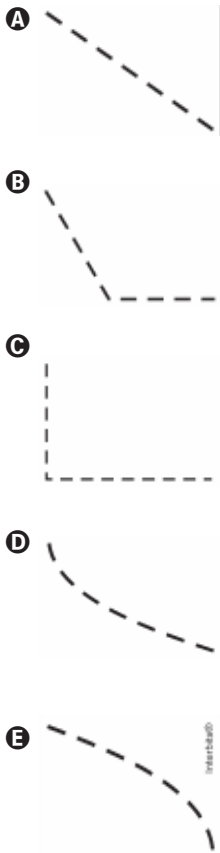
SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2017) Um longo trecho retilíneo de um rio tem um afluente perpendicular em sua margem esquerda, conforme mostra a figura. Observando de cima, um barco trafega com velocidade constante pelo afluente para entrar no

rio varia uniformemente, sendo muito pequena junto à margem e máxima no meio. O barco entra no rio e é arrastado lateralmente pela correnteza, mas o navegador procura mantê-lo sempre na direção perpendicular à correnteza do rio e o motor acionado com a mesma potência.



Pelas condições descritas, a trajetória que representa o movimento seguido pelo barco é:



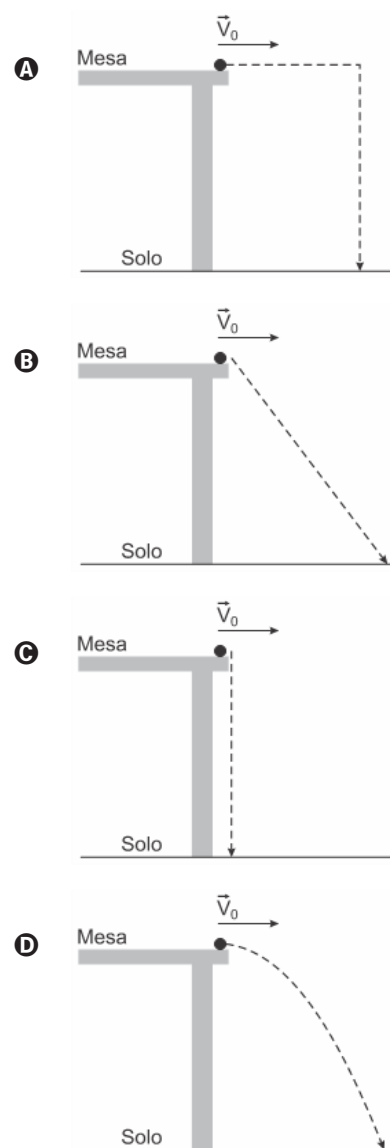
- 02.** (Enem PPL 2020) Em 20 de julho de 1969, Neil Armstrong tornou-se o primeiro homem a pisar na superfície da Lua. Ele foi seguido por Edwin Aldrin, ambos da missão Apollo 11. Eles, e os astronautas que os seguiram, experimentaram a ausência de atmosfera e estavam sujeitos às diferenças gravitacionais. A aceleração da gravidade na Lua tem $1/6$ do valor na Terra.

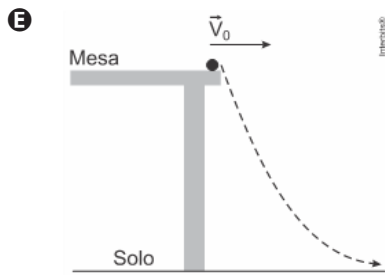
Em relação às condições na Terra, um salto oblíquo na superfície da Lua teria alcance

- A** menor, pois a força normal com o solo é menor.
- B** menor, pois a altura do salto seria maior.
- C** igual, pois o impulso aplicado pelo astronauta é o mesmo.
- D** maior, pois a aceleração da gravidade é seis vezes menor.
- E** maior, pois na ausência de atmosfera não há resistência do ar.

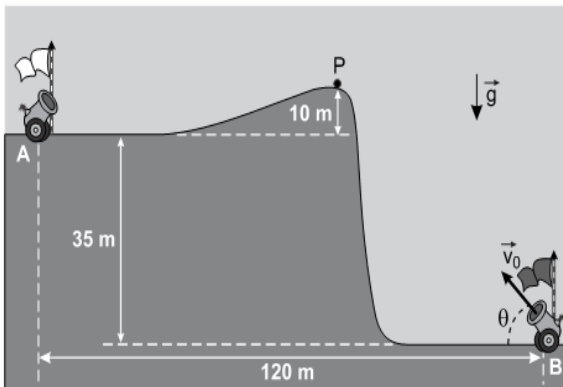
- 03.** (Enem 2020) Nos desenhos animados, com frequência se vê um personagem correndo na direção de um abismo, mas, ao invés de cair, ele continua andando no vazio e só quando percebe que não há nada sob seus pés é que ele para de andar e cai verticalmente. No entanto, para observar uma trajetória de queda num experimento real, pode-se lançar uma bolinha, com velocidade constante (V_0) sobre a superfície de uma mesa e verificar o seu movimento de queda até o chão.

Qual figura melhor representa a trajetória de queda da bolinha?





- 04.** (Enem 2021) A figura foi extraída de um antigo jogo para computadores, chamado Bang! Bang!



No jogo, dois competidores controlam os canhões A e B, disparando balas alternadamente com o objetivo de atingir o canhão do adversário; para isso, atribuem valores estimados para o módulo da velocidade inicial de disparo ($|v_0|$) e para o ângulo de disparo (θ). Em determinado momento de uma partida, o competidor B deve disparar; ele sabe que a bala disparada anteriormente, $\theta = 53^\circ$, passou tangenciando o ponto P. No jogo, $|g|$ é igual a 10 m/s^2 . Considere $\sin 53^\circ = 0,8$, $\cos 53^\circ = 0,6$ e desprezível a ação de forças dissipativas.

Disponível em: <http://mebdownloads.butzke.net.br>. Acesso em: 18 abr. 2015 (adaptado).

- b) Considere que o canhão não tenha sido atingido pelo canhão de disparo, qual deveria ser, aproximadamente, o menor valor de $|v_0|$ que permitiria ao disparo efetuado pelo canhão B atingir o canhão A?

- A** 30 m/s **D** 45 m/s
B 35 m/s **E** 50 m/s
C 40 m/s

- 05.** (Enem 2022) Em um dia de calor intenso, dois colegas estão a brincar com a água da mangueira. Um deles quer saber até que altura o jato de água alcança, a partir da saída de água, quando a mangueira está posicionada totalmente na direção vertical. O outro colega propõe então o seguinte experimento: eles posicionarem a saída de água da mangueira na direção horizontal, a 1 m de altura

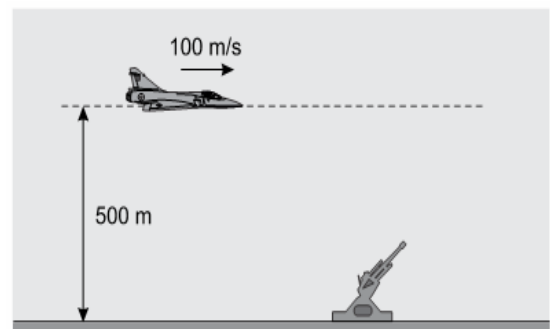
em relação ao chão, e então medirem a distância horizontal entre a mangueira e o local onde a água atinge o chão. A medida dessa distância foi de 3 m, e a partir disso eles calcularam o alcance vertical do jato de água. Considere a aceleração da gravidade de 10 m/s^2 .

O resultado que eles obtiveram foi de

- A** 1,50 m **D** 4,50 m
B 2,25 m **E** 5,00 m
C 4,00 m

DISCURSIVAS

- 01.** (Unifesp 2018) Um avião bombardeiro sobrevoa uma superfície plana e horizontal, mantendo constantes uma altitude de 500 m e uma velocidade de 100 m/s. Fixo no solo, um canhão antiaéreo será disparado com a intenção de acertar o avião. Considere que o avião e o canhão estejam contidos em um mesmo plano vertical, despreze a resistência do ar e adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- a) Quantos metros antes da vertical que passa pelo canhão o piloto do avião deve abandonar uma bomba para acertá-lo no solo?

atingido pela bomba e que, na tentativa de acertar o avião, um artilheiro dispare desse canhão um projétil com velocidade inicial v_0 , exatamente no momento em que o avião passa verticalmente sobre ele. Desprezando as dimensões do avião e considerando que o avião não altere sua velocidade, qual o mínimo valor de v_0 para que o artilheiro tenha sucesso?

- 02.** (Unifesp 2010) No campeonato paulista de futebol, um famoso jogador nos presenteou com um lindo gol, no qual, ao correr para receber um lançamento de um dos atacantes, o goleador fenomenal parou a bola no peito do pé e a chutou certeira ao gol. Analisando a jogada pela TV, verifica-se que a bola é chutada pelo armador da jogada a partir do chão com uma velocidade inicial de $20,0 \text{ m/s}$, fazendo um ângulo com a horizontal de 45° para cima.

Dados: $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ e $\sqrt{2} = 1,4$



- a) Determine a distância horizontal percorrida pela bola entre o seu lançamento até a posição de recebimento pelo artilheiro (goleador fenomenal).
- b) No instante do lançamento da bola, o artilheiro estava a $16,0 \text{ m}$ de distância da posição em que ele estimou que a bola cairia e, ao perceber o início da jogada, corre para receber a bola. A direção do movimento do artilheiro é perpendicular à trajetória da bola, como mostra a figura. Qual é a velocidade média, em km/h , do artilheiro, para que ele alcance a bola imediatamente antes de ela tocar o gramado?

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	C	D	C	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	B	D	C	D
6	7	8	9	10
E	A	D	E	B
11	12	13	14	15
E	A	B	C	C

AVANÇADO

1	2	3
B	B	D

SEÇÃO ENEM

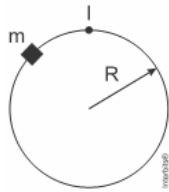
1	2	3	4	5
D	D	D	C	B

DISCURSIVAS

- 01.** a) 1000 m
b) $100\sqrt{2} \text{ m/s}$
- 02.** a) 40 m
b) $5,6 \text{ m/s} = 20,16 \text{ km/h}$

NÍVEL BÁSICO

01. (Ufrgs 2016) A figura abaixo representa um móvel m que descreve um movimento circular uniforme de raio R , no sentido horário, com velocidade de módulo V :



Assinale a alternativa que melhor representa, respectivamente, os vetores velocidade V e aceleração a do móvel quando passa pelo ponto I , assinalado na figura.

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

02. (Uern 2013) Uma roda d'água de raio $0,5\text{ m}$ efetua 4 voltas a cada 20 segundos. A velocidade linear dessa roda é

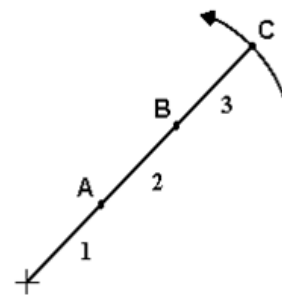
(Considere: $\pi=3$)

- A** $0,6\text{ m/s}$
- B** $0,8\text{ m/s}$
- C** $1,0\text{ m/s}$
- D** $1,2\text{ m/s}$

03. (Uern 2015) Dois exaustores eólicos instalados no telhado de um galpão se encontram em movimento circular uniforme com frequências iguais a $2,0\text{ Hz}$ e $2,5\text{ Hz}$. A diferença entre os períodos desses dois movimentos é igual a

- A** $0,1\text{ s}$
- B** $0,3\text{ s}$
- C** $0,5\text{ s}$
- D** $0,6\text{ s}$

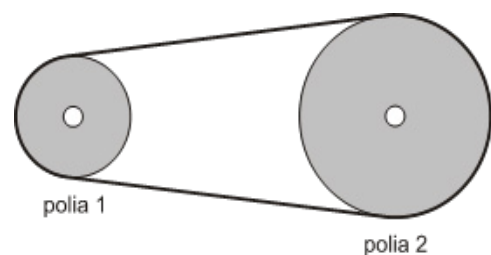
04. (UFMG 1994) A figura a seguir representa três bolas, A , B e C , que estão presas entre si por cordas de $1,0\text{ m}$ de comprimento cada uma. As bolas giram com movimento circular uniforme, sobre um plano horizontal sem atrito, mantendo as cordas esticadas. A massa de cada bola é igual a $0,5\text{ kg}$, e a velocidade da bola C é de $9,0\text{ m/s}$.



A alternativa que indica como se relacionam as velocidades tangenciais v_A , v_B e v_C das bolas A , B e C e seus respectivos períodos T_A , T_B e T_C é

- A** $v_A < v_B < v_C$; $T_A = T_B = T_C$
- B** $v_A = v_B = v_C$; $T_A = T_B = T_C$
- C** $v_A > v_B > v_C$; $T_A = T_B = T_C$
- D** $v_A = v_B = v_C$; $T_A > T_B > T_C$
- E** $v = v = v$; $T < T < T$

05. (Cefet-SC 2010) Na figura abaixo, temos duas polias de raios R_1 e R_2 , que giram no sentido horário, acopladas a uma correia que não desliza sobre as polias.



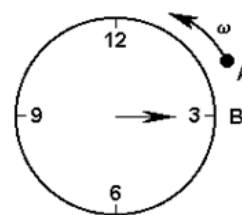
Com base no enunciado acima e na ilustração, é correto afirmar que:

- A a velocidade angular da polia 1 é numericamente igual à velocidade angular da polia 2.
- B a frequência da polia 1 é numericamente igual à frequência da polia 2.
- C o módulo da velocidade na borda da polia 1 é numericamente igual ao módulo da velocidade na borda da polia 2.
- D o período da polia 1 é numericamente igual ao período da polia 2.
- E a velocidade da correia é diferente da velocidade da polia 1.

A velocidade de um ponto extremo P da pá vale (Considere $\pi = 3$)

- A 9 m/s
- B 15 m/s
- C 18 m/s
- D 60 m/s

03. (UFJF 2002) Na figura a seguir, quando o ponteiro dos segundos do relógio está apontando para B, uma formiga parte do ponto A e se desloca com velocidade angular constante $\omega = 2\pi$ rad/min, no sentido anti-horário. Ao completar uma volta, quantas vezes a formiga terá cruzado com o ponteiro dos segundos?



- A Zero
- B Uma
- C Duas
- D Três
- E π

04. (Unicamp 2016) Anemômetros são instrumentos usados para medir a velocidade do vento. A sua construção mais conhecida é a proposta por Robinson em 1846, que consiste em um rotor com quatro conchas hemisféricas presas por hastes, conforme figura abaixo. Em um anemômetro de Robinson ideal, a velocidade do vento é dada pela velocidade linear das conchas. Um anemômetro em que a distância entre as conchas e o centro de rotação é $r = 25$ cm, em um dia cuja velocidade do vento é $v = 18$ km/h, teria uma frequência de



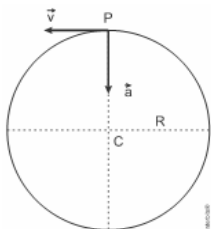
THE ROBINSON ANEMOMETER.

Se necessário, considere $\pi = 3$.

- A 3 rpm
- B 200 rpm
- C 720 rpm
- D 1200 rpm

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Mackenzie 2016)

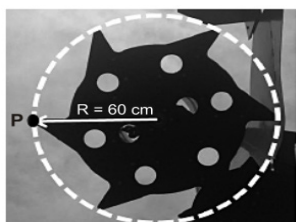


Uma partícula percorre a trajetória circular de centro C e raio R. Os vetores velocidade (v) e aceleração (a) da partícula no instante em que ela passa pelo ponto P da trajetória, estão representados na figura acima. O vetor velocidade e o vetor aceleração formam um ângulo de 90° . Se $v = 10$ m/s e $R = 2,00$ m, o módulo da aceleração (a) será igual a

- A 4,00 m/s²
- B 5,00 m/s²
- C 20,00 m/s²
- D 40,00 m/s²
- E 50,00 m/s²

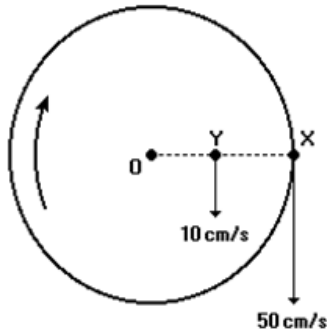
rotação de

02. (Unicamp 2014) As máquinas cortadeiras e colheitadeiras de cana-de-açúcar podem substituir dezenas de trabalhadores rurais, o que pode alterar de forma significativa a relação de trabalho nas lavouras de cana-de-açúcar. A pá cortadeira da máquina ilustrada na figura abaixo gira em movimento circular uniforme a uma frequência de 300 rpm.



05. (Uece 1997) A figura mostra um disco que gira em torno do centro O. A velocidade do ponto X é 50 cm/s e a do ponto Y é de 10 cm/s.

A distância XY vale 20 cm. Pode-se afirmar que o valor da velocidade angular do disco, em radianos por segundo, é:



- A 2,0 C 10,0
 B 5,0 D 20,0

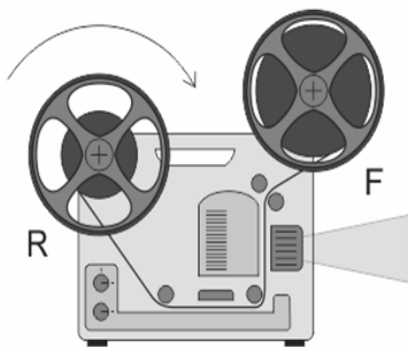
06. (Efoimm 2018) Um automóvel viaja em uma estrada horizontal com velocidade constante e sem atrito. Cada pneu desse veículo tem raio de 0,3 metros e gira em uma frequência de 900 rotações por minuto. A velocidade desse automóvel é de aproximadamente:

(Dados: considere $\pi = 3,1$)

- A 21 m/s D 42 m/s
 B 28 m/s E 49 m/s
 C 35 m/s

07. (CPS 2015) Em um antigo projetor de cinema, o filme a ser projetado deixa o carretel F, seguindo um caminho que o leva ao carretel R, onde será rebobinado. Os carretéis são idênticos e se diferenciam apenas pelas funções que realizam.

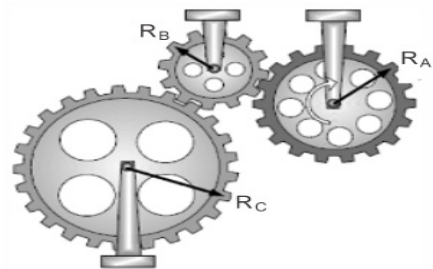
09. (Uespi 2012) Quando o filme está sendo projetado, os carretéis apresentam-se como mostrado na figura, na qual observamos o sentido de rotação que o aparelho imprime ao carretel R.



Nesse momento, considerando as quantidades de filme que os carretéis contêm e o tempo necessário para que o carretel R dê uma volta completa, é correto concluir que o carretel F gira em sentido

- A anti-horário e dá mais voltas que o carretel R.
 B anti-horário e dá menos voltas que o carretel R.
 C horário e dá mais voltas que o carretel R.
 D horário e dá menos voltas que o carretel R.
 E horário e dá o mesmo número de voltas que o carretel R.

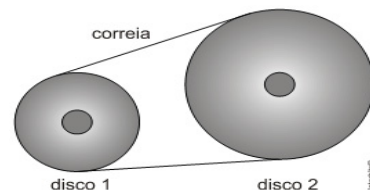
08. (Mackenzie 2019)



As engrenagens A, B e C, de raios R_A , R_B e R_C , acima desenhadas, fazem parte de um conjunto que funciona com um motor acoplado à engrenagem de raio $R_A = 20$ cm, fazendo-a girar com frequência constante de 120 rpm no sentido horário. Conhecendo-se o raio $R_B = 10$ cm e $R_C = 25$ cm, pode-se afirmar que no SI (Sistema Internacional de Unidades) a aceleração de um ponto da periferia da engrenagem C, tem módulo igual a (Considere $\pi^2 = 10$)

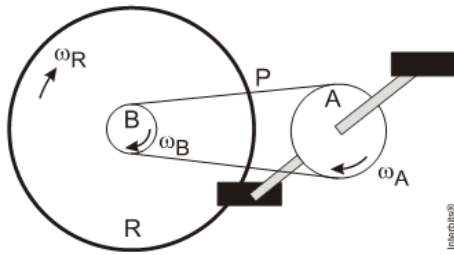
- A 1,6 D 32,0
 B 16,0 E 2560
 C 25,6

parte do motor de um automóvel. Os discos 1 e 2, de diâmetros 40 cm e 60 cm, respectivamente, são conectados por uma correia inextensível e giram em movimento circular uniforme. Se a correia não desliza sobre os discos, a razão ω_1 / ω_2 entre as velocidades angulares dos discos vale



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

10. (Ufrgs 2013) A figura apresenta esquematicamente o sistema de transmissão de uma bicicleta convencional.

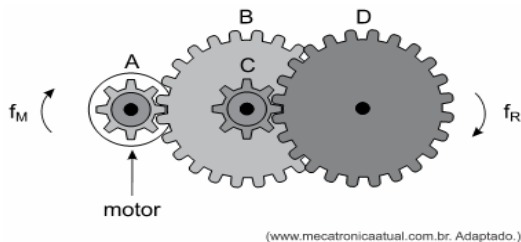


Na bicicleta, a coroa A conecta-se à catraca B através da corrente P. Por sua vez, B é ligada à roda traseira R, girando com ela quando o ciclista está pedalando.

Nesta situação, supondo que a bicicleta se move sem deslizar, as magnitudes das velocidades angulares, ω_A , ω_B e ω_R são tais que

- A $\omega_A < \omega_B = \omega_R$
- B $\omega_A = \omega_B < \omega_R$
- C $\omega_A = \omega_B = \omega_R$
- D $\omega_A < \omega_B < \omega_R$
- E $\omega_A > \omega_B = \omega_R$

11. (Unesp 2016) Um pequeno motor a pilha é utilizado para movimentar um carrinho de brinquedo. Um sistema de engrenagens transforma a velocidade de rotação desse motor na velocidade de rotação adequada às rodas do carrinho. Esse sistema é formado por quatro engrenagens, A, B, C e D, sendo que A está presa ao eixo do motor, B e C estão presas a um segundo eixo e D a um terceiro eixo, no qual também estão presas duas das quatro rodas do carrinho.

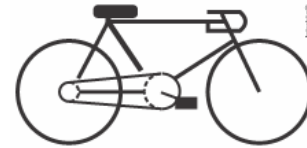


Nessas condições, quando o motor girar com frequência f_M , as duas rodas do carrinho girarão com frequência f_R . Sabendo que as engrenagens A e C possuem 8 dentes, que as engrenagens B e D possuem 24 dentes, que não há escorregamento entre elas e que $f_M = 13,5$ Hz é correto afirmar que f_R , em Hz, é igual a

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

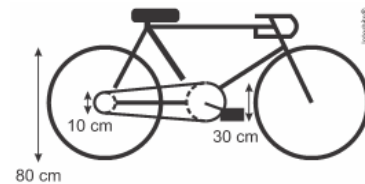
TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

As bicicletas possuem uma corrente que liga uma coroa dentada dianteira, movimentada pelos pedais, a uma coroa localizada no eixo da roda traseira, como mostra a figura.



O número de voltas dadas pela roda traseira a cada pedalada depende do tamanho relativo destas coroas.

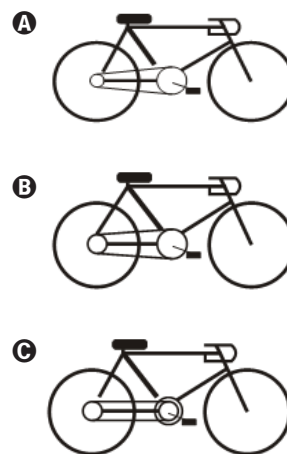
12. (Enem 1998)

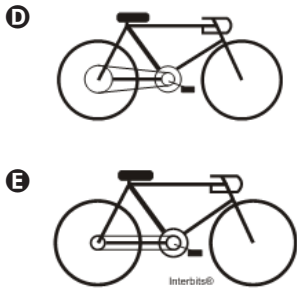


Quando se dá uma pedalada na bicicleta da figura acima (isto é, quando a coroa acionada pelos pedais dá uma volta completa), qual é a distância aproximada percorrida pela bicicleta, sabendo-se que o comprimento de um círculo de raio R é igual a $2\pi R$ onde $\pi = 3$?

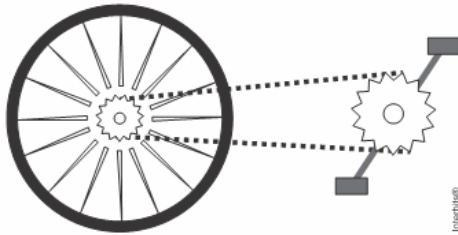
- A 1,2 m
- B 2,4 m
- C 7,2 m
- D 14,4 m
- E 48,0 m

13. (Enem 1998) Em que opção a seguir a roda traseira dá o maior número de voltas por pedalada?



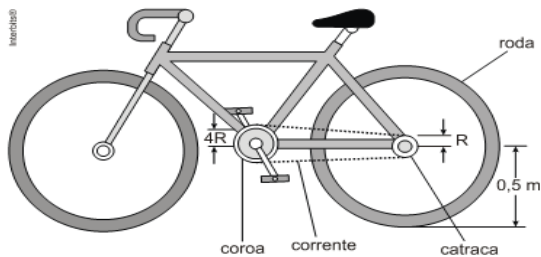


14. (Ufpr 2012) Um ciclista movimenta-se com sua bicicleta em linha reta a uma velocidade constante de 18 km/h. O pneu, devidamente montado na roda, possui diâmetro igual a 70 cm. No centro da roda traseira, presa ao eixo, há uma roda dentada de diâmetro 7,0 cm. Junto ao pedal e preso ao seu eixo há outra roda dentada de diâmetro 20 cm. As duas rodas dentadas estão unidas por uma corrente, conforme mostra a figura. Não há deslizamento entre a corrente e as rodas dentadas. Supondo que o ciclista imprima aos pedais um movimento circular uniforme, assinale a alternativa correta para ω = número de voltas por minuto que ele impõe aos pedais durante esse movimento. Nesta questão, considere $\pi = 3$.



- A 0,25 rpm.
- B 2,50 rpm.
- C 5,00 rpm.
- D 25,0 rpm.
- E 50,0 rpm.

15. (UFPB 2012) Em uma bicicleta, a transmissão do movimento das pedaladas se faz através de uma corrente, acoplando um disco dentado dianteiro (coroa) a um disco dentado traseiro (catraca), sem que haja deslizamento entre a corrente e os discos. A catraca, por sua vez, é acoplada à roda traseira de modo que as velocidades angulares da catraca e da roda sejam as mesmas (ver a seguir figura representativa de uma bicicleta).



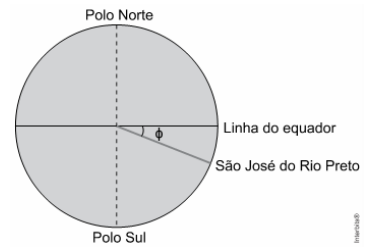
Adaptado de: < <http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/equilibrio-das-532002.shtml> >. Acesso em: 12 ago. 2011.

Em uma corrida de bicicleta, o ciclista desloca-se com velocidade escalar constante, mantendo um ritmo estável de pedaladas, capaz de imprimir no disco dianteiro uma velocidade angular de 4 rad/s, para uma configuração em que o raio da coroa é 4R, o raio da catraca é R e o raio da roda é 0,5 m. Com base no exposto, conclui-se que a velocidade escalar do ciclista é:

- A 2 m/s
- B 4 m/s
- C 8 m/s
- D 12 m/s
- E 16 m/s

NÍVEL AVANÇADO

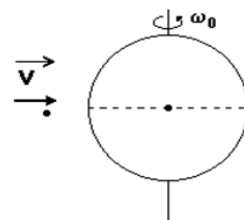
01. (Famerp 2019) Uma pessoa parada sobre a linha do equador terrestre apresenta uma velocidade tangencial, devido à rotação da Terra, de módulo próximo a 1.700 km/h.



Sabendo que $\sin 21^\circ = 0,36$ e $\cos 21^\circ = 0,93$, uma pessoa em repouso sobre o solo, em São José do Rio Preto, cuja latitude é aproximadamente $\varphi = 21^\circ$ Sul, tem uma velocidade tangencial de módulo próximo a

- A 1.830 km/h
- B 610 km/h
- C 1.700 km/h
- D 4.700 km/h
- E 1.580 km/h

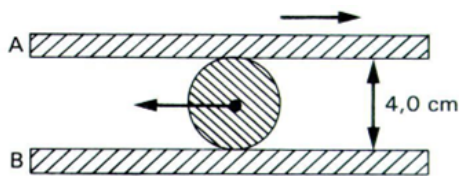
02. (Unitau 1995) Uma esfera oca feita de papel tem frequência f_0 , conforme figura adiante. Um projétil é disparado numa direção que passa pelo equador da esfera, com velocidade $v = 500$ m/s. Observa-se que, devido à frequência de rotação da esfera, a bala sai pelo mesmo orifício feito pelo projétil quando penetra na esfera.



A frequência f_0 da esfera é:

- A 200 Hz
- B 300 Hz
- C 400 Hz
- D 500 Hz
- E 600 Hz

03. (Fuvest) Um cilindro de madeira de 4 cm de diâmetro rola sem deslizar entre duas tábuas horizontais móveis, A e B, como mostra a figura.



Em determinado instante, a tábua A se movimenta para a direita com velocidade de 40 cm/s e o centro do cilindro se move para a esquerda com velocidade de intensidade 10 cm/s. Qual é nesse instante a velocidade da tábua B em módulo e sentido?

- A 10 cm/s
- B 20 cm/s
- C 30 cm/s
- D 40 cm/s
- E 60 cm/s

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelhinho, no terceiro quadrinho, é

- A nulo.
- B paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- C paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- D perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- E perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

02. (Enem 2019) Na madrugada de 11 de março de 1978, partes de um foguete soviético reentraram na atmosfera acima da cidade do Rio de Janeiro e caíram no Oceano Atlântico. Foi um belo espetáculo, os inúmeros fragmentos entrando em ignição devido ao atrito com a atmosfera brilharam intensamente, enquanto "cortavam o céu". Mas se a reentrada tivesse acontecido alguns minutos depois, teríamos uma tragédia, pois a queda seria na área urbana do Rio de Janeiro e não no oceano.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2014) Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelhinho, considerando o módulo da velocidade constante.



SOUSA, M. Cebolinha, n. 240. jun. 2006.



LAS CASAS, R. Lixo espacial. Observatório Astronômico Frei Rosário, ICEX, UFMG. Disponível em: www.observatorio.ufmg.br. Acesso em: 27 set. 2011 (adaptado).

De acordo com os fatos relatados, a velocidade angular do foguete em relação à Terra no ponto de reentrada era

- A igual à da Terra e no mesmo sentido.
- B superior à da Terra e no mesmo sentido.
- C inferior à da Terra e no sentido oposto.
- D igual à da Terra e no sentido oposto.
- E superior à da Terra e no sentido oposto.

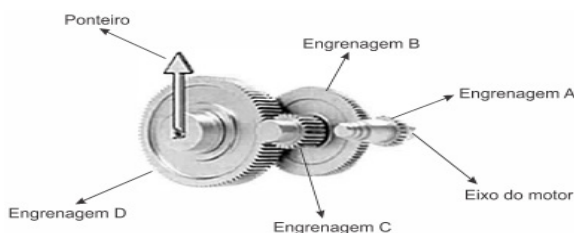
- 03.** (Enem 2018) Visando a melhoria estética de um veículo, o vendedor de uma loja sugere ao consumidor que ele troque as rodas de seu automóvel de aro 15 polegadas para aro 17 polegadas, o que corresponde a um diâmetro maior do conjunto roda e pneu.

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.

- 04.** (Enem 2016) A invenção e o acoplamento entre engrenagens revolucionaram a ciência na época e propiciaram a invenção de várias tecnologias, como os relógios. Ao construir um pequeno cronômetro, um relojoeiro usa o sistema de engrenagens mostrado. De acordo com a figura, um motor é ligado ao eixo e movimenta as engrenagens fazendo o ponteiro girar. A frequência do motor é de 18 rpm e o número de dentes das engrenagens está apresentado no quadro.

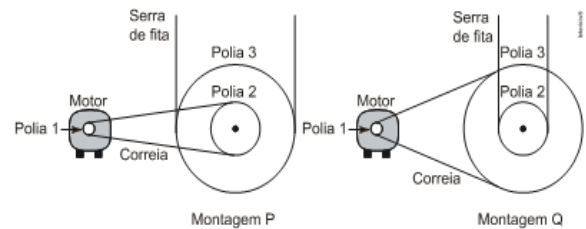
Engrenagem	Dentes
A	24
B	72
C	36
D	108



A frequência de giro do ponteiro, em rpm, é

- A** 1
- B** 2
- C** 4
- D** 81
- E** 162

- 05.** (Enem 2013) Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.

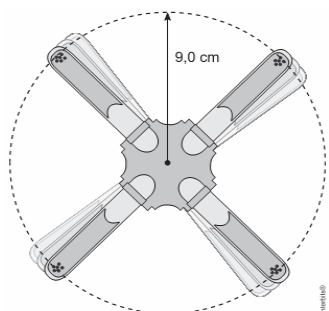


Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

- A** Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- B** Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- C** P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- D** P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- E** Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

DISCURSIVAS

01. (Unesp 2008) Pesquisadores têm observado que a capacidade de fertilização dos espermatozoides é reduzida quando estas células reprodutoras são submetidas a situações de intenso campo gravitacional, que podem ser simuladas usando centrífugas. Em geral, uma centrífuga faz girar diversos tubos de ensaio ao mesmo tempo; a figura representa uma centrífuga em alta rotação, vista de cima, com quatro tubos de ensaio praticamente no plano horizontal.



As amostras são acomodadas no fundo de cada um dos tubos de ensaio e a distância do eixo da centrífuga até os extremos dos tubos em rotação é 9,0 cm. Considerando $g = 10\text{m/s}^2$, calcule a velocidade angular da centrífuga para gerar o efeito de uma aceleração gravitacional de 8,1 g.

02. (Unicamp 2005) Em 1885, Michaux lançou o biciclo com uma roda dianteira diretamente acionada por pedais (Fig. A). Através do emprego da roda dentada, que já tinha sido concebida por Leonardo da Vinci, obteve-se melhor aproveitamento da força nos pedais (Fig. B). Considere que um ciclista consiga pedalar 40 voltas por minuto em ambas as bicicletas.



Figura A

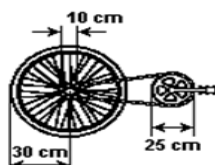


Figura B

- a) Qual a velocidade de translação do biciclo de Michaux para um diâmetro da roda de 1,20 m?
b) Qual a velocidade de translação para a bicicleta padrão aro 60 (Fig. B)?

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	A	A	A	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	C	C	B	A
6	7	8	9	10
B	D	C	D	A
11	12	13	14	15
A	C	A	E	C

AVANÇADO

1	2	3
E	D	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	B	A	B	A

DISCURSIVAS

01. 30 rad/s
02. a) 2,4 m/s
b) 3,0 m/s

NÍVEL BÁSICO

01. Um corpo encontra-se em equilíbrio mecânico quando:

- A** Encontra-se em repouso;
- B** Se desloca em movimento uniforme;
- C** O vetor aceleração permanece constante;
- D** A força sobre ele permanece constante;
- E** O vetor velocidade permanece constante.

02. Leia as afirmativas a seguir e marque a opção CORRETA.

I. Se a aceleração de uma partícula for nula, a partícula não pode estar em movimento.

II. Se a aceleração de uma partícula tiver módulo constante, a direção de seu movimento pode variar.

III. Se a aceleração de uma partícula for diferente de zero, a partícula pode ter velocidade nula.

- A** Todas as afirmativas são corretas.
- B** Apenas as afirmativas I e II são corretas.
- C** Apenas as afirmativas I e III são corretas.
- D** Apenas as afirmativas II e III são corretas.

03. Um veículo segue em uma estrada horizontal e retilínea e o seu velocímetro registra um valor constante. Referindo-se a essa situação, assinale (V) para as afirmativas verdadeiras ou (F), para as falsas.

- () A aceleração do veículo é nula.
- () A resultante das forças que atuam sobre o veículo é nula.
- () A força resultante que atua sobre o veículo tem o mesmo sentido do vetor velocidade.

A sequência correta encontrada é

- A** V - F - F
- B** F - V - F
- C** V - V - F
- D** V - F - V

04. Em cada situação descrita a seguir, há uma força resultante agindo sobre o corpo, EXCETO em:

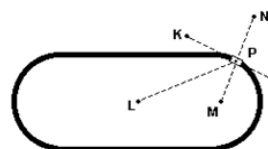
- A** O corpo acelera numa trajetória retilínea.
- B** O corpo se move com o módulo da velocidade constante durante uma curva.
- C** O corpo se move com velocidade constante sobre uma reta.
- D** O corpo cai em queda livre.

05. Assinale a afirmativa abaixo que NÃO é sempre verdadeira:

- A** No movimento circular uniforme de um determinado objeto existe força atuando no objeto.
- B** Se um objeto está acelerado é porque existem forças atuando sobre ele e sua velocidade muda com o passar do tempo.
- C** Se existem forças atuando sobre um objeto, ele está acelerado e sua velocidade muda com o passar do tempo.
- D** No movimento circular uniforme de um objeto existe aceleração do objeto e, portanto, a velocidade do mesmo muda com o passar do tempo.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (UFMG 2000) Um circuito, onde são disputadas corridas de automóveis, é composto de dois trechos retilíneos e dois trechos em forma de semicírculos, como mostrado na figura.

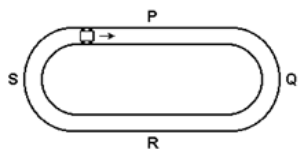


Um automóvel está percorrendo o circuito no sentido anti-horário, com velocidade de módulo constante.

Quando o automóvel passa pelo ponto P, o vetor velocidade está no sentido de P para

- A** K
- B** L
- C** M
- D** N

02. (UFMG 2004) Daniel está brincando com um carrinho, que corre por uma pista composta de dois trechos retilíneos - P e R - e dois trechos em forma de semicírculos - Q e S -, como representado nesta figura:



O carrinho passa pelos trechos P e Q mantendo o módulo de sua velocidade constante. Em seguida, ele passa pelos trechos R e S aumentando sua velocidade.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que a resultante das forças sobre o carrinho

- A é nula no trecho Q e não é nula no trecho R.
- B é nula no trecho P e não é nula no trecho Q.
- C é nula nos trechos P e Q.
- D não é nula em nenhum dos trechos marcados.

03. (Cefet-MG 2013)



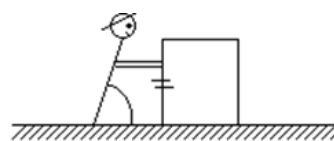
Disponível em: <http://tirinhaedefisica.blogspot.com.br> Acesso em: 01 out. 2012.

- D Ao analisar a situação representada na tirinha acima, quando o motorista freia subitamente, o passageiro
- A mantém-se em repouso e o para-brisa colide contra ele.
 - B tende a continuar em movimento e colide contra o para-brisa.
 - C é empurrado para frente pela inércia e colide contra o para-brisa.
 - D permanece junto ao banco do veículo, por inércia, e o para-brisa colide contra ele.

04. (UFLA 2010) Um corpo se desloca sobre uma superfície horizontal sob ação de uma força resultante. Subitamente, a força resultante que atua sobre esse corpo se reduz a zero. Como consequência, é CORRETO afirmar que o corpo

- A subitamente para.
- B para após um intervalo de tempo.
- C continua se movimentando com velocidade constante.
- D muda de sentido.

05. (UFMG 1995) Um homem empurra um caixote para a direita, com velocidade constante, sobre uma superfície horizontal, como mostra a figura a seguir.



Desprezando-se a resistência do ar, o diagrama que melhor representa as forças que atuam no caixote é:

- A
- B
- C
- D
- E

06. (Ufrgs 1997) À medida que cresce a velocidade de um objeto que cai em linha reta em direção ao solo, cresce também a força de atrito com o ar, até que, em determinado instante, torna-se nula a força resultante sobre esse objeto.

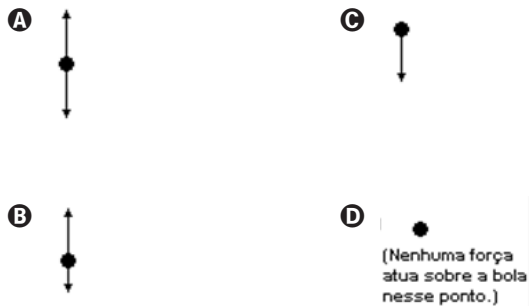
A partir desse instante, o objeto

- A interrompe sua queda em direção ao solo.
- B inverte o sentido da sua velocidade.
- C continua caindo com velocidade crescente.
- D continua caindo, mas a velocidade é decrescente.
- E continua caindo, mas a velocidade é constante.

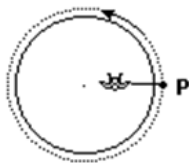
07. (UFMG 2000) Durante uma brincadeira, Bárbara arremessa uma bola de vôlei verticalmente para cima, como mostrado na figura.



Assinale a alternativa cujo diagrama MELHOR representa a(s) força(s) que atua(m) na bola no ponto MAIS alto de sua trajetória.

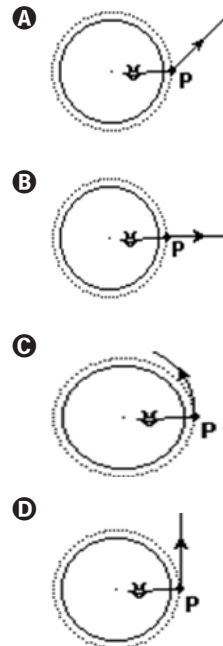


08. (UFMG 2005) Tomás está parado sobre a plataforma de um brinquedo, que gira com velocidade angular constante. Ele segura um barbante, que tem uma pedra presa na outra extremidade. A linha tracejada representa a trajetória da pedra, vista de cima, como mostrado na figura.

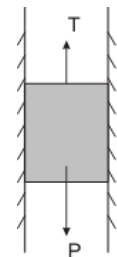


Quando Tomás passa pelo ponto P, indicado na figura, a pedra se solta do barbante.

Assinale a alternativa em que melhor se representa a trajetória descrita pela pedra, logo após se soltar, quando vista de cima.



09. A figura abaixo representa um elevador que sobe e desce com velocidade constante.



A tração (T) do cabo durante o movimento de subida é

- B maior que durante o movimento de descida.
- C igual durante o movimento de descida.
- D menor que durante o movimento de descida.
- E menor que o peso do elevador.

10. 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 $F_R = 0$

NÍVEL AVANÇADO

- 01.** (UFLA 2000) Você está no mastro de um barco que está em movimento retilíneo uniforme. Você deixa cair uma bola de ferro muito pesada. O que você observa?
- A** A bola cai alguns metros atrás do mastro, pois o barco desloca-se durante a queda da bola.
 - B** A bola cai ao pé do mastro, porque ela possui inércia e acompanha o movimento do barco.
 - C** A bola cai alguns metros à frente do mastro, pois o barco impulsiona a bola para frente.
 - D** Impossível responder sem saber a exata localização do barco sobre o globo terrestre.
 - E** A bola cai fora do barco, porque este, livre da massa da bola, acelera-se para frente.

- 02.** (UERJ 2009) Um avião sobrevoa, com velocidade constante, uma área devastada, no sentido sul-norte, em relação a um determinado observador. A figura a seguir ilustra como esse observador, em repouso, no solo, vê o avião.

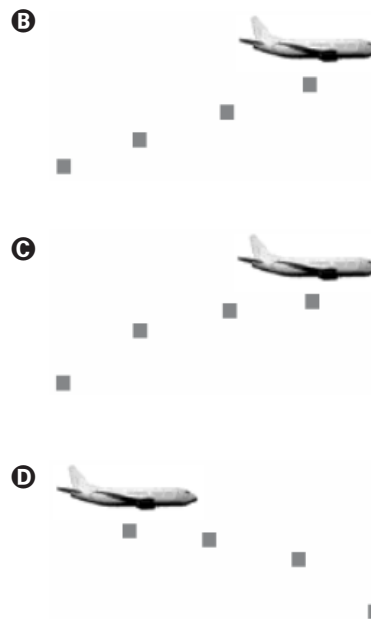
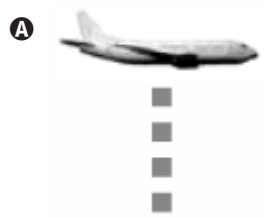


Quatro pequenas caixas idênticas de remédios são lançadas, de um compartimento da base do avião, uma a uma, a pequenos intervalos regulares. Nessas circunstâncias, os efeitos do ar praticamente não interferem no movimento das caixas.

O observador tira uma fotografia, logo após o início da queda da quarta caixa e antes de a primeira atingir o solo.

A ilustração mais adequada dessa fotografia é apresentada em:

A ilustração mais adequada dessa fotografia é apresentada em:



SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2012) Em 1543, Nicolau Copérnico publicou um livro revolucionário em que propunha a Terra girando em torno do seu próprio eixo e rodando em torno do Sol. Isso contraria a concepção aristotélica, que acredita que a Terra é o centro do universo. Para os aristotélicos, se a Terra gira do oeste para o leste, coisas como nuvens e pássaros, que não estão presas à Terra, pareceriam estar sempre se movendo do leste para o oeste, justamente como o Sol. Mas foi Galileu Galilei que, em 1632, baseando-se em experiências, rebatou a crítica aristotélica, confirmando assim o sistema de Copérnico. Seu argumento, adaptado para a nossa

trem em repouso, solta uma bola, ela cai junto a seus pés. Mas se o vagão estiver se movendo com velocidade constante, a bola também cai junto a seus pés. Isto porque a bola, enquanto cai, continua a compartilhar do movimento do vagão.

O princípio físico usado por Galileu para rebater o argumento aristotélico foi

- A** lei da inércia.
- B** ação e reação.
- C** a segunda lei de Newton.
- D** a conservação da energia.
- E** o princípio da equivalência.

02. (Enem PPL 2011) Segundo Aristóteles, uma vez deslocados de seu local natural, os elementos tendem espontaneamente a retornar a ele, realizando movimentos chamados de naturais.

Já em um movimento denominado forçado, um corpo só permaneceria em movimento enquanto houvesse uma causa para que ele ocorresse. Cessada essa causa, o referido elemento entraria em repouso ou adquiriria um movimento natural.

PORTO, C. M. A física de Aristóteles: uma construção ingênua? Revista Brasileira de Ensino de Física. V. 31, n° 4 (adaptado).

Posteriormente, Newton confrontou a ideia de Aristóteles sobre o movimento forçado através da lei da

- A inércia.
 B ação e reação.
 C gravitação universal.
 D conservação da massa.
 E conservação da energia.
03. (Enem 2023) Um professor lança uma esfera verticalmente para cima, a qual retorna, depois de alguns segundos, ao ponto de lançamento. Em seguida, lista em um quadro todas as possibilidades para as grandezas cinemáticas.

Grandeza Cinemática	Módulo	Sentido
Velocidade	$v \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$v = 0$	Indefinido*
Aceleração	$a \neq 0$	Para cima
		Para baixo
	$a = 0$	Indefinido*

*Grandezas com módulo nulo não têm sentido definido.

Ele solicita aos alunos que analisem as grandezas cinemáticas no instante em que a esfera atinge a altura máxima, escolhendo uma combinação para os módulos e sentidos da velocidade e da aceleração.

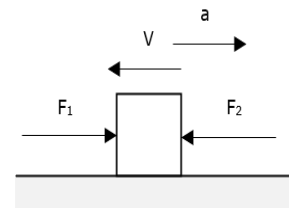
A escolha que corresponde à combinação correta é:

- A $v = 0$ e $a \neq 0$ para cima.
 B $v \neq 0$ para cima e $a = 0$.
 C $v = 0$ e $a \neq 0$ para baixo.
 D $v \neq 0$ para cima e $a \neq 0$ para cima.
 E $v \neq 0$ para baixo e $a \neq 0$ para baixo.

DISCURSIVAS

01. Selecione corretamente a opção que melhor completa cada um dos trechos dos parágrafos abaixo:

A figura mostra uma caixa que se move sobre um solo horizontal sujeita a ação de apenas duas forças horizontais F_1 e F_2 .



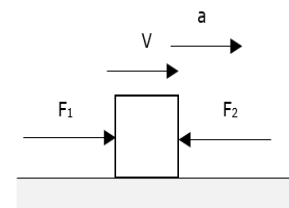
Observando o diagrama, vemos que a caixa está se movendo para a (esquerda / direita) em movimento (acelerado / retardado).

Podemos concluir que a resultante entre as forças F_1 e F_2 aponta para a (esquerda / direita) visto que a (velocidade / aceleração) aponta para a (esquerda / direita).

Assim, deduzimos que a força F_1 é (maior / menor) do que F_2 .

02. Selecione corretamente a opção que melhor completa cada um dos trechos dos parágrafos abaixo:

A figura mostra uma caixa que se move sobre um solo horizontal sujeita a ação de apenas duas forças horizontais F_1 e F_2 .



Observando o diagrama, vemos que a caixa está se movendo para a (esquerda / direita) em movimento (acelerado / retardado).

Podemos concluir que a resultante entre as forças F_1 e F_2 aponta para a (esquerda / direita) visto que a (velocidade / aceleração) aponta para a (esquerda / direita).

Assim, deduzimos que a força F_1 é (maior / menor) do que F_2 .

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
E	D	C	C	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	B	B	C	D
6	7	8	9	10
E	C	D	C	C

AVANÇADO

1	2
B	A

SEÇÃO ENEM

1	2	3
A	A	C

DISCURSIVAS

- 01.** Esquerda – Retardado – Direita – Aceleração – Direita – Maior
- 02.** Direita – Acelerado – Direita – Aceleração – Direita – Maior

NÍVEL BÁSICO

01. (Cefet-MG 2013)

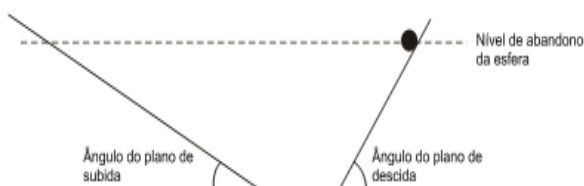


Disponível em: <http://tirinhasdefisica.blogspot.com.br> Acesso em: 01 out. 2012.

Ao analisar a situação representada na tirinha acima, quando o motorista freia subitamente, o passageiro

- A mantém-se em repouso e o para-brisa colide contra ele.
- B tende a continuar em movimento e colide contra o para-brisa.
- C é empurrado para frente pela inércia e colide contra o para-brisa.
- D permanece junto ao banco do veículo, por inércia, e o para-brisa colide contra ele.

02. Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.



Galileu e o plano inclinado. Disponível em: www.fisica.ufpb.br. Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

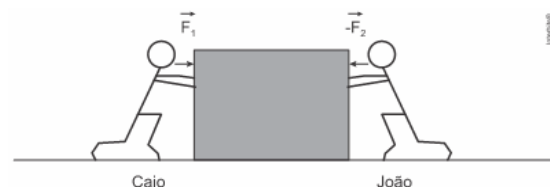
Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

- A manterá sua velocidade constante, pois a força resultante sobre ela será nula.
- B manterá sua velocidade constante, pois a força da descida continuará a empurrá-la.
- C diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais força para empurrá-la.
- D diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois a força resultante será contrária ao seu movimento.
- E aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhuma força contrária ao seu movimento.

03. (Ufsm 2013) O uso de hélices para propulsão de aviões ainda é muito frequente. Quando em movimento, essas hélices empurram o ar para trás; por isso, o avião se move para frente. Esse fenômeno é explicado pelo(a):

- A 1ª lei de Newton.
- B 2ª lei de Newton.
- C 3ª lei de Newton.
- D princípio de conservação de energia.
- E princípio da relatividade do movimento.

04. (CPS 2018) Vinícius observa duas crianças, Caio e João, empurrando uma caixa de brinquedos. Relembrando a aula de Ciências que teve pela manhã, ele observa o deslocamento da caixa e faz um desenho representando as forças envolvidas nesse processo, conforme a figura.

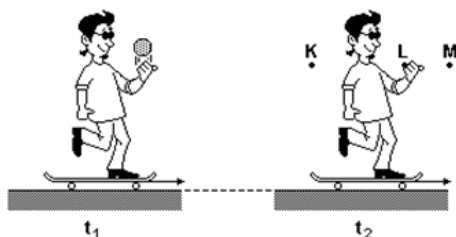


Considerando que a caixa esteja submetida a duas forças horizontais, nos sentidos representados na figura, de intensidades $F_1 = 100 \text{ N}$ e $F_2 = 75 \text{ N}$, ficou pensando em como poderia evitar o deslocamento da caixa, fazendo com que ela ficasse em equilíbrio (parada).

Concluiu, então, que para isso ocorrer, uma outra criança deveria exercer uma força de intensidade igual a

- A 100 N, junto com João.
- B 100 N, junto com Caio.
- C 75 N, junto com João.
- D 25 N, junto com Caio.
- E 25 N, junto com João.

05. (UFMG 2002) Observe esta figura:



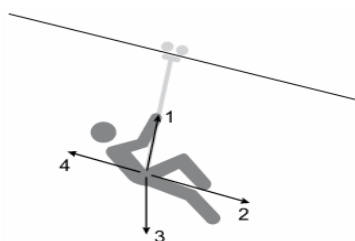
Daniel está andando de skate em uma pista horizontal. No instante t_1 , ele lança uma bola, que, do seu ponto de vista, sobe verticalmente. A bola sobe alguns metros e cai, enquanto Daniel continua a se mover em trajetória retilínea, com velocidade constante. No instante t_2 , a bola retorna à mesma altura de que foi lançada. Despreze a resistência do ar.

Assim sendo, no instante t_2 , o ponto em que a bola estará, MAIS provavelmente, é

- A K.
- B L.
- C M.
- D qualquer um, dependendo do módulo da velocidade de lançamento.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Unesp 2018) A tirolesa é uma prática recreativa na qual uma pessoa, presa a um sistema de roldanas que permite o controle da velocidade, desliza por um cabo tensionado. A figura mostra uma pessoa praticando tirolesa e quatro possíveis direções e sentidos da força resultante sobre ela.



(<http://hillpost.in>. Adaptado.)

Supondo que, em dado instante, a pessoa desce em movimento acelerado, a força resultante sobre ela tem

- A intensidade nula.
- B direção e sentido indicados pela seta 3.
- C direção e sentido indicados pela seta 1.
- D direção e sentido indicados pela seta 4.
- E direção e sentido indicados pela seta 2.

02. (UFMG 2010) Nesta figura, está representado um balão dirigível, que voa para a direita, em altitude constante e com velocidade v , também constante:



Sobre o balão, atuam as seguintes forças: o peso P , o empuxo E , a resistência do ar R e a força M , que é devida à propulsão dos motores.

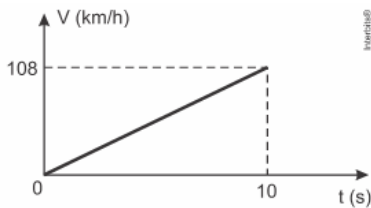
Assinale a alternativa que apresenta o diagrama de forças em que estão mais bem representadas as forças que atuam sobre esse balão.

- A
- B
- C
- D

03. (Espcex (Aman) 2012) Um elevador possui massa de 1500 kg. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , a tração no cabo do elevador, quando ele sobe vazio, com uma aceleração de 3 m/s^2 , é de:

A 4500 N D 17000 N
 B 6000 N E 19500 N
 C 15500 N

04. (Col. naval 2016) Durante um teste de desempenho, um carro de massa 1200 kg alterou sua velocidade, conforme mostra o gráfico abaixo.



Considerando que o teste foi executado em uma pista retilínea, pode-se afirmar que força resultante que atuou sobre o carro foi de

A 1200 N D 4800 N
 B 2400 N E 6000 N
 C 3600 N

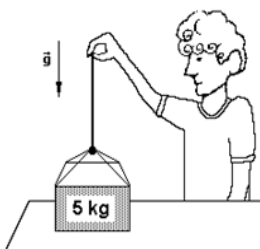
05. (Eear 2017) Em Júpiter a aceleração da gravidade vale aproximadamente 25 m/s^2 (2,5x maior do que a aceleração da gravidade da Terra). Se uma pessoa possui na Terra um peso de 800 N, quantos newtons esta mesma pessoa pesaria em Júpiter?

(Considere a gravidade na Terra $g = 10 \text{ m/s}^2$).

A 36 C 800
 B 80 D 2.000

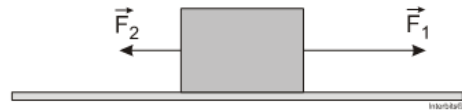
06. (Fuvest 1991) Adote: $g = 10 \text{ m/s}^2$

Um homem tenta levantar uma caixa de 5 kg, que está sobre uma mesa, aplicando uma força vertical de 10 N. Nesta situação, o valor da força que a mesa aplica na caixa é:



A 0 N D 40 N
 B 5 N E 50 N
 C 10 N

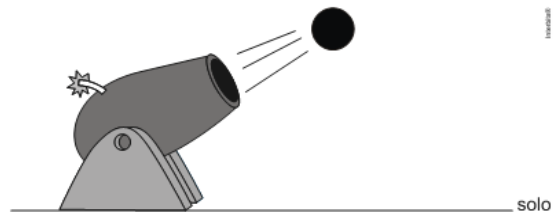
07. (IFSC 2011) Um bloco, apoiado sobre uma superfície horizontal, está submetido a duas forças, $F_1 = 4 \text{ N}$ e $F_2 = 2 \text{ N}$, como mostra a figura.



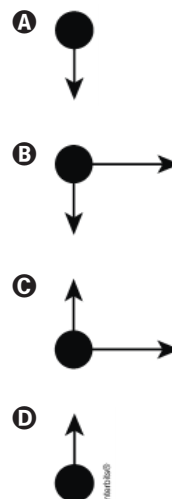
É correto afirmar que:

- A a resultante das forças é igual a 6 N.
 B o bloco não está em equilíbrio.
 C a resultante das forças que atuam sobre o bloco é nula.
 D a resultante das forças é diferente de zero e perpendicular à superfície.
 E se o bloco estiver em repouso continuará em repouso.

08. (Uerj 2014) A imagem abaixo ilustra uma bola de ferro após ser disparada por um canhão antigo.



Desprezando-se a resistência do ar, o esquema que melhor representa as forças que atuam sobre a bola de ferro é:

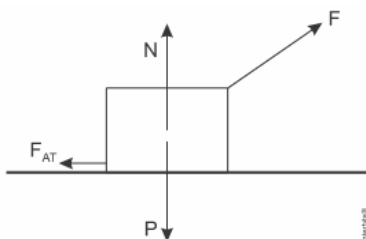


09. (Uern 2013) A tabela apresenta a força elástica e a deformação de 3 molas diferentes.

Mola	Força elástica (N)	Deformação (m)
1	400	0,50
2	300	0,30
3	600	0,80

Comparando-se as constantes elásticas destas 3 molas, tem-se que

- A $K_1 > K_2 > K_3$
 - B $K_2 > K_1 > K_3$
 - C $K_2 > K_3 > K_1$
 - D $K_3 > K_2 > K_1$
10. (UPF 2018) Um estudante de Física aplica uma força F sobre um livro que está em cima de uma mesa, conforme esquema apresentado na figura. Lembrando da aula de Mecânica, ele começa a fazer algumas conjecturas sobre as relações entre as forças que atuam nesse livro.

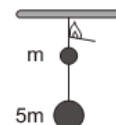


Considerando um movimento de velocidade constante, qual das alternativas a seguir expressa de forma mais adequada a relação entre essas forças?

- A $F < F_{AT}$ e $P = N$.
- B $F > F_{AT}$ e $P > N$.
- C $F = F_{AT}$ e $P = N$.
- D $F > F_{AT}$ e $P < N$.
- E $F < F_{AT}$ e $P < N$.

NÍVEL AVANÇADO

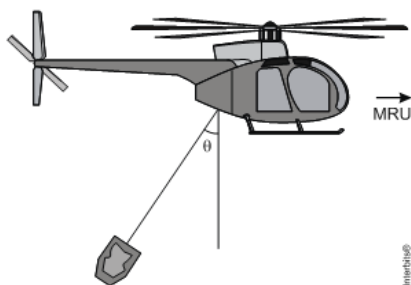
01. (UFF 2012) Dois corpos, um de massa m e outro de massa $5m$, estão conectados entre si por um fio e o conjunto encontra-se originalmente em repouso, suspenso por uma linha presa a uma haste, como mostra a figura. A linha que prende o conjunto à haste é queimada e o conjunto cai em queda livre.



Desprezando os efeitos da resistência do ar, indique a figura que representa corretamente as forças f_1 e f_2 que o fio faz sobre os corpos de massa m e $5m$, respectivamente, durante a queda.

- A
- B
- C
- D
- E

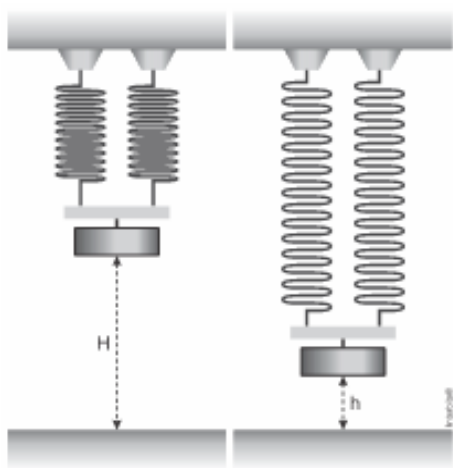
02. (Unesp 2012) Em uma operação de resgate, um helicóptero sobrevoa horizontalmente uma região levando pendurado um recipiente de 200 kg com mantimentos e materiais de primeiros socorros. O recipiente é transportado em movimento retilíneo e uniforme, sujeito às forças peso (P), de resistência do ar horizontal (F) e tração (T), exercida pelo cabo inextensível que o prende ao helicóptero.



Sabendo que o ângulo entre o cabo e a vertical vale θ , que $\sin\theta = 0,6$, $\cos\theta = 0,8$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$, a intensidade da força de resistência do ar que atua sobre o recipiente vale, em N,

- A** 500 **D** 1750
B 1250 **E** 2000
C 1500

- 03.** (Fac. Pequeno Príncipe 2016) Uma massa de $0,50 \text{ kg}$ está presa na extremidade de um sistema formado por duas molas em paralelo, conforme mostra a figura a seguir. As molas são idênticas, de constante elástica $k = 50 \text{ N/m}$ e massa desprezível. A outra extremidade do sistema está fixa em um apoio de teto de modo que o sistema fica verticalmente posicionado. A massa é lentamente solta da posição de relaxamento do sistema, a uma altura $H = 12 \text{ cm}$ do plano de uma mesa, até que fique em repouso. A que altura h da mesa a mola permanece em seu ponto de repouso? Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A** 2,0 cm
B 3,0 cm
C 5,0 cm
D 6,0 cm
E 7,0 cm

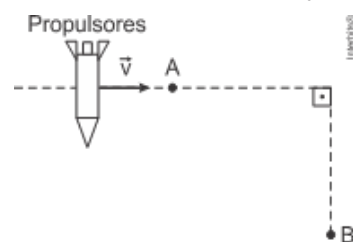
SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2012) Durante uma faxina, a mãe pediu que o filho a ajudasse, deslocando um móvel para mudá-lo de lugar. Para escapar da tarefa, o filho disse ter aprendido na escola que não poderia puxar o móvel, pois a Terceira Lei de Newton define que se puxar o móvel, o móvel o puxará igualmente de volta, e assim não conseguirá exercer uma força que possa colocá-lo em movimento.

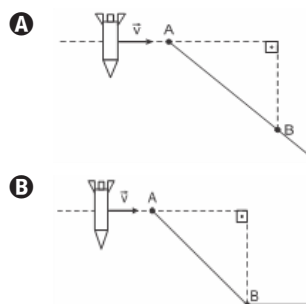
Qual argumento a mãe utilizará para apontar o erro de interpretação do garoto?

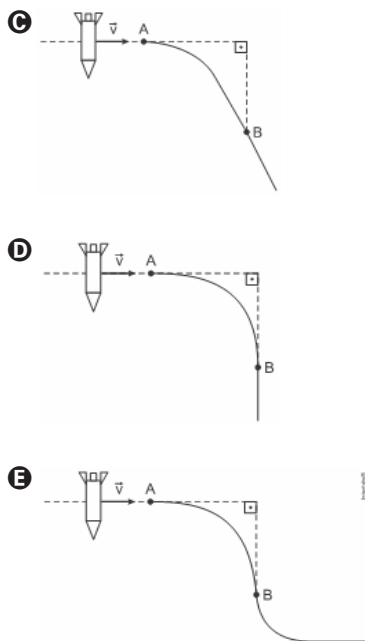
- A** A força de ação é aquela exercida pelo garoto.
B A força resultante sobre o móvel é sempre nula.
C As forças que o chão exerce sobre o garoto se anulam.
D A força de ação é um pouco maior que a força de reação.
E O par de forças de ação e reação não atua em um mesmo corpo.

- 02.** (Enem PPL 2019) Um foguete viaja pelo espaço sideral com os propulsores desligados. A velocidade inicial \vec{v} tem módulo constante e direção perpendicular à ação dos propulsores, conforme indicado na figura. O piloto aciona os propulsores para alterar a direção do movimento quando o foguete passa pelo ponto A e os desliga quando o módulo de sua velocidade final é superior a $\sqrt{2}|\vec{v}|$ o que ocorre antes de passar pelo ponto B. Considere as interações desprezíveis.



A representação gráfica da trajetória seguida pelo foguete, antes e depois de passar pelo ponto B, é:





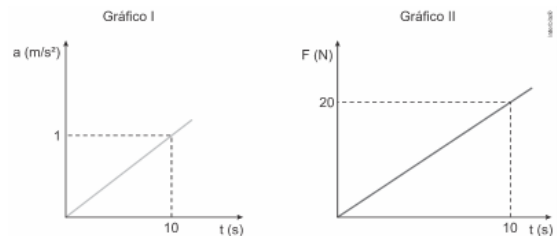
- 03.** (Enem PPL 2014) Na Antiguidade, algumas pessoas acreditavam que, no lançamento oblíquo de um objeto, a resultante das forças que atuavam sobre ele tinha o mesmo sentido da velocidade em todos os instantes do movimento. Isso não está de acordo com as interpretações científicas atualmente utilizadas para explicar esse fenômeno.

Desprezando a resistência do ar, qual é a direção e o sentido do vetor força resultante que atua sobre o objeto no ponto mais alto da trajetória?

- A** Indefinido, pois ele é nulo, assim como a velocidade vertical nesse ponto.
- B** Vertical para baixo, pois somente o peso está presente durante o movimento.
- C** Horizontal no sentido do movimento, pois devido à inércia o objeto mantém seu movimento.
- D** Inclinado na direção do lançamento, pois a força inicial que atua sobre o objeto é constante.
- E** Inclinado para baixo e no sentido do movimento, pois aponta para o ponto onde o objeto cairá.

DISCURSIVAS

- 01.** (Uerj 2018) Em uma academia, a aceleração de uma esteira e a resultante da força exercida sobre ela foram medidas ao longo de 10 s. Os resultados estão representados nos gráficos abaixo.



Com base nos gráficos, determine, em quilogramas, a massa da esteira.

- 02.** (Uerj 2011) Um patinador cujo peso total é 800 N, incluindo os patins, está parado em uma pista de patinação em gelo. Ao receber um empurrão, ele começa a se deslocar.

A força de atrito entre as lâminas dos patins e a pista, durante o deslocamento, é constante e tem módulo igual a 40 N.

Estime a aceleração do patinador imediatamente após o início do deslocamento.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	A	C	E	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	B	E	C	D
6	7	8	9	10
D	B	A	B	B

AVANÇADO

1	2	3
E	C	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3
E	C	B

DISCURSIVAS

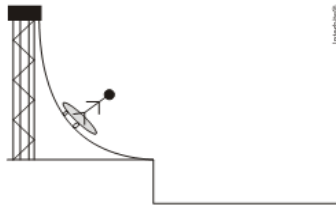
01. 20 kg

02. 0,5 m/s²



NÍVEL BÁSICO

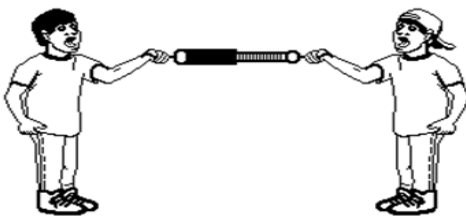
- 01.** (Cefet-MG 2011) Um esquetista desce uma rampa curva, conforme mostra a ilustração abaixo.



Após esse garoto lançar-se horizontalmente, em movimento de queda livre, a força peso, em determinado instante, é representada por

- A**
- B**
- C**
- D**

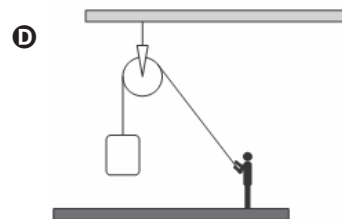
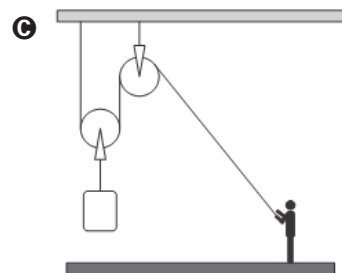
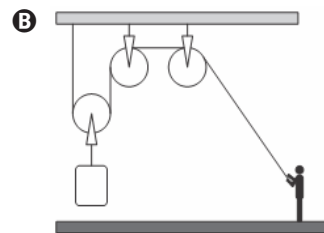
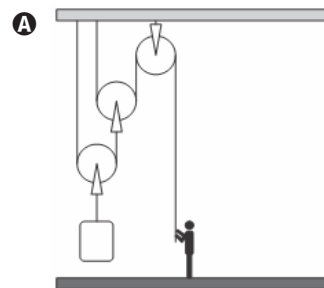
- 02.** (Cefet-MG 2005) Duas pessoas puxam as cordas de um dinamômetro na mesma direção e sentidos opostos, com forças de mesma intensidade $F = 100 \text{ N}$.



Nessas condições, a leitura do dinamômetro, em newtons, é:

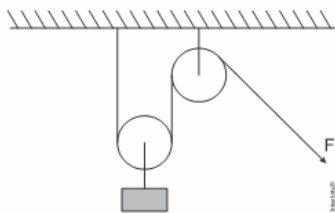
- A** 0
- B** 100
- C** 200
- D** 400

- 03.** (Cefet-MG 2017) Quatro funcionários de uma empresa receberam a tarefa de guardar caixas pesadas de 100 kg em prateleiras elevadas de um depósito. Como nenhum deles conseguiria suspender sozinho pesos tão grandes, cada um resolveu montar um sistema de roldanas para a tarefa. O dispositivo que exigiu menos força do operário que o montou, foi



- 04.** (Cefet-CE 2007) A figura a seguir mostra um peso de 500 N sustentado por uma pessoa que aplica uma força F , auxiliada pelo sistema de roldanas de pesos desprezíveis e sem atrito.

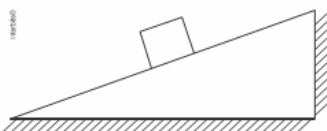




O valor do módulo da força F , que mantém o sistema em equilíbrio, vale, em newtons:

- A 50
- B 500
- C 1000
- D 25
- E 250

05. (Cefet-MG 2008) Um bloco sobe por uma superfície inclinada, sem atrito, submetido à ação de seu peso e à força exercida pela superfície. A figura a seguir ilustra um breve instante desse movimento.



A alternativa que melhor representa, respectivamente, os vetores velocidade, aceleração e força resultante é:

- A
- B
- C
- D

na subida e com aceleração para baixo na descida. O módulo da aceleração é constante e igual a 2 m/s^2 em ambas situações. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, a diferença, em newtons, entre o peso aparente da garota, indicado na balança, quando o elevador sobe e quando o elevador desce, é igual a

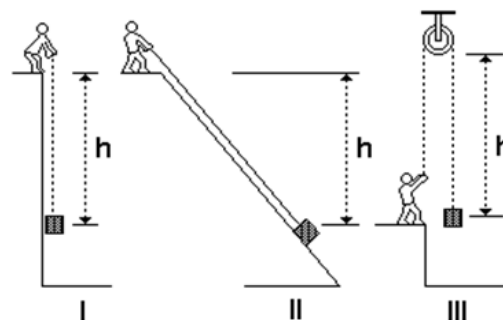
- A 50
- B 100
- C 150
- D 200
- E 250

02. (Uel 2001) Uma pessoa apoia-se em um bastão sobre uma balança, conforme a figura a seguir. A balança assinala 70 kg . Se a pessoa pressiona a bengala, progressivamente, contra a balança, a nova leitura:



- A Indicar um valor maior que 70 kg .
- B Indicar um valor menor que 70 kg .
- C Indicar os mesmos 70 kg .
- D Dependerá da força exercida sobre o bastão.
- E Dependerá do ponto em que o bastão é apoiado na balança.

03. (UFMG 1999) As figuras mostram uma pessoa erguendo um bloco até uma altura h em três situações distintas.



Na situação I, o bloco é erguido verticalmente; na II, é arrastado sobre um plano inclinado; e, na III, é elevado utilizando-se uma roldana fixa.

Considere que o bloco se move com velocidade constante e que são desprezíveis a massa da corda e qualquer tipo de atrito.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Unesp 2011) Observe a tirinha

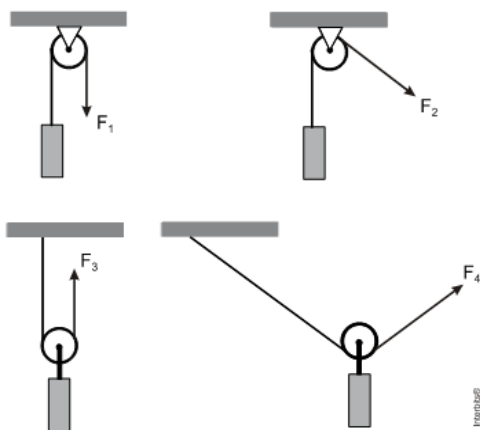


Uma garota de 50 kg está em um elevador sobre uma balança calibrada em newtons. O elevador move-se verticalmente, com aceleração para cima

Considerando-se as três situações descritas, a força que a pessoa faz é

- A igual ao peso do bloco em II e maior que o peso do bloco em I e III.
- B igual ao peso do bloco em I, II e III.
- C igual ao peso do bloco em I e menor que o peso do bloco em II e III.
- D igual ao peso do bloco em I e III e menor que o peso do bloco em II.

04. (UFMG 2009) Observe estes quatro sistemas de roldanas, em que objetos de mesma massa são mantidos suspensos, em equilíbrio, por uma força aplicada na extremidade da corda:



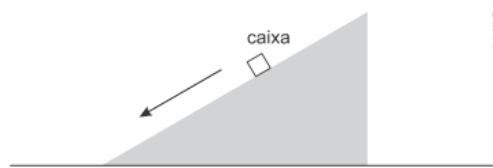
Sejam F_1 , F_2 , F_3 e F_4 as forças que atuam numa das extremidades das cordas em cada um desses sistemas, como representado na figura. Observe que, em dois desses sistemas, a roldana é fixa e, nos outros dois, ela é móvel. Considere que, em cada um desses sistemas, a roldana pode girar livremente ao redor do seu eixo; que a corda é inextensível; e que a massa da roldana e a da corda são desprezíveis.

Considerando-se essas informações, em relação aos módulos dessas quatro forças, é correto afirmar que:

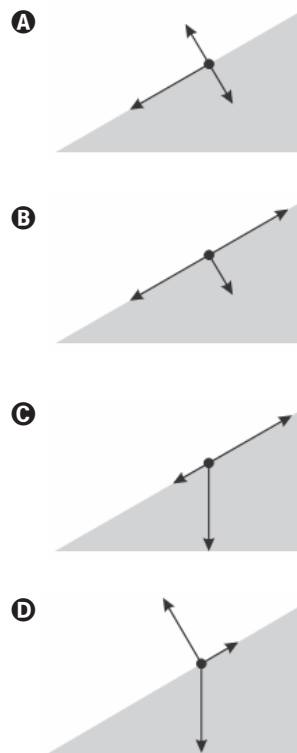
- A $F_1 = F_2$ e $F_3 = F_4$.
- B $F_1 < F_2$ e $F_3 < F_4$.
- C $F_1 = F_2$ e $F_3 < F_4$.
- D $F_1 < F_2$ e $F_3 = F_4$.

05. (Uerj 2009) Uma pequena caixa é lançada sobre um plano inclinado e, depois de um intervalo de tempo, desliza com velocidade constante.

Observe a figura, na qual o segmento orientado indica a direção e o sentido do movimento da caixa.



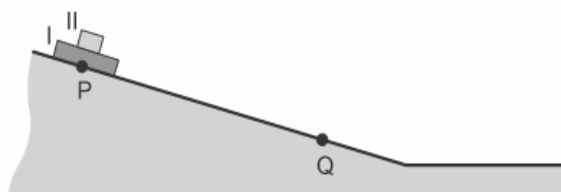
Entre as representações a seguir, a que melhor indica as forças que atuam sobre a caixa é:

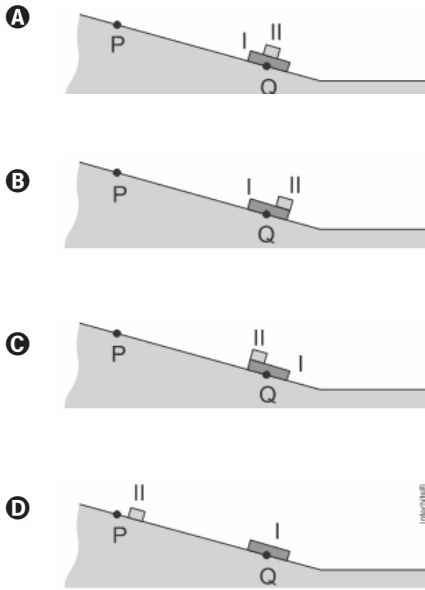


06. (UFMG 2008) Durante uma aula de Física, o professor Domingos Sávio faz, para seus alunos, a demonstração que se descreve a seguir. Inicialmente, dois blocos - I e II - são colocados, um sobre o outro, no ponto P, no alto de uma rampa, como representado na figura.

Em seguida, solta-se o conjunto formado por esses dois blocos. Despreze a resistência do ar e o atrito entre as superfícies envolvidas.

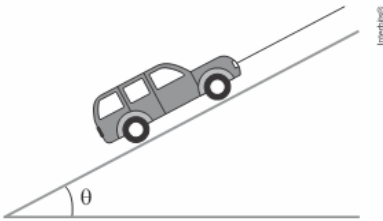
Assinale a alternativa cuja figura melhor representa a posição de cada um desses dois blocos, quando o bloco I estiver passando pelo ponto Q da rampa.





07. (Unigranrio 2017) Para manter um carro de massa 1.000 kg sobre uma rampa lisa inclinada que forma um ângulo θ com a horizontal, é preso a ele um cabo. Sabendo que o carro, nessas condições, está em repouso sobre a rampa inclinada, marque a opção que indica a intensidade da força de reação normal da rampa sobre o carro e a tração no cabo que sustenta o carro, respectivamente. Despreze o atrito.

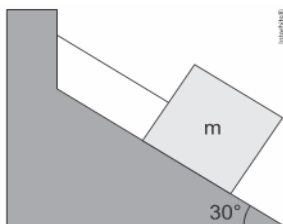
Dados: $\text{sen } \theta = 0,6$; $\text{cos } \theta = 0,8$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A** 8.000 N e 6.000 N
- B** 6.000 N e 8.000 N
- C** 800 N e 600 N
- D** 600 N e 800 N
- E** 480 N e 200 N

Para posicionar a lâmpada logo à frente da

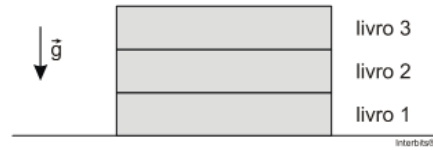
08. (UEG 2019) Sobre um plano inclinado é colocada uma caixa em repouso e fixada a um cabo inextensível de massa desprezível. Não existe atrito entre a caixa e o plano inclinado.



Qual será a aceleração da caixa ao se cortar o cabo?

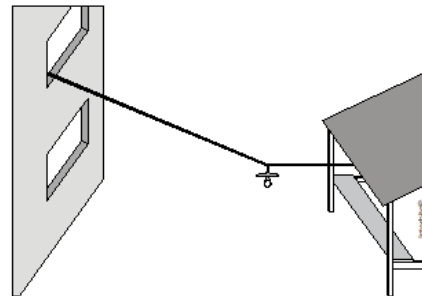
- A** $g/2$
- B** g
- C** $g/3$
- D** $2g/3$
- E** $\sqrt{3}g/2$

09. (Uespi 2012) Três livros idênticos, de peso 8 N cada, encontram-se em repouso sobre uma superfície horizontal (ver figura). Qual é o módulo da força que o livro 2 exerce no livro 1?



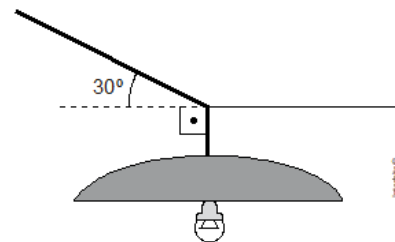
- A** zero
- B** 4 N
- C** 8 N
- D** 16 N
- E** 24 N

10. (UFTM 2010) As dependências da escola não possuíam tomadas no local em que estava montada a barraca do churrasco e, por isso, uma extensão foi esticada, passando por uma janela do segundo andar do prédio das salas de aula.



barraca, uma corda presa à lona foi amarrada ao fio da extensão, obtendo-se a configuração indicada na figura.

Considere $\text{sen } 30^\circ = 1/2$, $\text{cos } 30^\circ = \sqrt{3}/2$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



O conjunto formado pela cúpula, lâmpada e soquete, de massa total 0,5 kg, é sustentado pela corda e pelo fio condutor.

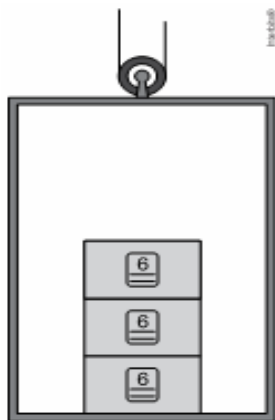
Desprezando-se os pesos do fio e da corda, é possível afirmar que o fio condutor esticado através da janela sofre ação de uma força de intensidade, em newtons, de

- A 10
- B 15
- C $10\sqrt{3}$
- D 20
- E $15\sqrt{3}$

NÍVEL AVANÇADO

01. (Unesp 2016) Algumas embalagens trazem, impressas em sua superfície externa, informações sobre a quantidade máxima de caixas iguais a ela que podem ser empilhadas, sem que haja risco de danificar a embalagem ou os produtos contidos na primeira caixa da pilha, de baixo para cima.

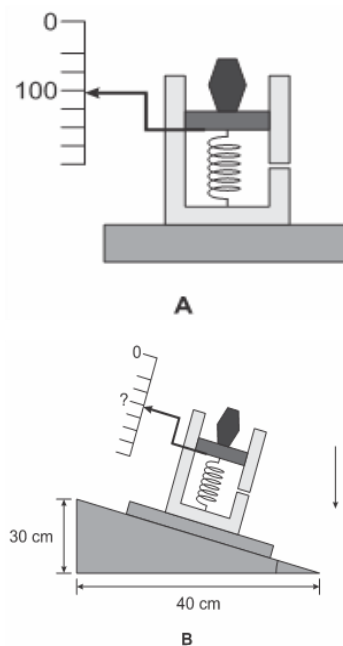
Considere a situação em que três caixas iguais estejam empilhadas dentro de um elevador e que, em cada uma delas, esteja impressa uma imagem que indica que, no máximo, seis caixas iguais a ela podem ser empilhadas.



Suponha que esse elevador esteja parado no andar térreo de um edifício e que passe a descrever um movimento uniformemente acelerado para cima. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, é correto afirmar que a maior aceleração vertical que esse elevador pode experimentar, de modo que a caixa em contato com o piso receba desse, no máximo, a mesma força que receberia se o elevador estivesse parado e, na pilha, houvesse seis caixas, é igual a

- A 4 m/s^2
- B 8 m/s^2
- C 10 m/s^2
- D 6 m/s^2
- E 2 m/s^2

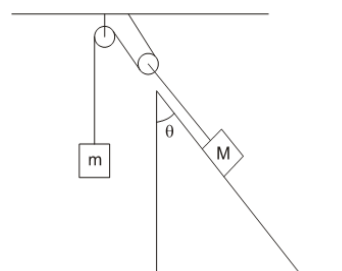
02. (Fuvest 2005)



O mostrador de uma balança, quando um objeto é colocado sobre ela, indica 100 N, como esquematizado em A. Se tal balança estiver desnivelada, como se observa em B, seu mostrador deverá indicar, para esse mesmo objeto, o valor de

- A 125 N
- B 120 N
- C 100 N
- D 80 N
- E 75 N

03. (UFU 2007) Um bloco de massa $M = 8 \text{ kg}$ encontra-se apoiado em um plano inclinado e conectado a um bloco de massa m por meio de polias, conforme figura a seguir.



Dados: $\text{sen}30^\circ = \frac{1}{2}$ e $\text{cos}30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$

O sistema encontra-se em equilíbrio estático, sendo que o plano inclinado está fixo no solo. As polias são ideais e os fios de massa desprezível.

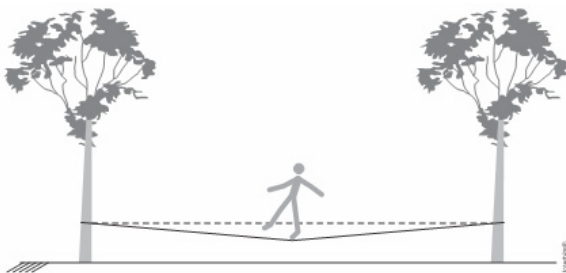
Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\theta = 30^\circ$ e que não há atrito entre o plano inclinado e o bloco de massa M , marque a alternativa que apresenta o valor correto da massa m , em kg.

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



SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2019) Slackline é um esporte no qual o atleta deve se equilibrar e executar manobras estando sobre uma fita esticada. Para a prática do esporte, as duas extremidades da fita são fixadas de forma que ela fique a alguns centímetros do solo. Quando uma atleta de massa igual a 80 kg está exatamente no meio da fita, essa se desloca verticalmente, formando um ângulo de 10° com a horizontal, como esquematizado na figura. Sabe-se que a aceleração da gravidade é igual a 10 ms^{-2} , $\cos(10^\circ) = 0,98$ e $\sin(10^\circ) = 0,17$.



Qual é a força que a fita exerce em cada uma das árvores por causa da presença da atleta?

- A** $4,0 \times 10^2 \text{ N}$
B $4,1 \times 10^2 \text{ N}$
C $8,0 \times 10^2 \text{ N}$
D $2,4 \times 10^3 \text{ N}$
E $4,7 \times 10^2 \text{ N}$
- 02.** (Enem PPL 2021) A balança de braços iguais (balança A) faz a medição por meio da comparação com massas de referência colocadas em um dos pratos. A balança de plataforma (balança B) determina a massa indiretamente pela força de compressão aplicada pelo corpo sobre a plataforma com velocidade constante. A fim de que o exercício



Balança A



Balança B

As balanças A e B são usadas para determinar a massa de um mesmo corpo. O procedimento de medição de calibração foi conduzido em um local da superfície terrestre e forneceu o valor de 5,0 kg para ambas as balanças. O mesmo procedimento de medição é conduzido para esse corpo em duas situações.

Situação 1: superfície lunar, onde o módulo da aceleração da gravidade é $1,6 \text{ m/s}^2$. A balança A forneceu o valor m_1 , e a balança B forneceu o valor m_2 .

Situação 2: interior de um elevador subindo com aceleração constante de módulo 2 m/s^2 , próximo à superfície da Terra. A balança A forneceu o valor m_3 , e a balança B forneceu o valor m_4 .

Disponível em: <http://fisica.tubalivre.com>. Acesso em: 23 nov. 2013 (adaptado).

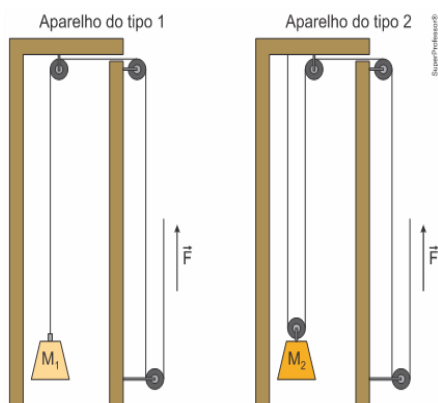
Em relação ao resultado do procedimento de calibração, os resultados esperados para a situação 1 e 2 são, respectivamente,

- A** $m_1 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 < 5,0 \text{ kg}$; $m_3 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 > 5,0 \text{ kg}$.
B $m_1 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 5,0 \text{ kg}$; $m_3 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 = 5,0 \text{ kg}$.
C $m_1 < 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 < 5,0 \text{ kg}$; $m_3 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 = 5,0 \text{ kg}$.
D $m_1 = 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 5,0 \text{ kg}$; $m_3 < 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 < 5,0 \text{ kg}$.
E $m_1 < 5,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 5,0 \text{ kg}$; $m_3 > 5,0 \text{ kg}$ e $m_4 = 5,0 \text{ kg}$.

- 03.** (Enem 2023) Uma academia decide trocar gradualmente seus aparelhos de musculação. Agora, os frequentadores que utilizam os aparelhos do tipo 1 podem também utilizar os aparelhos do tipo 2, representados na figura, para elevar cargas correspondentes às massas M_1 e M_2 ,

seja realizado com a mesma força \vec{F} , os usuários devem ser orientados a respeito da relação entre as cargas nos dois tipos de aparelhos, já que as polias fixas apenas mudam a direção das forças, enquanto a polia móvel divide as forças.

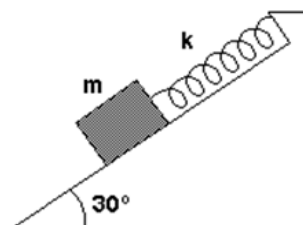
Em ambos os aparelhos, considere as cordas inextensíveis, as massas das polias e das cordas desprezíveis e que não há dissipação de energia.



Para essa academia, qual deve ser a razão M_2/M_1 informada aos usuários?

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

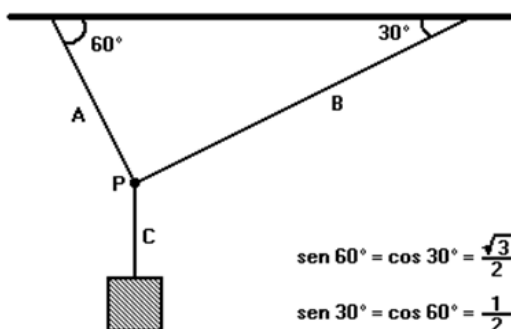
02. (Ufrj 2007) Um bloco de massa 5 kg está parado sobre um plano inclinado de um ângulo de 30° com a horizontal, preso a uma mola, de constante elástica $k = 100 \text{ N/m}$, como mostra a figura. O atrito entre o bloco e o plano pode ser desprezado.



- a) Represente as forças que atuam na caixa e escreva quem exerce cada uma das forças.
- b) Calcule a deformação da mola nessa situação.

DISCURSIVAS

01. (Ufes 1996) As cordas A, B e C da figura a seguir têm massa desprezível e são inextensíveis. As cordas A e B estão presas no teto horizontal e se unem à corda C no ponto P. A corda C tem preso à sua extremidade um objeto de massa igual a 10 kg. Considerando o sistema em equilíbrio,



- a) faça o diagrama das forças que atuam no ponto P.
- b) qual a força resultante sobre o objeto? Justifique a resposta.
- c) qual o valor do módulo das tensões nas cordas A, B e C?

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	B	A	E	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	C	D	C	D
6	7	8	9	10
A	A	A	D	A

AVANÇADO

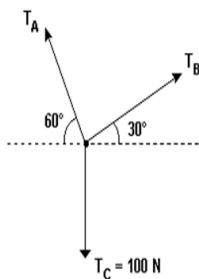
1	2	3
C	D	A

SEÇÃO ENEM

1	2	3
D	A	D

DISCURSIVAS

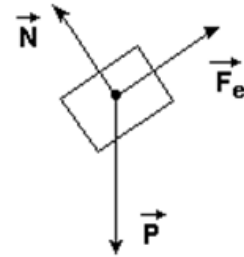
01. a)



b) Força resultante = 0

c) $T_A = 50\sqrt{3}$ N; $T_B = 50$ N; $T_C = 100$ N

02. a) As forças que atuam sobre a caixa são o peso (P), exercido pela Terra, a força normal (N), exercida pelo plano, e a força elástica (F_e), exercida pela mola.



b) 0,25 m

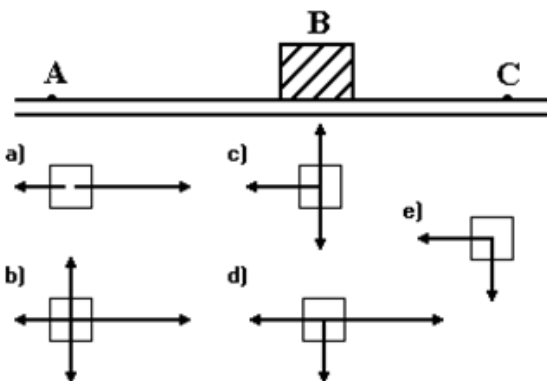


NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ufjf-pism 2016) Em relação às forças de atrito entre um bloco e uma superfície sobre a qual o mesmo repousa, assinale a afirmação CORRETA:
- A** a força de atrito é diretamente proporcional à área da superfície de contato.
 - B** o coeficiente de atrito estático não depende da natureza da superfície.
 - C** a força de atrito máxima é diretamente proporcional ao módulo da força normal.
 - D** a força de atrito máxima é inversamente proporcional ao módulo da força normal.
 - E** uma vez que o bloco começa a deslizar, a força de atrito aumenta proporcionalmente à velocidade do bloco.

- 02.** (UFMG 1994) Um bloco é lançado no ponto A, sobre uma superfície horizontal com atrito, e desloca-se para C.

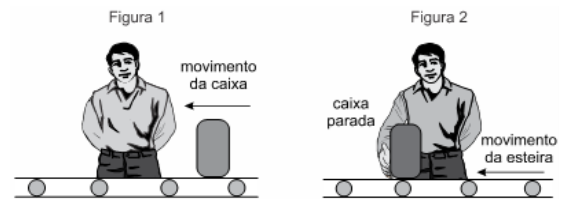
O diagrama que melhor representa as forças que atuam sobre o bloco, quando esse bloco está passando pelo ponto B, é



- 03.** (Ufsm 2000) Um corpo de massa igual a 10kg desliza, em Movimento Retilíneo Uniforme, sobre uma mesa horizontal, sob a ação de uma força horizontal de módulo 10 N. Considerando a aceleração gravitacional com módulo $g = 10\text{m/s}^2$, o coeficiente de atrito cinético entre o corpo e a mesa é

- A** 10
- B** 1
- C** 0,1
- D** 0,01
- E** zero

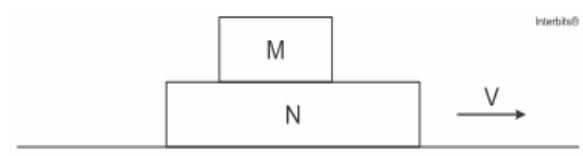
- 04.** (Unesp 2017) Na linha de produção de uma fábrica, uma esteira rolante movimenta-se no sentido indicado na figura 1, e com velocidade constante, transportando caixas de um setor a outro. Para fazer uma inspeção, um funcionário detém uma das caixas, mantendo-a parada diante de si por alguns segundos, mas ainda apoiada na esteira que continua rolando, conforme a figura 2.



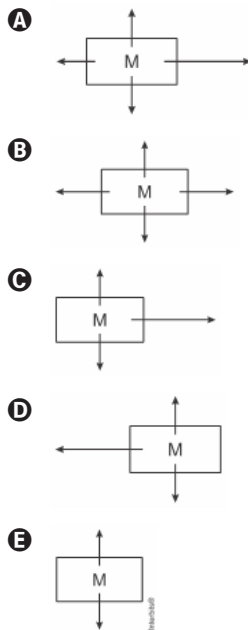
No intervalo de tempo em que a esteira continua rolando com velocidade constante e a caixa é mantida parada em relação ao funcionário (figura 2), a resultante das forças aplicadas pela esteira sobre a caixa está corretamente representada na alternativa

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

- 05.** (UFMG 1994) Dois blocos M e N, colocados um sobre o outro, estão se movendo para a direita com velocidade constante, sobre uma superfície horizontal sem atrito.



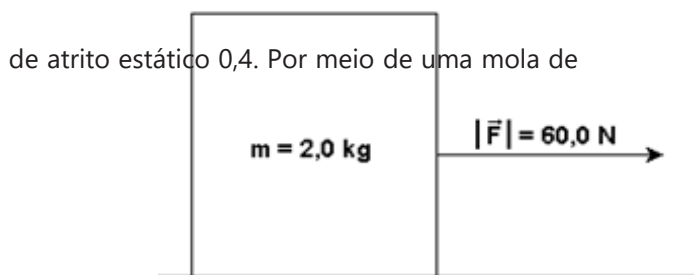
Desprezando-se a resistência do ar, o diagrama que melhor representa as forças que atuam sobre o corpo M é



NÍVEL INTERMEDIÁRIO

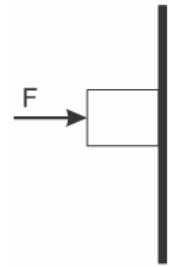
- 01.** (Ufes 1996) O bloco da figura a seguir está em movimento em uma superfície horizontal, em virtude da aplicação de uma força F paralela à superfície. O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a superfície é igual a 0,2. A aceleração do objeto é

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



- A** 20,0 m/s^2
B 28,0 m/s^2
C 30,0 m/s^2
D 32,0 m/s^2
E 36,0 m/s^2

- 02.** (Ifsul 2015) Na figura abaixo, está representado um bloco de 2,0 kg sendo pressionado contra a parede por uma força F .



O coeficiente de atrito estático entre as superfícies de contato vale 0,5, e o cinético vale 0,3.

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

A força mínima F que pode ser aplicada ao bloco para que esta não deslize na parede é

- A** 10 N **C** 30 N
B 20 N **D** 40 N

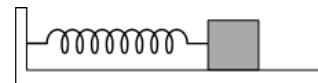
- 03.** (Ufrgs 2010) Um cubo de massa 1,0 kg, maciço e homogêneo, está em repouso sobre uma superfície plana horizontal. Os coeficientes de atrito estático e cinético entre o cubo e a superfície valem, respectivamente, 0,30 e 0,25. Uma força F , horizontal, é então aplicada sobre o centro de massa do cubo. Considere o módulo de aceleração da gravidade igual a $10,0 \text{ m/s}^2$.

Se a intensidade da força F é igual a 6,0 N, o cubo sofre uma aceleração cujo módulo é igual a

- A** 0,0 m/s^2 **D** 6,0 m/s^2
B 2,5 m/s^2 **E** 10,0 m/s^2
C 3,5 m/s^2

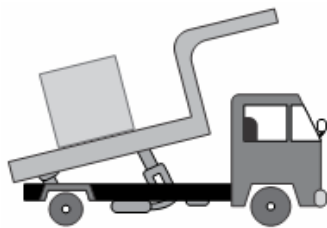
- 04.** (Mackenzie 2010) Um corpo de peso 30 N repousa sobre uma superfície horizontal de coeficiente

de atrito estático 0,4. Por meio de uma mola de massa desprezível, de comprimento natural 20 cm e constante elástica 20 N/m, prende-se esse corpo em uma parede como mostra a figura. A máxima distância a que podemos manter esse corpo da parede e em equilíbrio será de



- A** 26 cm **D** 90 cm
B 40 cm **E** 100 cm
C 80 cm

- 05.** (Famerp 2018) Um caminhão transporta em sua carroceria um bloco de peso 5.000 N. Após estacionar, o motorista aciona o mecanismo que inclina a carroceria.



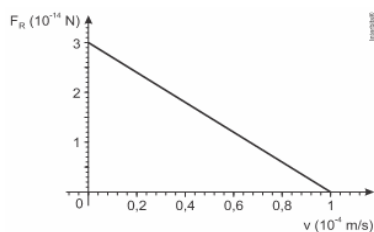
Sabendo que o ângulo máximo em relação à horizontal que a carroceria pode atingir sem que o bloco deslize é Θ , tal que $\sin \Theta = 0,60$ e $\cos \Theta = 0,80$, o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície da carroceria do caminhão vale

- A) 0,55
- B) 0,15
- C) 0,30
- D) 0,40
- E) 0,75

06. (Ita 2017) Considere um automóvel com tração dianteira movendo-se aceleradamente para a frente. As rodas dianteiras e traseiras sofrem forças de atrito respectivamente para:

- A) frente e frente.
- B) frente e trás.
- C) trás e frente.
- D) trás e trás.
- E) frente e não sofrem atrito.

07. (Fuvest 2017) Objetos em queda sofrem os efeitos da resistência do ar, a qual exerce uma força que se opõe ao movimento desses objetos, de tal modo que, após um certo tempo, eles passam a se mover com velocidade constante. Para uma partícula de poeira no ar, caindo verticalmente, essa força pode ser aproximada por $F_a = -bv$, sendo v a velocidade da partícula de poeira e b uma constante positiva. O gráfico mostra o comportamento do módulo da força resultante sobre a partícula, F_R , como função do módulo de v .



Note e adote:

- O ar está em repouso.

O valor da constante b , em unidades de $N \cdot s/m$, é

- A) $1,0 \cdot 10^{-14}$
- B) $1,5 \cdot 10^{-14}$
- C) $3,0 \cdot 10^{-14}$
- D) $1,0 \cdot 10^{-10}$
- E) $3,0 \cdot 10^{-10}$

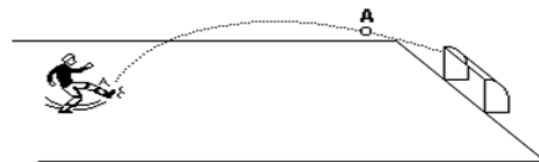
08. (Fatec 1999) Uma gota de chuva cai verticalmente de grande altura, sujeita exclusivamente a duas forças: seu peso e a força de resistência do ar, força essa que é diretamente proporcional à velocidade de queda da gota.

Com base nessas informações, pode-se afirmar que o movimento da gota será:

- A) inicialmente acelerado e após algum tempo se tornará uniforme.
- B) inicialmente acelerado e após algum tempo se tornará retardado.
- C) retardado desde seu início.
- D) uniforme desde seu início.
- E) uniformemente acelerado do início ao fim da queda.

09. (Ufrj 2001) No último jogo do Vasco contra o Flamengo, um certo jogador chutou a bola e a trajetória vista por um repórter, que estava parado em uma das laterais do campo, é mostrada na figura a seguir.

Admita que a trajetória não é uma parábola perfeita e que existe atrito da bola com o ar durante a sua trajetória. No ponto A, o segmento de reta orientado que melhor representa a força de atrito atuante na bola é



- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

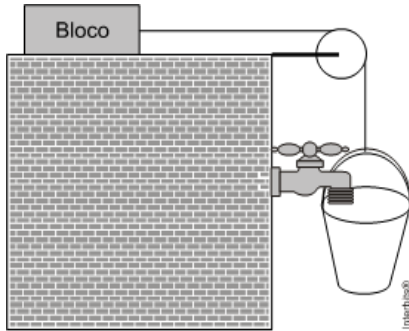
e de mesmo diâmetro são abandonadas de uma mesma altura em relação ao solo. Considerando os efeitos da resistência do ar e a altura, que é bem maior que o diâmetro das esferas, podemos afirmar corretamente que:

- A) a esfera de massa maior atinge o solo primeiro.
- B) a esfera de massa menor atinge o solo primeiro.
- C) ambas atingirão o solo ao mesmo tempo.
- D) o tempo de queda independe da resistência do ar.
- E) o tempo de queda independe das massas das esferas.

10. (Cefet-MG 2004) Duas esferas de massas diferentes

NÍVEL AVANÇADO

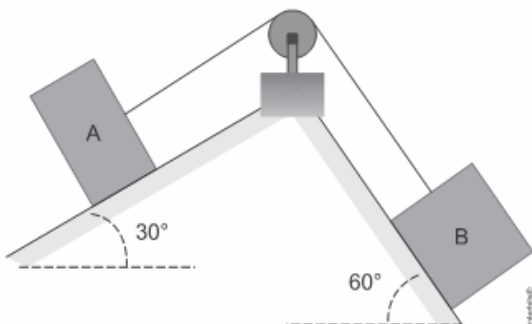
01. (Mackenzie 2010) Um balde de 400 g é suspenso por um fio ideal que tem uma extremidade presa a um bloco de massa 12 kg. O conjunto está em repouso, quando se abre a torneira, que proporciona uma vazão de água ($\rho = 1 \text{ kg/L}$), constante é igual a 0,2 L/s.



Sabendo-se que o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície horizontal que o suporta $\mu_e = 0,4$ e que a polia é ideal, esse bloco iniciará seu deslocamento no instante imediatamente após (Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A 22 s D 16 s
 B 20 s E 14 s
 C 18 s
02. (Efomm 2016) Os blocos A e B da figura pesam 1,00 kN, e estão ligados por um fio ideal que passa por uma polia sem massa e sem atrito. O coeficiente de atrito estático entre os blocos e os planos é 0,60. Os dois blocos estão inicialmente em repouso. Se o bloco B está na iminência de movimento, o valor da força de atrito, em newtons, entre o bloco A e o plano, é

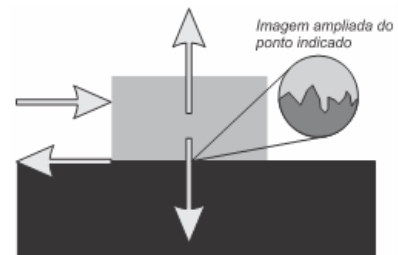
Dado: $\cos 30^\circ = 0,87$



- A 60 D 85
 B 70 E 90
 C 80

SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2011) A força de atrito é uma força que depende do contato entre corpos. Pode ser definida como uma força de oposição à tendência de deslocamento dos corpos e é gerada devido a irregularidades entre duas superfícies em contato. Na figura, as setas representam forças que atuam no corpo e o ponto ampliado representa as irregularidades que existem entre as duas superfícies.

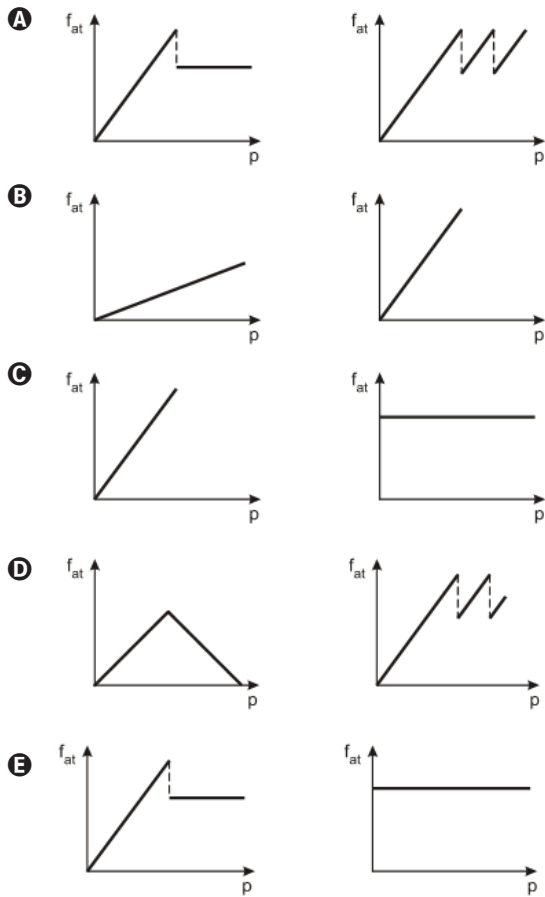


Na figura, os vetores que representam as forças que provocam o deslocamento e o atrito são, respectivamente:

- A e
 B e
 C e
 D e
 E e

02. (Enem 2012) Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético.

As representações esquemáticas da força de atrito f_{at} entre os pneus e a pista, em função da pressão p aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:



03. (Enem PPL 2018) Com um dedo, um garoto pressiona contra a parede duas moedas, de R\$0,10 e R\$1,00 uma sobre a outra, mantendo-as paradas. Em contato com o dedo está a moeda de R\$ 0,10 e contra a parede está a de R\$ 1,00. O peso da moeda de R\$ 0,10 é 0,05 N e o da de R\$ 1,00 é 0,09 N. A força de atrito exercida pela parede é suficiente para impedir que as moedas caiam.

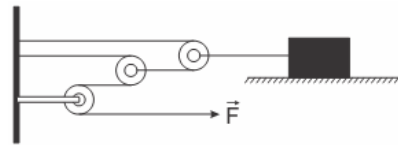
Qual é a força de atrito entre a parede e a moeda de R\$ 1,00?

- A** 0,04 N
- B** 0,05 N
- C** 0,07 N
- D** 0,08 N
- E** 0,14 N

04. (Enem 2016) Uma invenção que significou um grande avanço tecnológico na Antiguidade, a polia composta ou a associação de polias, é atribuída a Arquimedes (287 a.C. a 212 a.C.). O aparato consiste em associar uma série de polias móveis a uma polia fixa. A figura exemplifica um arranjo possível para esse aparato. É relatado que Arquimedes teria demonstrado para o rei Hierão um outro arranjo desse aparato, movendo sozinho, sobre a areia da praia, um navio repleto de passageiros e cargas, algo que seria impossível sem a participação de muitos homens.

Suponha que a massa do navio era de 3.000 kg, que o coeficiente de atrito estático entre o navio e a areia era de 0,8 e que Arquimedes tenha puxado o navio com uma força F , paralela à direção do movimento e de módulo igual a 400 N.

Considere os fios e as polias ideais, a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e que a superfície da praia é perfeitamente horizontal.



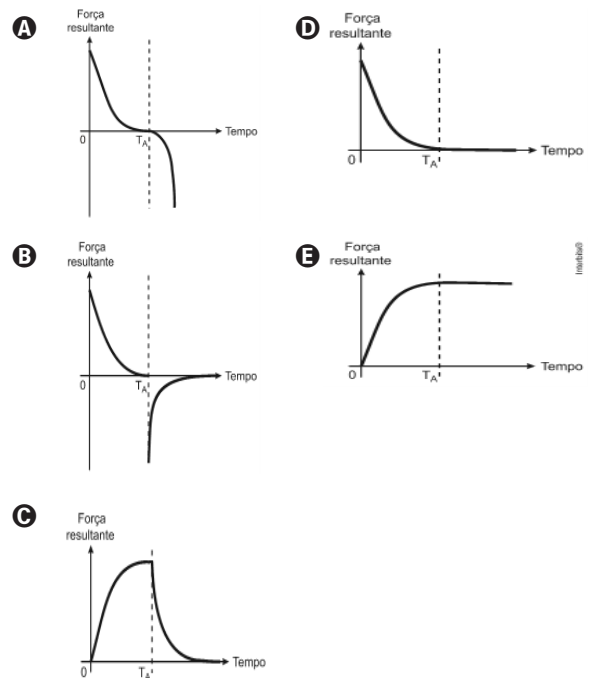
Disponível em: www.histedbr.fae.unicamp.br. Acesso em: 28 fev. 2013 (adaptado).

O número mínimo de polias móveis usadas, nessa situação, por Arquimedes foi

- A** 3
- B** 6
- C** 7
- D** 8
- E** 10

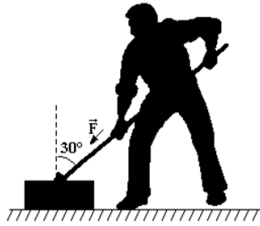
05. (Enem 2013) Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante T_A), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?



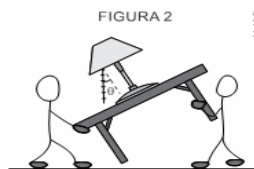
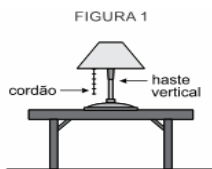
DISCURSIVAS

01. (Fuvest 1996) Tenta-se, sem sucesso, deslocar uma caixa de peso $P = 50 \text{ N}$, em repouso sobre um plano horizontal com atrito, aplicando-lhe uma força $F = 200 \text{ N}$, na direção da haste. Despreze a massa da haste.



- a) Faça um esquema de todas as forças que agem sobre a caixa e identifique claramente a origem de cada uma delas. Escreva o valor, em N, da resultante dessas forças (FR).
- b) Qual o valor da força de atrito entre a caixa e o plano (em N)?
- c) Qual o valor mínimo do coeficiente de atrito?
02. (Unifesp 2015) Um abajur está apoiado sobre a superfície plana e horizontal de uma mesa em repouso em relação ao solo. Ele é acionado por meio de um cordão que pende verticalmente, paralelo à haste do abajur, conforme a figura 1.

Para mudar a mesa de posição, duas pessoas a transportam inclinada, em movimento retilíneo e uniforme na direção horizontal, de modo que o cordão se mantém vertical, agora inclinado de um ângulo $\Theta = 30^\circ$, constante em relação à haste do abajur, de acordo com a figura 2. Nessa situação, o abajur continua apoiado sobre a mesa, mas na iminência de escorregar em relação a ela, ou seja, qualquer pequena inclinação a mais da mesa provocaria o deslizamento do abajur.



Calcule:

- a) o valor da relação N_1/N_2 , sendo N_1 o módulo da força normal que a mesa exerce sobre o abajur na situação da figura 1 e N_2 o módulo da mesma força na situação da figura 2.
- b) o valor do coeficiente de atrito estático entre a base do abajur e a superfície da mesa.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	C	C	C	E

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	D	C	C	E
6	7	8	9	10
B	E	A	C	A

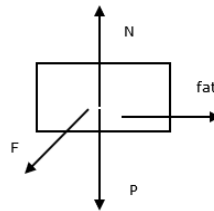
AVANÇADO

1	2
A	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	A	E	B	B

DISCURSIVAS



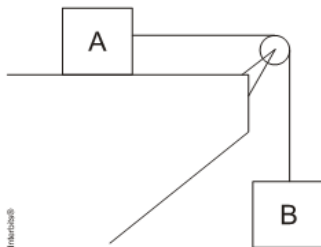
Como o corpo está em repouso permanente, a força resultante é igual a zero.

- b) 100 N
c) 0,45

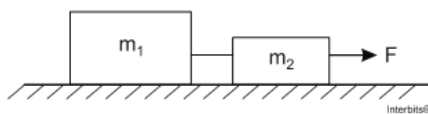
02. a) $2\sqrt{3}/3$
b) $\sqrt{3}/3$

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (IFCE 2014) Na figura abaixo, o fio inextensível que une os corpos A e B e a polia têm massas desprezíveis. As massas dos corpos são $m_A = 4,0 \text{ kg}$ e $m_B = 6,0 \text{ kg}$. Desprezando-se o atrito entre o corpo A e a superfície, a aceleração do conjunto, em m/s^2 , é de
(Considere a aceleração da gravidade $10,0 \text{ m/s}^2$)

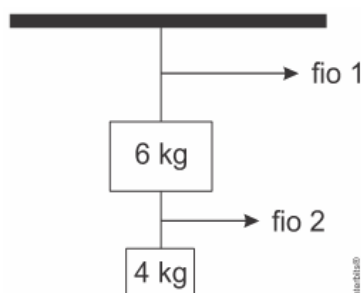


- 02.** (Ufrgs 2012) Dois blocos, de massas $m_1 = 3,0 \text{ kg}$ e $m_2 = 1,0 \text{ kg}$, ligados por um fio inextensível, podem deslizar sem atrito sobre um plano horizontal. Esses blocos são puxados por uma força horizontal F de módulo $F = 6 \text{ N}$, conforme a figura a seguir (Desconsidere a massa do fio).



A tensão no fio que liga os dois blocos é

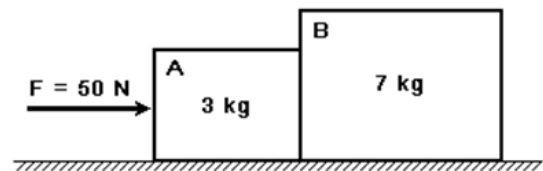
- 03.** (Ifsul 2015) O sistema abaixo está em equilíbrio.



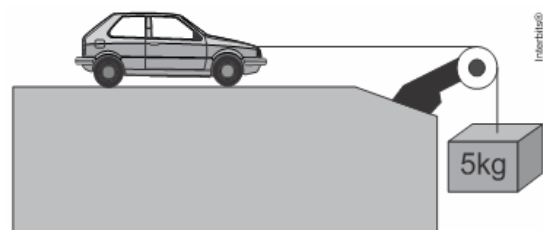
A razão T_1 / T_2 entre as intensidades das trações nos fios ideais 1 e 2 vale

- 04.** (Cefet-SC 2007) Dois corpos A e B de massas respectivamente iguais a 3 kg e 7 kg estão apoiados numa superfície horizontal perfeitamente lisa. Uma força horizontal constante de intensidade $F = 50,0 \text{ N}$ é aplicada no bloco A, conforme ilustrado na figura. A aceleração dos blocos vale:

- 05.** (Ear 2016) Um carrinho é puxado em um sistema sem atrito por um fio inextensível numa região de aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 , como mostra a figura.



- 05.** Um carrinho é puxado em um sistema sem atrito por um fio inextensível numa região de aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 , como mostra a figura.

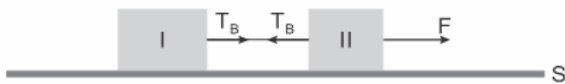
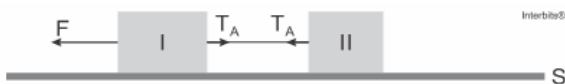


Sabendo que o carrinho tem massa igual a 200 g sua aceleração, em m/s^2 , será aproximadamente:

- 06.** (UFRN 2014) Um sistema de dois corpos, A e B, está em equilíbrio. O corpo A tem massa 4 kg e o corpo B tem massa 6 kg . A aceleração da gravidade é 10 m/s^2 . A tensão no fio que liga os dois corpos é

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

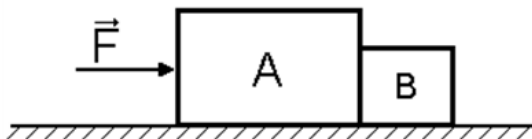
- 01.** (Uerj 2018) Em um experimento, os blocos I e II, de massas iguais a 10 kg e a 6 kg, respectivamente, estão interligados por um fio ideal. Em um primeiro momento, uma força de intensidade F igual a 64 N é aplicada no bloco I, gerando no fio uma tração T_A . Em seguida, uma força de mesma intensidade F é aplicada no bloco II, produzindo a tração T_B . Observe os esquemas:



Desconsiderando os atritos entre os blocos e a superfície S , a razão entre as trações T_A / T_B corresponde a:

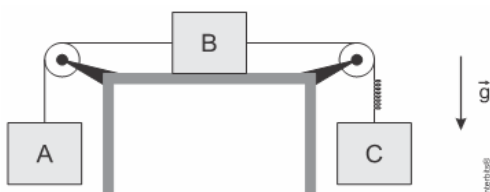
- 02.** (Uel 1996) Os blocos A e B têm massas $m_A = 5,0$ kg e $m_B = 2,0$ kg e estão apoiados num plano horizontal perfeitamente liso.

Aplica-se ao corpo A a força horizontal F , de módulo 21 N.



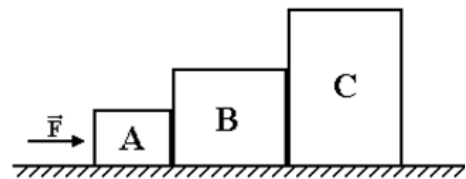
A força de contato entre os blocos A e B tem módulo, em newtons,

- 03.** (IFBA 2018) Na montagem experimental abaixo, os blocos A, B e C têm massas $m_A = 2,0$ kg, $m_B = 3,0$ kg e $m_C = 5,0$ kg. Desprezam-se os atritos e a resistência do ar. Os fios e as polias são ideais e adote $g = 10$ m/s².

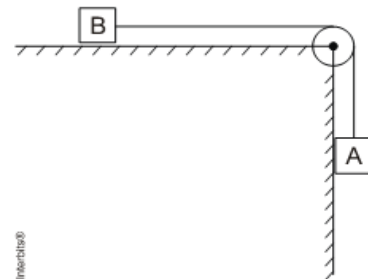


No fio que liga o bloco B com o bloco C, está intercalada uma mola leve de constante elástica $3,5 \cdot 10^3$ N/m. Com o sistema em movimento, a deformação da mola é?

- 04.** (Uece 1996) Três corpos A, B e C, de massas $m_A = 2$ kg, $m_B = 6$ kg e $m_C = 12$ kg, estão apoiados em uma superfície plana, horizontal e idealmente lisa. Ao bloco A é aplicada a força horizontal $F = 10$ N. A força que B exerce sobre C vale, em newtons:



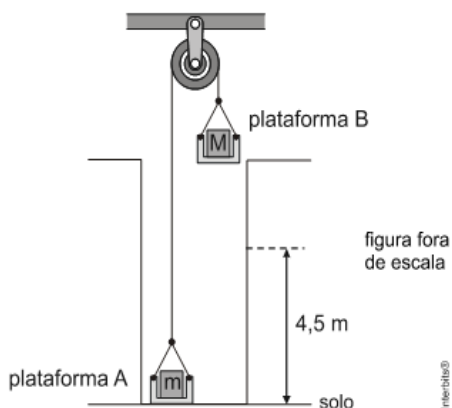
- 05.** (Cefet -MG 2012) Na figura, os blocos A e B, com massas iguais a 5 e 20 kg, respectivamente, são ligados por meio de um cordão inextensível.



Desprezando-se as massas do cordão e da roldana e qualquer tipo de atrito, a aceleração do bloco A, em m/s², é igual a

- 06.** (Unesp 2012) Em uma obra, para permitir o transporte de objetos para cima, foi montada uma máquina constituída por uma polia, fios e duas plataformas A e B horizontais, todos de massas desprezíveis, como mostra a figura. Um objeto de massa $m = 225$ kg, colocado na plataforma A, inicialmente em repouso no solo, deve ser levado verticalmente para cima e atingir um ponto a 4,5 m de altura, em movimento uniformemente acelerado, num intervalo de tempo de 3 s.

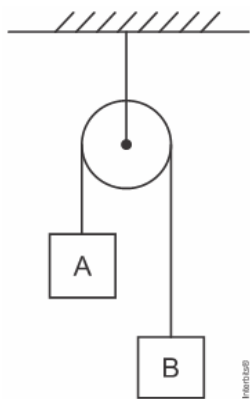
A partir daí, um sistema de freios passa a atuar, fazendo a plataforma A parar na posição onde o objeto será descarregado.



Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, desprezando os efeitos do ar sobre o sistema e os atritos durante o movimento acelerado, a massa M , em kg, do corpo que deve ser colocado na plataforma B para acelerar para cima a massa m no intervalo de 3 s é igual a

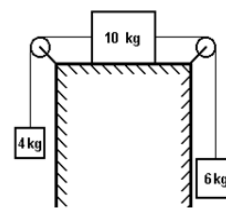
- A** 275
- B** 285
- C** 295
- D** 305
- E** 315

07. (IFPE 2019) Considere a máquina de Atwood a seguir, onde a polia e o fio são ideais e não há qualquer atrito. Considerando que as massas de A e B são, respectivamente, $2M$ e $3M$, e desprezando a resistência do ar, qual a aceleração do sistema? (Use $g = 10 \text{ m/s}^2$)



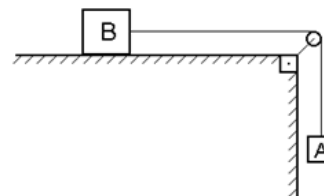
- A** 5 m/s^2
- B** 3 m/s^2
- C** 2 m/s^2
- D** 10 m/s^2
- E** 20 m/s^2

08. (Fuvest-gv 1992) O sistema indicado na figura a seguir, onde as polias são ideais, permanece em repouso graças à força de atrito entre o corpo de 10 kg e a superfície de apoio. Podemos afirmar que o valor da força de atrito é:



- A** 20 N
- B** 10 N
- C** 100 N
- D** 60 N
- E** 40 N

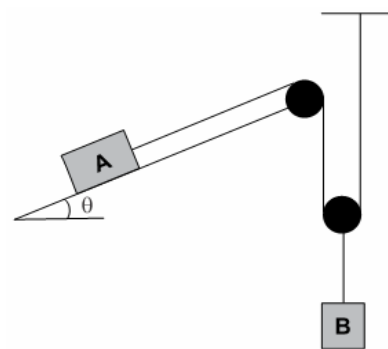
09. (Uel 1996) No sistema representado a seguir, o corpo A, de massa 3,0 kg está em movimento uniforme. A massa do corpo B é de 10 kg. Adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.



O coeficiente de atrito dinâmico entre o corpo B e o plano sobre o qual se apoia vale

- A** 0,15
- B** 0,30
- C** 0,50
- D** 0,60
- E** 0,70

10. (Mackenzie 2016)



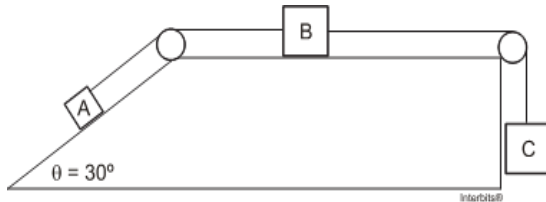
Na figura esquematizada acima, os corpos A e B encontram-se em equilíbrio. O coeficiente de atrito estático entre o corpo A e o plano inclinado vale $\mu = 0,500$ e o peso do corpo B é $P_B = 200 \text{ N}$. Considere os fios e as polias ideais e o fio que liga o corpo A é paralelo ao plano inclinado. Sendo $\text{sen } \Theta = 0,600$ e $\text{cos } \Theta = 0,800$, o peso máximo que o corpo A pode assumir é

- A** 100 N
- B** 300 N
- C** 400 N
- D** 500 N
- E** 600 N



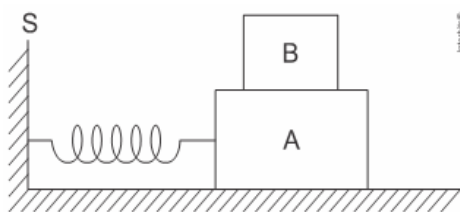
NÍVEL AVANÇADO

01. (Cefet-MG 2010) Três blocos A, B e C, de massas $M_A = 1,0 \text{ kg}$ e $M_B = M_C = 2,0 \text{ kg}$, estão acoplados através de fios inextensíveis e de pesos desprezíveis, conforme o esquema abaixo.



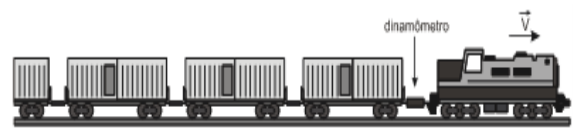
Desconsiderando o atrito entre a superfície e os blocos e, também, nas polias, a aceleração do sistema, em m/s^2 , é igual a

02. (Epcar (Afa) 2017) Na situação da figura a seguir, os blocos A e B têm massas $m_A = 3,0 \text{ kg}$ e $m_B = 1,0 \text{ kg}$. O atrito entre o bloco A e o plano horizontal de apoio é desprezível, e o coeficiente de atrito estático entre B e A vale $\mu_e = 0,4$. O bloco A está preso numa mola ideal, inicialmente não deformada, de constante elástica $K = 160 \text{ N/m}$ que, por sua vez, está presa ao suporte S.



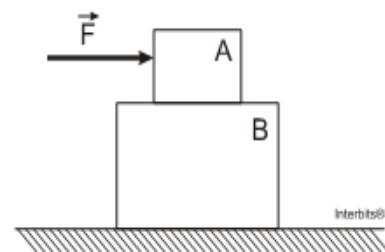
O conjunto formado pelos dois blocos pode ser movimentado produzindo uma deformação na mola e, quando solto, a mola produzirá certa aceleração nesse conjunto. Desconsiderando a resistência do ar, para que B não escorregue sobre A, a deformação máxima que a mola pode experimentar, em cm, vale

01. (Unesp 2014) Em um trecho retilíneo e horizontal de uma ferrovia, uma composição constituída por uma locomotiva e 20 vagões idênticos partiu do repouso e, em 2 minutos, atingiu a velocidade de 12 m/s . Ao longo de todo o percurso, um dinamômetro ideal acoplado à locomotiva e ao primeiro vagão indicou uma força de módulo constante e igual a $120\,000 \text{ N}$.



Considere que uma força total de resistência ao movimento, horizontal e de intensidade média correspondente a 3% do peso do conjunto formado pelos 20 vagões, atuou sobre eles nesse trecho. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule a distância percorrida pela frente da locomotiva, desde o repouso até atingir a velocidade de 12 m/s , e a massa de cada vagão da composição.

02. (Ufpe 2010) Considere dois blocos empilhados, A e B, de massas $m_A = 1,0 \text{ kg}$ e $m_B = 2,0 \text{ kg}$. Com a aplicação de uma força horizontal F sobre o bloco A, o conjunto move-se sem ocorrer deslizamento entre os blocos. O coeficiente de atrito estático entre as superfícies dos blocos A e B é igual a $0,60$, e não há atrito entre o bloco B e a superfície horizontal. Determine o valor máximo do módulo da força F , em newtons, para que não ocorra deslizamento entre os blocos.



GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
B	D	D	A	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	E	B	C	B
6	7	8	9	10
A	C	A	B	D

AVANÇADO

1	2
B	C

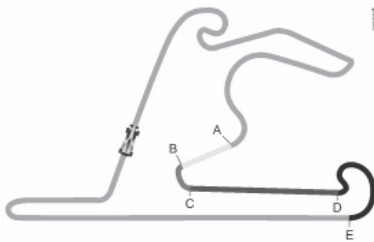
DISCURSIVAS

01. $d = 720 \text{ m}$ e $m = 15.000 \text{ kg}$

02. 9 N

NÍVEL BÁSICO

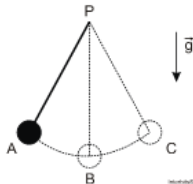
- 01.** (Uerj 2019) Um carro de automobilismo se desloca com velocidade de módulo constante por uma pista de corrida plana. A figura abaixo representa a pista vista de cima, destacando quatro trechos: AB, BC, CD e DE.



A força resultante que atua sobre o carro é maior que zero nos seguintes trechos:

- A** AB e BC.
- B** BC e DE.
- C** DE e CD.
- D** CD e AB.

- 02.** (Fuvest 2013) O pêndulo de um relógio é constituído por uma haste rígida com um disco de metal preso em uma de suas extremidades. O disco oscila entre as posições A e C, enquanto a outra extremidade da haste permanece imóvel no ponto P. A figura abaixo ilustra o sistema. A força resultante que atua no disco quando ele passa por B, com a haste na direção vertical, é
- piloto que a comanda é:



(Note e adote: g é a aceleração local da gravidade.)

- A** nula.
- B** vertical, com sentido para cima.
- C** vertical, com sentido para baixo.
- D** horizontal, com sentido para a direita.
- E** horizontal, com sentido para a esquerda.

- 03.** (Mackenzie 2019) Força centrípeta é a força resultante que puxa um corpo na direção e sentido do centro da trajetória de um movimento curvilíneo.

Um exemplo de força centrípeta é a força gravitacional no movimento do planeta Terra ao redor do Sol. Nesse caso, é a força gravitacional entre o planeta e a estrela que faz com que a TERRA não escape da trajetória elíptica ao redor do Sol e deixe de orbitá-lo.

Analisando o movimento curvilíneo de um carro em uma pista horizontal, a força que tem o papel de força centrípeta é a

- A** força peso do carro.
- B** força de atrito entre os pneus e a pista.
- C** força normal dos pneus na pista.
- D** força de tração do motor.
- E** força de gravitacional entre o carro e a pista.

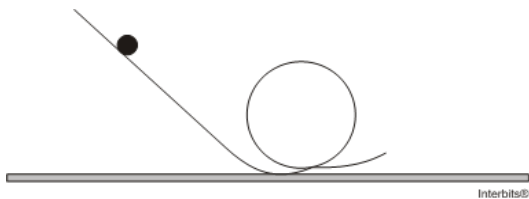
- 04.** (Ibmec-RJ 2013) Um avião de acrobacias descreve a seguinte trajetória descrita na figura abaixo:



Ao passar pelo ponto mais baixo da trajetória a força exercida pelo banco da aeronave sobre o

- A** igual ao peso do piloto.
- B** maior que o peso do piloto.
- C** menor que o peso do piloto.
- D** nula.
- E** duas vezes maior do que o peso do piloto.

- 05.** (Udesc 2011) Considere o "looping" mostrado na Figura, constituído por um trilho inclinado seguido de um círculo. Quando uma pequena esfera é abandonada no trecho inclinado do trilho, a partir de determinada altura, percorrerá toda a trajetória curva do trilho, sempre em contato com ele.

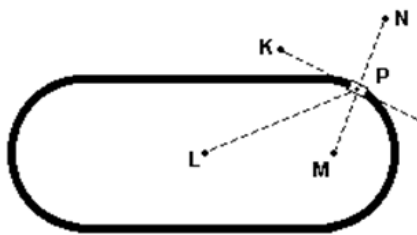


Seendo v a velocidade instantânea e a a aceleração centrípeta da esfera, o esquema que melhor representa estes dois vetores no ponto mais alto da trajetória no interior do círculo é:

- A**
- B**
- C**
- D**

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (UFMG 2000) Um circuito, onde são disputadas corridas de automóveis, é composto de dois trechos retilíneos e dois trechos em forma de semicírculos, como mostrado na figura.

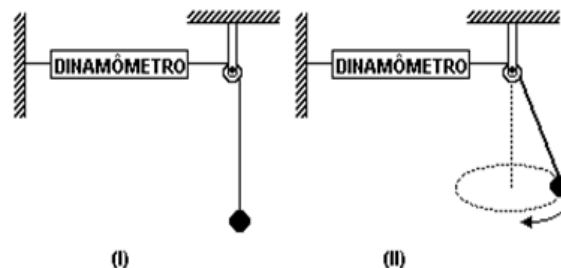


Um automóvel está percorrendo o circuito no sentido anti-horário, com velocidade de módulo constante.

Quando o automóvel passa pelo ponto P, a força resultante que atua nele está no sentido de P para

- A** K
- B** L
- C** M
- D** N

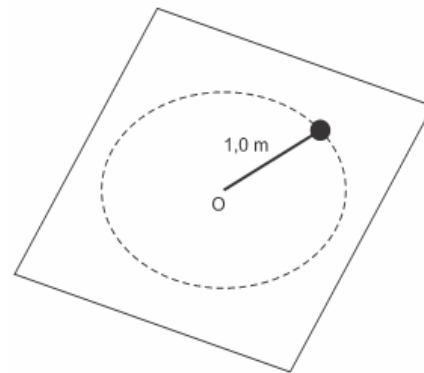
- 02.** (UFV 2004) Um corpo de massa M (círculo preto), suspenso por um fio inextensível e de massa desprezível, está ligado a um dinamômetro através de uma roldana conforme ilustrado na figura (I) adiante.



Se o corpo é posto a girar com uma frequência angular constante, conforme ilustrado na figura (II) acima, e desprezando qualquer tipo de atrito, é CORRETO afirmar que, comparada com a situação (I), o valor da leitura do dinamômetro:

- A** será menor.
- B** não se altera.
- C** será maior.
- D** será nulo.
- E** oscilará na frequência de giro do corpo.

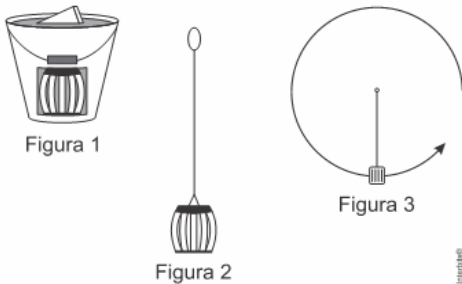
- 03.** (Mackenzie 2018)



Uma esfera de massa $2,00 \text{ kg}$ que está presa na extremidade de uma corda de $1,00 \text{ m}$ de comprimento, de massa desprezível, descreve um movimento circular uniforme sobre uma mesa horizontal, sem atrito. A força de tração na corda é de $18,0 \text{ N}$ constante. A velocidade de escape ao romper a corda é

- A** $0,30 \text{ m/s}$
- B** $1,00 \text{ m/s}$
- C** $3,00 \text{ m/s}$
- D** $6,00 \text{ m/s}$
- E** $9,00 \text{ m/s}$

04. (Fgv 2007) Vendedores aproveitam-se da morosidade do trânsito para vender amendoins, mantidos sempre aquecidos em uma bandeja perfurada encaixada no topo de um balde de alumínio; dentro do balde, uma lata de leite em pó, vazada por cortes laterais, contém carvão em brasa (figura 1). Quando o carvão está por se acabar, nova quantidade é reposta. A lata de leite é enganchada a uma haste de metal (figura 2) e o conjunto é girado vigorosamente sob um plano vertical por alguns segundos (figura 3), reavivando a chama.



Dados:

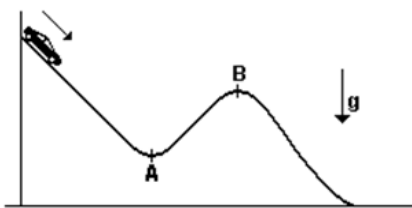
$\pi = 3,1$

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

Mantendo o movimento circular de raio 80 cm, a menor velocidade que a lata deve possuir no ponto mais alto de sua trajetória para que o carvão não caia da lata é, em m/s,

- A $\sqrt{2}$
- D 4
- B 2
- E $4\sqrt{2}$
- C $2\sqrt{2}$

05. (Fuvest 2000) Um carrinho é largado do alto de uma montanha russa, conforme a figura.



Ele se movimenta, sem atrito e sem soltar-se dos trilhos, até atingir o plano horizontal. Sabe-se que os raios de curvatura da pista em A e B são iguais. Considere as seguintes afirmações:

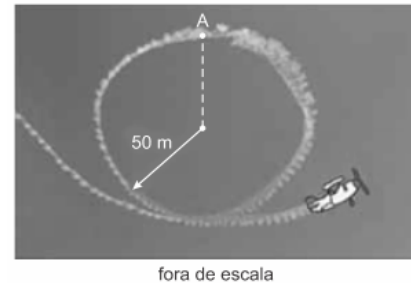
- I. No ponto A, a resultante das forças que agem sobre o carrinho é dirigida para baixo.
- II. A intensidade da força centrípeta que age sobre o carrinho é maior em A do que em B.

III. No ponto B, o peso do carrinho é maior do que a intensidade da força normal que o trilho exerce sobre ele.

Está correto apenas o que se afirma

- A I
- D I e II
- B II
- E II e III
- C III

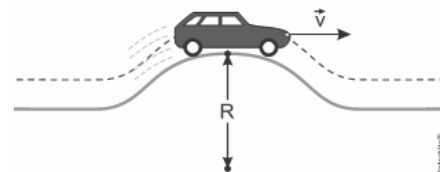
06. (Famerp 2017) Em uma exibição de acrobacias aéreas, um avião pilotado por uma pessoa de 80 kg faz manobras e deixa no ar um rastro de fumaça indicando sua trajetória. Na figura, está representado um looping circular de raio 50 m contido em um plano vertical, descrito por esse avião.



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e considerando que ao passar pelo ponto A, ponto mais alto da trajetória circular, a velocidade do avião é de 180 km/h, a intensidade da força exercida pelo assento sobre o piloto, nesse ponto, é igual a

- A 3.000 N
- D 2.600 N
- B 2.800 N
- E 2.400 N
- C 3.200 N

07. (UEMG 2017)

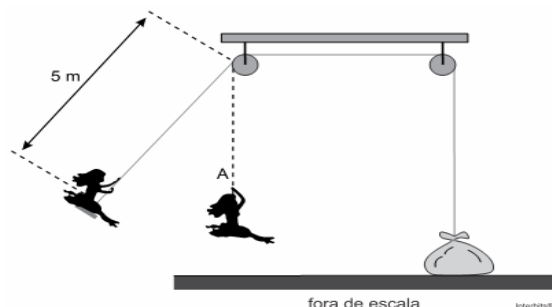


A figura representa o instante em que um carro de massa M passa por uma lombada existente em uma estrada. Considerando o raio da lombada igual a R, o módulo da velocidade do carro igual a V, e a aceleração da gravidade local g, a força exercida pela pista sobre o carro, nesse ponto, pode ser calculada por

- A $\frac{Mv^2}{R} + Mg$
- C $Mg - \frac{MR^2}{v}$
- B $Mg - \frac{Mv^2}{R}$
- D $Mg - \frac{MR^2}{v}$



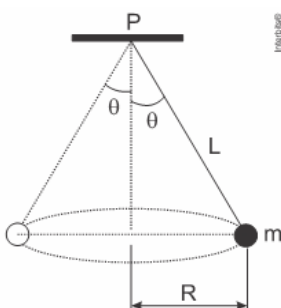
08. (Unesp 2016) Uma garota de 50 kg está brincando em um balanço constituído de um assento e de uma corda ideal que tem uma de suas extremidades presa nesse assento e a outra, em um saco de areia de 66 kg que está apoiado, em repouso, sobre o piso horizontal. A corda passa por duas roldanas ideais fixas no teto e, enquanto oscila, a garota percorre uma trajetória circular contida em um plano vertical de modo que, ao passar pelo ponto A, a corda fica instantaneamente vertical.



Desprezando a resistência do ar e a massa do assento, considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e as informações contidas na figura, a maior velocidade, em m/s , com a qual a garota pode passar pelo ponto A sem que o saco de areia perca contato com o solo é igual a

- A 2 D 4
 B 5 E 1
 C 3

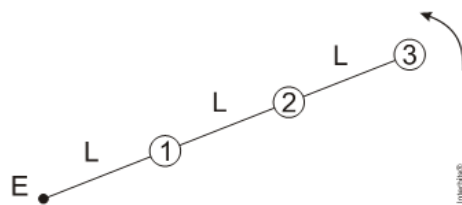
09. (Mackenzie 2014) O pêndulo cônico da figura abaixo é constituído por um fio ideal de comprimento L e um corpo de massa $m = 4,00 \text{ kg}$ preso em uma de suas extremidades e a outra é fixada no ponto P, descrevendo uma trajetória circular de raio R no plano horizontal. O fio forma um ângulo θ em relação a vertical. Considera-se que a força radial é de 300 N . Considere: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin \theta = 0,6$; $\cos \theta = 0,8$.



A força centrípeta que atua sobre o corpo é

- A 10,0 N D 40,0 N
 B 20,0 N E 50,0 N
 C 30,0 N

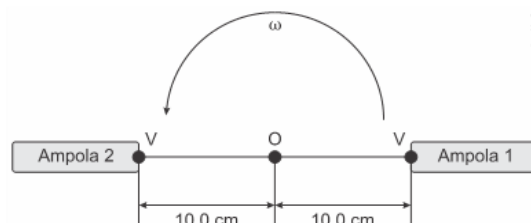
10. (Upe 2014) Três partículas idênticas de massa $0,5 \text{ kg}$ giram em um plano sem atrito, perpendicular ao eixo de rotação E, conectadas por barras de massas desprezíveis e comprimentos $L = 1,0 \text{ m}$ cada uma. Observe a figura a seguir:



Sabendo-se que a tensão na barra que une as partículas 2 e 3 vale $13,5 \text{ N}$ e que a velocidade angular de rotação do sistema é constante, determine o módulo da velocidade tangencial da partícula 1.

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

11. (Fmp 2020) A centrifugação é o principal método para separação do plasma do sangue. O esquema simplificado de uma centrífuga de laboratório é mostrado na Figura abaixo, onde duas ampolas de massas iguais giram com velocidade angular constante ω em torno de um ponto O, presas pelos vínculos V.

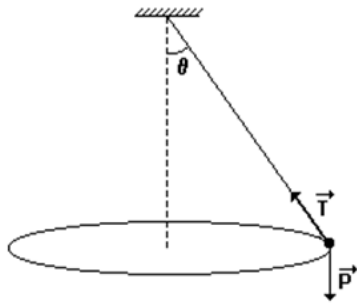


Na fábrica desse equipamento, é feito um teste de funcionamento, no qual os vínculos V são

Se a massa das ampolas é de $12,0 \text{ g}$, a velocidade angular, em rad/s , da centrífuga neste teste é, aproximadamente,

- A 200 D 250
 B 360 E 400
 C 500

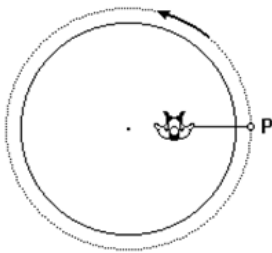
12. (Ufal 1999) Um fio, de comprimento L , prende um corpo, de peso P e dimensões desprezíveis, ao teto. Deslocado lateralmente, o corpo recebe um impulso horizontal e passa a descrever um movimento circular uniforme num plano horizontal, de acordo com a figura a seguir.



A força resultante centrípeta sobre o corpo tem intensidade

- A** T
- B** P
- C** T - P
- D** $T \cos \theta$
- E** $T \sin \theta$

- 13.** (UFMG 2005) Tomás está parado sobre a plataforma de um brinquedo, que gira com velocidade angular constante. Ele segura um barbante, que tem uma pedra presa na outra extremidade. A linha tracejada representa a trajetória da pedra, vista de cima, como mostrado na figura.



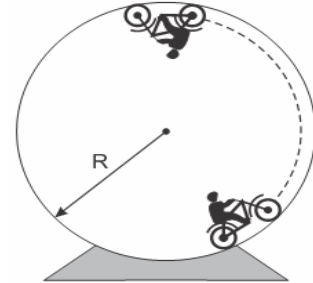
Observando essa situação, Júlia e Marina chegaram a estas conclusões:

- Júlia: "O movimento de Tomás é acelerado".
- Marina: "A componente horizontal da força que o piso faz sobre Tomás aponta para o centro da plataforma".

Considerando-se essas duas conclusões, é CORRETO afirmar que

- A** as duas estão erradas.
- B** apenas a de Júlia está certa.
- C** as duas estão certas.
- D** apenas a de Marina está certa.

- 14.** (Cps 2015) A apresentação de motociclistas dentro do globo da morte é sempre um momento empolgante de uma sessão de circo, pois ao atingir o ponto mais alto do globo, eles ficam de ponta cabeça.



(<http://tinyurl.com/globo-da-morte>
Acesso em: 15.09.2014. Original colorido)

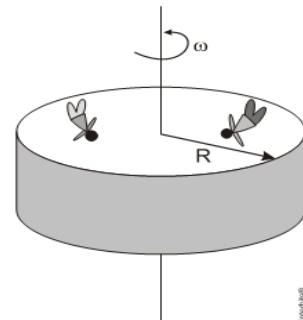
Considere que no ponto mais alto de um globo da morte, um motociclista não caiu, pois estava com a velocidade mínima de 27 km/h.

Assim sendo, o raio do globo é, aproximadamente, em metros,

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

- A** 5,6
- B** 6,3
- C** 7,5
- D** 8,2
- E** 9,8

- 15.** (Fuvest 2014) Uma estação espacial foi projetada com formato cilíndrico, de raio R igual a 100 m, como ilustra a figura abaixo.



Para simular o efeito gravitacional e permitir que as pessoas caminhem na parte interna da casca cilíndrica, a estação gira em torno de seu eixo, com velocidade angular constante ω . As pessoas terão sensação de peso, como se estivessem na Terra, se a velocidade ω for de, aproximadamente,

Note e adote:

A aceleração gravitacional na Terra é $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A** 0,1 rad/s
- B** 0,3 rad/s
- C** 1 rad/s
- D** 3 rad/s
- E** 10 rad/s

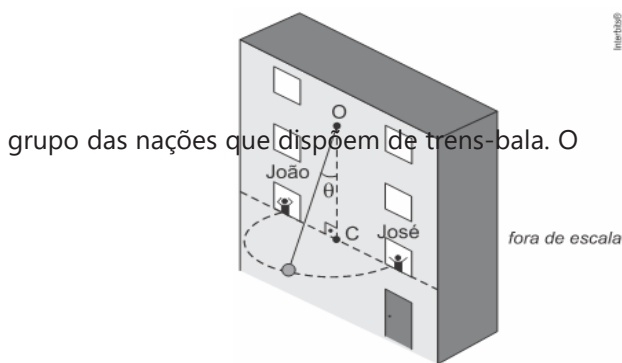


NÍVEL AVANÇADO

01. (Epcar (Afa) 2015) Uma determinada caixa é transportada em um caminhão que percorre, com velocidade escalar constante, uma estrada plana e horizontal. Em um determinado instante, o caminhão entra em uma curva circular de raio igual a 51,2 m, mantendo a mesma velocidade escalar. Sabendo-se que os coeficientes de atrito cinético e estático entre a caixa e o assoalho horizontal são, respectivamente, 0,4 e 0,5 e considerando que as dimensões do caminhão, em relação ao raio da curva, são desprezíveis e que a caixa esteja apoiada apenas no assoalho da carroceria, pode-se afirmar que a máxima velocidade, em m/s, que o caminhão poderá desenvolver, sem que a caixa escorregue é

- A** 14,3 **C** 18,0
B 16,0 **D** 21,5

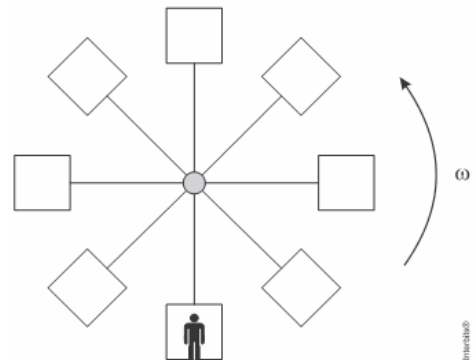
02. (Unesp 2017) Em um edifício em construção, João lança para José um objeto amarrado a uma corda inextensível e de massa desprezível, presa no ponto O da parede. O objeto é lançado perpendicularmente à parede e percorre, suspenso no ar, um arco de circunferência de diâmetro igual a 15 m, contido em um plano horizontal e em movimento uniforme, conforme a figura. O ponto O está sobre a mesma reta vertical que passa pelo ponto C, ponto médio do segmento que une João a José. O ângulo θ , formado entre a corda e o segmento de reta OC, é constante.



Considerando $\sin \theta = 0,6$, $\cos \theta = 0,8$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, a velocidade angular do objeto, em seu movimento de João a José, é igual a

- A** 1,0 rad/s **D** 2,0 rad/s
B 1,5 rad/s **E** 3,0 rad/s
C 2,5 rad/s

03. (Upe-ssa 2016) Em um filme de ficção científica, uma nave espacial possui um sistema de cabines girantes que permite ao astronauta dentro de uma cabine ter percepção de uma aceleração similar à gravidade terrestre. Uma representação esquemática desse sistema de gravidade artificial é mostrada na figura a seguir. Se, no espaço vazio, o sistema de cabines gira com uma velocidade angular ω , e o astronauta dentro de uma delas tem massa m , determine o valor da força normal exercida sobre o astronauta quando a distância do eixo de rotação vale R . Considere que R é muito maior que a altura do astronauta e que existe atrito entre o solo e seus pés.



- A** $mR\omega^2$
B $2mR\omega^2$
C $mR\omega^2/2$
D $m\omega^2/R$
E $8mR\omega^2$

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2009) O Brasil pode se transformar no primeiro país das Américas a entrar no seletor

Ministério dos Transportes prevê o lançamento do edital de licitação internacional para a construção da ferrovia de alta velocidade Rio-São Paulo. A viagem ligará os 403 quilômetros entre a Central do Brasil, no Rio, e a Estação da Luz, no centro da capital paulista, em uma hora e 25 minutos.

Disponível em: <http://oglobo.globo.com>. Acesso em: 14 jul. 2009.

Devido à alta velocidade, um dos problemas a ser enfrentado na escolha do trajeto que será percorrido pelo trem é o dimensionamento das curvas. Considerando-se que uma aceleração lateral confortável para os passageiros e segura para o trem seja de $0,1g$, em que g é a aceleração da gravidade (considerada igual a 10 m/s^2), e que a velocidade do trem se mantenha constante em

todo o percurso, seria correto prever que as curvas existentes no trajeto deveriam ter raio de curvatura mínimo de, aproximadamente,

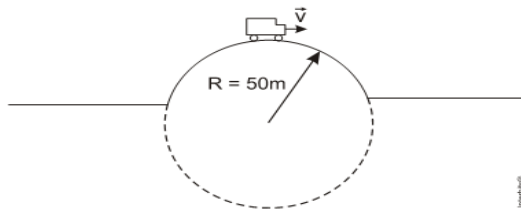
- A** 80 m **D** 1.600 m
B 430 m **E** 6.400 m
C 800 m

DISCURSIVAS

- 01.** (Udesc 2009) Um carro de massa $m = 1000$ kg com velocidade escalar constante de 72 km/h trafega por uma pista horizontal quando passa por uma grande ondulação, conforme figura a seguir e mantém a mesma velocidade escalar. Considerando que essa ondulação tenha o formato de uma circunferência de raio $R = 50$ m. Calcule, no ponto mais alto da pista:

- a) A força centrípeta no carro.
b) A força normal.

(Dado: $g = 10$ m/s²)



- 02.** (Fuvest 2012) Nina e José estão sentados em cadeiras, diametralmente opostas, de uma roda gigante que gira com velocidade angular constante. Num certo momento, Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo; após 15 s, antes de a roda completar uma volta, suas posições estão invertidas. A roda gigante tem raio $R = 20$ m e as massas de Nina e José são, respectivamente, $M_N = 60$ kg e $M_J = 70$ kg. Calcule:

Note e adote: $\pi = 3$ e a aceleração da gravidade $g = 10$ m/s².

- a) o módulo v da velocidade linear das cadeiras da roda gigante;
b) o módulo a_R da aceleração radial de Nina e de José;
c) os módulos N_N e N_J das forças normais que as cadeiras exercem, respectivamente, sobre Nina e sobre José no instante em que Nina se encontra no ponto mais alto do percurso e José, no mais baixo.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	B	B	B	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	C	C	C	E
6	7	8	9	10
C	B	D	C	C
11	12	13	14	15
C	E	C	A	B

AVANÇADO

1	2	3
B	A	A

SEÇÃO ENEM

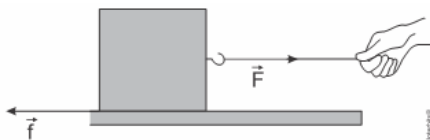
1
E

DISCURSIVAS

- 01.** a) 8000 N
b) 2000 N
- 02.** a) 4 m/s
b) 0,8 m/s²
c) $N_N = 552$ N e $N_J = 756$ N

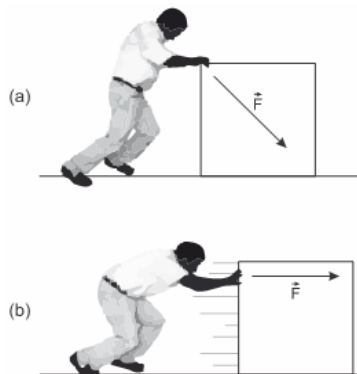
NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ifsc 2016) Em uma atividade experimental de física, foi proposto aos alunos que determinassem o coeficiente de atrito dinâmico ou cinético e que também fizessem uma análise das grandezas envolvidas nessa atividade. Tal atividade consistia em puxar um bloco de madeira sobre uma superfície horizontal e plana com uma força F , com velocidade constante.



Sobre esta situação, é CORRETO afirmar que

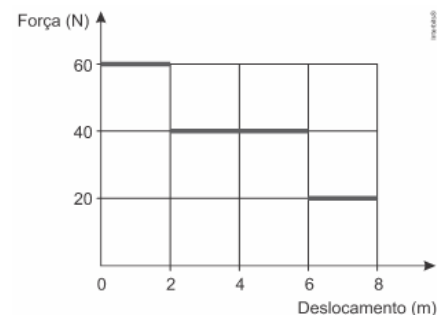
- A** o trabalho realizado pela força F é nulo.
 - B** o trabalho total realizado sobre o bloco é negativo.
 - C** o trabalho realizado pela força de atrito f é nulo.
 - D** o trabalho realizado pela força de atrito f é negativo.
 - E** o trabalho realizado pela força F é igual à variação da energia cinética do bloco.
- 02.** (UEMG 2017) Uma pessoa arrasta uma caixa sobre uma superfície sem atrito de duas maneiras distintas, conforme mostram as figuras (a) e (b). Nas duas situações, o módulo da força exercida pela pessoa é igual e se mantém constante ao longo de um mesmo deslocamento.



Considerando a força F é correto afirmar que

- A** o trabalho realizado em (a) é igual ao trabalho realizado em (b).
 - B** o trabalho realizado em (a) é maior do que o trabalho realizado em (b).
 - C** o trabalho realizado em (a) é menor do que o trabalho realizado em (b).
 - D** não se pode comparar os trabalhos, porque não se conhece o valor da força.
- 03.** (Cps 2019) O gráfico indica como varia a intensidade de uma força aplicada ininterruptamente sobre um corpo enquanto é realizado um deslocamento na mesma direção e no mesmo sentido das forças aplicadas.

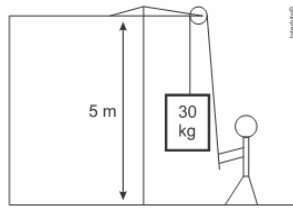
Na Física, existe uma grandeza denominada trabalho. O trabalho de uma força, durante a realização de um deslocamento, é determinado pelo produto entre essas duas grandezas quando ambas têm a mesma direção e sentido.



Considerando o gráfico dado, o trabalho total realizado no deslocamento de 8 m, em joules, corresponde a

- A** 160
 - B** 240
 - C** 280
 - D** 320
 - E** 520
- 04.** (Uece 2018) Um livro de 500 g é posto para deslizar sobre uma mesa horizontal com atrito constante com coeficiente $\mu = 0,1$. O trabalho realizado sobre o livro pela força normal à mesa é, em J,
- A** 50
 - B** 0
 - C** 500
 - D** 0,5

05. (Col. naval 2016) Em uma construção, um operário utiliza-se de uma roldana e gasta em média 5 segundos para erguer objetos do solo até uma laje, conforme mostra a figura abaixo.



Desprezando os atritos e considerando a gravidade local igual a 10 m/s^2 , pode-se afirmar que a potência média e a força feita pelos braços do operário na execução da tarefa foram, respectivamente, iguais a

- A 300 W e 300 N
- B 300 W e 150 N
- C 300 W e 30 N
- D 150 W e 300 N
- E 150 W e 150 N

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ifce 2012) Uma pessoa sobe um lance de escada, com velocidade constante, em 1,0 min. Se a mesma pessoa subisse o mesmo lance, também com velocidade constante em 2,0 min, ela realizaria um trabalho

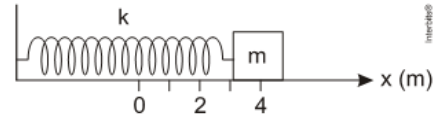
- A duas vezes maior que o primeiro.
- B duas vezes menor que o primeiro.
- C quatro vezes maior que o primeiro.
- D quatro vezes menor que o primeiro.
- E igual ao primeiro.

02. (Espcex (Aman) 2011) 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:

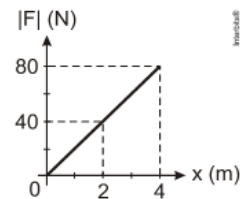
(Dados: $\sin 53^\circ = 0,8$ e $\cos 53^\circ = 0,6$)

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

03. (Upe 2011) Considere um bloco de massa m ligado a uma mola de constante elástica $k = 20 \text{ N/m}$, como mostrado na figura a seguir. O bloco encontra-se parado na posição $x = 4,0 \text{ m}$. A posição de equilíbrio da mola é $x = 0$.



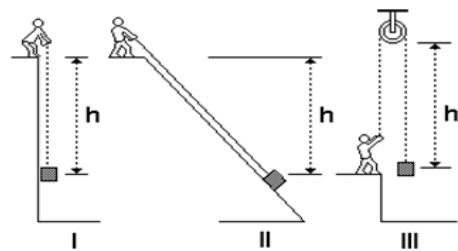
O gráfico a seguir indica como o módulo da força elástica da mola varia com a posição x do bloco.



O trabalho realizado pela força elástica para levar o bloco da posição $x = 4,0 \text{ m}$ até a posição $x = 2,0$, em joules, vale

- A 120
- B 80
- C 40
- D 160
- E - 80

04. (UFMG 1999) As figuras mostram uma pessoa erguendo um bloco até uma altura h em três situações distintas.



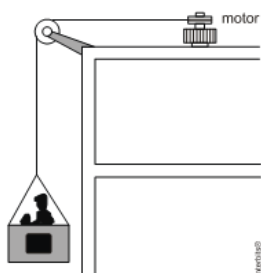
Na situação I, o bloco é erguido verticalmente; na II, é arrastado sobre um plano inclinado; e, na III, é elevado utilizando-se uma roldana fixa.

Considere que o bloco se move com velocidade constante e que são desprezíveis a massa da corda e qualquer tipo de atrito.

Comparando-se as três situações descritas, é correto afirmar que o trabalho realizado pela pessoa é

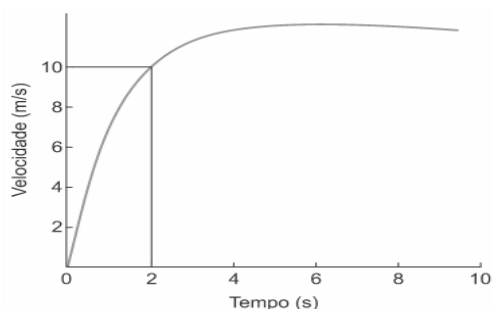
- A maior em II.
- B o mesmo em I, II e III.
- C maior em I.
- D menor em II.

05. (Ifsp 2012) Para transportar os operários numa obra, a empresa construtora montou um elevador que consiste numa plataforma ligada por fios ideais a um motor instalado no telhado do edifício em construção. A figura mostra, fora de escala, um trabalhador sendo levado verticalmente para cima com velocidade constante, pelo equipamento. Quando necessário, adote $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Considerando que a massa total do trabalhador mais plataforma é igual a 300 kg e sabendo que com esse elevador o trabalhador sobe um trecho de 6 m em 20 s , pode-se afirmar que, desconsiderando perdas de energia, a potência desenvolvida pelo motor do elevador, em watts, é igual a

06. (Cefet-MG 2017) Uma força horizontal de módulo constante $F = 100 \text{ N}$ é aplicada sobre um carrinho de massa $M = 10,0 \text{ kg}$ que se move inicialmente a uma velocidade $v = 18 \text{ km/h}$. Sabendo-se que a força atua ao longo de um deslocamento retilíneo $d = 2,0 \text{ m}$, a velocidade final do carrinho, após esse percurso, vale, aproximadamente,
07. (FMJ 2021) O gráfico mostra a velocidade em função do tempo de um atleta de massa 80 kg em uma corrida de 100 metros rasos.



(<http://cienciasolimpicas.blogspot.com>. Adaptado.)

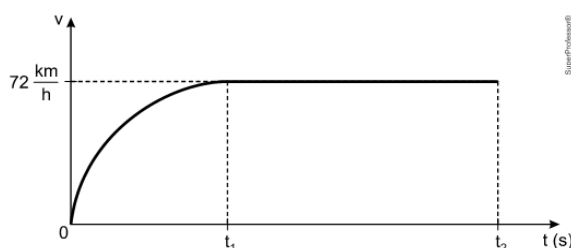
O trabalho resultante realizado sobre o atleta no intervalo de tempo entre 0 e 2 segundos foi de

08. (Puc-RJ 2020) Um corpo, inicialmente em repouso sobre um piso horizontal, sofre a ação de duas forças horizontais, colineares e de sentidos opostos, F_1 e F_2 , de módulos iguais a 40 N e 20 N , respectivamente.



Após um deslocamento $D = 3,0 \text{ m}$, no sentido de F_1 , como mostrado na figura, calcule, em joules, a variação da energia cinética do corpo. Despreze quaisquer atritos.

09. (Unichristus 2021) O ciclismo de pista é uma das modalidades mais bonitas de se assistir em Jogos Olímpicos. É disputado em uma pista geralmente fechada, denominada velódromo. Em uma das etapas eliminatórias do torneio olímpico, a potência de uma ciclista se deslocando com velocidade constante de 30 m/s é de 450 W . Assim, pode-se inferir que o módulo da força de atrito exercida pelo ar vale
10. (UFT 2023) Solta-se uma bola de basquete de $0,6 \text{ kg}$, a partir do repouso, de uma altura de 100 m . A força de resistência do ar faz com que a bola atinja uma velocidade limite no instante t_1 , conforme gráfico (linha cheia) que segue. Após atingir a velocidade limite, a bola se desloca com velocidade constante até chegar ao solo no instante t_2 . Adote: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

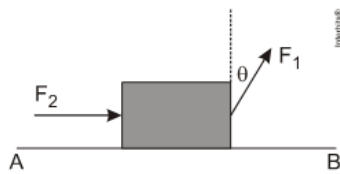


O trabalho em joule realizado pela força de resistência do ar é:

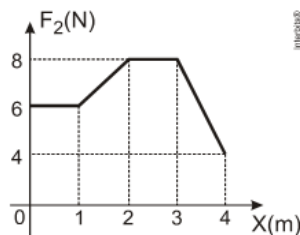
- A** – 120 **C** – 600
B – 480 **D** – 720

NÍVEL AVANÇADO

- 01.** (Upe 2011) Um corpo de massa m desliza sobre o plano horizontal, sem atrito ao longo do eixo AB, sob ação das forças F_1 e F_2 de acordo com a figura a seguir. A força F_1 é constante, tem módulo igual a 10 N e forma com a vertical um ângulo $\theta = 30^\circ$.



A força F_2 varia de acordo com o gráfico a seguir:

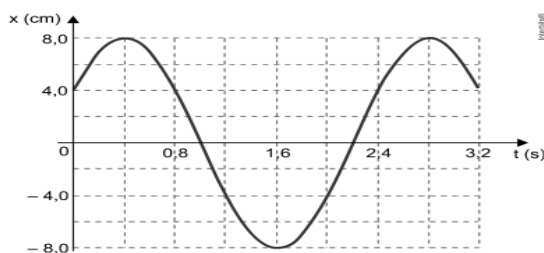


Dados $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 1/2$

O trabalho realizado pelas forças para que o corpo sofra um deslocamento de 0 a 4 m, em joules, vale

- A** 20
B 47
C 27
D 50
E 40

- 02.** (Fcm-sc-SP 2022) Um objeto realiza movimento harmônico simples sobre uma superfície horizontal e sem atrito. Esse objeto está preso a uma das extremidades de uma mola ideal de constante elástica $k = 2,0 \text{ N/m}$, a qual tem a outra extremidade presa a uma parede. O gráfico representa a elongação da mola em função do tempo.



O trabalho realizado pela força elástica da mola sobre o objeto entre os instantes 1,6 s e 2,4 s é igual a

- A** $6,4 \times 10^{-3} \text{ J}$ **D** $4,8 \times 10^{-3} \text{ J}$
B $8,0 \times 10^{-3} \text{ J}$ **E** $1,6 \times 10^{-3} \text{ J}$
C $9,2 \times 10^{-3} \text{ J}$

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2016) 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 m/s^2 .

Qual a eficiência aproximada do sistema para realizar tal tarefa?

- A** 10%
B 20%
C 40%
D 50%
E 100%

- 02.** (Enem 2015) Um carro solar é um veículo que utiliza apenas a energia solar para a sua locomoção. Tipicamente, o carro contém um painel fotovoltaico que converte a energia do Sol em energia elétrica que, por sua vez, alimenta um motor elétrico. A imagem mostra o carro solar Tokai Challenger, desenvolvido na Universidade de Tokai, no Japão, e que venceu o World Solar Challenge de 2009, uma corrida internacional de carros solares, tendo atingido uma velocidade média acima de 100 km/h.



Disponível em: www.physics.hku.hk. Acesso em: 3 jun. 2015.

Considere uma região plana onde a insolação (energia solar por unidade de tempo e de área que chega à superfície da Terra) seja de 1000 W/m^2 , que o carro solar possua massa de 200 kg e seja construído de forma que o painel fotovoltaico em seu topo tenha uma área de $9,0 \text{ m}^2$ e rendimento de 30%.

Desprezando as forças de resistência do ar, o tempo que esse carro solar levaria, a partir do repouso, para atingir a velocidade de 108 km/h é um valor mais próximo de

- A 1,0 s
- B 4,0 s
- C 10 s
- D 33 s
- E 300 s

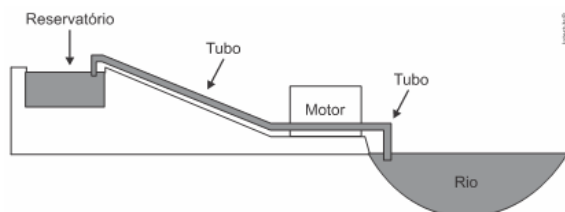
03. (Enem 2016) A usina de Itaipu é uma das maiores hidrelétricas do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência total instalada, apresenta uma queda de 118,4 m e vazão nominal de 690 m³/s por unidade geradora. O cálculo da potência teórica leva em conta a altura da massa de água represada pela barragem, a gravidade local (10 m/s²) e a densidade da água (1.000 kg/m³). A diferença entre a potência teórica e a instalada é a potência não aproveitada.

Disponível em: www.itaipu.gov.br. Acesso em: 11 mai. 2013 (adaptado).

Qual é a potência, em MW, não aproveitada em cada unidade geradora de Itaipu?

- A 0
- B 1,18
- C 116,96
- D 816,96
- E 13.183,04

04. (Enem PPL 2020) Um agricultor deseja utilizar um motor para bombear água ($\rho_{\text{ÁGUA}} = 1 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$) de um rio até um reservatório onde existe um desnível de 30 m de altura entre o rio e o reservatório, como representado na figura. Ele necessita de uma vazão constante de 3.600 litros de água por hora. Considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s². Qual o trabalho realizado por F_R quando o



Considerando a situação apresentada e desprezando efeitos de perdas mecânicas e elétricas, qual deve ser a potência mínima do motor para realizar a operação?

- A $1,0 \times 10^1 \text{ W}$
- B $5,0 \times 10^1 \text{ W}$
- C $3,0 \times 10^2 \text{ W}$
- D $3,6 \times 10^4 \text{ W}$
- E $1,1 \times 10^6 \text{ W}$

05. (Enem 2015) Uma análise criteriosa do desempenho de Usain Bolt na quebra do recorde mundial dos 100 metros rasos mostrou que, apesar de ser o último dos corredores a reagir ao tiro e iniciar a corrida, seus primeiros 30 metros foram os mais velozes já feitos em um recorde mundial, cruzando essa marca em 3,78 segundos. Até se colocar com o corpo reto, foram 13 passadas, mostrando sua potência durante a aceleração, o momento mais importante da corrida. Ao final desse percurso, Bolt havia atingido a velocidade máxima de 12 m/s.

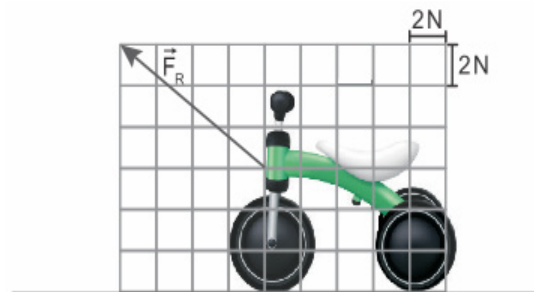
Disponível em: <http://esporte.uol.com.br>. Acesso em: 5 ago. 2012

Supondo que a massa desse corredor seja igual a 90 kg, o trabalho total realizado nas 13 primeiras passadas é mais próximo de

- A $5,4 \times 10^2 \text{ J}$
- B $6,5 \times 10^3 \text{ J}$
- C $8,6 \times 10^3 \text{ J}$
- D $1,3 \times 10^4 \text{ J}$
- E $3,2 \times 10^4 \text{ J}$

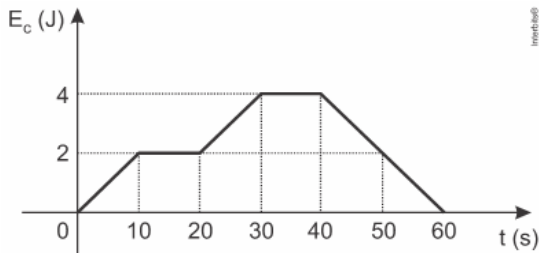
DISCURSIVAS

01. (UERJ 2020) Uma criança em um velocípede é puxada por seu pai por uma distância horizontal de 20 m, sob a ação da força resultante constante F_R orientada conforme o esquema a seguir.



Desprezando as forças dissipativas, calcule, em conjunto velocípede e criança percorre a distância de 20 m.

02. (UFPR 2019)



O gráfico apresenta o comportamento da energia cinética em função do tempo para um objeto que se move em linha reta quando visto por um sistema inercial. Sabe-se que o objeto tem massa $m = 6$ kg. Levando em consideração os dados apresentados, determine:

- a) O trabalho total realizado sobre o objeto entre os instantes $t = 10$ s e $t = 60$ s.
 b) O módulo da velocidade do objeto no instante $t = 45$ s.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	C	D	B	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	C	A	B	D
6	7	8	9	10
B	E	C	B	B

AVANÇADO

1	2
B	D

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
B	D	C	C	B

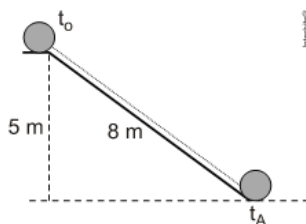
DISCURSIVAS

01. $W = 160$ J
02. a) $W_{\text{total}} = -2$ J
 b) $v = 1$ m/s



NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ifce 2020) Um corpo de massa 4 kg é abandonado de uma altura de 320 m em relação ao solo. A aceleração da gravidade no local vale 10 m/s^2 . A energia cinética ao atingir o solo, em J, é igual a
- A** 12.800 **D** 1.600
B 6.400 **E** 800
C 3.200
- 02.** (Cps 2010) Um saco de cimento de 50 kg está no alto de um prédio em construção a 30 m do solo. Sabendo que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , podemos afirmar que a energia potencial do saco de cimento em relação ao solo, em joule, vale
- A** 5 000.
B 10 000
C 15 000
D 20 000
E 30 000
- 03.** (Ifba 2012) Um corpo é abandonado do alto de um plano inclinado, conforme a figura abaixo. Considerando as superfícies polidas ideais, a resistência do ar nula e 10 m/s^2 como a aceleração da gravidade local, determine o valor aproximado da velocidade com que o corpo atinge o solo:



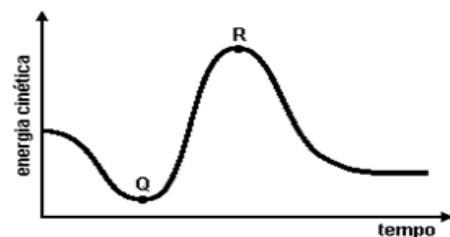
- A** $v = 84 \text{ m/s}$ **D** $v = 10 \text{ m/s}$
B $v = 45 \text{ m/s}$ **E** $v = 5 \text{ m/s}$
C $v = 25 \text{ m/s}$
- 04.** (Ifba 2018) O Beach Park, localizado em Fortaleza-CE, é o maior parque aquático da América Latina situado na beira do mar. Uma das suas principais atrações é um toboágua chamado "Insano". Descendo esse toboágua, uma pessoa atinge sua parte mais baixa com velocidade módulo 28 m/s .

Considerando-se a aceleração da gravidade com módulo $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando-se os atritos, estima-se que a altura do toboágua, em metros, é de:

- A** 28
B 274,4
C 40
D 2,86
E 32
- 05.** (Ufpe 2005) Um objeto com massa 1,0 kg, lançado sobre uma superfície plana com velocidade inicial de $8,0 \text{ m/s}$, se move em linha reta, até parar. O trabalho total realizado pela força de atrito sobre o objeto é, em J:
- A** + 4,0
B - 8,0
C + 16
D - 32
E + 64

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (UFMG 2004) Rita está esquiando numa montanha dos Andes. A energia cinética dela em função do tempo, durante parte do trajeto, está representada neste gráfico:



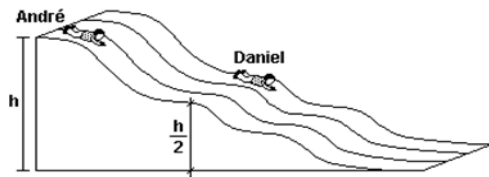
Os pontos Q e R, indicados nesse gráfico, correspondem a dois instantes diferentes do movimento de Rita.

Despreze todas as formas de atrito.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que Rita atinge

- A** velocidade máxima em Q e altura mínima em R.
B velocidade máxima em R e altura máxima em Q.
C velocidade máxima em Q e altura máxima em R.
D velocidade máxima em R e altura mínima em Q.

02. (UFMG 2005) Daniel e André, seu irmão, estão parados em um tobogã, nas posições mostradas nesta figura:



Daniel tem o dobro do peso de André e a altura em que ele está, em relação ao solo, corresponde à metade da altura em que está seu irmão. Em um certo instante, os dois começam a escorregar pelo tobogã. Despreze as forças de atrito.

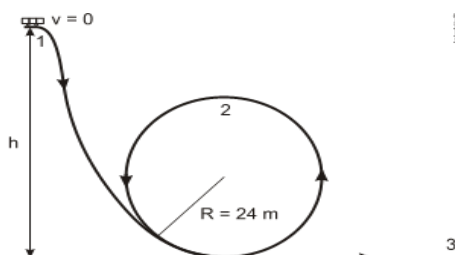
É CORRETO afirmar que, nessa situação, ao atingirem o nível do solo, André e Daniel terão

- A energias cinéticas diferentes e módulos de velocidade diferentes.
 - B energias cinéticas iguais e módulos de velocidade iguais.
 - C energias cinéticas diferentes e módulos de velocidade iguais.
 - D energias cinéticas iguais e módulos de velocidade diferentes.
03. (Ifsc 2012) A ilustração abaixo representa um bloco de 2 kg de massa, que é comprimido contra uma mola de constante elástica $K = 200 \text{ N/m}$.



Desprezando qualquer tipo de atrito, é CORRETO afirmar que, para que o bloco atinja o ponto B com uma velocidade de 1,0 m/s, é necessário comprimir a mola em:

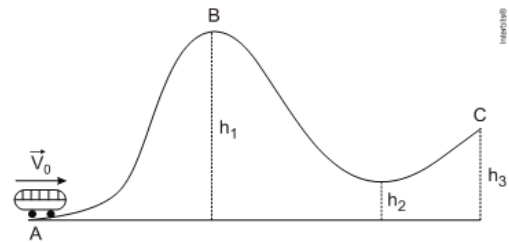
- A 0,90 cm
 - B 90,0 cm
 - C 0,81 m
 - D 81,0 cm
 - E 9,0 cm
04. (Uece 2010) Um carrinho de montanha russa tem velocidade igual a zero na posição 1, indicada na figura a seguir, e desliza no trilho, sem atrito, completando o círculo até a posição 3.



A menor altura h , em metros, para o carro iniciar o movimento sem que venha a sair do trilho na posição 2 é

- A 36
- B 48
- C 60
- D 72

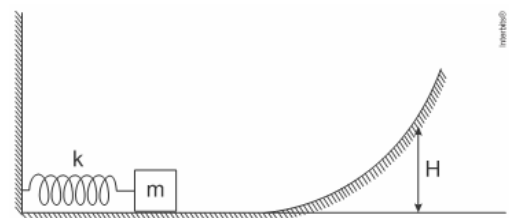
05. (Cefet-MG 2012) Um carrinho é lançado sobre os trilhos de uma montanha russa, no ponto A, com uma velocidade inicial V_0 , conforme mostra a figura. As alturas h_1 , h_2 e h_3 valem, respectivamente, 16,2 m, 3,4 m e 9,8 m.



Para o carrinho atingir o ponto C, desprezando o atrito, o menor valor de V_0 , em m/s, deverá ser igual a

- A 10
- B 14
- C 18
- D 20

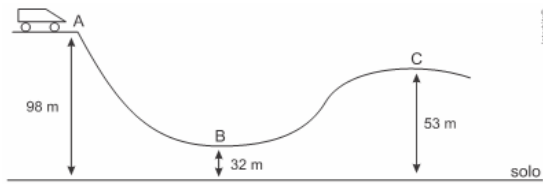
06. (Uefs 2017)



A figura representa um sistema massa-mola ideal, cuja constante elástica é de 4 N/cm. Um corpo de massa igual a 1,2 kg é empurrado contra a mola, comprimindo-a de 12,0 cm. Ao ser liberado, o corpo desliza ao longo da trajetória representada na figura. Desprezando-se as forças dissipativas em todo o percurso e considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , é correto afirmar que a altura máxima H atingida pelo corpo, em cm, é igual a

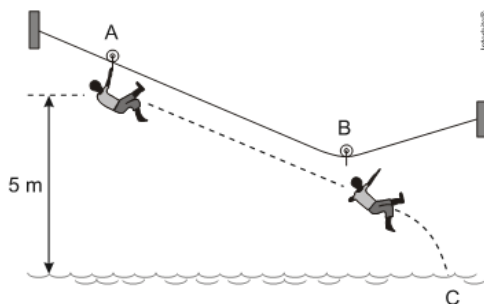
- A 24
- B 26
- C 28
- D 30
- E 32

07. (Col. naval 2015) Um dos brinquedos mais populares de um parque de diversões é a montanha russa, cujo esboço de um trecho pode ser representado pela figura abaixo.



Desprezando-se todos os atritos, considerando que a gravidade local vale 10 m/s^2 e que o carrinho parte do ponto A, a partir do repouso, pode-se afirmar que a sua velocidade no ponto C será de

- A 90 km/h D 115 km/h
 B 98 km/h E 120 km/h
 C 108 km/h
08. (Unesp 2013) A figura ilustra um brinquedo oferecido por alguns parques, conhecido por tirolesa, no qual uma pessoa desce de determinada altura segurando-se em uma roldana apoiada numa corda tensionada. Em determinado ponto do percurso, a pessoa se solta e cai na água de um lago.

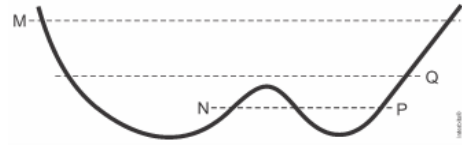


Considere que uma pessoa de 50 kg parte do repouso no ponto A e desça até o ponto B segurando-se na roldana, e que nesse trajeto tenha havido perda de 36% da energia mecânica do sistema, devido ao atrito entre a roldana e a corda. No ponto B ela se solta, atingindo o ponto C na superfície da água. Em seu movimento, o centro de massa da pessoa sofre o desnível vertical de 5 m mostrado na figura.

Desprezando a resistência do ar e a massa da roldana, e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, pode-se afirmar que a pessoa atinge o ponto C com uma velocidade, em m/s , de módulo igual a

- A 8 D 12
 B 10 E 4
 C 6

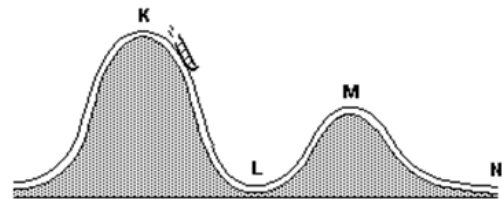
09. (UFMG 2008) Observe o perfil de uma montanha russa representado nesta figura:



Um carrinho é solto do ponto M, passa pelos pontos N e P e só consegue chegar até o ponto Q. Suponha que a superfície dos trilhos apresenta as mesmas características em toda a sua extensão. Sejam E_{CN} e E_{CP} as energias cinéticas do carrinho, respectivamente, nos pontos N e P e E_{TP} e E_{TQ} as energias mecânicas totais do carrinho, também respectivamente, nos pontos P e Q. Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- A $E_{CN} = E_{CP}$ e $E_{TP} = E_{TQ}$
 B $E_{CN} = E_{CP}$ e $E_{TP} > E_{TQ}$
 C $E_{CN} > E_{CP}$ e $E_{TP} = E_{TQ}$
 D $E_{CN} > E_{CP}$ e $E_{TP} > E_{TQ}$

10. (UFMG 2001) Na figura, está representado o perfil de uma montanha coberta de neve.



Um trenó, solto no ponto K com velocidade nula, passa pelos pontos L e M e chega, com velocidade nula, ao ponto N. A altura da montanha no ponto M é menor que a altura em K. Os pontos L e N estão em uma mesma altura.

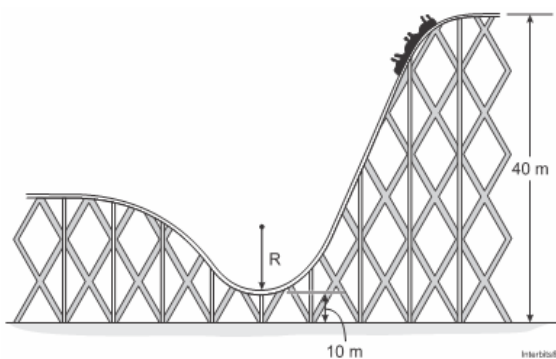
Com base nessas informações, é CORRETO afirmar

- A a energia mecânica em K é igual à energia mecânica em M.
 B a energia cinética em L é igual à energia potencial gravitacional em K.
 C a energia potencial gravitacional em L é maior que a energia potencial gravitacional em N.
 D a energia mecânica em M é menor que a energia mecânica em L.

que

NÍVEL AVANÇADO

01. (Upe 2010) A figura a seguir representa um trecho de uma montanha russa na qual os carrinhos foram projetados para que cada ocupante não experimente uma força normal contra seu assento com intensidade maior do que 3,5 vezes seu próprio peso. Considerando que os carrinhos tenham velocidade de 5 m/s no início da descida e que os atritos sejam desprezíveis, o menor raio de curvatura R que o trilho deve ter no seu ponto mais baixo vale em m



- A 25
 B 5
 C 3,5
 D 40
 E 10
02. (Upe 2014) A figura mostra um bloco de massa $m = 200$ g que desliza com velocidade inicial $v_0 = 15$ m/s ao longo de uma superfície horizontal.



- D a energia potencial gravitacional, representada
- Somente no trecho AB do percurso há atrito. Sabendo-se que a mola sofre uma compressão de 10 cm e que a energia dissipada na região com atrito tem módulo igual a 5,0 J, determine o valor da constante elástica k da mola.

- A 35×10^2 N/m
 B 40×10^2 N/m
 C 45×10^2 N/m
 D 50×10^2 N/m
 E 55×10^2 N/m

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2011) Uma das modalidades presentes nas olimpíadas é o salto com vara. As etapas de um dos saltos de um atleta estão representadas na figura:



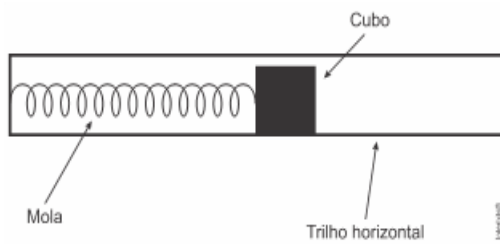
Desprezando-se as forças dissipativas (resistência do ar e atrito), para que o salto atinja a maior altura possível, ou seja, o máximo de energia seja conservada, é necessário que

- A a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica representada na etapa IV.
 B a energia cinética, representada na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa IV.
 C a energia cinética, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial gravitacional, representada na etapa III.

na etapa II, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa IV.

- E a energia potencial gravitacional, representada na etapa I, seja totalmente convertida em energia potencial elástica, representada na etapa III.

02. (Enem 2018) Um projetista deseja construir um brinquedo que lance um pequeno cubo ao longo de um trilho horizontal, e o dispositivo precisa oferecer a opção de mudar a velocidade de lançamento. Para isso, ele utiliza uma mola e um trilho onde o atrito pode ser desprezado, conforme a figura.



Para que a velocidade de lançamento do cubo seja aumentada quatro vezes, o projetista deve

- A** manter a mesma mola e aumentar duas vezes a sua deformação.
- B** manter a mesma mola e aumentar quatro vezes a sua deformação.
- C** manter a mesma mola e aumentar dezesseis vezes a sua deformação.
- D** trocar a mola por outra de constante elástica duas vezes maior e manter a deformação.
- E** trocar a mola por outra de constante elástica quatro vezes maior e manter a deformação.

- 03.** (Enem 2015) Um garoto foi à loja comprar um estilingue e encontrou dois modelos: um com borracha mais “dura” e outro com borracha mais “mole”. O garoto concluiu que o mais adequado seria o que proporcionasse maior alcance horizontal, D , para as mesmas condições de arremesso, quando submetidos à mesma força aplicada. Sabe-se que a constante elástica k_d (do estilingue mais “duro”) é o dobro da constante elástica k_m (do estilingue mais “mole”).

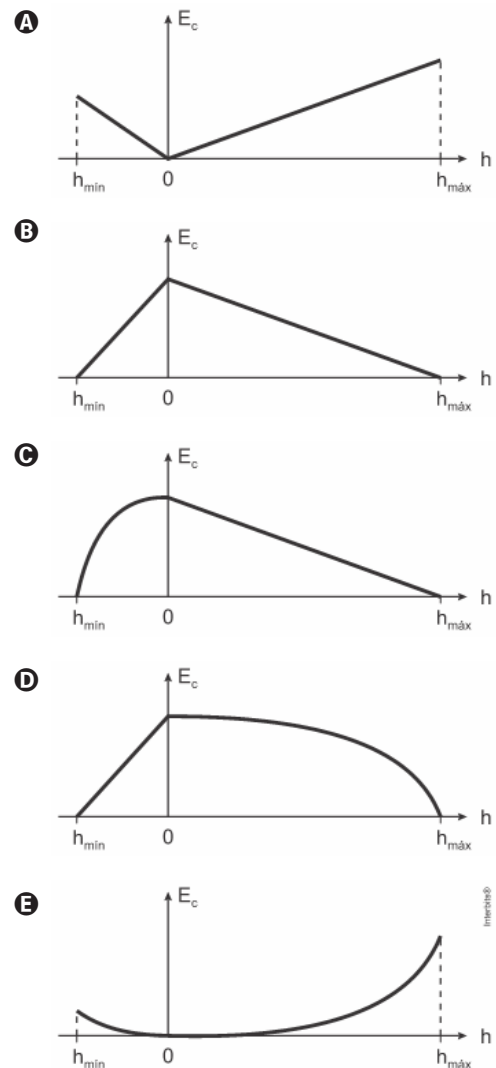
A razão entre os alcances D_d / D_m , referentes aos estilingues com borrachas “dura” e “mole”, respectivamente, é igual a

- A** 1/4
- B** 1/2
- C** 1
- D** 2
- E** 4

- 05.** (Enem PPL 2018) Um carrinho de brinquedo

- 04.** (Enem 2017) O brinquedo pula-pula (cama elástica) é composto por uma lona circular flexível horizontal presa por molas à sua borda. As crianças brincam pulando sobre ela, alterando e alternando suas formas de energia. Ao pular verticalmente, desprezando o atrito com o ar e os movimentos de rotação do corpo enquanto salta, uma criança realiza um movimento periódico vertical em torno da posição de equilíbrio da lona ($h = 0$), passando pelos pontos de máxima e de mínima altura, $h_{\text{máx}}$ e $h_{\text{mín}}$, respectivamente.

Esquemáticamente, o esboço do gráfico da energia cinética da criança em função de sua posição vertical na situação descrita é:



funciona por fricção. Ao ser forçado a girar suas rodas para trás, contra uma superfície rugosa, uma mola acumula energia potencial elástica. Ao soltar o brinquedo, ele se movimenta sozinho para frente e sem deslizar.

Quando o carrinho se movimenta sozinho, sem deslizar, a energia potencial elástica é convertida em energia cinética pela ação da força de atrito

- A** dinâmico na roda, devido ao eixo.
- B** estático na roda, devido à superfície rugosa.
- C** estático na superfície rugosa, devido à roda.
- D** dinâmico na superfície rugosa, devido à roda.
- E** dinâmico na roda, devido à superfície rugosa.

DISCURSIVAS

- 01.** (Unicamp 2013) Em agosto de 2012, a NASA anunciou o pouso da sonda Curiosity na superfície de Marte. A sonda, de massa $m = 1000 \text{ kg}$, entrou na atmosfera marciana a uma velocidade $v_0 = 6000 \text{ m/s}$.

a) A sonda atingiu o repouso, na superfície de Marte, 7 minutos após a sua entrada na atmosfera. Calcule o módulo da força resultante média de desaceleração da sonda durante sua descida.

b) Considere que, após a entrada na atmosfera a uma altitude $h_0 = 125 \text{ km}$, a força de atrito reduziu a velocidade da sonda para $v = 4000 \text{ m/s}$ quando a altitude atingiu $h = 100 \text{ km}$. A partir da variação da energia mecânica, calcule o trabalho realizado pela força de atrito neste trecho. Considere a aceleração da gravidade de Marte, neste trecho, constante e igual a $g_{\text{Marte}} = 4 \text{ m/s}^2$.

- 02.** (Unesp 2010) O Skycoaster é uma atração existente em grandes parques de diversão, representado nas figuras a seguir. Considere que em um desses brinquedos, três aventureiros são presos a cabos de aço e içados a grande altura. Os jovens, que se movem juntos no brinquedo, têm massas iguais a 50 kg cada um. Depois de solto um dos cabos, passam a oscilar tal como um pêndulo simples, atingindo uma altura máxima de 60 metros e chegando a uma altura mínima do chão de apenas 2 metros .

Nessas condições e desprezando a ação de forças de resistências, qual é, aproximadamente, a máxima velocidade, em m/s , dos participantes durante essa oscilação e qual o valor da maior energia cinética, em kJ , a que eles ficam submetidos?

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
A	C	D	C	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	D	B	C	C
6	7	8	9	10
A	C	A	D	D

AVANÇADO

1	2
A	A

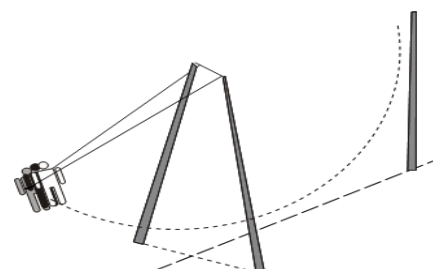
SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
C	B	B	C	B

DISCURSIVAS

- 01.** a) $1,43 \times 10^4 \text{ N}$
b) $-1,01 \times 10^{10} \text{ J}$

- 02.** 34 m/s e 87 kJ .



NÍVEL BÁSICO

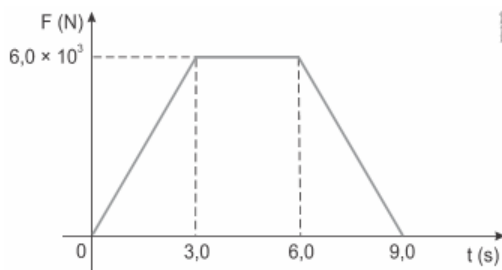
01. (Uerj 2012) Observe a tabela abaixo, que apresenta as massas de alguns corpos em movimento uniforme.

Corpos	Massa (kg)	Velocidade (km/h)
leopardo	120	60
automóvel	1100	70
caminhão	3600	20

Admita que um cofre de massa igual a 300 kg cai, a partir do repouso e em queda livre de uma altura de 5 m. Considere Q_1 , Q_2 , Q_3 e Q_4 , respectivamente, as quantidades de movimento do leopardo, do automóvel, do caminhão e do cofre ao atingir o solo.

As magnitudes dessas grandezas obedecem a relação indicada em:

- A $Q_1 < Q_4 < Q_2 < Q_3$
 - B $Q_4 < Q_1 < Q_2 < Q_3$
 - C $Q_1 < Q_4 < Q_3 < Q_2$
 - D $Q_4 < Q_1 < Q_3 < Q_2$
02. (Uerj 2020) Observe no gráfico a variação, em newtons, da intensidade da força F aplicada pelos motores de um veículo em seus primeiros 9 s de deslocamento.



Nesse contexto, a intensidade do impulso da força, em N·s, equivale a:

- A $1,8 \times 10^4$
- B $2,7 \times 10^4$
- C $3,6 \times 10^4$
- D $4,5 \times 10^4$

03. (Unicamp 2013) Muitos carros possuem um sistema de segurança para os passageiros chamado airbag. Este sistema consiste em uma bolsa de plástico que é rapidamente inflada quando o carro sofre uma desaceleração brusca, interpondo-se entre o passageiro e o painel do veículo. Em uma colisão, a função do airbag é

- A aumentar o intervalo de tempo de colisão entre o passageiro e o carro, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- B aumentar a variação de momento linear do passageiro durante a colisão, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- C diminuir o intervalo de tempo de colisão entre o passageiro e o carro, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.
- D diminuir o impulso recebido pelo passageiro devido ao choque, reduzindo assim a força recebida pelo passageiro.

04. (Cefet-MG 2014) Um objeto, deslocando-se com uma quantidade de movimento de 20 kg·m/s, colide com um obstáculo durante 0,010 s e para.

O valor médio da força impulsiva que atua nesse objeto é, em newtons,

- A $1,0 \times 10^{-1}$
- B $2,0 \times 10^{-1}$
- C $1,0 \times 10^3$
- D $2,0 \times 10^3$

05. (Uece 2014) Considere uma esfera metálica em queda livre sob a ação somente da força peso.

Sobre o módulo do momento linear desse corpo, pode-se afirmar corretamente que

- A aumenta durante a queda.
- B diminui durante a queda.
- C é constante e diferente de zero durante a queda.
- D é zero durante a queda.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

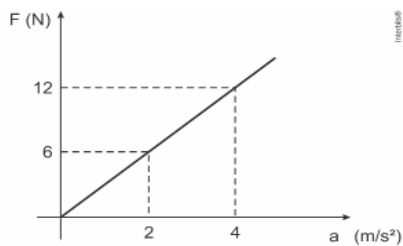
01. (Uece 2015) No instante em que uma bola de 0,5 kg atinge o ponto mais alto, após ter sido lançada verticalmente para cima com velocidade inicial de 10 m/s, seu momento linear tem módulo

A 0,5 **C** 0
B 10 **D** 5

02. (Cefet-MG 2011) Uma bola de tênis de massa $m = 200\text{g}$ atinge uma raquete com velocidade igual a 20,0 m/s e retorna, na mesma direção e em sentido contrário ao inicial, com velocidade de 30,0 m/s. Se o tempo de interação entre bola e raquete é de 0,01 segundos, então, a força média aplicada pelo tenista a raquete, em newtons, é igual a

A 1000 **C** 3000
B 2000 **D** 4000

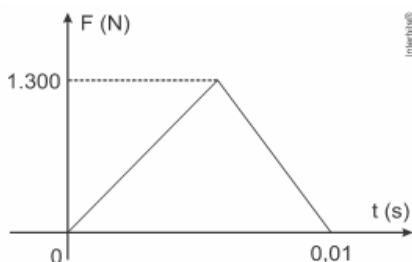
03. (Uerj 2020) O gráfico abaixo indica a variação da aceleração a de um corpo, inicialmente em repouso, e da força F que atua sobre ele.



Quando a velocidade do corpo é de 10 m/s, sua quantidade de movimento, em $\text{kg} \cdot \text{m/s}$, corresponde a:

A 50 **C** 25
B 30

04. (Cefet-MG 2020) Uma bola de tênis, de massa igual a 100g e com velocidade de 30 m/s na direção horizontal, desloca-se ao encontro de uma raquete. Essa, por sua vez, exerce sobre a bola uma força variável de curta duração, conforme o gráfico abaixo.



Ao receber o impulso, a bola é rebatida de volta ao campo adversário na mesma direção, porém em sentido contrário.

Desconsiderando todas as forças externas à colisão, o módulo do valor da velocidade da bola, em m/s, imediatamente após a colisão com a raquete, é

A 30
B 35
C 40
D 45

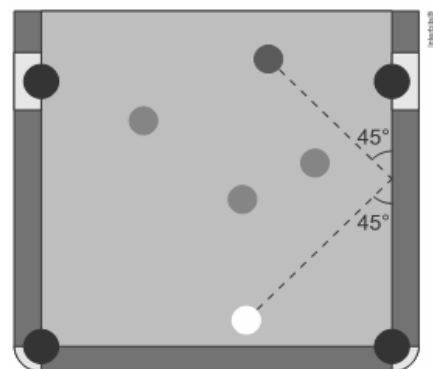
05. (Ufsm 2000) Um jogador chuta uma bola de 0,4 kg, parada, imprimindo-lhe uma velocidade de módulo 30 m/s. Se a força sobre a bola tem uma intensidade média de 600 N, o tempo de contato do pé do jogador com a bola, em s, é de

A 0,02
B 0,06
C 0,2
D 0,6
E 0,8

06. (Uece 2014) Uma esfera de massa m é lançada do solo verticalmente para cima, com velocidade inicial V , em módulo, e atinge o solo 1 s depois. Desprezando todos os atritos, a variação no momento linear entre o instante do lançamento e o instante imediatamente antes do retorno ao solo é, em módulo,

A $2mV$
B mV
C $mV^2/2$
D $mV/2$

07. (Famerp 2017) Durante uma partida de sinuca, um jogador, impossibilitado de atingir diretamente a bola vermelha com a bola branca, decide utilizar a tabela da mesa. Ele dá uma tacada na bola branca, que, seguindo a trajetória tracejada indicada na figura, com velocidade escalar constante de módulo v , acerta a bola vermelha.



Sendo m a massa da bola branca, o módulo da variação da quantidade de movimento sofrida por essa bola na colisão contra a tábua da mesa foi igual a

- A $mv\sqrt{2}$
- B zero
- C mv
- D $2mv$
- E $mv\sqrt{3}$

08. (Unemat 2023) Suponha que você esteja dirigindo um carro desgovernado e tenha apenas duas opções para frear o automóvel: 1) colidir com um monte de feno; ou, 2) colidir com uma parede de concreto.

Dada a situação hipotética acima, é prudente afirmar que a opção menos danosa seria chocar-se contra o monte de feno.

No caso de ter de colidir contra a parede de concreto, ou o monte de feno para se atingir o repouso, assinale a alternativa correta em relação a física envolvida na colisão.

- A O carro será mais impulsionado ao colidir com a parede e com isso uma força mais intensa será exercida sobre o mesmo.
- B O carro será mais impulsionado ao colidir com a parede, pois há mais intensidade no contato com a parede enquanto o tempo de contato é o mesmo nas duas colisões.
- C O carro será mais impulsionado ao colidir com a parede, portanto, a mesma força é exercida sobre o carro nas duas situações.
- D O carro será impulsionado na mesma proporção nos dois casos, assim, a força exercida em ambos os casos é a mesma e o tempo de contato será maior na colisão com o monte de feno.
- E O carro será impulsionado na mesma proporção nos dois casos, logo, a força é mais intensa no contato com a parede e o tempo de contato será maior na colisão com o monte de feno.

09. (Fmc 2021) Um tenista rebate uma bola de tênis de massa $m = 6,0 \times 10^{-2}$ kg que lhe foi arremessada pelo seu adversário. A bola atinge a sua raquete horizontalmente, com uma velocidade de 70 m/s. Ao ser rebatida, a bola retorna também horizontalmente, porém em sentido contrário, com uma velocidade de 50 m/s.

Sabendo que, durante o processo de rebatida, a bola permaneceu em contato com a raquete por um tempo aproximadamente igual a $6,0 \times 10^{-3}$ s

a intensidade da força média exercida pela raquete do rebatedor sobre a bola é

- A $0,1 \times 10^3$ N
- B $0,2 \times 10^3$ N
- C $0,6 \times 10^3$ N
- D $0,7 \times 10^3$ N
- E $1,2 \times 10^3$ N

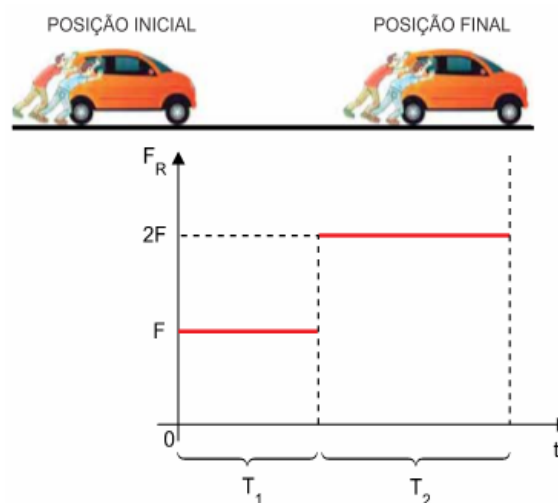
10. (Ufu 2021) O corpo humano pode ser submetido a situações extremas, como aquelas em que forças de grande intensidade agem por conta de um impacto, por exemplo. Uma situação assim ocorreu quando uma pessoa de 65 kg, pedalando sua bicicleta a uma velocidade constante de 36 km/h, chocou-se contra um obstáculo, vindo a parar completamente 0,2 s após o impacto.

Desconsiderando-se a deformação dos corpos envolvidos na colisão, qual foi a intensidade média da força que agiu sobre a pessoa nessa situação?

- A 4500 N
- B 4000 N
- C 6500 N
- D 3250 N

NÍVEL AVANÇADO

01. (Unesp 2022) Dois amigos reuniram-se para empurrar um veículo de massa M , em linha reta, a partir do repouso, sobre uma superfície plana e horizontal. Entre as posições inicial e final, atuou sobre o veículo uma força resultante (F_R) que variou em função do tempo, em dois intervalos T_1 e T_2 , conforme o gráfico.



No final do intervalo de tempo $T_1 + T_2$ a velocidade escalar adquirida pelo veículo foi de:

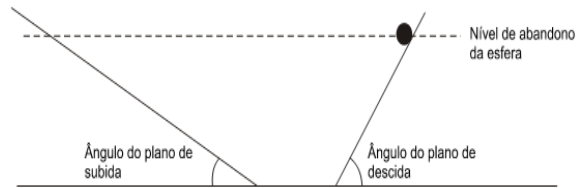
- A** $\frac{F(T_1 + T_2)}{M}$
- B** $\frac{F(T_1 + 2T_2)}{M}$
- C** $\frac{F(T_1 + T_2)}{2M}$
- D** $\frac{F(2T_1 + T_2)}{M}$
- E** $\frac{F(3T_1 + T_2)}{3M}$

- 02.** (Fgv 2021) Uma bola de massa 60 g é solta, a partir do repouso, de uma altura igual a 80 cm. Após colidir com o solo, a bola sobe verticalmente até a altura de 45 cm. Considerando-se a aceleração gravitacional igual a 10 m/s^2 e desprezando-se a resistência do ar, a intensidade do impulso recebido pela bola na colisão com o solo foi de

- A** 0,12 N.s
- B** 0,21 N.s
- C** 0,35 N.s
- D** 0,42 N.s
- E** 0,64 N.s

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2014) Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.



Galileu e o plano inclinado. Disponível em: www.fisica.ufpb.br. Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

- A** manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
- B** manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
- C** diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
- D** diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
- E** aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

- 02.** (Enem 2019) Em qualquer obra de construção civil é fundamental a utilização de equipamentos de proteção individual, tal como capacetes. Por exemplo, a queda livre de um tijolo de massa 2,5 kg, de uma altura de 5 m, cujo impacto contra um capacete pode durar até 0,5 s, resulta em uma força impulsiva média maior do que o peso do tijolo. Suponha que a aceleração gravitacional seja 10 m/s^2 e que o efeito de resistência do ar seja desprezível.

A força impulsiva média gerada por esse impacto equivale ao peso de quantos tijolos iguais?

- A** 2
- B** 5
- D** 20
- E** 50

- 03.** (Enem 2022) Em um autódromo, os carros podem derrapar em uma curva e bater na parede de proteção. Para diminuir o impacto de uma batida, pode-se colocar na parede uma barreira de pneus, isso faz com que a colisão seja mais demorada e o carro retorne com velocidade reduzida. Outra opção é colocar uma barreira de blocos de um material que se deforma, tornando-a tão demorada quanto a colisão com os pneus, mas que não permite a volta do carro após a colisão.

Comparando as duas situações, como ficam a força média exercida sobre o carro e a energia mecânica dissipada?

- A A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.
- B A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus.
- C A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é a mesma nas
- D A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus.
- E A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.

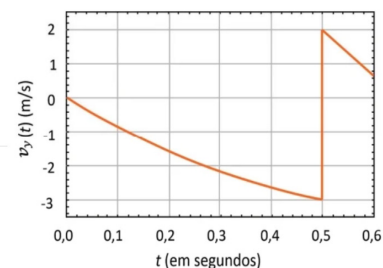
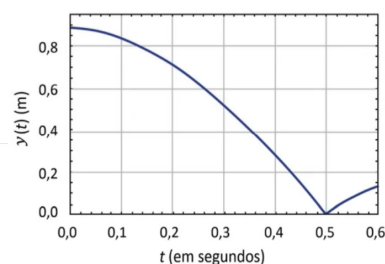
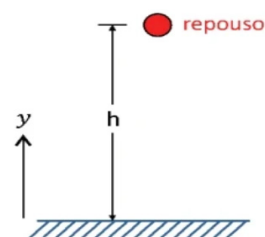
04. (Enem PPL 2022) Esteiras e escadas rolantes são dispositivos que deslocam, a velocidade constante, os objetos neles colocados, por meio de sistemas de controle com sensores. Quando a massa total do dispositivo varia, seja pelo acréscimo ou pela retirada de objetos, a ação de forças impulsivas mantém a velocidade constante. Como exemplo, considere que a massa total diminua de 1200 kg para 1000 kg em um intervalo de tempo de 0,10 s, e que, então, seja aplicada uma força impulsiva constante de 250 N para manter constante a velocidade.

No exemplo mencionado, o valor da velocidade constante do dispositivo rolante é, em m/s,

- A 0,011
- B 0,021
- C 0,025
- D 0,125
- E 0,500

DISCURSIVAS

01. (Fuvest 2022) Uma bola de borracha de massa $m = 50$ gramas é abandonada do repouso, a partir de uma certa altura h . A resistência do ar não é desprezível, e o movimento da bola durante 0,6 segundo após o início da queda é registrado por uma câmera de alta resolução. Considerando o esquema da situação inicial e os gráficos da dependência temporal da altura y e da velocidade vertical v_y da bola, responda às questões a seguir.



- a) No instante $t = 0,2$ s, a força resultante que atua sobre a bola tem sentido para cima, sentido para baixo ou tem intensidade nula? Justifique sua resposta.
- b) Calcule a energia cinética perdida pela bola entre os instantes imediatamente antes e imediatamente depois do choque com o solo.
- c) Calcule o módulo da força média de resistência do ar atuando sobre a bola entre o instante inicial e o instante imediatamente antes de ela atingir o solo pela primeira vez.

Note e adote:

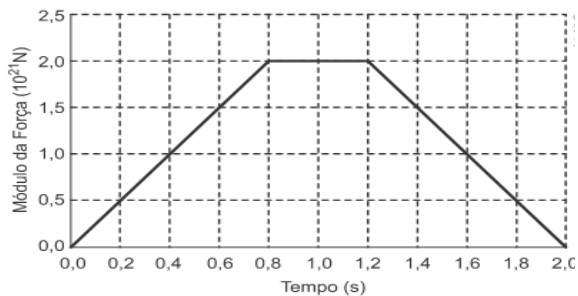
Despreze as dimensões da bola frente à altura inicial.

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

02. (Unicamp 2022) Recentemente, cientistas internacionais realizaram um estudo sobre as opções para evitar um possível impacto de um asteroide com a Terra e estimaram que o tempo mínimo de antecedência do início das ações para impedir a colisão é de cinco anos.

a) Considere um asteroide de massa $M = 3,0 \times 10^{15}$ kg (comparável com a massa do asteroide que supostamente colidiu com a Terra e causou a extinção dos dinossauros) se deslocando em direção à Terra com uma quantidade de movimento de módulo $Q_i = 1,2 \times 10^{20}$ N.s. Na tentativa de evitar o impacto, pretende-se lançar um míssil da Terra em direção ao asteroide de modo que, com o choque, seja gerado um impulso que altere a velocidade do asteroide (em módulo ou direção). Suponha que essa operação ocorra com sucesso, reduzindo o módulo da velocidade de deslocamento do asteroide pela metade. Desprezando a **variação** da massa do asteroide durante a operação, calcule a variação da energia cinética do asteroide como resultado da operação.

b) Considere agora um outro asteroide que sofre, de fato, um impacto com a Terra. Considere também que o módulo da força de impacto da superfície da Terra agindo sobre o asteroide varie em função do tempo, de acordo com o gráfico abaixo. Calcule o módulo do impulso que agiu sobre o asteroide durante a colisão com a Terra.



GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	C	A	D	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	A	B	B	A
6	7	8	9	10
A	A	E	E	D

AVANÇADO

1	2
B	D

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4
A	A	A	D

DISCURSIVAS

- 01.** a) Para baixo; para baixo.
b) 0,125 J
c) 0,2 N
- 02.** a) $1,8 \times 10^{24}$ J
b) $2,4 \times 10^{21}$ N.s

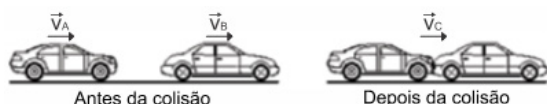
NÍVEL BÁSICO

01. (Ufrgs 2011) Duas bolas de bilhar colidiram de forma completamente elástica.

Então, em relação à situação anterior à colisão,

- A suas energias cinéticas individuais permaneceram iguais.
- B suas quantidades de movimento individuais permaneceram iguais.
- C a energia cinética total e a quantidade de movimento total do sistema permaneceram iguais.
- D as bolas de bilhar se movem, ambas, com a mesma velocidade final.
- E apenas a quantidade de movimento total permanece igual.

02. (Famerp 2020) Um automóvel trafegava com velocidade constante por uma avenida plana e horizontal quando foi atingido na traseira por outro automóvel, que trafegava na mesma direção e sentido, também com velocidade constante. Após a colisão, os automóveis ficaram unidos e passaram a se mover com a mesma velocidade.



Se E_{INICIAL} e E_{FINAL} , respectivamente, a soma das energias cinéticas dos automóveis imediatamente antes e imediatamente depois da colisão, e Q_{INICIAL} e Q_{FINAL} respectivamente, a soma dos módulos das quantidades de movimento dos automóveis imediatamente antes e imediatamente depois da colisão, pode-se afirmar que:

- A $E_{\text{INICIAL}} > E_{\text{FINAL}}$ e $Q_{\text{INICIAL}} < Q_{\text{FINAL}}$
- B $E_{\text{INICIAL}} > E_{\text{FINAL}}$ e $Q_{\text{INICIAL}} > Q_{\text{FINAL}}$
- C $E_{\text{INICIAL}} > E_{\text{FINAL}}$ e $Q_{\text{INICIAL}} = Q_{\text{FINAL}}$
- D $E_{\text{INICIAL}} = E_{\text{FINAL}}$ e $Q_{\text{INICIAL}} > Q_{\text{FINAL}}$
- E $E_{\text{INICIAL}} = E_{\text{FINAL}}$ e $Q_{\text{INICIAL}} = Q_{\text{FINAL}}$

03. (Espcex (Aman) 2012) 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

04. (Udesc 2015) Com relação às colisões elástica e inelástica, analise as proposições.

I. Na colisão elástica, o momento linear e a energia cinética não se conservam.

II. Na colisão inelástica, o momento linear e a energia cinética não se conservam.

III. O momento linear se conserva tanto na colisão elástica quanto na colisão inelástica.

IV. A energia cinética se conserva tanto na colisão elástica quanto na colisão inelástica.

Assinale a alternativa correta.

- A Somente a afirmativa III é verdadeira.
- B Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- C Somente a afirmativa IV é verdadeira.
- D Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
- E Todas as afirmativas são verdadeiras.

05. (Uece 2019) Em 20 de julho de 1969, passados 50 anos, o homem pôs os pés em solo lunar. A movimentação de naves espaciais como a Apollo 11, que fez o transporte rumo à lua, é feita pela expulsão de gases do foguete em uma direção e movimento da nave na direção oposta. Há uma lei de conservação envolvida nesse modo de deslocamento que é denominada lei de conservação

- A da energia potencial.
- B da energia elástica.
- C do momento de inércia.
- D do momento linear.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (Cesgranrio 1994) "Com um forte chute, um jogador desperdiça um pênalti: a bola bate na trave e retorna no sentido oposto. A torcida chegou a ouvir o som do impacto da bola contra a trave."

Com base no texto anterior, podemos afirmar que, no choque da bola contra a trave:

- A** a quantidade de movimento da bola se conservou.
- B** a quantidade de movimento da bola aumentou.
- C** a energia mecânica da bola se conservou.
- D** parte da energia mecânica da bola foi dissipada.
- E** a soma da quantidade de movimento com a energia mecânica da bola permaneceu constante.

- 02.** (Upf 2014) Em uma mesa de sinuca, uma bola é lançada frontalmente contra outra bola em repouso. Após a colisão, a bola incidente para e a bola alvo (bola atingida) passa a se mover na mesma direção do movimento da bola incidente. Supondo que as bolas tenham massas idênticas, que o choque seja elástico e que a velocidade da bola incidente seja de 2 m/s, qual será, em m/s, a velocidade inicial da bola alvo após a colisão?

- A** 0,5
- B** 1
- C** 2
- D** 4
- E** 8

- 03.** (Unicamp 2020) As agências espaciais NASA (norte-americana) e ESA (europeia) desenvolvem um projeto para desviar a trajetória de um asteroide através da colisão com uma sonda especialmente enviada para esse fim. A previsão é que a sonda DART (do inglês, "Teste de Redirecionamento de Asteroides Duplos") será lançada com a finalidade de se chocar, em 2022, com Didymoon, um pequeno asteroide que orbita um asteroide maior chamado Didymos.

Numa colisão inelástica da sonda DART com o asteroide Didymoon,

- A** a energia cinética do conjunto sonda + asteroide é conservada e o momento linear do conjunto também é conservado.
- B** a energia cinética do conjunto sonda + asteroide não é conservada; já o momento linear do conjunto é conservado.
- C** a energia cinética do conjunto sonda + asteroide é conservada; já o momento linear do conjunto não é conservado.
- D** a energia cinética do conjunto sonda + asteroide não é conservada e o momento linear do conjunto também não é conservado.

- 04.** (Fuvest 2015) Um trabalhador de massa m está em pé, em repouso, sobre uma plataforma de massa M . O conjunto se move, sem atrito, sobre trilhos horizontais e retilíneos, com velocidade de módulo constante v . Num certo instante, o trabalhador começa a caminhar sobre a plataforma e permanece com velocidade de módulo v , em relação a ela, e com sentido oposto ao do movimento dela em relação aos trilhos. Nessa situação, o módulo da velocidade da plataforma em relação aos trilhos é

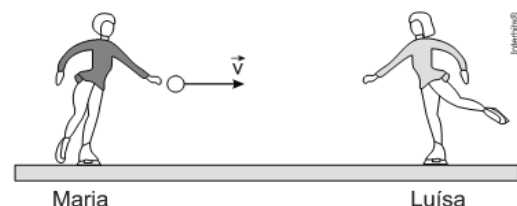
- A** $(2m + M) v / (m + M)$
- B** $(2m + M) v / M$
- C** $(2m + M) v / m$
- D** $(M - m) v / M$
- E** $(m + M) v / (M - m)$

- 05.** (Cefet-MG 2018) Considere dois astronautas com massas iguais a M que estão inicialmente em repouso e distantes de qualquer corpo celeste. Um deles resolve lançar uma mochila de ferramentas também de massa igual a M para o outro, empurrando-a com uma força de módulo F .

Admitindo que uma jogada completa se dá no início do arremesso até que o outro agarre a mochila e que o impulso permaneça o mesmo, a quantidade de jogada(s) completa(s) que os astronautas conseguem realizar é

- A** Uma
- B** Duas
- C** Três
- D** Mais de Três

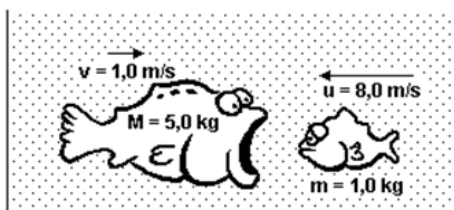
- 06.** (Fuvest 2012)



Maria e Luísa, ambas de massa M , patinam no gelo. Luísa vai ao encontro de Maria com velocidade de módulo V . Maria, parada na pista, segura uma bola de massa m e, num certo instante, joga a bola para Luísa. A bola tem velocidade de módulo v , na mesma direção de V . Depois que Luísa agarra a bola, as velocidades de Maria e Luísa, em relação ao solo, são, respectivamente,

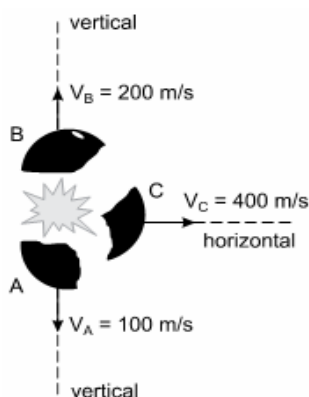
- A $0; v - 0 V$
- B $-v; v + V/2$
- C $-mv/M; MV/m$
- D $-mv/M; (mv - MV)/(M+m)$
- E $(MV/2 - mv)/M; (mv - MV/2)/(M+m)$

07. (Ufpi 2000) Na figura a seguir, o peixe maior, de massa $M = 5,0 \text{ kg}$, nada para a direita a uma velocidade $v = 1,0 \text{ m/s}$ e o peixe menor, de massa $m = 1,0 \text{ kg}$, se aproxima dele a uma velocidade $u = 8,0 \text{ m/s}$, para a esquerda. Após engolir o peixe menor, o peixe maior terá uma velocidade de (despreze qualquer efeito de resistência da água):



- A $0,50 \text{ m/s}$, para a esquerda.
- B $1,0 \text{ m/s}$, para a esquerda.
- C nula.
- D $0,50 \text{ m/s}$, para a direita.
- E $1,0 \text{ m/s}$, para a direita.

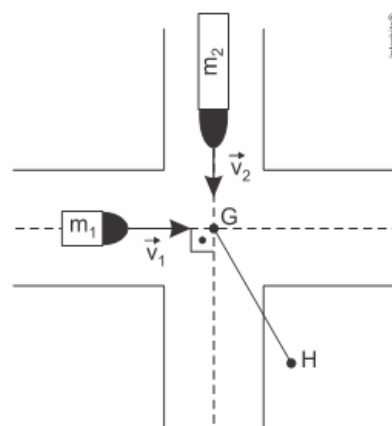
08. (Unesp 2015) Enquanto movia-se por uma trajetória parabólica depois de ter sido lançada obliquamente e livre de resistência do ar, uma bomba de 400 g explodiu em três partes, A, B e C de massas $m_A = 200 \text{ g}$ e $m_B = m_C = 100 \text{ g}$. A figura representa as três partes da bomba e suas respectivas velocidades em relação ao solo, imediatamente depois da explosão.



Analisando a figura, é correto afirmar que a bomba, imediatamente antes de explodir, tinha velocidade de módulo igual a

- A 100 m/s e explodiu antes de atingir a altura máxima de sua trajetória.
- B 100 m/s e explodiu exatamente na altura máxima de sua trajetória.
- C 200 m/s e explodiu depois de atingir a altura máxima de sua trajetória.
- D 400 m/s e explodiu exatamente na altura máxima de sua trajetória.
- E 400 m/s e explodiu depois de atingir a altura máxima de sua trajetória.

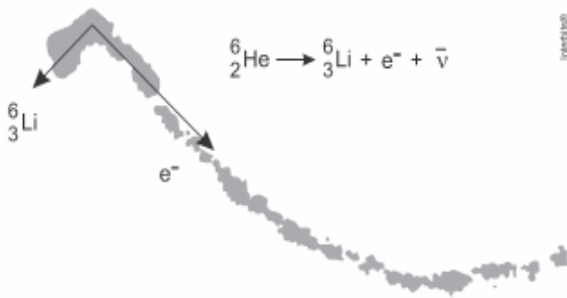
09. (Espcex (Aman) 2016) Dois caminhões de massa $m_1 = 2,0 \text{ ton}$ e $m_2 = 4,0 \text{ ton}$, com velocidades $v_1 = 30 \text{ m/s}$ e $v_2 = 20 \text{ m/s}$, respectivamente, e trajetórias perpendiculares entre si, colidem em um cruzamento no ponto G e passam a se movimentar unidos até o ponto H, conforme a figura abaixo. Considerando o choque perfeitamente inelástico, o módulo da velocidade dos veículos imediatamente após a colisão é:



desenho ilustrativo - fora de escala

- A 30 km/h
- B 40 km/h
- C 60 km/h
- D 70 km/h
- E 75 km/h

10. (Fuvest 2017) A figura foi obtida em uma câmara de nuvens, equipamento que registra trajetórias deixadas por partículas eletricamente carregadas. Na figura, são mostradas as trajetórias dos produtos do decaimento de um isótopo do hélio (${}^6_2\text{He}$) em repouso: um elétron (e^-) e um isótopo de lítio (${}^6_3\text{Li}$) bem como suas respectivas quantidades de movimento linear, no instante do decaimento, representadas, em escala, pelas setas. Uma terceira partícula, denominada antineutrino ($\bar{\nu}$ carga zero), é também produzida nesse processo.

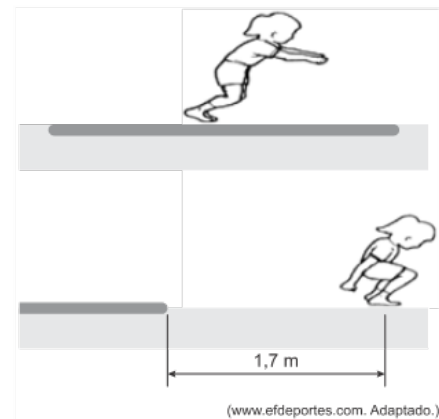


O vetor que melhor representa a direção e o sentido da quantidade de movimento do antineutrino é

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

NÍVEL AVANÇADO

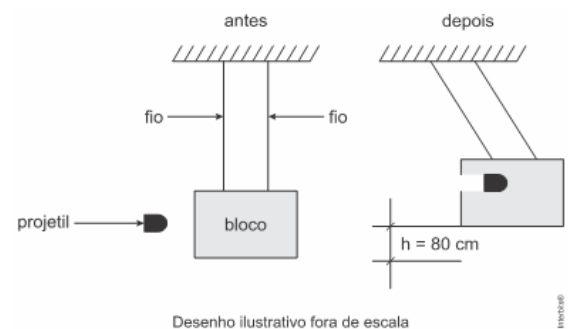
- 01.** (Fgv 2020) Uma criança de massa 40 kg estava em pé no centro de uma prancha plana, de massa 12 kg, que flutuava em repouso na superfície da água de uma piscina. Em certo instante, a criança saltou, na direção do comprimento da prancha, com velocidade horizontal constante de 0,6 m/s em relação ao solo, ficou no ar por 1,0 s e caiu na piscina a 1,7 m da extremidade da prancha.



De acordo com as informações e desprezando as perdas de energia, o comprimento dessa prancha é

- A** 0,9 m **D** 1,8 m
B 1,2 m **E** 2,2 m
C 1,6 m

- 02.** (Espcex (Aman) 2019) 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.



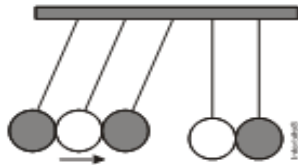
A velocidade do projétil imediatamente antes de entrar no bloco é

Dados: despreze a resistência do ar e considere a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 .

- A** 224 m/s **D** 380 m/s
B 320 m/s **E** 404 m/s
C 370 m/s

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2014) O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.



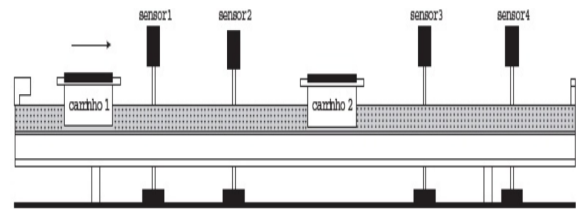
O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:

- A
- B
- C
- D
- E

com a direção de suas velocidades iniciais. Um

02. (Enem 2016) O trilho de ar é um dispositivo utilizado em laboratórios de física para analisar movimentos em que corpos de prova (carrinhos) podem se mover com atrito desprezível. A figura ilustra um trilho horizontal com dois carrinhos (1 e 2) em que se realiza um experimento para obter a massa do carrinho 2. No instante em que o carrinho 1, de massa 150,0 g, passa a se mover com velocidade escalar constante, o carrinho 2

está em repouso. No momento em que o carrinho 1 se choca com o carrinho 2 ambos passam a se movimentar juntos com velocidade escalar constante. Os sensores eletrônicos distribuídos ao longo do trilho determinam as posições e registram os instantes associados à passagem de cada carrinho, gerando os dados do quadro.



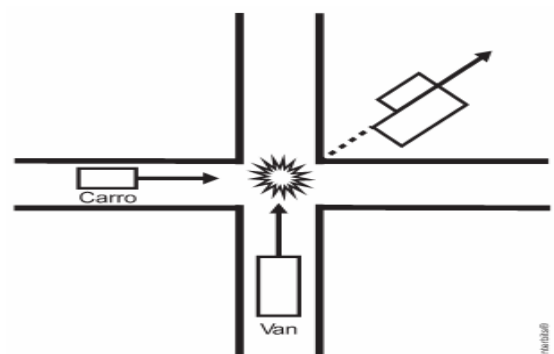
Carrinho 1		Carrinho 2	
Posição (cm)	Instante (s)	Posição (cm)	Instante (s)
15,0	0,0	45,0	0,0
30,0	1,0	45,0	1,0
75,0	8,0	75,0	8,0
90,0	11,0	90,0	11,0

Com base nos dados experimentais, o valor da massa do carrinho 2 é igual a:

- A 50,0 g
- B 250,0 g
- C 300,0 g
- D 450,0 g
- E 600,0 g

03. (Enem PPL 2021) Foi realizada uma perícia técnica de um acidente de trânsito em que um carro colidiu com uma van em um cruzamento a 90°, como esquematizado na figura. A van tem massa duas vezes maior que o carro. Depois da colisão, os dois veículos permaneceram "grudados" um ao outro e deslocaram-se a um ângulo de 45°

radar mediu o módulo da velocidade da van, imediatamente antes da colisão, encontrando 40 km/h.

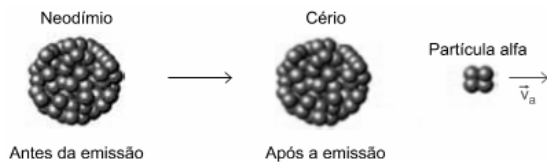


Qual o valor do módulo da velocidade do carro, em quilômetro por hora (km/h), imediatamente antes da colisão?

- A 20 D $40\sqrt{2}$
 B $20\sqrt{2}$ E 80
 C 40

DISCURSIVAS

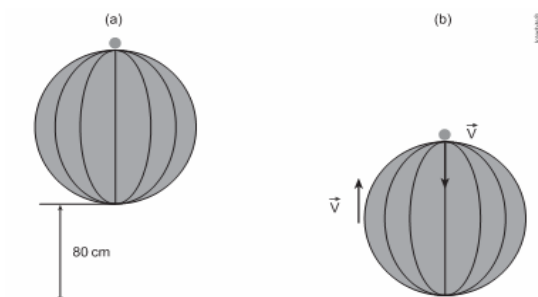
- 01.** (Famerp 2019) Um núcleo de neodímio, inicialmente em repouso, emite uma partícula alfa com velocidade $v_a = 7,0 \times 10^6$ m/s e se transforma em um núcleo de cério.



Sabendo que a massa do núcleo de cério é 35 vezes maior que a massa da partícula alfa, calcule o módulo da velocidade, em m/s, do núcleo de cério após a emissão da partícula alfa. Represente a direção e o sentido dessa velocidade, em relação à v_a , por meio de um vetor.

b) Considerando que a massa de um próton e a massa de um nêutron tenham, cada uma delas, valor igual a $1,7 \cdot 10^{-27}$ kg e sabendo que a partícula alfa é formada por dois prótons e dois nêutrons, calcule a intensidade do impulso, em $N \cdot s$, recebido pela partícula alfa durante sua emissão pelo núcleo de neodímio.

- 02.** (Unicamp 2008) Um experimento interessante pode ser realizado abandonando-se de certa altura uma bola de basquete com uma bola de pingue-pongue (tênis de mesa) em repouso sobre ela, conforme mostra a figura (a). Após o choque da bola de basquete com o solo, e em seguida com a bola de pingue-pongue, esta última atinge uma altura muito maior do que sua altura inicial.



a) Para $h = 80$ cm, calcule a velocidade com que a bola de basquete atinge o solo. Despreze a resistência do ar.

b) Abandonadas de uma altura diferente, a bola de basquete, de massa M , reflete no solo e sobe com uma velocidade de módulo $V = 5,0$ m/s. Ao subir, ela colide com a bola de pingue-pongue que está caindo também com $V = 5,0$ m/s, conforme a situação representada na figura (b). Considere que, na colisão entre as bolas, a energia cinética do sistema não se conserva e que, imediatamente após o choque, as bolas de basquete e pingue-pongue sobem com velocidades de $V_b = 4,95$ m/s e $V_p = 7,0$ m/s, respectivamente. A partir da sua própria experiência cotidiana, faça uma estimativa para a massa da bola de pingue-pongue, e , usando esse valor e os dados acima, calcule a massa da bola de basquete.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	C	B	A	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	C	B	A	A
6	7	8	9	10
D	A	B	C	D

AVANÇADO

1	2
D	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3
C	C	E

DISCURSIVAS

01. a) 2×10^5 m/s.



b) $4,76 \times 10^{-20}$ N·s

02. a) 4,0 m/s

b) $m_{\text{ping-pong}} = 3,0$ g e $m_{\text{basquete}} = 720$ g

NÍVEL BÁSICO

01. (UFMG 2006) José aperta uma tachinha entre os dedos, como mostrado nesta figura:



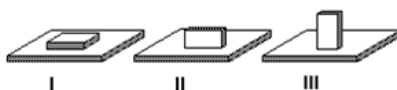
A cabeça da tachinha está apoiada no polegar e a ponta, no indicador.

Sejam $F(i)$ o módulo da força e $P(i)$ a pressão que a tachinha faz sobre o dedo indicador de José. Sobre o polegar, essas grandezas são, respectivamente, $F(p)$ e $P(p)$.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- A $F(i) > F(p)$ e $P(i) = P(p)$.
- B $F(i) = F(p)$ e $P(i) = P(p)$.
- C $F(i) > F(p)$ e $P(i) > P(p)$.
- D $F(i) = F(p)$ e $P(i) > P(p)$.

02. (UFMG 2000) As figuras mostram um mesmo tijolo, de dimensões $5\text{ cm} \times 10\text{ cm} \times 20\text{ cm}$, apoiado sobre uma mesa de três maneiras diferentes. Em cada situação, a face do tijolo que está em contato com a mesa é diferente.



As pressões exercidas pelo tijolo sobre a mesa nas situações I, II e III são, respectivamente, P_1 , P_2 e P_3 .

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

- A $P_1 = P_2 = P_3$.
- B $P_1 < P_2 < P_3$.
- C $P_1 < P_2 > P_3$.
- D $P_1 > P_2 > P_3$.

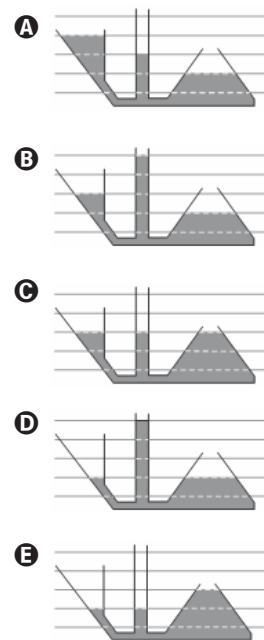
03. (Upf 2018) Durante um churrasco, o assador percebe que a faca está "sem fio" e decide afiá-la. Como resultado desse processo, a faca passa a cortar a carne com maior facilidade com o mesmo esforço.

Dentre as razões que justificam esse fenômeno, está a de que afiar a faca resulta em

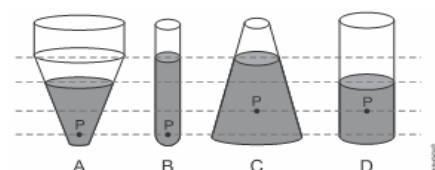
- A redução de pressão.
- B redução de força.
- C aumento de sensibilidade.
- D redução de área de contato.
- E aumento de força.

04. (Cps 2016) Se cavarmos um buraco na areia próxima às águas de uma praia, acabaremos encontrando água, devido ao princípio físico denominado Princípio dos Vasos Comunicantes.

Assinale a alternativa que apresenta a aplicação desse princípio, no sistema formado pelos três recipientes abertos em sua parte superior e que se comunicam pelas bases, considerando que o líquido utilizado é homogêneo.



05. (Eear 2016) Qual dos recipientes abaixo, contendo o mesmo líquido, apresenta maior pressão no ponto P?



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

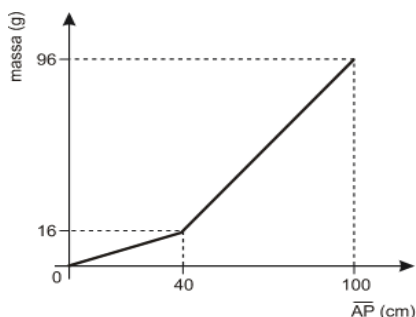
NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Uerj 2010) A figura a seguir representa um fio AB de comprimento igual a 100 cm, formado de duas partes homogêneas sucessivas: uma de alumínio e outra, mais densa, de cobre.

Uma argola P que envolve o fio é deslocada de A para B.

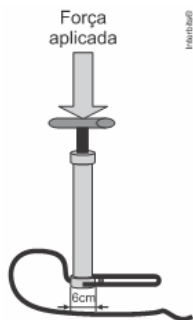


Durante esse deslocamento, a massa de cada pedaço de comprimento AP é medida. Os resultados estão representados no gráfico a seguir:



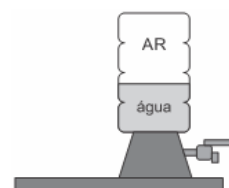
A razão entre a densidade do alumínio e a densidade do cobre é aproximadamente igual a:

02. (Ear 2016) No interior de um pneu de bicicleta a pressão é de aproximadamente $2,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$. Para encher o pneu até tal pressão é utilizada uma bomba cujo êmbolo possui um diâmetro de 6 cm.



Qual o valor da força mínima, em N, que deve ser aplicada sobre a manivela da bomba para encher o pneu da bicicleta? (Considere $\pi = 3$).

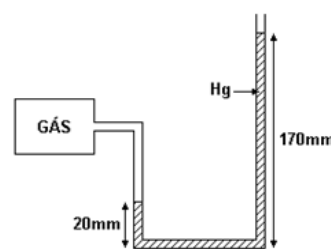
03. (Cefet-MG 2015) A imagem abaixo representa um bebedouro composto por uma base que contém uma torneira e acima um garrafão com água e ar.



A pressão exercida pela água sobre a torneira, quando ela está fechada, depende diretamente da(o)

- A diâmetro do cano da torneira.
- B massa de água contida no garrafão.
- C altura de água em relação à torneira.
- D volume de água contido no garrafão.

04. (Uel 1995) Para medir a pressão p exercida por um gás, contido num recipiente, utilizou-se um manômetro de mercúrio, obtendo-se os valores indicados na figura a seguir.



A pressão atmosférica local medida por um barômetro indicava 750 mm Hg. O valor de p , em mm Hg, vale

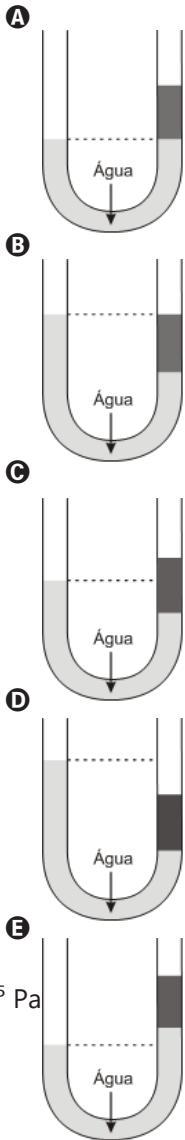
- A 150
- B 170
- C 750
- D 900
- E 940

05. (Mackenzie 2017) A pressão exercida por uma coluna de água de 10 m de altura é igual a 1,0 atm. Um mergulhador encontra-se a uma profundidade H , da superfície livre da água, onde a pressão atmosférica é 1,0 atm. A pressão absoluta sobre o mergulhador é de 5,0 atm. A profundidade que o mergulhador se encontra é

- A 50 m
- B 40 m
- C 30 m
- D 20 m
- E 10 m

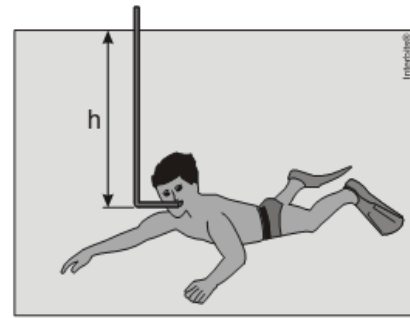
06. (Udesc 2010) Certa quantidade de água é colocada em um tubo em forma de U, aberto nas extremidades. Em um dos ramos do tubo, adiciona-se um líquido de densidade menor que a da água e ambos não se misturam.

Assinale a alternativa que representa corretamente a posição dos dois líquidos no tubo após o equilíbrio



D $1,2 \times 10^5$ Pa

07. (Unesp 2011) A diferença de pressão máxima que o pulmão de um ser humano pode gerar por inspiração é em torno de $0,1 \times 10^5$ Pa ou 0,1 atm. Assim, mesmo com a ajuda de um snorkel (respiradouro), um mergulhador não pode ultrapassar uma profundidade máxima, já que a pressão sobre os pulmões aumenta à medida que ele mergulha mais fundo, impedindo-os de inflarem.



Considerando a densidade da água $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ e a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, a profundidade máxima estimada, representada por h , a que uma pessoa pode mergulhar respirando com a ajuda de um snorkel é igual a

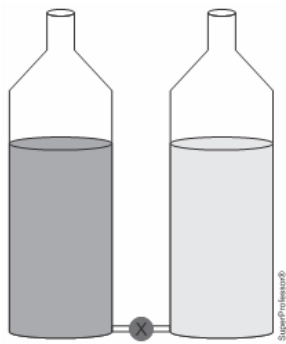
- A $1,1 \times 10^2$ m.
 B $1,0 \times 10^2$ m.
 C $1,1 \times 10^1$ m.
 D $1,0 \times 10^1$ m.
 E $1,0 \times 10^0$ m.

08. (Famema 2023) Um reservatório de água sem tampa apresentou uma trinca em seu fundo de tal forma que, para repará-lo, teve de ser esvaziado. Quando o reservatório foi novamente preenchido com água, observou-se que o tempo para o endurecimento do reparo não tinha sido suficiente, pois, assim que o nível de água atingiu 2 m em relação ao fundo, o reparo foi desfeito e a água começou a vazar. Sendo a pressão atmosférica igual a 1×10^5 Pa a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 e a densidade da água igual a $1 \times 10^3 \text{ g/m}^3$, a pressão a partir da qual a água começou a vazar foi de

- A $1,0 \times 10^5$ Pa
 B $0,2 \times 10^5$ Pa
 C $0,4 \times 10^5$ Pa
 E $1,5 \times 10^5$ Pa

09. (Puc-RJ 2023) Dois garrafões idênticos são mantidos abertos à atmosfera e estão conectados através de um tubo muito fino. A válvula que os conecta se encontra inicialmente fechada, como mostrado na figura. O garrafão da esquerda é preenchido por um óleo de densidade $0,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e o da direita é preenchido com água, cuja densidade é $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ até ambos terem seus líquidos numa altura de 1,0 metro em relação ao fundo dos garrafões. A válvula, então, é aberta.

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



Após um tempo suficiente para que o sistema fique estático, qual é a altura final, em metros, da coluna de água à direita em relação ao fundo do garrafrão?

- A 0,8
- B 0,9
- C 1,0
- D 1,2
- E 1,8

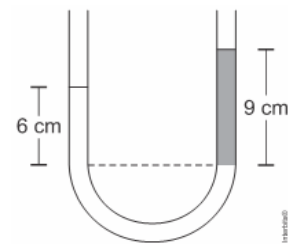
10. (Eear 2021) As janelas dos aviões comerciais a jato são compostas de três placas feitas de um material transparente. Em condições normais, a placa externa está em contato com a atmosfera externa ao avião e ao mesmo tempo com a atmosfera interna por meio de um furo na placa intermediária. A terceira placa, mais próxima do passageiro, apenas protege a intermediária de riscos produzidos durante a limpeza do avião e não interfere na pressão da atmosfera interna sobre a placa intermediária e a externa. Considerando que a área da placa externa é igual a 800 cm^2 , que as pressões da atmosfera externa e interna ao avião são, respectivamente, iguais a 20 kPa e 80 kPa e que as pressões sobre as placas são homogêneas, pode-se dizer que a força resultante, em newtons, a que a placa externa está submetida é igual a

- A 2400
- B 4800
- C 6400
- D 8000

NÍVEL AVANÇADO

01. (Ufrgs 2019) Em um tubo transparente em forma de U contendo água, verteu-se, em uma de suas extremidades, uma dada quantidade de um líquido não miscível em água. Considere a densidade da água igual a 1 g/cm^3 .

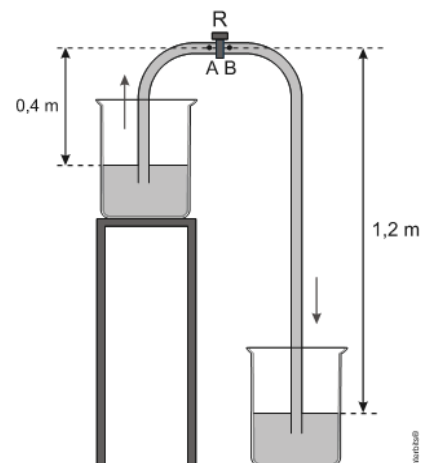
A figura abaixo mostra a forma como ficaram distribuídos a água e o líquido (em cinza) após o equilíbrio.



Qual é, aproximadamente, o valor da densidade do líquido, em g/cm^3 ?

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

02. (Unesp 2013) O sifão é um dispositivo que permite transferir um líquido de um recipiente mais alto para outro mais baixo, por meio, por exemplo, de uma mangueira cheia do mesmo líquido. Na figura, que representa, esquematicamente, um sifão utilizado para transferir água de um recipiente sobre uma mesa para outro no piso, R é um registro que, quando fechado, impede o movimento da água. Quando o registro é aberto, a diferença de pressão entre os pontos A e B provoca o escoamento da água para o recipiente de baixo.



Considere que os dois recipientes estejam abertos para a atmosfera, que a densidade da água seja igual a 10^3 kg/m^3 e que $g = 10 \text{ m/s}^2$. De acordo com as medidas indicadas na figura, com o registro R fechado, a diferença de pressão $P_A - P_B$, entre os pontos A e B, em pascal, é igual a

- A 4.000
- B 10.000
- C 2.000
- D 8.000
- E 12.000

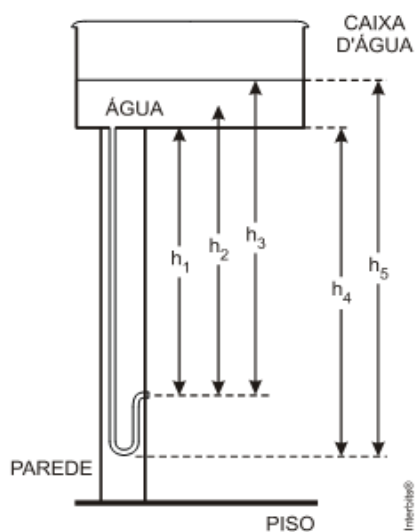
SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2012) Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- A largos, reduzindo pressão sobre o solo.
- B estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- C largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- D estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
- E altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

02. (Enem 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

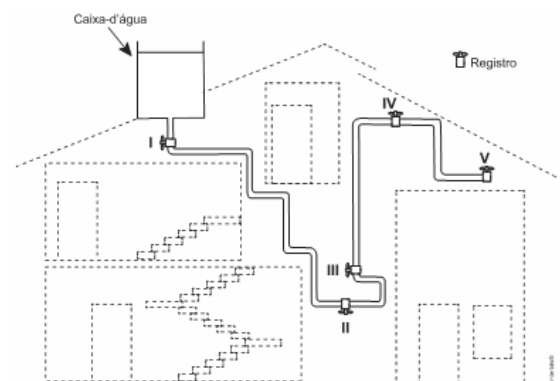
- A h_1
- B h_2
- C h_3
- D h_4
- E h_5

03. (Enem 2018) Talvez você já tenha bebido suco usando dois canudinhos iguais. Entretanto, pode-se verificar que, se colocar um canudo imerso no suco e outro do lado de fora do líquido, fazendo a sucção simultaneamente em ambos, você terá dificuldade em bebê-lo.

Essa dificuldade ocorre porque o(a)

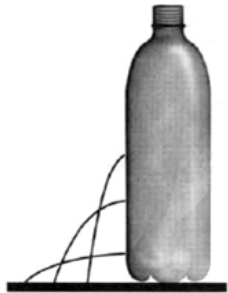
- A força necessária para a sucção do ar e do suco simultaneamente dobra de valor.
- B densidade do ar é menor que a do suco, portanto, o volume de ar aspirado é muito maior que o volume de suco.
- C velocidade com que o suco sobe deve ser constante nos dois canudos, o que é impossível com um dos canudos de fora.
- D peso da coluna de suco é consideravelmente maior que o peso da coluna de ar, o que dificulta a sucção do líquido.
- E pressão no interior da boca assume praticamente o mesmo valor daquela que atua sobre o suco.

04. (Enem PPL 2018) A figura apresenta o esquema do encanamento de uma casa onde se detectou a presença de vazamento de água em um dos registros. Ao estudar o problema, o morador concluiu que o vazamento está ocorrendo no registro submetido à maior pressão hidrostática.



- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

05. (Enem 2013) Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia de água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água, conforme ilustrado na figura.

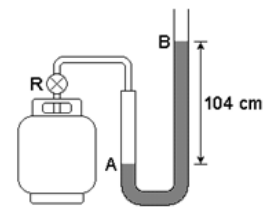


Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

- A Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
- B Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- C Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- D Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; regula a velocidade de escoamento, que só depende da pressão atmosférica.
- E Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

DISCURSIVAS

01. (Unesp 2006) Uma pessoa, com o objetivo de medir a pressão interna de um botijão de gás contendo butano, conecta à válvula do botijão um manômetro em forma de U, contendo mercúrio. Ao abrir o registro R, a pressão do gás provoca um desnível de mercúrio no tubo, como ilustrado na figura.



Considere a pressão atmosférica dada por 10^5 Pa, o desnível $h = 104$ cm de Hg e a secção do tubo 2 cm^2 .

Adotando a massa específica do mercúrio igual a $13,6 \text{ g/cm}^3$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule

- a) a pressão do gás, em pascal.
- b) a força que o gás aplica na superfície do mercúrio em A.

02. (Uerj 2020) O Titicaca é um lago de água doce localizado na fronteira do Peru com a Bolívia, sendo considerado um dos maiores da América Latina. Ele se encontra a aproximadamente 4.000 metros de altitude em relação ao nível do mar.



Disponível em: google.com.

Com o objetivo de estudar sedimentos depositados nesse lago, uma equipe de pesquisadores envia um pequeno submarino ao local.

Admita que, a cada 1.000 m de altitude, a pressão atmosférica seja reduzida em 0,1 atm.

Estime, em atmosferas, a pressão total exercida sobre o submarino a uma profundidade de 200 m.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	B	D	C	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	C	C	D	B
6	7	8	9	10
C	E	D	B	B

AVANÇADO

1	2
D	D

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	C	E	B	A

DISCURSIVAS

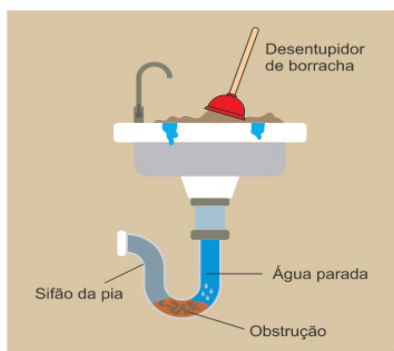
- 01.** a) $2,4 \times 10^5$ Pa
b) 48 N

- 02.** 20,6 atm



NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Uea 2022) Quando uma pia está entupida, uma das formas de se solucionar o problema é utilizar um desentupidor de borracha, como ilustrado na figura.



Ao pressionar o desentupidor, completamente envolvido pela água, contra o ralo, a obstrução no encanamento se desloca e se fragmenta, sendo levada junto com a água para o esgoto. Após esse procedimento, a água volta a fluir normalmente pelo sifão da pia. Considere que, no caso descrito, a água se comporta como um líquido incompressível. Esse procedimento funciona segundo o princípio de Pascal, pois, ao pressionar o desentupidor contra o ralo,

- A** a pressão criada pelo desentupidor é integralmente transferida a toda a água parada no encanamento.
- B** a força de empuxo sobre a obstrução diminui, fazendo com que a obstrução seja empurrada em direção ao esgoto.
- C** a densidade da água parada no encanamento diminui, forçando a obstrução a se movimentar.
- D** a pressão na região interna da borracha do desentupidor diminui, criando uma pressão negativa na água parada.
- E** a densidade da água parada no encanamento diminui, fazendo com que a água possa penetrar na obstrução.

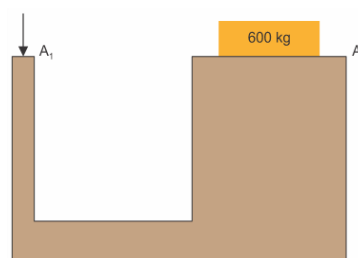
Assinale a alternativa cujo gráfico melhor representa a tensão no cabo do guindaste em função do tempo.

- 02.** (Eear 2017) Uma prensa hidráulica possui ramos com áreas iguais a 15 cm^2 e 60 cm^2 . Se aplicarmos uma força de intensidade $F_1 = 8 \text{ N}$ sobre o êmbolo de menor área

a força transmitida ao êmbolo de maior área será:

- A** $F_1/4$
- B** $F_1/2$
- C** $2F_1$
- D** $4F_1$

- 03.** (Pucrj 2022) A figura mostra um macaco hidráulico, contendo óleo, e constituído de dois êmbolos de áreas $A_1 = 1,2 \times 10^1 \text{ mm}^2$ e $A_2 = 1,2 \times 10^4 \text{ mm}^2$. Sobre o êmbolo de área A_2 , é colocado, em repouso, um bloco de massa $6,0 \times 10^2 \text{ kg}$.



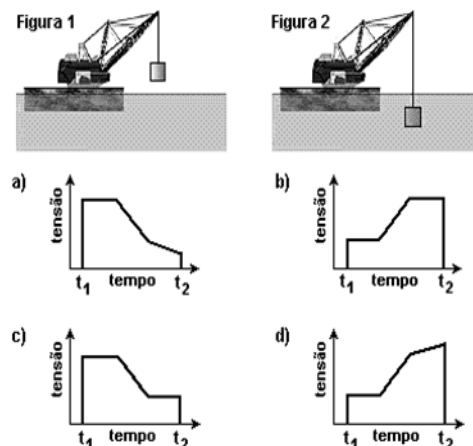
Determine o valor, em newtons, da força aplicada no êmbolo de área A_1 para que essa estrutura permaneça em equilíbrio.

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

- A** 6,0
- B** 10
- C** 12
- D** 5,0

- 04.** (UFMG 2005) De uma plataforma com um guindaste, faz-se descer, lentamente e com velocidade constante, um bloco cilíndrico de concreto para dentro da água. Na Figura I, está representado o bloco, ainda fora da água, em um instante t_1 e, na Figura II, o mesmo bloco, em um instante t_2 posterior, quando já está dentro da água.

representa a tensão no cabo do guindaste em função do tempo.



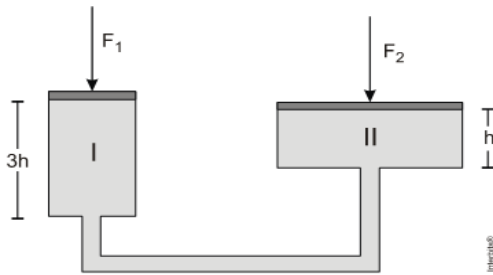
05. (Uerj 2024) Balões meteorológicos, que têm a função de medir dados climáticos, podem alcançar altitudes elevadas. Admita que um desses balões, no instante em que sua densidade se iguala à do ar atmosférico à sua volta, permanece fixo em uma posição por um longo período. Essa situação ocorre quando as duas forças que atuam sobre o balão, o peso P e o empuxo E , correspondem à razão P/E .

O valor de P/E é igual a:

- A** 0,5 **C** 1,5
B 1,0 **D** 2,0

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Uerj 2013) Observe, na figura a seguir, a representação de uma prensa hidráulica, na qual as forças F_1 e F_2 atuam, respectivamente, sobre os êmbolos dos cilindros I e II.



Admita que os cilindros estejam totalmente preenchidos por um líquido.

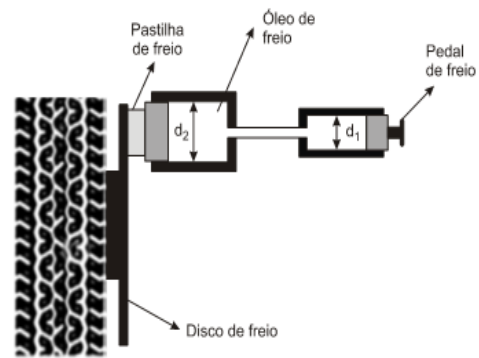
O volume do cilindro II é igual a quatro vezes o volume do cilindro I, cuja altura é o triplo da altura do cilindro II.

A razão F_2 / F_1 entre as intensidades das forças, quando o sistema está em equilíbrio, corresponde

04. (Uel 2023) Em 2008, um pároco de Paranaguá,

- A** 12 **C** 3
B 6 **D** 2

02. (Unicamp 2015) A figura abaixo mostra, de forma simplificada, o sistema de freios a disco de um automóvel. Ao se pressionar o pedal do freio, este empurra o êmbolo de um primeiro pistão que, por sua vez, através do óleo do circuito hidráulico, empurra um segundo pistão. O segundo pistão pressiona uma pastilha de freio contra um disco metálico preso à roda, fazendo com que ela diminua sua velocidade angular.



Considerando o diâmetro d_2 do segundo pistão duas vezes maior que o diâmetro d_1 do primeiro, qual a razão entre a força aplicada ao pedal de freio pelo pé do motorista e a força aplicada à pastilha de freio?

- A** 1/4 **C** 2
B 1/2 **D** 4

03. (Famerp 2023) Após ver uma maçã flutuando na água, um garoto ficou curioso para saber a densidade dessa maçã. Não dispondo de uma balança, colocou 400 mL de água em um recipiente graduado, pôs a maçã na água e verificou que o volume indicado passou a ser 520 mL. Em seguida, afundou totalmente a maçã na água do recipiente e o volume indicado foi 550 mL.

A partir desses dados, e sabendo que a densidade da água é 1,0 g/mL, o garoto calculou a densidade da maçã obtendo o valor de

- A** 0,70 g/mL
B 0,75 g/mL
C 0,85 g/mL
D 0,90 g/mL
E 0,80 g/mL

suspensão por uma cadeira com cerca de mil balões de gás hélio (He), morreu após conseguir elevar-se até cair no mar. Não foi o primeiro "padre voador".

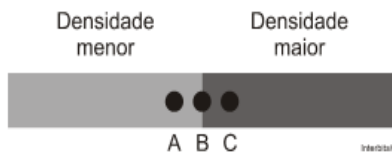
Em 1709, a partir da observação de uma chama, o Padre Bartolomeu de Gusmão, inferiu que o ar aquecido poderia alçar às alturas pequenos corpos sólidos. Em 1783, os franceses Joseph Michel e Jacques Etienne Montgolfier, usando o mesmo princípio, desenvolveram o balão tripulado.

Supondo um balão de festa contendo gás He com uma massa de 20 gramas e volume de 0,2 m³, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a massa mínima de um objeto que se deve prender ao balão para ele não subir.

Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$ e densidade do ar = 1 kg/m^3 .

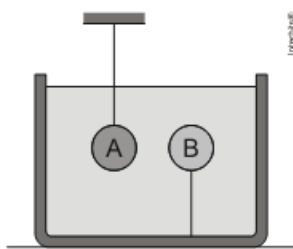
- A 0,12 kg
- B 0,15 kg
- C 0,18 kg
- D 0,20 kg
- E 1,00 kg

05. (Unicamp 2014) Uma boia de sinalização marítima muito simples pode ser construída unindo-se dois cilindros de mesmas dimensões e de densidades diferentes, sendo um de densidade menor e outro de densidade maior que a da água, tal como esquematizado na figura abaixo. Submergindo-se totalmente esta boia de sinalização na água, quais serão os pontos efetivos mais prováveis de aplicação das forças peso e empuxo?



- A Peso em C e Empuxo em B.
- B Peso em B e Empuxo em B.
- C Peso em C e Empuxo em A.
- D Peso em B e Empuxo em C.

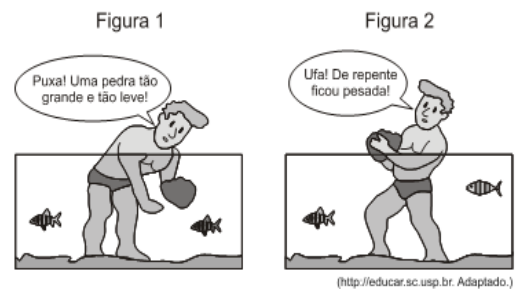
06. (Unesp 2012) Duas esferas, A e B, maciças e de mesmo volume, são totalmente imersas num líquido e mantidas em repouso pelos fios mostrados na figura. Quando os fios são cortados, a esfera A desce até o fundo do recipiente e a esfera B sobe até a superfície, onde passa a flutuar, parcialmente imersa no líquido.



Sejam P_A e P_B os módulos das forças Peso de A e B, e E_A e E_B os módulos das forças Empuxo que o líquido exerce sobre as esferas quando elas estão totalmente imersas, é correto afirmar que

- A $P_A < P_B$ e $E_A = E_B$.
- B $P_A < P_B$ e $E_A < E_B$.
- C $P_A > P_B$ e $E_A > E_B$.
- D $P_A > P_B$ e $E_A < E_B$.
- E $P_A > P_B$ e $E_A = E_B$.

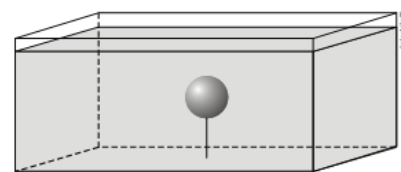
07. (Unesp 2015) As figuras 1 e 2 representam uma pessoa segurando uma pedra de 12 kg e densidade $2 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, ambas em repouso em relação à água de um lago calmo, em duas situações diferentes. Na figura 1, a pedra está totalmente imersa na água e, na figura 2, apenas um quarto dela está imerso. Para manter a pedra em repouso na situação da figura 1, a pessoa exerce sobre ela uma força vertical para cima, constante e de módulo F_1 . Para mantê-la em repouso na situação da figura 2, exerce sobre ela uma força vertical para cima, constante e de módulo F_2 .



Considerando a densidade da água igual a 10^3 kg/m^3 e $g = 10 \text{ m/s}^2$, é correto afirmar que a diferença $F_2 - F_1$, em newtons, é igual a

- A 60
- B 75
- C 45
- D 30
- E 15

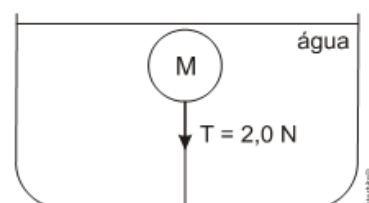
08. (Cefet-MG 2012) Um balão esférico, menos denso que a água, de massa 10 g e volume 40 cm^3 , está completamente submerso e preso no fundo de uma piscina por um fio inextensível, conforme ilustração seguinte.



A tensão nesse fio, em newtons, vale

- A 0,40
- B 0,30
- C 0,20
- D 0,10

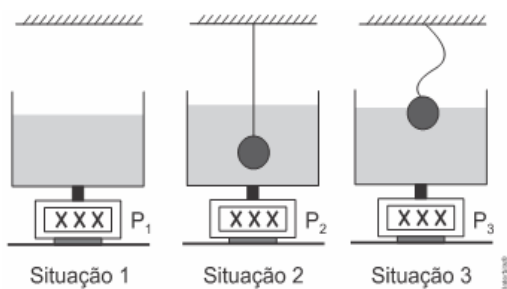
09. (Cefet-MG 2013) Um corpo de massa $M = 0,50 \text{ kg}$ está em repouso, preso por um fio, submerso na água de um reservatório, conforme ilustração.



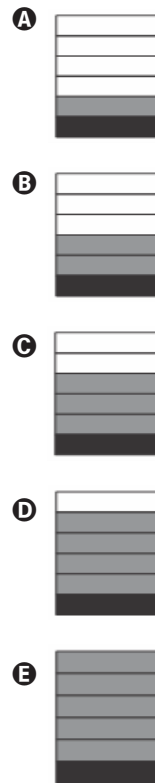
No instante em que o fio é cortado, a aceleração do corpo, em m/s^2 , será

- A 2,0
- B 4,0
- C 6,0
- D 8,0

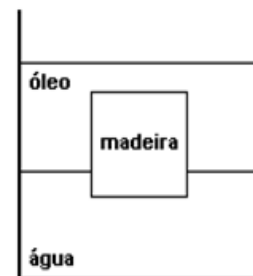
10. (Fuvest 2008) Um recipiente, contendo determinado volume de um líquido, é pesado em uma balança (situação 1). Para testes de qualidade, duas esferas de mesmo diâmetro e densidades diferentes, sustentadas por fios, são sucessivamente colocadas no líquido da situação 1. Uma delas é mais densa que o líquido (situação 2) e a outra menos densa que o líquido (situação 3). Os valores indicados pela balança, nessas três pesagens, são tais que



- A $P_1 = P_2 = P_3$
- B $P_2 > P_3 > P_1$
- C $P_2 = P_3 > P_1$
- D $P_3 > P_2 > P_1$
- E $P_3 > P_2 = P_1$



02. (Ufv 2001) A figura a seguir ilustra um recipiente contendo, em equilíbrio, água, óleo e um cubo de madeira de 0,10 m de aresta.



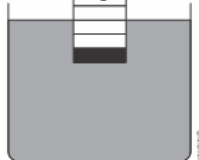
são, respectivamente, 1000 kg/m^3 e 750 kg/m^3 e que 20% do volume do bloco está imerso na água, pode-se afirmar que a massa do bloco é:

- A 0,75 kg
- B 0,25 kg
- C 0,20 kg
- D 0,60 kg
- E 0,80 kg

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 2006) Um recipiente cilíndrico vazio flutua em um tanque de água com parte de seu volume submerso, como na figura.

Sabendo-se que as densidades da água e do óleo



O recipiente possui marcas graduadas igualmente espaçadas, paredes laterais de volume desprezível e um fundo grosso e pesado.

Quando o recipiente começa a ser preenchido, lentamente, com água, a altura máxima que a água pode atingir em seu interior, sem que ele afunde totalmente, é melhor representada por

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2013) Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldade de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de 10 m/s^2 , deseja-se elevar uma pessoa de 65 kg em uma cadeira de rodas de 15 kg sobre a plataforma de 20 kg .

Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- A** 20 N **D** 1000 N
B 100 N **E** 5000 N
C 200 N

- 02.** (Enem PPL 2016) Um navio petroleiro é capaz de transportar milhares de toneladas de carga. Neste caso, uma grande quantidade de massa consegue flutuar.

Nesta situação, o empuxo é

- A** maior que a força peso do petroleiro.
B igual à força peso do petroleiro.
C maior que a força peso da água deslocada.
D igual à força peso do volume submerso do navio.
E igual à massa da água deslocada.

- 03.** (Enem 2010) Durante uma obra em um clube, um grupo de trabalhadores teve de remover uma escultura de ferro maciço colocada no fundo de uma piscina vazia. Cinco trabalhadores amarraram cordas à escultura e tentaram puxá-la para cima, sem sucesso.

Se a piscina for preenchida com água, ficará mais fácil para os trabalhadores removerem a escultura, pois a

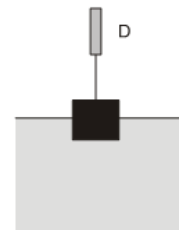
- A** escultura flutuará. Dessa forma, os homens não precisarão fazer força para remover a escultura do fundo.
B escultura ficará com peso menor, dessa forma, a intensidade da força necessária para elevar a escultura será menor.

- C** água exercerá uma força na escultura proporcional a sua massa, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem para anular a ação da força peso da escultura.

- D** água exercerá uma força na escultura para baixo, e esta passará a receber uma força ascendente do piso da piscina. Esta força ajudará a anular a ação da força peso na escultura.

- E** água exercerá uma força na escultura proporcional ao seu volume, e para cima. Esta força se somará à força que os trabalhadores fazem, podendo resultar em uma força ascendente maior que o peso da escultura.

- 04.** (Enem 2011) Em um experimento realizado para determinar a densidade da água de um lago, foram utilizados alguns materiais conforme ilustrado: um dinamômetro D com graduação de 0 N a 50 N e um cubo maciço e homogêneo de 10 cm de aresta e 3 kg de massa. Inicialmente, foi conferida a calibração do dinamômetro, constatando-se a leitura de 30 N quando o cubo era preso ao dinamômetro e suspenso no ar. Ao mergulhar o cubo na água do lago, até que metade do seu volume ficasse submersa, foi registrada a leitura de 24 N no dinamômetro.



Considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , a densidade da água do lago, em g/cm^3 , é

- A** 0,6
B 1,2
C 1,5
D 2,4
E 4,8

- 05.** (Enem PPL 2017) Um estudante construiu um densímetro, esquematizado na figura, utilizando um canudinho e massa de modelar. O instrumento foi calibrado com duas marcas de flutuação, utilizando água (marca A) e etanol (marca B) como referências.



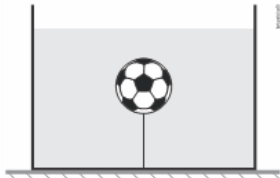
Em seguida, o densímetro foi usado para avaliar cinco amostras: vinagre, leite integral, gasolina (sem álcool anidro), soro fisiológico e álcool comercial (92,8 ° GL).

Que amostra apresentará marca de flutuação entre os limites A e B?

- A** Vinagre.
- B** Gasolina.
- C** Leite integral.
- D** Soro fisiológico.
- E** Álcool comercial.

DISCURSIVAS

- 01.** (Uerj 2018) Em uma experiência de hidrostática, uma bola de futebol foi presa com um fio ideal no fundo de um recipiente com água, conforme representado na figura.



Sabe-se que a bola possui massa de 0,45 kg e volume de $5,7 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

Dados:

- gravidade local, $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- densidade da água $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Determine, em newtons, a tração exercida pelo fio.

- 02.** (UFMG 2011) Um béquer contendo água está colocado sobre uma balança e, ao lado deles, uma esfera de aço maciça, com densidade de $5,0 \text{ g/cm}^3$, pendurada por uma corda, está presa a um suporte, como mostrado na Figura I.

Nessa situação, a balança indica um peso de 12 N e a tensão na corda é de 10 N.

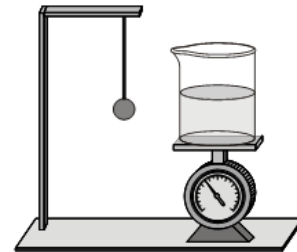


Figura I

Em seguida, a esfera de aço, ainda pendurada pela corda, é colocada dentro do béquer com água, como mostrado na Figura II.

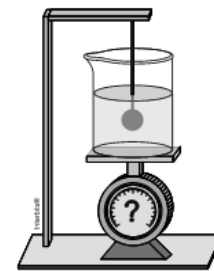


Figura II

Considerando essa nova situação, determine

- a) a tensão na corda.
- b) o peso indicado na balança.

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
A	D	A	C	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	A	E	C	A
6	7	8	9	10
E	C	B	B	B

AVANÇADO

1	2
C	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
C	B	E	B	E

DISCURSIVAS

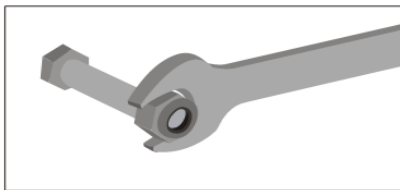
01. $T = 52,5 \text{ N}$

02. a) $T = 8 \text{ N}$
b) 14 N

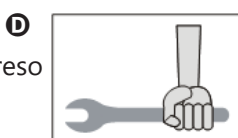
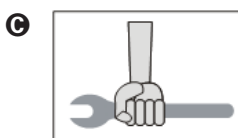
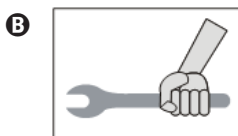
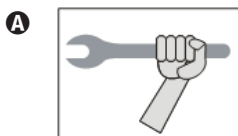


NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Uerj 2014) A figura abaixo ilustra uma ferramenta utilizada para apertar ou desapertar determinadas peças metálicas.



Para apertar uma peça, aplicando-se a menor intensidade de força possível, essa ferramenta deve ser segurada de acordo com o esquema indicado em:



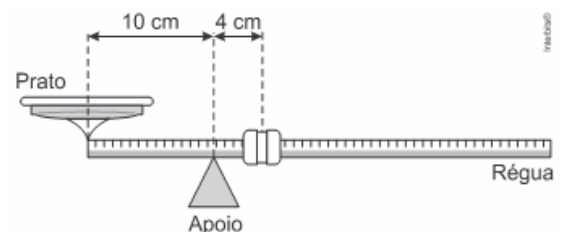
A já está preso

idades da haste

- 02.** (Uece 2018) Considere uma gangorra defeituosa, em que o ponto de apoio não está no centro. É possível que, mesmo assim, haja equilíbrio estático, com a gangorra na horizontal e uma criança em cada extremidade, desde que

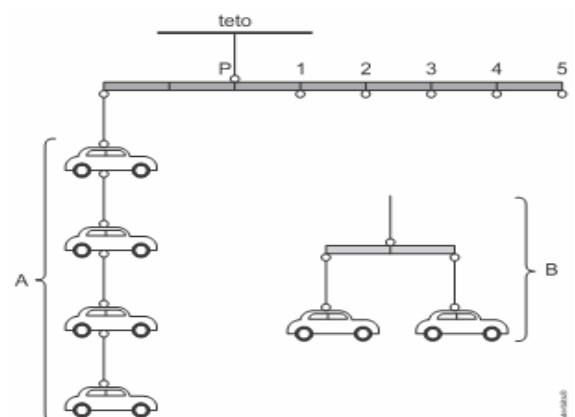
- A** a soma dos torques sobre a gangorra seja oposta à força peso das crianças.
- B** o torque exercido sobre a gangorra em uma das extremidades seja igual à força peso na outra extremidade.
- C** as crianças tenham a mesma massa.
- D** a soma dos torques sobre a gangorra seja nula.

- 03.** (Epcar (Afa) 2017) Em feiras livres ainda é comum encontrar balanças mecânicas, cujo funcionamento é baseado no equilíbrio de corpos extensos. Na figura a seguir tem-se a representação de uma dessas balanças, constituída basicamente de uma régua metálica homogênea de massa desprezível, um ponto de apoio, um prato fixo em uma extremidade da régua e um cursor que pode se movimentar desde o ponto de apoio até a outra extremidade da régua. A distância do centro do prato ao ponto de apoio é de 10 cm. O cursor tem massa igual a 0,5 kg. Quando o prato está vazio, a régua fica em equilíbrio na horizontal com o cursor a 4 cm do apoio.



Colocando 1 kg sobre o prato, a régua ficará em equilíbrio na horizontal se o cursor estiver a uma distância do apoio, em cm, igual a

- A** 18
 - B** 20
 - C** 22
 - D** 24
- 04.** (Famerp 2017) O pai de uma criança pretende pendurar, no teto do quarto de seu filho, um móbile constituído por: seis carrinhos de massas iguais, distribuídos em dois conjuntos, A e B; duas hastes rígidas de massas desprezíveis, com marcas igualmente espaçadas; e fios ideais. O conjunto principal do móbile.



Sabendo que o móvel será pendurado ao teto pelo ponto P, para manter o móvel em equilíbrio, com as hastes na horizontal, o pai da criança deverá pendurar o conjunto B, na haste principal, no ponto

- A** 5
- B** 1
- C** 4
- D** 3
- E** 2

- 05.** (Ifsp 2012) No nosso cotidiano, as alavancas são frequentemente utilizadas com o objetivo de facilitar algum trabalho ou para dar alguma vantagem mecânica, multiplicando uma força. Dependendo das posições relativas do ponto fixo ou de apoio de uma alavanca (fulcro) em relação às forças potente e resistente, elas podem ser classificadas em três tipos: interfixas, interpotentes e inter-resistentes. As figuras mostram os três tipos de alavancas.



As situações A, B e C, nessa ordem, representam alavancas classificadas como

- A** inter-resistente, interpotente e interfixa.
- B** interpotente, inter-resistente e interfixa.
- C** interpotente, interfixa e inter-resistente.
- D** interfixa, inter-resistente e interpotente.
- E** interfixa, interpotente e inter-resistente.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

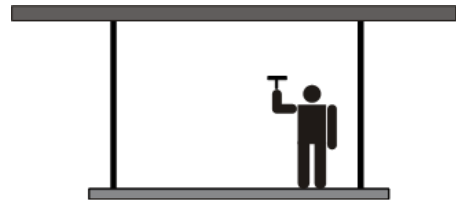
- 01.** (Ufrj 2000) Na figura a seguir suponha que o menino esteja empurrando a porta com uma força $F_1 = 5\text{ N}$, atuando a uma distância $d_1 = 2\text{ metros}$ das dobradiças (eixo de rotação) e que o homem exerça uma força $F_2 = 80\text{ N}$ a uma distância de 10 cm do eixo de rotação.



Nestas condições, pode-se afirmar que

- A** a porta estaria girando no sentido de ser fechada.
- B** a porta estaria girando no sentido de ser aberta.
- C** a porta não gira em nenhum sentido.
- D** o valor do momento aplicado à porta pelo homem é maior que o valor do momento aplicado pelo menino.
- E** a porta estaria girando no sentido de ser fechada pois a massa do homem é maior que a massa do menino.

- 02.** (UFMG 2010) Para pintar uma parede, Miguel está sobre um andaime suspenso por duas cordas. Em certo instante, ele está mais próximo da extremidade direita do andaime, como mostrado nesta figura:

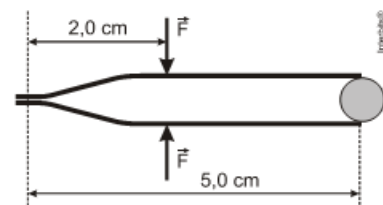


Sejam T_E e T_D os módulos das tensões nas cordas, respectivamente, da esquerda e da direita e P o módulo da soma do peso do andaime com o peso de Miguel.

Analisando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- A** $T_E = T_D$ e $T_E + T_D = P$.
- B** $T_E = T_D$ e $T_E + T_D > P$.
- C** $T_E < T_D$ e $T_E + T_D = P$.
- D** $T_E < T_D$ e $T_E + T_D > P$.

- 03.** (Acafe 2012) Um instrumento utilizado com frequência no ambiente ambulatorial é uma pinça. Considere a situação em que se aplica simultaneamente uma força F de módulo 10 N como se indica na figura a seguir.



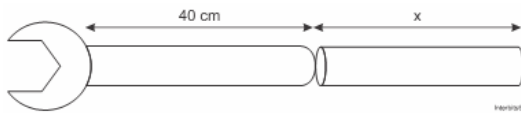
O módulo da força, em newtons, que cada braço exerce sobre o objeto colocado entre eles é:

- A** 15
- B** 8
- C** 10
- D** 4

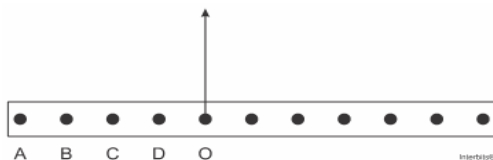
- 04.** (Efoomm 2020) Um motorista de 80 kg notou que o pneu de seu carro estava furado. Para trocá-lo, utilizou uma chave de 40 cm de comprimento e o peso de seu corpo, atuando perpendicularmente à extremidade da chave, para soltar os parafusos.

Devido à oxidação dos parafusos, o rapaz não conseguiu afrouxá-los com a força aplicada. Felizmente, havia um pedaço de barra de aço no porta-malas do seu veículo que pôde ser usada como alavanca. Suponha que fosse possível soltá-los com a chave original, caso o motorista pesasse 100 kg. Qual deve ser o comprimento mínimo da barra de aço, para que ele consiga trocar os pneus do carro?

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

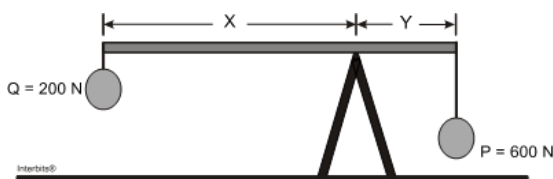


- A** 5,0 cm
 - B** 10,0 cm
 - C** 15,0 cm
 - D** 20,0 cm
 - E** 25,0 cm
- 05.** (Cefet-MG 2008) A figura a seguir representa uma barra homogênea com 11 furos equidistantes entre si e peso igual a 6 N.



Um estudante suspende a barra, aplicando no ponto O uma força vertical para cima. Para que ela fique em equilíbrio na horizontal, deve ser colocado um peso de 2 N na posição

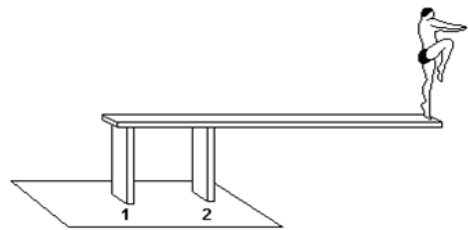
- A** A
 - B** B
 - C** C
 - D** D
- 06.** (Cefet-MG 2010) Uma haste de massa desprezível está em equilíbrio, sobre um cavalete, com corpos de pesos P e Q, suspensos em cada uma de suas extremidades, conforme a figura.



A relação entre as distâncias X e Y, representadas nessa figura, é expressa por

- A** $X = Y/2$
- B** $X = 2Y$
- C** $X = 3Y$
- D** $3X = Y$

- 07.** (UFMG 2005) Gabriel está na ponta de um trampolim, que está fixo em duas estacas - 1 e 2 -, como representado nesta figura:



Sejam F_1 e F_2 as forças que as estacas 1 e 2 fazem, respectivamente, no trampolim.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que essas forças estão na direção vertical e

- A** têm sentido contrário, F_1 para cima e F_2 para baixo.
- B** ambas têm o sentido para baixo.
- C** têm sentido contrário, F_1 para baixo e F_2 para cima.
- D** ambas têm o sentido para cima.

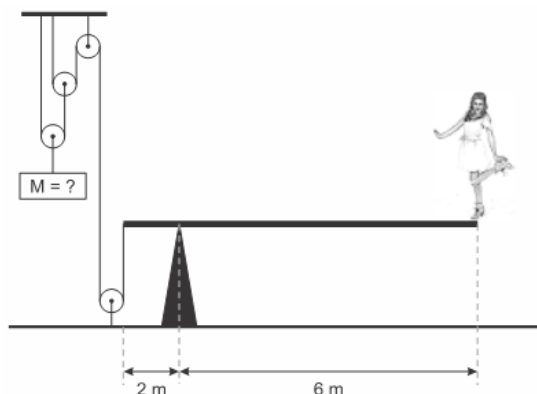
- 08.** (Uff 2003) Para realizar reparos na parte mais alta de um muro, um operário, com $7,0 \times 10^2 \text{ N}$ de peso, montou um andaime, apoiando uma tábua homogênea com 6,0 m de comprimento e $2,8 \times 10^2 \text{ N}$ de peso, sobre dois cavaletes, I e II, conforme a figura adiante. Observa-se que o cavalete II está a 1,5 m da extremidade direita da tábua.



Durante o trabalho, o operário se move sobre o andaime. A partir do cavalete II, a distância máxima que esse operário pode andar para a direita, mantendo a tábua em equilíbrio na horizontal, é, aproximadamente:

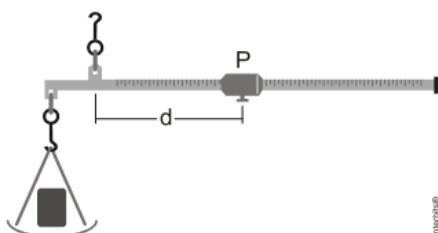
- A** 0,30 m
- B** 0,60 m
- C** 0,90 m
- D** 1,2 m
- E** 1,5 m

09. (Fac. Albert Einstein 2017) Uma bailarina de massa 50 kg encontra-se apoiada em um dos pés num dos extremos de uma viga retangular de madeira cuja distribuição da massa de 100 kg é homogênea. A outra extremidade da viga encontra-se ligada a um cabo de aço inextensível, de massa desprezível e que faz parte de um sistema de polias, conforme a figura.



Sabendo que o sistema se encontra em equilíbrio estático, determine, em unidades do SI, a massa M que está suspensa pelo sistema de polias.

- A 125
 - B 600
 - C 1.000
 - D 2.500
10. (Uerj 2012) Uma balança romana consiste em uma haste horizontal sustentada por um gancho em um ponto de articulação fixo. A partir desse ponto, um pequeno corpo P pode ser deslocado na direção de uma das extremidades, a fim de equilibrar um corpo colocado em um prato pendurado na extremidade oposta. Observe a ilustração:

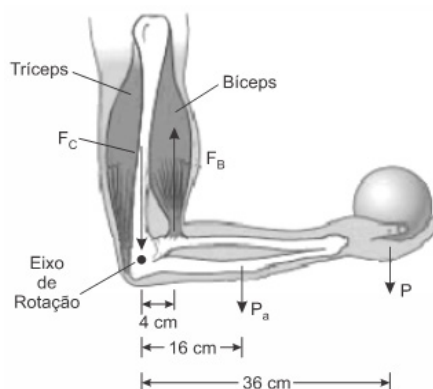


Quando P equilibra um corpo de massa igual a 5 kg, a distância d de P até o ponto de articulação é igual a 15 cm.

Para equilibrar um outro corpo de massa igual a 8 kg, a distância, em centímetros, de P até o ponto de articulação deve ser igual a:

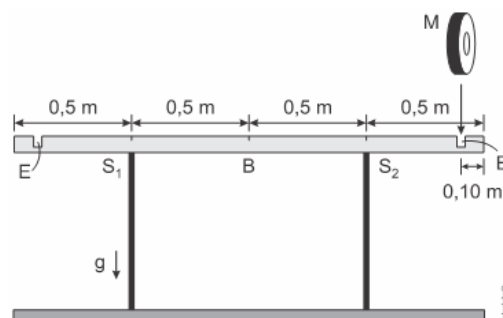
- A 28
- B 25
- C 24
- D 20

11. (Ufrgs 2020) A figura abaixo representa esquematicamente o braço e o antebraço de uma pessoa que está sustentando um peso P . O antebraço forma um ângulo de 90° com o braço. F_B é a força exercida pelo bíceps sobre o antebraço, e F_C é a força na articulação do cotovelo.



Sendo o módulo do peso $P = 50$ N e o módulo do peso do antebraço $P_a = 20$ N, qual é o módulo da força F_B ?

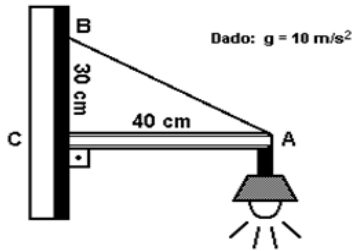
- A 70 N
 - B 370 N
 - C 450 N
 - D 460 N
 - E 530 N
12. (Fuvest 2009) Em uma academia de musculação, uma barra B , com 2,0 m de comprimento e massa de 10 kg, está apoiada de forma simétrica em dois suportes, S_1 e S_2 , separados por uma distância de 1,0 m, como indicado na figura. Para a realização de exercícios, vários discos, de diferentes massas M , podem ser colocados em encaixes, E , com seus centros a 0,10 m, de cada extremidade da barra. O primeiro disco deve ser escolhido com cuidado, para não desequilibrar a barra.



Dentre os discos disponíveis, cujas massas estão indicadas a seguir, aquele de maior massa e que pode ser colocado em um dos encaixes, sem desequilibrar a barra, é o disco de:

- A 5 kg
- B 10 kg
- C 15 kg
- D 20 kg
- E 25 kg

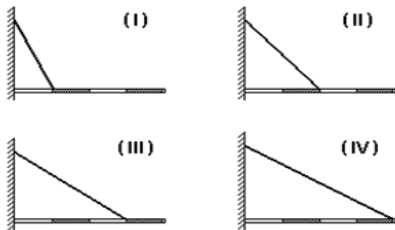
13. (Mackenzie 2003)



O tipo de luminária ilustrada na figura foi utilizado na decoração de um ambiente. A haste AC, presa à parede, é homogênea, tem secção transversal constante e massa 800 g. Quando o lampadário, pendente em A, tem massa superior a 500 g, o fio ideal AB arrebenta. Nesse caso, podemos dizer que a intensidade máxima da força tensora suportada por esse fio é:

- A 15 N
- B 13 N
- C 10 N
- D 8 N
- E 5 N

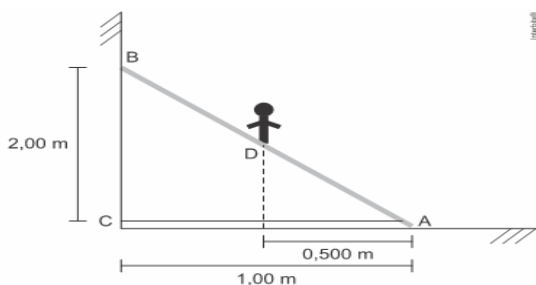
14. (Uff 2000) Uma haste homogênea pode girar, livremente, em torno de uma articulação que está presa a uma parede vertical. A haste fica em equilíbrio, na posição horizontal, presa por um fio nas seguintes situações:



A força que a articulação faz na haste tem direção horizontal:

- A somente na situação I.
- B somente na situação II.
- C somente na situação III.
- D somente na situação IV.
- E nas situações I, II, III e IV.

15. (Mackenzie 2018)



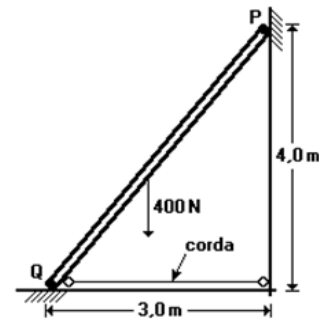
A escada rígida da figura acima de massa 20,0 kg, distribuída uniformemente ao longo de seu comprimento, está apoiada numa parede e no chão, lisos, e está impedida de deslizar por um cabo de aço AC. Uma pessoa de massa 80,0 kg se posiciona no ponto D, conforme indicado na figura. Considerando que a aceleração da gravidade local é de 10 m/s^2 , pode-se afirmar que a força de tração no cabo AC, nessas condições, será de

- A 100 N
- B 150 N
- C 200 N
- D 250 N
- E 300 N

NÍVEL AVANÇADO

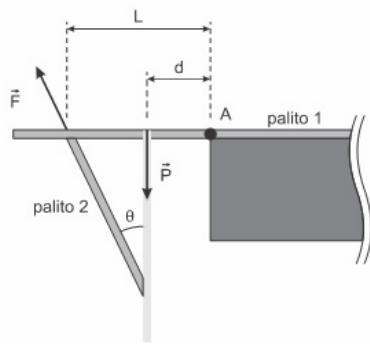
01. (Uece 1997) Uma escada homogênea de peso 400 N, está apoiada em uma parede, no ponto P, e sobre o piso, no ponto Q. Não há atrito entre a escada e nenhum dos apoios, isto é, o piso e a parede são idealmente lisos.

Para manter a escada em equilíbrio na posição indicada, intercala-se entre o pé da escada e a parede, uma corda horizontal. Admitindo os dados contidos na figura, a força de tração na corda vale:



- A 150 N
- B 200 N
- C 250 N
- D 300 N

02. (Fuvest 2021) Um vídeo bastante popular na Internet mostra um curioso experimento em que uma garrafa de água pendurada por uma corda é mantida suspensa por um palito de dente apoiado em uma mesa.



O "truque" só é possível pelo uso de outros palitos, formando um tipo de treliça. A figura à direita da foto mostra uma visão lateral do conjunto, destacando duas das forças que atuam sobre o palito 1.

Nesta figura, F é a força que o palito 2 exerce sobre o palito 1 (aplicada a uma distância L do ponto A na borda da mesa), P é a componente vertical da força que a corda exerce sobre o palito 1 (aplicada a uma distância d do ponto A) e θ é o ângulo entre a direção da força F e a vertical. Para que o conjunto se mantenha estático, porém na iminência de rotacionar, a relação entre os módulos de F e P deve ser:

Note e adote:

Despreze o peso dos palitos em relação aos módulos das forças F e P .

A $|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|d}{L \cos(\theta)}$

B $|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|d}{L \sin(\theta)}$

C 2, em função de o braço da força aplicada ser

C $|\vec{F}| = |\vec{P}| \cos(\theta)$

D $|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|L \cos(\theta)}{d}$

E $|\vec{F}| = \frac{|\vec{P}|L \sin(\theta)}{d}$

03. (Efoomm 2018) Uma régua escolar de massa M uniformemente distribuída com o comprimento de 30 cm está apoiada na borda de uma mesa, com $2/3$ da régua sobre a mesa. Um aluno decide colocar um corpo C de massa $2 M$ sobre a régua, em um ponto da régua que está suspenso

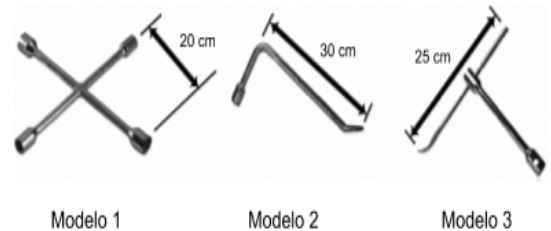
(conforme a figura). Qual é a distância mínima x , em cm, da borda livre da régua a que deve ser colocado o corpo, para que o sistema permaneça em equilíbrio?



- A** 1,25
- B** 2,50
- C** 5,00
- D** 7,50
- E** 10,0

SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2013) Retirar a roda de um carro é uma tarefa facilitada por algumas características da ferramenta utilizada, habitualmente denominada chave de roda. As figuras representam alguns modelos de chaves de roda:

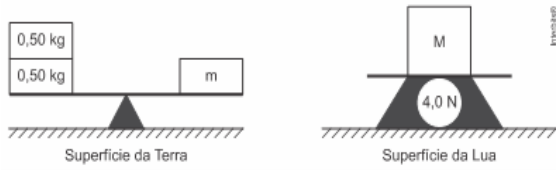


Em condições usuais, qual desses modelos permite a retirada da roda com mais facilidade?

- A** 1, em função de o momento da força ser menor.
- B** 1, em função da ação de um binário de forças maior.
- D** 3, em função de o braço da força aplicada poder variar.
- E** 3, em função de o momento da força produzida ser maior.

02. (Enem 2ª aplicação 2016) A figura mostra uma balança de braços iguais, em equilíbrio, na Terra, onde foi colocada uma massa m , e a indicação de uma balança de força na Lua, onde a aceleração da gravidade é igual a $1,6 \text{ m/s}^2$ sobre a qual foi colocada uma massa M .

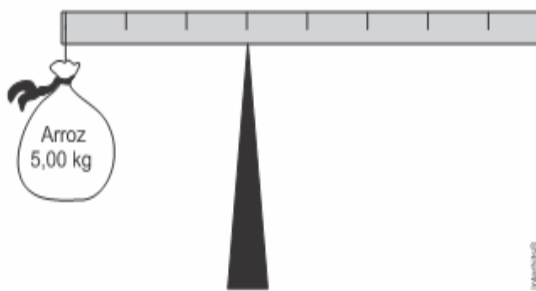




A razão das massas M/m é

- A 4,0
- B 2,5
- C 0,4
- D 1,0
- E 0,25

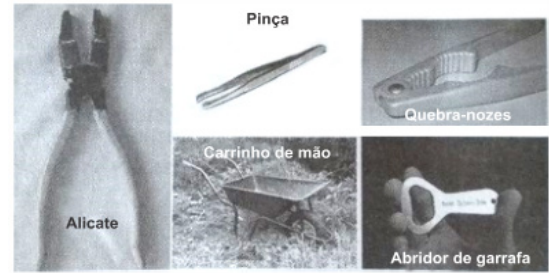
03. (Enem 2015) Em um experimento, um professor levou para a sala de aula um saco de arroz, um pedaço de madeira triangular e uma barra de ferro cilíndrica e homogênea. Ele propôs que fizessem a medição da massa da barra utilizando esses objetos. Para isso, os alunos fizeram marcações na barra, dividindo-a em oito partes iguais, e em seguida apoiaram-na sobre a base triangular, com o saco de arroz pendurado em uma de suas extremidades, até atingir a situação de equilíbrio.



Nessa situação, qual foi a massa da barra obtida pelos alunos?

- A 3,00 kg
- B 3,75 kg
- C 5,00 kg
- D 6,00 kg
- E 15,00 kg

04. (Enem 2018) As pessoas que utilizam objetos cujo princípio de funcionamento é o mesmo do das alavancas aplicam uma força, chamada de força potente, em um dado ponto da barra, para superar ou equilibrar uma segunda força, chamada de resistente, em outro ponto da barra. Por causa das diferentes distâncias entre os pontos de aplicação das forças, potente e resistente, os seus efeitos também são diferentes. A figura mostra alguns exemplos desses objetos.

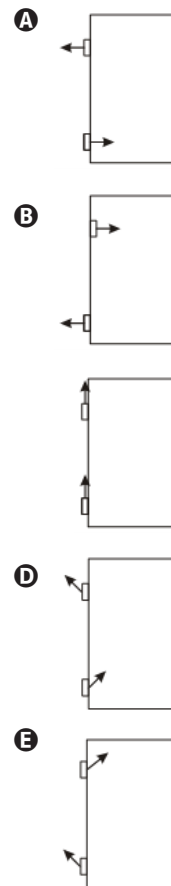


Em qual dos objetos a força potente é maior que a força resistente?

- A Pinça.
- B Alicate.
- C Quebra-nozes.
- D Carrinho de mão.
- E Abridor de garrafa.

05. (Enem 2012) O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em



C

DISCURSIVAS

01. (Ufrj 1999) Uma barra cilíndrica homogênea de 200N de peso e 10m de comprimento encontra-se em equilíbrio, apoiada nos suportes A e B, como mostra a figura a seguir. Calcule as intensidades, R_A e R_B , das reações dos apoios, A e B, sobre a barra.

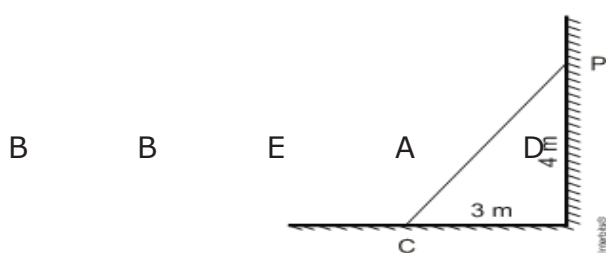


02. (Unicamp 1991) Uma escada homogênea de 40 kg apoia-se sobre uma parede, no ponto P, e sobre o chão, no ponto C.

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

a) Desenhe as setas representativas das forças peso, normal e de atrito em seus pontos de aplicação.

b) É possível manter a escada estacionária não havendo atrito em P? Neste caso, quais os valores das forças normal e de atrito em C?



GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	D	D	C	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	C	D	B	B
6	7	8	9	10
C	C	B	C	C
11	12	13	14	15
E	B	A	B	D

AVANÇADO

1	2	3
A	A	D

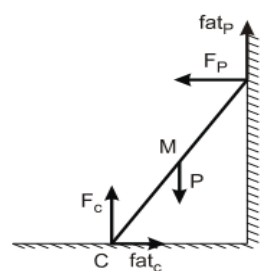
SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5

DISCURSIVAS

01. $R_A = 75 \text{ N}$ e $R_B = 125 \text{ N}$

02. a)



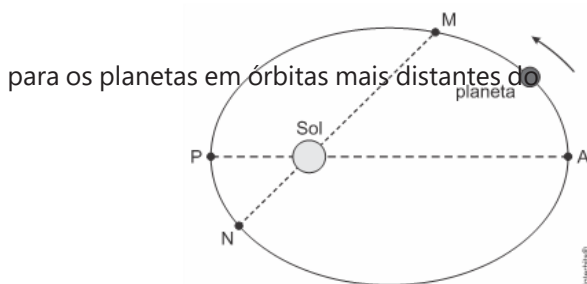
b) Sim. $F_C = 400 \text{ N}$ e $fat_c = 150 \text{ N}$

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (IFSC 2012) Hoje sabemos que a Terra gira ao redor do Sol (sistema heliocêntrico), assim como todos os demais planetas do nosso sistema solar. Mas na Antiguidade, o homem acreditava ser o centro do Universo, tanto que considerava a Terra como centro do sistema planetário (sistema geocêntrico). Tal consideração estava baseada nas observações cotidianas, pois as pessoas observavam o Sol girando em torno da Terra.

É CORRETO afirmar que o homem da Antiguidade concluiu que o Sol girava em torno da Terra devido ao fato que:

- A** considerou o Sol como seu sistema de referência.
 - B** considerou a Terra como seu sistema de referência.
 - C** esqueceu de adotar um sistema de referência.
 - D** considerou a Lua como seu sistema de referência.
 - E** considerou as estrelas como seu sistema de referência.
- 02.** (Uefs 2018) A figura representa a trajetória elíptica de um planeta em movimento de translação ao redor do Sol e quatro pontos sobre essa trajetória: M, P (periélio da órbita), N e A (afélio da órbita).



O módulo da velocidade escalar desse planeta

- A** sempre aumenta no trecho MPN.
- B** sempre diminui no trecho NAM.
- C** tem o mesmo valor no ponto A e no ponto P.
- D** está aumentando no ponto M e diminuindo no ponto N.
- E** é mínimo no ponto P e máximo no ponto A.

- 03.** (Udesc 2018) Analise as proposições com relação às Leis de Kepler sobre o movimento planetário.

- I. A velocidade de um planeta é maior no periélio.
- II. Os planetas movem-se em órbitas circulares, estando o Sol no centro da órbita.
- III. O período orbital de um planeta aumenta com o raio médio de sua órbita.
- IV. Os planetas movem-se em órbitas elípticas, estando o Sol em um dos focos.
- V. A velocidade de um planeta é maior no afélio.

Assinale a alternativa correta.

- A** Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- B** Somente as afirmativas II, III e V são verdadeiras.
- C** Somente as afirmativas I, III e IV são verdadeiras.
- D** Somente as afirmativas III, IV e V são verdadeiras.
- E** Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras.

- 04.** (Cefet-MG 2013) A terceira Lei de Kepler estabelece uma proporção direta entre o quadrado do período de translação de um planeta em torno do sol e o cubo do raio médio da órbita. A partir dessa Lei, é correto afirmar que

- A** o movimento de translação, em uma órbita específica, é mais rápido quando o planeta está mais próximo do sol.
- B** a velocidade média de translação é maior Sol.
- C** as áreas varridas pelo raio orbital são iguais durante o movimento de translação.
- D** as posições do sol estão nos focos das órbitas de translação elípticas.

- 05.** (Unicamp 2015) A primeira lei de Kepler demonstrou que os planetas se movem em órbitas elípticas e não circulares. A segunda lei mostrou que os planetas não se movem a uma velocidade constante.

PERRY, Marvin. Civilização Ocidental: uma história concisa. São Paulo: Martins Fontes, 1999, p. 289. (Adaptado)

É correto afirmar que as leis de Kepler

- A confirmaram as teorias definidas por Copérnico e são exemplos do modelo científico que passou a vigorar a partir da Alta Idade Média.
- B confirmaram as teorias defendidas por Ptolomeu e permitiram a produção das cartas náuticas usadas no período do descobrimento da América.
- C são a base do modelo planetário geocêntrico e se tornaram as premissas científicas que vigoram até hoje.
- D forneceram subsídios para demonstrar o modelo planetário heliocêntrico e criticar as posições defendidas pela Igreja naquela época.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ufrgs 2011) Considere o raio médio da órbita de Júpiter em torno do Sol igual a 5 vezes o raio médio da órbita da Terra.

Segundo a 3ª Lei de Kepler, o período de revolução de Júpiter em torno do Sol é de aproximadamente

- A 5 anos.
- B 11 anos.
- C 25 anos.
- D 110 anos.
- E 125 anos.

02. (Unicamp 2023) O planeta anão Ceres foi descoberto em 1801 por Giuseppe Piazzi. Resultados científicos recentes indicam que Ceres teria sido formado nas zonas mais afastadas do Sistema Solar e posteriormente lançado para a região onde se encontra atualmente, entre as órbitas de Marte e Júpiter. A tabela abaixo apresenta o período de translação T , a distância média ao Sol R , bem como T^2 , R^3 e a razão (T^2/R^3) para alguns planetas do Sistema Solar. De acordo com a 3ª Lei de Kepler, a razão (T^2/R^3) é constante. A partir dos dados da tabela, pode-se concluir que o período orbital de Ceres, T_{Ceres} , é aproximadamente igual a

Planeta	T (anos)*	R (u.a.)**	T^2 (anos ²)	R^3 (u.a. ³)	(T^2/R^3) (anos ² /u.a. ³)
Vênus	0,615	0,723	0,378	0,378	1,0
Terra	1,00	1,00	1,0	1,0	1,0
Marte	1,88	1,52	3,53	3,51	1,0
Ceres	?	2,77	?	21,3	?
Júpiter	11,9	5,20	142	141	1,0
Saturno	29,5	9,55	870	871	1,0

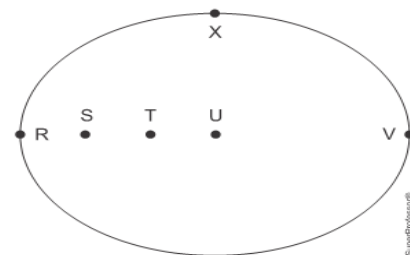
*anos terrestres

**1 unidade astronômica (1,0 u.a.) = distância média da Terra ao Sol

- A 1,00 ano.
- B 2,77 anos.
- C 4,62 anos.
- D 21,3 anos.

03. (Puccamp Medicina 2023) Em 1609, Kepler publicou sua obra *Astronomia nova... de motibus stellae Martis* (Nova Astronomia... Sobre o Movimento da Estrela Marte), na qual, a partir das medidas precisas que possuía dos movimentos de Marte, enunciou duas leis do movimento planetário que hoje levam seu nome. A primeira afirma que as órbitas dos planetas são elípticas e a segunda que o raio vetor que une o Sol a um determinado planeta varre áreas iguais em iguais intervalos de tempo. Embora Kepler tenha enunciado suas leis para os planetas, elas são válidas também para os corpos menores do Sistema Solar, que na época de Kepler não eram conhecidos.

Considere um asteroide que descreve a órbita representada na figura, na qual o ponto S representa o foco e o ponto U representa o centro da elipse.



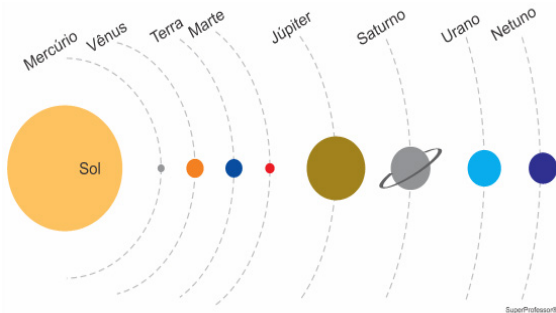
De acordo com as leis de Kepler, o Sol está localizado no ponto ____I____ e o asteroide apresenta maior velocidade escalar em relação ao Sol quando passa pelo ponto ____II____.

As lacunas I e II da frase acima são preenchidas, correta e respectivamente, por:

- A S – R
- B S – V
- C T – X
- D U – R
- E U – X



04. (Uea 2023) Considere a representação do Sistema Solar, em que os planetas descrevem órbitas ao redor do Sol.



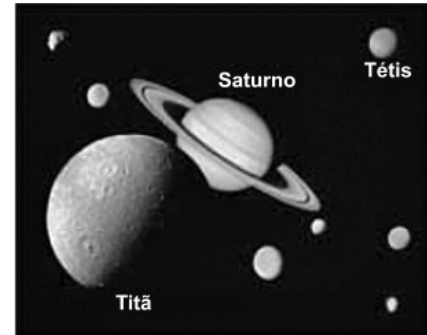
De acordo com a terceira lei de Kepler, um dos planetas do Sistema Solar que possui um ano com menos de 365 dias é

- A Saturno.
 B Urano.
 C Marte.
 D Vênus.
 E Júpiter.
05. (Uea-sis 1 2023) Johannes Kepler, em sua descrição matemática do movimento planetário, elaborou três leis. Essas leis, aliadas à lei da gravitação, permitem concluir que, no decorrer de uma órbita,
- A quanto mais afastada é a órbita de um planeta em relação ao Sol, maior deve ser sua velocidade de translação.
 B quanto mais próxima é a órbita de um planeta em relação ao Sol, maior deve ser seu período de rotação.
 C conforme um planeta em sua órbita se aproxima do Sol, menor será sua velocidade de translação.
 D o período de translação de um planeta é inversamente proporcional à distância que ele se mantém do Sol.
 E na órbita de um planeta, o tempo de percurso do afélio para o periélio é o mesmo do periélio ao afélio.
06. (Pucrj 2016) Dois pequenos satélites de mesma massa descrevem órbitas circulares em torno de um planeta, tal que o raio da órbita de um é quatro vezes menor que o do outro. O satélite mais distante tem um período de 28 dias.

Qual é o período, em dias, do satélite mais próximo?

- A 3,5
 B 7,0
 C 14
 D 56
 E 112

07. (Unesp 2014) Saturno é o sexto planeta a partir do Sol e o segundo maior, em tamanho, do sistema solar. Hoje, são conhecidos mais de sessenta satélites naturais de Saturno, sendo que o maior deles, Titã, está a uma distância média de 1 200 000 km de Saturno e tem um período de translação de, aproximadamente, 16 dias terrestres ao redor do planeta.

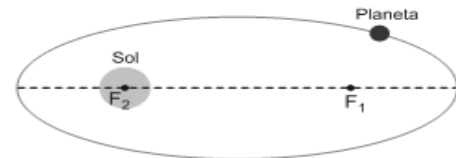


fora de escala

(<http://caronteiff.blogspot.com.br>. Adaptado.)

Tétis é outro dos maiores satélites de Saturno e está a uma distância média de Saturno de 300.000 km. Considere:

1.ª Lei de Kepler - Lei das Órbitas



2.ª Lei de Kepler - Lei das Áreas



3.ª Lei de Kepler - Lei dos Períodos

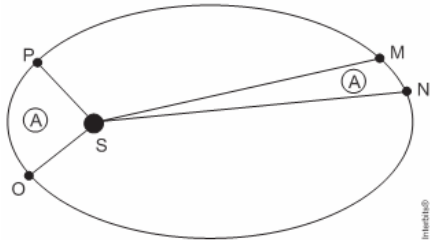


$$r = \frac{a + p}{2} \quad \text{e} \quad \frac{r^3}{T^2} = Kp \quad \text{Instituto}$$

O período aproximado de translação de Tétis ao redor de Saturno, em dias terrestres, é

- A 4
 B 2
 C 6
 D 8
 E 10

08. (Unesp 2008) A órbita de um planeta é elíptica e o Sol ocupa um de seus focos, como ilustrado na figura (fora de escala). As regiões limitadas pelos contornos OPS e MNS têm áreas iguais a A.



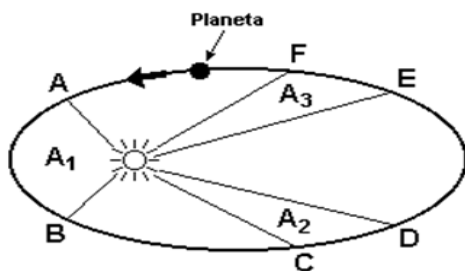
Se t_{OP} e t_{MN} são os intervalos de tempo gastos para o planeta percorrer os trechos OP e MN, respectivamente, com velocidades médias v_{OP} e v_{MN} , pode-se afirmar que

- A $t_{OP} > t_{MN}$ e $v_{OP} < v_{MN}$
- B $t_{OP} = t_{MN}$ e $v_{OP} > v_{MN}$
- C $t_{OP} = t_{MN}$ e $v_{OP} < v_{MN}$
- D $t_{OP} > t_{MN}$ e $v_{OP} > v_{MN}$
- E $t_{OP} < t_{MN}$ e $v_{OP} < v_{MN}$

09. (Pucsp 2004) A sonda Galileo terminou sua tarefa de capturar imagens do planeta Júpiter quando, em 29 de setembro deste ano, foi lançada em direção ao planeta depois de orbitá-lo por um intervalo de tempo correspondente a 8 anos terrestres. Considerando que Júpiter está cerca de 5 vezes mais afastado do Sol do que a Terra, é correto afirmar que, nesse intervalo de tempo, Júpiter completou, em torno do Sol,

- A cerca de 1,6 volta.
- B menos de meia volta.
- C aproximadamente 8 voltas.
- D aproximadamente 11 voltas.
- E aproximadamente 3/4 de volta.

10. (Unesp 2000) A figura ilustra o movimento de um planeta em torno do sol.



Se os tempos gastos para o planeta se deslocar de A para B, de C para D e de E para F são iguais, então as áreas - A_1 , A_2 , e A_3 - apresentam a seguinte relação:

- A $A_1 = A_2 = A_3$
- B $A_1 > A_2 = A_3$
- C $A_1 < A_2 < A_3$
- D $A_1 > A_2 > A_3$

NÍVEL AVANÇADO

01. (Unirio 2004) Em 1973, o Pink Floyd, uma famosa banda do cenário musical, publicou seu disco "The Dark Side of the Moon", cujo título pode ser traduzido como "O Lado Escuro da Lua". Este título está relacionado ao fato de a Lua mostrar apenas uma de suas faces para nós, os seres humanos. Este fato ocorre porque

- A os períodos de translação da Lua e da Terra em torno do Sol são iguais.
- B o período de rotação da Lua em torno do próprio eixo é igual ao período de rotação da Terra em torno de seu eixo.
- C o período de rotação da Lua em torno do próprio eixo é igual ao seu período de translação em torno da Terra.
- D o período de translação da Lua em torno da Terra é igual ao período de rotação desta em relação ao seu próprio eixo.
- E a luz do Sol não incide sobre o "lado escuro" da Lua.

02. (Udesc 2015) Um satélite artificial, em uma órbita geoestacionária em torno da Terra, tem um período de órbita de 24 h. Para outro satélite artificial, cujo período de órbita em torno da Terra

da órbita geoestacionária, é igual a:

- A $3 R_{Geo}$
- B $3^{1/4} R_{Geo}$
- C $2 R_{Geo}$
- D $4^{1/3} R_{Geo}$
- E $4 R_{Geo}$

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2021) TEXTO I

No cordel intitulado Senhor dos Anéis, de autoria de Gonçalo Ferreira da Silva, lê-se a sextilha:

A distância em relação
Ao nosso planeta amado
Pouco menos que a do Sol
Ele está distanciado
E menos denso que a água
Quando no normal estado

MEDEIROS, A.; AGRA, J. T. M., A astronomia na literatura de cordel. Física na Escola, n. 1, abr, 2010 (fragmento).

TEXTO II

Distâncias médias dos planetas ao Sol e suas densidades médias

Planetas	Distância média ao Sol (u.a.)	Densidade relativa média
*Mercúrio	0,39	5,6
*Vênus	0,72	5,2
*Terra	1,0	5,5
*Marte	1,5	4,0
**Ceres	2,8	2,1
*Júpiter	5,2	1,3
*Saturno	9,6	0,7
*Urano	19	1,2
*Netuno	30	1,7
**Plutão	40	2,0
**Éris	68	2,5

u.a. = 149.600.000 km, é a unidade astronômica.

*Planeta clássico, **Planeta-anão. Características dos planetas. Disponível em: www.astronoo.com. Acesso em: 8 nov. 2019 (adaptado).

Considerando os versos da sextilha e as informações da tabela em qual planeta o cordel faz referência? o segmento de reta que liga a estrela ao planeta

- A) Mercúrio.
- B) Júpiter.
- C) Urano.
- D) Saturno.
- E) Netuno.

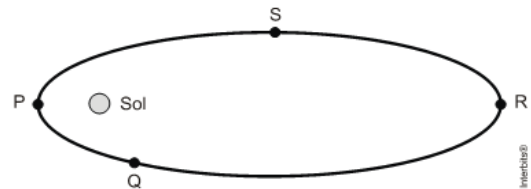
02. (Enem PPL 2017) Sabe-se que a posição em que o Sol nasce ou se põe no horizonte muda de acordo com a estação do ano. Olhando-se em direção ao poente, por exemplo, para um observador no Hemisfério Sul, o Sol se põe mais à direita no inverno do que no verão.

O fenômeno descrito deve-se à combinação de dois fatores: a inclinação do eixo de rotação terrestre e a

- A) precessão do periélio terrestre.
- B) translação da Terra em torno do Sol.
- C) nutação do eixo de rotação da Terra.
- D) precessão do eixo de rotação da Terra.
- E) rotação da Terra em torno de seu próprio eixo.

DISCURSIVAS

01. (UFMG 2012) Nesta figura, está representada, de forma esquemática, a órbita de um cometa em torno do Sol:



Nesse esquema, estão assinalados quatro pontos – P, Q, R ou S – da órbita do cometa.

- a) Indique em qual dos pontos – P, Q, R ou S – o módulo da aceleração do cometa é maior.
- b) Na trajetória descrita pelo cometa, a quantidade de movimento do cometa se conserva? Justifique sua resposta.

02. (Ufpe 2013) Um planeta realiza uma órbita elíptica

varre uma área A no plano da órbita do planeta. Em 32 meses tal segmento varre uma área igual a αA . Qual o valor de α ?

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
B	D	C	A	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	C	A	D	E
6	7	8	9	10
A	B	B	E	A

AVANÇADO

1	2
C	D

SEÇÃO ENEM

1	2
D	B

DISCURSIVAS

- 01.** a) Ponto P
b) Não, pois a velocidade é maior no ponto P.

- 02.** $\alpha = 16$

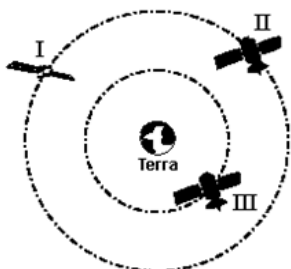
NÍVEL BÁSICO

- 01.** (UFMG 2007) Três satélites - I, II e III - movem-se em órbitas circulares ao redor da Terra.

O satélite I tem massa m e os satélites II e III têm, cada um, massa $2m$.

Os satélites I e II estão em uma mesma órbita de raio r e o raio da órbita do satélite III é $r/2$.

Na figura (fora de escala), está representada a posição de cada um desses três satélites:



Sejam $F(I)$, $F(II)$ e $F(III)$ os módulos das forças gravitacionais da Terra sobre, respectivamente, os satélites I, II e III.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- A** $F(I) = F(II) < F(III)$.
- B** $F(I) = F(II) > F(III)$.
- C** $F(I) < F(II) < F(III)$.
- D** $F(I) < F(II) = F(III)$.

- 02.** (Eear 2017) 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** $8F$

- 03.** (Cefet-MG 2020) Um satélite artificial está descrevendo uma órbita elíptica estável ao redor da Terra, como é mostrado na figura abaixo:



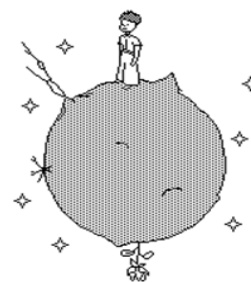
Os pontos A e B pertencem à trajetória do satélite, sendo que a distância da Terra ao ponto A é menor do que a distância do planeta ao ponto B.

Analisando a trajetória do satélite, é correto afirmar que sua

- A** aceleração diminui de B para A.
- B** velocidade aumenta de A para B.
- C** velocidade é maior quando está em A.
- D** aceleração é maior quando está em B.

- 04.** (UFMG 2002) O Pequeno Príncipe, do livro de mesmo nome, de Antoine de Saint-Exupéry, vive em um asteroide pouco maior que esse personagem, que tem a altura de uma criança terrestre.

Em certo ponto desse asteroide, existe uma rosa, como ilustrado nesta figura:



Após observar essa figura, Júlia formula as seguintes hipóteses:

I) O Pequeno Príncipe não pode ficar de pé ao lado da rosa, porque o módulo da força gravitacional é menor que o módulo do peso do personagem.

II) Se a massa desse asteroide for igual à da Terra, uma pedra solta pelo Pequeno Príncipe chegará ao solo antes de uma que é solta na Terra, da mesma altura.

Analisando-se essas hipóteses, pode-se concluir que

- A apenas a I está correta.
- B apenas a II está correta.
- C as duas estão corretas.
- D nenhuma das duas está correta.

05. (Famerp 2020) Um satélite geoestacionário é aquele que se encontra parado em relação a um ponto sobre a superfície da Terra. Se a Terra fosse perfeitamente esférica, com distribuição homogênea de massa, esses pontos só poderiam estar no plano que contém a Linha do Equador terrestre. Na realidade, os satélites geoestacionários encontram-se sobre pontos ligeiramente fora desse plano.

Para colocar um satélite estacionário em órbita ao redor de outro astro, como a Lua ou Marte, considerando-os perfeitamente esféricos e com distribuição homogênea de massa, o raio da órbita do satélite dependerá apenas

- A do período de rotação do astro e da massa do satélite.
- B da massa e do raio do astro e da massa do satélite.
- C do raio e do período de rotação do astro e da massa do satélite.
- D da massa e do período de rotação do astro.
- E da massa e do raio do astro.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ifce 2020) O valor da aceleração da gravidade num ponto X em torno da Terra, a uma altitude equivalente a 4 vezes o raio da Terra, acima da superfície, m/s^2 , é igual a

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

- A 1,0
- B 0,6
- C 0,8
- D 0,4
- E 1,2

02. (Ufu 2019) A intensidade da força gravitacional em cada um dos planetas do Sistema Solar é diferente. Comparando-se dados da Terra com os de Saturno, tem-se que a massa de nosso planeta é aproximadamente cem vezes menor que a de Saturno, e o raio de Saturno é cerca de nove vezes maior do que o terrestre.

Se um objeto na superfície da Terra tem peso P, quando colocado na imaginária superfície de Saturno, terá peso, aproximadamente, de

- A 10P
- B 0,01P
- C 100P
- D 1,2P

03. (Unicamp 2021) Recentemente, uma equipe internacional de cientistas detectou a explosão de uma estrela conhecida como SN2016aps, que teria sido a explosão de supernova mais brilhante já registrada.

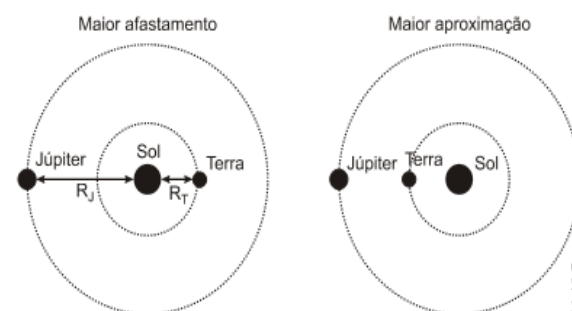
Os cientistas estimam que, no momento da explosão, a massa da supernova SN2016aps era 50 a 100 vezes maior que a massa do Sol. Se o Sol tivesse a massa dessa supernova, mantendo-se a sua distância da Terra,

- A a velocidade de translação da Terra em torno do Sol deveria aumentar e o período do ano terrestre diminuir.
- B a velocidade de translação da Terra em torno do Sol deveria diminuir e o período do ano terrestre aumentar.
- C a velocidade de translação da Terra em torno do Sol e o período do ano terrestre deveriam diminuir.
- D a velocidade de translação da Terra em torno do Sol e o período do ano terrestre deveriam aumentar.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES

Em setembro de 2010, Júpiter atingiu a menor distância da Terra em muitos anos. As figuras abaixo ilustram a situação de maior afastamento e a de maior aproximação dos planetas, considerando que suas órbitas são circulares, que o raio da

da órbita de Júpiter (R_J) equivale a $7,5 \times 10^{11} \text{ m}$.



04. (Unicamp 2012) De acordo com a terceira lei de Kepler, o período de revolução e o raio da órbita desses planetas em torno do Sol obedecem à relação abaixo

$$\left(\frac{T_J}{T_T}\right)^2 = \left(\frac{R_J}{R_T}\right)^3$$

em que T_J e T_T são os períodos de Júpiter e da Terra, respectivamente. Considerando as órbitas circulares representadas na figura, o valor de T_J em anos terrestres é mais próximo de

- (A) 0,1 (B) 5 (C) 12 (D) 125
05. (Unicamp 2012) A força gravitacional entre dois corpos de massa m_1 e m_2 tem módulo $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ em que r é a distância entre eles e $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$. Sabendo que a massa de Júpiter é $m_J = 2,0 \times 10^{27} \text{ kg}$ e que a massa da Terra é $m_T = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$, o módulo da força gravitacional entre Júpiter e a Terra no momento de maior proximidade é
- (A) $1,4 \times 10^{18} \text{ N}$
 (B) $2,2 \times 10^{18} \text{ N}$
 (C) $3,5 \times 10^{19} \text{ N}$
 (D) $1,3 \times 1,0^{30} \text{ N}$
06. (Ufrgs 2010) Levando-se em conta unicamente o movimento de rotação da Terra em torno de seu eixo imaginário, qual é aproximadamente a velocidade tangencial de um ponto na superfície da Terra, localizado sobre o equador terrestre? (Considere $\pi=3,14$; raio da Terra $R_T = 6.000 \text{ km}$)
- (A) 440 km/h
 (B) 800 km/h
 (C) 880 km/h
 (D) 1.600 km/h
 (E) 3.200 km/h
07. (Uea-sis 1 2024) Em maio de 2017, o Brasil lançou para o espaço o Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações estratégicas (SGDC), que orbita a Terra sempre voltado para o território nacional, como mostra a figura.



(www.fab.mil.br)

Considere que a massa e a força gravitacional à qual esse satélite está submetido são, aproximadamente, 6.000kg e 1.200 N. Nessas condições, a aceleração da gravidade na região da órbita desse satélite vale, aproximadamente,

- (A) 0,1 m/s^2
 (B) 0,2 m/s^2
 (C) 0,4 m/s^2
 (D) 1,2 m/s^2
 (E) 1,8 m/s^2
08. (Fmc 2022) O raio da Terra é R e o módulo da aceleração da gravidade na sua superfície é g . O módulo da aceleração da gravidade em um astronauta que se encontra em uma nave espacial numa órbita circular de raio $2R$ ao redor da Terra é:
- (A) 0
 (B) $g/8$
 (C) $g/4$
 (D) $g/2$
 (E) g
09. (Acafe 2022) A lei da gravitação universal é uma força pela qual os dois objetos sofrem atração de campo e obedece à lei do inverso do quadrado da distância. Levando em conta que a força peso de um objeto pode ser igualada à força gravitacional, pode-se determinar a aceleração da gravidade conhecendo a massa do planeta Terra e a distância do seu centro ao ponto de interesse. De um modo geral, utilizamos o raio médio terrestre para obter g (médio). Logo, nosso planeta é achatado nos polos em relação ao Equador. Assim sendo, pode-se afirmar, quanto ao valor de g , que:
- (A) g (polos) $>$ g (Equador) $>$ g (médio).
 (B) g (médio) $>$ g (polos) $>$ g (Equador).
 (C) g (Equador) $>$ g (médio) $>$ g (polos).
 (D) g (polos) $>$ g (médio) $>$ g (Equador).
10. (Famerp 2019) A tabela mostra alguns dados referentes ao planeta Urano.

Distância média ao Sol	$2,87 \cdot 10^9 \text{ km}$
Período de translação ao redor do Sol	84 anos
Período de rotação	18 horas
Massa	$8,76 \cdot 10^{25} \text{ kg}$
Diâmetro equatorial	$5,11 \cdot 10^4 \text{ km}$
Aceleração gravitacional na superfície	$11,45 \text{ m/s}^2$

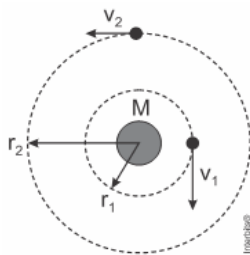
(<http://astro.if.ufrgs.br>. Adaptado.)

Para calcular a força de atração gravitacional média entre o Sol e Urano, somente com os dados da tabela, deve-se usar apenas e necessariamente

- A a distância média ao Sol, o período de translação ao redor do Sol e a massa.
- B a distância média ao Sol, a massa e o diâmetro equatorial.
- C a distância média ao Sol, a aceleração gravitacional na superfície e o período de rotação.
- D o período de rotação, o diâmetro equatorial e a aceleração gravitacional na superfície.
- E o período de translação ao redor do Sol, a massa e o diâmetro equatorial.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Upe 2015) 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

exerce sobre o outro.

- A 5
- B 3
- C 2
- D $4/5$
- E $5/4$

02. (Esc. Naval 2021) Dois satélites artificiais 1 e 2, cuja relação das massas $m_1/m_2 = 2$ estão em órbitas circulares ao redor de um planeta e têm seus períodos de translação relacionados por $T_2/T_1 = 2\sqrt{2}$. Calcule a relação entre as energias cinéticas E_{c1} / E_{c2} e assinale a opção correta.

- A $\sqrt{2}$
- B $2 \cdot \sqrt{2}$
- C $\sqrt{2}/2$
- D $3\sqrt{2}/2$
- E 4

SEÇÃO ENEM

01. (Enem (Libras) 2017) Conhecer o movimento das marés é de suma importância para a navegação, pois permite definir com segurança quando e onde um navio pode navegar em áreas, portos ou canais. Em média, as marés oscilam entre alta e baixa num período de 12 horas e 24 minutos. No conjunto de marés altas, existem algumas que são maiores do que as demais.

A ocorrência dessas maiores marés tem como causa

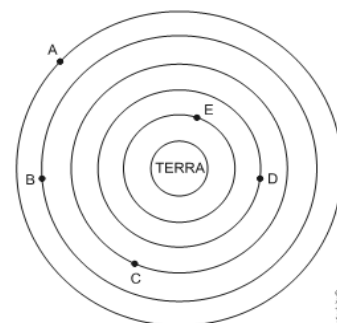
- A a rotação da Terra, que muda entre dia e noite a cada 12 horas.
- B os ventos marítimos, pois todos os corpos celestes se movimentam juntamente.
- C o alinhamento entre a Terra, a Lua e o Sol, pois as forças gravitacionais agem na mesma direção.
- D o deslocamento da Terra pelo espaço, pois a atração gravitacional da Lua e do Sol são semelhantes.
- E a maior influência da atração gravitacional do Sol sobre a Terra, pois este tem a massa muito maior que a da Lua.

02. (Enem 2013) A Lei da Gravitação Universal, de Isaac Newton, estabelece a intensidade da força de atração entre duas massas. Ela é representada pela expressão:

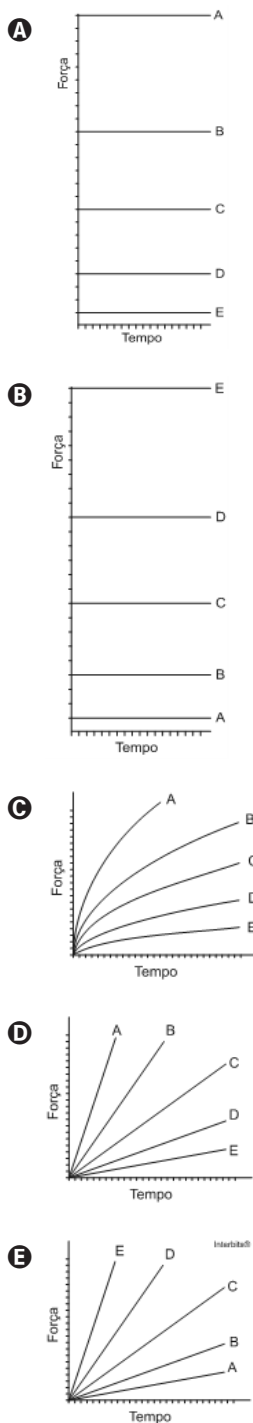
$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

onde m_1 e m_2 correspondem às massas dos corpos, d à distância entre eles, G à constante universal da gravitação e F à força que um corpo

O esquema representa as trajetórias circulares de cinco satélites, de mesma massa, orbitando a Terra.



Qual gráfico expressa as intensidades das forças que a Terra exerce sobre cada satélite em função do tempo?



- 03.** (Enem 2ª Aplicação 2014) Dois satélites artificiais, S_1 e S_2 , de massas M e $2M$, respectivamente, estão em órbita ao redor da Terra e sujeitos ao seu campo gravitacional. Quando o satélite S_1 passa por um determinado ponto do espaço, sua aceleração é de $7,0 \text{ m/s}^2$.

Qual será a aceleração do satélite S_2 , quando ele passar pelo mesmo ponto?

- A** $3,5 \text{ m/s}^2$ **D** 14 m/s^2
B $7,0 \text{ m/s}^2$ **E** 49 m/s^2
C $9,8 \text{ m/s}^2$

- 04.** (Enem PPL 2015) Observações astronômicas indicam que no centro de nossa galáxia, a Via Láctea, provavelmente exista um buraco negro cuja massa é igual a milhares de vezes a massa do Sol. Uma técnica simples para estimar a massa desse buraco negro consiste em observar algum objeto que orbite ao seu redor e medir o período de uma rotação completa, T , bem como o raio médio, R , da órbita do objeto, que supostamente se desloca, com boa aproximação, em movimento circular uniforme. Nessa situação, considere que a força resultante, devido ao movimento circular, é igual, em magnitude, à força gravitacional que o buraco negro exerce sobre o objeto.

A partir do conhecimento do período de rotação, da distância média e da constante gravitacional, G , a massa do buraco negro é

- A** $\frac{4\pi^2 R^2}{GT^2}$
B $\frac{\pi^2 R^3}{2GT^2}$
C $\frac{2\pi^2 R^3}{GT^2}$
D $\frac{4\pi^2 R^3}{GT^2}$
E $\frac{\pi^2 R^5}{GT^2}$

- 05.** (Enem 2022) Um Buraco Negro é um corpo celeste que possui uma grande quantidade de matéria concentrada em uma pequena região do espaço, de modo que sua força gravitacional é tão grande que qualquer partícula fica aprisionada em sua superfície, inclusive a luz. O raio dessa região caracteriza uma superfície-limite, chamada de horizonte de eventos, da qual nada consegue escapar. Considere que o Sol foi instantaneamente substituído por um Buraco Negro com a mesma massa solar, de modo que o seu horizonte de eventos seja de aproximadamente $3,0 \text{ km}$.

SCHWARZSCHILD, K. On the Gravitational Field of a Mass Point According to Einstein's Theory. Disponível em: arxiv.org. Acesso em: 26 maio 2022 (adaptado).

Após a substituição descrita, o que aconteceria aos planetas do Sistema Solar?

- A Eles se moveriam em órbitas espirais, aproximando-se sucessivamente do Buraco Negro.
- B Eles oscilariam aleatoriamente em torno de suas órbitas elípticas originais.
- C Eles se moveriam em direção ao centro do Buraco Negro.
- D Eles passariam a precessionar mais rapidamente.
- E Eles manteriam suas órbitas inalteradas.

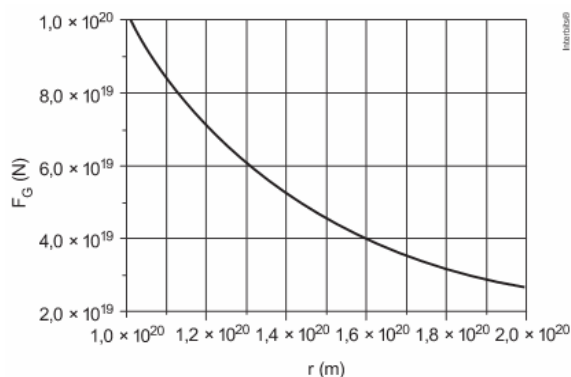
DISCURSIVAS

01. (Unicamp 2008) Observações astronômicas indicam que as velocidades de rotação das estrelas em torno de galáxias são incompatíveis com a distribuição de massa visível das galáxias, sugerindo que grande parte da matéria do Universo é escura, isto é, matéria que não interage com a luz. O movimento de rotação das estrelas resulta da força de atração gravitacional que as galáxias exercem sobre elas.

A curva no gráfico a seguir mostra como a força gravitacional

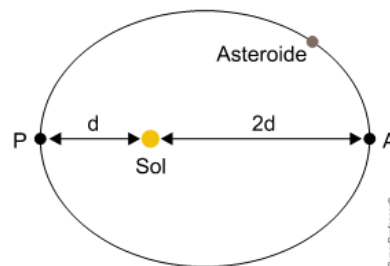
$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

que uma galáxia de massa M exerce sobre uma estrela externa à galáxia, deve variar em função da distância r da estrela em relação ao centro da galáxia, considerando-se $m = 1,0 \times 10^{30}$ kg para a massa da estrela. A constante de gravitação G vale $6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.



- a) Determine a massa M da galáxia.
- b) Calcule a velocidade de uma estrela em órbita circular a uma distância $r = 1,6 \times 10^{20}$ m do centro da galáxia.

02. (Famerp 2023) Um asteroide de massa $8,0 \times 10^8$ kg descreve uma trajetória elíptica em torno do Sol, como mostrado na figura, sendo A o ponto mais afastado do Sol e P o ponto mais próximo.



- a) Sabendo que a força que o Sol exerce sobre o asteroide quando este se encontra no ponto P é $4,0 \times 10^{18}$ N, determine a aceleração do asteroide, em m/s^2 , quando ele se encontra nesse ponto e a força, em newtons, que o Sol exerce sobre o asteroide quando este se encontra no ponto A.

- b) Considere um sistema formado apenas por esse asteroide e por um objeto de massa 2,0 kg próximo à sua superfície. Sabendo que o asteroide, de formato esférico, possui raio de 40 m e que a constante de gravitação universal vale $6,6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, calcule a aceleração gravitacional, em m/s^2 , e o peso do objeto, em newtons, na superfície do asteroide.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	D	C	B	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	D	A	C	B
6	7	8	9	10
D	B	C	D	A

AVANÇADO

1	2
B	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
C	B	B	D	E

DISCURSIVAS

- 01.** a) $1,5 \times 10^{40}$ kg
b) $8,0 \times 10^4$ m/s
- 02.** a) 5×10^9 m/s² e $1,0 \times 10^{18}$ N
b) $6,6 \times 10^5$ N



NÍVEL BÁSICO

01. (Ufu 2019) Os termômetros são equipamentos construídos para realizar medidas de temperatura de forma indireta. O termômetro é montado para utilizar uma propriedade física cujas variações estão associadas à temperatura, chamada de propriedade termométrica. O valor da temperatura é determinado e indicado em função da situação física detectada, sendo que, para efeitos de calibração, se faz necessário o uso de referências ou de padrões.

Qual das alternativas possui propriedades físicas que podem ser utilizadas para construção de termômetros para realizar medidas de variações de temperaturas?

- A** Resistência elétrica de um fio condutor e pressão de um gás a volume constante.
- B** Diferença de potencial entre dois metais diferentes em contato e velocidade de propagação de uma onda eletromagnética no vácuo.
- C** Emissão de radiação eletromagnética por um corpo sólido e ponto triplo da água.
- D** Velocidade do som no ar e massa de um objeto sólido.

02. (Utfpr 2018) Sobre escalas termométricas, considere as seguintes afirmações:

I. A temperatura normal do corpo humano é $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na escala Fahrenheit, essa temperatura corresponde a um valor maior do que $100\text{ }^{\circ}\text{F}$.

II. Na escala Kelvin, todas as temperaturas são representadas por valores positivos.

III. A temperatura de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ na escala Kelvin corresponde a 300 K .

Está(ão) correta(s) apenas:

- A** I
- B** I e II
- C** II
- D** II e III
- E** III

03. (Unicamp 2021) Em março de 2020, a Unicamp e o Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab), dos Estados Unidos, assinaram um acordo de cooperação científica com o objetivo de desenvolver tanques para conter argônio líquido a baixíssimas temperaturas (criostatos). Esses tanques abrigarão detectores para o estudo dos neutrinos.

A temperatura do argônio nos tanques é $T_{\text{Ar}} = -184\text{ }^{\circ}\text{C}$. Usualmente, a grandeza "temperatura" em física é expressa na escala Kelvin (K). Sabendo-se que as temperaturas aproximadas do ponto de ebulição (T_E) e do ponto de solidificação (T_S) da água à pressão atmosférica são, respectivamente, $T_E = 373\text{ K}$ e $T_S = 273\text{ K}$, a temperatura do argônio nos tanques será igual a

- A** 20 K
- B** 89 K
- C** 189 K
- D** 457 K

04. (Uerj 2014) Observe na tabela os valores das temperaturas dos pontos críticos de fusão e de ebulição, respectivamente, do gelo e da água, à pressão de 1 atm , nas escalas Celsius e Kelvin.

Pontos críticos	Temperatura	
	$^{\circ}\text{C}$	K
Fusão	0	273
Ebulição	100	373

Considere que, no intervalo de temperatura entre os pontos críticos do gelo e da água, o mercúrio em um termômetro apresenta uma dilatação linear.

Nesse termômetro, o valor na escala Celsius correspondente à temperatura de 313 K é igual a

- A** 20
- B** 30
- C** 40
- D** 60

05. (Fatec 2020) Recentemente, uma empresa britânica apresentou um protótipo de um motor a jato supersônico que permitirá às aeronaves comerciais voarem a uma velocidade muito acima da velocidade do som, fazendo com que uma viagem de São Paulo à Austrália dure, aproximadamente, 4 horas (atualmente essa viagem dura cerca de 24 horas).

Isso só é possível devido ao fato de o motor ser alimentado por uma mistura de hidrogênio e oxigênio. Esse motor "suga" o ar à sua frente fazendo com que os gases, antes de entrarem no combustor, sejam resfriados por um sistema denominado pre-cooler. Esse dispositivo consegue resfriar os gases variando a temperatura 1.000 K em cerca de 50 ms. Assim, ele aumenta a eficiência de combustível.

Com base nessas informações, podemos afirmar que a taxa de variação de resfriamento térmico, em $^{\circ}\text{C}/\text{s}$, é

- A 25.460
- B 20.000
- C 2.546
- D 2.000
- E 250

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ifce 2019) Qualquer pessoa pode construir sua própria escala de temperaturas. Suponha que a escala Nunes seja construída levando em consideração os valores 7°N e 27°N para os pontos de fusão e ebulição da água, respectivamente. Se existir, a temperatura coincidente na escala Nunes e Celsius será
- experimental, como o mostrado na figura, capaz
- A 4,25
 - B 8,75
 - C 3,75
 - D 2,25
 - E 1,75

02. (Ifsul 2018) Num recipiente com água, dois termômetros determinam, simultaneamente, a temperatura, sendo um deles graduado em graus Fahrenheit e o outro em graus Celsius. A diferença entre as leituras dos dois termômetros é 100,0.

Com base nas informações fornecidas, é correto afirmar que a temperatura da água contida no recipiente, em graus Fahrenheit, é

- A 85
- B 185
- C 100
- D 180

03. (Ifce 2016) Um médico, no Brasil, mede a temperatura de seu paciente e o termômetro registra $37,0^{\circ}\text{C}$ (graus Celsius). Esta temperatura, expressa em $^{\circ}\text{F}$ (graus Fahrenheit), é igual a

- A 90,8
- B 96,8
- C 94,6
- D 92,0
- E 98,6

04. (Eear 2019) Roberto, empolgado com as aulas de Física, decide construir um termômetro que trabalhe com uma escala escolhida por ele, a qual chamou de escala R. Para tanto, definiu -20°R como ponto de fusão do gelo e 80°R como temperatura de ebulição da água, sendo estes os pontos fixos desta escala. Sendo R a temperatura na escala criada por Roberto e C a temperatura na escala Celsius, e considerando que o experimento seja realizado ao nível do mar, a expressão que relaciona corretamente as duas escalas será:

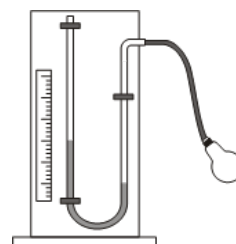
- A $C = R - 20$
- B $C = R + 20$
- C $C = (R+20)/2$
- D $C = (R - 20)/2$

05. (Mackenzie 2014) Um internauta, comunicando-se em uma rede social, tem conhecimento de que naquele instante a temperatura em Nova Iorque é $\theta_{\text{NI}} = 68^{\circ}\text{F}$, em Roma é $\theta_{\text{RO}} = 291\text{K}$ e em São Paulo, $\theta_{\text{SP}} = 25^{\circ}\text{C}$. Comparando essas temperaturas, estabelece-se que

- A $\theta_{\text{NI}} < \theta_{\text{RO}} < \theta_{\text{SP}}$
- B $\theta_{\text{SP}} < \theta_{\text{RO}} < \theta_{\text{NI}}$
- C $\theta_{\text{RO}} < \theta_{\text{NI}} < \theta_{\text{SP}}$
- D $\theta_{\text{RO}} < \theta_{\text{SP}} < \theta_{\text{NI}}$
- E $\theta_{\text{NI}} < \theta_{\text{SP}} < \theta_{\text{RO}}$

06. (Unesp 2010) Um termoscópio é um dispositivo

de indicar a temperatura a partir da variação da altura da coluna de um líquido que existe dentro dele. Um aluno verificou que, quando a temperatura na qual o termoscópio estava submetido era de 10°C , ele indicava uma altura de 5 mm. Percebeu ainda que, quando a altura havia aumentado para 25 mm, a temperatura era de 15°C .



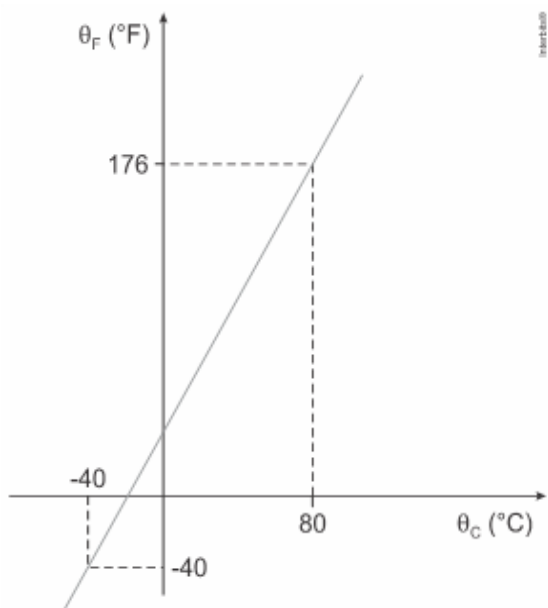
Quando a temperatura for de 20 °C, a altura da coluna de líquido, em mm, será de

- A 25
- B 30
- C 35
- D 40
- E 45

07. (Fac. Albert Einstein 2020) A NASA anunciou para 2026 o início de uma missão muito esperada para explorar Titã, a maior lua de Saturno: a missão Dragonfly. Titã é a única lua do Sistema Solar que possui uma atmosfera significativa, onde haveria condições teóricas de geração de formas rudimentares de vida. Essa missão será realizada por um drone porque a atmosfera de Titã é bastante densa, mais do que a da Terra, e a gravidade é muito baixa, menor do que a da nossa Lua.

(“NASA lançará drone para procurar sinais de vida na lua Titã”. www.inovacaotecnologica.com.br, 28.06.2019. Adaptado.)

O gráfico mostra a relação entre as temperaturas de um mesmo corpo, lidas nas escalas Fahrenheit (θ_F) e Celsius (θ_C).



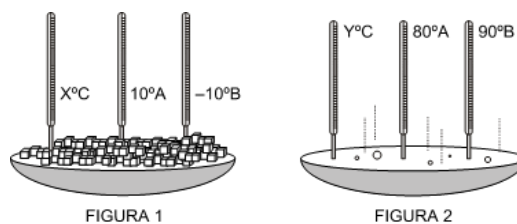
C 15,0

Assim, sabendo que a temperatura média na superfície de Titã é de aproximadamente -180°C, essa temperatura, expressa na escala Fahrenheit, corresponde a

- A -102 °F
- B -68 °F
- C -292 °F
- D -324 °F
- E -412 °F

08. (Mackenzie 2010) Um termômetro graduado na escala Celsius (°C) é colocado juntamente com dois outros, graduados nas escalas arbitrárias A (°A) e B (°B), em uma vasilha contendo gelo (água no estado sólido) em ponto de fusão, ao nível do mar. Em seguida, ainda ao nível do mar, os mesmos termômetros são colocados em uma outra vasilha, contendo água em ebulição, até atingirem o equilíbrio térmico.

As medidas das temperaturas, em cada uma das experiências, estão indicadas nas figuras 1 e 2, respectivamente.



Para uma outra situação, na qual o termômetro graduado na escala A indica 17 °A, o termômetro graduado na escala B e o graduado na escala Celsius indicarão, respectivamente,

- A 0 °B e 7 °C
- B 0 °B e 10 °C
- C 10 °B e 17 °C
- D 10 °B e 27 °C
- E 17 °B e 10 °C

09. (Cefet-MG 2010) Nos pontos de fusão e de ebulição da água, as colunas líquidas de um termômetro de mercúrio valem, respectivamente, 10,0 cm e 25,0 cm. Para a temperatura de 33,3 °C, a altura aproximada dessa coluna, em centímetros, vale

- A 5,00
- B 10,0
- D 20,0

10. (Ufjf-pism 2 2020) Em uma aula sobre escalas de temperatura, termômetros sem escala foram fornecidos aos alunos de dois grupos, A e B, para que criassem suas próprias escalas lineares. Ambos os grupos tomaram como pontos fixos a fusão do gelo e a ebulição da água. Para a fusão do gelo, o grupo A atribuiu o valor 0, e o grupo B atribuiu o valor 10. Para a ebulição da água, o grupo A atribuiu o valor 100, e o grupo B atribuiu o valor 30. Se a temperatura para o grupo A é representada por T_A , e para o grupo B ela é representada por T_B , qual é a relação termométrica entre estas duas escalas?

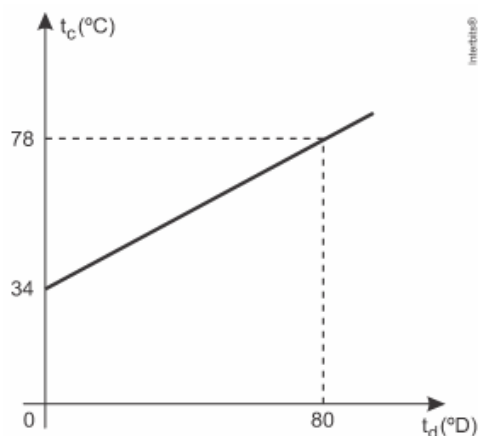
A é representada por T_A , e para o grupo B ela é representada por T_B , qual é a relação termométrica entre estas duas escalas?

- A $T_A = 100T_B + 20$
- B $T_A = 20T_B - 200$
- C $T_A = 5T_B$
- D $T_A = 100T_B - 20$
- E $T_A = 5T_B - 50$

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fatec 2007) Um cientista criou uma escala termométrica D que adota como pontos fixos o ponto de ebulição do álcool (78°C) e o ponto de ebulição do éter (34°C).

O gráfico a seguir relaciona esta escala D com a escala Celsius.



A temperatura de ebulição da água vale, em $^{\circ}\text{D}$:

- A 44
 - B 86
 - C 112
 - D 120
 - E 160
- E o calor do termômetro passe para o corpo.

02. (Imed 2015) Uma temperatura é tal que 18 (dezoito) vezes o seu valor na escala Celsius é igual a -10 (menos dez) vezes o seu valor na escala Fahrenheit. Determine essa temperatura.

- A 8°F
- B 16°F
- C 32°F
- D 64°F
- E 128°F

SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias "de calor". Muitas vezes ouvimos expressões como "hoje está calor" ou "hoje o calor está muito forte" quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de "calor" usado nessas expressões?

- A Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- B Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- C Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- D Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.
- E Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

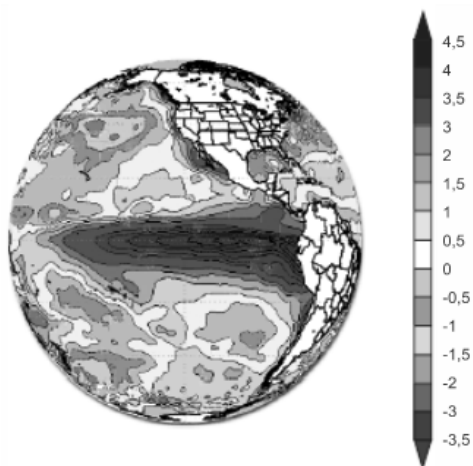
02. (Enem Digital 2020) Um fabricante de termômetros orienta em seu manual de instruções que o instrumento deve ficar três minutos em contato com o corpo para aferir a temperatura. Esses termômetros são feitos com o bulbo preenchido com mercúrio conectado a um tubo capilar de vidro.

De acordo com a termodinâmica, esse procedimento se justifica, pois é necessário que

- A o termômetro e o corpo tenham a mesma energia interna.
- B a temperatura do corpo passe para o termômetro.
- C o equilíbrio térmico entre os corpos seja atingido.
- D a quantidade de calor dos corpos seja a mesma.

DISCURSIVAS

01. (Uerj 2015) No mapa abaixo, está representada a variação média da temperatura dos oceanos em um determinado mês do ano. Ao lado, encontra-se a escala, em graus Celsius, utilizada para a elaboração do mapa.



Adaptado de enos.cptec.inpe.br.

Determine, em Kelvins, o módulo da variação entre a maior e a menor temperatura da escala apresentada.

02. (Ufrj 2004) Um mecânico, medindo a temperatura de um dispositivo do motor do carro de um turista americano, usou um termômetro cuja leitura digital foi de 92 °C. Para que o turista entendesse melhor a temperatura, o mecânico teve de converter a unidade de temperatura para Fahrenheit.

C

C

Qual foi o valor da temperatura após esta conversão?

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
A	C	B	C	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	B	E	B	C
6	7	8	9	10
E	C	B	C	E

AVANÇADO

1	2
D	B

SEÇÃO ENEM

1	2

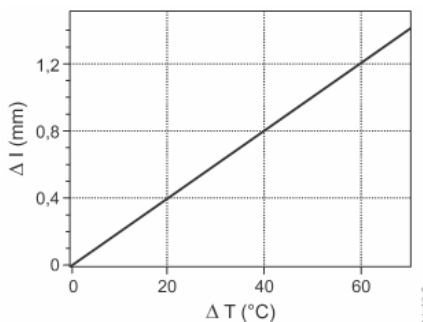
DISCURSIVAS

01. 8 K

02. 197,6 °F

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ufrgs 2018) Uma barra metálica de 1 m de comprimento é submetida a um processo de aquecimento e sofre uma variação de temperatura. O gráfico abaixo representa a variação Δl em mm, no comprimento da barra, em função da variação de temperatura ΔT , em $^{\circ}\text{C}$.



Qual é o valor do coeficiente de dilatação térmica linear do material de que é feita a barra, em unidades $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$?

- A** 0,2
 - B** 2,0
 - C** 5,0
 - D** 20
 - E** 50
- 02.** (Fatec 2017) Numa aula de laboratório do curso de Soldagem da FATEC, um dos exercícios era construir um dispositivo eletromecânico utilizando duas lâminas retilíneas de metais distintos, de mesmo comprimento e soldadas entre si, formando o que é chamado de "lâmina bimetálica".

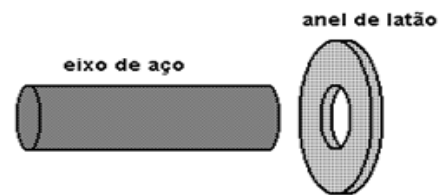
Para isso, os alunos fixaram de maneira firme uma das extremidades enquanto deixaram a outra livre, conforme a figura.



Considere que ambas as lâminas estão inicialmente sujeitas à mesma temperatura T_0 , e que a relação entre os coeficientes de dilatação linear seja $\alpha_A > \alpha_B$.

Ao aumentar a temperatura da lâmina bimetálica, é correto afirmar que

- A** a lâmina A e a lâmina B continuam se dilatando de forma retilínea conjuntamente.
 - B** a lâmina A se curva para baixo, enquanto a lâmina B se curva para cima.
 - C** a lâmina A se curva para cima, enquanto a lâmina B se curva para baixo.
 - D** tanto a lâmina A como a lâmina B se curvam para baixo.
 - E** tanto a lâmina A como a lâmina B se curvam para cima.
- 03.** (UFMG 2006) João, chefe de uma oficina mecânica, precisa encaixar um eixo de aço em um anel de latão, como mostrado nesta figura:



À temperatura ambiente, o diâmetro do eixo é maior que o do orifício do anel.

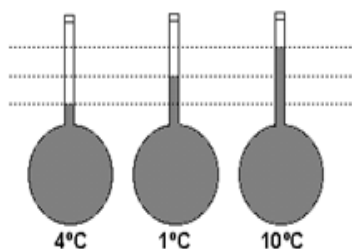
Sabe-se que o coeficiente de dilatação térmica do latão é maior que o do aço.

Diante disso, são sugeridos a João alguns procedimentos, descritos nas alternativas a seguir, para encaixar o eixo no anel.

Assinale a alternativa que apresenta um procedimento que NÃO permite esse encaixe.

- A** Resfriar apenas o eixo.
 - B** Aquecer apenas o anel.
 - C** Resfriar o eixo e o anel.
 - D** Aquecer o eixo e o anel.
- 04.** (Ifsul 2017) O que aconteceria se o vidro de um termômetro expandisse mais ao ser aquecido do que o líquido dentro do tubo?
- A** O termômetro quebraria.
 - B** Ele só poderia ser usado para temperaturas abaixo da temperatura ambiente.
 - C** Você teria que segurá-lo com o bulbo para cima.
 - D** A escala no termômetro seria invertida, aproximando os valores mais altos de temperatura do bulbo.

05. (Ufla 2003) Um bulbo de vidro conectado a um tubo fino, com coeficiente de dilatação desprezível, contendo certa massa de água na fase líquida é mostrado a seguir em três situações de temperatura. Na primeira, o sistema está a $4\text{ }^\circ\text{C}$; na segunda, a $1\text{ }^\circ\text{C}$ e, na terceira, a $10\text{ }^\circ\text{C}$. Conforme a temperatura, a água ocupa uma certa porção do tubo. Tal fenômeno é explicado



- A pelo aumento de volume da água de $0\text{ }^\circ\text{C}$ a $4\text{ }^\circ\text{C}$, seguido da diminuição do volume a partir de $4\text{ }^\circ\text{C}$.
 B pela diminuição da densidade da água de $0\text{ }^\circ\text{C}$ a $4\text{ }^\circ\text{C}$, seguido do aumento da densidade a partir de $4\text{ }^\circ\text{C}$.
 C pelo aumento do volume da água a partir de $0\text{ }^\circ\text{C}$.
 D pelo aumento da densidade da água de $0\text{ }^\circ\text{C}$ a $4\text{ }^\circ\text{C}$, seguido da diminuição da densidade a partir de $4\text{ }^\circ\text{C}$.
 E pela diminuição do volume da água a partir de $0\text{ }^\circ\text{C}$.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ifsul 2020)

do material que compõe a estrutura da ponte é



Figura extraída de HEWITT, Paul. *Física Conceitual*. Porto Alegre: Bookman, 2015.

Em virtude de variações de temperatura, aquecimento e resfriamento, os materiais alteram suas dimensões. Em pontes, por exemplo, são colocadas "juntas de dilatação", para que não ocorra deformação dos materiais com a variação do comprimento da construção.

Considerando o coeficiente de dilatação linear do concreto igual a $7 \times 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ cada 100 m de comprimento da ponte, ao sofrer uma variação de temperatura de $20\text{ }^\circ\text{C}$ da manhã para a tarde, irá dilatar

- A 0,10 cm
 B 1,40 cm
 C 2,80 cm
 D 7,40 cm

02. (Famerp 2019) 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 $25\text{ }^\circ\text{C}$.

Sabendo que o coeficiente de dilatação linear

$1,2 \times 10^{-5}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 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 $70\text{ }^\circ\text{C}$
 B $65\text{ }^\circ\text{C}$
 C $55\text{ }^\circ\text{C}$
 D $50\text{ }^\circ\text{C}$
 E $45\text{ }^\circ\text{C}$

03. (Uff 2003) A figura representa um dispositivo, que possui uma lâmina bimetálica enrolada em forma de espiral, utilizado para acusar superaquecimento.

Um ponteiro está acoplado à espiral cuja extremidade interna é fixa. A lâmina é constituída por dois metais, fortemente ligados, com coeficientes de dilatação linear distintos, α_1 e α_2 , indicados, respectivamente, pelas regiões cinza escuro e cinza claro da espiral.

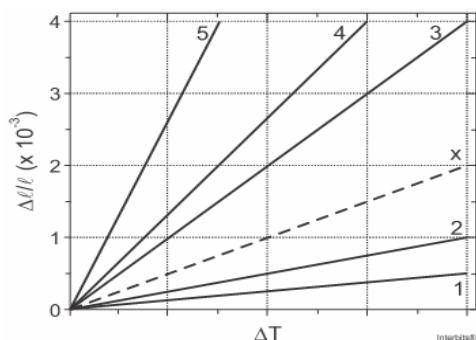


Assinale a opção que expressa corretamente o funcionamento do dispositivo quando a temperatura aumenta.

- A Independentemente da relação entre α_1 e α_2 , a espiral sempre se fecha e o ponteiro gira no sentido horário.
- B Com $\alpha_1 < \alpha_2$, a espiral se fecha e o ponteiro gira no sentido horário.
- C Com $\alpha_1 > \alpha_2$, a espiral se abre e o ponteiro gira no sentido horário.
- D Com $\alpha_1 < \alpha_2$, a espiral se abre e o ponteiro gira no sentido horário.
- E Com $\alpha_1 > \alpha_2$, a espiral se fecha e o ponteiro gira no sentido horário.

04. (Ufrgs 2015) Duas barras metálicas, X e Y, mesmo comprimento (l) em temperatura ambiente T_0 , são aquecidas uniformemente até uma temperatura T. Os materiais das barras têm coeficientes de dilatação linear, respectivamente α_x e α_y , que são positivos e podem ser considerados constantes no intervalo de temperatura $|\Delta T = T - T_0$.

Na figura abaixo, a reta tracejada X representa o acréscimo relativo $\Delta l/l$ no comprimento da barra X, em função da variação da temperatura.



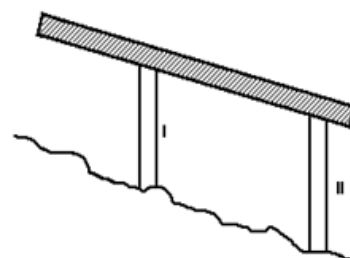
Sabendo que $\alpha_y = 2\alpha_x$, assinale a alternativa que indica a reta que melhor representa o acréscimo

$\Delta l/l$ no comprimento da barra Y, em função da variação da temperatura.

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

05. (Cesgranrio 1992) Uma rampa para saltos de asa-delta é construída de acordo com o esquema que se segue. A pilastra de sustentação II tem, a 0°C , comprimento três vezes maior do que a I.

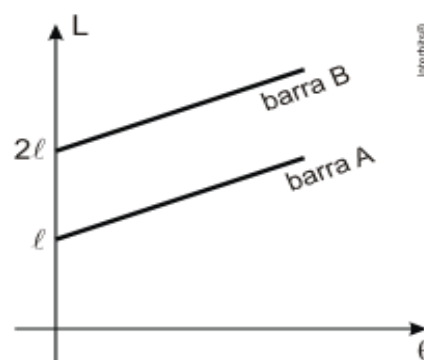
Os coeficientes de dilatação de I e II são, respectivamente, α_1 e α_2 .



Para que a rampa mantenha a mesma inclinação a qualquer temperatura, é necessário que a relação entre α_1 e α_2 seja:

- A $\alpha_1 = \alpha_2$
- B $\alpha_1 = 2\alpha_2$
- C $\alpha_1 = 3\alpha_2$
- D $\alpha_2 = 3\alpha_1$
- E $\alpha_2 = 2\alpha_1$

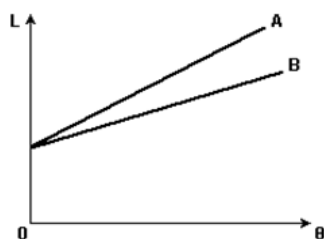
06. (Epcar (Afa) 2013) No gráfico a seguir, está representado o comprimento L de duas barras A e B em função da temperatura θ .



Sabendo-se que as retas que representam os comprimentos da barra A e da barra B são paralelas, pode-se afirmar que a razão entre o coeficiente de dilatação linear da barra A e o da barra B é

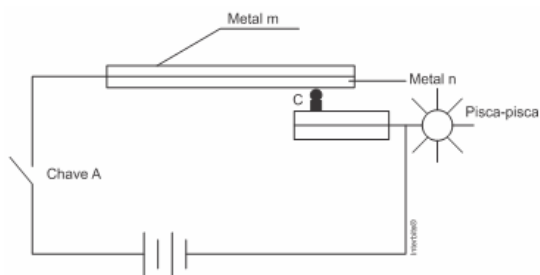
- A 0,25
- B 0,5
- C 1
- D 2

07. (Ufu 2006) O gráfico a seguir representa o comprimento L , em função da temperatura θ , de dois fios metálicos finos A e B.



Com base nessas informações, é correto afirmar que

- A os coeficientes de dilatação lineares dos fios A e B são iguais.
 - B o coeficiente de dilatação linear do fio B é maior que o do fio A.
 - C o coeficiente de dilatação linear do fio A é maior que o do fio B.
 - D os comprimentos dos dois fios em $\theta = 0$ são diferentes.
08. (Ifsul 2016) O pisca-pisca das lanternas dos automóveis é comandado por relés térmicos, conforme esquema da figura abaixo, de modo que se fechando o circuito com a chave A, a corrente aquece a lâmina bimetálica, provocando, no fim de certo tempo, a abertura do circuito pelo afastamento dos contatos em C. Observe os materiais disponíveis a seguir:

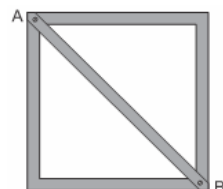


Materiais disponíveis	Coefficiente de dilatação linear
Fe	$10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
Al	$24 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
Cu	$14 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
Latão	$20 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.
Zn	$26 \times 10^{-6} \setminus \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

O par de metais componentes de uma lâmina que provoca maior afastamento dos contatos

com o mesmo aumento de temperatura é

- A metal m = Fe; metal n = Zn.
 - B metal m = Latão; metal n = Al.
 - C metal m = Al; metal n = Cu.
 - D metal m = Latão; metal n = Zn.
09. (Fgv 2008) Um serralheiro monta, com o mesmo tipo de vergalhão de ferro, a armação esquematizada.



A barra transversal que liga os pontos A e B não exerce forças sobre esses pontos. Se a temperatura da armação for aumentada, a barra transversal

- A continua não exercendo forças sobre os pontos A e B.
 - B empurrará os pontos A e B, pois ficará $\sqrt{2}$ vezes maior que o novo tamanho que deveria assumir.
 - C empurrará os pontos A e B, pois ficará $L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$ vezes maior que o novo tamanho que deveria assumir.
 - D tracionará os pontos A e B, pois ficará $\sqrt{2}$ vezes menor que o novo tamanho que deveria assumir.
 - E tracionará os pontos A e B, pois ficará $L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta\theta$ vezes menor que o novo tamanho que deveria assumir.
10. (Fuvest 2014) Uma lâmina bimetálica de bronze e ferro, na temperatura ambiente, é fixada por uma de suas extremidades, como visto na figura abaixo.



Nessa situação, a lâmina está plana e horizontal. A seguir, ela é aquecida por uma chama de gás. Após algum tempo de aquecimento, a forma assumida pela lâmina será mais adequadamente representada pela figura:

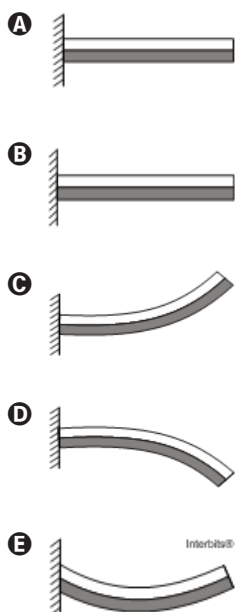
Note e adote:

$$\alpha_{\text{Ferro}} = 1,2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_{\text{Bronze}} = 1,8 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$



Após o aquecimento, a temperatura da lâmina é uniforme.



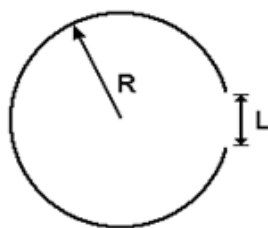
11. (Uern 2015) A tabela a seguir apresenta os coeficientes de dilatação linear de alguns metais:

Metais	Coefficiente de dilatação linear ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
ferro	12×10^{-6}
cobre	17×10^{-6}
alumínio	22×10^{-6}
zinco	26×10^{-6}

Uma placa de metal de área 1 m^2 a 20°C é aquecida até atingir 100°C apresentando uma variação de $35,2 \text{ cm}^2$ em sua área. O metal que constitui essa placa é o

4. (Cefet-MG 2011) Um recipiente cilíndrico, de
- A) ferro.
 - B) cobre.
 - C) zinco.
 - D) alumínio.

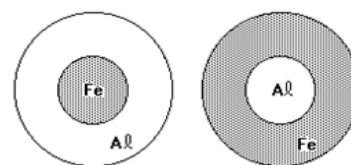
12. (Ufv 1999) A figura a seguir ilustra um arame rígido de aço, cujas extremidades estão distanciadas de "L".



Alterando-se sua temperatura, de 293 K para 100°C , pode-se afirmar que a distância "L":

- A) diminui, pois o arame aumenta de comprimento, fazendo com que suas extremidades fiquem mais próximas.
- B) diminui, pois o arame contrai com a diminuição da temperatura.
- C) aumenta, pois o arame diminui de comprimento, fazendo com que suas extremidades fiquem mais afastadas.
- D) não varia, pois a dilatação linear do arame é compensada pelo aumento do raio "R".
- E) aumenta, pois a área do círculo de raio "R" aumenta com a temperatura.

13. (UFMG 1997) O coeficiente de dilatação térmica do alumínio (α_{Al}) é, aproximadamente, duas vezes o coeficiente de dilatação térmica do ferro (α_{Fe}). A figura mostra duas peças onde um anel feito de um desses metais envolve um disco feito do outro. À temperatura ambiente, os discos estão presos aos anéis.



Se as duas peças forem aquecidas uniformemente, é correto afirmar que

- A) apenas o disco de Al se soltará do anel de Fe.
- B) apenas o disco de Fe se soltará do anel de Al.
- C) os dois discos se soltarão dos respectivos anéis.
- D) os discos não se soltarão dos anéis.

vidro, de 500 ml está completamente cheio de mercúrio, a temperatura de 22°C . Esse conjunto foi colocado em um freezer a -18°C e, após atingir o equilíbrio térmico, verificou-se um

Dados:

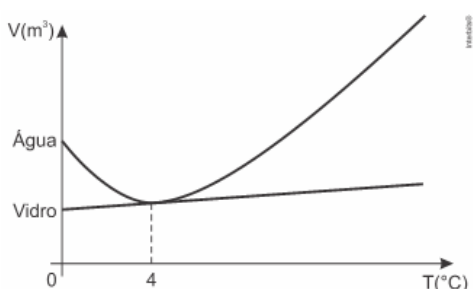
$$\alpha_{\text{vidro}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\gamma_{\text{Hg}} = 0,20 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

- A) transbordamento de $3,4 \text{ ml}$ de mercúrio.
- B) transbordamento de $3,8 \text{ ml}$ de mercúrio.
- C) espaço vazio de $3,4 \text{ ml}$ no recipiente.
- D) espaço vazio de $3,8 \text{ ml}$ no recipiente.

15. (Ifsul 2019) Um copo de vidro de 50 g de massa possui 100 g de água que o preenche até a "boca".

O sistema encontra-se inicialmente em equilíbrio térmico a uma temperatura de 4 °C. O gráfico mostra como se comporta o volume do vidro e da água em função da temperatura.

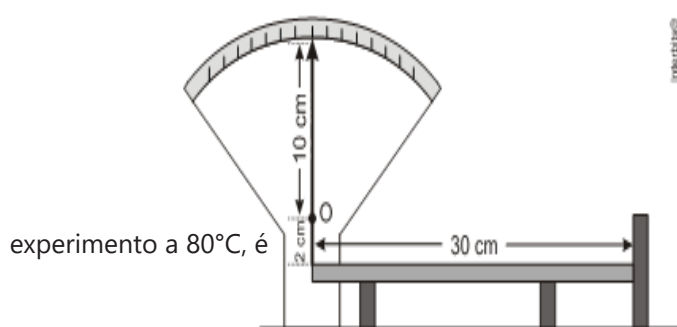


De acordo com o comportamento anômalo da água ou analisando o gráfico concluímos que o nível de água no copo irá

- A) diminuir, se a temperatura do sistema diminuir.
- B) diminuir, independentemente de a temperatura do sistema aumentar ou diminuir.
- C) transbordar, independentemente de a temperatura do sistema aumentar ou diminuir.
- D) transbordar, somente se a temperatura do sistema aumentar.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 2012)



Para ilustrar a dilatação dos corpos, um grupo de estudantes apresenta, em uma feira de ciências, o instrumento esquematizado na figura acima. Nessa montagem, uma barra de alumínio com 30 cm de comprimento está apoiada sobre dois suportes, tendo uma extremidade presa ao ponto inferior do ponteiro indicador e a outra encostada num anteparo fixo. O ponteiro pode girar livremente em torno do ponto O, sendo que o comprimento de sua parte superior é 10 cm e, o da inferior, 2 cm. Se a barra de alumínio, inicialmente à temperatura de 25 °C, for aquecida a 225 °C, o deslocamento da extremidade superior do ponteiro será, aproximadamente, de

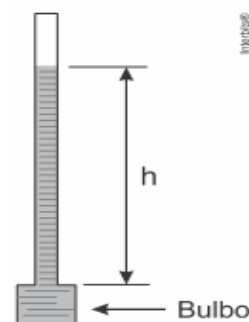
Note e adote:

Coefficiente de dilatação linear do alumínio: $2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- A) 1 mm
- B) 3 mm
- C) 6 mm
- D) 12 mm
- E) 30 mm

02. (Epcar (Afa) 2017) 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 $1,0 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$ e comprimento de 25 cm.



No momento da experiência, a temperatura no laboratório é 30°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

- A) 5,50
- B) 11,0
- C) 16,5
- D) 22,0

03. (Ufu 2005) Um frasco de capacidade para 10 litros está completamente cheio de glicerina e encontra-se à temperatura de 10 °C. Aquecendo-se o frasco com a glicerina até atingir 90 °C, observa-se que 352 ml de glicerina transborda do frasco. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação volumétrica da glicerina é $5,0 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, o coeficiente de dilatação linear do frasco é, em $^\circ\text{C}^{-1}$.

- A) $6,0 \times 10^{-5}$
- B) $2,0 \times 10^{-5}$
- C) $4,4 \times 10^{-4}$
- D) $1,5 \times 10^{-4}$

SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2012)



O quadro oferece os coeficientes de dilatação linear de alguns metais e ligas metálicas:

Substância	Aço	Alumínio	Bronze	Chumbo	Níquel	Latão	Ouro	Platina	Prata	Cobre
Coeficiente de dilatação linear	1,2	2,4	1,8	2,9	1,3	1,8	1,4	0,9	2,4	1,7
$\times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$										

GRAF. Física 2; calor e ondas. São Paulo: Edusp, 1993.

Para permitir a ocorrência do fato observado na tirinha, a partir do menor aquecimento do conjunto, o parafuso e a porca devem ser feitos, respectivamente, de

- A aço e níquel
- B alumínio e chumbo.
- C platina e chumbo.
- D ouro e latão.
- E cobre e bronze.

02. (Enem 2009) Durante uma ação de fiscalização em postos de combustíveis, foi encontrado um mecanismo de aquecimento do combustível para o consumidor.

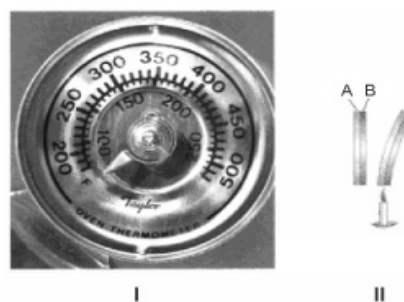
Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de 5 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 5 °C e os revende.

Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de $1 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool

após uma semana de vendas estaria entre

- A R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00.
- B R\$ 1.050,00 e R\$ 1.250,00.
- C R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00.
- D R\$ 6.000,00 e R\$ 6.900,00.
- E R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00.

03. (Enem PPL 2009) A dilatação dos materiais em função da variação da temperatura é uma propriedade física bastante utilizada na construção de termômetros (como o ilustrado na figura I) construídos a partir de lâminas bimetálicas, como as ilustradas na figura II, na qual são indicados os materiais A e B — antes e após o seu aquecimento.



Com base nas leis da termodinâmica e na dilatação de sólidos sob a influência de temperatura variável, conclui-se que

- A a lâmina bimetálica se curvará para a direita, caso o coeficiente de dilatação linear do material B seja maior que o coeficiente de dilatação linear do material A,
- B a substância utilizada na confecção do material A é a mesma usada na confecção do material B.
- C a lâmina se curvará para a direita, independentemente do tipo de material usado em A e B.
- D o coeficiente de dilatação dos materiais é uma grandeza positiva.
- E o coeficiente de dilatação linear é uma grandeza negativa.

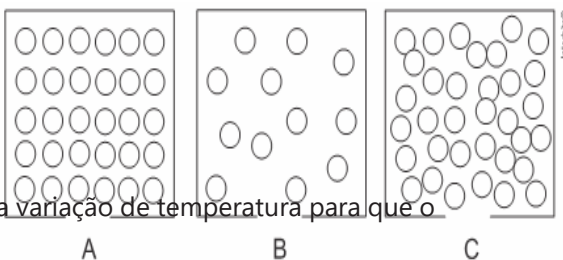
04. (Enem 2021) O alcoolômetro Gay Lussac é um instrumento destinado a medir o teor de álcool, em porcentagem de volume (v/v), de soluções de água e álcool na faixa de 0°GL a 100°GL com divisões de 0,1°GL. A concepção do alcoolômetro se baseia no princípio de flutuabilidade de Arquimedes, semelhante ao funcionamento de um densímetro. A escala do instrumento é aferida a 20°C, sendo necessária a correção da medida, caso a temperatura da solução não esteja na temperatura de aferição. É apresentada parte da tabela de correção de um alcoolômetro, com a temperatura.

Tabela de correção do alcoolômetro com temperatura 20°C						
°GL	Leitura da temperatura (°C)					
	20	21	22	23	24	25
35	35,0	34,6	34,2	33,8	33,4	33,0
36	36,0	35,6	35,2	34,8	34,4	34,0

Manual alcoolômetro Gay Lussac. Disponível em: www.incoterm.com.br. Acesso em: 4 dez. 2018 (adaptado).

É necessária a correção da medida do instrumento, pois um aumento na temperatura promove o(a):

- Ⓐ aumento da dissociação da água.
 - Ⓑ aumento da densidade da água e do álcool.
 - Ⓒ mudança do volume dos materiais por dilatação.
 - Ⓓ aumento da concentração de álcool durante a medida.
 - Ⓔ alteração das propriedades químicas da mistura álcool e água.
- 05.** (Enem PPL 2009) A ciência propõe formas de explicar a natureza e seus fenômenos que, muitas vezes, confrontam o conhecimento popular ou o senso comum. Um bom exemplo desse descompasso é a explicação microscópica da flutuação do gelo na água. Do ponto de vista atômico, podem-se representar os três estados físicos dessa substância como nas figuras a seguir, nas quais as bolas representam as moléculas de água.



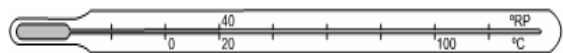
Determine a variação de temperatura para que o

Considerando-se as representações das moléculas de água nos três estados físicos e seu comportamento anômalo, é correto afirmar que

- Ⓐ sólidos afundam na água.
- Ⓑ a interação entre as moléculas está restrita ao estado sólido.
- Ⓒ a figura B é a que melhor representa a água no estado líquido.
- Ⓓ a figura A é a que melhor representa o gelo, ou seja, água no estado sólido.
- Ⓔ aumenta a distância entre as moléculas da substância à medida que a temperatura aumenta.

DISCURSIVAS

- 01.** (Famerp 2020) Um termômetro de mercúrio está graduado na escala Celsius (°C) e numa escala hipotética, denominada Rio-pretense (°RP). A temperatura de 20 °C corresponde a 40 °RP.



- a) Sabendo que a variação de temperatura de 1,0 °C corresponde a uma variação de 1,5 °RP, calcule a indicação equivalente a 100 °C na escala Rio-pretense.
- b) Considere que haja 1,0 cm³ de mercúrio no interior desse termômetro quando a temperatura é 0 °C, que a área da seção transversal do capilar do termômetro seja $1,2 \times 10^{-3}$ cm² e que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio seja $1,8 \times 10^{-4}$ °C⁻¹. Calcule a variação do volume do mercúrio, em cm³, entre 0 °C e 20 °C. Calcule a distância, em centímetros, entre as indicações 0 °C e 20 °C. nesse termômetro, desprezando a dilatação do vidro.

- 02.** (Ufc 2010) Um triângulo retângulo isósceles é montado com arames de materiais distintos, de modo que nos catetos o material possui coeficiente de dilatação térmica linear $A\sqrt{2}$ °C⁻¹, enquanto na hipotenusa o material possui coeficiente de dilatação térmica linear $A/\sqrt{2}$ °C⁻¹.

triângulo torne-se equilátero.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	D	C	D	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	D	E	C	C
6	7	8	9	10
D	C	A	A	D
11	12	13	14	15
D	E	B	C	C

AVANÇADO

1	2	3
C	B	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
C	D	D	C	D

DISCURSIVAS

- 01.** a) $160\text{ }^{\circ}\text{RP}$
b) 3 cm

- 02.** $1/A\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$



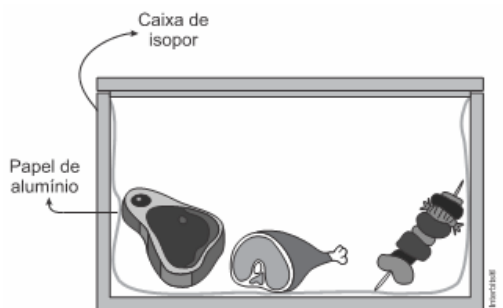
NÍVEL BÁSICO

01. (Cefet-SC 2010) Em nossas casas, geralmente são usados piso de madeira ou de borracha em quartos e piso cerâmico na cozinha. Por que sentimos o piso cerâmico mais gelado?

- A** Porque o piso de cerâmica está mais quente do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- B** Porque o piso de cerâmica está mais gelado do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- C** Porque o piso de cerâmica no quarto dá um tom menos elegante.
- D** Porque o piso de madeira troca menos calor com os nossos pés, causando-nos menos sensação de frio.
- E** Porque o piso de cerâmica tem mais área de contato com o pé, por isso nos troca mais calor, causando sensação de frio.

02. (Acafe 2016) Preparar um bom churrasco é uma arte e, em todas as famílias, sempre existe um que se diz bom no preparo. Em algumas casas a quantidade de carne assada é grande e se come no almoço e no jantar. Para manter as carnes aquecidas o dia todo, alguns utilizam uma caixa de isopor revestida de papel alumínio.

A figura a seguir mostra, em corte lateral, uma caixa de isopor revestida de alumínio com carnes no seu interior.



Considerando o exposto, assinale a alternativa correta que completa as lacunas das frases a seguir.

A caixa de isopor funciona como recipiente adiabático.

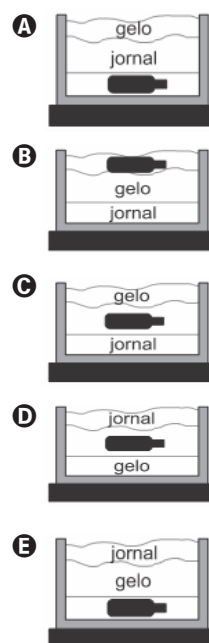
O isopor tenta _____ a troca de calor com o meio por _____ e o alumínio tenta impedir _____.

- A** impedir – convecção – irradiação do calor
- B** facilitar – condução – convecção
- C** impedir – condução – irradiação do calor
- D** facilitar – convecção – condução

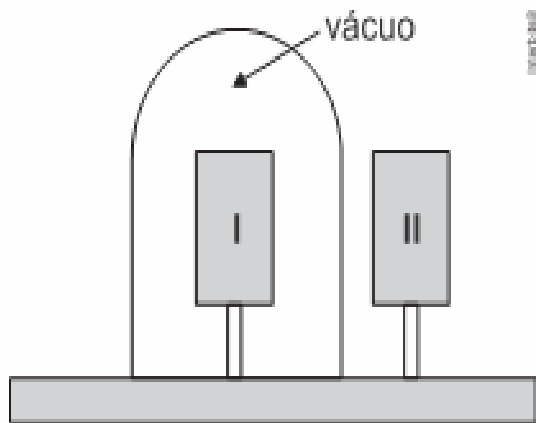
03. (Ufjf 2006) Há pessoas que preferem um copo de cerveja com colarinho e outras sem o colarinho. O colarinho é espuma que contém ar em seu interior. Considere que a cerveja seja colocada num copo com isolamento térmico. Do ponto de vista físico, a função do colarinho pode ser:

- A** apenas estética.
- B** a de facilitar a troca de calor com o meio.
- C** a de atuar como um condutor térmico.
- D** a de atuar como um isolante térmico.
- E** nenhuma.

04. (Cefet MG 2015) Estudantes de uma escola participaram de uma gincana e uma das tarefas consistia em resfriar garrafas de refrigerante. O grupo vencedor foi o que conseguiu a temperatura mais baixa. Para tal objetivo, as equipes receberam caixas idênticas de isopor sem tampa e iguais quantidades de jornal, gelo em cubos e garrafas de refrigerante. Baseando-se nas formas de transferência de calor, indique a montagem que venceu a tarefa.



05. (Unesp 2008) Um corpo I é colocado dentro de uma campânula de vidro transparente evacuada. Do lado externo, em ambiente à pressão atmosférica, um corpo II é colocado próximo à campânula, mas não em contato com ela, como mostra a figura.



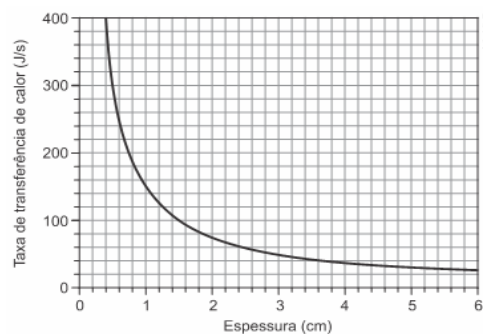
As temperaturas dos corpos são diferentes e os pinos que os sustentam são isolantes térmicos. Considere as formas de transferência de calor entre esses corpos e aponte a alternativa correta.

- A Não há troca de calor entre os corpos I e II porque não estão em contato entre si.
- B Não há troca de calor entre os corpos I e II porque o ambiente no interior da campânula está evacuado.
- C Não há troca de calor entre os corpos I e II porque suas temperaturas são diferentes.
- D Há troca de calor entre os corpos I e II e a transferência se dá por convecção.
- E Há troca de calor entre os corpos I e II e a transferência se dá por meio de radiação eletromagnética.

pote

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Fuvest 2018) Um fabricante de acessórios de montanhismo quer projetar um colchão de espuma apropriado para ser utilizado por alpinistas em regiões frias. Considere que a taxa de transferência de calor ao solo por uma pessoa dormindo confortavelmente seja 90 kcal/hora e que a transferência de calor entre a pessoa e o solo se dê exclusivamente pelo mecanismo de condução térmica através da espuma do colchão. Nestas condições, o gráfico representa a taxa de transferência de calor, em J/s, através da espuma do colchão, em função de sua espessura, em cm.



Considerando $1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$, a menor espessura do colchão, em cm, para que a pessoa durma confortavelmente é

- A 1,0
- B 1,5
- C 2,2
- D 2,8
- E 3,9

02. (Uea-sis 1 2024) Uma das características que deve ser levada em consideração para a utilização de um material em um produto é a sua condutividade térmica. Um exemplo de material que é classificado como bom condutor de calor é

- A a lã, utilizada na fabricação de roupas, cobertores e edredons.
- B a borracha, presente nos trajes usados por mergulhadores e surfistas.
- C a manta de fibra de vidro, que preenche o interior das paredes de geladeiras.
- D o isopor, do qual são feitas caixas térmicas para transporte de alimentos.
- E o aço, empregado nas chapas para preparação de hambúrgueres em lanchonetes.

03. (Uea 2023) Uma pessoa retira da geladeira um

sido guardado no dia anterior. Ao tocar a tampa, a pessoa deduz que esta esteja mais fria do que o pote. A dedução da pessoa em relação às temperaturas do pote e da tampa está

- A correta, pois, ao tocá-los, o pote aquece mais rápido do que a tampa.
- B incorreta, pois a tampa e o pote aquecem com a mesma velocidade.
- C incorreta, pois tanto o pote quanto a tampa estão à mesma temperatura.
- D correta, pois os metais atingem temperaturas mais baixas do que os plásticos.
- E incorreta, pois os plásticos atingem temperaturas mais baixas que os metais.

04. (Uea-sis 1 2023) O telescópio James Webb, recentemente lançado ao espaço, recebe energia proveniente do Sol. Para evitar seu superaquecimento, o telescópio James Webb está preparado para trocar calor por

- A** condução, apenas.
- B** convecção, apenas.
- C** irradiação, apenas.
- D** condução e convecção, apenas.
- E** condução, convecção e irradiação.

05. (Famerp 2022) Considere o trecho da música “De mais ninguém”, de Arnaldo Antunes e Marisa Monte.

“... É o meu lençol, é o cobertor

É o que me aquece sem me dar calor...”

Do ponto de vista da termodinâmica e considerando que o termo “me aquece” corresponda a “manter aquecido”, pode-se dizer que esse trecho da música está

- A** correto, pois a utilização de cobertores e lençóis faz com que a capacidade térmica do corpo humano aumente, aumentando a temperatura do corpo.
- B** incorreto, pois a utilização de cobertores e lençóis faz com que a capacidade térmica do corpo humano diminua, diminuindo a temperatura do corpo.
- C** incorreto, pois a utilização de cobertores e lençóis faz com que o calor específico do corpo humano diminua, diminuindo a temperatura do corpo.
- D** correto, pois cobertores e lençóis são fontes de calor que podem aquecer o corpo humano.
- E** correto, pois cobertores e lençóis funcionam como isolantes térmicos que dificultam a perda de calor do corpo humano para o ambiente.

06. (Eam 2022) Para reparar um balaústre amassado (pedaço cilíndrico maciço de alumínio disposto no piso dos navios) de uma embarcação pertencente à Base Naval do Rio de Janeiro, um sargento especializado em metalurgia (MT) esquentou, usando um maçarico, uma das extremidades do balaústre. Um marinheiro encostou a mão na outra extremidade, enquanto o sargento esquentava a barra. Em um movimento de ato reflexo, devido à temperatura do material, o marinheiro retirou quase que instantaneamente a mão da barra. Assinale a opção que apresenta o processo de propagação de calor que fez com que o marinheiro

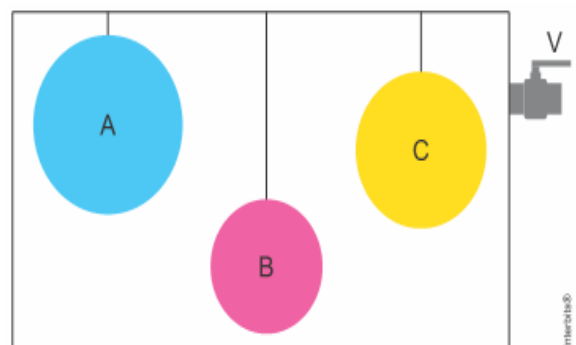
que o marinheiro retirasse a mão, por ato reflexo, do balaústre em reparo.

- A** Convecção térmica.
- B** Infiltração térmica.
- C** Irradiação térmica.
- D** Condução térmica.
- E** Difusão térmica.

07. (Unicamp indígenas 2022) O principal objetivo do uso da vela no nosso dia a dia é obtenção de energia luminosa. A vela pode também ser usada para a obtenção de calor, da mesma forma como se obtém calor numa fogueira. Em relação ao aquecimento proporcionado pela vela, pode-se afirmar que ele é mais eficiente na posição

- A** acima da chama e isso se deve ao processo de convecção do calor.
- B** ao lado da chama e isso se deve ao processo de convecção do calor.
- C** ao lado da chama e isso se deve ao processo de condução do calor.
- D** acima da chama e isso se deve ao processo de condução do calor.

08. (Uerj 2021) Em uma experiência de calorimetria, os corpos A, B e C, que possuem massas, temperaturas e energias térmicas distintas, são colocados em um recipiente isolante térmico e de paredes rígidas, suspensos por fios ideais, conforme a ilustração abaixo.

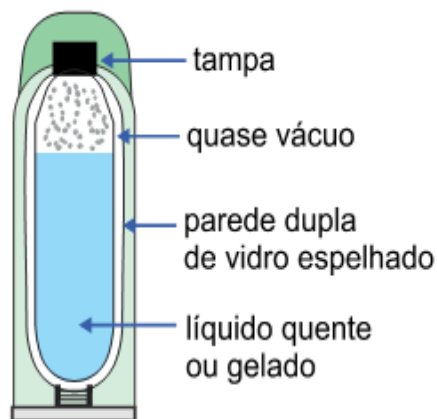


Em seguida, através da válvula V, retira-se grande parte do ar do interior do recipiente. A partir desse instante, predomina um processo de transferência de calor entre os corpos, o que altera os valores de determinada grandeza física.

O referido processo de transferência de calor e a grandeza física em questão são, respectivamente:

- A** irradiação – massa
- B** convecção – massa
- C** irradiação – temperatura
- D** convecção – temperatura

09. (Ufam-psc 2 2021) Criada em 1892 pelo físico inglês James Dewar (1842-1923), a garrafa térmica consiste, basicamente, de dois frascos, colocados um dentro do outro e unidos no pescoço. A figura a seguir mostra, esquematicamente, uma garrafa térmica:



Adaptado de: Biscuola, G.J.; Villas Bôas, N. e Doca, R.H. *Física 2: termologia, ondulatória e óptica*. Ed. Saraiva, 2016, p. 33.

Considere as seguintes afirmativas:

- I. As paredes da garrafa térmica são praticamente diatérmicas, de forma a reduzir, consideravelmente, as trocas de calor entre o conteúdo e o meio externo.
- II. O vidro de que são feitas as paredes internas da garrafa térmica é espelhado para que o calor radiante seja refletido.
- III. As paredes internas são duplas e separadas por uma região de quase vácuo, cuja função é tentar evitar a condução do calor.
- IV. Para evitar as possíveis trocas de calor por convecção, basta fechar bem a tampa da garrafa térmica.

Assinale a alternativa CORRETA:

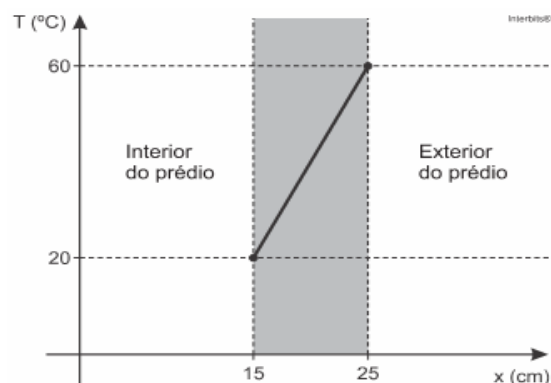
- A Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
 - B Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
 - C Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
 - D Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
 - E Somente as afirmativas III e IV são verdadeiras.
10. (Fgv 2020) O calor pode se propagar por meio de três processos, condução, convecção e radiação, embora existam situações em que as condições do ambiente impedem a ocorrência de alguns deles.

Um exemplo é a impossibilidade de ocorrência da

- A radiação na superfície de Mercúrio, onde não há atmosfera.
- B convecção na superfície da Lua, onde não há qualquer substância na forma líquida ou gasosa.
- C convecção na atmosfera de Vênus, pois nela o efeito estufa é muito intenso.
- D condução no interior dos oceanos terrestres, pois as correntes marítimas favorecem a convecção.
- E radiação na atmosfera da Terra, pois o calor é absorvido pelos gases que a compõem.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Ufsm 2015) Em 2009, foi construído na Bolívia um hotel com a seguinte peculiaridade: todas as suas paredes são formadas por blocos de sal cristalino. Uma das características físicas desse material é sua condutividade térmica relativamente baixa, igual a $6 \text{ W} / (\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$. A figura a seguir mostra como a temperatura varia através da parede do prédio.



Qual é o valor, em W / m^2 , do módulo do fluxo de calor por unidade de área que atravessa a parede?

- A 125
 - B 800
 - C 1200
 - D 2400
 - E 3000
02. (Mackenzie 1996) A figura I mostra uma barra metálica de seção transversal quadrada. Suponha que 10 cal fluam em regime estacionário através da barra, de um extremo para outro, em 2 minutos. Em seguida, a barra é cortada ao meio no sentido transversal e os dois pedaços são soldados como representa a figura II. O tempo necessário para que 10 cal fluam entre os extremos da barra assim formada é:

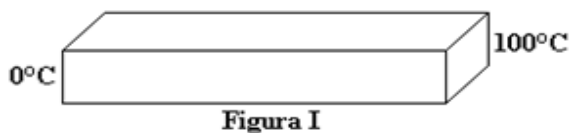


Figura I

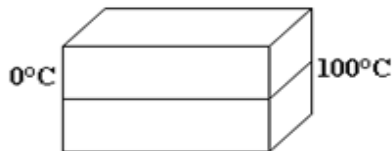


Figura II

- A 4 minutos.
- B 3 minutos.
- C 2 minutos.
- D 1 minuto.
- E 0,5 minuto.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2016) Num experimento, um professor deixa duas bandejas de mesma massa, uma de plástico e outra de alumínio, sobre a mesa do laboratório. Após algumas horas, ele pede aos alunos que avaliem a temperatura das duas bandejas, usando para isso o tato. Seus alunos afirmam, categoricamente, que a bandeja de alumínio encontra-se numa temperatura mais baixa. Intrigado, ele propõe uma segunda atividade, em que coloca um cubo de gelo sobre cada uma das bandejas, que estão em equilíbrio térmico com o ambiente, e os questiona em qual delas a taxa de derretimento do gelo será maior.

O aluno que responder corretamente ao questionamento do professor dirá que o derretimento ocorrerá

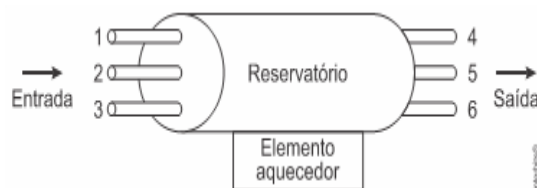
- A mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem uma maior condutividade térmica que a de plástico.
- B mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem inicialmente uma temperatura mais alta que a de alumínio.
- C mais rapidamente na bandeja de plástico, pois ela tem uma maior capacidade térmica que a de alumínio.
- D mais rapidamente na bandeja de alumínio, pois ela tem um calor específico menor que a de plástico.
- E com a mesma rapidez nas duas bandejas, pois apresentarão a mesma variação de temperatura.

02. (Enem (Libras) 2017) É muito comum encostarmos a mão na maçaneta de uma porta e temos a sensação de que ela está mais fria que o ambiente. Um fato semelhante pode ser observado se colocarmos uma faca metálica com cabo de madeira dentro de um refrigerador. Após longo tempo, ao encostarmos uma das mãos na parte metálica e a outra na parte de madeira, sentimos a parte metálica mais fria.

Fisicamente, a sensação térmica mencionada é explicada da seguinte forma:

- A A madeira é um bom fornecedor de calor e o metal, um bom absorvedor.
- B O metal absorve mais temperatura que a madeira.
- C O fluxo de calor é maior no metal que na madeira.
- D A madeira retém mais calor que o metal.
- E O metal retém mais frio que a madeira.

03. (Enem PPL 2019) Em uma residência com aquecimento central, um reservatório é alimentado com água fria, que é aquecida na base do reservatório e, a seguir, distribuída para as torneiras. De modo a obter a melhor eficiência de aquecimento com menor consumo energético, foram feitos alguns testes com diferentes configurações, modificando-se as posições de entrada de água fria e de saída de água quente no reservatório, conforme a figura. Em todos os testes, as vazões de entrada e saída foram mantidas iguais e constantes.



A configuração mais eficiente para a instalação dos pontos de entrada e saída de água no reservatório é, respectivamente, nas posições

- A 1 e 4.
- B 1 e 6.
- C 2 e 5.
- D 3 e 4.
- E 3 e 5.

04. (Enem 2007) O uso mais popular de energia solar está associado ao fornecimento de água quente para fins domésticos. Na figura a seguir, é ilustrado um aquecedor de água constituído de dois tanques pretos dentro de uma caixa termicamente isolada e com cobertura de vidro, os quais absorvem energia solar.



A. Hinrichs e M. Kleinbach. Energia e meio ambiente. São Paulo: Thompson, 3a ed., 2004, p. 529 (com adaptações).

Nesse sistema de aquecimento,

- A** os tanques, por serem de cor preta, são maus absorvedores de calor e reduzem as perdas de energia.
- B** a cobertura de vidro deixa passar a energia luminosa e reduz a perda de energia térmica utilizada para o aquecimento.
- C** a água circula devido à variação de energia luminosa existente entre os pontos X e Y.
- D** a camada refletiva tem como função armazenar energia luminosa.
- E** o vidro, por ser bom condutor de calor, permite que se mantenha constante a temperatura no interior da caixa.

- 05.** (Enem 2019) O objetivo de recipientes isolantes térmicos é minimizar as trocas de calor com o ambiente externo. Essa troca de calor é proporcional à condutividade térmica k e à área interna das faces do recipiente, bem como à diferença de temperatura entre o ambiente externo e o interior do recipiente, além de ser inversamente proporcional à espessura das faces.

A fim de avaliar a qualidade de dois recipientes A ($40\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$) e B ($60\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$) de faces de mesma espessura, uma estudante compara suas condutividades térmicas k_A e k_B . Para isso suspende, dentro de cada recipiente, blocos idênticos de gelo a $0\text{ }^\circ\text{C}$, de modo que suas superfícies estejam em contato apenas com o ar. Após um intervalo de tempo, ela abre os recipientes enquanto ambos ainda contêm um pouco de gelo e verifica que a massa de gelo que se fundiu no recipiente B foi o dobro da que se fundiu no recipiente A.

A razão k_A / k_B é mais próxima de

- A** 0,50
- B** 0,67
- C** 0,75
- D** 1,33
- E** 2,00

DISCURSIVAS

- 01.** (Ufpe 2006) Deseja-se isolar termicamente uma sala de modo que as paredes devem permitir uma transmissão máxima de calor, por unidade de área, de 10 W/m^2 . Sabendo-se que o interior da sala é mantido à temperatura de $20\text{ }^\circ\text{C}$ e o exterior atinge uma temperatura máxima de $35\text{ }^\circ\text{C}$, calcule a espessura mínima de lã, em centímetros, que deve ser usada nas paredes. O coeficiente de condutividade térmica da lã é $k = 0,04\text{ W/m.K}$.
- 02.** (Fuvest 2014) Um contêiner com equipamentos científicos é mantido em uma estação de pesquisa na Antártida. Ele é feito com material de boa isolamento térmico e é possível, com um pequeno aquecedor elétrico, manter sua temperatura interna constante, $T_i = 20\text{ }^\circ\text{C}$, quando a temperatura externa é $T_e = -40\text{ }^\circ\text{C}$. As paredes, o piso e o teto do contêiner têm a mesma espessura, $\epsilon = 26\text{ cm}$, e são de um mesmo material, de condutividade térmica $k = 0,05\text{ J/(s.m}^\circ\text{C)}$. Suas dimensões internas são $2 \times 3 \times 4\text{ m}^3$. Para essas condições, determine
- a) a área A da superfície interna total do contêiner;
 - b) a potência P do aquecedor, considerando ser ele a única fonte de calor;
 - c) a energia E , em kWh, consumida pelo aquecedor em um dia.

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
D	C	D	E	E

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	E	C	C	E
6	7	8	9	10
D	A	C	D	B

AVANÇADO

1	2
D	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	C	D	B	B

DISCURSIVAS

01. 6 cm

02. a) 52 m²

b) 0,6 kW

c) 14,4 kWh

NÍVEL BÁSICO

01. (Ifsul 2019) De acordo com a teoria que envolve a calorimetria e a termologia, considere as seguintes afirmações:

I. Quanto maior a temperatura de um corpo, maior a sua quantidade de calor.

II. Quando colocamos dois corpos em contato, que se encontram com diferentes temperaturas, o corpo de maior temperatura doa calor para o corpo com menor temperatura, logo há uma transferência de temperatura de um corpo para outro.

III. Um corpo pode receber calor e manter a sua temperatura constante.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

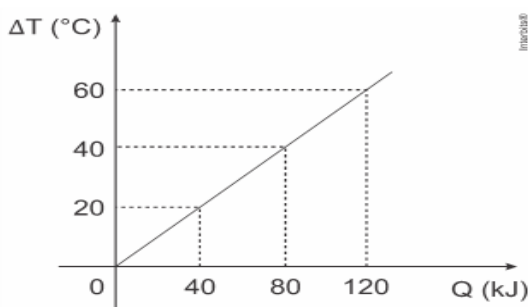
- A** I
- B** II
- C** III
- D** I e II

02. (Ifce 2016) Um corpo de massa igual a 80 gramas é aquecido e sua temperatura sobe de $-10\text{ }^\circ\text{C}$ para $40\text{ }^\circ\text{C}$. O valor do calor específico da substância que constitui o corpo é de $0,4\text{ cal/g }^\circ\text{C}$.

Nestas condições, a quantidade de calor que o corpo recebe, em kcal, vale

- A** 1,8
- B** 1,6
- C** 1,4
- D** 1,2

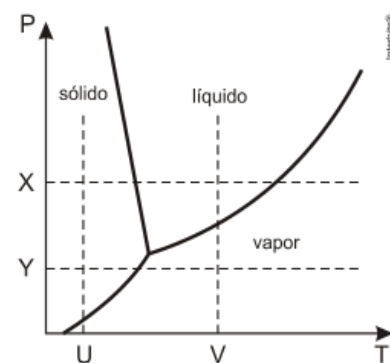
03. (Ufpr 2020) Um objeto de massa $m = 500\text{ g}$ recebe uma certa quantidade de calor Q e, com isso, sofre uma variação de temperatura ΔT . A relação entre ΔT e Q está representada no gráfico a seguir.



Assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do calor específico c desse objeto.

- A** $c = 2\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$
- B** $c = 4\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$
- C** $c = 8\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$
- D** $c = 16\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$
- E** $c = 20\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$

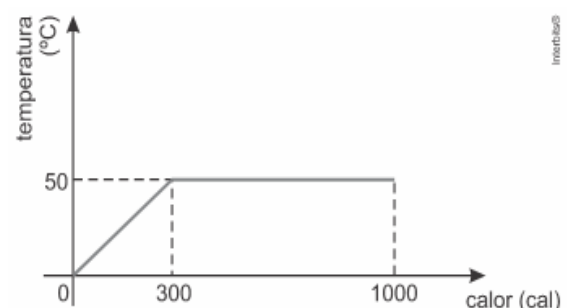
04. (Uece 2009) Observando o diagrama de fase PT mostrado a seguir.



Pode-se concluir, corretamente, que uma substância que passou pelo processo de sublimação segue a trajetória

- A** X ou Y.
- B** Y ou U.
- C** U ou V.
- D** V ou X.

05. (Uerj 2017) 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.

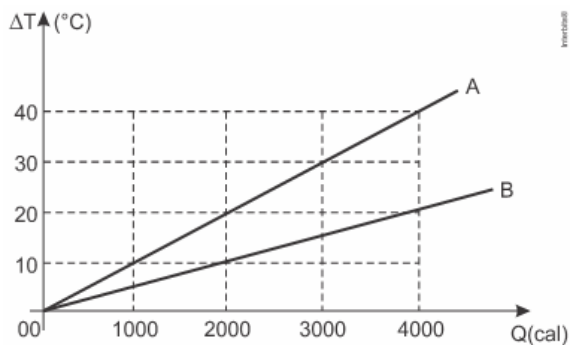


O calor latente de fusão dessa substância, em cal/g, é igual a:

- A** 70
- B** 80
- C** 90
- D** 100

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

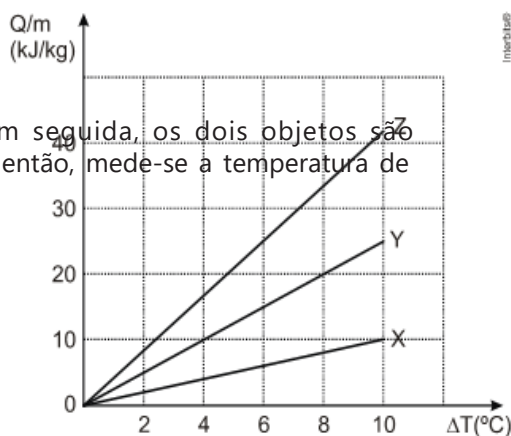
01. (Ifsul 2019) O gráfico a seguir representa a variação de temperatura ΔT , em função da quantidade de calor Q , transferidas a dois sistemas A e B, que apresentam a mesma massa cada um deles.



De acordo com o gráfico, concluímos que a capacidade térmica do corpo A (C_A), em relação à capacidade térmica do corpo B (C_B), é

- A** duas vezes maior.
- B** quatro vezes maior.
- C** duas vezes menor.
- D** quatro vezes menor.

02. (Ufrgs 2012) O gráfico a seguir representa o calor absorvido por unidade de massa, Q/m , em função das variações de temperatura ΔT para as substâncias ar, água e álcool, que recebem calor em processos em que a pressão é mantida constante.



ambiente. Em seguida, os dois objetos são aquecidos e, então, mede-se a temperatura de

Considere que os valores de calor específico do ar, do álcool e da água são, respectivamente, $1,0 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$, $2,5 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ e $4,2 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$.

Com base nesses dados, é correto afirmar que as linhas do gráfico identificadas pelas letras

X, Y e Z, representam, respectivamente,

- A** o ar, o álcool e a água.
- B** o ar, a água e o álcool.
- C** a água, o ar e o álcool.
- D** a água, o álcool e o ar.
- E** o álcool, a água e o ar.

03. (Uern 2013) Para se aquecer um corpo constituído por uma substância de calor específico $0,4 \text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$ foi utilizado uma fonte térmica que fornece 120 cal/min . Se, no aquecimento, o corpo sofreu um aumento de 50°C em sua temperatura num intervalo de 15 minutos, então, a massa desse corpo e de

- A** 60 g
- B** 80 g
- C** 90 g
- D** 180 g

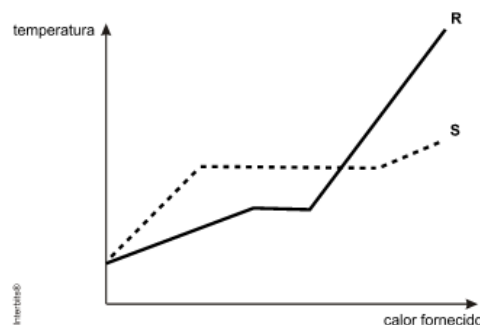
04. (Fatec 2008) Um chuveiro elétrico de potência $4,2 \cdot 10^3 \text{ W}$ é usado para aquecer 100 g de água por segundo, em regime permanente. O calor específico da água é $c = 4,2 \text{ J/(g}\cdot^\circ\text{C)}$. Despreze possível perda de calor para o ambiente. Se a temperatura de entrada da água no chuveiro é de 23°C , sua temperatura de saída é de

- A** 28°C
- B** 33°C
- C** 38°C
- D** 41°C
- E** 45°C

05. (UFMG 2009) Num Laboratório de Física, faz-se uma experiência com dois objetos de materiais diferentes – R e S –, mas de mesma massa, ambos, inicialmente, no estado sólido e à temperatura

cada um deles em função da quantidade de calor que lhes é fornecida.

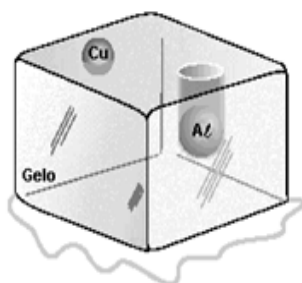
Os resultados obtidos nessa medição estão representados neste gráfico:



Sejam L_R e L_S o calor latente de fusão dos materiais R e S, respectivamente, e C_R e C_S o calor específico dos materiais, no estado sólido, também respectivamente. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:

- A $C_R < C_S$ e $L_R < L_S$.
- B $C_R < C_S$ e $L_R > L_S$.
- C $C_R > C_S$ e $L_R < L_S$.
- D $C_R > C_S$ e $L_R > L_S$.

06. (UFMG 2004) Júlia coloca uma esfera de cobre e uma de alumínio, ambas de mesma massa e à mesma temperatura, sobre um bloco de gelo. Após um certo tempo, ela observa que essas esferas permanecem em equilíbrio nas posições indicadas nesta figura:



Todas as dimensões estão representadas em escala na figura.

Sejam $d(\text{Cu})$ e $d(\text{Al})$ as densidades e $c(\text{Cu})$ e $c(\text{Al})$ os calores específicos, respectivamente, do cobre e do alumínio.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

- A $d(\text{Cu}) < d(\text{Al})$ e $c(\text{Cu}) > c(\text{Al})$.
- B $d(\text{Cu}) > d(\text{Al})$ e $c(\text{Cu}) < c(\text{Al})$.
- C $d(\text{Cu}) < d(\text{Al})$ e $c(\text{Cu}) < c(\text{Al})$.
- D $d(\text{Cu}) > d(\text{Al})$ e $c(\text{Cu}) > c(\text{Al})$.

07. (Udesc 2010) Coloca-se 1,50 kg de gelo, à temperatura de 0°C , no interior de um forno de micro-ondas de potência 1,0 kW. Sabe-se que $L_{\text{gelo}} = 320.000 \text{ J/kg}$. O tempo de funcionamento a que se deve programar o forno de micro-ondas para que toda a energia fornecida seja absorvida pelo gelo apenas para fundi-lo é:

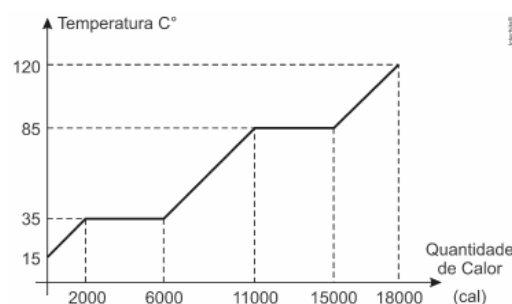
- A 5,0 min
- B 3,0 min
- C 1,5 min
- D 8,0 min
- E 10 min

08. (Uerj 2008) O calor específico da água é da ordem de $1,0 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ e seu calor latente de fusão é igual a $80 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}$.

Para transformar 200 g de gelo a 0°C em água a 30°C , a quantidade de energia necessária, em quilocalorias, equivale a:

- A 8
- B 11
- C 22
- D 28

09. (Ear 2019) A figura a seguir mostra a curva de aquecimento de uma amostra de 200 g de uma substância hipotética, inicialmente a 15°C , no estado sólido, em função da quantidade de calor que esta recebe.



Determine o valor aproximado do calor latente de vaporização da substância, em cal/g.

- A 10
- B 20
- C 30
- D 40

10. (Uff 2011) Quando se retira uma garrafa de vidro com água de uma geladeira, depois de ela ter ficado lá por algum tempo, veem-se gotas d'água se formando na superfície externa da garrafa.

Isso acontece graças, principalmente, à

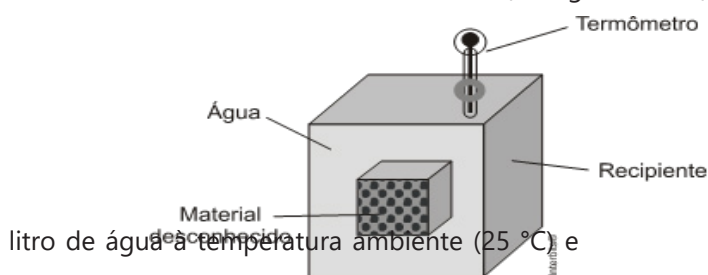
- A condensação do vapor de água dissolvido no ar ao encontrar uma superfície à temperatura mais baixa.
- B diferença de pressão, que é maior no interior da garrafa e que empurra a água para seu exterior.
- C porosidade do vidro, que permite a passagem de água do interior da garrafa para sua superfície externa.
- D diferença de densidade entre a água no interior da garrafa e a água dissolvida no ar, que é provocada pela diferença de temperaturas.
- E condução de calor através do vidro, facilitada por sua porosidade.

11. (Ifsul 2015) Quando um patinador desliza sobre o gelo, o seu movimento é facilitado porque, enquanto ele anda, o gelo transforma-se em água líquida, o que faz com que diminua o atrito entre os patins e o gelo.

Se o gelo encontra-se a uma temperatura inferior a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, a água líquida é formada pela passagem do patinador porque

- A a temperatura do gelo aumenta devido ao movimento relativo entre os patins e o gelo.
 B o aumento da pressão sobre o gelo imposta pela lâmina dos patins diminui o ponto de fusão do gelo.
 C o aumento da pressão sobre o gelo imposta pela lâmina dos patins aumenta o ponto de fusão do gelo.
 D a temperatura do gelo não varia devido ao movimento relativo entre os patins e o gelo.

12. (Ufu 2011) Para tentar descobrir com qual material sólido estava lidando, um cientista realizou a seguinte experiência: em um calorímetro de madeira de 5 kg e com paredes adiabáticas foram colocados 3 kg de água. Após certo tempo, a temperatura medida foi de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, a qual se manteve estabilizada. Então, o cientista retirou de um forno a $540\text{ }^{\circ}\text{C}$ uma amostra desconhecida de 1,25 kg e a colocou dentro do calorímetro. Após um tempo suficientemente longo, o cientista percebeu que a temperatura do calorímetro marcava $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ e não se alterava (ver figura abaixo).



Material	Calor específico (cal/g.°C)
Água	1,00
Alumínio	0,22
Chumbo	0,12
Ferro	0,11
Madeira	0,42
Vidro	0,16

Sem considerar as imperfeições dos aparatos experimentais e do procedimento utilizado pelo cientista, assinale a alternativa que indica

qual elemento da tabela acima o cientista introduziu no calorímetro.

- A Chumbo
 B Alumínio
 C Ferro
 D Vidro

13. (Uece 1996) O calor de fusão do gelo é 80 cal/g e o calor específico da água é $1,0\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$. Se forem misturados, em um recipiente termicamente isolado, 200 g de água a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 200 g de gelo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, resultará, após o equilíbrio térmico:

- A água a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
 B água a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$
 C água a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
 D gelo e água a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$

14. (Uel 1995) Um recipiente de capacidade térmica $50\text{ cal/}^{\circ}\text{C}$ contém 200 g de água a $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Introduz-se no recipiente 50 g de gelo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Admitindo que não há trocas de calor com o ambiente, a temperatura final de equilíbrio, em $^{\circ}\text{C}$, é

Dados:

Calor específico da água = $1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$

Calor latente de fusão de gelo = 80 cal/g

- A 24
 B 20
 C 15
 D 12
 E zero

15. (Fcmmg 2017) Um médico residente em Vitória, no Espírito Santo, quer aplicar num paciente compressas de um gel que funciona à temperatura de $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. O médico possui um recipiente com meio

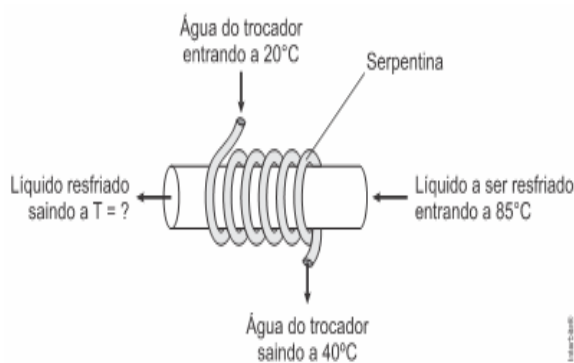
necessita abaixar essa temperatura para $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. O médico pensa em misturar certa massa de gelo na água alcançar seu objetivo e possui esferas de gelo de 5 g cada. Sabe que o calor específico do gelo vale $0,5\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$, da água vale $1\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ e que o calor de fusão do gelo é de 80 cal/g . Considere a densidade da água igual a 1 kg/L .

Se o gelo está inicialmente a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, o número de esferas de gelo de que necessitará para atingir seu objetivo será de, aproximadamente:

- A 10
 B 13
 C 26
 D 50

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 2009) Um trocador de calor consiste em uma serpentina, pela qual circulam 18 litros de água por minuto. A água entra na serpentina à temperatura ambiente ($20\text{ }^\circ\text{C}$) e sai mais quente. Com isso, resfria-se o líquido que passa por uma tubulação principal, na qual a serpentina está enrolada. Em uma fábrica, o líquido a ser resfriado na tubulação principal é também água, a $85\text{ }^\circ\text{C}$, mantida a uma vazão de 12 litros por minuto. Quando a temperatura de saída da água da serpentina for $40\text{ }^\circ\text{C}$, será possível estimar que a água da tubulação principal esteja saindo a uma temperatura T de, aproximadamente,



- A 75 °C D 45 °C
 B 65 °C E 35 °C
 C 55 °C
02. (Fuvest 2019) Em uma garrafa térmica, são colocados 200 g de água à temperatura de $30\text{ }^\circ\text{C}$ e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de $-10\text{ }^\circ\text{C}$. Após o equilíbrio térmico,
- Note e adote:
- calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g ;
 - calor específico do gelo = $0,5\text{ cal/g }^\circ\text{C}$;
 - calor específico da água = $1,0\text{ cal/g }^\circ\text{C}$.
- A todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é $7\text{ }^\circ\text{C}$.
 B todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é $0,4\text{ }^\circ\text{C}$.
 C todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é $20\text{ }^\circ\text{C}$.
 D nem todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é $0\text{ }^\circ\text{C}$.
 E o gelo não derreteu e a temperatura de equilíbrio é $-2\text{ }^\circ\text{C}$.

03. (Upe 2015) Um ciclista decide pedalar pela cidade e leva uma garrafa térmica para fazer sua hidratação adequada. Querendo beber água gelada ao final de um longo treino, o ciclista coloca inicialmente 200 g de água a $25\text{ }^\circ\text{C}$ e 400 g de gelo a $-25\text{ }^\circ\text{C}$.

Supondo que a garrafa seja fechada hermeticamente, que não haja trocas de energia com o ambiente externo e que o equilíbrio térmico tenha sido atingido, o ciclista ao abrir a garrafa encontrará:

Dados: o calor específico da água e do gelo é igual a $c_{\text{água}} = 1\text{ cal/g }^\circ\text{C}$ e $c_{\text{gelo}} = 0,5\text{ cal/g }^\circ\text{C}$, respectivamente. O calor latente da água é igual a $L = 80\text{ cal/g}$.

- A apenas gelo a $0\text{ }^\circ\text{C}$.
 B apenas água a $0\text{ }^\circ\text{C}$.
 C mais gelo que água.
 D mais água que gelo.
 E apenas água.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2015) As altas temperaturas de combustão e o atrito entre suas peças móveis são alguns dos fatores que provocam o aquecimento dos motores à combustão interna. Para evitar o superaquecimento e consequentes danos a esses motores, foram desenvolvidos os atuais sistemas de refrigeração, em que um fluido arrefecedor com propriedades especiais circula pelo interior do motor, absorvendo o calor que, ao passar pelo radiador, é transferido para a atmosfera.

Qual propriedade o fluido arrefecedor deve possuir para cumprir seu objetivo com maior eficiência?

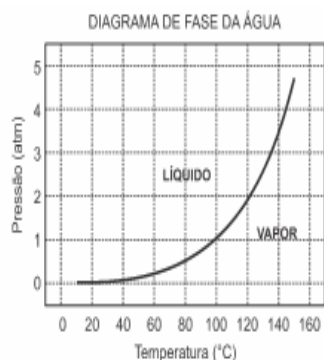
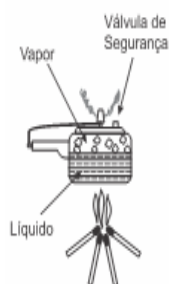
- A Alto calor específico.
 B Alto calor latente de fusão.
 C Baixa condutividade térmica.
 D Baixa temperatura de ebulição.
 E Alto coeficiente de dilatação térmica.

02. (Enem 1999) A panela de pressão permite que os alimentos sejam cozidos em água muito mais rapidamente do que em panelas convencionais.

Sua tampa possui uma borracha de vedação que não deixa o vapor escapar, a não ser através de um orifício central sobre o qual assenta um peso que controla a pressão.

Quando em uso, desenvolve-se uma pressão elevada no seu interior. Para a sua operação segura, é necessário observar a limpeza do orifício central e a existência de uma válvula de segurança, normalmente situada na tampa.

O esquema da panela de pressão e um diagrama de fase da água são apresentados a seguir.



A vantagem do uso de panela de pressão é a rapidez para o cozimento de alimentos e isto se deve

- A à pressão no seu interior, que é igual à pressão externa.
- B à temperatura de seu interior, que está acima da temperatura de ebulição da água no local.
- C à quantidade de calor adicional que é transferida à panela.
- D à quantidade de vapor que está sendo liberada pela válvula.
- E à espessura da sua parede, que é maior que a das panelas comuns.

03. (Enem 2019) Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou 2,5 g de castanha-de-caju crua para aquecer 350 g de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional a seguir e da medida da temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que 50% da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é $1 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{°C}^{-1}$, e sua temperatura inicial era de 20 °C .

Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)	
Valor energético	70 kcal
Carboidratos	0,8 g
Proteínas	3,5 g
Gorduras totais	3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em grau Celsius, medida ao final do experimento?

- A 25
- B 27
- C 45
- D 50
- E 70

04. (Enem 2013) Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70 °C . No entanto, a temperatura ideal da água para um banho é de 30 °C . Por isso, deve-se misturar a água aquecida com a água à temperatura ambiente de um outro reservatório, que se encontra a 25 °C . Qual a razão entre a massa de água quente e a massa de água fria na mistura para um banho à temperatura ideal?

- A 0,111
- B 0,125
- C 0,357
- D 0,428
- E 0,833

05. (Enem 2015) Uma garrafa térmica tem como função evitar a troca de calor entre o líquido nela contido e o ambiente, mantendo a temperatura de seu conteúdo constante. Uma forma de orientar os consumidores na compra de uma garrafa térmica seria criar um selo de qualidade, como se faz atualmente para informar o consumo de energia de eletrodomésticos. O selo identificaria cinco categorias e informaria a variação de temperatura do conteúdo da garrafa, depois de decorridas seis horas de seu fechamento, por meio de uma porcentagem do valor inicial da temperatura de equilíbrio do líquido na garrafa.

O quadro apresenta as categorias e os intervalos de variação percentual da temperatura.

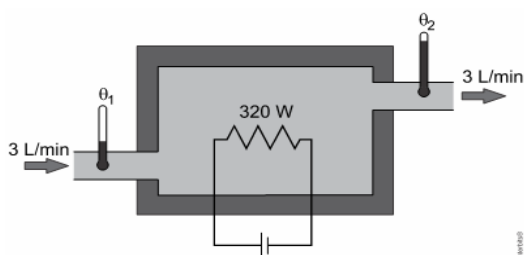
Tipo de selo	Variação de temperatura
A	menor que 10%
B	entre 10% e 25%
C	entre 25% e 40%
D	entre 40% e 55%
E	maior que 55%

Para atribuir uma categoria a um modelo de garrafa térmica, são preparadas e misturadas, em uma garrafa, duas amostras de água, uma a 10 °C e outra a 40 °C , na proporção de um terço de água fria para dois terços de água quente. A garrafa é fechada. Seis horas depois, abre-se a garrafa e mede-se a temperatura da água, obtendo-se 16 °C . Qual selo deveria ser posto na garrafa térmica testada?

- A A
- B B
- C C
- D D
- E E

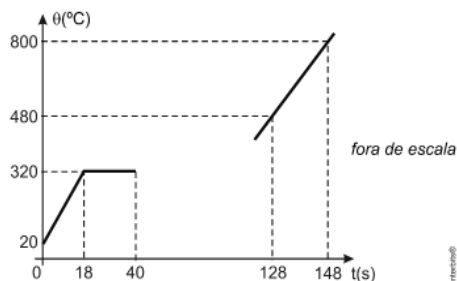
DISCURSIVAS

- 01.** (Unifesp 2019) A figura representa um calorímetro de fluxo, cuja função é medir o calor específico de determinado líquido de densidade 800 kg/m^3 . Esse líquido flui pelo aparelho com uma vazão constante de 3 L/min , entra à temperatura $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$ e sai à temperatura $\theta_2 = 30^\circ\text{C}$, depois de ter sido aquecido por um aquecedor de potência constante de 320 W .



Considere que todo calor fornecido pelo aquecedor seja absorvido pelo líquido.

- a) Calcule a energia térmica, em J, dissipada pelo aquecedor, necessária para aquecer 6 L do líquido.
- b) Determine o calor específico do líquido, em $\text{J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$.
- 02.** (Unesp 2013) Determinada substância pura encontra-se inicialmente, quando $t = 0 \text{ s}$, no estado sólido, a 20°C , e recebe calor a uma taxa constante. O gráfico representa apenas parte da curva de aquecimento dessa substância, pois, devido a um defeito de impressão, ele foi interrompido no instante 40 s , durante a fusão da substância, e voltou a ser desenhado a partir de certo instante posterior ao término da fusão, quando a substância encontrava-se totalmente no estado líquido.



Sabendo-se que a massa da substância é de 100 g e que seu calor específico na fase sólida é igual a $0,03 \text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$, calcule a quantidade de calor necessária para aquecê-la desde 20°C até a temperatura em que se inicia sua fusão, e determine o instante em que se encerra a fusão da substância.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	B	B	B	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	A	C	B	C
6	7	8	9	10
B	D	C	B	A
11	12	13	14	15
B	D	D	B	A

AVANÇADO

1	2	3
C	A	C

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	B	C	B	D

DISCURSIVAS

- 01.** a) 38.400 J
b) $1600 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$
- 02.** 118 s

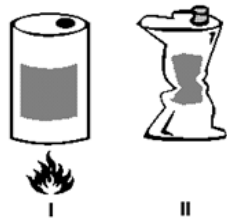
NÍVEL BÁSICO

01. (UFMG 2007) Para se realizar uma determinada experiência,

- coloca-se um pouco de água em uma lata, com uma abertura na parte superior, destampada, a qual é, em seguida, aquecida, como mostrado na Figura I;

- depois que a água ferve e o interior da lata fica totalmente preenchido com vapor, esta é tampada e retirada do fogo;

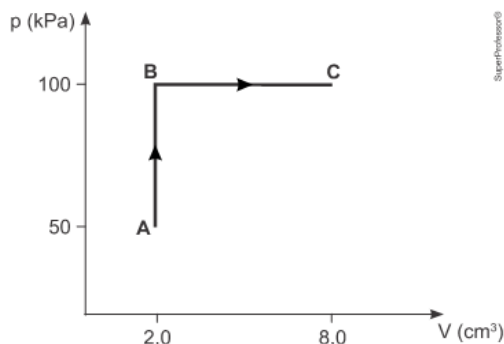
- logo depois, despeja-se água fria sobre a lata e observa-se que ela se contrai bruscamente, como mostrado na Figura II.



Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que, na situação descrita, a contração ocorre porque

- A a água fria provoca uma contração do metal das paredes da lata.
- B a lata fica mais frágil ao ser aquecida.
- C a pressão atmosférica esmaga a lata.
- D o vapor frio, no interior da lata, puxa suas paredes para dentro.

02. (Pucrs Medicina 2023) A figura a seguir representa o diagrama pV de um 1 mol de um gás ideal, retratando diferentes processos termodinâmicos.



Com base no diagrama, é correto afirmar que

- A em AB a temperatura do gás aumentará.
- B em BC a temperatura do gás diminuirá.
- C a temperatura em C é igual a temperatura em A.
- D a temperatura se mantém constante durante ABC.

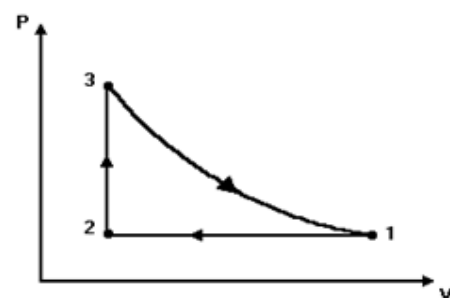
03. (UEMG 2019) Antes de viajar, o motorista calibrou os pneus do seu carro a uma pressão de 30 psi quando a temperatura dos pneus era de 27 °C. Durante a viagem, após parar em um posto de gasolina, o motorista percebeu que os pneus estavam aquecidos. Ao conferir a calibragem, o motorista verificou que a pressão dos pneus era de 32 psi.

Considerando a dilatação do pneu desprezível e o ar dentro dos pneus como um gás ideal, assinale a alternativa que MELHOR representa a temperatura mais próxima dos pneus.

- A 29 °C
- B 38 °C
- C 47 °C
- D 52 °C

04. (UFMG 1994) O gráfico da pressão p em função do volume V de um gás ideal representa uma transformação cíclica ocorrida em três fases. Inicia-se o ciclo por uma transformação isobárica, seguida de uma transformação isovolumétrica e, finalmente, de uma transformação isotérmica.

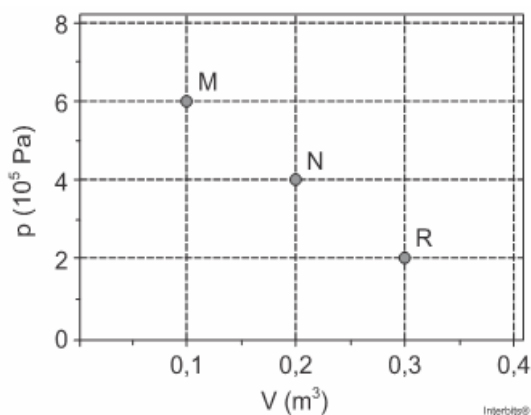
Sejam T_1 , T_2 e T_3 as temperaturas do gás nos pontos 1, 2 e 3, respectivamente.



Em relação a essas temperaturas, pode-se afirmar que

- A $T_1 = T_2 = T_3$.
- B $T_1 = T_2$ e $T_1 > T_3$.
- C $T_1 = T_3$ e $T_1 > T_2$.
- D $T_1 = T_3$ e $T_1 < T_2$.
- E $T_1 = T_2$ e $T_1 < T_3$.

05. (Ufrgs 2015) A figura abaixo apresenta um diagrama Pressão x Volume. Nele, os pontos M, N e R representam três estados de uma mesma amostra de gás ideal.



Assinale a alternativa que indica corretamente a relação entre as temperaturas absolutas T_M , T_N e T_R dos respectivos estados M, N e R.

- A $T_R < T_M > T_N$
- B $T_R > T_M > T_N$
- C $T_R = T_M > T_N$
- D $T_R < T_M < T_N$
- E $T_R = T_M < T_N$

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Uerj 2011) A bola utilizada em uma partida de futebol é uma esfera de diâmetro interno igual a 20 cm. Quando cheia, a bola apresenta, em seu interior, ar sob pressão de 1,0 atm e temperatura de 27 °C. Considere $\pi = 3$, $R = 0,080 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ e, para o ar, comportamento de gás ideal e massa molar igual a 30 $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

No interior da bola cheia, a massa de ar, em gramas, corresponde a:

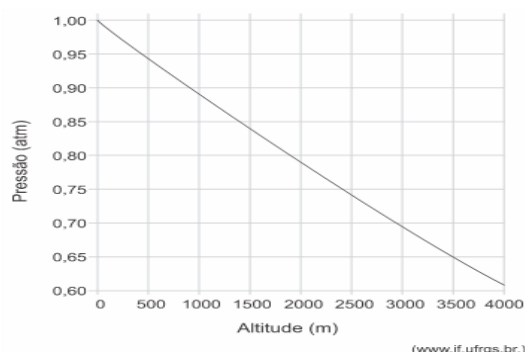
- A 2,5
- B 5,0
- C 7,5
- D 10,0

02. (Uece 2008) 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 $T_A = 27 \text{ °C}$ e $T_B = 177 \text{ °C}$.

Os gases são misturados em um mesmo recipiente de volume $V = 10 \text{ L}$, a uma temperatura $t = 127 \text{ °C}$. A pressão, em atm, que esta mistura exercerá nas paredes do recipiente é:

- A 2
- B 5
- C 8
- D 10

03. (Fgv 2020) Analise o gráfico, que apresenta a variação da pressão atmosférica terrestre em função da altitude.



Sabe-se que a densidade do ar, à pressão de 1,0 atm e a 0 °C é 1,30 kg/m^3 . Considerando que o ar se comporte como um gás ideal, sua densidade a uma altitude de 3.500 m e a 0 °C é, aproximadamente,

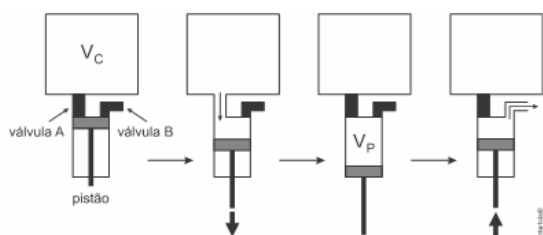
- A 0,46 kg/m^3
- B 0,65 kg/m^3
- C 0,85 kg/m^3
- D 0,92 kg/m^3
- E 0,98 kg/m^3

04. (Unicamp 2013) Pressão parcial é a pressão que um gás pertencente a uma mistura teria se o mesmo gás ocupasse sozinho todo o volume disponível. Na temperatura ambiente, quando a umidade relativa do ar é de 100%, a pressão parcial de vapor de água vale $3,0 \times 10^3 \text{ Pa}$. Nesta situação, qual seria a porcentagem de moléculas de água no ar?

Dados: a pressão atmosférica vale $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$; considere que o ar se comporta como um gás ideal.

- A 100%
- B 97%
- C 33%
- D 3%

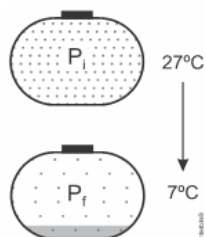
05. (Unicamp 2017) Fazer vácuo significa retirar o ar existente em um volume fechado. Esse processo é usado, por exemplo, para conservar alimentos ditos embalados a vácuo ou para criar ambientes controlados para experimentos científicos. A figura abaixo representa um pistão que está sendo usado para fazer vácuo em uma câmara de volume constante $V_C = 2,0$ litros. O pistão, ligado à câmara por uma válvula A, aumenta o volume que pode ser ocupado pelo ar em $V_P = 0,2$ litros. Em seguida, a válvula A é fechada e o ar que está dentro do pistão é expulso através de uma válvula B, ligada à atmosfera, completando um ciclo de bombeamento.



Considere que o ar se comporte como um gás ideal e que, durante o ciclo completo, a temperatura não variou. Se a pressão inicial na câmara é de $P_i = 33$ Pa, a pressão final na câmara após um ciclo de bombeamento será de

- A** 30,0 Pa
- B** 330,0 Pa
- C** 36,3 Pa
- D** 3,3 Pa

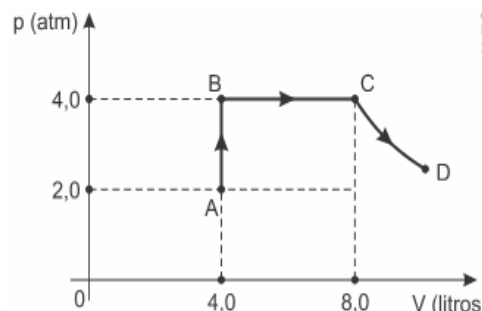
06. (Esc. Naval 2016) Analise a figura abaixo.



Após uma lavagem, certa quantidade de vapor d'água, na temperatura inicial de 27°C , permaneceu confinada no interior de um tanque metálico. A redução da temperatura para $7,0^\circ\text{C}$ causou condensação e uma consequente redução de 50% no número de moléculas de vapor. Suponha que o vapor d'água se comporte como um gás ideal ocupando um volume constante. Se a pressão inicial for $3,0 \times 10^3$ Pa, a pressão final, em quilopascal, será

- A** 1,4
- B** 1,5
- C** 2,0
- D** 2,8
- E** 2,9

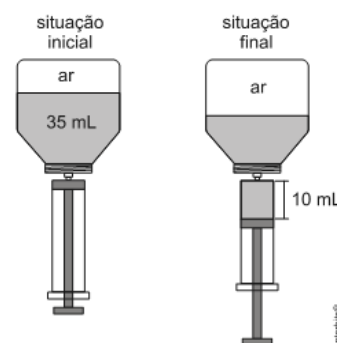
07. (Epcar (Afa) 2015) Uma amostra de n mols de gás ideal sofre as transformações AB (isovolumétrica), BC (isobárica) e CD (isotérmica) conforme representação no diagrama pressão (P) volume (V), mostrado a seguir.



Sabendo-se que a temperatura do gás no estado A é 27°C , pode-se afirmar que a temperatura dele, em $^\circ\text{C}$, no estado D é

- A** 108
- B** 327
- C** 628
- D** 927

08. (Unesp 2012) Um frasco para medicamento com capacidade de 50 mL, contém 35 mL de remédio, sendo o volume restante ocupado por ar. Uma enfermeira encaixa uma seringa nesse frasco e retira 10 mL do medicamento, sem que tenha entrado ou saído ar do frasco. Considere que durante o processo a temperatura do sistema tenha permanecido constante e que o ar dentro do frasco possa ser considerado um gás ideal.



Na situação final em que a seringa com o medicamento ainda estava encaixada no frasco, a retirada dessa dose fez com que a pressão do ar dentro do frasco passasse a ser, em relação à pressão inicial,

- A** 60% maior.
- B** 40% maior.
- C** 60% menor.
- D** 40% menor.
- E** 25% menor.

09. (Ufal 2010) Um gás ideal possui, inicialmente, volume V_0 e encontra-se sob uma pressão p_0 . O gás passa por uma transformação isotérmica, ao final da qual o seu volume torna-se igual a $v_0/2$. Em seguida, o gás passa por uma transformação isobárica, após a qual seu volume é $2V_0$. Denotando a temperatura absoluta inicial do gás por T_0 , a sua temperatura absoluta ao final das duas transformações é igual a:

- A $T_0/4$
- B $T_0/2$
- C T_0
- D $2T_0$
- E $4T_0$

10. (Fuvest 2009) Em um freezer, muitas vezes, é difícil repetir a abertura da porta, pouco tempo após ter sido fechada, devido à diminuição da pressão interna. Essa diminuição ocorre porque o ar que entra, à temperatura ambiente, é rapidamente resfriado até a temperatura de operação, em torno de $-18\text{ }^\circ\text{C}$. Considerando um freezer doméstico, de 280 l, bem vedado, em um ambiente a $27\text{ }^\circ\text{C}$ e pressão atmosférica P_0 , a pressão interna poderia atingir o valor mínimo de:

Considere que todo o ar no interior do freezer, no instante em que a porta é fechada, está à temperatura do ambiente.

- A 35% de P_0
- B 50% de P_0
- C 67% de P_0
- D 85% de P_0
- E 95% de P_0

NÍVEL AVANÇADO

geladeira novamente, mas só consegue fazer isso

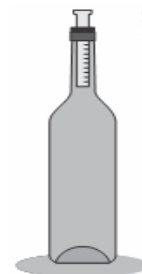
01. (Fuvest 2006) Um extintor de incêndio cilíndrico, contendo CO_2 , possui um medidor de pressão interna que, inicialmente, indica 200 atm. Com o tempo, parte do gás escapa, o extintor perde pressão e precisa ser recarregado. Quando a pressão interna for igual a 160 atm, a porcentagem da massa inicial de gás que terá escapado corresponderá a:

Obs: Considere que a temperatura permanece constante e o CO_2 , nessas condições, comporta-se como um gás perfeito

Adote $1\text{ atm} = 10^5\text{ N/m}^2$

- A 10%
- B 20%
- C 40%
- D 60%
- E 75%

02. (Fuvest 2016) Uma garrafa tem um cilindro afixado em sua boca, no qual um êmbolo pode se movimentar sem atrito, mantendo constante a massa de ar dentro da garrafa, como ilustra a figura. Inicialmente, o sistema está em equilíbrio à temperatura de $27\text{ }^\circ\text{C}$. O volume de ar na garrafa é igual a 600 cm^3 e o êmbolo tem uma área transversal igual a 3 cm^2 . Na condição de equilíbrio, com a pressão atmosférica constante, para cada $1\text{ }^\circ\text{C}$ de aumento da temperatura do sistema, o êmbolo subirá aproximadamente



Note e adote:

- $0\text{ }^\circ\text{C} = 273\text{ K}$

- Considere o ar da garrafa como um gás ideal.

- A 10,7 cm
- B 1,4 cm
- C 2,1 cm
- D 3,0 cm
- E 6,0 cm

SEÇÃO ENEM

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

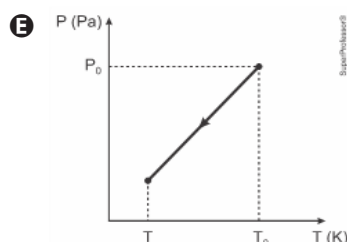
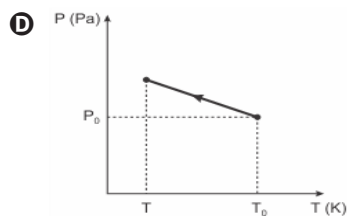
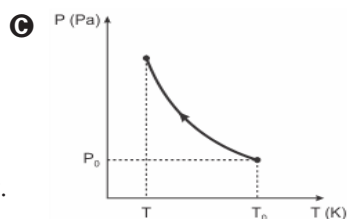
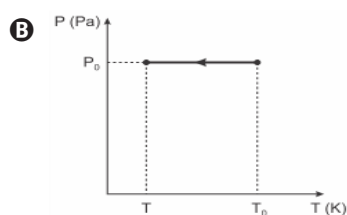
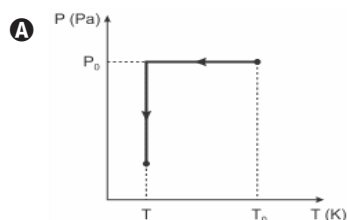
depois de exercer uma força mais intensa do que a habitual.

A dificuldade extra para reabrir a geladeira ocorre porque o

- 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.

02. (Enem 2023) O manual de um automóvel alerta sobre os cuidados em relação à pressão do ar no interior dos pneus. Recomenda-se que a pressão seja verificada com os pneus frios (à temperatura ambiente). Um motorista, desatento a essa informação, realizou uma viagem longa sobre o asfalto quente e, em seguida, verificou que a pressão P_0 no interior dos pneus não era a recomendada pelo fabricante. Na ocasião, a temperatura dos pneus era T_0 . Após um longo período em repouso, os pneus do carro atingiram a temperatura ambiente T . Durante o resfriamento, não há alteração no volume dos pneus e na quantidade de ar no seu interior. Considere o ar dos pneus um gás perfeito (também denominado gás ideal).

Durante o processo de resfriamento, os valores de pressão em relação à temperatura ($P \times T$) são representados pelo gráfico:



de $8,0 \text{ cm}^2$.

03. (Enem 2023) De acordo com a Constituição Federal, é competência dos municípios o gerenciamento dos serviços de limpeza e coleta dos resíduos urbanos (lixo). No entanto, há relatos de que parte desse lixo acaba sendo incinerado, liberando substâncias tóxicas para o ambiente e causando acidentes por explosões, principalmente quando ocorre a incineração de frascos de aerossóis (por exemplo: desodorantes, inseticidas e repelentes). A temperatura elevada provoca a vaporização de todo o conteúdo dentro desse tipo de frasco, aumentando a pressão em seu interior até culminar na explosão da embalagem.

ZVIBIL, V. Z. et al. Cartilha de limpeza urbana. Disponível em: www.ibam.org.br. Acesso em: 6 jul. 2015 (adaptado).

Suponha um frasco metálico de um aerossol de capacidade igual a 100 mL, contendo 0,1 mol de produtos gasosos à temperatura de 650°C , no momento da explosão.

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

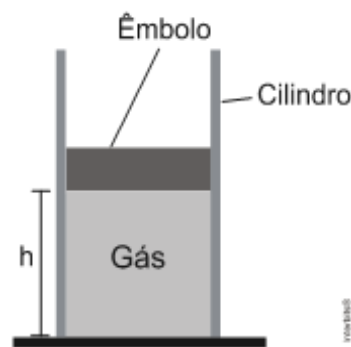
A pressão, em atm, dentro do frasco, no momento da explosão, é mais próxima de

- A** 756
- B** 533
- C** 76
- D** 53
- E** 13

DISCURSIVAS

01. (UFMG 2013) Na figura está representado um pistão constituído de um cilindro e um êmbolo. O êmbolo, que pode se mover livremente, tem massa de 0,30 kg e uma área de seção transversal

Esse pistão contém $4,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$ de um gás ideal à temperatura de 27°C . A pressão no ambiente é de 1,0 atm.



a) DETERMINE o valor da força que o gás exerce sobre o êmbolo na situação de equilíbrio.

b) DETERMINE o valor da altura h em que o êmbolo se encontra nessa situação.

Em seguida, o gás é aquecido até que sua temperatura atinja $57\text{ }^\circ\text{C}$.

c) DETERMINE o valor do deslocamento Δh do pistão devido a esse aquecimento.

- 02.** (Uerj 2016) Um motorista estaciona seu carro completamente fechado sob o Sol. Nesse instante, a temperatura no interior do carro é igual a $25\text{ }^\circ\text{C}$. Ao retornar, algum tempo depois, verifica que essa temperatura interna é igual a $35\text{ }^\circ\text{C}$.

Considerando o ar como um gás perfeito, calcule a variação percentual da pressão, $\Delta P/P$, entre os dois momentos, no interior do carro.

D E C

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	A	C	C	E

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	C	C	D	A
6	7	8	9	10
A	D	D	E	D

AVANÇADO

1	2
B	A

SEÇÃO ENEM

1	2	3

DISCURSIVAS

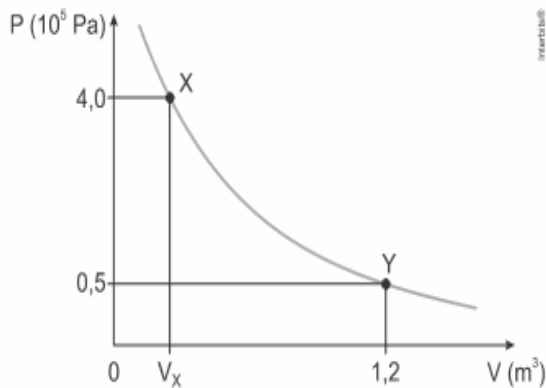
- 01.** a) 83 N
b) 0,12 m
c) 0,012 m

- 02.** 3,35%



NÍVEL BÁSICO

01. (Famerp 2021) Certa massa de gás ideal sofre uma transformação, passando do estado X para o estado Y, como mostra o diagrama P x V.



Sabendo que a energia interna do gás não variou durante a transformação, o volume V_x era igual a

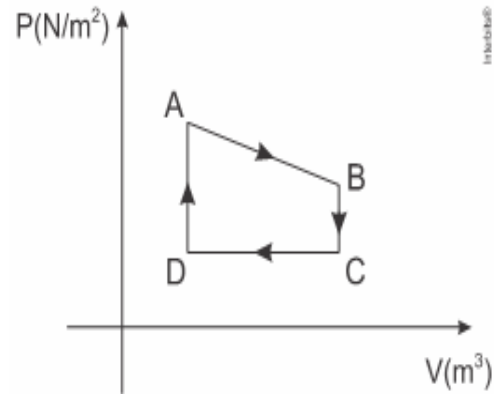
- A 0,30 m³
 - B 0,08 m³
 - C 0,36 m³
 - D 0,45 m³
 - E 0,15 m³
02. (Ufrgs 2015) Na tabela abaixo, E_{H_2} e E_{O_2} e V_{H_2} e V_{O_2} são, respectivamente, as energias cinéticas médias e as velocidades médias das moléculas de uma amostra de gás H_2 e de outra, de gás O_2 , ambas em temperatura de 27 °C.

Gás	Temperatura (°C)	Energia cinética média	Velocidade média
H_2	27	E_{H_2}	V_{H_2}
O_2	27	E_{O_2}	V_{O_2}

Assinale a alternativa que relaciona corretamente os valores das energias cinéticas médias e das velocidades médias das moléculas de H_2 e de O_2 .

- A $E_{H_2} > E_{O_2}$ e $V_{H_2} > V_{O_2}$
- B $E_{H_2} < E_{O_2}$ e $V_{H_2} < V_{O_2}$
- C $E_{H_2} = E_{O_2}$ e $V_{H_2} > V_{O_2}$
- D $E_{H_2} = E_{O_2}$ e $V_{H_2} = V_{O_2}$
- E $E_{H_2} = E_{O_2}$ e $V_{H_2} < V_{O_2}$

03. (Uern 2015) O gráfico representa um ciclo termodinâmico:



Os trabalhos realizados nas transformações AB, BC, CD e DA são, respectivamente:

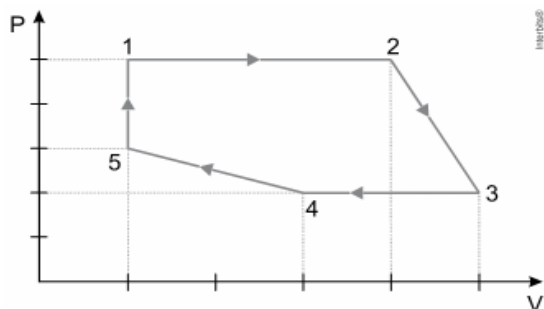
- A Negativo, nulo, positivo e nulo.
 - B Positivo, nulo, negativo e nulo.
 - C Positivo, negativo, nulo e positivo.
 - D Negativo, negativo, nulo e positivo.
04. (Espcex (Aman) 2020) Um gás ideal é comprimido por um agente externo, ao mesmo tempo em que recebe calor de 300 J de uma fonte térmica.
- 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

05. (Cefet-MG 2004) Com a mão próxima da boca, é comum observarmos que, ao soprarmos o ar com a boca quase fechada, temos a sensação térmica de diminuição de temperatura. Isto ocorre porque o ar sofre uma rápida expansão

- A adiabática.
- B isobárica.
- C isotérmica.
- D isovolumétrica.

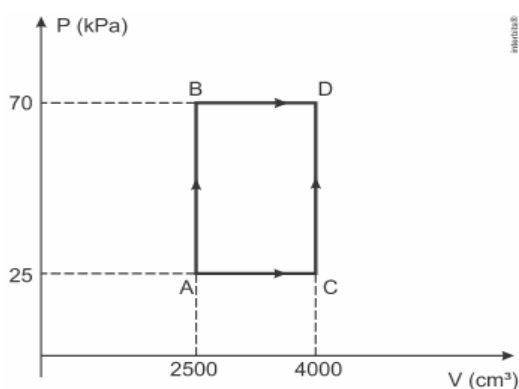
NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Famerp 2018) Certa massa de gás ideal sofre a transformação cíclica 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 1 representada no diagrama de pressão (P) e volume (V).



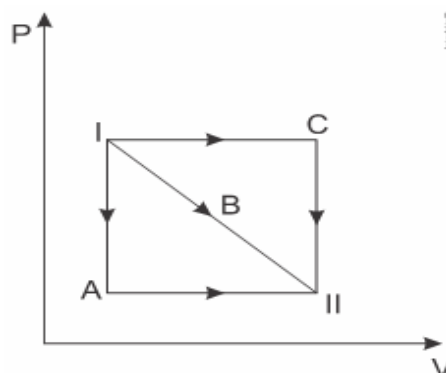
O trecho em que a força exercida pelo gás realiza o maior trabalho é

- A 2 - 3
 B 4 - 5
 C 3 - 4
 D 1 - 2
 E 5 - 1
02. (Efomm 2016) O diagrama PV da figura mostra, para determinado gás ideal, alguns dos processos termodinâmicos possíveis. Sabendo-se que nos processos AB e BD são fornecidos ao gás 120 e 500 joules de calor, respectivamente, a variação da energia interna do gás, em joules, no processo ACD será igual a



- A 105
 B 250
 C 515
 D 620
 E 725

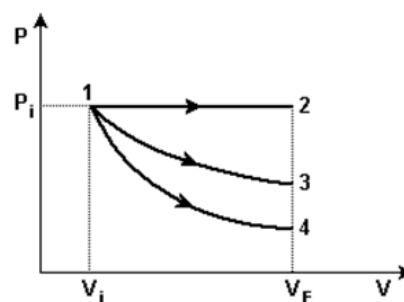
03. (Fuvest 2019) No diagrama P x V da figura, A, B e C representam transformações possíveis de um gás entre os estados I e II.



Com relação à variação ΔU da energia interna do gás e ao trabalho W por ele realizado, entre esses estados, é correto afirmar que

- A $\Delta U_A = \Delta U_B = \Delta U_C$ e $W_C > W_B > W_A$
 B $\Delta U_A > \Delta U_C > \Delta U_B$ e $W_C = W_A < W_B$
 C $\Delta U_A < \Delta U_B < \Delta U_C$ e $W_C > W_B > W_A$
 D $\Delta U_A = \Delta U_B = \Delta U_C$ e $W_C = W_A > W_B$
 E $\Delta U_A > \Delta U_B > \Delta U_C$ e $W_C = W_B = W_A$

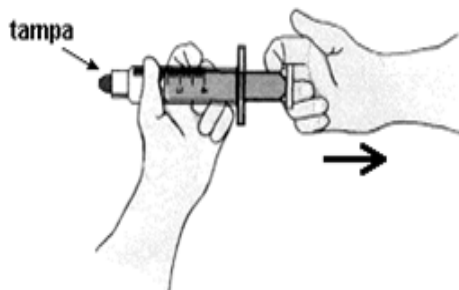
04. (Ufv 2004) Três processos termodinâmicos ocorrendo num sistema constituído por um gás ideal são representados no diagrama pressão (P) versus volume (V) a seguir.



Os processos são: 1→2 isobárico, 1→3 isotérmico e 1→4 adiabático. O sistema realiza trabalho, em cada um dos processos. É CORRETO afirmar que:

- A no processo isotérmico há troca de calor com o sistema.
 B no processo adiabático, a energia interna do sistema aumentou.
 C no processo isobárico não há troca de calor com o sistema.
 D para realizar trabalho é necessário haver troca de calor com o sistema.
 E no processo isotérmico, o trabalho realizado é maior que no processo isobárico.

05. (UFMG 2003) Uma seringa, com a extremidade fechada, contém uma certa quantidade de ar em seu interior. Sampaio puxa, rapidamente, o êmbolo dessa seringa, como mostrado nesta figura:



Considere o ar como um gás ideal. Sabe-se que, para um gás ideal, a energia interna é proporcional à sua temperatura.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que, no interior da seringa,

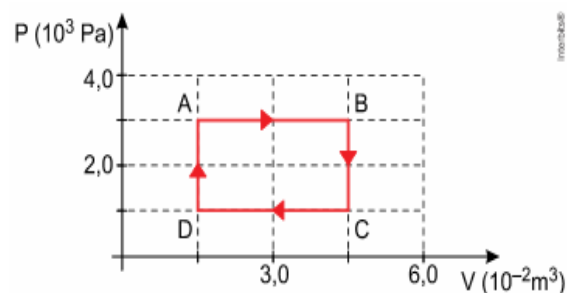
- A a pressão do ar aumenta e sua temperatura diminui.
 B a pressão do ar diminui e sua temperatura aumenta.
 C a pressão e a temperatura do ar aumentam.
 D a pressão e a temperatura do ar diminuem.

06. (Ufu 2010) Um botijão de cozinha contém gás sob alta pressão. Ao abrirmos esse botijão, percebemos que o gás escapa rapidamente para a atmosfera. Como esse processo é muito rápido, podemos considerá-lo como um processo adiabático.

Considerando que a primeira lei da termodinâmica é dada por $\Delta U = Q - W$, onde ΔU é a variação da energia interna do gás, Q é a energia transferida na forma de calor e W é o trabalho realizado pelo gás, é correto afirmar que:

- A A pressão do gás aumentou e a temperatura diminuiu.
 B O trabalho realizado pelo gás foi positivo e a temperatura do gás não variou.
 C O trabalho realizado pelo gás foi positivo e a temperatura do gás diminuiu.
 D A pressão do gás aumentou e o trabalho realizado foi negativo.

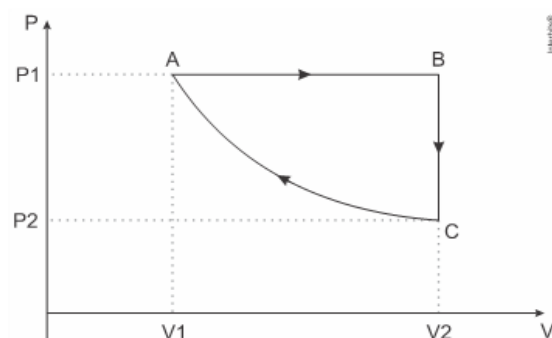
07. (Fmj 2020) O diagrama pressão versus volume mostra a transformação cíclica ABCDA pela qual passa certa massa de gás ideal.



Em um ciclo, a variação da energia interna do gás é igual a

- A 30 J
 B 60 J
 C zero
 D 90 J
 E 120 J

08. (Fuvest 2021) Um mol de um gás ideal percorre o processo cíclico ABCA em um diagrama P-V conforme mostrado na figura, sendo que a etapa AB é isobárica, a etapa BC é isocórica e a etapa CA é isotérmica.



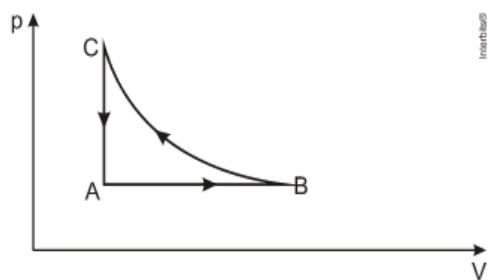
Considere as seguintes afirmações:

- I. O gás libera calor tanto na etapa BC quanto na etapa CA.
 II. O módulo do trabalho realizado pelo gás é não nulo tanto na etapa AB quanto na etapa BC.
 III. O gás tem sua temperatura aumentada tanto na etapa AB quanto na etapa CA.

É correto o que se afirma em:

- A Nenhuma delas.
 B Apenas I.
 C Apenas II.
 D Apenas III.
 E Apenas I e II.

09. (Fuvest 2015) Certa quantidade de gás sofre três transformações sucessivas, $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$ e $C \rightarrow A$ conforme o diagrama P-V apresentado na figura abaixo.



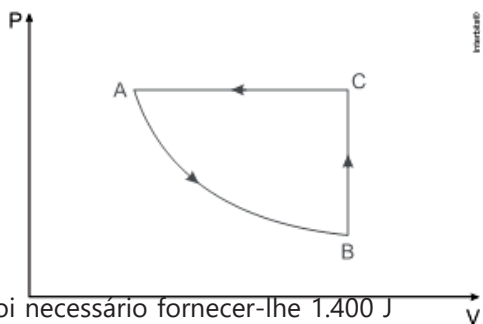
A respeito dessas transformações, afirmou-se o seguinte:

- I. O trabalho total realizado no ciclo ABCA é nulo.
- II. A energia interna do gás no estado C é maior que no estado A.
- III. Durante a transformação A→B o gás recebe calor e realiza trabalho.

Está correto o que se afirma em:

- A** I
- B** II
- C** III
- D** I e II
- E** II e III

10. (Fgv 2021) Certa massa de gás ideal sofreu três transformações. A primeira, AB, foi isotérmica, a segunda, BC, foi isovolumétrica e a terceira, CA, foi isobárica, como mostra a figura.



de gás ideal, foi necessário fornecer-lhe 1.400 J

Considerando-se que o calor absorvido pelo gás seja positivo, que o calor cedido seja negativo, que o trabalho realizado pela força aplicada pelo gás no meio exterior seja positivo e que o trabalho realizado pela força aplicada pelo meio exterior sobre o gás seja negativo, montou-se o quadro a seguir.

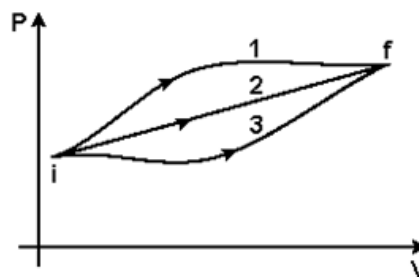
Transformação	Calor envolvido	Trabalho realizado	Energia interna do gás
AB	positivo	positivo	X
BC	positivo	Y	aumenta
CA	Z	negativo	diminui

Completam, respectivamente, as células X, Y e Z do quadro:

- A** não se altera, nulo e negativo.
- B** não se altera, positivo e negativo.
- C** aumenta, positivo e positivo.
- D** aumenta, nulo e positivo.
- E** diminui, negativo e nulo.

NÍVEL AVANÇADO

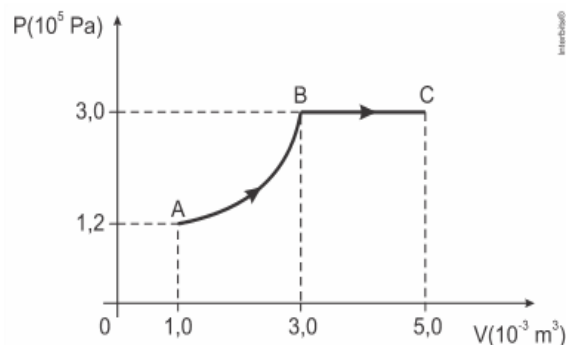
01. (Ufes 2004) Uma certa quantidade de gás ideal é levada de um estado inicial a um estado final por três processos distintos, representados no diagrama P x V da figura a seguir. O calor e o trabalho associados a cada processo são, respectivamente, Q_1 e W_1 , Q_2 e W_2 , Q_3 e W_3 . Está correto afirmar que:



- A** $W_1 = W_2 = W_3$ e $Q_1 = Q_2 = Q_3$
- B** $W_1 < W_2 < W_3$ e $Q_1 < Q_2 < Q_3$
- C** $W_1 > W_2 > W_3$ e $Q_1 > Q_2 > Q_3$
- D** $W_1 = W_2 = W_3$ e $Q_1 < Q_2 < Q_3$
- E** $W_1 > W_2 > W_3$ e $Q_1 = Q_2 = Q_3$

02. (Fac. Albert Einstein 2019) Para provocar a transformação gasosa ABC, representada no diagrama P x V, em determinada massa constante

de energia em forma de calor, dos quais 300 J transformaram-se em energia interna do gás, devido ao seu aquecimento nesse processo.

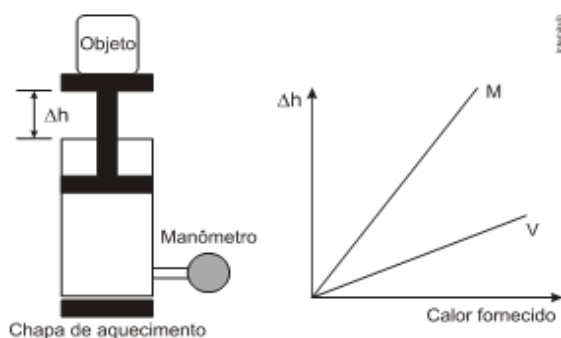


Considerando não ter havido perda de energia, o trabalho realizado pelas forças exercidas pelo gás no trecho AB dessa transformação foi de

- A 600 J
- B 400 J
- C 500 J
- D 1.100 J
- E 800 J

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2014) Um sistema de pistão contendo um gás é mostrado na figura. Sobre a extremidade superior do êmbolo, que pode movimentar-se livremente sem atrito, encontra-se um objeto. Através de uma chapa de aquecimento é possível fornecer calor ao gás e, com auxílio de um manômetro, medir sua pressão. A partir de diferentes valores de calor fornecido, considerando o sistema como hermético, o objeto elevou-se em valores Δh , como mostrado no gráfico. Foram estudadas, separadamente, quantidades equimolares de dois diferentes gases, denominados M e V.



A diferença no comportamento dos gases no experimento decorre do fato de o gás M, em relação ao V, apresentar

- A maior pressão de vapor.
- B menor massa molecular.
- C maior compressibilidade.
- D menor energia de ativação.
- E menor capacidade calorífica.

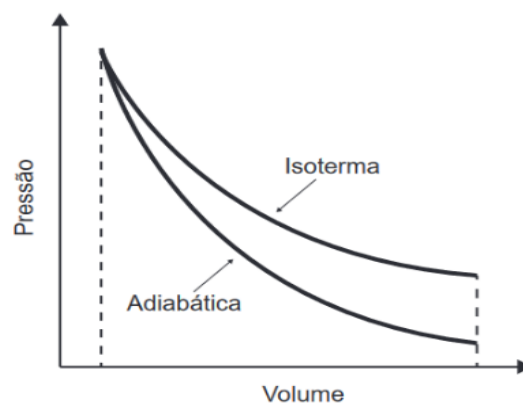
- 02.** (Enem 2015) O ar atmosférico pode ser utilizado para armazenar o excedente de energia gerada no sistema elétrico, diminuindo seu desperdício, por meio do seguinte processo: água e gás carbônico são inicialmente removidos do ar atmosférico e a massa de ar restante é resfriada até $-198\text{ }^\circ\text{C}$.

Presente na proporção de 78% dessa massa de ar, o nitrogênio gasoso é liquefeito, ocupando um volume 700 vezes menor. A energia excedente do sistema elétrico é utilizada nesse processo, sendo parcialmente recuperada quando o nitrogênio líquido, exposto à temperatura ambiente, entra em ebulição e se expande, fazendo girar turbinas que convertem energia mecânica em energia elétrica.

No processo descrito, o excedente de energia elétrica é armazenado pela

- A expansão do nitrogênio durante a ebulição.
- B absorção de calor pelo nitrogênio durante a ebulição.
- C realização de trabalho sobre o nitrogênio durante a liquefação.
- D retirada de água e gás carbônico da atmosfera antes do resfriamento.
- E liberação de calor do nitrogênio para a vizinhança durante a liquefação.

- 03.** (Enem PPL 2020) Tanto a conservação de materiais biológicos como o resfriamento de certos fotodetectores exigem baixas temperaturas que não são facilmente atingidas por refrigeradores. Uma prática comum para atingi-las é o uso de nitrogênio líquido, obtido pela expansão adiabática do gás N_2 , contido em um recipiente acoplado a um êmbolo, que resulta no resfriamento em temperaturas que chegam até seu ponto de liquefação em $-196\text{ }^\circ\text{C}$. A figura exhibe o esboço de curvas de pressão em função do volume ocupado por uma quantidade de gás para os processos isotérmico e adiabático. As diferenças entre esses processos podem ser identificadas com base na primeira lei da termodinâmica, que associa a variação de energia interna à diferença entre o calor trocado com o meio exterior e o trabalho realizado no processo.

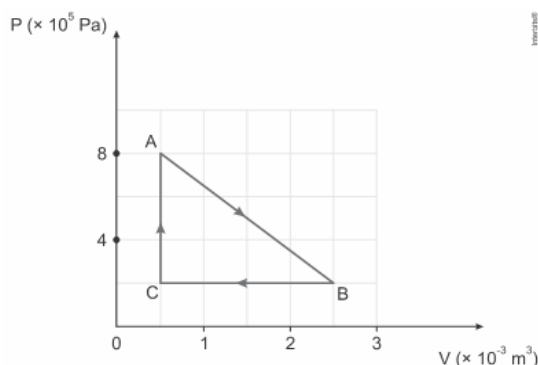


A expansão adiabática viabiliza o resfriamento do N_2 porque

- A a entrada de calor que ocorre na expansão por causa do trabalho contribui para a diminuição da temperatura.
- B a saída de calor que ocorre na expansão por causa do trabalho contribui para a diminuição da temperatura.
- C a variação da energia interna é nula e o trabalho é associado diretamente ao fluxo de calor, que diminui a temperatura do sistema.
- D a variação da energia interna é nula e o trabalho é associado diretamente à entrada de frio, que diminui a temperatura do sistema.
- E o trabalho é associado diretamente à variação de energia interna e não há troca de calor entre o gás e o ambiente.

DISCURSIVAS

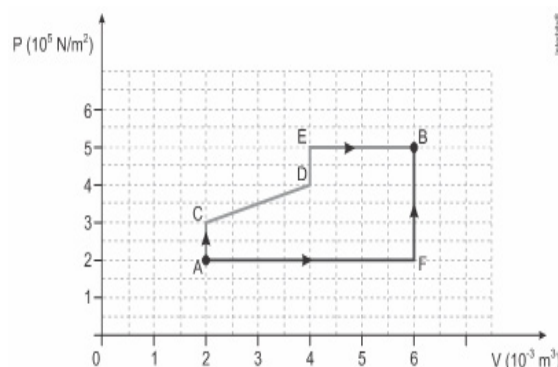
01. (Unifesp 2021) Analise o diagrama que representa o ciclo de transformações sofridas por um gás ideal em uma máquina térmica.



Sabe-se que no ponto C a temperatura do gás é de 800 K.

- a) Qual é a temperatura do gás no ponto A, em graus Celsius?
- b) Qual será a variação da energia interna do gás ao longo do ciclo completo ABCA? Calcule o valor absoluto do trabalho realizado na compressão do gás.

02. (Unifesp 2017) Uma massa constante de gás ideal pode ser levada de um estado inicial A a um estado final B por dois processos diferentes, indicados no diagrama $P \times V$.



Para ocorrer, a transformação ACDEB exige uma quantidade Q_1 de calor e a transformação AFB exige uma quantidade Q_2 de calor. Sendo T_A e T_B as temperaturas absolutas do gás nos estados A e B, respectivamente, calcule

- a) o valor da razão T_B / T_A .
- b) o valor da diferença $Q_1 - Q_2$, em joules.

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
E	C	B	A	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	C	A	A	D
6	7	8	9	10
C	C	B	E	A

AVANÇADO

1	2
C	C

SEÇÃO ENEM

1	2	3
E	C	E

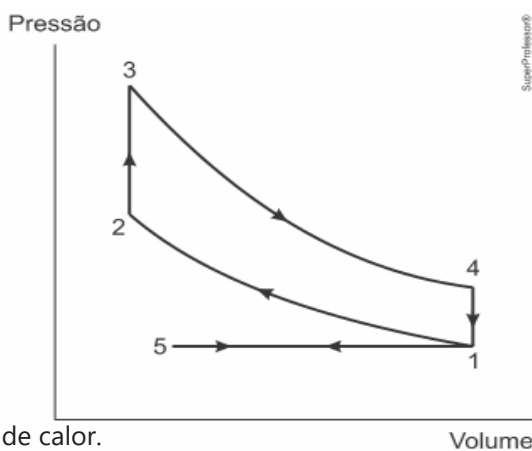
DISCURSIVAS

- 01.** a) 2927 °C
b) $\Delta U = 0$ e $W = 400$ J
- 02.** a) 7,5
b) 900 J

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Fuvest 2015) O desenvolvimento de teorias científicas, geralmente, tem forte relação com contextos políticos, econômicos, sociais e culturais mais amplos. A evolução dos conceitos básicos da Termodinâmica ocorre, principalmente, no contexto
- A** da Idade Média.
 - B** das grandes navegações.
 - C** da Revolução Industrial.
 - D** do período entre as duas grandes guerras mundiais.
 - E** da Segunda Guerra Mundial

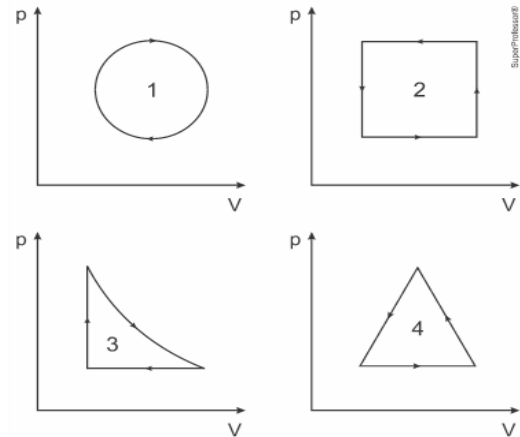
- 02.** (Ufu 2023) Muitos motores a combustão são baseados no ciclo de Otto, esquematizado na figura abaixo.



consumo de calor.

Esse ciclo tem seis etapas: admissão, compressão, explosão, expansão, descompressão e escape. Assinale a alternativa que apresenta o momento (de que etapa para qual etapa) em que o motor realiza trabalho sobre os eixos do carro, gerando movimento.

- A** 2 – 3
 - B** 1 – 2
 - C** 4 – 1
 - D** 3 – 4
- 03.** (Ufrgs 2022) Na figura abaixo, estão representados quatro diagramas pV para processos termodinâmicos cíclicos de um gás.



Assinale a alternativa que indica corretamente em quais processos o gás absorve mais calor do que perde em um ciclo completo.

- A** 1 e 2
- B** 1 e 3
- C** 2 e 3
- D** 2 e 4
- E** 1, 2, 3 e 4

- 04.** (Unioeste 2020) O segundo princípio da Termodinâmica assegura que é impossível construir uma máquina térmica operando em ciclos cujo único efeito seja retirar calor de uma fonte e convertê-lo integralmente em trabalho. Considerando as consequências deste princípio é CORRETO afirmar que:

- A** máquinas térmicas são dispositivos que convertem energia mecânica em energia térmica por meio da realização de trabalho e
- B** o rendimento de uma máquina térmica será de 100% quando o calor retirado da fonte em cada ciclo de operação da máquina for nulo.
- C** o rendimento de uma máquina térmica nunca pode chegar a 100%, pois nenhuma máquina térmica consegue transformar integralmente calor em trabalho.
- D** qualquer máquina térmica retira calor de uma fonte quente e rejeita integralmente esse calor para uma fonte fria após realizar um trabalho mecânico.
- E** uma máquina térmica que realiza uma transformação cíclica retornando ao estado inicial, depois de efetuar todos os processos termodinâmicos do ciclo, tem rendimento de 100%.

05. (Cefet-MG 2010) Um processo cíclico de Carnot possui um rendimento de 50%.

Uma máquina real, que opera sob as mesmas condições térmicas desse ciclo, apresentará um rendimento térmico r , tal que

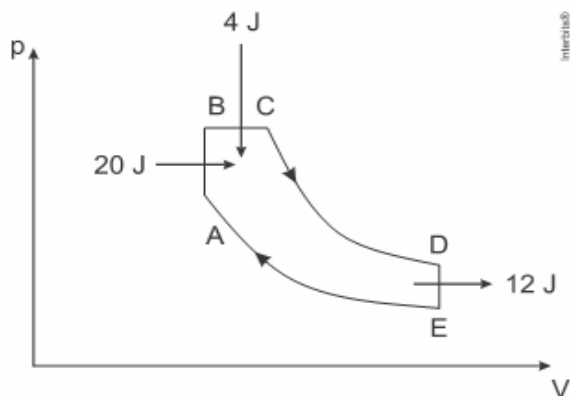
- A $r = 50\%$
- B $r < 50\%$
- C $r > 50\%$
- D $r < 50\%$

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Uece 2015) Em um motor de carro o processo de combustão gera 300 J de energia térmica. Deste valor, 200 J são perdidos sob a forma de calor. Qual a eficiência desse motor?

- A 300/3
- B 100/3
- C 200/3
- D 500/2

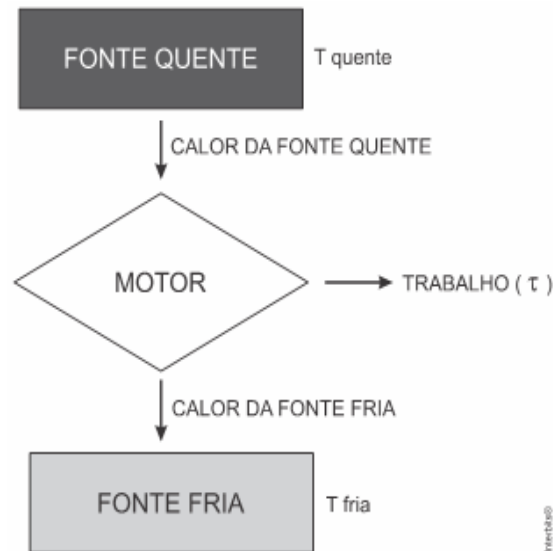
02. (Upe-ssa 2 2018)



térmico, realiza trabalho e rejeita 420 J para um reservatório frio. 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%

03. (Mackenzie 2020) A segunda lei da Termodinâmica afirma, em sucintas palavras, que não há a possibilidade de converter integralmente calor em trabalho. Esquemáticamente, a figura abaixo revela como funciona uma máquina térmica.



Considerando-se que o trabalho realizado nessa máquina valha 1,2 kJ e que a parte energética rejeitada para a fonte fria valha dois quintos da recebida da fonte quente, é correto afirmar que o rendimento da máquina retratada na figura e a parte energética rejeitada (em kJ) valem, respectivamente,

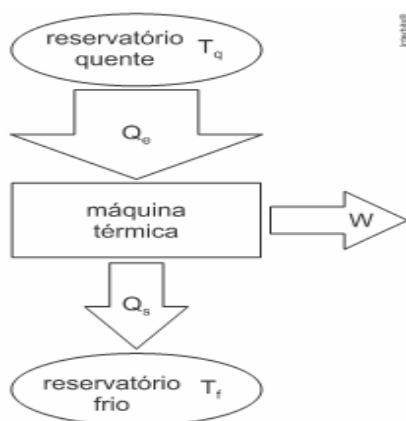
- A 40% e 1,2
- B 60% e 0,80
- C 40% e 1,0
- D 60% e 1,2
- E 40% e 0,60

04. (Ifsul 2016) Durante cada ciclo, uma máquina térmica absorve 500 J de calor de um reservatório

reservatório frio. Para cada ciclo, o trabalho realizado e o rendimento da máquina térmica são, respectivamente, iguais a

- A 80 J e 16%
- B 420 J e 8%
- C 420 J e 84%
- D 80 J e 84%

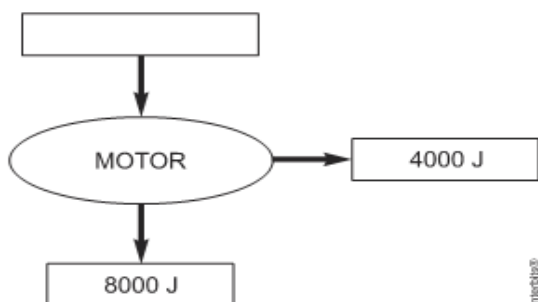
05. (Ufrgs 2016) Uma máquina térmica, representada na figura abaixo, opera na sua máxima eficiência, extraído calor de um reservatório em temperatura $T_Q = 527^\circ\text{C}$ e liberando calor para um reservatório em temperatura $T_F = 327^\circ\text{C}$.



Para realizar um trabalho (W) de 600 J, o calor absorvido deve ser de

- A 2.400 J
- B 1.800 J
- C 1.581 J
- D 967 J
- E 800 J

06. (Cefet-MG 2013) Um motor de avião com funcionamento a querosene apresenta o seguinte diagrama por ciclo.



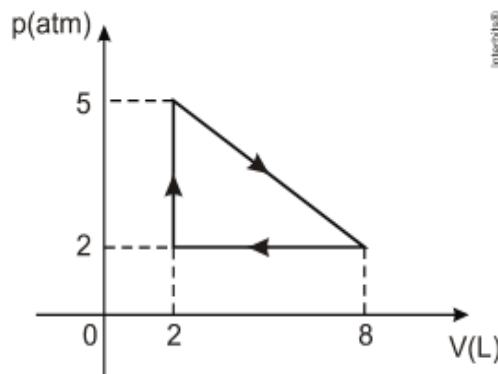
A energia, que faz a máquina funcionar, provém da queima do combustível e possui um valor igual a $6,0 \times 10^4$ J/kg. A quantidade de querosene consumida em cada ciclo, em kg, é

- A 0,070
- B 0,20
- C 5,0
- D 7,5
- E 15

07. (Uemg 2017) 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

08. (Uern 2012) Considere a transformação cíclica de um gás perfeito representada no gráfico.

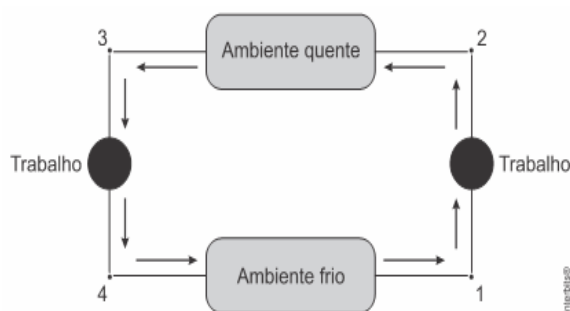


A variação da energia interna e o trabalho em cada ciclo são, respectivamente, iguais a

- A 0 e 900 J
- B 900 J e 0
- C - 900 J e 0
- D 0 e - 900 J

09. (Ufu 2016) Em um refrigerador, o fluido refrigerante passa por processos termodinâmicos que permitem que o calor seja removido de um ambiente à baixa temperatura e levado para outro de temperatura maior. Nesse processo, ora o trabalho é realizado sobre o fluido refrigerante, ora é ele que realiza trabalho sobre o meio.

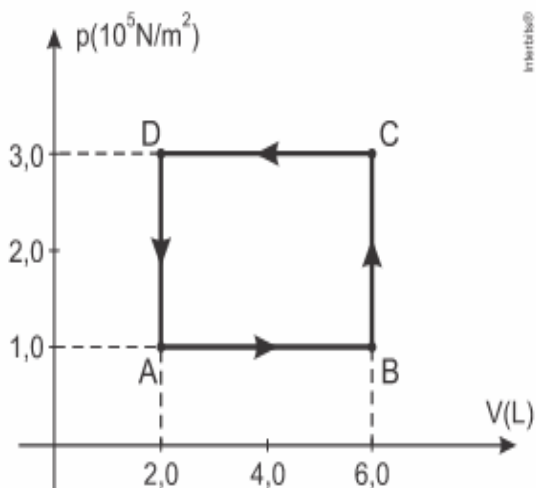
Esquemáticamente, as etapas de tais processos são representadas a seguir.



Nesse ciclo, ocorrem uma expansão adiabática e uma compressão adiabática, respectivamente, entre:

- A 4 e 1; 2 e 3.
- B 4 e 1; 1 e 2.
- C 3 e 4; 1 e 2.
- D 2 e 3; 3 e 4.

10. (Epcar (Afa) 2017) 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

- Ⓐ o trabalho em cada ciclo é de 800 J e é realizado pelo sistema.
- Ⓑ o sistema termodinâmico não pode representar o ciclo de uma máquina frigorífica uma vez que o mesmo está orientado no sentido anti-horário.
- Ⓒ a energia interna do sistema é máxima no ponto D e mínima no ponto B.
- Ⓓ em cada ciclo o sistema libera 800 J de calor para o meio ambiente.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Esc. Naval 2020) Urna máquina térmica realiza a cada ciclo um trabalho de 8×10^2 J com uma eficiência de 20%. Considerando que essa máquina opere segundo um ciclo de Carnot, com a fonte fria a uma temperatura de 300 K, qual é a temperatura da fonte quente e quanto calor é cedido para a fonte fria, respectivamente?

- Ⓐ 375 K e 3200 J
- Ⓑ 375 K e 4000 J
- Ⓒ 400 K e 3200 J
- Ⓓ 400 K e 4000 J
- Ⓔ 750 K e 4800 J

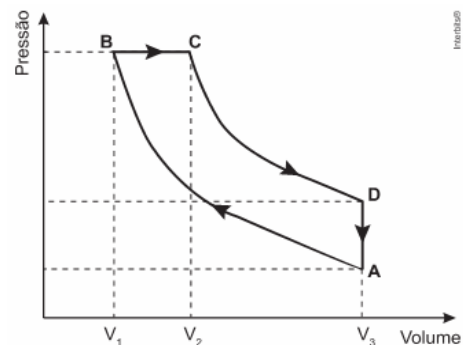
02. (Ufrgs 2020) Uma máquina de Carnot apresenta um rendimento de 40%, e a temperatura de sua fonte quente é 500 K. A máquina opera a uma potência de 4,2 kW e efetua 10 ciclos por segundo.

Qual é a temperatura de sua fonte fria e o trabalho que a máquina realiza em cada ciclo?

- Ⓐ 200 K – 42 J
- Ⓑ 200 K – 420 J
- Ⓒ 200 K – 42.000 J
- Ⓓ 300 K – 42 J
- Ⓔ 300 K – 420 J

SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2017) Rudolph Diesel patenteou um motor a combustão interna de elevada eficiência, cujo ciclo está esquematizado no diagrama pressão x volume. O ciclo Diesel é composto por quatro etapas, duas das quais são transformações adiabáticas. O motor de Diesel é caracterizado pela compressão de ar apenas, com a injeção de combustível no final.



No ciclo Diesel, o calor é absorvido em:

- Ⓐ A → B e C → D, pois em ambos ocorre realização de trabalho.
- Ⓑ A → B e B → C, pois em ambos ocorre elevação da temperatura.
- Ⓒ C → D, pois representa uma expansão
- Ⓓ A → B, pois representa uma compressão adiabática em que ocorre elevação de temperatura.
- Ⓔ B → C, pois representa expansão isobárica em que o sistema realiza trabalho e a temperatura se eleva.

02. (Enem 2012) Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores à combustão e reduzir suas emissões de poluentes são a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela

de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante

- A** o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
- B** um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
- C** o funcionamento cíclico de todo os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.
- D** as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- E** a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

- 03.** (Enem 2011) Um motor só poderá realizar trabalho se receber uma quantidade de energia de outro sistema. No caso, a energia armazenada no combustível é, em parte, liberada durante a combustão para que o aparelho possa funcionar. Quando o motor funciona, parte da energia convertida ou transformada na combustão não pode ser utilizada para a realização de trabalho. Isso significa dizer que há vazamento da energia em outra forma.

CARVALHO, A. X. Z. Física Térmica. Belo Horizonte: Pax, 2009 (adaptado).

De acordo com o texto, as transformações de energia que ocorrem durante o funcionamento do motor são decorrentes de a

- A** liberação de calor dentro do motor ser impossível.
- B** realização de trabalho pelo motor ser incontrolável.
- C** conversão integral de calor em trabalho ser impossível.
- D** transformação de energia térmica em cinética ser impossível.
- E** utilização de energia potencial do combustível ser incontrolável.

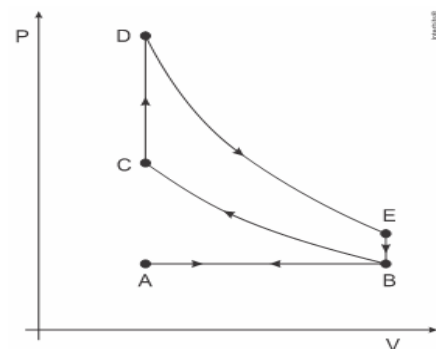
- 04.** (Enem PPL 2009) Considere a forma de funcionamento de um equipamento que utiliza um ciclo de transferência de calor de um ambiente interno para um ambiente externo. Um fluido, normalmente um gás, circula por um sistema fechado dentro do ambiente interno, retirando o calor desse ambiente devido a um processo de evaporação. O calor absorvido pelo fluido é levado para o condensador, que dissipa o calor conduzido pelo fluido para o ambiente externo. Esse fluido é, então, forçado por um compressor a circular novamente pelo sistema fechado, dando continuidade ao processo de esfriamento do ambiente interno.

KUGLER, Henrique. Ciência Hoje. v. 42, n. 252, p. 46-47, set. 2008 (adaptado).

No texto acima, descreve-se o funcionamento básico de um

- A** isqueiro.
- B** refrigerador.
- C** nebulizador.
- D** liquidificador.
- E** forno de micro-ondas.

- 05.** (Enem 2ª aplicação 2016) O motor de combustão interna, utilizado no transporte de pessoas e cargas, é uma máquina térmica cujo ciclo consiste em quatro etapas: admissão, compressão, explosão/expansão e escape. Essas etapas estão representadas no diagrama da pressão em função do volume. Nos motores a gasolina, a mistura ar/combustível entra em combustão por uma centelha elétrica.

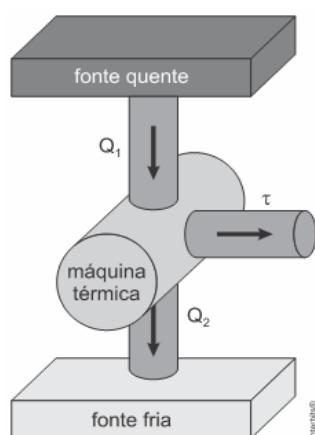


Para o motor descrito, em qual ponto do ciclo é produzida a centelha elétrica?

- A** A
- B** B
- C** C
- D** D
- E** E

DISCURSIVAS

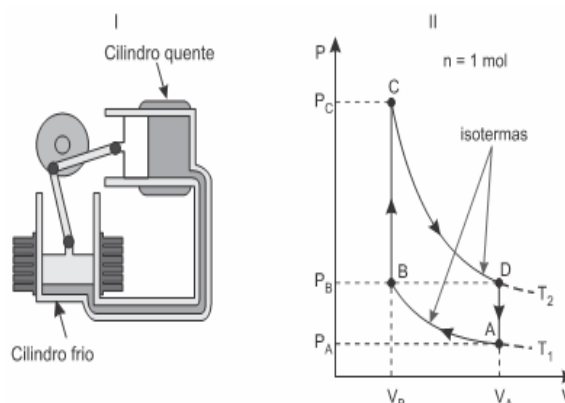
01. (Famerp 2017) A figura representa o diagrama de fluxo de energia de uma máquina térmica que, trabalhando em ciclos, retira calor de uma fonte quente. Parte dessa quantidade de calor é transformada em trabalho mecânico e a outra parte transfere-se para uma fonte fria. A cada ciclo da máquina, Q_1 e Q_2 são iguais, em módulo, respectivamente, a $4,0 \times 10^3$ J e $2,8 \times 10^3$ J.



Sabendo que essa máquina executa 3.000 ciclos por minuto, calcule:

- o rendimento dessa máquina.
 - a potência, em watts, com que essa máquina opera.
02. (Fuvest 2018) O motor Stirling, uma máquina térmica de alto rendimento, é considerado um motor ecológico, pois pode funcionar com diversas fontes energéticas. A figura I mostra esquematicamente um motor Stirling com dois cilindros. O ciclo termodinâmico de Stirling, mostrado na figura II, representa o processo em que o combustível é queimado externamente para aquecer um dos dois cilindros do motor, sendo que uma quantidade fixa de gás inerte se move entre eles, expandindo-se e contraindo-se.

Nessa figura está representado um ciclo de Stirling no diagrama $P \times V$ para um mol de gás ideal monoatômico. No estado A, a pressão é $P_A = 4$ atm, a temperatura é $T_1 = 27^\circ\text{C}$ e o volume é V_A . A partir do estado A, o gás é comprimido isotermicamente até um terço do volume inicial, atingindo o estado B. Na isoterma T_1 , a quantidade de calor trocada é $Q_1 = 2.640$ J e, na isoterma T_2 , é $Q_2 = 7.910$ J.



Determine

- o volume V_A , em litros;
- a pressão P_D , em atm, no estado D;
- a temperatura T_2 ;

Considerando apenas as transformações em que o gás recebe calor, determine;

- a quantidade total de calor recebido em um ciclo, Q_R , em J.

Note e adote:

Calor específico a volume constante: $C_V = 3R/2$

Constante universal dos gases: $R = 8$ J/(mol K) = 0,08 atm.L/(mol K)

$0^\circ\text{C} = 273$ K

1 atm = 10^5 Pa

1 m³ = 1.000 L

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	D	B	C	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	D	B	A	A
6	7	8	9	10
B	D	A	C	D

AVANÇADO

1	2
A	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
E	B	C	B	C

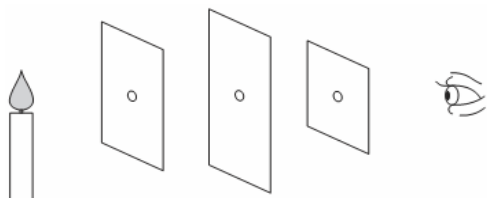
DISCURSIVAS

- 01.** a) 30%
b) 6×10^4 W
- 02.** a) 6 L
b) 12 atm
c) 900 K
d) 15.110 J



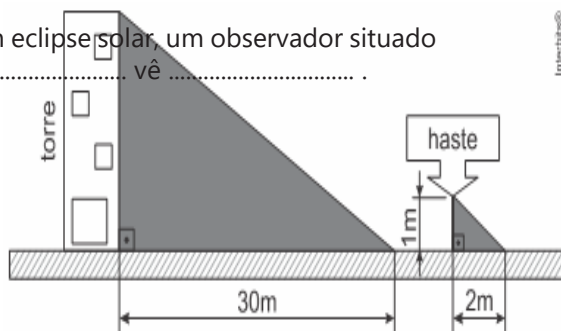
NÍVEL BÁSICO

- 01.** (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.
- 02.** (Eear 2016) Um aluno da Escola de Especialistas de Aeronáutica que participaria de uma instrução de rapel ficou impressionado com a altura da torre para treinamento. Para tentar estimar a altura da torre, fincou uma haste perpendicular ao solo, deixando-a com 1 m de altura. Observou que a sombra da haste tinha 2 m e a sombra da torre tinha 30 m.

Durante um eclipse solar, um observador situado na (o) vê



Desta forma, estimou que a altura da torre, em metros, seria de:

- A** 10
B 15
C 20
D 25

- 03.** (Uema 2015) O edifício Monumental, localizado em um shopping de São Luís-MA, iluminado pelos raios solares, projeta uma sombra de comprimento $L = 80$ m. Simultaneamente, um homem de 1,80 m de altura, que está próximo ao edifício, projeta uma sombra de $L = 3,20$ m.

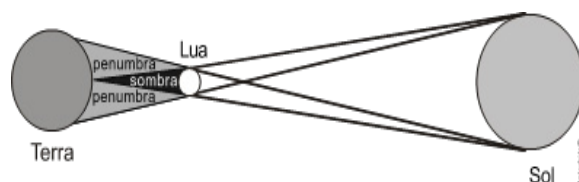
O valor correspondente, em metros, à altura do prédio é igual a

- A** 50,00
B 47,50
C 45,00
D 42,50
E 40,00

- 04.** (Cefet-MG 2010) Esta questão refere-se ao texto e à figura que se seguem.

“O eclipse total do Sol, ocorrido em 22 de julho de 2009, pôde ser visto da Índia, Nepal, Butão, centro da China e em várias ilhas do Pacífico. Um eclipse parcial também foi visto no Sudeste asiático e em parte da Oceania; tratou-se da penumbra da Lua. Esse foi e será o eclipse total mais longo, com duração máxima da fase de totalidade de 6 minutos e 43 segundos, acontecido no século XXI.”

Disponível em: <http://www.pt.wikipedia.org>. Acesso em 6 set. 2009. (adaptado)



A alternativa que completa, corretamente, as lacunas é

- A** cone de penumbra, um eclipse total.
B cone de sombra, um eclipse parcial.
C região plenamente iluminada da Terra, o Sol.
D região de sombra própria da Terra, um eclipse total.

- 05.** (Unicamp 2016) O Teatro de Luz Negra, típico da República Tcheca, é um tipo de representação cênica caracterizada pelo uso do cenário escuro com uma iluminação estratégica dos objetos exibidos. No entanto, o termo Luz Negra é fisicamente incoerente, pois a coloração negra é justamente a ausência de luz.

A luz branca é a composição de luz com vários comprimentos de onda e a cor de um corpo é dada pelo comprimento de onda da luz que ele predominantemente reflete.

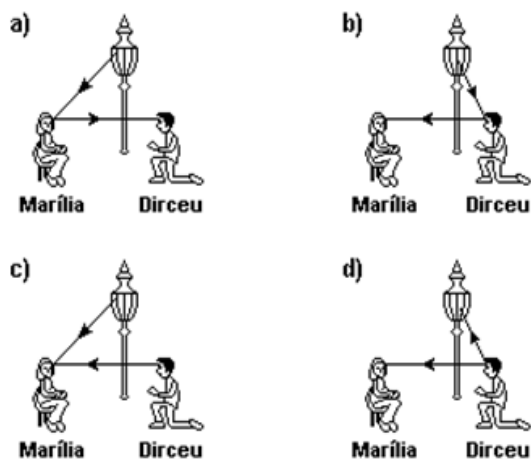
Assim, um quadro que apresente as cores azul e branca quando iluminado pela luz solar, ao ser iluminado por uma luz monocromática de comprimento de onda correspondente à cor amarela, apresentará, respectivamente, uma coloração

- A amarela e branca.
- B negra e amarela.
- C azul e negra.
- D totalmente negra.

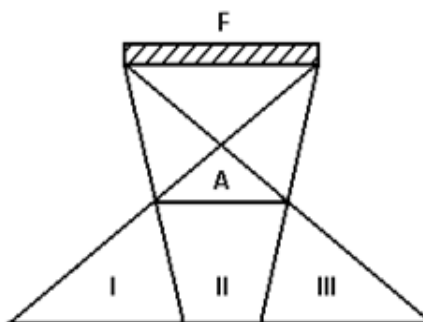
NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (UFMG 2005) Marília e Dirceu estão em uma praça iluminada por uma única lâmpada.

Assinale a alternativa em que estão CORRETAMENTE representados os feixes de luz que permitem a Dirceu ver Marília.



02. (Ufrj 2000) Na figura a seguir, F é uma fonte de luz extensa e A um anteparo opaco.



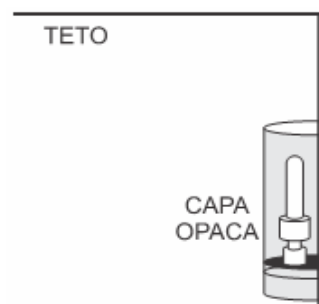
Pode-se afirmar que I, II e III são, respectivamente, regiões de

- A sombra, sombra e penumbra.
- B sombra, sombra e sombra.
- C penumbra, sombra e penumbra.
- D sombra, penumbra e sombra.
- E penumbra, penumbra e sombra.

03. (Fgv 2008) Com a finalidade de produzir iluminação indireta, uma luminária de parede possui, diante da lâmpada, uma capa opaca em forma de meio cano.

Nota: Na figura está representada a posição da lâmpada, escondida pela capa opaca da luminária.

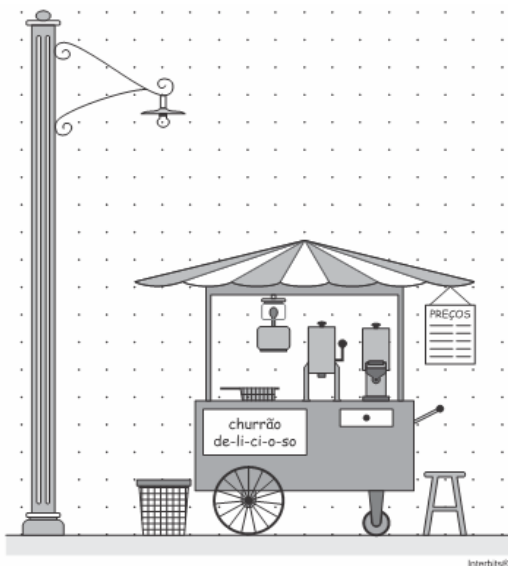
No teto, a partir da parede onde está montada a luminária, sabendo que esta é a única fonte luminosa do ambiente e que a parede sobre a qual está afixada essa luminária foi pintada com uma tinta pouco refletora, o padrão de iluminação projetado sobre esse teto é semelhante ao desenhado em



- A TETO sombra penumbra luz PAREDE
- B TETO luz penumbra sombra PAREDE
- C TETO penumbra luz PAREDE



- 04.** (Fgv 2010) O vendedor de churros havia escolhido um local muito próximo a um poste de iluminação. Pendurado no interior do carrinho, um lâmpião aceso melhorava as condições de iluminação.



Admitindo que o centro de todos os elementos da figura, exceto as finas colunas que suportam o telhado do carrinho, estão no mesmo plano vertical, considerando apenas as luzes emitidas diretamente do poste e do lâmpião e, tratando-os como os extremos de uma única fonte extensa de luz, a base do poste, a lixeira e o banquinho, nessa ordem, estariam inseridos em regiões classificáveis como

- A** luz, sombra e sombra.
- B** luz, penumbra e sombra.
- C** luz, penumbra e penumbra.
- D** penumbra, sombra e sombra.
- E** penumbra, penumbra e penumbra.

- 05.** (Fuvest 1993) Admita que o sol subitamente "morresse", ou seja, sua luz deixasse de ser emitida. 24 horas após este evento, um eventual sobrevivente, olhando para o céu, sem nuvens, veria:

- A** a Lua e estrelas.
- B** somente a Lua.
- C** somente estrelas.
- D** uma completa escuridão.
- E** somente os planetas do sistema solar.

- 06.** (UEMG 2014) Em uma aula sobre Gravitação, o professor de Física resolveu escrever um poema e mostrá-lo a seus alunos:

"O Sol e a Lua num balé em torno da Terra.

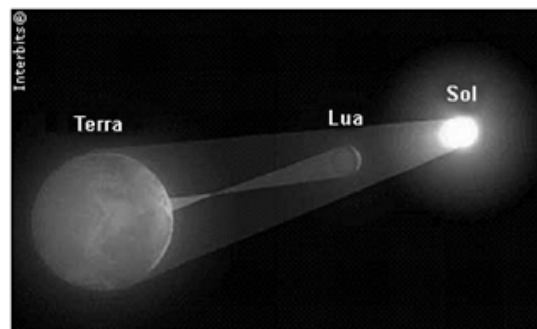
Ora a Lua está entre o Sol e a Terra.

Ora a Terra está entre o Sol e a Lua."

Os dois últimos versos desse poema referem-se, respectivamente,

- A** à lua crescente e à lua minguante.
- B** à lua cheia e à lua nova.
- C** à lua nova e à lua cheia.
- D** a uma situação irreal.

- 07.** (IFSP 2012) A figura ilustra, fora de escala, a ocorrência de um eclipse do Sol em determinada região do planeta Terra. Esse evento ocorre quando estiverem alinhados o Sol, a Terra e a Lua, funcionando, respectivamente, como fonte de luz, anteparo e obstáculo.



(J. Rodriguez – Observatório Astronômico de Mallorca)

Para que possamos presenciar um eclipse solar, é preciso que estejamos numa época em que a Lua esteja na fase

- A** nova ou cheia.
- B** minguante ou crescente.
- C** cheia, apenas.
- D** nova, apenas.
- E** minguante, apenas.

08. (IFSP 2017) Durante algum tempo, acreditou-se que o eclipse solar representava a ira dos deuses sobre a humanidade. Hoje, sabe-se que este eclipse é um fenômeno natural no qual a Lua encobre alguns raios provenientes do Sol, causando uma sombra sobre alguns pontos da Terra. Sobre o eclipse solar e a propagação da luz, analise as assertivas abaixo.

I. A Lua precisa estar na fase cheia para absorver alguns raios vindos do Sol e causar o eclipse na Terra.

II. A posição dos astros no eclipse solar é: Sol – Lua – Terra.

III. O princípio da propagação retilínea da luz explica o fenômeno de sombra feito pela Lua sobre a Terra.

IV. O eclipse solar demonstra a face circular da Terra sobre a Lua.

É correto o que se afirma em

- A** I e II, apenas.
- B** II e III, apenas.
- C** III e IV, apenas.
- D** I, apenas.
- E** III, apenas.

09. (Cesgranrio 1994) O menor tempo possível entre um eclipse do Sol e um eclipse da Lua é de aproximadamente:

- A** 12 horas.
- B** 24 horas.
- C** 1 semana.
- D** 2 semanas.
- E** 1 mês.

10. (Ufu 2018) Eclipses são fenômenos naturais, nos quais um corpo extenso como a Lua ou a Terra bloqueia a passagem dos raios solares quando Sol, Terra e Lua se encontram alinhados espacialmente. No exato momento de um eclipse total da Lua, uma pessoa que estivesse em nosso satélite natural, justamente na face voltada para nosso planeta, presenciaria de lá, o que, na Terra, seria

- A** um eclipse total do Sol.
- B** um eclipse parcial da Lua.
- C** um eclipse parcial do Sol.
- D** uma visão do Sol sem eclipse.

11. (Cefet-RJ 2019) Durante o ano de 2018, ocorreram 5 eclipses: 3 eclipses solares e 2 eclipses lunares. No Brasil, só nos foi possível observar o eclipse lunar total que ocorreu em 27 de julho.

O eclipse lunar ocorre porque a Terra se alinha com o Sol e com Lua. O Sol emite seus raios para a Terra que, devido a suas dimensões, cria uma sombra na Lua. Este efeito será mais visível quanto melhor for a visibilidade da Lua e, por isso, em alguns casos, o eclipse lunar deixa a Lua com uma coloração próxima ao vermelho.

Podemos afirmar que a fase em que se encontrava a Lua para o fenômeno do eclipse lunar total, observado no Brasil, era a:

- A** Nova.
- B** Crescente.
- C** Cheia.
- D** Minguante.

12. (Fei 1996) Uma câmara escura de orifício fornece a imagem de um prédio, o qual se apresenta com altura de 5 cm. Aumentando-se de 100 m a distância do prédio à câmara, a imagem se reduz para 4 cm de altura. Qual é a distância entre o prédio e a câmara, na primeira posição?

- A** 100 m
- B** 200 m
- C** 300 m
- D** 400 m
- E** 500 m

13. (Ufscar 2008) A 1 metro da parte frontal de uma câmara escura de orifício, uma vela de comprimento 20 cm projeta na parede oposta da câmara uma imagem de 4 cm de altura.



A câmara permite que a parede onde é projetada a imagem seja movida, aproximando-se ou afastando-se do orifício. Se o mesmo objeto for colocado a 50 cm do orifício, para que a imagem obtida no fundo da câmara tenha o mesmo tamanho da anterior, 4 cm a distância que deve ser deslocado o fundo da câmara, relativamente à sua posição original, em cm, é de

- A** 50
- B** 40
- C** 20
- D** 10
- E** 5

14. (Ufv 2001) 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.



Figura 1

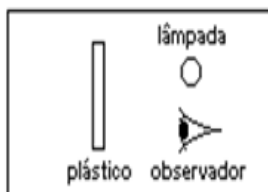
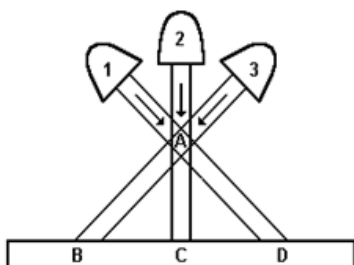


Figura 2

Pode-se, então, afirmar que, predominantemente:

- 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.

15. (Ufv 1999) Três feixes de luz, de mesma intensidade, iluminado pelas três lâmpadas através de uma sala, como mostra a figura a seguir.



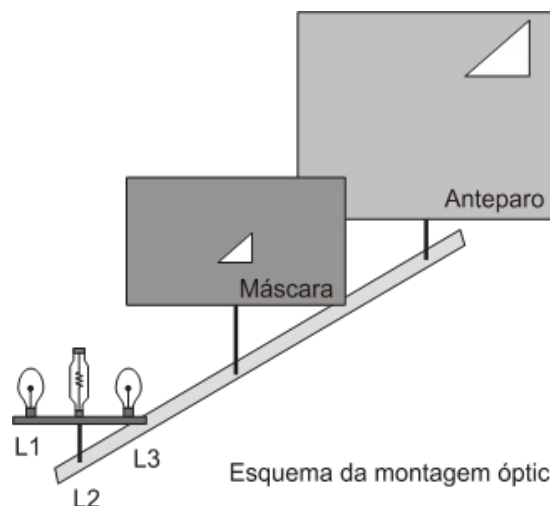
O feixe 1 é vermelho, o 2 é verde e o 3 é azul. Os três feixes se cruzam na posição A e atingem o anteparo nas regiões B, C e D.

As cores que podem ser vistas nas regiões A, B, C e D, respectivamente, são:

- A branco, azul, verde, vermelho.
- B branco, branco, branco, branco.
- C branco, vermelho, verde, azul.
- D amarelo, azul, verde, vermelho.
- E amarelo, vermelho, verde, azul.

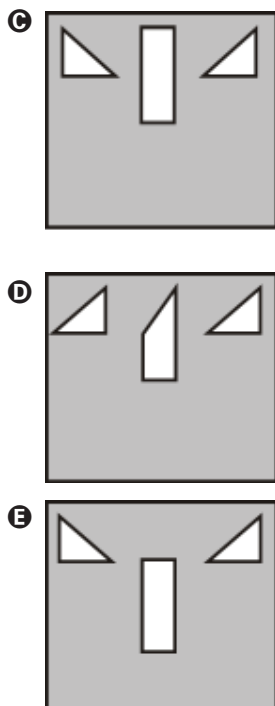
NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 2010) Uma determinada montagem óptica é composta por um anteparo, uma máscara com furo triangular e três lâmpadas, L1, L2 e L3, conforme a figura a seguir. L1 e L3 são pequenas lâmpadas de lanterna e L2, uma lâmpada com filamento extenso e linear, mas pequena nas outras dimensões. No esquema, apresenta-se a imagem projetada no anteparo com apenas L1 acesa.

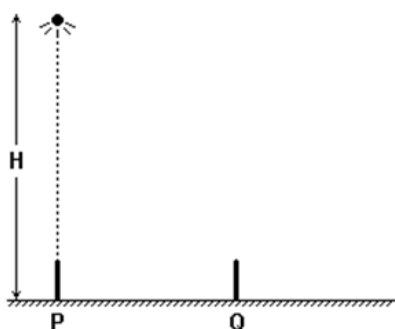


O esboço que melhor representa o anteparo

- A
- B



02. (Uff 2000) Para determinar a que altura H uma fonte de luz pontual está do chão, plano e horizontal, foi realizada a seguinte experiência. Colocou-se um lápis de 0,10 m, perpendicularmente sobre o chão, em duas posições distintas: primeiro em P e depois em Q. A posição P está, exatamente, na vertical que passa pela fonte e, nesta posição, não há formação de sombra do lápis, conforme ilustra esquematicamente a figura.

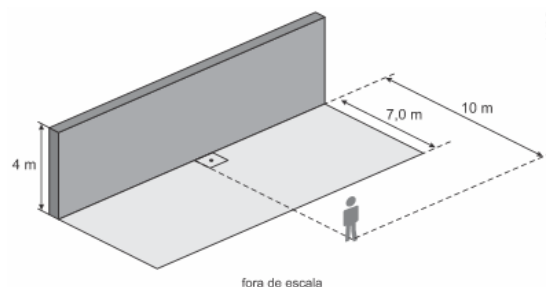


Na posição Q, a sombra do lápis tem comprimento 49 (quarenta e nove) vezes menor que a distância entre P e Q.

A altura H é, aproximadamente, igual a:

- A 0,49 m
- B 1,0 m
- C 1,5 m
- D 3,0 m
- E 5,0 m

03. (Fac. Albert Einstein - Medicina 2020) A figura mostra uma pessoa de 1,6 m de altura parada sobre uma superfície horizontal a 10 m de distância de um muro vertical de 4 m de altura. Em determinado instante, essa pessoa começa a caminhar em uma trajetória retilínea, perpendicular ao muro, aproximando-se dele com uma velocidade constante de 0,5 m/s.

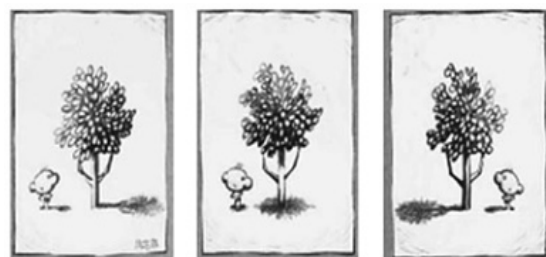


Sabendo que durante essa caminhada os raios solares projetam uma sombra do muro no solo de comprimento 7,0 m, o intervalo de tempo necessário para que todo o corpo dessa pessoa seja encoberto por essa sombra é de

- A 22,8 s
- B 14,4 s
- C 11,6 s
- D 19,5 s
- E 9,2 s

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2ª aplicação 2010)



Ciência Hoje, v. 5, nº 27, dez. 1986. Encarte.

Os quadinhos mostram, por meio da projeção da sombra da árvore e do menino, a sequência de períodos do dia: matutino, meio-dia e vespertino, que é determinada

- A pela posição vertical da árvore e do menino.
- B pela posição do menino em relação à árvore.
- C pelo movimento aparente do Sol em torno da Terra.
- D pelo fuso horário específico de cada ponto da superfície da Terra.
- E pela estação do ano, sendo que no inverno os dias são mais curtos que no verão.

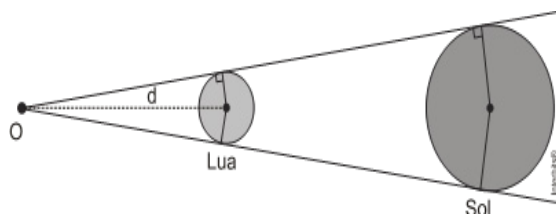
- 02.** (Enem PPL 2016) Algumas crianças, ao brincarem de esconde-esconde, tapam os olhos com as mãos, acreditando que, ao adotarem tal procedimento, não poderão ser vistas.

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), convertidas pela 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.

DISCURSIVAS

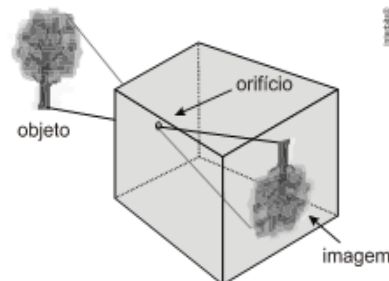
- 01.** (Ufrj 2011) A figura a seguir (evidentemente fora de escala) mostra o ponto O em que está o olho de um observador da Terra olhando um eclipse solar total, isto é, aquele no qual a Lua impede toda luz do Sol de chegar ao observador.



- a) Para que o eclipse seja anelar, isto é, para que a Lua impeça a visão dos raios emitidos por uma parte central do Sol, mas permita a visão da luz emitida pelo restante do Sol, a Lua deve estar mais próxima ou mais afastada do observador do que na situação da figura? Justifique sua resposta com palavras ou com um desenho.

- b) Sabendo que o raio do Sol é $0,70 \times 10^6$ km, o da Lua, $1,75 \times 10^3$ km, e que a distância entre o centro do Sol e o observador na Terra é de 150×10^6 km, calcule a distância d entre o observador e o centro da Lua para a qual ocorre o eclipse total indicado na figura.

- 02.** (Uftm 2012) Uma câmara escura de orifício reproduz uma imagem de 10 cm de altura de uma árvore observada. Se reduzirmos em 15 m a distância horizontal da câmara à árvore, essa imagem passa a ter altura de 15 cm.



- a) Qual é a distância horizontal inicial da árvore à câmara?

- b) Ao se diminuir o comprimento da câmara, porém mantendo seu orifício à mesma distância da árvore, o que ocorre com a imagem formada? Justifique.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	B	C	C	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	C	A	A	C
6	7	8	9	10
C	D	B	D	A
11	12	13	14	15
C	D	D	D	A

AVANÇADO

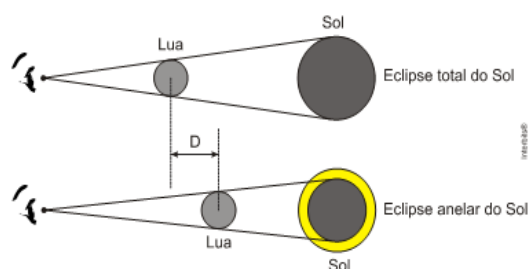
1	2	3
D	E	C

SEÇÃO ENEM

1	2
C	A

DISCURSIVAS

01. a) Nessa figura nota-se que o eclipse anelar do Sol ocorre quando a Lua está mais afastada do observador, ou seja, a Lua está no apogeu.



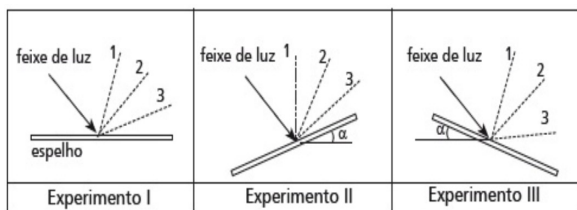
b) $3,75 \times 10^5$ km

02. a) 45 m
b) Diminui, pois o comprimento da câmara é diretamente proporcional ao tamanho da imagem.



NÍVEL BÁSICO

01. (Cefet-MG 2017) A figura abaixo mostra uma sequência de experimentos em que um feixe de luz incide sobre um espelho plano. No experimento I, o espelho está na horizontal e, nos experimentos II e III, o espelho é inclinado de um ângulo α , para esquerda e para a direita, respectivamente. As linhas tracejadas mostram três possíveis trajetórias que o feixe pode seguir, após refletir-se no espelho.

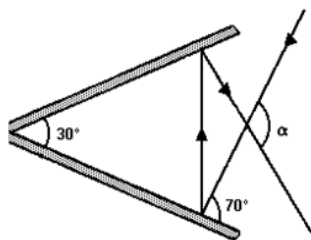


As trajetórias corretas, observadas na sequência dos experimentos I, II e III, após a reflexão, são, respectivamente,

- A** 1, 2 e 3.
- B** 2, 1 e 3.
- C** 2, 3 e 1.
- D** 2, 3 e 2.

02. (UFMG 1994) Observe a figura.

- B** 25 : 51



Nessa figura, dois espelhos planos estão dispostos de modo a formar um ângulo de 30° entre eles. Um raio luminoso incide sobre um dos espelhos, formando um ângulo de 70° com a sua superfície.

Esse raio, depois de se refletir nos dois espelhos, cruza o raio incidente formando um ângulo α de

- A** 90°
- B** 100°
- C** 110°
- D** 120°
- E** 140°

03. (Cefet-MG 2015) Analise o esquema abaixo referente a um espelho plano.



A imagem do objeto que será vista pelo observador localiza-se no ponto

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4

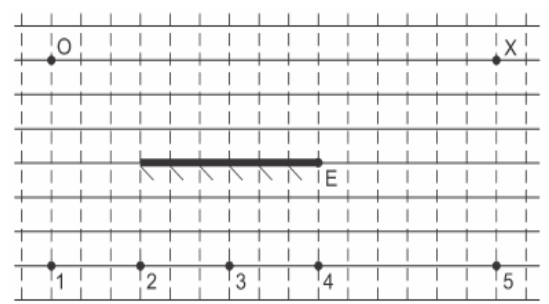
04. (Ear 2016) Um cidadão coloca um relógio marcando 12 : 25 (doze horas e vinte e cinco minutos) de cabeça para baixo de frente para um espelho plano, posicionando-o conforme mostra a figura.



Qual a leitura feita na imagem formada pela reflexão do relógio no espelho?

- A** 12 : 25
- C** 15 : 52
- D** 25 : 12

05. (Ufrgs 2019) Na figura abaixo, O representa um objeto puntual luminoso, E representa um espelho plano e X um observador.



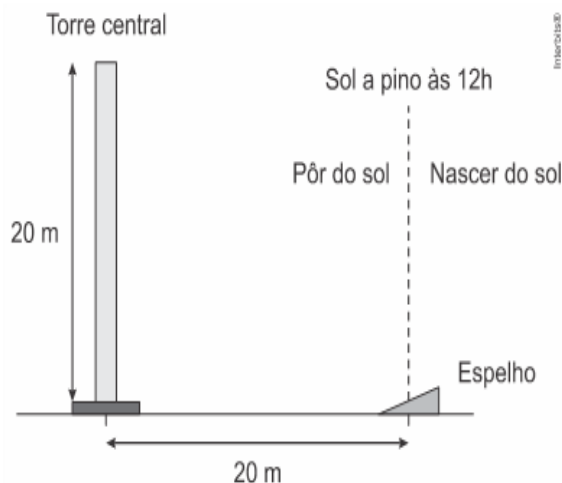
A imagem do objeto O está corretamente posicionada no ponto

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Upe-ssa 2018) Uma usina heliotérmica é muito parecida com uma usina termoelétrica. A diferença é que, em vez de usar carvão ou gás como combustível, utiliza o calor do Sol para gerar eletricidade. (...) O processo heliotérmico tem início com a reflexão dos raios solares diretos, utilizando um sistema de espelhos, chamados de coletores ou helióstatos. Esses espelhos acompanham a posição do Sol ao longo do dia e refletem os raios solares para um foco, onde se encontra um receptor. A principal característica dessa tecnologia é a presença de uma imensa torre no centro da usina.

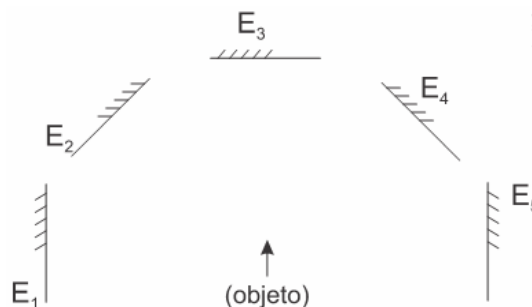
Fonte: <http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica/como-funciona>, acessado em: 11 de julho de 2017.



Suponha que as dimensões do espelho são muito menores que as dimensões da torre e que o ângulo entre a superfície do espelho e a horizontal seja de 30° . Determine em qual horário a radiação solar que atinge o espelho será refletida para a extremidade superior da torre.

- A 10 h
- B 11 h
- C 12 h
- D 13 h
- E 14 h

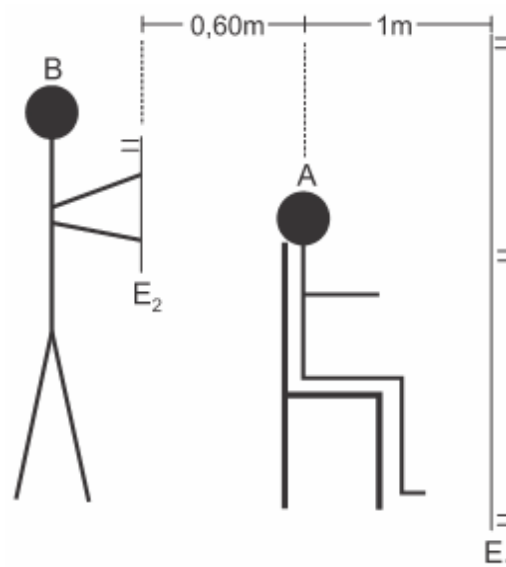
02. (Unifesp 2007) A figura representa um objeto e cinco espelhos planos, E_1, E_2, E_3, E_4 e E_5 .



Assinale a sequência que representa corretamente as imagens do objeto conjugadas nesses espelhos.

- A $E_1: \uparrow$ $E_2: \rightarrow$ $E_3: \downarrow$ $E_4: \leftarrow$ $E_5: \uparrow$.
- B $E_1: \uparrow$ $E_2: \nearrow$ $E_3: \downarrow$ $E_4: \nwarrow$ $E_5: \uparrow$.
- C $E_1: \uparrow$ $E_2: \nearrow$ $E_3: \uparrow$ $E_4: \nwarrow$ $E_5: \uparrow$.
- D $E_1: \uparrow$ $E_2: \nwarrow$ $E_3: \downarrow$ $E_4: \nearrow$ $E_5: \uparrow$.
- E $E_1: \downarrow$ $E_2: \rightarrow$ $E_3: \uparrow$ $E_4: \rightarrow$ $E_5: \downarrow$.

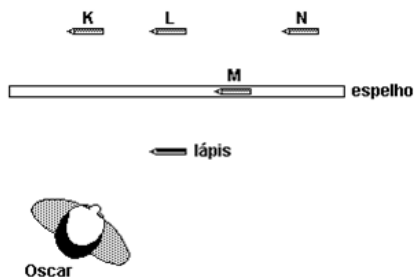
03. (Cotuca 2019) Um barbeiro B segura um espelho plano E_2 , de espessura desprezível, paralelamente a outro espelho plano E_1 , também de espessura desprezível, permitindo que seu cliente A observe, no espelho E_1 , o seu corte de cabelo na parte posterior da cabeça.



Determine a menor distância entre o cliente e a imagem que ele observa da sua nuca no espelho E_1 , considerando que a cabeça do cliente também possui dimensões desprezíveis.

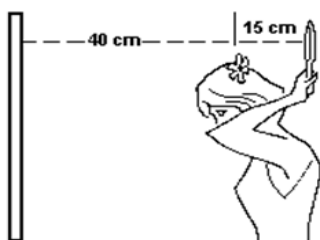
- A 1,6 m
- B 2,0 m
- C 2,2 m
- D 2,6 m
- E 3,2 m

04. (UFMG 2003) 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
05. (Uerj 1998) Uma garota, para observar seu penteado, coloca-se em frente a um espelho plano de parede, situado a 40cm de uma flor presa na parte de trás dos seus cabelos.



Buscando uma visão melhor do arranjo da flor no cabelo, ela segura, com uma das mãos, um pequeno espelho plano atrás da cabeça, a 15 cm da flor.

A menor distância entre a flor e sua imagem, vista pela garota no espelho de parede, está próxima de:

- A 55 cm
 - B 70 cm
 - C 95 cm
 - D 110 cm
06. (CMMG 2018) Dois espelhos perpendiculares entre si estão posicionados em paredes verticais de um shopping. Mônica move-se entre eles na direção de Pedro, que está sentado num banco, também entre os espelhos, como mostrado na figura, vista do alto.

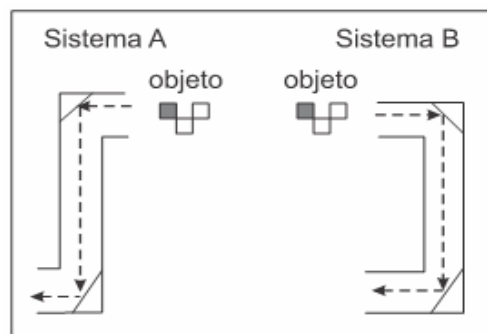


Pedro observa três imagens da Mônica, através dos espelhos, nas regiões R1, R2 e R3. O sentido do movimento de Mônica observado por Pedro na região R2 é representado pela seta:



07. (Ufrj 2005) Dois sistemas ópticos, representados a seguir, usam espelhos planos, ocorrendo as reflexões indicadas.

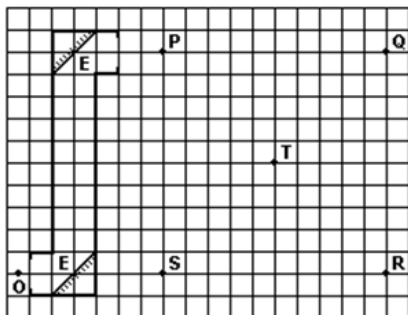
Após as reflexões, suas imagens finais são:



- | | | |
|---|-----------|-----------|
| | Sistema A | Sistema B |
| A | | |
| B | | |
| C | | |
| D | | |
| E | | |



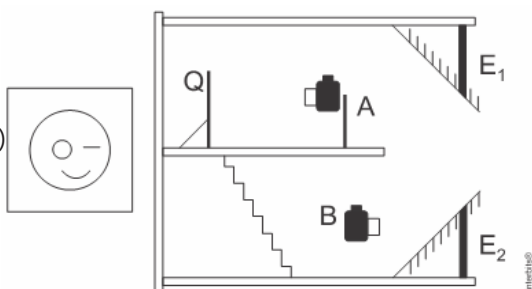
08. (Ufscar 2003) Uma criança observa um passarinho com um periscópio composto de dois espelhos planos E, paralelos e inclinados de 45° , como está representado na figura. O ponto O representa o olho da criança e P o passarinho.



Pode-se afirmar que a imagem do passarinho vista pela criança, por meio desse periscópio, está localizada no ponto

- A P
- B Q
- C R
- D S
- E T

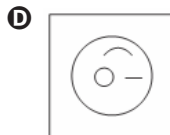
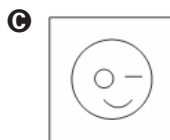
09. (Fuvest 2006) Em uma exposição, organizada em dois andares, foi feita uma montagem com dois espelhos planos E_1 e E_2 , dispostos a 45° entre os andares, como na figura. Uma visitante, quando no andar superior, no ponto A, fotografa um quadro (Q), obtendo a foto 1, tal como vista no visor.



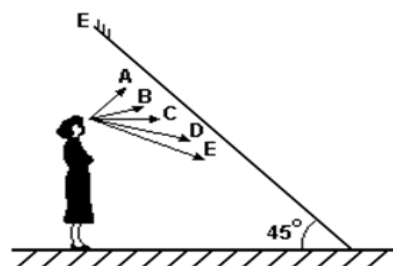
Essa visitante, ao descer as escadas, fotografa, no ponto B, o mesmo quadro através dos espelhos. A nova foto, tal como vista no visor, é

- A
- B

11. (Fuvest 2005)

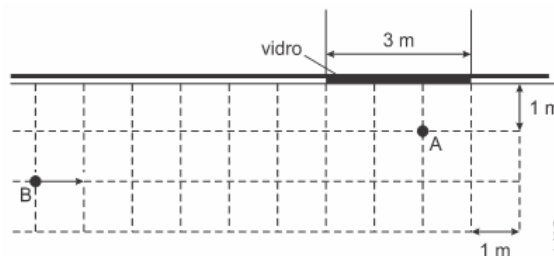


10. (Fuvest 2000) Um espelho plano, em posição inclinada, forma um ângulo de 45° com o chão. Uma pessoa observa-se no espelho, conforme a figura.



A flecha que melhor representa a direção para a qual ela deve dirigir seu olhar, a fim de ver os sapatos que está calçando, é:

- A A
- B B
- C C
- D D
- E E



Uma jovem está parada em A, diante de uma vitrine, cujo vidro, de 3 m de largura, age como uma superfície refletora plana vertical. Ela observa a vitrine e não repara que um amigo, que no instante t_0 está em B, se aproxima, com velocidade constante de 1 m/s, como indicado na figura, vista de cima.

Se continuar observando a vitrine, a jovem poderá começar a ver a imagem do amigo, refletida no vidro, após um intervalo de tempo, aproximadamente, de

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

12. (Ita 2004) Ao olhar-se num espelho plano, retangular, fixado no plano de uma parede vertical, um homem observa a imagem de sua face tangenciando as quatro bordas do espelho, isto é, a imagem de sua face encontra-se ajustada ao tamanho do espelho. A seguir, o homem afasta-se, perpendicularmente à parede, numa certa velocidade em relação ao espelho, continuando a observar sua imagem. Nestas condições, pode-se afirmar que essa imagem:

- A torna-se menor que o tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
- B torna-se maior que o tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
- C continua ajustada ao tamanho do espelho tal como visto pelo homem.
- D desloca-se com o dobro da velocidade do homem.
- E desloca-se com metade da velocidade do homem.

13. (Fuvest 2003) Uma jovem viaja de uma cidade A para uma cidade B, dirigindo um automóvel por uma estrada muito estreita. Em um certo trecho, em que a estrada é reta e horizontal, ela percebe que seu carro está entre dois caminhões-tanque bidirecionais e iguais, como mostra a figura. A jovem observa que os dois caminhões, um visto através do espelho retrovisor plano, e o outro, através do para-brisa, parecem aproximar-se dela com a mesma velocidade. Como o automóvel e o caminhão de trás estão viajando no mesmo sentido, com velocidades de 40 km/h e 50 km/h, respectivamente, pode-se concluir que a velocidade do caminhão que está à frente é



- A 50 km/h com sentido de A para B.
- B 50 km/h com sentido de B para A.
- C 40 km/h com sentido de A para B.
- D 30 km/h com sentido de B para A.
- E 30 km/h com sentido de A para B.

14. (Famema 2020) Ao entrar no banheiro de um shopping, uma pessoa se depara com uma parede onde se encontra afixado um grande espelho plano. Enquanto caminha com velocidade de 1 m/s em uma direção perpendicular a esse espelho e no sentido de aproximar-se dele, essa pessoa observa que, relativamente a seu corpo, sua imagem

- A se afasta com velocidade 1 m/s.
- B se aproxima com velocidade 2 m/s.
- C se aproxima com velocidade 4 m/s.
- D se aproxima com velocidade 1 m/s.
- E se afasta com velocidade 2 m/s.

15. (IFCE 2011) Um garoto parado na rua vê sua imagem refletida por um espelho plano preso verticalmente na traseira de um ônibus que se afasta com velocidade escalar constante de 36 km/h.

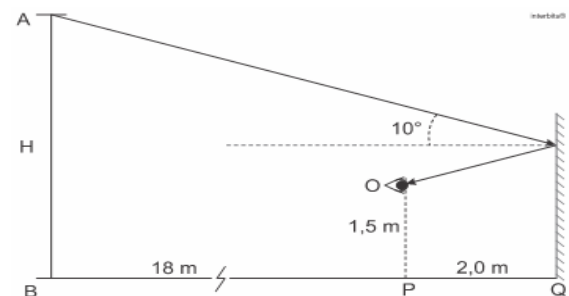
Em relação ao garoto e ao ônibus, as velocidades da imagem são, respectivamente,

- A 20 m/s e 10 m/s.
- B Zero e 10 m/s.
- C 20 m/s e zero.
- D 10 m/s e 20 m/s
- E 20 m/s e 20 m/s.

NÍVEL AVANÇADO

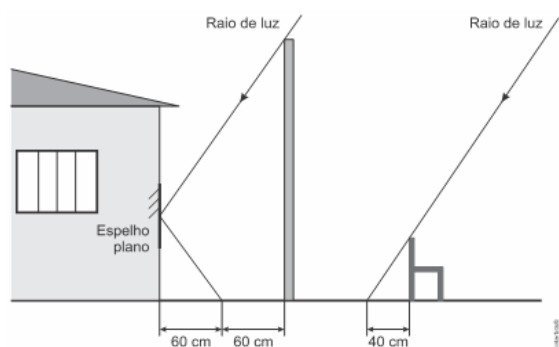
01. (Efomm 2016) Um espelho plano vertical reflete, sob um ângulo de incidência de 10° , o topo de uma árvore de altura H , para um observador O , cujos olhos estão a 1,50 m de altura e distantes 2,00 m do espelho. Se a base da árvore está situada 18,0 m atrás do observador, a altura H , em metros, vale

Dados: $\sin(10^\circ) = 0,17$; $\cos(10^\circ) = 0,98$; $\tan(10^\circ) = 0,18$



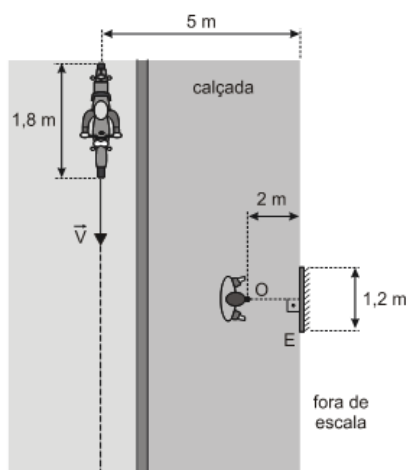
- A 4,0
- B 4,5
- C 5,5
- D 6,0
- E 6,5

02. (Famema 2019) Tomando como referência a sombra gerada por uma cadeira de 60 cm de altura, uma pessoa decidiu determinar a altura de um muro construído próximo à lateral de sua casa por meio de métodos geométricos. A casa, o muro e a cadeira estavam sobre o mesmo chão horizontal e, como não era possível obter uma sombra completa do muro, a pessoa providenciou um espelho plano que prendeu paralelamente à lateral da casa, como mostra a figura, que representa os resultados obtidos em um mesmo instante.



A pessoa concluiu que o muro tinha uma altura de

- A 2,1 m
 B 3,2 m
 C 3,0 m
 D 2,4 m
 E 2,7 m
03. (Unesp 2014) Uma pessoa está parada numa calçada plana e horizontal diante de um espelho plano vertical E pendurado na fachada de uma loja. A figura representa a visão de cima da região.



Olhando para o espelho, a pessoa pode ver a imagem de um motociclista e de sua motocicleta que passam pela rua com velocidade constante $V = 0,8 \text{ m/s}$, em uma trajetória retilínea paralela à calçada, conforme indica a linha tracejada.

Considerando que o ponto O na figura represente a posição dos olhos da pessoa parada na calçada, é correto afirmar que ela poderá ver a imagem por inteiro do motociclista e de sua motocicleta refletida no espelho durante um intervalo de tempo, em segundos, igual a

- A 2.
 B 3.
 C 4.
 D 5.
 E 1

DISCURSIVAS

01. (Unifesp 2014) Dentro de uma casa uma pessoa observa, por meio de um espelho plano E, uma placa com a inscrição VENDO colocada fora da casa, ao lado de uma janela aberta. A janela e o espelho têm as dimensões horizontais mínimas para que o observador consiga ver a placa em toda sua extensão lateral. A figura 1 representa o espelho e a janela vistos de dentro da casa. A figura 2 representa uma visão de cima da placa, do espelho plano E, do observador O e de dois raios de luz emitidos pela placa que atingem, depois de refletidos em E, os olhos do observador.

FIGURA 1

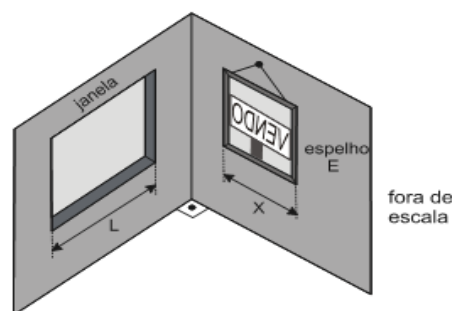
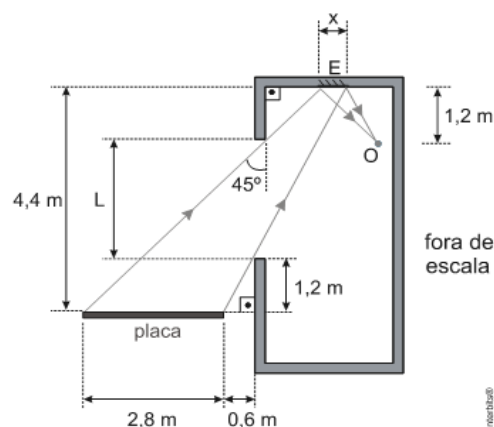


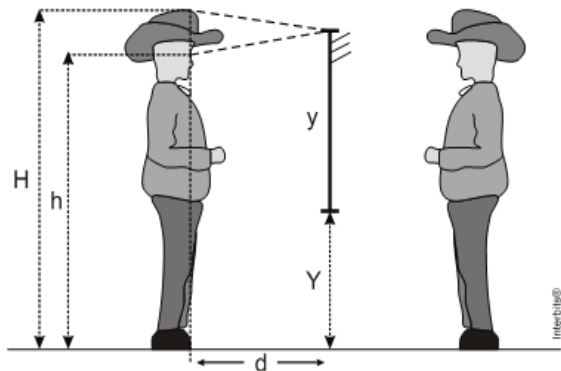
FIGURA 2



Considerando as medidas indicadas na figura 2, calcule, em metros:

- a) a largura (L) da janela.
- b) a largura mínima (x) do espelho E para que o observador possa ver por inteiro a imagem da placa conjugada por ele.

02. (Fuvest 2012) Um rapaz com chapéu observa sua imagem em um espelho plano e vertical. O espelho tem o tamanho mínimo necessário, $y = 1,0$ m, para que o rapaz, a uma distância $d = 0,5$ m, veja a sua imagem do topo do chapéu à ponta dos pés. A distância de seus olhos ao piso horizontal é $h = 1,60$ m. A figura da página de resposta ilustra essa situação e, em linha tracejada, mostra o percurso do raio de luz relativo à formação da imagem do ponto mais alto do chapéu.



- a) Desenhe, na figura da página de resposta, o percurso do raio de luz relativo à formação da imagem da ponta dos pés do rapaz.
- b) Determine a altura H do topo do chapéu ao chão.
- c) Determine a distância Y da base do espelho ao chão.
- d) Quais os novos valores do tamanho mínimo do espelho (y') e da distância da base do espelho ao chão (Y') para que o rapaz veja sua imagem do topo do chapéu à ponta dos pés, quando se afasta para uma distância d' igual a 1 m do espelho?

NOTE E ADOTE

O topo do chapéu, os olhos e a ponta dos pés do rapaz estão em uma mesma linha vertical.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	D	D	C	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	A	E	B	D
6	7	8	9	10
C	B	C	A	B
11	12	13	14	15
A	C	E	B	A

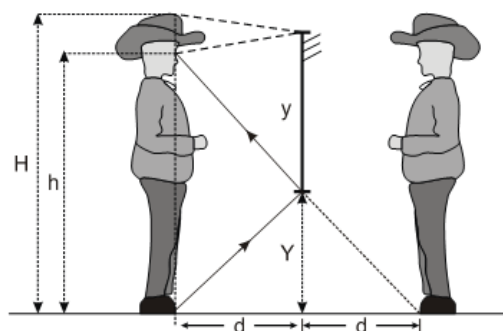
AVANÇADO

1	2	3
C	E	B

DISCURSIVAS

- 01.** a) 2,2 m
b) 0,6 m

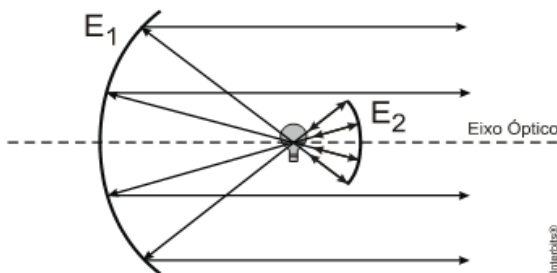
02. a)



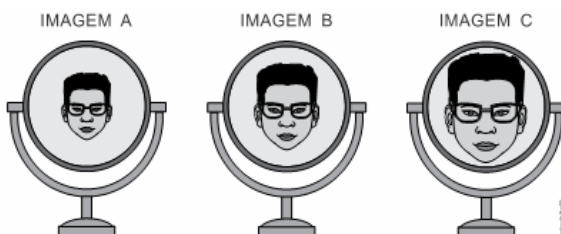
- b) 2 m
- c) $y' = 1$ m e $Y' = 0,8$ m

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (UFJF 2010) Por motivos de segurança, a eficiência dos faróis tem sido objeto de pesquisa da indústria automobilística. Em alguns automóveis, são adotados faróis cujo sistema óptico é formado por dois espelhos esféricos E_1 e E_2 como mostra a figura. Com base na figura, é correto afirmar que a localização da lâmpada está:



- A** nos focos de E_1 e de E_2 .
B no centro de curvatura de E_1 e no foco de E_2 .
C nos centros de curvatura de E_1 e de E_2 .
D no foco de E_1 e no centro de curvatura de E_2 .
E em qualquer ponto entre E_1 e E_2 .
- 02.** (Unesp 2016) Quando entrou em uma ótica para comprar novos óculos, um rapaz deparou-se com três espelhos sobre o balcão: um plano, um esférico côncavo e um esférico convexo, todos capazes de formar imagens nítidas de objetos reais colocados à sua frente. Notou ainda que, ao se posicionar sempre a mesma distância desses **D** real reduzida, via três diferentes imagens de seu rosto, representadas na figura a seguir.



Em seguida, associou cada imagem vista por ele a um tipo de espelho e classificou-as quanto às suas naturezas.

Uma associação correta feita pelo rapaz está indicada na alternativa:

- A** o espelho A é o côncavo e a imagem conjugada por ele é real.
B o espelho B é o plano e a imagem conjugada por ele é real.
C o espelho C é o côncavo e a imagem conjugada por ele é virtual.
D o espelho A é o plano e a imagem conjugada por ele é virtual.
E o espelho C é o convexo e a imagem conjugada por ele é virtual.
- 03.** (Unicamp 2017) Em uma animação do Tom e Jerry, o camundongo Jerry se assusta ao ver sua imagem em uma bola de Natal cuja superfície é refletora, como mostra a reprodução abaixo.



(Adaptado de https://www.youtube.com/watch?v=RtZYftr7D_o. Acessado em 25/10/2016.)

É correto afirmar que o efeito mostrado na ilustração não ocorre na realidade, pois a bola de Natal formaria uma imagem

- A** virtual ampliada.
B virtual reduzida.
C real ampliada.
- 04.** (Uff 2010) A figura mostra um objeto e sua imagem produzida por um espelho esférico.



Escolha a opção que identifica corretamente o tipo do espelho que produziu a imagem e a posição do objeto em relação a esse espelho.

- A** O espelho é convexo e o objeto está a uma distância maior que o raio do espelho.
- B** O espelho é côncavo e o objeto está posicionado entre o foco e o vértice do espelho.
- C** O espelho é côncavo e o objeto está posicionado a uma distância maior que o raio do espelho.
- D** O espelho é côncavo e o objeto está posicionado entre o centro e o foco do espelho.
- E** O espelho é convexo e o objeto está posicionado a uma distância menor que o raio do espelho.

05. (Mackenzie 2015) Uma garota encontra-se diante de um espelho esférico côncavo e observa que a imagem direita de seu rosto é ampliada duas vezes. O rosto da garota só pode estar

- A** entre o centro de curvatura e o foco do espelho côncavo.
- B** sobre o centro de curvatura do espelho côncavo.
- C** entre o foco e o vértice do espelho côncavo.
- D** sobre o foco do espelho côncavo.
- E** antes do centro de curvatura do espelho côncavo.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (UEMG 2019) Ao posicionar a mão à frente de um espelho esférico, Alice verificou a imagem da sua mão conforme a figura a seguir:

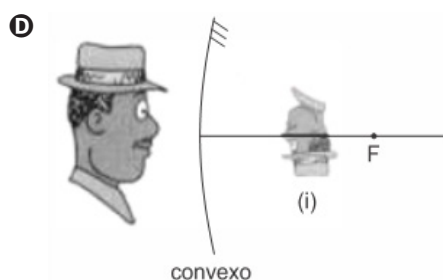
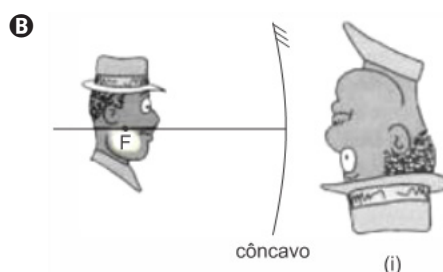
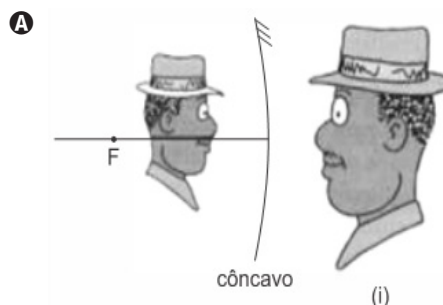


Disponível em: https://www.pasco.com/imagens/producao/seo7573_criq_169161.jpg. Acesso: 11 dez. 2018.

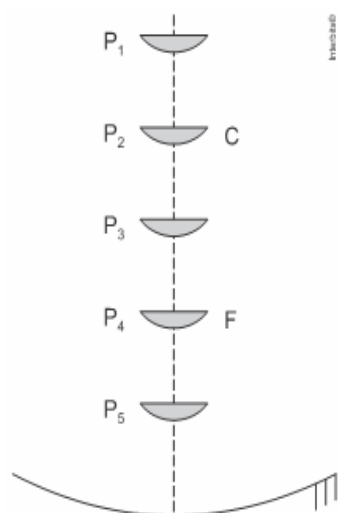
O tipo de imagem formada da mão e o espelho utilizado são respectivamente:

- A** Virtual e côncavo.
- B** Virtual e convexo.
- C** Real e convexo.
- D** Real e côncavo.

02. (Ufu 2019) Uma pessoa vai até um museu de ciências e numa sala de efeitos luminosos se posiciona frente a diferentes tipos de espelhos (côncavo, convexo e plano). Qual situação a seguir representa a correta imagem (i) que é possível essa pessoa obter de si própria?



03. (Unifesp 2009) Os elevados custos da energia, aliados à conscientização da necessidade de reduzir o aquecimento global, fazem ressurgir antigos projetos, como é o caso do fogão solar. Utilizando as propriedades reflexivas de um espelho esférico côncavo, devidamente orientado para o Sol, é possível produzir aquecimento suficiente para cozinhar ou fritar alimentos. Suponha que um desses fogões seja constituído de um espelho esférico côncavo ideal e que, num dado momento, tenha seu eixo principal alinhado com o Sol.



Na figura, P₁ a P₅ representam cinco posições igualmente espaçadas sobre o eixo principal do espelho, nas quais uma pequena frigideira pode ser colocada. P₂ coincide com o centro de curvatura do espelho e P₄, com o foco. Considerando que o aquecimento em cada posição depende exclusivamente da quantidade de raios de luz refletidos pelo espelho que atinja a frigideira, a ordem decrescente de temperatura que a frigideira pode atingir em cada posição é:

- A P₄ > P₁ = P₃ = P₅ > P₂.
- B P₄ > P₃ = P₅ > P₂ > P₁.
- C P₂ > P₁ = P₃ = P₅ > P₄.
- D P₅ = P₄ > P₃ = P₂ > P₁.
- E P₅ > P₄ > P₃ > P₂ > P₁.

04. (Ufsm 2002) As afirmativas a seguir se referem a um espelho côncavo.

- I. Todo raio que incide paralelamente ao eixo principal se reflete e passa pelo foco.
- II. Todo raio que incide ao passar pelo centro de curvatura se reflete sobre o mesmo.
- III. Todo raio que incide ao passar pelo foco se reflete sobre o eixo principal.

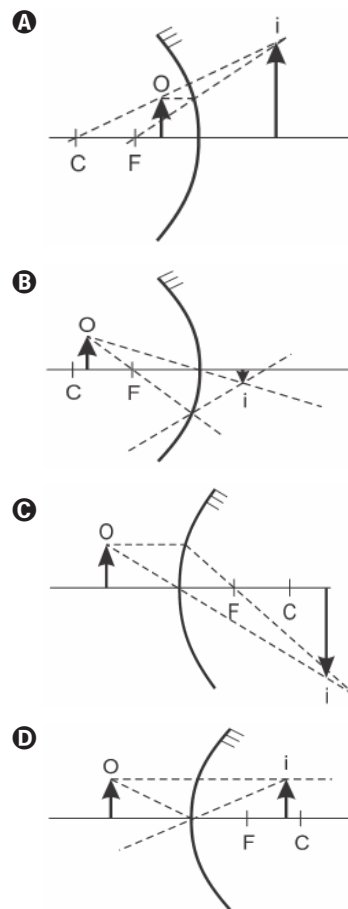
B virtual, direita e se afasta do espelho.

Está(ão) correta(s)

- A apenas I.
- B apenas I e II.
- C apenas III.
- D apenas II e III.
- E I, II e III.

05. (Ufu 2004) Considere os espelhos côncavos e convexas e os seus respectivos focos (F) e centros (C) desenhados nos itens a seguir.

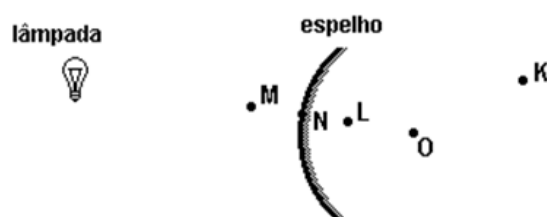
Assinale a alternativa que representa corretamente o objeto real (o) e a sua imagem (i) formada.



06. (Cesgranrio 1993) Um objeto colocado muito além de C, centro de curvatura de um espelho esférico côncavo, é aproximado vagarosamente do mesmo. Estando o objeto colocado perpendicularmente ao eixo principal, a imagem do objeto conjugada por este espelho, antes de o objeto atingir o foco, é:

- A real, invertida e se aproxima do espelho.
- B real, invertida e se afasta do espelho.
- C virtual, invertida e se afasta do espelho.
- D real, invertida, fixa num ponto qualquer.

07. (UFMG 2002) Uma pequena lâmpada está na frente de um espelho esférico, convexo, como mostrado na figura. O centro de curvatura do espelho está no ponto O.



Nesse caso, o ponto em que, MAIS provavelmente, a imagem da lâmpada será formada é o

- A** K
- B** L
- C** M
- D** N

08. (Unifesp 2005) Suponha que você é estagiário de uma estação de televisão e deve providenciar um espelho que amplie a imagem do rosto dos artistas para que eles próprios possam retocar a maquiagem.

O toucador limita a aproximação do rosto do artista ao espelho a, no máximo, 15 cm. Dos espelhos a seguir, o único indicado para essa finalidade seria um espelho esférico

- A** côncavo, de raio de curvatura 5,0 cm.
- B** convexo, de raio de curvatura 10 cm.
- C** convexo, de raio de curvatura 15 cm.
- D** convexo, de raio de curvatura 20 cm.
- E** côncavo, de raio de curvatura 40 cm.

09. (Famerp 2020) No dia 20 de junho de 1969, o ser humano caminhou pela primeira vez na superfície lunar. Em uma das fotos registradas nesse dia pode-se ver uma imagem direita e menor formada pela superfície convexa do visor do capacete do astronauta Edwin Aldrin, que funciona como um espelho.

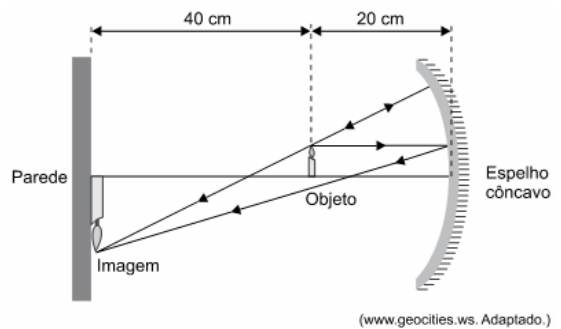


(www.correiobrasiliense.com.br)

orientação deste. Pode-se concluir que o valor

- Essa imagem é
- A** real e o objeto se encontra além do centro de curvatura do espelho.
 - B** virtual e independe da localização do objeto.
 - C** virtual e o objeto se encontra entre o espelho e seu foco principal.
 - D** real e o objeto se encontra entre o espelho e seu foco principal.
 - E** real e independe da localização do objeto.

10. (Famerp 2018) Um objeto luminoso encontra-se a 40 cm de uma parede e a 20 cm de um espelho côncavo, que projeta na parede uma imagem nítida do objeto, como mostra a figura.



(www.geocities.ws. Adaptado.)

Considerando que o espelho obedece às condições de nitidez de Gauss, a sua distância focal é

- A** 15
- B** 20
- C** 30
- D** 25
- E** 35

11. (Unemat 2010) Uma pessoa encontra-se de pé a uma distância de 10 cm de um espelho esférico. Esta pessoa vê, no espelho, sua imagem direita e aumentada em 5 vezes.

Com os dados acima, pode-se dizer que a sua distância focal em relação ao espelho é:

- A** 12,5 cm
- B** 10 cm
- C** 20 cm
- D** 30,5 cm
- E** 25,5 cm

12. (Ufal 2010) Um palito de fósforo, de 8 cm de comprimento, é colocado a 80 cm de distância de um espelho esférico convexo. A imagem do palito possui comprimento de 1,6 cm e a mesma

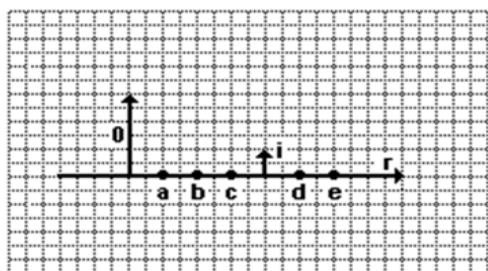
absoluto da distância focal do espelho vale:

- A** 10 cm
- B** 20 cm
- C** 30 cm
- D** 40 cm
- E** 50 cm

13. (Uff 2001) Um rapaz utiliza um espelho côncavo, de raio de curvatura igual a 40 cm, para barbear-se. Quando o rosto do rapaz está a 10 cm do espelho, a ampliação da imagem produzida é:

- A** 1,3
- B** 1,5
- C** 2,0
- D** 4,0
- E** 40

14. (Ufal 1999) O esquema a seguir representa o eixo principal (r) de um espelho esférico, um objeto real O e sua imagem i conjugada pelo espelho.



Considerando os pontos a, b, c, d, e é correto afirmar que o espelho é

- A) côncavo e seu vértice se encontra em d.
 - B) côncavo e seu foco se encontra em c.
 - C) côncavo e seu centro se encontra em e.
 - D) convexo e seu vértice se encontra em c.
 - E) convexo e seu foco se encontra em e.
15. (Cesgranrio 2011) Um espelho esférico côncavo tem distância focal (f) igual a 20 cm. Um objeto de 5 cm de altura é colocado de frente para a superfície refletora desse espelho, sobre o eixo principal, formando uma imagem real invertida e com 4 cm de altura. A distância, em centímetros, entre o objeto e a imagem é de

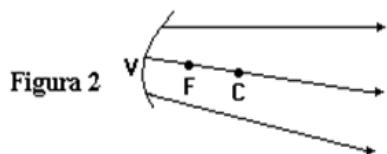
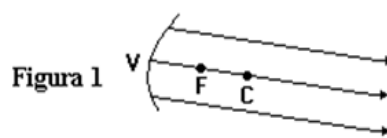
- A) 9
- B) 12
- C) 25
- D) 45
- E) 75

NÍVEL AVANÇADO

01. (UFMG 1995) O farol de um automóvel é constituído de um espelho côncavo e de uma lâmpada com dois filamentos I e II. Nas figuras 1 e 2, V , F e C são, respectivamente, o vértice, o foco e o centro de curvatura do espelho.

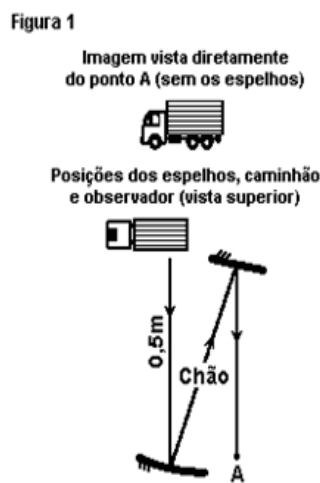
Quando o farol está em "luz baixa", apenas o filamento I está ligado, e a luz é refletida no espelho paralelamente ao seu eixo óptico, como na figura 1. Quando o farol está em luz alta, apenas o filamento II está ligado, e o feixe de luz refletido é um pouco divergente, como na figura 2.

Para que o farol funcione de acordo com essas descrições, a posição dos filamentos deve ser



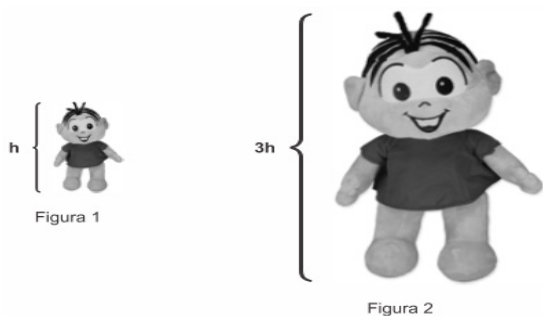
- A) o filamento I em C e o filamento II à direita de C.
- B) o filamento I em C e o filamento II entre C e F.
- C) o filamento I em F e o filamento II entre F e C.
- D) o filamento I em F e o filamento II entre F e V.
- E) o filamento I em V e o filamento II entre V e F.

02. (Ufscar 2006) Utilizando um espelho esférico côncavo de raio de curvatura 2 m e um espelho plano, um caminhãozinho de brinquedo, colocado com suas rodinhas apoiadas sobre o chão a 0,5 m do espelho côncavo, é observado por uma pessoa posicionada no ponto A, conforme a montagem óptica esquematizada na figura 1. Do mesmo ponto A, a pessoa também pode observar o caminhãozinho diretamente. A imagem observada com o uso do arranjo de espelhos ideais, comparada à obtida diretamente pelo observador, está melhor representada na alternativa:



- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

03. (Fcmmg 2017) A figura 1 mostra a boneca Mônica de altura h a ser colocada em frente a um dispositivo óptico. A figura 2 mostra a imagem desta boneca vista através do dispositivo, com altura $3h$.



Sobre essa situação, pode-se afirmar que:

- A** O dispositivo fornece uma imagem real da boneca.
- B** O dispositivo pode ser uma lente divergente ou um espelho convexo.
- C** A distância da boneca até o dispositivo óptico é três meios de sua distância focal.
- D** A distância da imagem da boneca até o dispositivo é o dobro de sua distância focal.

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2ª aplicação 2010) 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.

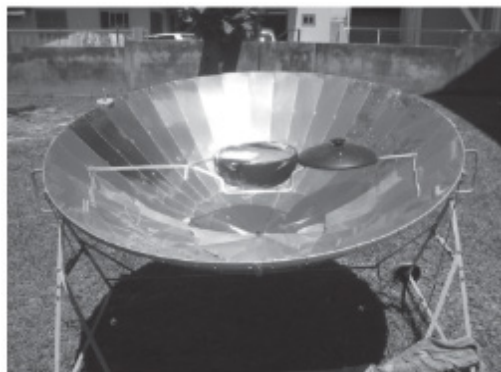
Este tipo de espelho, chamado convexo, é utilizado com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que no Brasil se adota a direção do lado esquerdo e, assim, o espelho da direita fica muito mais distante dos olhos do condutor.

Disponível em: <http://noticias.vrum.com.br>. Acesso em: 3 nov.

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.

- 02.** (Enem PPL 2011)



Disponível em: <http://www.deltateta.com>. Acesso em: 30 abr. 2010.

A figura mostra uma superfície refletora de formato parabólico, que tem sido utilizada como um fogão solar. Esse dispositivo é montado de tal forma que a superfície fique posicionada sempre voltada para o Sol. Neste, a panela deve ser colocada em um ponto determinado para maior eficiência do fogão.

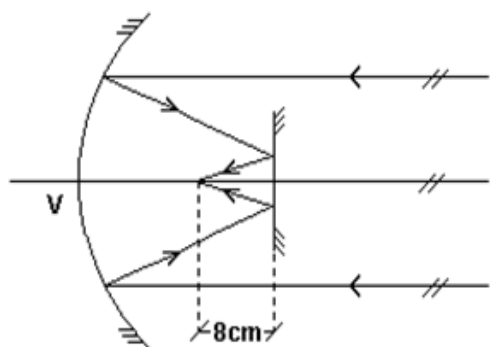
Disponível em: <http://www.deltateta.com>. Acesso em: 30 abr. 2010.

Considerando que a panela esteja posicionada no ponto citado, a maior eficiência ocorre porque os raios solares

- A** refletidos passam por esse ponto, definido como ponto de reflexão.
- B** incidentes passam por esse ponto, definido como vértice da parábola.
- C** refletidos se concentram nesse ponto, definido como foco da parábola.
- D** incidentes se concentram nesse ponto, definido como ponto de incidência.
- E** incidentes e refletidos se interceptam nesse ponto, definido como centro de curvatura.

DISCURSIVAS

- 01.** (Ufrj 1999) Um espelho côncavo de 50 cm de raio e um pequeno espelho plano estão frente a frente. O espelho plano está disposto perpendicularmente ao eixo principal do côncavo. Raios luminosos paralelos ao eixo principal são refletidos pelo espelho côncavo; em seguida, refletem-se também no espelho plano e tornam-se convergentes num ponto do eixo principal distante 8 cm do espelho plano, como mostra a figura.



Calcule a distância do espelho plano ao vértice V do espelho côncavo.

02. (Unesp 2012) Observe o adesivo plástico apresentado no espelho côncavo de raio de curvatura igual a 1,0 m, na figura 1. Essa informação indica que o espelho produz imagens nítidas com dimensões até cinco vezes maiores do que as de um objeto colocado diante dele.



figura 1

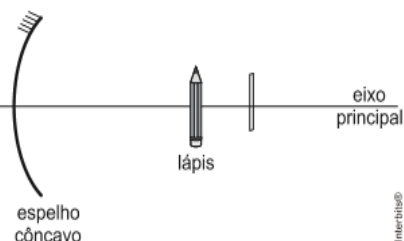


figura 2

Considerando válidas as condições de nitidez de Gauss para esse espelho, calcule o aumento linear conseguido quando o lápis estiver a 10 cm do vértice do espelho, perpendicularmente ao seu eixo principal, e a distância em que o lápis deveria estar do vértice do espelho, para que sua imagem fosse direita e ampliada cinco vezes.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	C	B	D	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	A	B	B	A
6	7	8	9	10
C	B	E	B	A
11	12	13	14	15
A	B	C	D	A

AVANÇADO

1	2	3
D	C	D

SEÇÃO ENEM

1	2

DISCURSIVAS

01. 17 cm
02. $A = 1,25$ e $d_o = 40$ cm

C

C

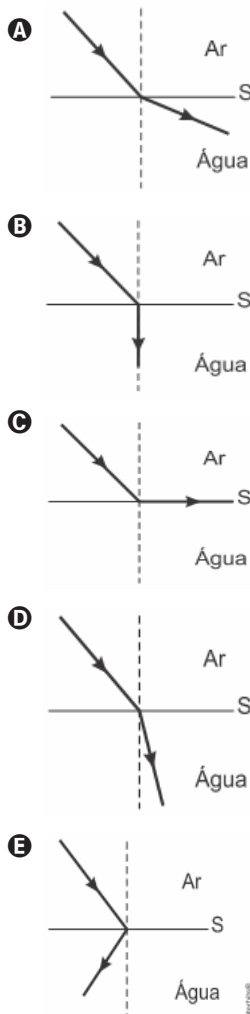


NÍVEL BÁSICO

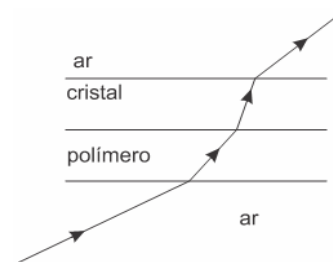
01. (Eear 2016) O vidro tem índice de refração absoluto igual a 1,5. Sendo a velocidade da luz no ar e no vácuo aproximadamente igual a $3 \cdot 10^8$ m/s, pode-se calcular que a velocidade da luz no vidro é igual a

- A** $2 \cdot 10^5$ m/s
- B** $2 \cdot 10^5$ km/s
- C** $4,5 \cdot 10^8$ m/s
- D** $4,5 \cdot 10^8$ km/s

02. (UTF-PR 2007) Um raio luminoso se propaga no ar e refrata, passando a se propagar na água. Qual dos esquemas pode representar corretamente essa refração?



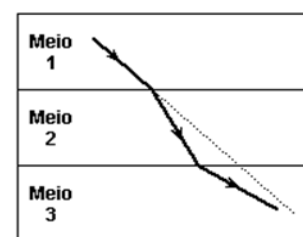
03. (Fgv 2015) Em um laboratório de ótica, é realizada uma experiência de determinação dos índices de refração absolutos de diversos materiais. Dois blocos de mesmas dimensões e em forma de finos paralelepípedos são feitos de cristal e de certo polímero, ambos transparentes. Suas faces de maior área são, então, sobrepostas e um estreito feixe de luz monocromática incide vindo do ar e no ar emergindo após atravessar os dois blocos, como ilustra a figura.



Chamando de n_{ar} , n_{po} e n_{cr} aos índices de refração absolutos do ar, do polímero e do cristal, respectivamente, a correta relação de ordem entre esses índices, de acordo com a figura, é:

- A** $n_{ar} > n_{po} > n_{cr}$.
- B** $n_{cr} > n_{po} > n_{ar}$.
- C** $n_{cr} > n_{ar} > n_{po}$.
- D** $n_{ar} > n_{cr} > n_{po}$.
- E** $n_{po} > n_{cr} > n_{ar}$.

04. (Ufms 2006) Um raio de luz monocromática passa de um meio 1 para um meio 2 e desse para um meio 3, conforme indicado na figura.



Com relação à velocidade de propagação da luz nesses três meios, assinale a alternativa correta.

- A** $v_1 > v_2 > v_3$.
- B** $v_3 > v_1 > v_2$.
- C** $v_2 > v_3 > v_1$.
- D** $v_1 > v_3 > v_2$.
- E** $v_3 > v_2 > v_1$.

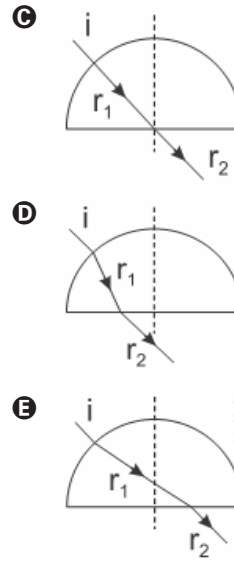
05. (Upf 2018) Conta a história que Isaac Newton, trabalhando no polimento de algumas peças de vidro, conseguiu obter um prisma triangular, o qual utilizou para a sua famosa experiência da dispersão da luz branca, ilustrada na figura a seguir.



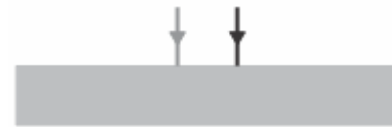
(Fonte: Luz, A. M. R. Física 2: contexto & aplicações. Scipione, 2011)

Utilizando-se da palavra latina spectrum, ele descreveu o conjunto de cores que resultou dessa dispersão da luz branca ao atravessar o prisma. A explicação para o observado por Newton encontra-se associada ao fato de que cada cor que compõe o spectrum sofre um desvio diferente em virtude

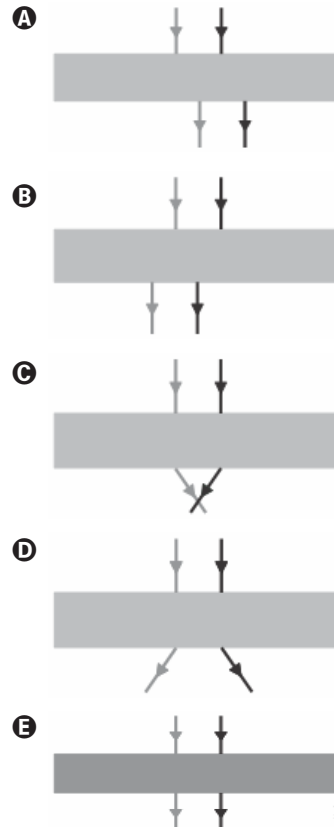
- A da sua polarização.
- B da sua difusão.
- C do seu índice de refração.
- D da sua velocidade no vácuo.
- E da sua interferência.



02. (Famerp 2019) Dois raios de luz monocromáticos incidem perpendicularmente em uma das faces de uma lâmina de vidro de faces paralelas, imersa no ar, como mostra a figura.

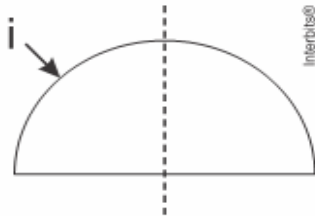


Assinale a alternativa que representa esses mesmos raios de luz, ao emergirem na face oposta à de incidência.

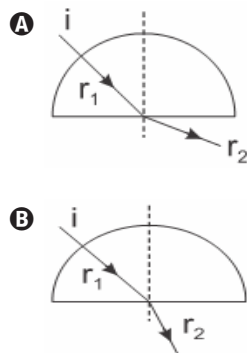


NÍVEL INTERMEDIÁRIO

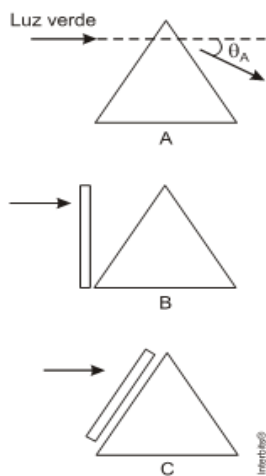
01. (Ufrgs 2015) Na figura abaixo, um raio luminoso i , propagando-se no ar, incide radialmente sobre placa semicircular de vidro.



Assinale a alternativa que melhor representa a trajetória dos raios r_1 e r_2 refratados, respectivamente, no vidro e no ar.

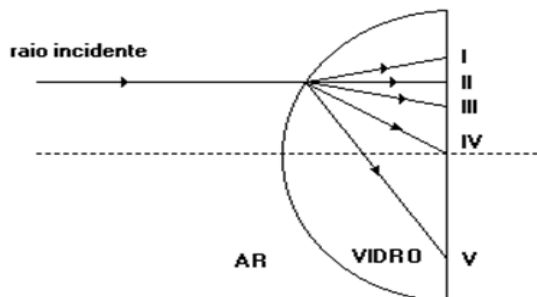


03. (Fuvest 2014) Um prisma triangular desvia um feixe de luz verde de um ângulo Θ_A , em relação à direção de incidência, como ilustra a figura A, abaixo.



Se uma placa plana, do mesmo material do prisma, for colocada entre a fonte de luz e o prisma, nas posições mostradas nas figuras B e C, a luz, ao sair do prisma, será desviada, respectivamente, de ângulos Θ_B e Θ_C , em relação à direção de incidência indicada pela seta. Os desvios angulares serão tais que

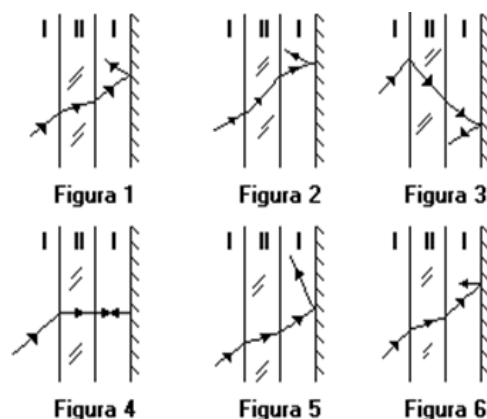
- A $\Theta_A = \Theta_B = \Theta_C$
 - B $\Theta_A > \Theta_B > \Theta_C$
 - C $\Theta_A < \Theta_B < \Theta_C$
 - D $\Theta_A = \Theta_B > \Theta_C$
 - E $\Theta_A = \Theta_B < \Theta_C$
04. (Cesgranrio 1991) Sobre uma lente semiesférica de vidro incide um raio de luz, cuja direção é paralela ao eixo óptico da lente. Qual dos raios (I, II, III, IV ou V) indicados na figura a seguir que melhor representa a trajetória, no interior da lente, do raio refratado que corresponde a este raio incidente?



- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

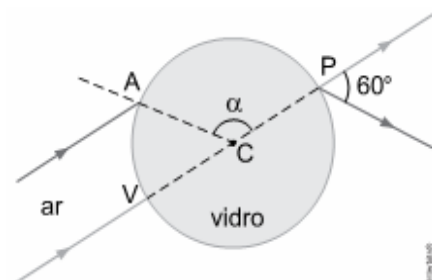
05. (UFMG 1995) Um estreito feixe de luz monocromático passa de um meio I para um meio II cujos índices de refração são diferentes. O feixe atravessa o meio II, penetra em um meio idêntico a I e é refletido em um espelho plano. Estas figuras mostram opções de trajetórias para esse feixe de luz.

As figuras que representam trajetórias possíveis são



- A 1 e 2
- B 1 e 3
- C 2 e 5
- D 3 e 4
- E 4 e 6

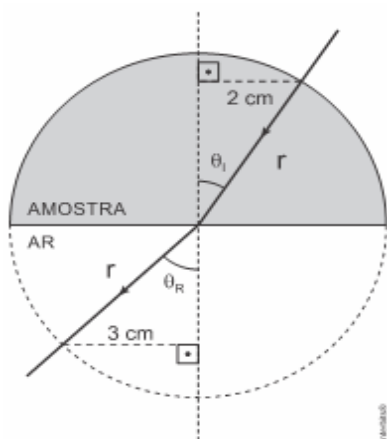
06. (Unesp 2015) Dois raios luminosos monocromáticos, um azul e um vermelho, propagam-se no ar, paralelos entre si, e incidem sobre uma esfera maciça de vidro transparente de centro C e de índice de refração $\sqrt{3}$, nos pontos A e V. Após atravessarem a esfera, os raios emergem pelo ponto P, de modo que o ângulo entre eles é igual a 60° .



Considerando que o índice de refração absoluto do ar seja igual a 1, o ângulo α indicado na figura é igual a

- A 90°
- B 165°
- C 120°
- D 135°
- E 150°

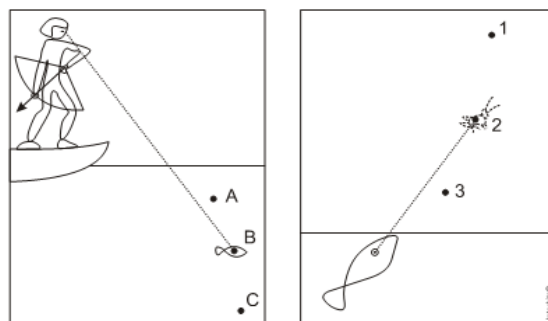
07. (Fatec 2017) Durante um ensaio com uma amostra de um material transparente e homogêneo, um aluno do Curso de Materiais da FATEC precisa determinar de que material a amostra é constituída. Para isso, ele utiliza o princípio da refração, fazendo incidir sobre uma amostra semicircular, de raio r , um feixe de laser monocromático, conforme a figura.



Material	n
Ar	1,00
Resina	1,50
Policarbonato	1,59
cristal dopado	1,60
cristal de titânio	1,71
cristal de lantânio	1,80

Utilizando os dados da figura e as informações apresentadas na tabela de referência, podemos concluir corretamente que o material da amostra é

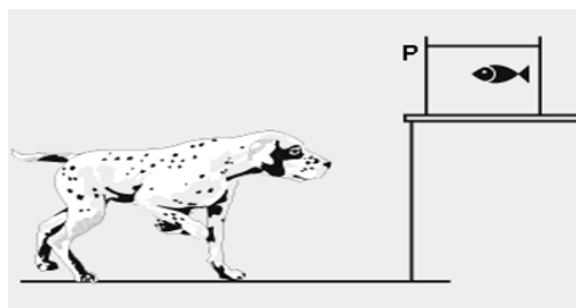
08. (Ufpa 2011) Os índios amazônicos comumente pescam com arco e flecha. Já na Ásia e na Austrália, o peixe arqueiro captura insetos, os quais ele derruba sobre a água, acertando-os com jatos disparados de sua boca. Em ambos os casos a presa e o caçador encontram-se em meios diferentes. As figuras abaixo mostram qual é a posição da imagem da presa, conforme vista pelo caçador, em cada situação.



Identifique, em cada caso, em qual dos pontos mostrados, o caçador deve fazer pontaria para maximizar suas chances de acertar a presa.

- A Homem em A; peixe arqueiro em 1
 B Homem em A; peixe arqueiro em 3
 C Homem em B; peixe arqueiro em 2
 D Homem em C; peixe arqueiro em 1
 E Homem em C; peixe arqueiro em 3

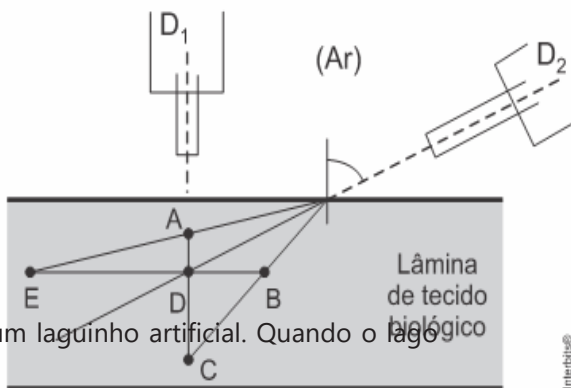
09. (Unirio 2004) Um cão está diante de uma mesa, observando um peixinho dentro do aquário, conforme representado na figura. Ao mesmo tempo, o peixinho também observa o cão. Em relação à parede P do aquário e às distâncias reais, podemos afirmar que as imagens observadas por cada um dos animais obedecem às seguintes relações:



- A O cão observa o olho do peixinho mais próximo da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais distante do aquário.
 B O cão observa o olho do peixinho mais distante da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais próximo do aquário.
 C O cão observa o olho do peixinho mais próximo da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais próximo do aquário.
 D O cão observa o olho do peixinho mais distante da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão também mais distante do aquário.
 E O cão e o peixinho observam o olho um do outro, em relação à parede P, em distâncias iguais às distâncias reais que eles ocupam na figura.

10. (Fuvest 1989) Um pássaro sobrevoa em linha reta e a baixa altitude uma piscina em cujo fundo se encontra uma pedra. Podemos afirmar que
- A com a piscina cheia o pássaro poderá ver a pedra durante um intervalo de tempo maior do que se a piscina estivesse vazia.
 - B com a piscina cheia ou vazia o pássaro poderá ver a pedra durante o mesmo intervalo de tempo.
 - C o pássaro somente poderá ver a pedra enquanto estiver voando sobre a superfície da água.
 - D o pássaro, ao passar sobre a piscina, verá a pedra numa posição mais profunda do que aquela em que ela realmente se encontra.
 - E o pássaro nunca poderá ver a pedra.

11. (Fuvest 2009) Dois sistemas óticos, D_1 e D_2 , são utilizados para analisar uma lâmina de tecido biológico a partir de direções diferentes. Em uma análise, a luz fluorescente, emitida por um indicador incorporado a uma pequena estrutura, presente no tecido, é captada, simultaneamente, pelos dois sistemas, ao longo das direções tracejadas. Levando-se em conta o desvio da luz pela refração, dentre as posições indicadas, aquela que poderia corresponder à localização real dessa estrutura no tecido é:



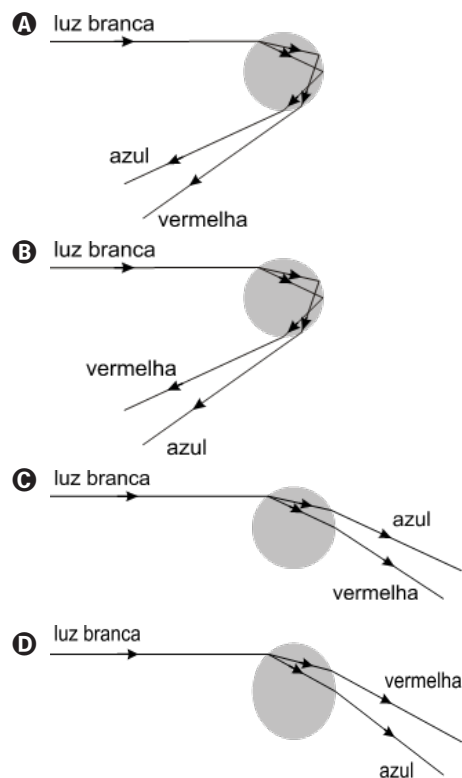
fundo de um lago artificial. Quando o lago

Suponha que o tecido biológico seja transparente à luz e tenha índice de refração uniforme, semelhante ao da água.

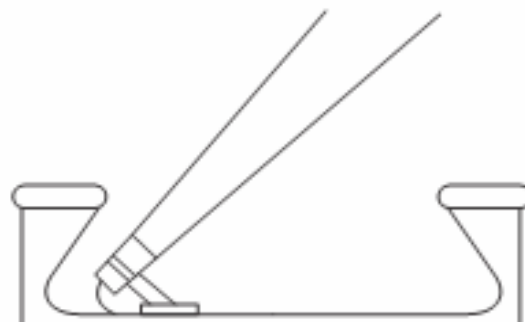
- A A
- B B
- C C
- D D
- E E

12. (UFMG 2010) Um arco-íris forma-se devido à dispersão da luz do Sol em gotas de água na atmosfera. Após incidir sobre gotas de água na atmosfera, raios de luz são refratados; em seguida, eles são totalmente refletidos e novamente refratados. Sabe-se que o índice de refração da água para a luz azul é maior que para a luz vermelha.

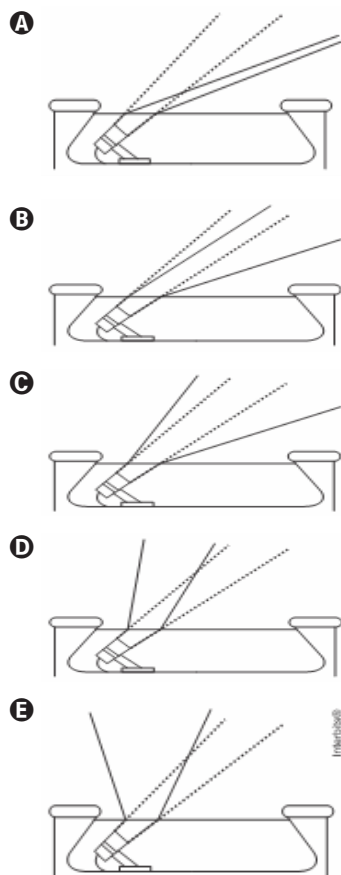
Considerando essas informações, assinale a alternativa em que estão mais bem representados os fenômenos que ocorrem em uma gota de água e dão origem a um arco-íris.



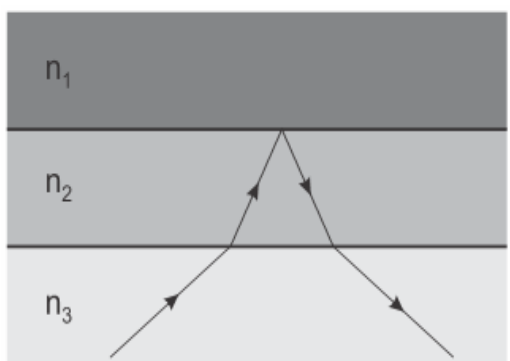
13. (Ufscar 2005) Um canhão de luz foi montado no se encontra vazio, o feixe produzido corresponde ao representado na figura.



Quando cheio de água, uma vez que o índice de refração da luz na água é maior que no ar, o esquema que melhor representa o caminho a ser seguido pelo feixe de luz é



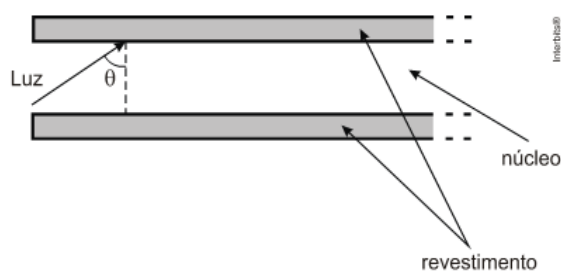
14. (Ime 2019)



A figura acima mostra três meios transparentes, de índices de refração n_1 , n_2 e n_3 , e o percurso de um raio luminoso. Observando a figura, é possível concluir que:

- A $n_2 < n_3 < n_1$
- B $n_1 < n_2 < n_3$
- C $n_3 < n_1 < n_2$
- D $n_1 < n_3 < n_2$
- E $n_2 < n_1 < n_3$

15. (Fuvest 2012)



Uma fibra ótica é um guia de luz, flexível e transparente, cilíndrico, feito de sílica ou polímero, de diâmetro não muito maior que o de um fio de cabelo, usado para transmitir sinais luminosos a grandes distâncias, com baixas perdas de intensidade. A fibra ótica é constituída de um núcleo, por onde a luz se propaga e de um revestimento, como esquematizado na figura acima (corte longitudinal). Sendo o índice de refração do núcleo 1,60 e o do revestimento, 1,45, o menor valor do ângulo de incidência θ do feixe luminoso, para que toda a luz incidente permaneça no núcleo, é, aproximadamente,

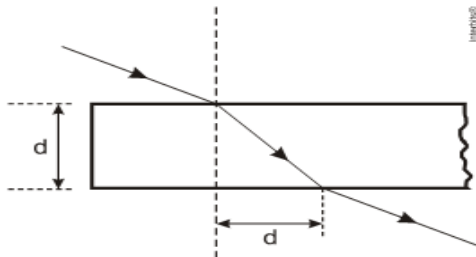
Note e adote		
θ (graus)	$\text{sen } \theta$	$\text{cos } \theta$
25	0,42	0,91
30	0,50	0,87
45	0,71	0,71
50	0,77	0,64
55	0,82	0,57
60	0,87	0,50
65	0,91	0,42

$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$

- A 45°
- B 50°
- C 55°
- D 60°
- E 65°

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fmp 2014)



A figura acima ilustra um raio monocromático que se propaga no ar e incide sobre uma lâmina de faces paralelas, delgada e de espessura d com ângulo de incidência igual a 60° . O raio sofre refração, se propaga no interior da lâmina e, em seguida, volta a se propagar no ar.

Se o índice de refração do ar é 1, então o índice de refração do material da lâmina é

- A $\sqrt{6/3}$
- B $\sqrt{6/2}$
- C $\sqrt{2/2}$
- D $\sqrt{6}$
- E $\sqrt{3}$

02. (Fuvest 2017) Em uma aula de laboratório de física, utilizando-se o arranjo experimental esquematizado na figura, foi medido o índice de refração de um material sintético chamado poliestireno. Nessa experiência, radiação eletromagnética, proveniente de um gerador de micro-ondas, propaga-se no ar e incide perpendicularmente em um dos lados de um bloco de poliestireno, cuja seção reta é um triângulo retângulo, que tem um dos ângulos medindo 25° , conforme a figura. Um detetor de micro-ondas indica que a radiação eletromagnética sai do bloco propagando-se no ar em uma direção que forma um ângulo de 15° com a de incidência.



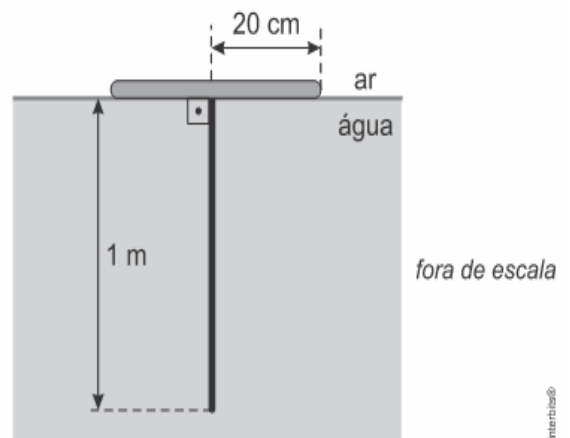
A partir desse resultado, conclui-se que o índice de refração do poliestireno em relação ao ar para essa micro-onda é, aproximadamente,

Note e adote:

- índice de refração do ar: 1,0
- $\text{sen } 15^\circ = 0,3$
- $\text{sen } 25^\circ = 0,4$
- $\text{sen } 40^\circ = 0,6$

- A 1,3
- B 1,5
- C 1,7
- D 2,0
- E 2,2

03. (Unesp 2017) Dentro de uma piscina, um tubo retilíneo luminescente, com 1 m de comprimento, pende, verticalmente, a partir do centro de uma boia circular opaca, de 20 cm de raio. A boia flutua, em equilíbrio, na superfície da água da piscina, como representa a figura.



Sabendo que o índice de refração absoluto do ar é 1,00 e que o índice de refração absoluto da água da piscina é 1,25, a parte visível desse tubo, para as pessoas que estiverem fora da piscina, terá

- A 45 cm
- B 85 cm
- C 15 cm
- D 35 cm
- E 65 cm

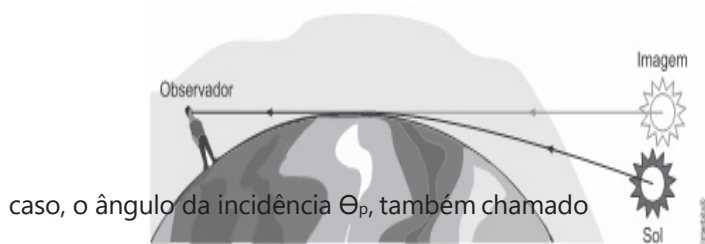
SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2012) Em um experimento, coloca-se glicerina dentro de um tubo de vidro liso. Em seguida, parte do tubo é colocada em um copo de vidro que contém glicerina e a parte do tubo imersa fica invisível.

Esse fenômeno ocorre porque a

- A** intensidade da luz é praticamente constante no vidro.
B parcela de luz refletida pelo vidro é praticamente nula.
C luz que incide no copo não é transmitida para o tubo de vidro.
D velocidade da luz é a mesma no vidro e na glicerina.
E trajetória da luz é alterada quando ela passa da glicerina para o vidro.

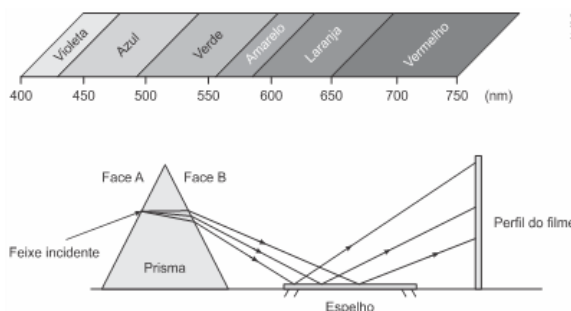
- 02.** (Enem (Libras) 2017) No Hemisfério Sul, o solstício de verão (momento em que os raios solares incidem verticalmente sobre quem se encontra sobre o Trópico de Capricórnio) ocorre no dia 21 ou 23 de dezembro. Nessa data, o dia tem o maior período de presença de luz solar. A figura mostra a trajetórias da luz solar nas proximidades do planeta Terra quando ocorre o fenômeno ótico que possibilita que o Sol seja visto por mais tempo pelo observador.



Qual é o fenômeno ótico mostrado na figura?

- A** A refração da luz solar ao atravessar camadas de ar com diferentes densidades.
B A polarização da luz solar ao incidir sobre a superfície dos oceanos.
C A reflexão da luz solar nas camadas mais altas da ionosfera.
D A difração da luz solar ao contornar a superfície da Terra.
E O espalhamento da luz solar ao atravessa a atmosfera.

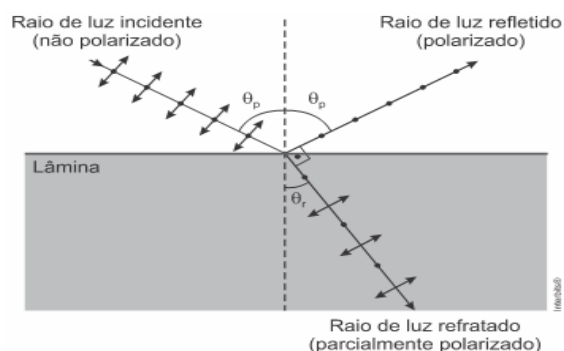
- 03.** (Enem 2018) A figura representa um prisma óptico, constituído de um material transparente, cujo índice de refração é crescente com a frequência da luz que sobre ele incide. Um feixe luminoso, composto por luzes vermelha, azul e verde, incide na face A, emerge na face B e, após ser refletido por um espelho, incide num filme para fotografia colorida, revelando três pontos.



Observando os pontos luminosos revelados no filme, de baixo para cima, constatam-se as seguintes cores:

- A** Vermelha, verde, azul.
B Verde, vermelha, azul.
C Azul, verde, vermelha.
D Verde, azul, vermelha.
E Azul, vermelha, verde.
- 04.** (Enem PPL 2015) A fotografia feita sob luz polarizada é usada por dermatologistas para diagnósticos. Isso permite ver detalhes da superfície da pele que não são visíveis com o reflexo da luz branca comum. Para se obter luz polarizada, pode-se utilizar a luz transmitida por um polaroide ou a luz refletida por uma superfície na condição de Brewster, como mostra a figura. Nessa situação, o feixe da luz refratada forma um ângulo de 90° com o feixe da luz refletida, fenômeno conhecido como Lei de Brewster. Nesse

de ângulo de polarização, e o ângulo de refração Θ_r estão em conformidade com a Lei de Snell.



Considere um feixe de luz não polarizada proveniente de um meio com índice de refração igual a 1, que incide sobre uma lâmina e faz um ângulo de refração Θ_r de 30° .

Nessa situação, qual deve ser o índice de refração da lâmina para que o feixe refletido seja polarizado?

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

05. (Enem 2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.

Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

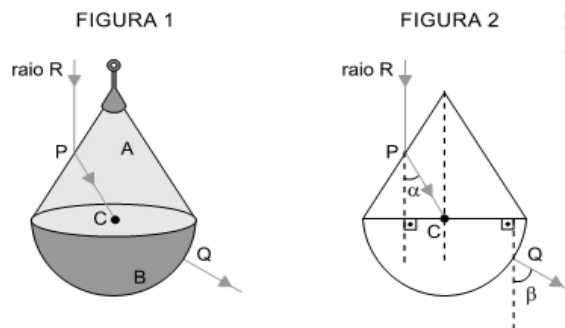
- A Mudou de sentido.
- B Sofreu reflexão total.
- C Atingiu o valor do ângulo limite.
- D Direcionou-se para a superfície de separação.
- E Aproximou-se da normal à superfície de separação.

DISCURSIVAS

01. (Unifesp 2015) O pingente de um colar é constituído por duas peças, A e B, feitas de materiais homogêneos e transparentes, de índices de refração absolutos $n_A = 1,6 \cdot \sqrt{3}$ e $n_B = 1,6$. A peça A tem o formato de um cone reto e a peça B, de uma semiesfera.

Um raio de luz monocromático R propaga-se pelo ar e incide, paralelamente ao eixo do cone, no ponto P da superfície cônica, passando a se propagar pelo material da peça A. Atinge o ponto C no centro da base do cone, onde sofre nova refração, passando a propagar-se pelo material da peça B, emergindo do pingente no ponto Q da superfície esférica. Desde a entrada até a sua saída do pingente, esse raio propaga-se em um mesmo plano que contém o vértice da superfície cônica.

A figura 1 representa o pingente pendurado verticalmente e em repouso e a figura 2, a intersecção do plano que contém o raio R com o pingente. As linhas tracejadas, indicadas na figura 2, são paralelas entre si e $\alpha = 30^\circ$.

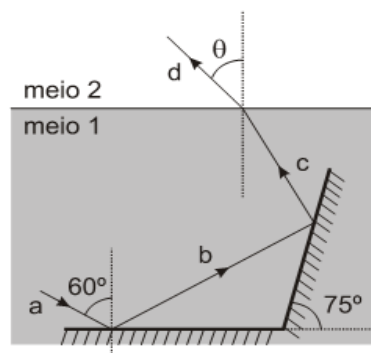


a) Calcule o valor do ângulo β indicado na figura 2, em graus.

b) Considere que a peça B possa ser substituída por outra peça B', com o mesmo formato e com as mesmas dimensões, mas de maneira que o raio de luz vertical R sempre emergja do pingente pela superfície esférica.

Qual o menor índice de refração do material de B' para que o raio R não emergja pela superfície cônica do pingente?

02. (Ufpr 2014) Um sistema de espelhos, esquematizado na figura abaixo, está imerso num meio 1 cujo índice de refração é $\sqrt{2}$.



Um raio luminoso incide sobre o espelho horizontal pela trajetória a fazendo um ângulo de 60° em relação à reta normal deste espelho. Após esta reflexão, o raio segue a trajetória b e sofre nova reflexão ao atingir outro espelho, que está inclinado de 75° em relação à horizontal. Em seguida, o raio refletido segue a trajetória c e sofre refração ao passar deste meio para um meio 2 cujo índice de refração é igual a 1, passando a seguir a trajetória d. Utilizando estas informações, determine o ângulo de refração Θ , em relação à reta normal da interface entre os meios 1 e 2.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	D	B	B	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	E	A	C	A
6	7	8	9	10
C	E	E	A	A
11	12	13	14	15
C	A	B	D	E

AVANÇADO

1	2	3
B	B	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
D	A			

DISCURSIVAS

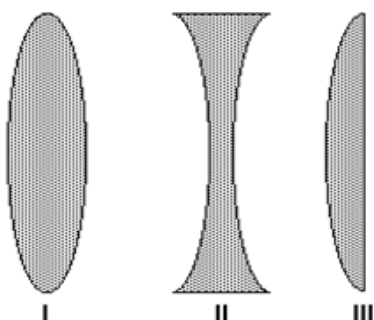
- 01.** a) $\beta = 60^\circ$
b) $n_B = 0,8\sqrt{3}$

- 02.** $\theta = 45^\circ$



NÍVEL BÁSICO

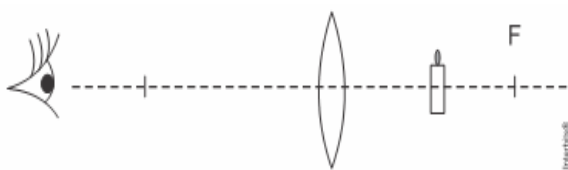
01. (UFMG 2001) Nesta figura, está representado o perfil de três lentes de vidro:



Rafael quer usar essas lentes para queimar uma folha de papel com a luz do Sol.

Para isso, ele pode usar apenas

- A a lente I.
 - B a lente II.
 - C as lentes I e III.
 - D as lentes II e III.
02. (Fuvest 2019) 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.
03. (Ufrgs 2010) Um objeto delgado, com 10 cm de altura, está posicionado sobre o eixo central de uma lente esférica delgada convergente, cuja distância focal é igual a 25 cm.

Considerando-se que a distância do objeto à lente é de 50 cm, a imagem formada pela lente é

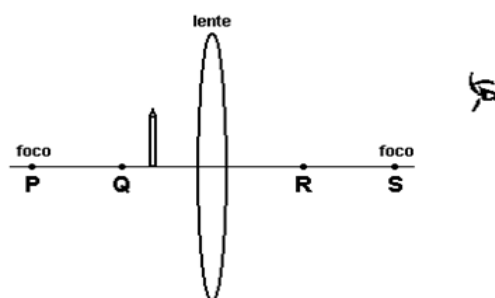
- A real e de mesmo tamanho que o objeto.
- B virtual e de mesmo tamanho que o objeto.
- C real e menor que o objeto.
- D virtual e menor que o objeto.
- E virtual e maior que o objeto.

04. (Upf 2019) Muitos instrumentos se utilizam de lentes esféricas delgadas para seu funcionamento. Tais lentes podem ser do tipo convergente ou divergente e formam imagens com características específicas.

Sobre as imagens formadas por essas lentes, é correto afirmar que

- A quando um objeto é posicionado no foco de uma lente convergente, se forma uma imagem real, maior e direita.
- B quando um objeto é posicionado entre o foco e o centro óptico de uma lente convergente, se forma uma imagem real, maior e direita.
- C quando um objeto é posicionado entre o foco e o centro óptico de uma lente convergente, não se forma nenhuma imagem.
- D uma lente divergente só pode formar uma imagem virtual, menor e direita de um objeto.
- E uma lente divergente só pode formar uma imagem real, maior e direita de um objeto.

05. (UFMG 2007) Tânia observa um lápis com o auxílio de uma lente, como representado na figura:



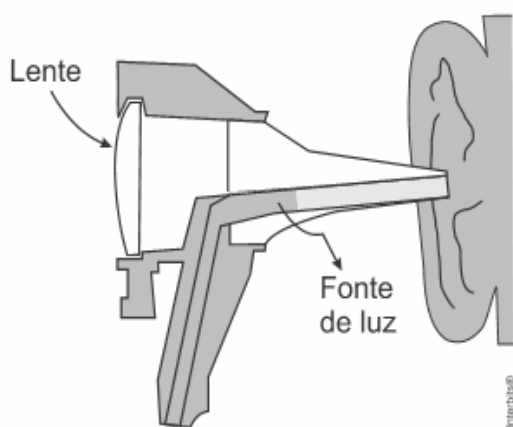
Essa lente é mais fina nas bordas que no meio e a posição de cada um de seus focos está indicada na figura.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que o ponto que melhor representa a posição da imagem vista por Tânia é o

- A P
- B Q
- C R
- D S

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (Acafe 2016) Os avanços tecnológicos vêm contribuindo cada vez mais no ramo da medicina, com melhor prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças. Vários equipamentos utilizados são complexos, no entanto, alguns deles são de simples construção. O otoscópio é um instrumento utilizado pelos médicos para observar, principalmente, a parte interna da orelha. Possui fonte de luz para iluminar o interior da orelha e uma lente de aumento (como de uma lupa) para facilitar a visualização.



Considerando a figura e o exposto acima, assinale a alternativa correta que completa as lacunas da frase a seguir:

A lente do otoscópio é _____ e a imagem do interior da orelha, vista pelo médico é _____.

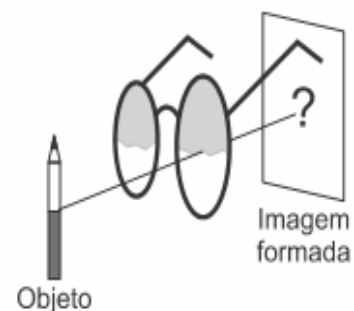
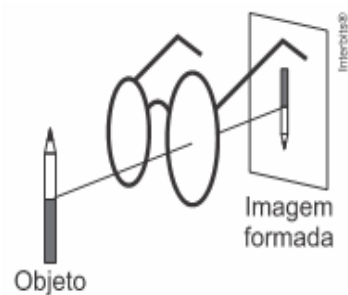
- A** convergente - real, maior e invertida.
- B** convergente - virtual, maior e direita.
- C** divergente - virtual, maior e direita.
- D** divergente - real, maior e invertida.

convergente a 70 cm de distância do centro óptico.

- 02.** (Acafe 2018) A partir da meia idade a consulta ao médico oftalmologista se faz necessária, pois os músculos ciliares vão perdendo a elasticidade, aparecendo a presbiopia. Para corrigir, o médico irá receitar óculos com lentes convergentes que deslocam as imagens um pouco mais para frente da retina do olho.

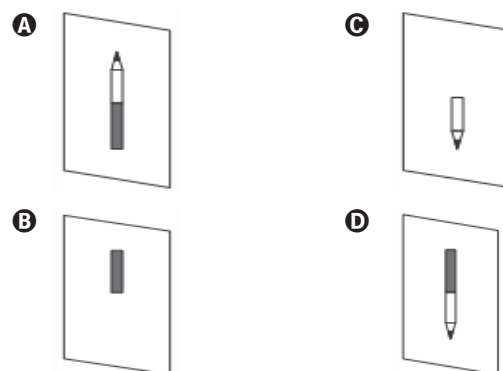
Usando-se estes óculos com lente convergente pode-se, então, observar um lápis como uma imagem real e invertida em um anteparo conforme o esquema a seguir.

(Iremos analisar somente por uma das lentes)



Considere que por um infortúnio os óculos quebre a lente pela metade como mostra a figura ao lado.

A alternativa correta que mostra como será a imagem formada nesse caso é:

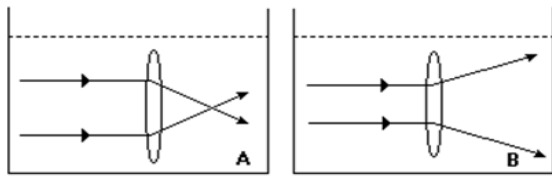


- 03.** (Espcex (Aman) 2012) Um objeto é colocado sobre o eixo principal de uma lente esférica delgada

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.

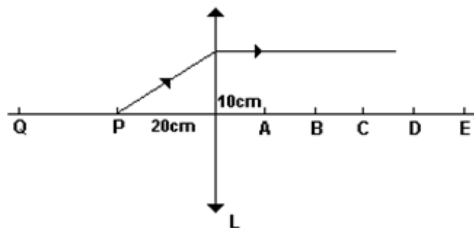
- 04.** (Cesgranrio 1998) Uma lente biconvexa é imersa dois líquidos A e B, comportando-se, ora como lente convergente, ora como lente divergente, conforme indicam as figuras a seguir.



Seja n_A , n_B e n_C , os índices de refração do líquido A, do líquido B e da lente, respectivamente, então é correto afirmar que:

- A $n_A < n_B < n_C$
- B $n_A < n_C < n_B$
- C $n_B < n_A < n_C$
- D $n_B < n_C < n_A$
- E $n_C < n_B < n_A$

05. (Cesgranrio 1999)

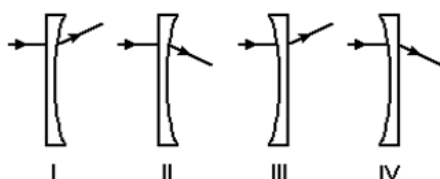


A partir de uma lente biconvexa L e sobre seu eixo principal, marcam-se cinco pontos A, B, C, D e E a cada 10cm, conforme ilustra a figura.

Observa-se que um raio luminoso, emitido de um ponto P, distante 20cm dessa lente, após atravessá-la, emerge paralelamente ao seu eixo principal. Portanto, se esse raio for emitido de um ponto Q, situado a 40cm dessa lente, após atravessá-la, ele irá convergir para o ponto:

- A A
- B B
- C C
- D D
- E E

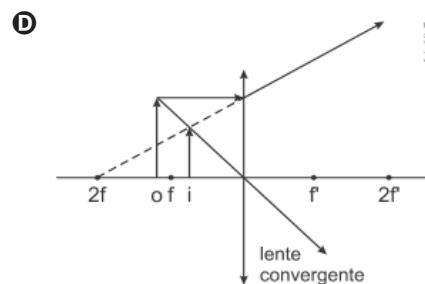
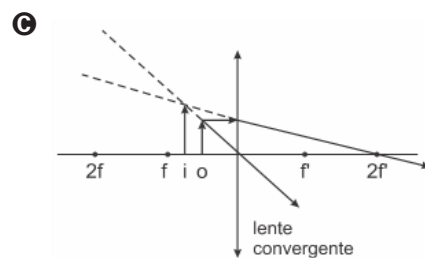
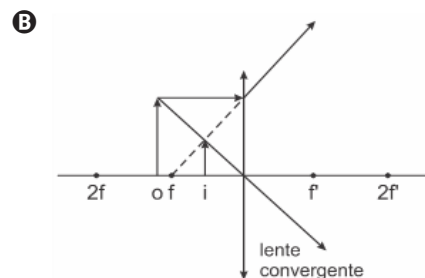
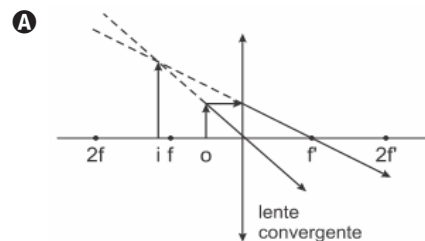
06. (Cesgranrio 1997) Um raio luminoso, propagando-se no ar, atravessa uma lente de vidro plano-côncava, como está representado nas figuras a seguir.



Dentre as configurações apresentadas, está(ão) correta(s):

- A apenas a I.
- B apenas a II.
- C apenas I e a III.
- D apenas I e a IV.
- E apenas a II e a III.

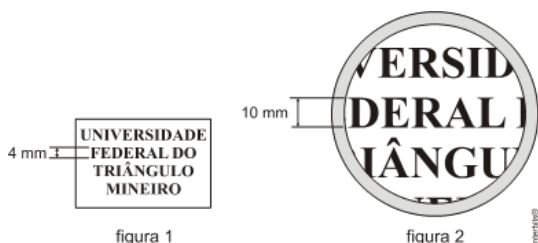
07. (Unicamp 2020) A lupa é um instrumento óptico simples formado por uma única lente convergente. Ela é usada desde a Antiguidade para observar pequenos objetos e detalhes de superfícies. A imagem formada pela lupa é direta e virtual. Qual figura abaixo representa corretamente o traçado dos raios luminosos principais provenientes de um determinado ponto de um objeto observado por uma lupa? Nessas figuras, (f) e (f') representam os pontos focais, (o) o objeto e (i) a imagem.



08. (Fac. Albert Einstein 2018) Um objeto real de 10 cm de altura é posicionado a 30 cm do centro óptico de uma lente biconvexa, perpendicularmente ao seu eixo principal. A imagem conjugada tem 2,5 cm de altura. Para produzirmos uma imagem desse mesmo objeto e com as mesmas características, utilizando, porém, um espelho esférico, cujo raio de curvatura é igual a 20 cm, a que distância do vértice, em cm, da superfície refletora do espelho ele deverá ser posicionado, perpendicularmente ao seu eixo principal?

- A 20
- B 25
- C 50
- D 75

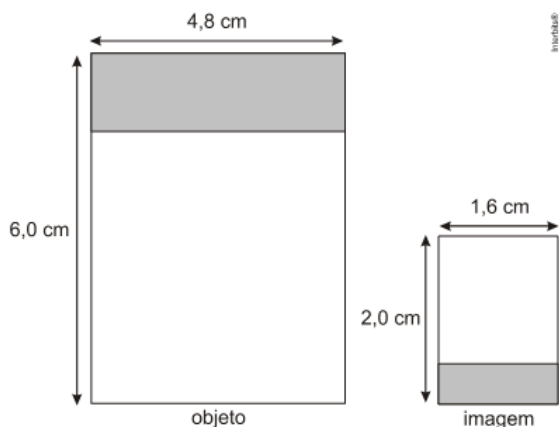
09. (Uftm 2011) As figuras mostram um mesmo texto visto de duas formas: na figura 1 a olho nu, e na figura 2 com o auxílio de uma lente esférica. As medidas nas figuras mostram as dimensões das letras nas duas situações.



Sabendo que a lente foi posicionada paralelamente à folha e a 12 cm dela, pode-se afirmar que ela é

- A divergente e tem distância focal – 20 cm.
- B divergente e tem distância focal – 40 cm.
- C convergente e tem distância focal 15 cm.
- D convergente e tem distância focal 20 cm.
- E convergente e tem distância focal 45 cm.

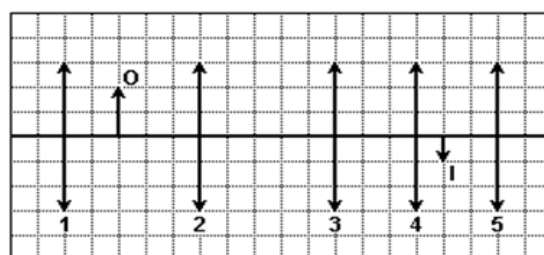
10. (Fuvest 1999) A figura adiante mostra, numa mesma escala, o desenho de um objeto retangular e sua imagem, formada a 50cm de uma lente convergente de distância focal f . O objeto e a imagem estão em planos perpendiculares ao eixo óptico da lente.



Podemos afirmar que o objeto e a imagem

- A estão do mesmo lado da lente e que $f = 150\text{cm}$.
- B estão em lados opostos da lente e que $f = 150\text{cm}$.
- C estão do mesmo lado da lente e que $f = 37,5\text{cm}$.
- D estão em lados opostos da lente e que $f = 37,5\text{cm}$.
- E podem estar tanto do mesmo lado como em lados opostos da lente e que $f = 37,5\text{cm}$.

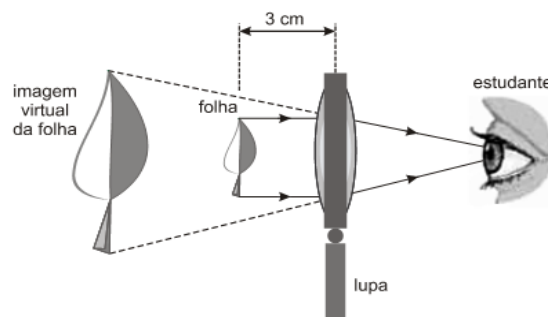
11. (Unesp 2005) Considere as cinco posições de uma lente convergente, apresentadas na figura.



A única posição em que essa lente, se tiver a distância focal adequada, poderia formar a imagem real I do objeto O, indicados na figura, é a identificada pelo número

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

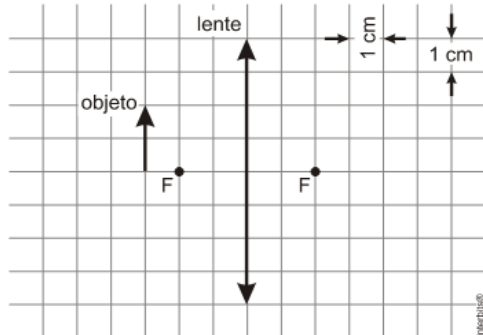
12. (Unesp 2014) Para observar uma pequena folha em detalhes, um estudante utiliza uma lente esférica convergente funcionando como lupa. Mantendo a lente na posição vertical e parada a 3 cm da folha, ele vê uma imagem virtual ampliada 2,5 vezes.



Considerando válidas as condições de nitidez de Gauss, a distância focal, em cm, da lente utilizada pelo estudante é igual a

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

13. (Unicamp 2013) Um objeto é disposto em frente a uma lente convergente, conforme a figura abaixo. Os focos principais da lente são indicados com a letra F. Pode-se afirmar que a imagem formada pela lente



- A é real, invertida e mede 4 cm.
- B é virtual, direta e fica a 6 cm da lente.
- C é real, direta e mede 2 cm.
- D é real, invertida e fica a 3 cm da lente.

14. (Ufpr 2012) Um datiloscopista munido de uma lupa analisa uma impressão digital. Sua lupa é constituída por uma lente convergente com distância focal de 10 cm. Ao utilizá-la, ele vê a imagem virtual da impressão digital aumentada de 10 vezes em relação ao tamanho real. Com base nesses dados, assinale a alternativa correta para a distância que separa a lupa da impressão digital.

- A 9,0 cm
- B 20,0 cm
- C 10,0 cm
- D 15,0 cm
- E 5,0 cm

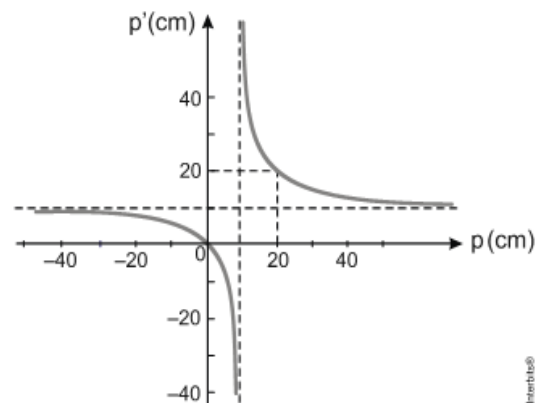
15. (Ufpb 2011) Um projetor de slide é um dispositivo bastante usado em salas de aula e/ou em conferências, para projetar, sobre uma tela, imagens ampliadas de objetos. Basicamente, um projetor é constituído por lentes convergentes.

Nesse sentido, considere um projetor formado por apenas uma lente convergente de distância focal igual a 10 cm. Nesse contexto, a ampliação da imagem projetada, em uma tela a 2 m de distância do projetor, é de:

- A 20 vezes
- B 19 vezes
- C 18 vezes
- D 17 vezes
- E 16 vezes

NÍVEL AVANÇADO

01. (Unesp 2012) Em um experimento didático de óptica geométrica, o professor apresenta aos seus alunos o diagrama da posição da imagem conjugada por uma lente esférica delgada, determinada por sua coordenada p' , em função da posição do objeto, determinada por sua coordenada p , ambas medidas em relação ao centro óptico da lente.



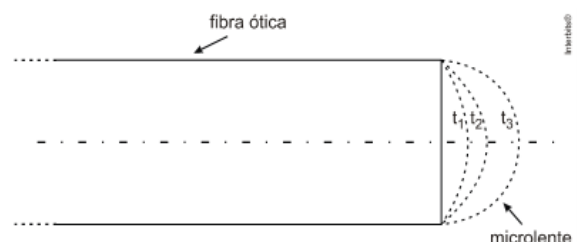
Analise as afirmações.

- I. A convergência da lente utilizada é 5 di.
- II. A lente utilizada produz imagens reais de objetos colocados entre 0 e 10 cm de seu centro óptico.
- III. A imagem conjugada pela lente a um objeto linear colocado a 50 cm de seu centro óptico será invertida e terá 1/4 da altura do objeto.

Está correto apenas o contido em

- A II
- B III
- C I e III
- D I e II
- E II e III

02. (Fuvest 2013) A extremidade de uma fibra ótica adquire o formato arredondado de uma microlente ao ser aquecida por um laser, acima da temperatura de fusão. A figura abaixo ilustra o formato da microlente para tempos de aquecimento crescentes ($t_1 < t_2 < t_3$).



Considere as afirmações:

- I. O raio de curvatura da microlente aumenta com tempos crescentes de aquecimento.
- II. A distância focal da microlente diminui com tempos crescentes de aquecimento.
- III. Para os tempos de aquecimento apresentados na figura, a microlente é convergente.

Está correto apenas o que se afirma em

Note e adote:

a luz se propaga no interior da fibra ótica, da esquerda para a direita, paralelamente ao seu eixo; a fibra está imersa no ar e o índice de refração do seu material é 1,5.

- A** I
- B** II
- C** III
- D** I e III
- E** II e III

- 03.** (Unesp 2009) É possível improvisar uma objetiva para a construção de um microscópio simples pingando uma gota de glicerina dentro de um furo circular de 5,0 mm de diâmetro, feito com um furador de papel em um pedaço de folha de plástico. Se apoiada sobre uma lâmina de vidro, a gota adquire a forma de uma semiesfera.

Dada a equação dos fabricantes de lentes para lentes imersas no ar

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

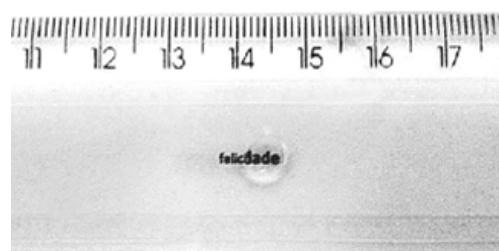
e sabendo que o índice de refração da glicerina é 1,5, a lente plano-convexa obtida com a gota terá vergência C , em unidades do SI, de

- A** 200 di
- B** 80 di
- C** 50 di
- D** 20 di

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem (Libras) 2017) Um experimento bastante interessante no ensino de ciências da natureza constitui em escrever palavras em tamanho bem pequeno, quase ilegíveis a olho nu, em um pedaço de papel e cobri-lo com uma régua de material transparente. Em seguida, pinga-se uma gota d'água sobre a régua na região da palavra, conforme mostrado na figura, que apresenta o resultado do experimento.

A gota adquire o formato de uma lente e permite ler a palavra de modo mais fácil em razão do efeito de ampliação.

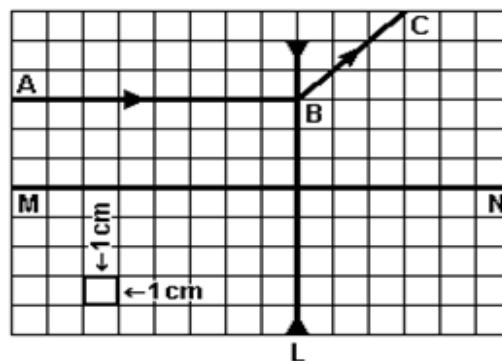


Qual é o tipo de lente formada pela gota d'água no experimento descrito?

- A** Biconvexa
- B** Bicôncava
- C** Plano-convexa
- D** Plano-côncava
- E** Convexa-côncava

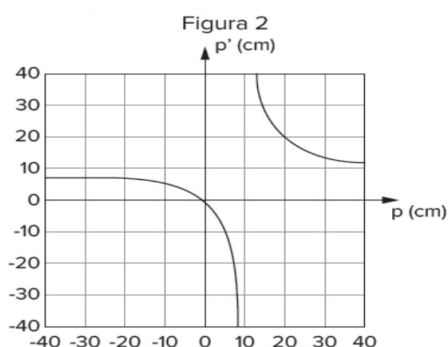
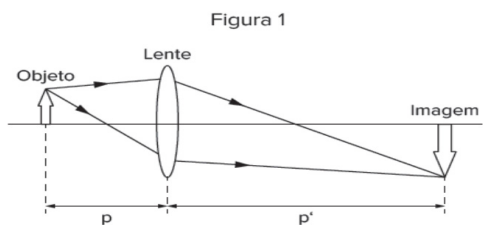
DISCURSIVAS

- 01.** (Unesp 2004) Na figura, MN representa o eixo principal de uma lente divergente L, AB o trajeto de um raio luminoso incidindo na lente, paralelamente ao seu eixo, e BC o correspondente raio refratado.



- a) A partir da figura, determine a distância focal da lente.
- b) Determine o tamanho e a posição da imagem de um objeto real de 3,0 cm de altura, colocado a 6,0 cm da lente, perpendicularmente ao seu eixo principal.

02. (Unesp 2016) Durante a análise de uma lente delgada para a fabricação de uma lupa, foi construído um gráfico que relaciona a coordenada de um objeto colocado diante da lente (p) com a coordenada da imagem conjugada desse objeto por essa lente (p'). A figura 1 representa a lente, o objeto e a imagem. A figura 2 apresenta parte do gráfico construído.



Considerando válidas as condições de nitidez de Gauss para essa lente, calcule a que distância se formará a imagem conjugada por ela, quando o objeto for colocado a 60 cm de seu centro óptico. Suponha que a lente seja utilizada como lupa para observar um pequeno objeto de 8 mm de altura, colocado a 2 cm da lente. Com que altura será vista a imagem desse objeto?

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	E	A	D	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	D	D	B	D
6	7	8	9	10
C	A	C	D	D
11	12	13	14	15
C	A	A	A	B

AVANÇADO

1	2	3
B	E	A

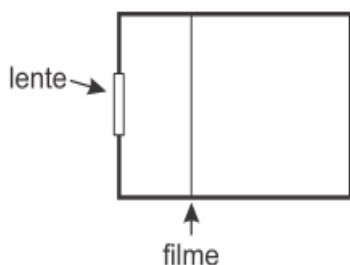
1
C

DISCURSIVAS

01. a) $f = -3$ cm
 b) $h_i = 1$ cm e $d_i = 2$ cm (do mesmo lado do objeto)
02. $d_i = 12$ cm e $h_i = 10$ mm

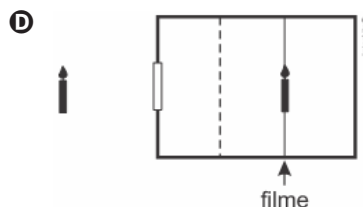
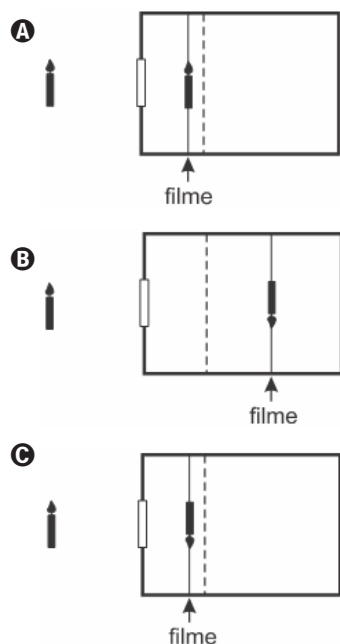
NÍVEL BÁSICO

- 01.** (UFMG 2005) Rafael, fotógrafo lambe-lambe, possui uma câmara fotográfica que consiste em uma caixa com um orifício, onde é colocada uma lente. Dentro da caixa, há um filme fotográfico, posicionado a uma distância ajustável em relação à lente. Essa câmara está representada, esquematicamente, na figura.



Para produzir a imagem nítida de um objeto muito distante, o filme deve ser colocado na posição indicada, pela linha tracejada. No entanto, Rafael deseja fotografar uma vela que está próxima a essa câmara. Para obter uma imagem nítida, ele, então, move o filme em relação à posição acima descrita.

Assinale a alternativa cujo diagrama melhor representa a posição do filme e a imagem da vela que é projetada nele.



- 02.** (Cefet-MG 2005) Dentre os vários aparelhos ópticos, constitui uma lente divergente a
- A** lupa de um relojoeiro.
 - B** lente de um retroprojektor.
 - C** lente dos óculos de um míope.
 - D** objetiva de uma máquina fotográfica.
- 03.** (Ufrgs 1996) Uma câmera fotográfica, para fotografar objetos distantes, possui uma lente teleobjetiva convergente, com distância focal de 200mm. Um objeto real está a 300m da objetiva; a imagem que se forma, então, sobre o filme fotográfico no fundo da câmara é
- A** real, não-invertida e menor do que o objeto.
 - B** virtual, invertida e menor do que o objeto.
 - C** real, invertida e maior do que o objeto.
 - D** virtual, não-invertida e maior do que o objeto.
 - E** real, invertida e menor do que o objeto.
- 04.** (Ufrgs 2023) Um instrumento óptico muito simples e comum é a lupa, também conhecida como lente de aumento, utilizada para visualização de, por exemplo, textos grafados em letras muito pequenas.



(Adaptado de: Wikimedia Commons)

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A lupa é um instrumento óptico que consiste de uma lente _____ que conjuga com eficiência uma imagem direita e _____ de um objeto colocado entre o foco e o centro óptico.

- A) convexa – virtual
- B) convexa – real
- C) côncava – virtual
- D) côncava – real
- E) côncava – ampliada

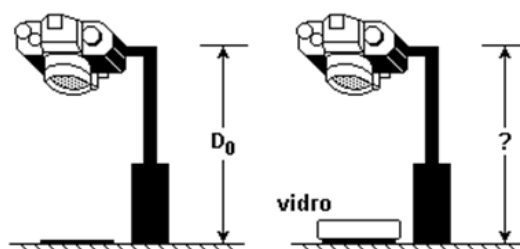
05. (Eear 2022) A luneta astronômica é um instrumento óptico destinado à observação de objetos celestes a grandes distâncias. Este instrumento consta basicamente de duas lentes, não justapostas e associadas coaxialmente, a objetiva e a ocular. Como o saudoso Prof. Dr. Alberto Gaspar escreveu em seu livro, a palavra objetiva pode ser entendida como uma abreviação da expressão “lente voltada para o objeto” e a palavra ocular está relacionada aos olhos. Sabe-se que a objetiva apresenta grande distância focal e a imagem conjugada é invertida e serve de objeto para a ocular. A imagem conjugada pela ocular é invertida com relação ao objeto celeste e maior com relação a imagem conjugada pela objetiva. Portanto, pode-se concluir que:

- A) a objetiva e a ocular são lentes divergentes.
- B) a objetiva e a ocular são lentes convergentes.
- C) a objetiva é uma lente convergente e a ocular uma lente divergente.
- D) a objetiva é uma lente divergente e a ocular uma lente convergente.

a distância, em mm, entre a lente e o sensor da câmera, quando um objeto a 2 m estiver corretamente focalizado, é, aproximadamente,

- A) 1
- B) 5
- C) 10
- D) 15
- E) 20

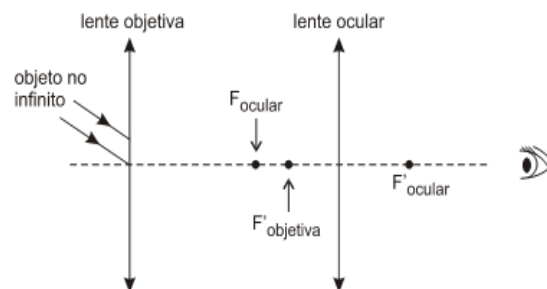
02. (Fuvest 2002) Certa máquina fotográfica é fixada a uma distância D_0 da superfície de uma mesa, montada de tal forma a fotografar, com nitidez, um desenho em uma folha de papel que está sobre a mesa.



Desejando manter a folha esticada, é colocada uma placa de vidro, com 5cm de espessura, sobre a mesma. Nesta nova situação, pode-se fazer com que a fotografia continue igualmente nítida

- A) aumentando D_0 de menos de 5 cm.
- B) aumentando D_0 de mais de 5 cm.
- C) reduzindo D_0 de menos de 5 cm.
- D) reduzindo D_0 de 5 cm.
- E) reduzindo D_0 de mais de 5 cm.

03. (Uff 2002) A utilização da luneta astronômica de Galileu auxiliou a construção de uma nova visão do Universo. Esse instrumento óptico, composto por duas lentes - objetiva e ocular - está representado no esquema a seguir.



Considere a observação de um objeto no infinito por meio da luneta astronômica de Galileu. Nesse caso, as imagens do objeto formadas pelas lentes objetiva e ocular são, respectivamente:

- A) real e direita; virtual e direita.
- B) real e invertida; virtual e invertida.
- C) virtual e invertida; real e invertida.
- D) virtual e direita; real e direita.
- E) real e invertida; virtual e direita.

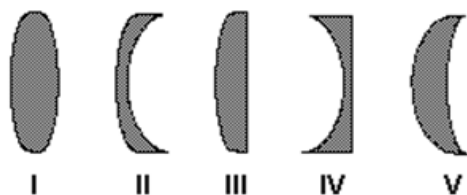
NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Fuvest 2018) Câmeras digitais, como a esquematizada na figura, possuem mecanismos automáticos de focalização.



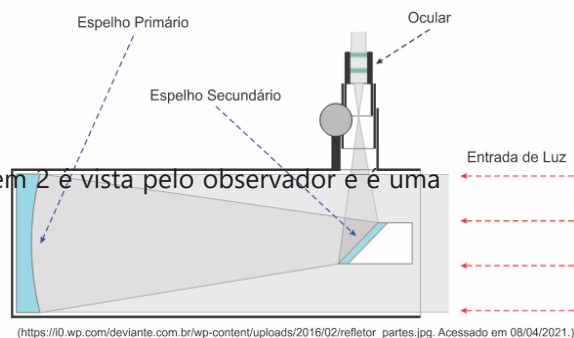
Em uma câmera digital que utilize uma lente convergente com 20 mm de distância focal,

04. (Ufc 2004) As deficiências de visão são compensadas com o uso de lentes. As figuras a seguir mostram as seções retas de cinco lentes.



Considerando as representações acima, é correto afirmar que:

- A as lentes I, III e V podem ser úteis para hipermetropes e as lentes II e IV para míopes.
 B as lentes I, II e V podem ser úteis para hipermetropes e as lentes III e IV para míopes.
 C as lentes I, II e III podem ser úteis para hipermetropes e as lentes IV e V para míopes.
 D as lentes II e V podem ser úteis para hipermetropes e as lentes I, III e IV para míopes.
 E as lentes I e V podem ser úteis para hipermetropes e as lentes II, III e IV para míopes.
05. (Fcmmg 2021) O telescópio Hubble, do tipo refletor, é um instrumento óptico de grande importância na Astronomia moderna, pois, estando fora de nossa atmosfera, capta a luz dos corpos celestes com muito mais nitidez. A figura a seguir mostra, esquematicamente, o funcionamento básico de um telescópio refletor.



- A a imagem 2 é vista pelo observador e é uma

A luz de um objeto luminoso distante incide inicialmente num espelho côncavo que condensa essa luz num ponto, que é projetado para fora do tubo do telescópio por meio de um espelho plano secundário, formando uma imagem. Essa imagem é ampliada pela lente ocular, tipo convergente.

As características ópticas da imagem final do objeto luminoso, vista por um observador, é:

- A real e direita.
 B virtual e direita.
 C real e invertida.
 D virtual e invertida.

06. (Ufu 2020) O microscópio óptico composto (Figura A) é um aparelho que auxilia a observação de objetos e de detalhes de pequenas dimensões, e que não poderiam ser vistos pelo homem a olho nu. Ele possui duas lentes, chamadas objetiva e ocular, e o esquema óptico de seu funcionamento, utilizando a representação de raios luminosos, que produz a imagem observável, é indicado na Figura B.

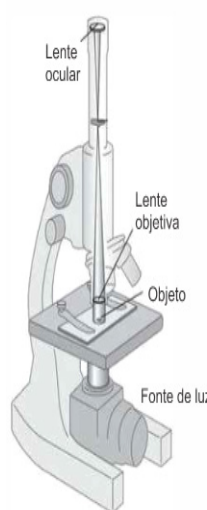


Figura A

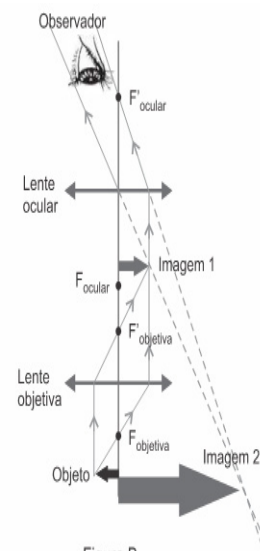


Figura B

Young, H. D. Física IV: Ótica e física moderna. 12ª Ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009. (Adaptado)

A respeito do funcionamento do microscópio óptico composto e considerando-se as figuras, é correto afirmar que

- A imagem real.
 B a imagem 1 indicada na Figura B é objeto para a lente ocular.
 C a imagem produzida pela lente objetiva é uma imagem virtual.
 D a ampliação total é a soma das ampliações fornecidas por cada uma das lentes.

07. (Fuvest 2012) Num ambiente iluminado, ao focalizar um objeto distante, o olho humano se ajusta a essa situação.

Se a pessoa passa, em seguida, para um ambiente de penumbra, ao focalizar um objeto próximo, a íris

- A** aumenta, diminuindo a abertura da pupila, e os músculos ciliares se contraem, aumentando o poder refrativo do cristalino.
- B** diminui, aumentando a abertura da pupila, e os músculos ciliares se contraem, aumentando o poder refrativo do cristalino.
- C** diminui, aumentando a abertura da pupila, e os músculos ciliares se relaxam, aumentando o poder refrativo do cristalino.
- D** aumenta, diminuindo a abertura da pupila, e os músculos ciliares se relaxam, diminuindo o poder refrativo do cristalino.
- E** diminui, aumentando a abertura da pupila, e os músculos ciliares se relaxam, diminuindo o poder refrativo do cristalino.

- 08.** (Ifsul 2020) João, um estudante de ensino médio, leva para a aula de Física sua receita oftalmológica, para que possa debater com o professor e seus colegas o possível defeito de visão que possui.

LONGE			
	ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO
OD	-2,00		180°
OE	-1,75		10°
PERTO			
	ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO
OD			
OE			

Considerando que João tem dificuldade de enxergar objetos distantes e que a solução para seu problema é a utilização de óculos com lentes esféricas divergentes, é correto afirmar que o defeito de visão que esse estudante apresenta é

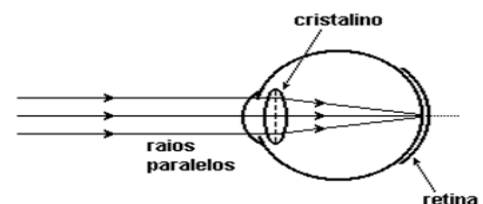
- C** O cristalino se ajustará para formar uma
- A** astigmatismo.
 - B** hipermetropia.
 - C** miopia.
 - D** estrabismo.

- 09.** (Unicamp 2019) As cirurgias corretivas a laser para a visão estão cada vez mais eficientes. A técnica corretiva mais moderna é baseada na extração de um pequeno filamento da córnea, modificando a sua curvatura. No caso de uma cirurgia para correção de miopia, o procedimento é feito para deixar a córnea mais plana.

Assinale a alternativa que explica corretamente o processo de correção da miopia.

- A** Na miopia, a imagem do ponto remoto se forma antes da retina e a cirurgia visa a aumentar a distância focal da lente efetiva do olho.
- B** Na miopia, a imagem do ponto remoto se forma depois da retina e a cirurgia visa a aumentar a distância focal da lente efetiva do olho.
- C** Na miopia, a imagem do ponto remoto se forma depois da retina e a cirurgia visa a diminuir a distância focal da lente efetiva do olho.
- D** Na miopia, a imagem do ponto remoto se forma antes da retina e a cirurgia visa a diminuir a distância focal da lente efetiva do olho.

- 10.** (Ufpe 2002) A figura a seguir representa um olho humano normal. Raios paralelos entrando num olho, que está mirando um objeto no infinito, produzem uma imagem real e invertida na retina. Desse modo, o cristalino atua como uma lente convergente. Se o objeto estiver a 30cm do olho, para que se forme uma boa imagem, os músculos que controlam a curvatura do cristalino se alteram. Podemos então afirmar que:



- A** A distância focal do cristalino aumentará.
 - B** A distância focal do cristalino diminuirá.
 - C** A distância focal do cristalino não sofrerá modificação.
 - D** Os raios de curvatura do cristalino aumentarão.
 - E** A distância focal do cristalino não sofrerá modificação.
- imagem atrás da retina.

NÍVEL AVANÇADO

- 01.** (Acafe 2016) Um professor resolveu fazer algumas afirmações sobre óptica para seus alunos. Para tanto, contou com o auxílio de óculos com lentes bifocais (figura abaixo). Esses óculos são compostos por duas lentes, uma superior para ver de longe e outra inferior para ver de perto.



Com base no exposto acima e nos conhecimentos de óptica, analise as afirmações a seguir, feitas pelo professor a seus alunos.

- I. As lentes inferiores dos óculos são aconselhadas para uma pessoa com miopia.
- II. As lentes superiores são lentes divergentes.
- III. Pessoas com hipermetropia e presbiopia são aconselhadas a usar as lentes inferiores.
- IV. As lentes inferiores possibilitam que as imagens dos objetos, que se formam antes da retina, sejam formadas sobre a retina.
- V. As lentes inferiores podem convergir os raios do Sol.

Todas as afirmações corretas estão em:

- A III e IV
- B IV e V
- C II, III e V
- D I, II e III

- 02.** (Cesgranrio 2004) A vergência ou "grau" de uma lente de óculos, expressa em dioptrias (di), equivale ao inverso da distância focal (f), medida em metros. Uma pessoa com hipermetropia, para ver com nitidez um objeto colocado a 25 cm de seus olhos, precisa usar óculos de leitura de "grau" 2 di positivas. A distância mínima, em centímetros, para que essa pessoa, quando sem óculos, veja um objeto com nitidez é de:

- A 20
- B 30
- C 40
- D 50
- E 80

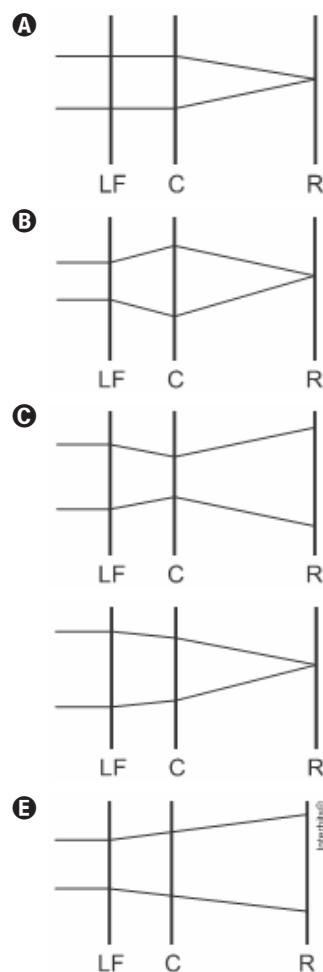
- 03.** (Uel 1999) Um hipermétrope não consegue ver com nitidez objetos situados a uma distância menor que 1,0 m. Para que ele possa ver com clareza a uma distância de 25 cm, seus óculos devem ter convergência, em dioptrias, igual a

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

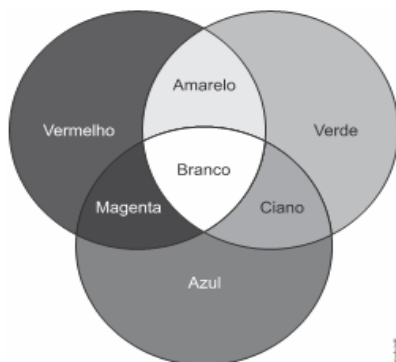
SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2015) O avanço tecnológico da medicina propicia o desenvolvimento de tratamento para diversas doenças, como as relacionadas à visão. As correções que utilizam laser para o tratamento da miopia são consideradas seguras até 12 dioptrias, dependendo da espessura e curvatura da córnea. Para valores de dioptria superiores a esse, o implante de lentes intraoculares é mais indicado. Essas lentes, conhecidas como lentes fáticas (LF), são implantadas junto à córnea, antecedendo o cristalino (C), sem que esse precise ser removido, formando a imagem correta sobre a retina (R).

O comportamento de um feixe de luz incidindo no olho que possui um implante de lentes fáticas para correção do problema de visão apresentado é esquematizado por



02. (Enem 2019) Os olhos humanos normalmente têm três tipos de cones responsáveis pela percepção das cores: um tipo para tons vermelhos, um para tons azuis e outro para tons verdes. As diversas cores que enxergamos são o resultado da percepção das cores básicas, como indica a figura.



A protanopia é um tipo de daltonismo em que há diminuição ou ausência de receptores da cor vermelha. Considere um teste com dois voluntários: uma pessoa com visão normal e outra com caso severo de protanopia. Nesse teste, eles devem escrever a cor dos cartões que lhes são mostrados. São utilizadas as cores indicadas na figura.

Para qual cartão os dois voluntários identificarão a mesma cor?

03. (Enem PPL 2011) Indivíduos míopes têm dificuldade de enxergar objetos distantes. Para correção desse problema com lentes, o oftalmologista deve medir a distância máxima que o indivíduo pode enxergar nitidamente, que corresponde à distância focal da lente. A vergência (V) de uma lente é numericamente igual ao inverso da distância focal (f), dada em metros ($V = 1/f$). A vergência é medida em dioptria (di), comumente denominada de grau de uma lente.
- Se a distância máxima a que o indivíduo míope enxerga nitidamente for 50 cm, para corrigir o problema, o oftalmologista receitará lentes de vergência
04. (Enem 2015) Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham: 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o Livro da Óptica, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da

visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em tecido utilizado como anteparo.



Zewail, A. H. Micrographia of twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 368, 2010 (adaptado)

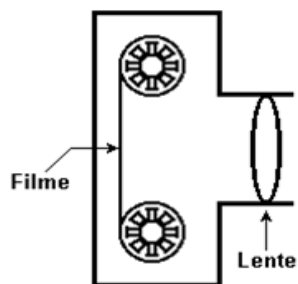
Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à)

05. (Enem 2019) A maioria das pessoas fica com a visão embaçada ao abrir os olhos debaixo d'água. Mas há uma exceção: o povo moken, que habita a costa da Tailândia. Essa característica se deve principalmente à adaptabilidade do olho e à plasticidade do cérebro, o que significa que você também, com algum treinamento, poderia enxergar relativamente bem debaixo d'água. Estudos mostraram que as pupilas de olhos de indivíduos moken sofrem redução significativa debaixo d'água, o que faz com que os raios luminosos incidam quase paralelamente ao eixo óptico da pupila.
- A acuidade visual associada à redução das pupilas é fisicamente explicada pela diminuição

GISLÉN, A. et al. Visual Training Improves Underwater Vision in Children. *Vision Research*, n. 46, 2006 (adaptado).

DISCURSIVAS

- 01.** (Unesp 2005) Uma câmara fotográfica rudimentar utiliza uma lente convergente de distância focal $f = 50$ mm para focalizar e projetar a imagem de um objeto sobre o filme. A distância da lente ao filme é $p' = 52$ mm. A figura mostra o esboço dessa câmara.



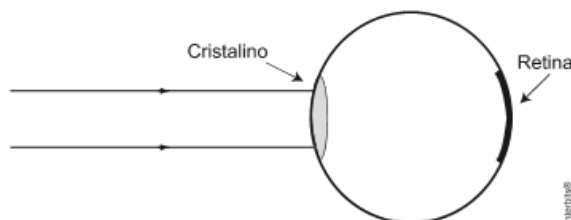
Para se obter uma boa foto, é necessário que a imagem do objeto seja formada exatamente sobre o filme e o seu tamanho não deve exceder a área sensível do filme. Assim:

- a) Calcule a posição que o objeto deve ficar em relação à lente.
- b) Sabendo-se que a altura máxima da imagem não pode exceder a 36,0 mm, determine a altura máxima do objeto para que ele seja fotografado em toda a sua extensão.
- 02.** (UFMG 2012) Quando uma pessoa olha para um objeto, a imagem deste deve se formar sobre a retina. Algumas pessoas, por terem um defeito de visão, veem objetos próximos fora de foco, enquanto os distantes ficam mais bem focados. Outras pessoas têm o defeito contrário – ou seja, os objetos distantes são vistos fora de foco e os próximos, mais nitidamente. Elmo é um professor de Física portador de um desses dois defeitos e, para corrigi-lo, ele precisa usar óculos. Nestas figuras, Elmo está sem óculos, à esquerda, e com seus óculos, à direita.



Como se pode notar na figura da direita, os óculos fazem com que os olhos de Elmo pareçam maiores.

- a) A lente dos óculos de Elmo é convergente ou divergente? Justifique sua resposta.
- b) Nesta figura, está representado um dos olhos de Elmo, sem óculos, e dois raios de luz que vêm de um objeto muito distante:



Desenhe, nessa figura, a continuação dos dois raios para indicar em que ponto se forma a imagem do objeto. Explique seu raciocínio

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	C	E	A	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	A	B	A	D
6	7	8	9	10
B	B	C	A	B

AVANÇADO

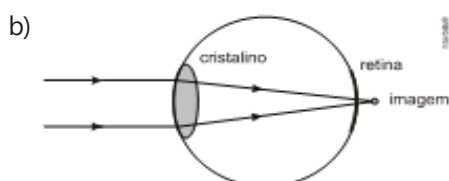
1	2	3
C	D	C

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
B	E	A	B	D

DISCURSIVAS

01. a) 1,3 m
b) 90 cm
02. a) Lente convergente, pois a imagem dos olhos é virtual, direta e maior.

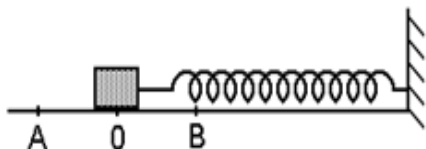


NÍVEL BÁSICO

01. (Ufv 2004) Uma partícula presa a uma mola executa um movimento harmônico simples. É CORRETO afirmar que o módulo da velocidade da partícula é:

- A** máximo quando a elongação é máxima.
- B** mantido constante.
- C** máximo quando ela apresenta a aceleração máxima.
- D** mínimo quando a elongação é mínima.
- E** mínimo quando ela apresenta a aceleração máxima.

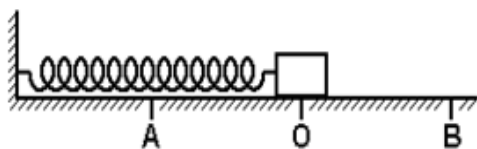
02. (Uel 1996) Um corpo de massa m é preso à extremidade de uma mola helicoidal que possui a outra extremidade fixa. O corpo é afastado até o ponto A e, após abandonado, oscila entre os pontos A e B.



Pode-se afirmar corretamente que a

- A** aceleração é nula no ponto O.
- B** a aceleração é nula nos pontos A e B.
- C** velocidade é nula no ponto O.
- D** força é nula nos pontos A e B.
- E** força é máxima no ponto O.

03. (Ufal 2000) Um bloco de massa $4,0 \text{ kg}$, preso à extremidade de uma mola de constante elástica $25\pi^2 \text{ N/m}$, está em equilíbrio sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, no ponto O, como mostra o esquema.

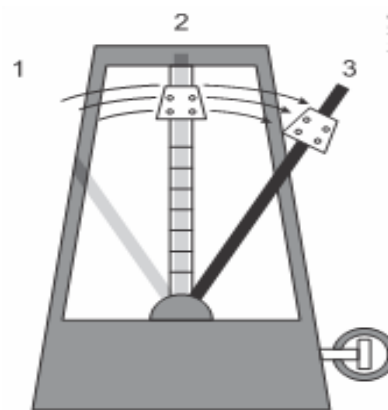


O bloco é então comprimido até o ponto A, passando a oscilar entre os pontos A e B.

A energia potencial do sistema (mola + bloco) é máxima quando o bloco passa pela posição

- A** A, somente.
- B** O, somente.
- C** B, somente.
- D** A e pela posição B.
- E** A e pela posição O.

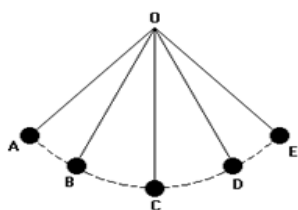
04. (Ufjf 2020) Um metrônomo é um aparelho usado para marcar o andamento musical através de pulsos sonoros. Com isso, é possível escolher, através de uma régua graduada em Hertz ou em batimentos por minuto (bpm) o passo que se quer seguir ao tocar um instrumento. A figura abaixo mostra um metrônomo tradicional, que nada mais é do que um pêndulo invertido. As posições 1 e 3 são os extremos da oscilação e a posição 2 é a posição intermediária. Suponha que um metrônomo seja ajustado para oscilar com frequência de 120 bpm . Qual é o menor intervalo de tempo que o pêndulo do metrônomo demora para ir da posição 1 até a posição 2, mostradas na figura?



- A** 1 s
- B** $1/2 \text{ s}$
- C** $1/4 \text{ s}$
- D** 2 s
- E** $1/8 \text{ s}$

05. (Cesgranrio 1994) Uma esfera de massa m , suspensa por um fio a um ponto O, é solta, a partir do repouso, de um ponto A, descrevendo um arco de circunferência e passando a oscilar entre as posições extremas A e E. A figura a seguir ilustra esse movimento.

Tendo em vista os esforços a que o fio fica submetido, a posição em que ele terá mais probabilidade de se romper será:

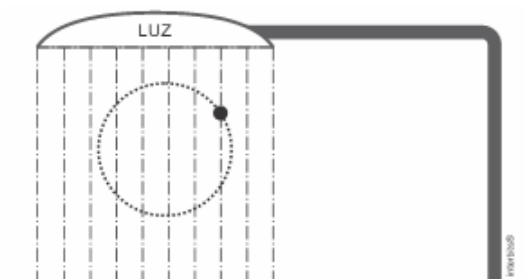


- A A
 B B
 C C

- D D
 E E

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ufjf 2015) Suponha que um poste de iluminação pública emita um feixe cilíndrico e vertical de luz dirigido contra o solo, plano e horizontal. Suponha, agora, que uma pequena esfera opaca execute movimento circular e uniforme no interior desse feixe. A trajetória da esfera está contida em um plano vertical, conforme a figura abaixo.



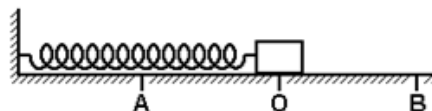
Com base nessa situação, analise as afirmativas, a seguir, e considere-as verdadeiras ou falsas.

- I. O movimento da sombra projetada pela esfera é periódico e oscilatório.
 II. O movimento da sombra tem o mesmo período do movimento da esfera.
 III. Enquanto a esfera descreve uma semicircunferência, a sombra completa uma oscilação.
 IV. A amplitude do movimento da sombra é igual ao diâmetro da circunferência descrita pela esfera.
 V. O movimento da sombra é harmônico simples.

Assinale a alternativa CORRETA.

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

02. (Ufal 2000) Um bloco de massa 4,0 kg, preso à extremidade de uma mola de constante elástica $25\pi^2$ N/m, está em equilíbrio sobre uma superfície horizontal perfeitamente lisa, no ponto O, como mostra o esquema.



O bloco é então comprimido até o ponto A, passando a oscilar entre os pontos A e B.

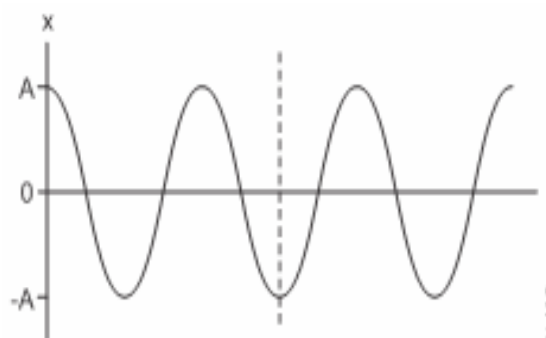
O período de oscilação do bloco, em segundos, vale

- A 20π
 B 8,0
 C π
 D $0,80\pi$
 E 0,80

03. (Espcex (Aman) 2012) 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 J e as forças dissipativas são desprezíveis. A amplitude de oscilação do objeto é de:

- A 0,1 m
 B 0,2 m
 C 1,2 m
 D 0,6 m
 E 0,3 m

04. (Ifsul 2017) O gráfico a seguir, representa a posição de uma massa presa à extremidade de uma mola.



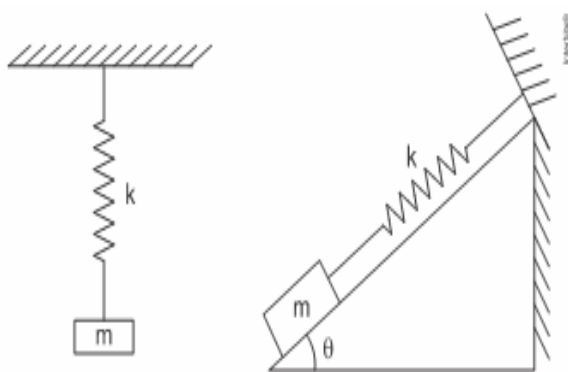
Com base neste gráfico, afirma-se que a velocidade e a força no instante indicado pela linha tracejada são respectivamente:

- A positiva; a força aponta para a direita.
 B negativa; a força aponta para a direita.
 C nula; a força aponta para a direita.
 D nula; a força aponta para a esquerda.

05. (Uece 2008) Um sistema massa-mola é preso ao teto. A partir do ponto de equilíbrio faz-se a massa oscilar com pequena amplitude. Quadruplicando-se o valor da massa, repete-se o mesmo procedimento. Neste caso, podemos afirmar corretamente que a frequência de oscilação

- A é reduzida à metade.
- B dobra.
- C permanece a mesma.
- D quadruplica.

06. (Cefet-MG 2015) Um estudante utilizou uma mola de constante elástica k e um bloco de massa m para montar dois experimentos conforme ilustra a figura.

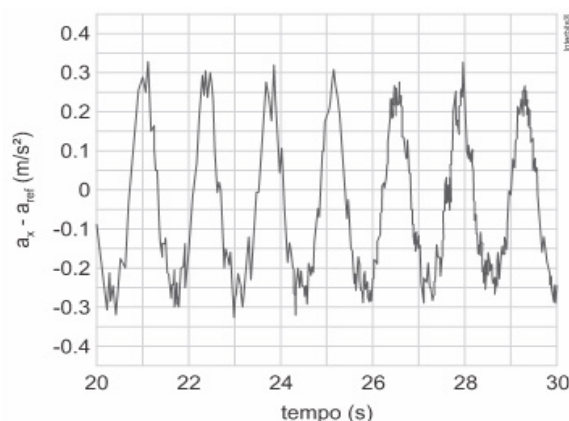


Inicialmente, o sistema foi colocado para oscilar na vertical e a frequência observada foi f . Ao montar o sistema no plano inclinado e com atrito desprezível, a frequência de oscilação observada foi

- A f
- B $f \cdot \text{tg} \theta$
- C $f \cdot \text{sen} \theta$
- D $f \cdot \text{cos} \theta$
- E $f \cdot \text{sen}^2 \theta$

07. (Fuvest 2021) Os smartphones modernos vêm equipados com um acelerômetro, dispositivo que mede acelerações a que o aparelho está submetido.

O gráfico foi gerado a partir de dados extraídos por um aplicativo do acelerômetro de um smartphone pendurado por um fio e colocado para oscilar sob a ação da gravidade. O gráfico mostra os dados de uma das componentes da aceleração (corrigidos por um valor de referência constante) em função do tempo.



Com base nos dados do gráfico e considerando que o movimento do smartphone seja o de um pêndulo simples a ângulos pequenos, o comprimento do fio é de aproximadamente:

Note e adote:

Use $\pi = 3$.

Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A 5 cm
- B 10 cm
- C 50 cm
- D 100 cm
- E 150 cm

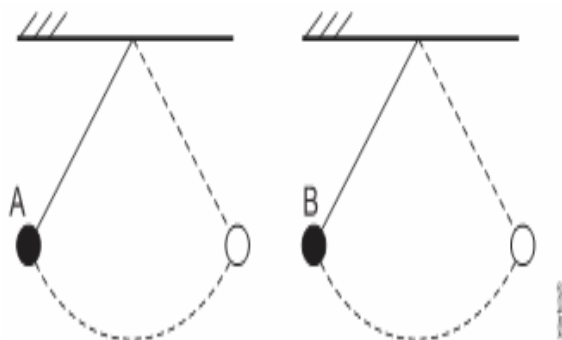
08. (Uece 2019) Em antigos relógios de parede era comum o uso de um pêndulo realizando um movimento harmônico simples. Considere que um desses pêndulos oscila de modo que vai de uma extremidade a outra em 0,5 s. Assim, a frequência de oscilação desse pêndulo é, em Hz,

- A 0,5
- B 1
- C 2π
- D 2

09. (Uece 2019) Um pêndulo simples oscila harmonicamente com frequência f_T na superfície da Terra. Caso esse mesmo pêndulo seja posto para oscilar também harmonicamente na superfície lunar, onde a gravidade é aproximadamente $1/6$ do valor na Terra, sua frequência de oscilação será f_L . A razão entre a frequência de oscilação na Lua e na Terra é

- A $1/\sqrt{6}$
- B $\sqrt{6}$
- C 6
- D $1/6$

10. (Ufu 2018) Considere duas situações em que dois pêndulos (A e B) de mesmo comprimento oscilam livremente em um cenário isento de resistência do ar. A esfera A tem o mesmo volume que a B, todavia, por serem de materiais diferentes, a densidade de A é um terço da de B. Ambas são soltas da mesma altura e do repouso para iniciarem a oscilação.



Com base na situação descrita, são feitas algumas afirmações.

- I. O período de oscilação de A é igual ao de B.
- II. A velocidade com que B passa pelo ponto mais baixo da trajetória é três vezes maior do que a velocidade com que A passa pelo mesmo ponto.
- III. A aceleração com que B passa pelo ponto mais baixo da trajetória é maior do que a de A nesse mesmo ponto.

Em relação às afirmações acima, marque V para as verdadeiras e F para as falsas e assinale a alternativa correta.

- A I – F; II – V; III – F.
- B I – V; II – F; III – V.
- C I – F; II – V; III – V.
- D I – V; II – F; III – F.

11. (Upf 2016) Um pêndulo simples, de comprimento de 100 cm, executa uma oscilação completa em 6 s, num determinado local. Para que esse mesmo pêndulo, no mesmo local, execute uma oscilação completa em 3 s, seu comprimento deverá ser alterado para:

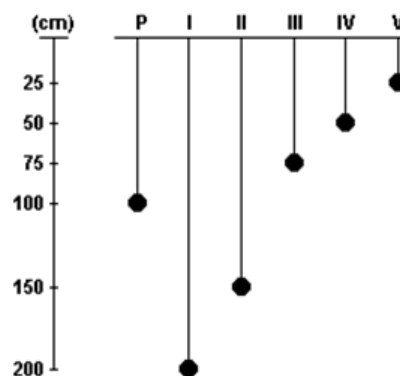
- A 200 cm
- B 150 cm
- C 75 cm
- D 50 cm
- E 25 cm

12. (Ufop 2010) Dois sistemas oscilantes, um bloco pendurado em uma mola vertical e um pêndulo simples, são preparados na Terra de tal forma que possuam o mesmo período.

Se os dois osciladores forem levados para a Estação Espacial Internacional (ISS), como se comportarão os seus períodos nesse ambiente de microgravidade?

- A Os períodos de ambos os osciladores se manterão os mesmos de quando estavam na Terra.
- B O período do bloco pendurado na mola não sofrerá alteração, já o período do pêndulo deixará de ser o mesmo.
- C O período do pêndulo será o mesmo, no entanto o período do bloco pendurado na mola será alterado.
- D Os períodos de ambos os osciladores sofrerão modificação em relação a quando estavam na Terra.

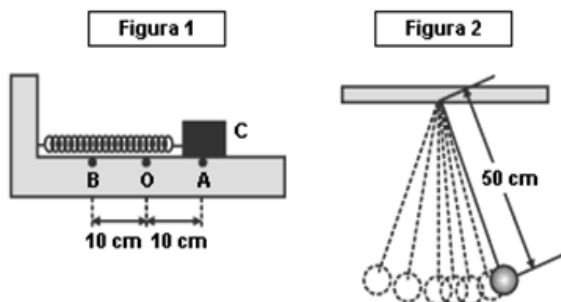
13. (Ufrgs 2004) A figura a seguir representa seis pêndulos simples, que estão oscilando num mesmo local.



O pêndulo P executa uma oscilação completa em 2 s. Qual dos outros pêndulos executa uma oscilação completa em 1 s?

- A I
- B II
- C III
- D IV
- E V

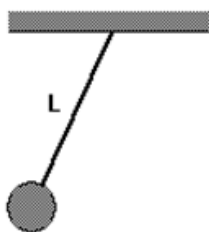
14. (Mackenzie 2003)



Um corpo C, de massa $1,0 \cdot 10^{-1}$ kg, está preso a uma mola helicoidal de massa desprezível e que obedece à Lei de Hooke. Num determinado instante, o conjunto se encontra em repouso, conforme ilustra a figura 1, quando então é abandonado e, sem atrito, o corpo passa a oscilar periodicamente em torno do ponto O. No mesmo intervalo de tempo em que esse corpo vai de A até B, o pêndulo simples ilustrado na figura 2 realiza uma oscilação completa. Sendo $g = 10 \text{ m/s}^2$, a constante elástica da mola é:

- A 0,25 N/m
- B 0,50 N/m
- C 1,0 N/m
- D 2,0 N/m
- E 4,0 N/m

15. (Ufu 2006) Em um laboratório de Física, um grupo de alunos, Grupo A, obtém dados, apresentados na tabela a seguir, para a frequência (em hertz) num experimento de Pêndulo Simples, utilizando-se três pêndulos diferentes.



Pêndulo	Frequência (Hz)
1	0,91
2	0,70
3	0,60

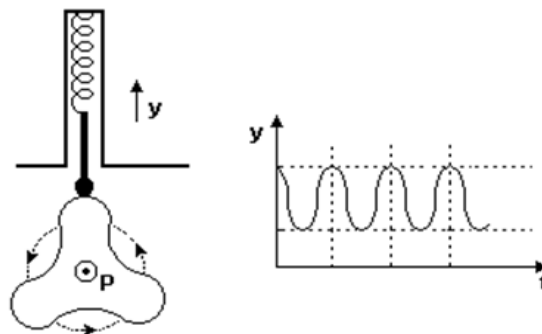
Esses resultados foram passados para um segundo grupo, Grupo B, que não compareceu à aula. Uma vez que os alunos do Grupo B não viram o experimento, os integrantes desse grupo formularam uma série de hipóteses para interpretar os resultados. Assinale a ÚNICA

Dessa forma, hipótese correta.

- A A massa do pêndulo 1 é menor do que a massa do pêndulo 2 que, por sua vez, é menor do que a massa do pêndulo 3.
- B A massa do pêndulo 1 é maior do que a massa do pêndulo 2 que, por sua vez, é maior do que a massa do pêndulo 3.
- C O comprimento L do fio do pêndulo 1 é maior do que o comprimento do pêndulo 2 que, por sua vez, é maior do que o comprimento do pêndulo 3.
- D O comprimento L do fio do pêndulo 1 é menor do que o comprimento do pêndulo 2 que, por sua vez, é menor do que o comprimento do pêndulo 3.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 2001)

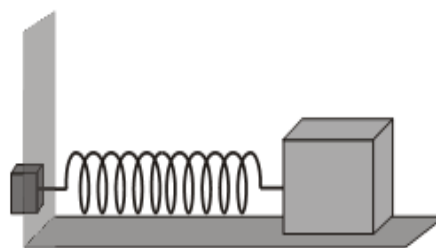


Uma peça, com a forma indicada, gira em torno de um eixo horizontal P, com velocidade angular constante e igual a $\pi \text{ rad/s}$. Uma mola mantém uma haste apoiada sobre a peça, podendo a haste mover-se APENAS na vertical. A forma da peça é tal que, enquanto ela gira, a extremidade da haste sobe e desce, descrevendo, com o passar do tempo, um movimento harmônico simples $Y(t)$ como indicado no gráfico. Assim, a frequência do movimento da extremidade da haste será de

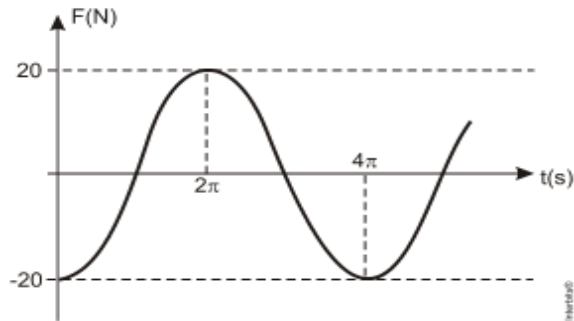
- A 3,0 Hz
- B 1,5 Hz
- C 1,0 Hz
- D 0,75 Hz
- E 0,5 Hz

02. (Ufpb 2010) Um determinado tipo de sensor usado para medir forças, chamado de sensor piezoelétrico, é colocado em contato com a superfície de uma parede, onde se fixa uma mola.

Nesse contexto, um bloco, apoiado sobre uma superfície horizontal, é preso a outra extremidade de uma mola de constante elástica igual a 100 N/m , conforme ilustração a seguir.



Nessa circunstância, fazendo-se com que esse bloco descreva um movimento harmônico simples, observa-se que a leitura do sensor é dada no gráfico a seguir.



Com base nessas informações é correto afirmar que a velocidade máxima atingida pelo bloco, em m/s, é de:

- A** 0,1 **D** 0,8
B 0,2 **E** 1,0
C 0,4

- 03.** (Fuvest 2016) Um pêndulo simples, constituído por um fio de comprimento L e uma pequena esfera, é colocado em oscilação. Uma haste horizontal rígida é inserida perpendicularmente ao plano de oscilação desse pêndulo, interceptando o movimento do fio na metade do seu comprimento, quando ele está na direção vertical.

A partir desse momento, o período do movimento da esfera é dado por

Note e adote:

- A aceleração da gravidade é g .
- Ignore a massa do fio.
- O movimento oscilatório ocorre com ângulos pequenos.

o pé direito: O fio não adere à haste horizontal.

- A** $2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ **D** $2\pi\sqrt{\frac{L}{g} + \frac{L}{2g}}$
B $2\pi\sqrt{\frac{L}{2g}}$ **E** $\pi\left(\sqrt{\frac{L}{g}} + \sqrt{\frac{L}{2g}}\right)$
C $\pi\sqrt{\frac{L}{g} + \frac{L}{2g}}$

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2014) Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

YODER, J. G. Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado)

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a)

- A** comprimento da haste seja mantido constante.
B massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
C material da haste possua alta condutividade térmica.
D amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
E energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

- 02.** (Enem PPL 2016) A corrida dos 100 m rasos é uma das principais provas do atletismo e qualifica o homem mais rápido do mundo. Um corredor de elite foi capaz de percorrer essa distância em 10 s com 41 passadas. Ele iniciou a corrida com

O período de oscilação do pé direito desse corredor foi mais próximo de

- A** 1/10 s
B 1/4 s
C 1/2 s
D 2 s
E 4 s

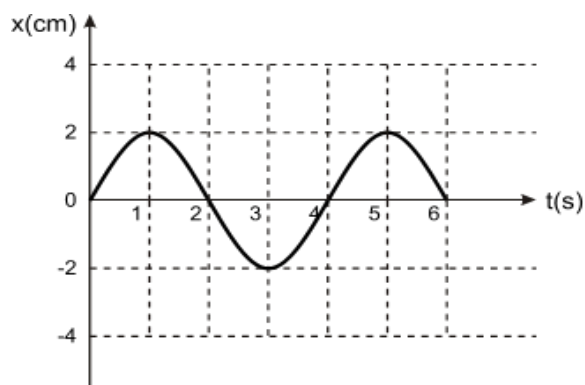
03. (Enem PPL 2013) Um enfeite para berço é constituído de um aro metálico com um ursinho pendurado, que gira com velocidade angular constante. O aro permanece orientado na horizontal, de forma que o movimento do ursinho seja projetado na parede pela sua sombra.

Enquanto o ursinho gira, sua sombra descreve um movimento

- A circular uniforme.
 B retilíneo uniforme.
 C retilíneo harmônico simples.
 D circular uniformemente variado.
 E retilíneo uniformemente variado.

DISCURSIVAS

01. (Ufpr 2010) A peça de uma máquina está presa a uma mola e executa um movimento harmônico simples, oscilando em uma direção horizontal. O gráfico a seguir representa a posição x da peça em função do tempo t , com a posição de equilíbrio em $x = 0$.

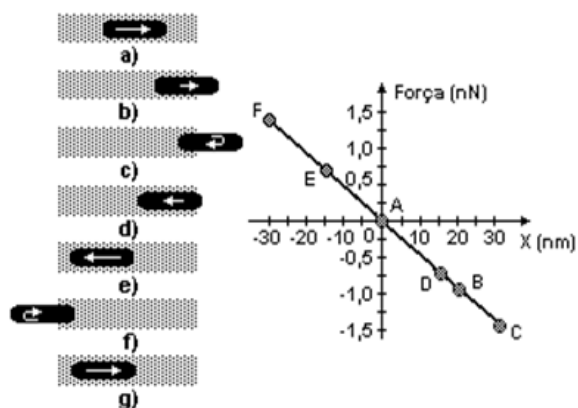


Com base no gráfico, determine:

- a) O período e a frequência do sistema peça-mola.
 b) Os instantes em que a velocidade da peça é nula. Justifique a sua resposta.
 c) Os instantes em que a aceleração da peça é máxima. Justifique a sua resposta

02. (Unicamp 2003) Os átomos de carbono têm a propriedade de se ligarem formando materiais muito distintos entre si, como o diamante, o grafite e os diversos polímeros. Há alguns anos foi descoberto um novo arranjo para esses átomos: os nanotubos, cujas paredes são malhas de átomos de carbono.

O diâmetro desses tubos é de apenas alguns nanômetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). No ano passado, foi possível montar um sistema no qual um "nanotubo de carbono" fechado nas pontas oscila no interior de um outro nanotubo de diâmetro maior e aberto nas extremidades, conforme a ilustração adiante. As interações entre os dois tubos dão origem a uma força restauradora representada no gráfico. $1 \text{ nN} = 10^{-9} \text{ N}$.



- a) Encontre, por meio do gráfico, a constante de mola desse oscilador.
 b) O tubo oscilante é constituído de 90 átomos de carbono. Qual é a velocidade máxima desse tubo, sabendo-se que um átomo de carbono equivale a uma massa de $2 \times 10^{-26} \text{ kg}$?

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
E	A	D	E	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	E	B	C	A
6	7	8	9	10
A	C	B	A	D
11	12	13	14	15
E	B	E	B	D

AVANÇADO

1	2	3
B	A	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3
A	C	

DISCURSIVAS

01. a) $T = 4 \text{ s}$ e $f = 0,25 \text{ Hz}$

b) A velocidade da peça é nula nos instantes em que a elongação é máxima ou mínima, quando ocorre inversão no sentido do movimento, ou seja: $t = 1 \text{ s}$; $t = 3 \text{ s}$ e $t = 5 \text{ s}$.

c) Os instantes em que a aceleração da peça é máxima (em módulo) são os instantes em que a força elástica tem intensidade máxima. Como $F = k|x|$, a força é máxima onde a elongação é máxima ou mínima, ou seja: $t = 1 \text{ s}$; $t = 3 \text{ s}$ e $t = 5 \text{ s}$.

02. a) $k = 5 \times 10^2 \text{ N/m}$

b) $v = 5 \times 10^3 \text{ m/s}$

NÍVEL BÁSICO

01. (Ifsul 2019) De acordo com a teoria ondulatória, analise as afirmações abaixo

I. A velocidade de onda emitida por uma fonte depende do meio de propagação.

II. Uma onda é uma perturbação que sempre necessita de um meio material para se propagar.

III. O som é uma onda de natureza eletromagnética.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

A I

C III

B II

D I e III

02. (Ifsc 2012) Em dias de tempestade, podemos observar no céu vários relâmpagos seguidos de trovões. Em algumas situações, estes chegam a proporcionar um espetáculo à parte. É CORRETO afirmar que vemos primeiro o relâmpago e só depois escutamos o seu trovão porque:



Fonte: http://sjm.no.sapo.pt/as_tempestades_e_tornados.htm Acesso: 21 set. 2011

A o som se propaga mais rápido que a luz.

B a luz se propaga mais rápido que o som.

C a luz é uma onda mecânica.

D o som é uma onda eletromagnética.

E a velocidade do som depende da posição do observador.

03. (Ifsul 2019) Um observador percebe que uma torneira com defeito goteja num tanque com água a intervalos regulares de tempo. Ele conta 30 gotas a cada 15 s, portanto, a frequência das ondas circulares produzidas na superfície da água é igual a

A 2,0 Hz

C 10 Hz

B 20 Hz

D 0,50 Hz

04. (Upf 2020) As ondas de rádio, os raios infravermelhos, os raios ultravioleta e os raios gama formam parte do espectro eletromagnético. Sobre as ondas eletromagnéticas, é correto afirmar que:

A apresentam igual comprimento de onda no vácuo.

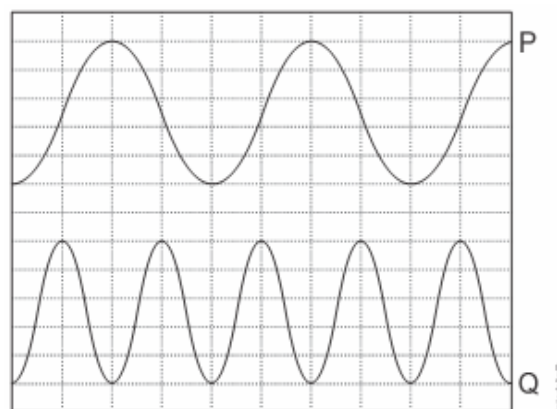
B apresentam igual frequência no vácuo.

C se propagam com a mesma velocidade no vácuo.

D apresentam igual período no vácuo.

E podem ser classificadas unicamente como longitudinais.

05. (Ufrgs 2015) Na figura abaixo, estão representadas duas ondas transversais P e Q, em um dado instante de tempo. Considere que as velocidades de propagação das ondas são iguais.



Sobre essa representação das ondas P e Q, são feitas as seguintes afirmações.

I. A onda P tem o dobro da amplitude da onda Q.

II. A onda P tem o dobro do comprimento de onda da onda Q.

III. A onda P tem o dobro de frequência da onda Q.

Quais estão corretas?

A Apenas I.

B Apenas II.

C Apenas III.

D Apenas I e II.

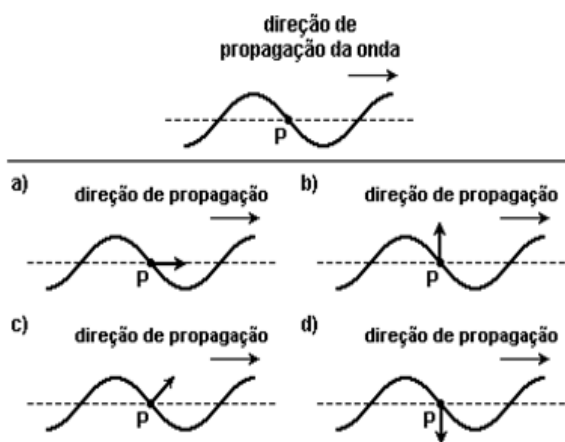
E I, II e III.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

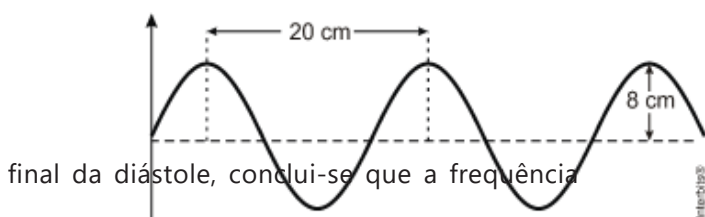
01. (UFMG 2006) Enquanto brinca, Gabriela produz uma onda transversal em uma corda esticada. Em certo instante, parte dessa corda tem a forma mostrada na figura a seguir.

A direção de propagação da onda na corda também está indicada na figura.

Assinale a alternativa em que estão representados CORRETAMENTE a direção e o sentido do deslocamento do ponto P da corda, no instante mostrado.



02. (Ifpe 2012) A figura a seguir representa um trecho de uma onda que se propaga com uma velocidade de 320 m/s. A amplitude e a frequência dessa onda são, respectivamente:



- A 20 cm e 8,0 kHz
- B 20 cm e 1,6 kHz
- C 8 cm e 4,0 kHz
- D 8 cm e 1,6 kHz
- E 4 cm e 4,0 kHz

03. (Unicamp 2020) Em 2019 foi divulgada a primeira imagem de um buraco negro, obtida pelo uso de vários radiotelescópios. Também recentemente, uma equipe da NASA propôs a utilização de telescópios de infravermelho para detectar antecipadamente asteroides que se aproximam da Terra.

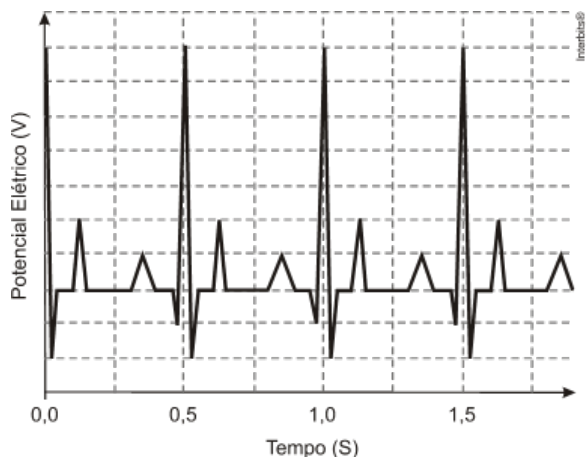
Considere que um radiotelescópio detecta ondas eletromagnéticas provenientes de objetos celestes distantes na frequência de $f_{\text{rádio}} = 1,5 \text{ GHz}$, e que um telescópio de infravermelho detecta ondas eletromagnéticas originadas em corpos do sistema solar na frequência de $f_{\text{infravermelho}} = 30 \text{ THz}$. Qual é a razão entre os correspondentes comprimentos de onda no vácuo, $\lambda_{\text{rádio}} / \lambda_{\text{infravermelho}}$?

- A $5,0 \times 10^{-5}$
- B $6,7 \times 10^{-5}$
- C $2,0 \times 10^4$
- D $6,0 \times 10^{12}$

04. (Cps 2011) Na Copa do Mundo de 2010, a Fifa determinou que nenhum atleta poderia participar sem ter feito uma minuciosa avaliação cardiológica prévia. Um dos testes a ser realizado, no exame ergométrico, era o eletrocardiograma.

Nele é feito o registro da variação dos potenciais elétricos gerados pela atividade do coração.

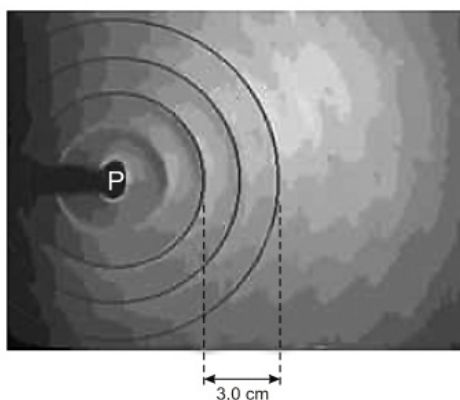
Considere a figura que representa parte do eletrocardiograma de um determinado atleta.



Sabendo que o pico máximo representa a fase cardíaca desse atleta é, em batimentos por minuto,

- A 60
- B 80
- C 100
- D 120
- E 140

05. (Unesp 2013) A imagem, obtida em um laboratório didático, representa ondas circulares produzidas na superfície da água em uma cuba de ondas e, em destaque, três cristas dessas ondas. O centro gerador das ondas é o ponto P, perturbado periodicamente por uma haste vibratória.

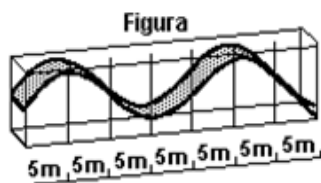


(<http://educar.sc.usp.br>. Adaptado.)

Considerando as informações da figura e sabendo que a velocidade de propagação dessas ondas na superfície da água é 13,5 cm/s, é correto afirmar que o número de vezes que a haste toca a superfície da água, a cada segundo, é igual a

- A 4,5
- B 3,0
- C 1,5
- D 9,0
- E 13,5

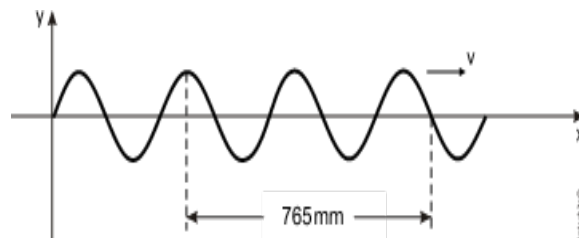
06. (Fuvest 2005) Um grande aquário, com paredes laterais de vidro, permite visualizar, na superfície da água, uma onda que se propaga. A figura representa o perfil de tal onda no instante T_0 . Durante sua passagem, uma boia, em dada posição, oscila para cima e para baixo e seu deslocamento vertical (y), em função do tempo, está representado no gráfico.



Com essas informações, é possível concluir que a onda se propaga com uma velocidade, aproximadamente, de

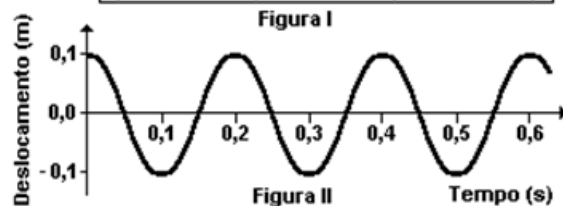
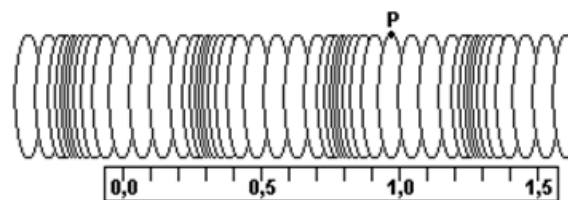
- A 2,0 m/s
- B 2,5 m/s
- C 5,0 m/s
- D 10 m/s
- E 20 m/s

07. (Mackenzie 2010) Certa onda mecânica se propaga em um meio material com velocidade $v = 340$ m/s. Considerando-se a ilustração abaixo como a melhor representação gráfica dessa onda, determina-se que a sua frequência é



- A 1,00 kHz
- B 1,11 kHz
- C 2,00 kHz
- D 2,22 kHz
- E 4,00 kHz

08. (UFMG 2000) A figura I mostra, em um determinado instante de tempo, uma mola na qual se propaga uma onda longitudinal. Uma régua de 1,5 m está colocada a seu lado.

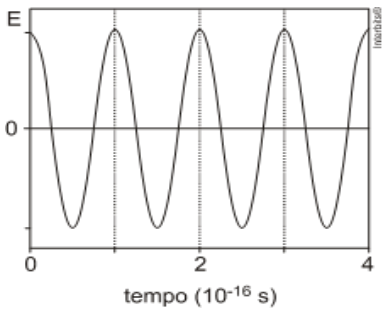


As MELHORES estimativas para o comprimento de onda I e para o período T dessa onda são

- A $l = 0,20$ m e $T = 0,50$ s.
- B $l = 0,20$ m e $T = 0,20$ s.
- C $l = 0,50$ m e $T = 0,50$ s.
- D $l = 0,50$ m e $T = 0,20$ s.

09. (Fuvest 2011) Em um ponto fixo do espaço, o campo elétrico de uma radiação eletromagnética tem sempre a mesma direção e oscila no tempo, como mostra o gráfico abaixo, que representa sua projeção E nessa direção fixa; E é positivo ou negativo conforme o sentido do campo.





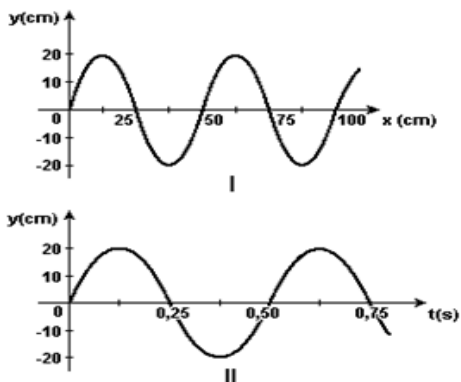
Radiação eletromagnética	Frequência f (Hz)
Rádio AM	10^6
TV (VHF)	10^8
micro-onda	10^{10}
infravermelha	10^{12}
visível	10^{14}
ultravioleta	10^{16}
raios X	10^{18}
raios γ	10^{20}

Consultando a tabela acima, que fornece os valores típicos de frequência f para diferentes regiões do espectro eletromagnético, e analisando o gráfico de E em função do tempo, é possível classificar essa radiação como

- A** infravermelha
- B** visível
- C** ultravioleta
- D** raio X
- E** raio γ

- 10.** (UFMG 2007) Bernardo produz uma onda em uma corda, cuja forma, em certo instante, está mostrada na Figura I.

Na Figura II, está representado o deslocamento vertical de um ponto dessa corda em função do tempo.

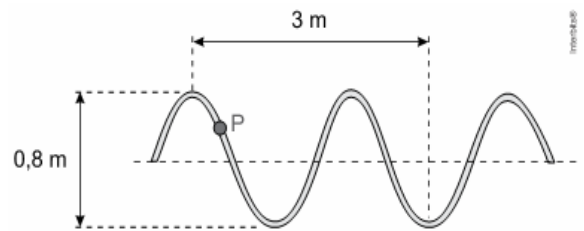


Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que a velocidade de propagação da onda produzida por Bernardo, na corda, é de

- A** 0,20 m/s
- B** 0,50 m/s
- C** 1,0 m/s
- D** 2,0 m/s

NÍVEL AVANÇADO

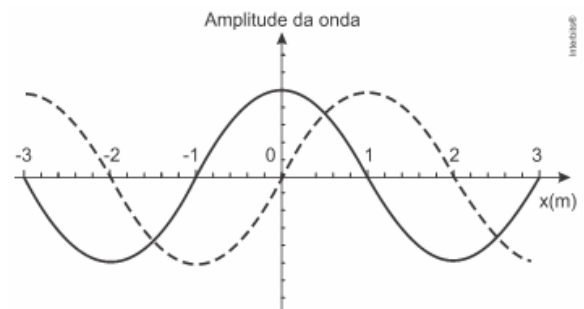
- 01.** (Unesp 2016) Uma corda elástica está inicialmente esticada e em repouso, com uma de suas extremidades fixa em uma parede e a outra presa a um oscilador capaz de gerar ondas transversais nessa corda. A figura representa o perfil de um trecho da corda em determinado instante posterior ao acionamento do oscilador e um ponto P que descreve um movimento harmônico vertical, indo desde um ponto mais baixo (vale da onda) até um mais alto (crista da onda).



Sabendo que as ondas se propagam nessa corda com velocidade constante de 10 m/s e que a frequência do oscilador também é constante, a velocidade escalar média do ponto P, em m/s, quando ele vai de um vale até uma crista da onda no menor intervalo de tempo possível é igual a

- A** 4
- B** 8
- C** 6
- D** 10

- 02.** (Fuvest 2017) A figura representa uma onda harmônica transversal, que se propaga no sentido positivo do eixo x , em dois instantes de tempo: $t = 3$ s (linha cheia) e $t = 7$ s (linha tracejada).



Dentre as alternativas, a que pode corresponder à velocidade de propagação dessa onda é

- A 0,14 m/s
- B 0,25 m/s
- C 0,33 m/s
- D 1,00 m/s
- E 2,00 m/s

03. (Espcex (Aman) 2015) 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

- 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

que permite observar uma diferença de potencial

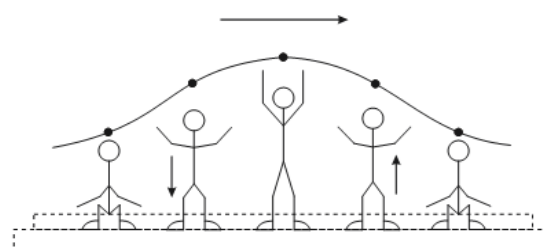
SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2019) Um professor percebeu que seu apontador a laser, de luz monocromática, estava com o brilho pouco intenso. Ele trocou as baterias do apontador e notou que a intensidade luminosa aumentou sem que a cor do laser se alterasse. Sabe-se que a luz é uma onda eletromagnética e apresenta propriedades como amplitude, comprimento de onda, fase, frequência e velocidade.

Dentre as propriedades de ondas citadas, aquela associada ao aumento do brilho do laser é o(a)

- A amplitude
- B frequência
- C fase da onda
- D velocidade da onda
- E comprimento de onda

02. (Enem 2013) Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a ola mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa "onda humana" é de 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: www.ufsm.br. Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

Nessa ola mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de

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

03. (Enem PPL 2017) O osciloscópio é um instrumento

(ddp) em um circuito elétrico em função de 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 de oscilação do circuito elétrico estudado é mais próxima de

- A** 300 Hz **D** 150 Hz
B 250 Hz **E** 125 Hz
C 200 Hz

- 04.** (Enem 2021) O eletrocardiograma é um exame cardíaco que mede a intensidade dos sinais elétricos advindos do coração. A imagem apresenta o resultado típico obtido em um paciente saudável e a intensidade do sinal (V_{EC}) em função do tempo.



De acordo com o eletrocardiograma apresentado, qual foi número de batimentos cardíacos por minuto desse paciente durante o exame?

- A** 30
B 60
C 100
D 120
E 180

- 05.** (Enem PPL 2011) Na câmara de cozimento de um forno de micro-ondas, a flutuação do campo elétrico é adequada para o aquecimento da água. Esse tipo de forno utiliza micro-ondas com frequência de 2,45 GHz para alterar a orientação das moléculas de água bilhões de vezes a cada segundo. Essa foi a frequência escolhida, porque ela não é usada em comunicações e, também porque dá às moléculas de água o tempo necessário para completar uma rotação. Dessa forma, um forno de micro-ondas funciona através do processo de ressonância, transferindo energia para os alimentos.

TORRES, C. M. A. et al. Física: ciência e tecnologia. São Paulo: Moderna, 2001 (adaptado).

Sabendo que a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no meio é de cerca de 3×10^8 m/s, qual é, aproximadamente, o comprimento de onda da micro-onda presente no forno, em cm?

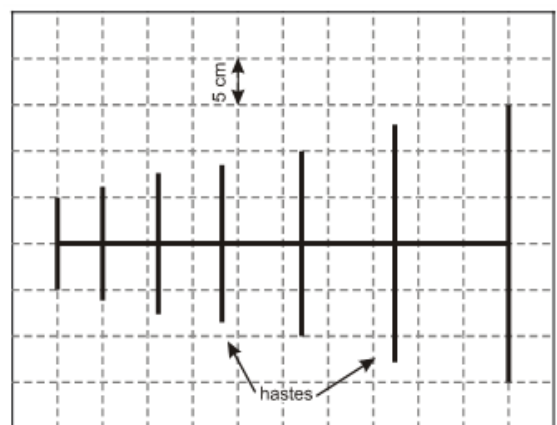
- A** 0,12
B 1,22
C 8,17
D 12,2
E 817

DISCURSIVAS

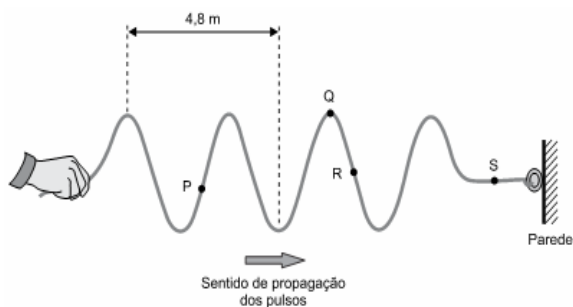
- 01.** (Unicamp 2012) Nos últimos anos, o Brasil vem implantando em diversas cidades o sinal de televisão digital. O sinal de televisão é transmitido através de antenas e cabos, por ondas eletromagnéticas cuja velocidade no ar é aproximadamente igual à da luz no vácuo.

a) Um tipo de antena usada na recepção do sinal é a log-periódica, representada na figura abaixo, na qual o comprimento das hastes metálicas de uma extremidade à outra, L , é variável. A maior eficiência de recepção é obtida quando L é cerca de meio comprimento de onda da onda eletromagnética que transmite o sinal no ar ($L \sim \lambda/2$). Encontre a menor frequência que a antena ilustrada na figura consegue sintonizar de forma eficiente, e marque na figura a haste correspondente.

b) Cabos coaxiais são constituídos por dois condutores separados por um isolante de índice de refração n e constante dielétrica K , relacionados por $K = n^2$. A velocidade de uma onda eletromagnética no interior do cabo é dada por $v = c/n$. Qual é o comprimento de onda de uma onda de frequência $f = 400$ MHz que se propaga num cabo cujo isolante é o polietileno ($K=2,25$)?



02. (Unifesp 2020) Uma corda elástica homogênea tem uma de suas extremidades fixa em uma parede e a outra é segurada por uma pessoa. A partir do repouso, com a corda esticada na horizontal, a pessoa inicia, com sua mão, um movimento oscilatório vertical com frequência constante, gerando pulsos que se propagam pela corda. Após 2 s do início das oscilações, a configuração da corda encontra-se como mostra a figura.



Sabendo que os pulsos gerados na corda estão se propagando para a direita com velocidade escalar constante:

a) copie a figura da corda no campo de Resolução e Resposta e represente com setas para cima (↑) para baixo (↓), para direita (→) ou para esquerda (←) a velocidade vetorial instantânea dos pontos da corda P, Q, R e S indicados, no instante representado na figura. Caso a velocidade de algum deles seja nula, escreva $v = 0$.

b) calcule a velocidade de propagação, em m/s, da onda nessa corda.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
A	B	A	C	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	D	C	D	D
6	7	8	9	10
A	A	D	C	C

AVANÇADO

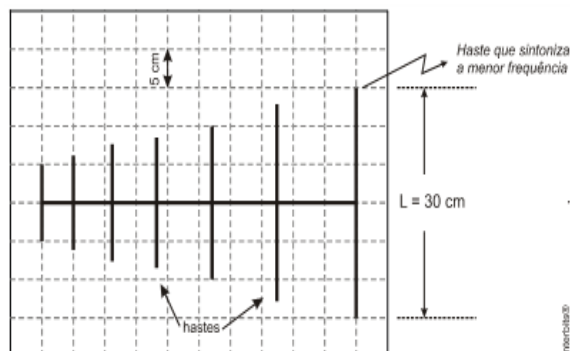
1	2	3
B	B	D

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	C	E	B	D

DISCURSIVAS

01. a) $f = 5 \times 10^8 \text{ Hz}$

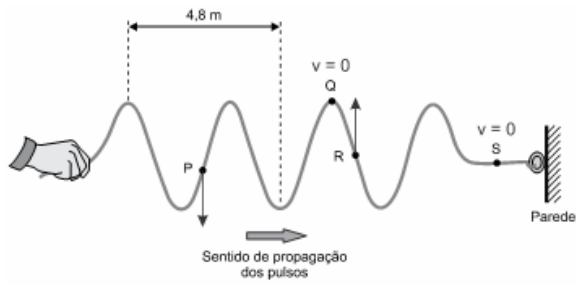


b) $\lambda = 0,5 \text{ m}$



02.

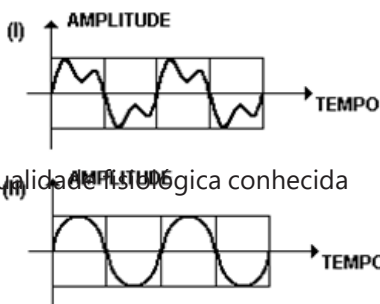
a)

b) $v = 5,6 \text{ m/s}$

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Eear 2019) Analise as seguintes afirmações:
- Ondas mecânicas se propagam no vácuo, portanto não necessitam de um meio material para se propagarem.
 - Ondas longitudinais são aquelas cujas vibrações coincidem com a direção de propagação.
 - Ondas eletromagnéticas não precisam de um meio material para se propagarem.
 - As ondas sonoras são transversais e não se propagam no vácuo.
- Assinale a alternativa que contém todas as afirmações verdadeiras.
- I e II
 - I e III
 - II e III
 - II e IV

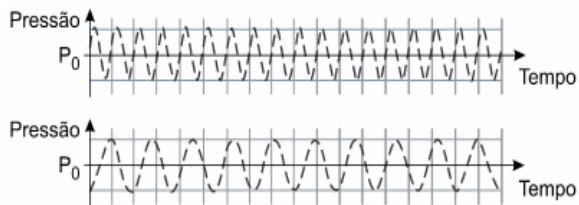
- 02.** (Uff 1999) Ondas sonoras emitidas no ar por dois instrumentos musicais distintos, I e II, têm suas amplitudes representadas em função do tempo pelos gráficos a seguir.



sons devido a qualidade fisiológica conhecida

A propriedade que permite distinguir o som dos dois instrumentos é:

- o comprimento de onda
 - a amplitude
 - o timbre
 - a velocidade de propagação
 - a frequência
- 03.** (Famerp 2019) A figura representa, na mesma escala, duas ondas sonoras que se propagam no ar.



(<https://lusoacademia.org>. Adaptado.)

Com relação a essas ondas, pode-se afirmar que apresentam

- o mesmo período e a mesma velocidade de propagação.
 - a mesma amplitude e a mesma frequência.
 - o mesmo comprimento de onda e o mesmo período.
 - a mesma frequência e o mesmo comprimento de onda.
 - a mesma velocidade de propagação e a mesma amplitude.
- 04.** (Integrado - Medicina 2023) Sobre a Física das ondas sonoras, podemos afirmar:
- O som se propaga no vácuo com uma velocidade aproximadamente igual a 3×10^8 m/s.
 - Quanto maior a frequência do som, mais grave ele será.
 - A intensidade sonora é uma qualidade fisiológica que diferencia sons graves de agudos.
 - Um piano e um violão emitem sons com a mesma frequência e mesma amplitude. O ouvido humano consegue diferenciar estes como timbre.
 - Uma onda sonora possui frequência de 440 Hz e a sua velocidade no ar é de 340 m/s. O comprimento de onda da onda sonora é de aproximadamente 1,29 m.

- 05.** (Unicentro 2021) Leia o texto a seguir.

Aí meu avô disse: – não, todo mundo não, a não ser que você tenha ouvido absoluto...

Ouvido absoluto é um fenômeno auditivo raro, é a habilidade de identificar ou recriar uma nota musical mesmo sem um tom de referência.

(Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ZRF-hqh1gDA&list=LLqBNrv1WFCX7oq7n4wL0SgA&index=2971>. Acesso em: 8 nov. 2020. (adaptado).)

Sobre o fenômeno “ouvido absoluto”, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a propriedade física das ondas que permite identificar a nota musical exata de qualquer som.

- A Amplitude da onda
- B Direção de propagação
- C Frequência
- D Intensidade
- E Velocidade de propagação

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ear 2019) 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

02. (Ear 2017) Analisando a figura do gráfico que representa três ondas sonoras produzidas pela mesma fonte, assinale a alternativa correta para os três casos representados.

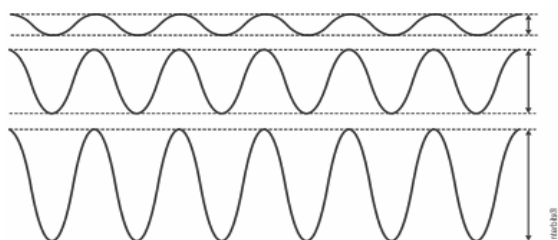
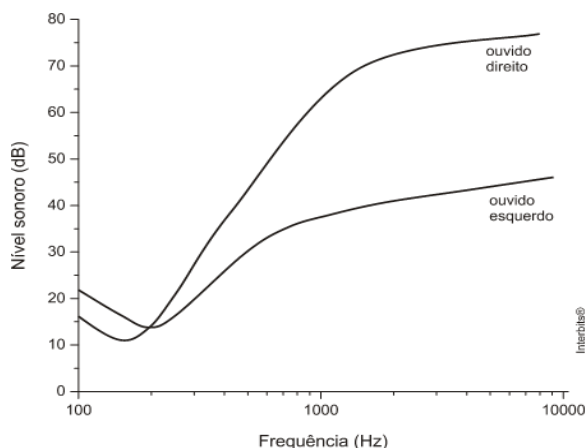


tabela de intervalos de frequências audíveis, por

- A As frequências e as intensidades são iguais.
- B As frequências e as intensidades são diferentes.
- C As frequências são iguais, mas as intensidades são diferentes.
- D As frequências são diferentes, mas as intensidades são iguais.

03. (Fgvjrj 2010) A avaliação audiológica de uma pessoa que apresentava dificuldades para escutar foi realizada determinando-se o limiar de nível sonoro de sua audição (mínimo audível), para várias frequências, para os ouvidos direito e esquerdo separadamente.

Os resultados estão apresentados nos gráficos abaixo, onde a escala de frequência é logarítmica, e a de nível sonoro, linear.



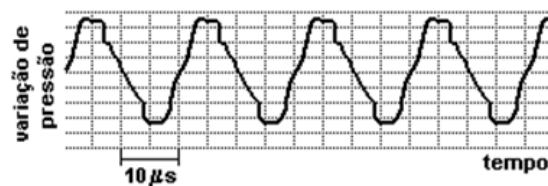
A partir desses gráficos, pode-se concluir que essa pessoa

- A não escuta um sussurro de 18 dB, independente de sua frequência.
- B percebe o som da nota musical lá, de 440 Hz, apenas com o ouvido esquerdo, independente do nível sonoro.
- C é surda do ouvido esquerdo.
- D escuta os sons de frequências mais altas melhor com o ouvido direito do que com o esquerdo.
- E escuta alguns sons sussurrados, de frequência abaixo de 200 Hz, apenas com o ouvido direito.

04. (Fuvest 2002) O som de um apito é analisado com o uso de um medidor que, em sua tela, visualiza o padrão apresentado na figura a seguir. O gráfico representa a variação da pressão que a onda sonora exerce sobre o medidor, em função do tempo, em μs ($1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$). Analisando a

diferentes seres vivos, conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por

Seres vivos	Intervalos de Frequência
cachorro	15 Hz - 45.000 Hz
ser humano	20 Hz - 20.000 Hz
sapo	50 Hz - 10.000 Hz
gato	60 Hz - 65.000 Hz
morcego	1000 Hz - 120.000 Hz



Analisando a tabela de intervalos de frequências audíveis, por diferentes seres vivos, conclui-se que esse apito pode ser ouvido apenas por

- A seres humanos e cachorros
- B seres humanos e sapos
- C sapos, gatos e morcegos
- D gatos e morcegos
- E morcegos

05. (UFMG 2002) Mariana pode ouvir sons na faixa de 20 Hz a 20 kHz.

Suponha que, próximo a ela, um morcego emite um som de 40 kHz.

Assim sendo, Mariana não ouve o som emitido pelo morcego, porque esse som tem

- A um comprimento de onda maior que o daquele que ela consegue ouvir.
- B um comprimento de onda menor que o daquele que ela consegue ouvir.
- C uma velocidade de propagação maior que a daquele que ela consegue ouvir.
- D uma velocidade de propagação menor que a daquele que ela consegue ouvir.

06. (Unaerp 1996) Além do dano que podem causar à audição, os sons fortes têm vários outros efeitos físicos. Sons de 140 decibéis (dB) (som de um avião a jato pousando) podem produzir numerosas sensações desagradáveis; entre elas, perda de equilíbrio e náusea. A unidade Bel (B), utilizada no texto, representa:

- A a frequência do som.
- B a intensidade física do som.
- C o nível sonoro do som.
- D a potência do som.
- E o timbre do som.

e 3.400 Hz, Sabendo que a velocidade do

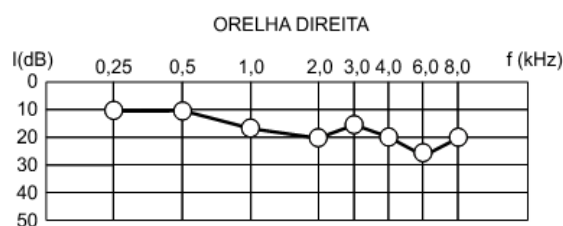
07. (Ear 2016) Se o ser humano pode ouvir sons de 20 a 20.000 Hz e sendo a velocidade do som no ar igual a 340 m/s, qual o menor comprimento de onda audível pelo ser humano?

- A 17 m
- B 1,7 m
- C $1,7 \times 10^{-1}$ m
- D $1,7 \times 10^{-2}$ m

08. (Fuvest 2014) O resultado do exame de audiometria de uma pessoa é mostrado nas figuras abaixo. Os gráficos representam o nível de intensidade sonora mínima I , em decibéis (dB), audível por suas orelhas direita e esquerda, em função da frequência f do som, em kHz. A comparação desse resultado com o de exames anteriores mostrou que, com o passar dos anos, ela teve perda auditiva.

Com base nessas informações, foram feitas as seguintes afirmações sobre a audição dessa pessoa:

- I. Ela ouve sons de frequência de 6 kHz e intensidade de 20 dB com a orelha direita, mas não com a esquerda.
- II. Um sussurro de 15 dB e frequência de 0,25 kHz é ouvido por ambas as orelhas.
- III. A diminuição de sua sensibilidade auditiva, com o passar do tempo, pode ser atribuída a degenerações dos ossos martelo, bigorna e estribo, da orelha externa, onde ocorre a conversão do som em impulsos elétricos.



É correto apenas o que se afirma em

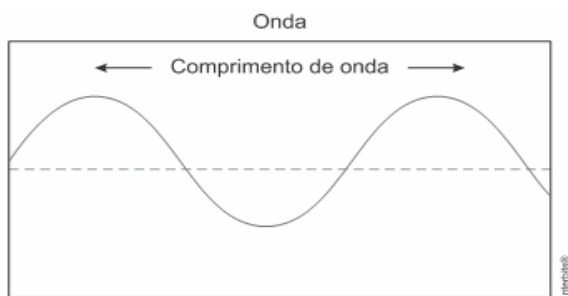
- A I
- B II
- C III
- D I e III
- E II e III

09. (Uepb 2014) Um jovem, ao fazer um exame de audiometria, por estar "ouvindo pouco", foi capaz de ouvir sons de faixas de frequências entre 40 Hz

som no ar é 340 m/s, o comprimento de onda correspondente ao som de maior frequência que o jovem ouviu, em centímetros, foi:

- A 11,5
- B 18,5
- C 10,00
- D 22,6
- E 98

10. (Albert Einstein - Medicina 2017) Definimos o intervalo entre dois sons, como sendo o quociente entre suas frequências, $i = f_2/f_1$. Quando $i = 1$, dizemos que os sons estão em uníssono; quando $i = 2$, dizemos que o intervalo corresponde a uma oitava acima; quando $i = 0,5$, temos um intervalo correspondente a uma oitava abaixo. Considere uma onda sonora de comprimento de onda igual a 5 cm, propagando-se no ar com velocidade de 340 m/s.



Determine a frequência do som, em hertz, que corresponde a uma oitava abaixo da frequência dessa onda.

- A 340
- B 3.400
- C 6.800
- D 13.600

NÍVEL AVANÇADO

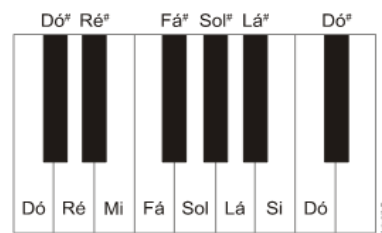
01. (Unesp 2018) Define-se a intensidade de uma onda (I) como potência transmitida por unidade de área disposta perpendicularmente à direção de propagação da onda. Porém, essa definição não é adequada para medir nossa percepção de sons, pois nosso sistema auditivo não responde de forma linear à intensidade das ondas incidentes, mas de forma logarítmica. Define-se, então, nível sonoro (β) como

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

sendo β dado em decibéis (dB) e $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$. Supondo que uma pessoa, posicionada de forma que a área de $6,0 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ de um de seus tímpanos esteja perpendicular à direção de propagação da onda, ouça um som contínuo de nível sonoro igual a 60dB durante 5,0 s, a quantidade de energia que atingiu seu tímpano nesse intervalo de tempo foi

- A $1,8 \times 10^{-8} \text{ J}$
- B $3,0 \times 10^{-12} \text{ J}$
- C $3,0 \times 10^{-10} \text{ J}$
- D $1,8 \times 10^{-14} \text{ J}$
- E $6,0 \times 10^{-9} \text{ J}$

02. (Fuvest 2015)



A figura acima mostra parte do teclado de um piano. Os valores das frequências das notas sucessivas, incluindo os sustenidos, representados pelo símbolo #, obedecem a uma progressão geométrica crescente da esquerda para a direita; a razão entre as frequências de duas notas Dó consecutivas vale 2, a frequência da nota Lá do teclado da figura é 440 Hz. O comprimento de onda, no ar, da nota Sol indicada na figura é próximo de

Note e adote:

$$- 2^{1/12} = 1,059$$

$$- (1,059)^2 = 1,12$$

- Velocidade do som no ar = 340 m/s

- A 0,56 m
- B 0,86 m
- C 1,06 m
- D 1,12 m
- E 1,45 m

SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2012) Para afinar um violão, um músico necessita de uma nota para referência, por exemplo, a nota Lá em um piano. Dessa forma,

instrumentos toquem a mesma nota. Mesmo ouvindo a mesma nota, é possível diferenciar o som emitido pelo piano e pelo violão.

Essa diferenciação é possível, porque

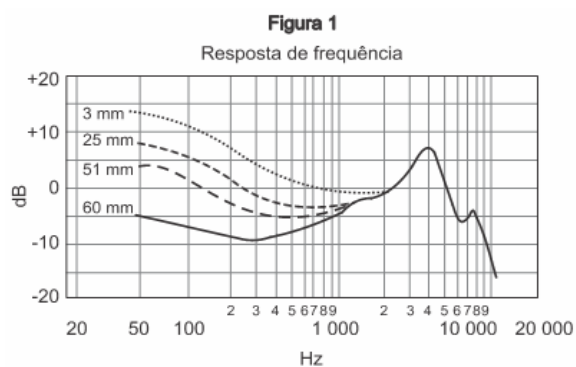
- A a ressonância do som emitido pelo piano é maior.
- B a potência do som emitido pelo piano é maior.
- C a intensidade do som emitido por cada instrumento é diferente.
- D o timbre do som produzido por cada instrumento é diferente.
- E a amplitude do som emitido por cada instrumento é diferente.

02. (Enem PPL 2013) Visando reduzir a poluição sonora de uma cidade, a Câmara de Vereadores aprovou uma lei que impõe o limite máximo de 40 dB (decibéis) para o nível sonoro permitido após as 22 horas.

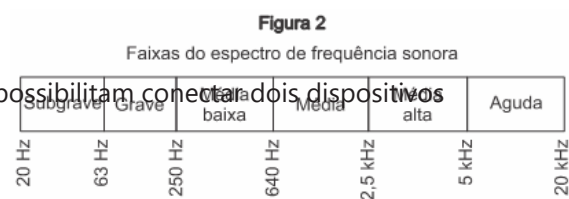
Ao aprovar a referida lei, os vereadores estão limitando qual característica da onda?

- A A altura da onda sonora.
- B A amplitude da onda sonora.
- C A frequência da onda sonora.
- D A velocidade da onda sonora.
- E O timbre da onda sonora.

03. (Enem 2016) A Figura 1 apresenta o gráfico da intensidade, em decibels (dB), da onda sonora emitida por um alto-falante, que está em repouso, e medida por um microfone em função da frequência da onda para diferentes distâncias: 3 mm, 25 mm, 51 mm e 60 mm. A Figura 2 apresenta um diagrama com a indicação das diversas faixas do espectro de frequência sonora para o modelo de alto-falante utilizado neste experimento.



Disponível em: www.balera.com.br. Acesso em: 8 fev. 2015.

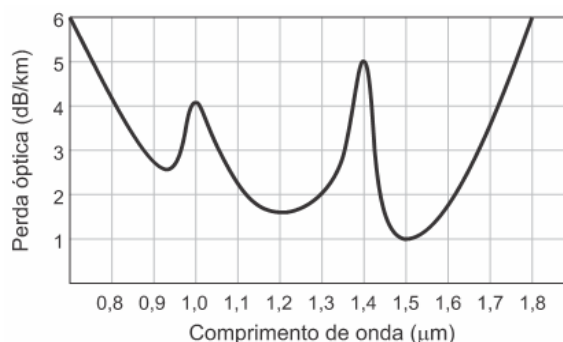


Disponível em: www.somsc.com.br. Acesso em: 2 abr. 2015.

Relacionando as informações presentes nas figuras 1 e 2, como a intensidade sonora percebida é afetada pelo aumento da distância do microfone ao alto-falante?

- A Aumenta na faixa das frequências médias.
- B Diminui na faixa das frequências agudas.
- C Diminui na faixa das frequências graves.
- D Aumenta na faixa das frequências médias altas.
- E Aumenta na faixa das frequências médias baixas.

04. (Enem 2017) Em uma linha de transmissão de informações por fibra óptica, quando um sinal diminui sua intensidade para valores inferiores a 10 dB, este precisa ser retransmitido. No entanto, intensidades superiores a 100 dB não podem ser transmitidas adequadamente. A figura apresenta como se dá a perda de sinal (perda óptica) para diferentes comprimentos de onda para certo tipo de fibra óptica.



Atenuação e limitações das fibras ópticas. Disponível em: www.gta.ufrj.br. Acesso em: 25 maio 2017 (adaptado).

Qual é a máxima distância, em km, que um sinal pode ser enviado nessa fibra sem ser necessária uma retransmissão?

- A 6
- B 18
- C 60
- D 90
- E 100

05. (Enem 2023) O bluetooth é uma tecnologia de comunicação sem fio, de curto alcance, presente em diferentes dispositivos eletrônicos de consumo. Ela permite que aparelhos eletrônicos diferentes se conectem e troquem dados entre si. No padrão bluetooth, denominado de Classe 2, as antenas transmitem sinais de potência igual a

distanciados até 10 m. Considere que essas antenas se comportam como fontes puntiformes que emitem ondas eletromagnéticas esféricas e que a intensidade do sinal é calculada pela potência por unidade de área. Considere 3 como valor aproximado para π .

Para que o sinal de bluetooth seja detectado pelas antenas, o valor mínimo de sua intensidade, em W/m^2 , é mais próximo de

- A $2,0 \times 10^{-6}$
- B $2,0 \times 10^{-5}$
- C $2,4 \times 10^{-5}$
- D $2,4 \times 10^{-3}$
- E $2,4 \times 10^{-1}$

2,4 mW e possibilitam conectar dois dispositivos



DISCURSIVAS

- 01.** (Fuvest 2016) O nível de intensidade sonora β , em decibéis (dB), é definido pela expressão $\beta = 10 \log(I/I_0)$ na qual I é a intensidade do som em W/m^2 e $I_0 = 10^{-12} W/m^2$ é um valor de referência. Os valores de nível de intensidade sonora $\beta = 0$ e $\beta = 120$ dB correspondem, respectivamente, aos limiares de audição e de dor para o ser humano. Como exposições prolongadas a níveis de intensidade sonora elevados podem acarretar danos auditivos, há uma norma regulamentadora (NR-15) do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, que estabelece o tempo máximo de 8 horas para exposição ininterrupta a sons de 85 dB e especifica que, a cada acréscimo de 5 dB no nível da intensidade sonora, deve-se dividir por dois o tempo máximo de exposição. A partir dessas informações, determine

a) a intensidade sonora I_a correspondente ao limiar de dor para o ser humano;

b) o valor máximo do nível de intensidade sonora β em dB, a que um trabalhador pode permanecer exposto por 4 horas seguidas;

c) os valores da intensidade I e da potência P do som no tímpano de um trabalhador quando o nível de intensidade sonora é 100 dB

Note e adote:

$$\pi = 3$$

Diâmetro do tímpano = 1 cm

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	C	A	D	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	C	E	D	B
6	7	8	9	10
C	D	B	C	B

AVANÇADO

1	2
C	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
D	B	C	D	A

DISCURSIVAS

- 02.** (Uerj 2013) Vulcões submarinos são fontes de ondas acústicas que se propagam no mar com frequências baixas, da ordem de 7,0 Hz, e comprimentos de onda da ordem de 220 m.

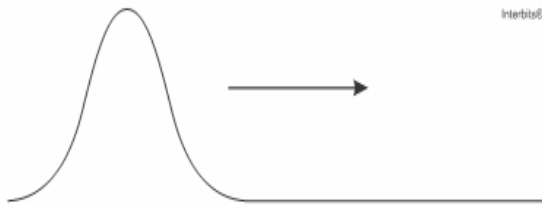
Utilizando esses valores, calcule a velocidade de propagação dessas ondas.

- 01.** a) $1 W/m^2$
b) 90 dB
c) $7,5 \times 10^{-7} W$

- 02.** $v = 1540 m/s$

NÍVEL BÁSICO

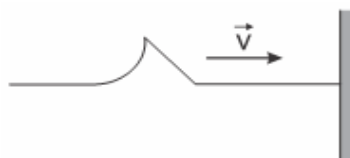
01. (Unifesp 2008) A figura representa um pulso se propagando em uma corda.



Pode-se afirmar que, ao atingir a extremidade dessa corda, o pulso se reflete

- A** se a extremidade for fixa e se extingue se a extremidade for livre.
- B** se a extremidade for livre e se extingue se a extremidade for fixa.
- C** com inversão de fase se a extremidade for livre e com a mesma fase se a extremidade for fixa.
- D** com inversão de fase se a extremidade for fixa e com a mesma fase se a extremidade for livre.
- E** com mesma fase, seja a extremidade livre ou fixa.

02. (Fgv 2008) A figura mostra um pulso que se aproxima de uma parede rígida onde está fixada a corda. Supondo que a superfície reflita perfeitamente o pulso, deve-se esperar que no retorno, após uma reflexão, o pulso assuma a configuração indicada em

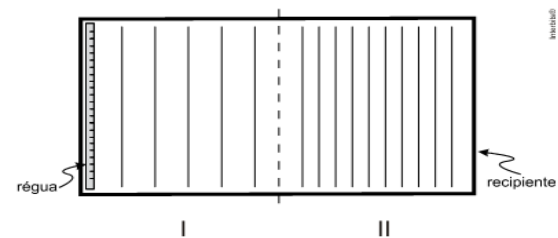


- A**
- B**

- C**
- D**
- E**

03. (UFMG 2009) Numa aula no Laboratório de Física, o professor faz, para seus alunos, a experiência que se descreve a seguir. Inicialmente, ele enche de água um recipiente retangular, em que há duas regiões - I e II -, de profundidades diferentes.

Esse recipiente, visto de cima, está representado nesta figura:



No lado esquerdo da região I, o professor coloca uma régua a oscilar verticalmente, com frequência constante, de modo a produzir um trem de ondas. As ondas atravessam a região I e propagam-se pela região II, até atingirem o lado direito do recipiente.

Na figura, as linhas representam as cristas de onda dessas ondas. Dois dos alunos que assistem ao experimento fazem, então, estas observações:

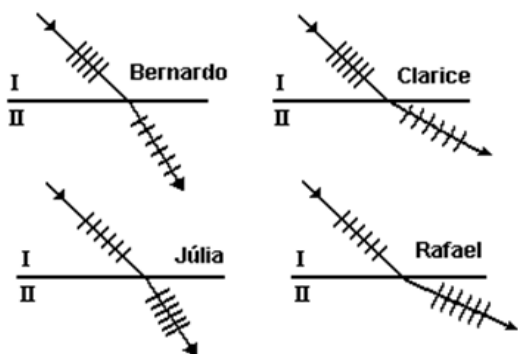
Bernardo: "A frequência das ondas na região • I é menor que na região II."

Rodrigo: "A velocidade das ondas na região • I é maior que na região II."

Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:

- A** Apenas a observação do Bernardo está certa.
- B** Apenas a observação do Rodrigo está certa.
- C** Ambas as observações estão certas.
- D** Nenhuma das duas observações está certa.

04. (UFMG 1998) Uma onda sofre refração ao passar de um meio I para um meio II. Quatro estudantes, Bernardo, Clarice, Júlia e Rafael, traçaram os diagramas mostrados na figura para representar esse fenômeno. Nesses diagramas, as retas paralelas representam as cristas das ondas e as setas, a direção de propagação da onda.



Os estudantes que traçaram um diagrama coerente com as leis da refração foram

- A Bernardo e Rafael
- B Bernardo e Clarice
- C Júlia e Rafael
- D Clarice e Júlia

05. (Ufrgs 2013) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.

A radiação luminosa emitida por uma lâmpada a vapor de lítio atravessa um bloco de vidro transparente, com índice de refração maior que o do ar.

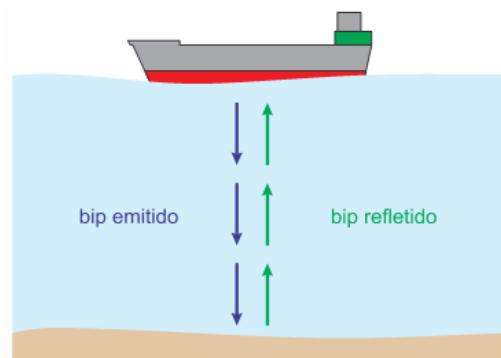
Ao penetrar no bloco de vidro, a radiação luminosa tem sua frequência _____. O comprimento de onda da radiação no bloco é _____ que no ar e sua velocidade de propagação é _____ que no ar.

disparos, e marque a opção correta.

- A alterada - maior - menor
- B alterada - o mesmo - maior
- C inalterada - maior - menor
- D inalterada - menor - menor
- E inalterada - menor - a mesma

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Uea-sis 1 2024) Um navio em repouso emite um bip de somar para detectar a profundidade do fundo do oceano e recebe o reflexo desse bip 0,4 s após sua emissão, conforme ilustrado na figura.



Sabendo que a velocidade de propagação do som na água é de 1.450 m/s, o fundo do oceano, no local abaixo do ponto em que o navio se encontra, está à profundidade de

- A 290 m
 - B 340 m
 - C 430 m
 - D 580 m
 - E 610 m
02. (Eam 2021) Um aluno, realizando exercício de tiro com pistola calibre 9 mm na Escola de Aprendizes de Marinheiro de Santa Catarina (EAMSC), ouve os ecos dos disparos 6,0 segundos após acionar a tecla do gatilho do armamento, ou seja, após realizar o disparo. Se a velocidade do som é de 330 m/s, determine a distância aproximada que se encontrava a superfície que refletia os sons dos
- A 950 m
 - B 960 m
 - C 970 m
 - D 980 m
 - E 990 m
03. (Acafe 2019) Os sensores de estacionamento ultrassonográficos, utilizados em automóveis, possuem receptores que são distribuídos em pontos estratégicos do veículo para proporcionar o controle de vários ângulos.



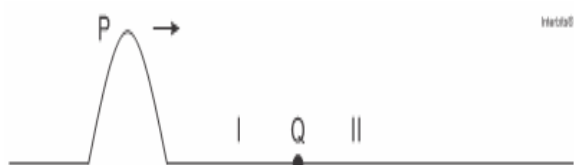
Fonte: Disponível em: <https://www.oficinadnet.com.br/tecnologia/22594-como-funciona-o-sensor-de-estacionamento>. [Adaptada]. Acesso em: 19 de abril de 2019.

Estes modelos de sensores funcionam por sinais sonoros imperceptíveis ao ouvido humano. Os sinais são direcionados aos objetos, rebatidos e acabam sendo captados pelos sensores que passam a informação das distâncias dos objetos até o veículo.

Com base no exposto, assinale, a alternativa correta.

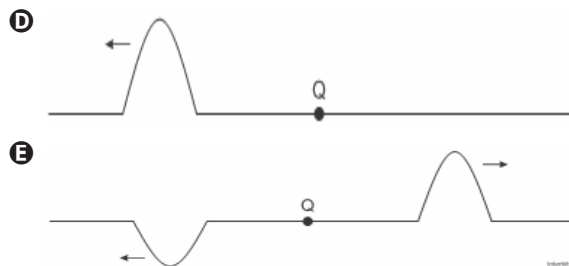
- A As ondas emitidas pelo sensor de estacionamento têm frequência superior a 20.000 Hz.
- B O funcionamento do sensor de estacionamento está baseado no fenômeno da difração.
- C As ondas emitidas pelo sensor de estacionamento são eletromagnéticas.
- D As ondas emitidas pelo sensor de estacionamento não podem ser refratadas.

04. (Esc. Naval 2017) Analise a figura abaixo.

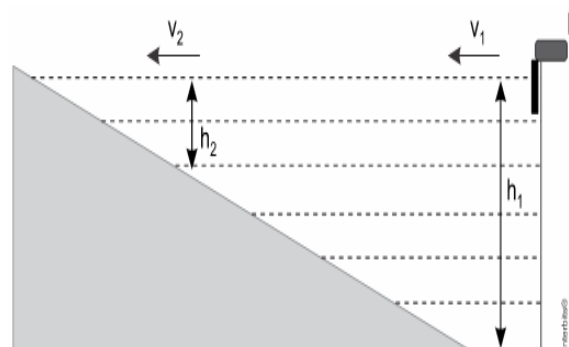


A figura acima representa um pulso P que se propaga em uma corda I, de densidade linear μ em direção a uma corda II, de densidade linear μ_{II} . O ponto Q é o ponto de junção das duas cordas. Sabendo que $\mu_I > \mu_{II}$, o perfil da corda logo após a passagem do pulso P pela junção Q é mais bem representado por

- A
- B
- C



05. (Insper 2019) O esquema da figura ilustra o perfil de uma cuba de ondas de profundidade espraída, cheia de água. É uma simulação do que acontece na realidade em uma praia marinha.



Uma fonte vibratória F, localizada na parte profunda da cuba, produz frentes de onda retas, paralelas à "praia", com frequência f. Sabe-se que ondas mecânicas na água sofrem mais refração com a diminuição da profundidade. Considerando as velocidades V_1 e V_2 de propagação das frentes de onda nas profundidades h_1 e h_2 , respectivamente, assim como os comprimentos de onda λ_1 e λ_2 e frequências de oscilação f_1 e f_2 são corretas as relações de ordem:

- A $V_1 > V_2, \lambda_1 = \lambda_2$ e $f_1 > f_2$
- B $V_1 > V_2, \lambda_1 > \lambda_2$ e $f_1 = f_2$
- C $V_1 > V_2, \lambda_1 > \lambda_2$ e $f_1 > f_2$
- D $V_1 = V_2, \lambda_1 > \lambda_2$ e $f_1 > f_2$
- E $V_1 > V_2, \lambda_1 = \lambda_2$ e $f_1 = f_2$

06. (Ifsul 2019) Uma onda propaga-se em um meio A com uma velocidade de 100 m/s e um comprimento de onda igual a 50 cm. A partir de um certo instante, a onda passa a se propagar em um meio B com uma velocidade de 150 m/s.

É correto afirmar que o comprimento de onda no meio B é igual a

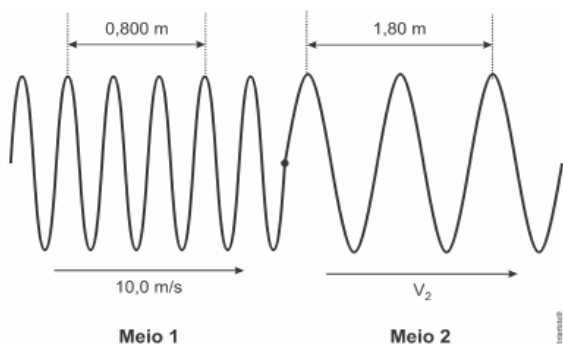
- A 150 cm
- B 75 cm
- C 100 cm
- D 50 cm

07. (Puccamp 2019) As ondas sonoras são ondas de natureza mecânica e, portanto, necessitam de um meio material para se propagarem. Ao passarem de um meio para outro, pode ocorrer variação na velocidade de propagação dessas ondas, caracterizando o fenômeno da refração.

Se, ao mudar de meio de propagação, a velocidade de uma onda aumentar,

- A** o seu período diminui.
- B** o seu período aumenta.
- C** a sua frequência diminui.
- D** o seu comprimento de onda diminui.
- E** o seu comprimento de onda aumenta.

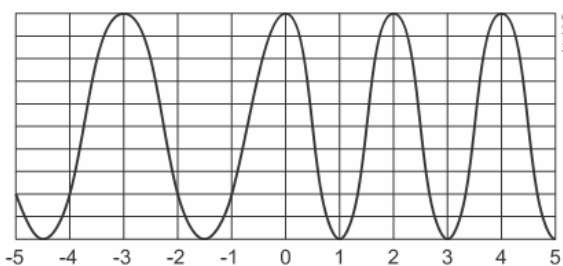
08. (Fmp 2022) Uma onda se propaga em uma corda e sofre refração, como mostrado na figura abaixo.



De acordo com as medidas mostradas na figura, a velocidade V_2 de propagação da onda no meio 2, em m/s, é de

- A** 3,33
- B** 10,0
- C** 14,4
- D** 20,0
- E** 33,75

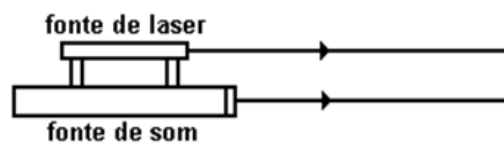
09. (UFGD 2013) (Unifesp 2009) O gráfico da figura mostra uma onda luminosa em dois meios com índices de refração diferentes. A interface que separa os meios encontra-se na coordenada $x = 0$. O meio com índice de refração $n_1 = 1,0$ ocupa a região $x < 0$ e o meio com índice de refração n_2 ocupa a região $x > 0$.



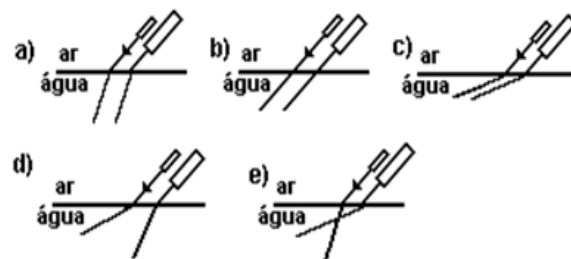
Analisando o gráfico, é possível afirmar que o índice de refração n_2 é:

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

10. (Unirio 1998) Uma fonte sonora, capaz de emitir som em uma única direção, foi fixada a uma fonte laser, como mostra a figura.

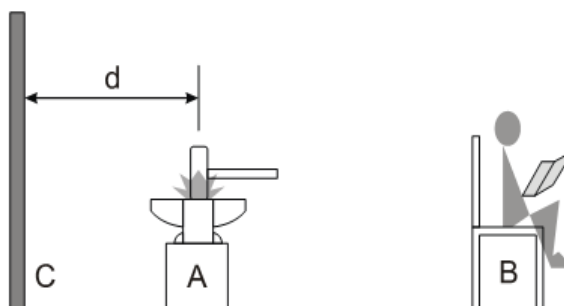


O conjunto foi ajustado para que a emissão de som e luz se faça em uma única direção. Considere que tal aparelho foi utilizado para lançar, sobre a superfície da água, som e luz com um mesmo ângulo de incidência. Qual das figuras a seguir melhor representa as trajetórias da luz e do som quando passam do ar para a água?



NÍVEL AVANÇADO

sobre uma bigorna (A) com marteladas a uma frequência constante de 2 Hz. Um estudante (B) pode ouvir os sons produzidos pelas marteladas, bem como os ecos provenientes da parede (C), conforme ilustra a figura.



Considerando-se o exposto, qual deve ser a menor distância d , entre a bigorna e a parede, para que o estudante não ouça os ecos das marteladas?

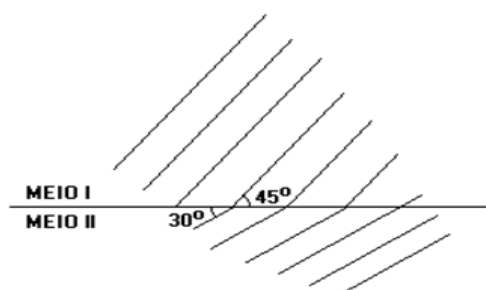
Dado:

Velocidade do som no ar: 340 m/s

- A 42 m
- B 85 m
- C 128 m
- D 170 m
- E 340 m

02. (Unirio 1997) Um vibrador produz ondas planas na superfície de um líquido com frequência 10 Hz e comprimento de onda 28 cm. Ao passarem do meio I para o meio II, como mostra a figura, foi verificada uma mudança na direção de propagação das ondas.

Dados: $\sqrt{2} = 1,4$



No meio II os valores da frequência e do comprimento de onda serão, respectivamente, iguais a

- A 10 Hz; 14 cm
- B 10 Hz; 20 cm
- C 10 Hz; 25 cm
- D 15 Hz; 14 cm
- E 15 Hz; 25 cm

de impedância acústica entre duas estruturas, maior será a intensidade de reflexão do pulso

SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2014) O sonar é um equipamento eletrônico que permite a localização de objetos e a medida de distâncias no fundo do mar, pela emissão de sinais sônicos e ultrassônicos e a recepção dos respectivos ecos. O fenômeno do eco corresponde à reflexão de uma onda sonora por um objeto, a qual volta ao receptor pouco tempo depois de o som ser emitido. No caso do ser humano, o ouvido é capaz de distinguir sons separados por, no mínimo, 0,1 segundo.

Considerando uma condição em que a velocidade do som no ar é 340 m/s, qual é a distância mínima a que uma pessoa deve estar de um anteparo refletor para que se possa distinguir o eco do som emitido?

- A 17 m
- B 34 m
- C 68 m
- D 1700 m
- E 3400 m

02. (Enem Digital 2020) Para se deslocar e obter alimentos, alguns mamíferos, como morcegos e golfinhos, contam com a sofisticada capacidade biológica de detectar a posição de objetos e animais pela emissão e recepção de ondas ultrassônicas.

O fenômeno ondulatório que permite o uso dessa capacidade biológica é a

- A reflexão.
- B difração.
- C refração.
- D dispersão.
- E polarização.

03. (Enem PPL 2018) O princípio básico de produção de imagens em equipamentos de ultrasonografia é a produção de ecos. O princípio pulso-eco refere-se à emissão de um pulso curto de ultrassom que atravessa os tecidos do corpo. No processo de interação entre o som e órgãos ou tecidos, uma das grandezas relevantes é a impedância acústica, relacionada à resistência do meio à passagem do som, definida pelo produto da densidade (ρ) do material pela velocidade (v) do som nesse meio. Quanto maior a diferença

e mais facilmente será possível diferenciá-las. A tabela mostra os diferentes valores de densidade e velocidade para alguns órgãos ou tecidos.

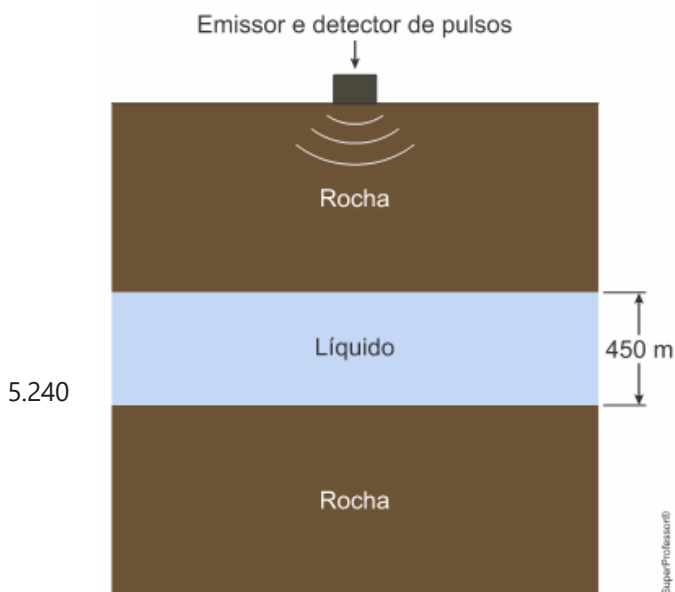
Estruturas	$\rho \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$	$v \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$
Cérebro	1.020	1.530
Músculo	1.040	1.580
Gordura	920	1.450
Osso	1.900	4.040

CAVALCANTE, M. A.; PEÇANHA, R.; LEITE, V. F. Princípios básicos de imagens ultrassônicas e a determinação da velocidade do som no ar através do eco. *Física na Escola*, n. 1, 2012 (adaptado).

Em uma imagem de ultrassom, as estruturas mais facilmente diferenciáveis são

- A osso e gordura.
- B cérebro e osso.
- C gordura e cérebro.
- D músculo e cérebro.
- E gordura e músculo.

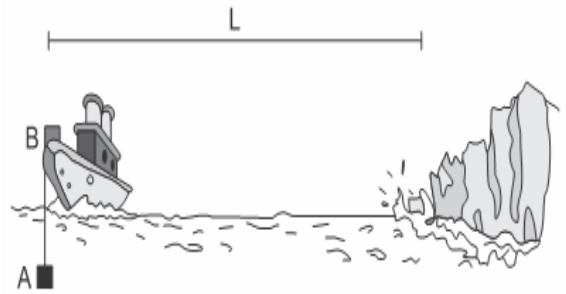
04. (Enem 2023) O petróleo é uma matéria-prima muito valiosa e métodos geofísicos são úteis na sua prospecção. É possível identificar a composição de materiais estratificados medindo-se a velocidade de propagação do som (onda mecânica) através deles. Considere que uma camada de 450m de um líquido se encontra presa no subsolo entre duas camadas rochosas, conforme o esquema. Um pulso acústico (que gera uma vibração mecânica) é emitido a partir da superfície do solo, onde são posteriormente recebidas duas vibrações refletidas (ecos). A primeira corresponde à reflexão do pulso na interface superior do líquido com a camada rochosa. A segunda vibração deve-se à reflexão do pulso na interface inferior. O tempo entre a emissão do pulso e a chegada do primeiro eco é de 0,5s. O segundo eco chega 1,1s após a emissão do pulso.



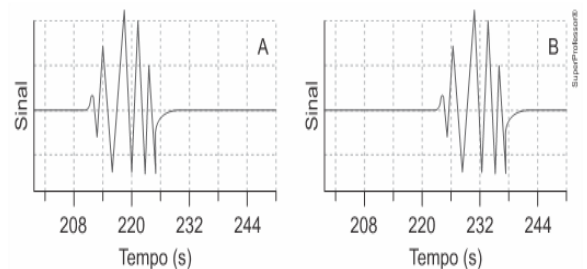
A velocidade do som na camada líquida, em metro por segundo, é

- A 270.
- B 540.
- C 818
- D 1.500
- E 1.800

05. (Enem 2022) O sinal sonoro oriundo da queda de um grande bloco de gelo de uma geleira é detectado por dois dispositivos situados em um barco, sendo que o detector A está imerso em água e o B, na proa da embarcação. Sabe-se que a velocidade do som na água é de 1540 m/s no ar é de 340 m/s



Os gráficos indicam, em tempo real, o sinal sonoro detectado pelos dois dispositivos, os quais foram ligados simultaneamente em um instante anterior à queda do bloco de gelo. Ao comparar pontos correspondentes desse sinal em cada dispositivo, é possível obter informações sobre a onda sonora.

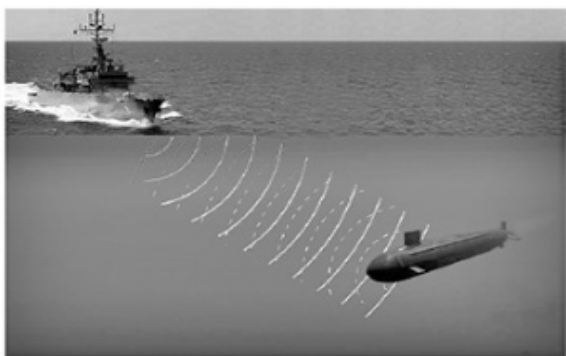


A distância L, em metro, entre o barco e a geleira é mais próxima de

- A 339.000
- B 78.900
- C 14.400
- D
- E 100

DISCURSIVAS

01. (Uerj 2015) Para localizar obstáculos totalmente submersos, determinados navios estão equipados com sonares, cujas ondas se propagam na água do mar. Ao atingirem um obstáculo, essas ondas retornam ao sonar, possibilitando assim a realização de cálculos que permitem a localização, por exemplo, de um submarino.



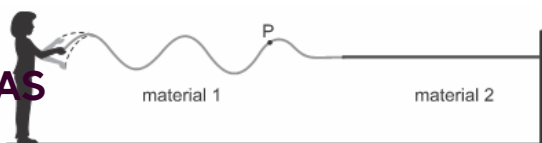
Adaptado de naval.com.br.

Admita uma operação dessa natureza sob as seguintes condições:

- temperatura constante da água do mar;
- velocidade da onda sonora na água igual a 1450 m/s;
- distância do sonar ao obstáculo igual a 290 m.

Determine o tempo, em segundos, decorrido entre o instante da emissão da onda pelo sonar e o de seu retorno após colidir com o submarino.

02. (Fuvest 2020) Uma pessoa produz oscilações periódicas em uma longa corda formada por duas porções de materiais diferentes 1 e 2, nos quais a velocidade de propagação das ondas é, respectivamente, de 5 m/s e 4 m/s. Segurando a extremidade feita do material 1, a pessoa abaixa e levanta sua mão regularmente, completando um ciclo a cada 0,5 s, de modo que as ondas propagam-se do material 1 para o material 2, conforme mostrado na figura. Despreze eventuais efeitos de reflexão das ondas.



a) Circule, dentre os vetores abaixo, aquele que melhor representa a velocidade do ponto P da corda no instante mostrado na figura.



b) Calcule a frequência e o comprimento de onda no material 1.

c) Calcule a frequência e o comprimento de onda no material 2.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	D	B	D	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	E	A	B	B
6	7	8	9	10
B	E	E	C	E

AVANÇADO

1	2
B	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	A	A	D	D

01. 0,4 s

02. a)

b) $f_1 = 2 \text{ Hz}$ e $\lambda_1 = 2,5 \text{ m}$

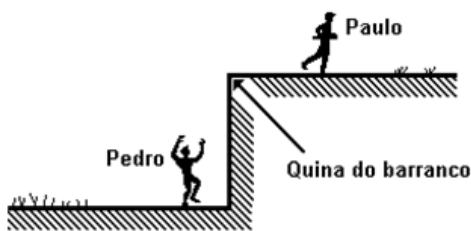
c) $f_2 = 2 \text{ Hz}$ e $\lambda_2 = 2 \text{ m}$

DISCURSIVAS



NÍVEL BÁSICO

01. (Ufrn 1999) Pedro está trabalhando na base de um barranco e pede uma ferramenta a Paulo, que está na parte de cima (ver figura). Além do barranco, não existe, nas proximidades, nenhum outro obstáculo.



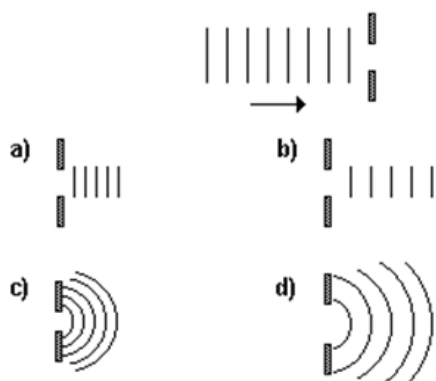
Do local onde está, Paulo não vê Pedro, mas escuta-o muito bem porque, ao passarem pela quina do barranco, as ondas sonoras sofrem

- A** convecção
- B** reflexão
- C** polarização
- D** difração

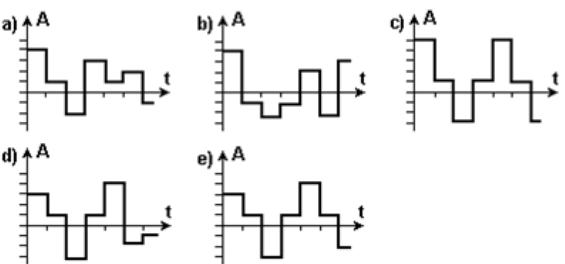
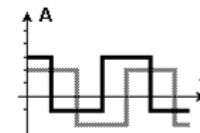
02. (UFMG 2001) Na figura, está representada uma onda que, ao se propagar, se aproxima de uma barreira. A posição das cristas dessa onda, em um certo momento, está representada pelas linhas verticais. A seta indica a direção de propagação da onda. Na barreira, existe uma abertura retangular de largura ligeiramente maior que o comprimento de onda da onda.

C interferência - difração - refração.

Considerando essas informações, assinale a alternativa em que MELHOR estão representadas as cristas dessa onda após ela ter passado pela barreira.

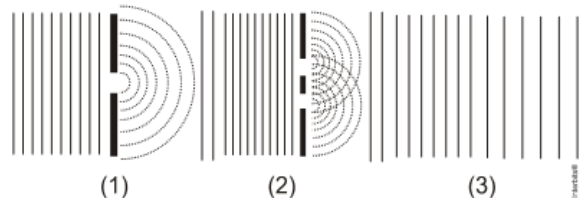


03. (Ufc 2004) Duas ondas ocupam a mesma região no espaço e têm amplitudes que variam com o tempo, conforme o gráfico a seguir.



Assinale a alternativa que contém o gráfico resultante da soma dessas duas ondas.

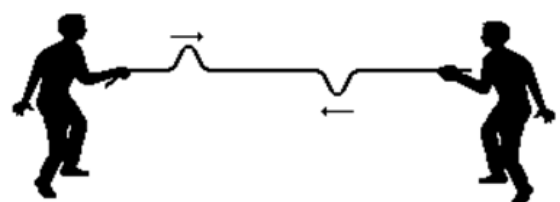
04. (Ufrgs 2011) Em cada uma das imagens abaixo, um trem de ondas planas move-se a partir da esquerda.



Os fenômenos ondulatórios apresentados nas figuras 1, 2 e 3 são, respectivamente,

- A** refração - interferência - difração.
- B** difração - interferência - refração.
- D** difração - refração - interferência.
- E** interferência - refração - difração.

05. (UFMG 1997) Duas pessoas esticam uma corda, puxando por suas extremidades, e cada uma envia um pulso na direção da outra. Os pulsos têm o mesmo formato, mas estão invertidos como mostra a figura.



Pode-se afirmar que os pulsos

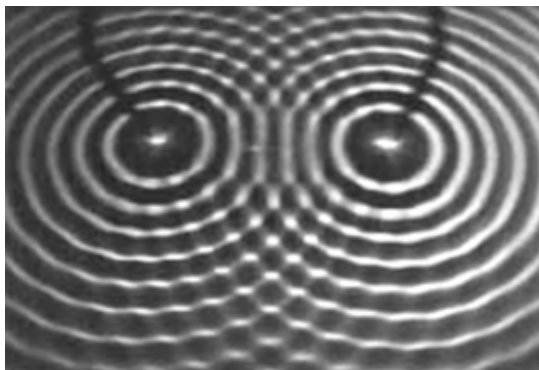
- A** passarão um pelo outro, cada qual chegando à outra extremidade.
- B** se destruirão, de modo que nenhum deles chegará às extremidades.
- C** serão refletidos, ao se encontrarem, cada um mantendo-se no mesmo lado em que estava com relação à horizontal.
- D** serão refletidos, ao se encontrarem, porém invertendo seus lados com relação à horizontal.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (Ufu 2022) Duas pessoas conversam dentro de uma sala, enquanto uma terceira está no corredor, posicionada de forma que não pode vê-las, mas pode ouvi-las. Em relação a essa situação e à diferença entre percepção visual e auditiva, é correto afirmar que

- A** o som é uma onda de pressão que se propaga sem sofrer refração nem atenuação.
- B** a luz se propaga em linha reta, mas o som se propaga ao longo de arcos de circunferência.
- C** o comprimento de onda do som é muito maior do que o da luz e a onda sonora sofre mais difração.
- D** a intensidade da onda sonora é muito maior do que a intensidade da onda luminosa.

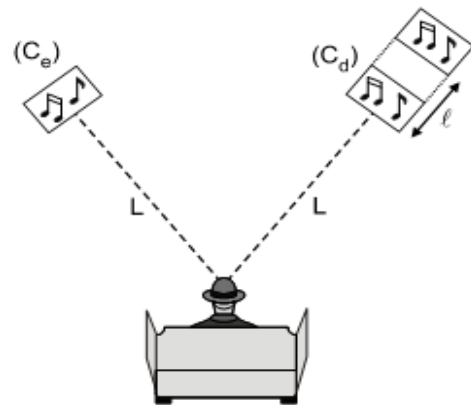
- 02.** (Unesp 2009) A figura mostra um fenômeno ondulatório produzido em um dispositivo de demonstração chamado tanque de ondas, que neste caso são geradas por dois martelinhos que batem simultaneamente na superfície da água 360 vezes por minuto. Sabe-se que a distância entre dois círculos consecutivos das ondas geradas é 3,0 cm.



Pode-se afirmar que o fenômeno produzido é a:

- A** interferência entre duas ondas circulares que se propagam com velocidade de 18 cm/s.
- B** interferência entre duas ondas circulares que se propagam com velocidade de 9,0 cm/s.
- C** interferência entre duas ondas circulares que se propagam com velocidade de 2,0 cm/s.
- D** difração de ondas circulares que se propagam com velocidade de 18 cm/s.
- E** difração de ondas circulares que se propagam com velocidade de 2,0 cm/s.

- 03.** (Fuvest 2014) O Sr. Rubinato, um músico aposentado, gosta de ouvir seus velhos discos sentado em uma poltrona. Está ouvindo um conhecido solo de violino quando sua esposa Matilde afasta a caixa acústica da direita (C_d) de uma distância l , como visto na figura abaixo.



Em seguida, Sr. Rubinato reclama: Não consigo mais ouvir o Lá do violino, que antes soava bastante forte! Dentre as alternativas abaixo para a distância l , a única compatível com a reclamação do Sr. Rubinato é

Note e adote:

O mesmo sinal elétrico do amplificador é ligado aos dois alto-falantes, cujos cones se movimentam em fase.

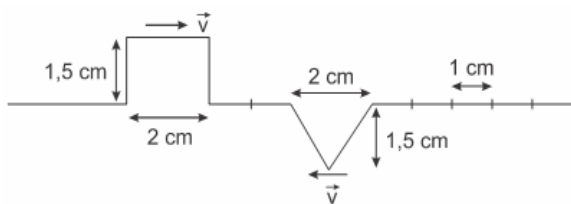
A frequência da nota Lá é 440 Hz.

A velocidade do som no ar é 330 m/s.

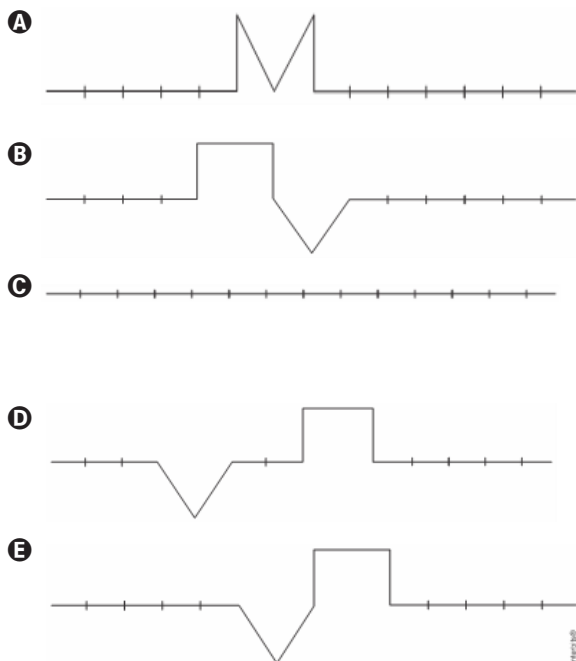
A distância entre as orelhas do Sr. Rubinato deve ser ignorada.

- A** 38 cm
- B** 44 cm
- C** 60 cm
- D** 75 cm
- E** 150 cm

- 04.** (Ufla 2003) Dois pulsos, sendo um quadrado e outro triangular, propagam-se em uma corda em sentidos opostos, com velocidade $v = 1$ cm/s, como mostra a figura a seguir.

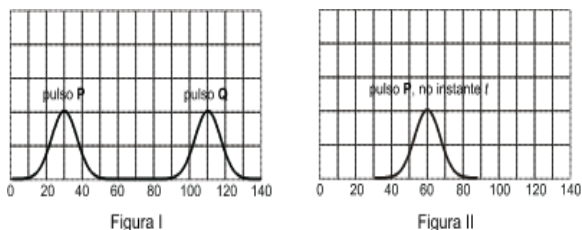


Considerando o posicionamento dos pulsos em $t = 0$, pode-se afirmar que no instante $t = 2$ s, a figura que melhor representa a configuração da corda é

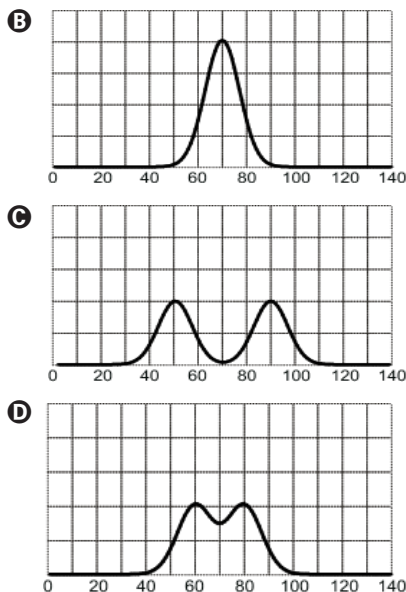
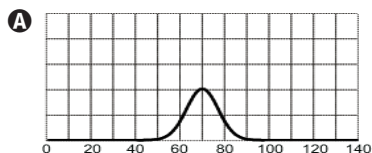


05. (UFMG 2010) Na Figura I, estão representados os pulsos P e Q, que estão se propagando em uma corda e se aproximam um do outro com velocidades de mesmo módulo.

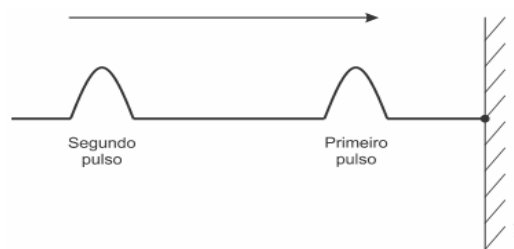
Na Figura II, está representado o pulso P, em um instante t , posterior, caso ele estivesse se propagando sozinho.



A partir da análise dessas informações, assinale a alternativa em que a forma da corda no instante t está CORRETAMENTE representada.



06. (Fmp 2021) Em um laboratório de ondas, uma das extremidades de uma corda homogênea é fixada na parede, e são gerados dois pulsos na corda, como mostra a figura abaixo.



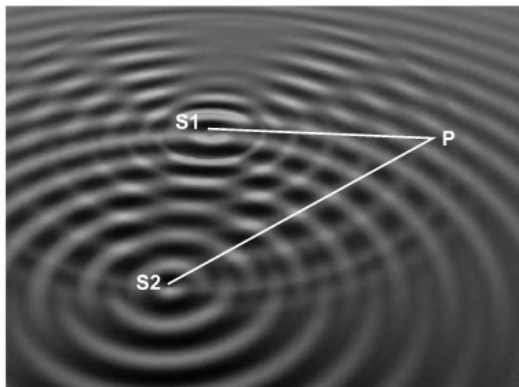
A superposição entre a reflexão do primeiro pulso e o segundo pulso incidente gera

- A** uma interferência construtiva
- B** a refração dos pulsos
- C** a polarização dos pulsos
- D** uma interferência destrutiva
- E** a difração dos pulsos

07. (Uece 2014) Uma onda sonora de 170 Hz se propaga no sentido norte-sul, com uma velocidade de 340 m/s. Nessa mesma região de propagação, há uma onda eletromagnética com comprimento de onda $2 \times 10^6 \mu\text{m}$, viajando em sentido contrário. Assim, é correto afirmar-se que as duas ondas têm

- A** mesmo comprimento de onda, e pode haver interferência construtiva.
- B** mesmo comprimento de onda, e pode haver interferência destrutiva.
- C** mesmo comprimento de onda, e não pode haver interferência.
- D** diferentes comprimentos de onda, e não pode haver interferência.

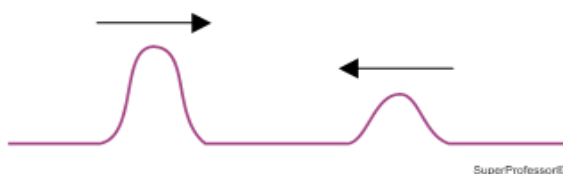
08. (Fcmmg 2022) Ondas são formadas num lago por meio de duas fontes S1 e S2, que produzem pulsos simultâneos, com a mesma frequência e estão em fase, como na figura abaixo. Pelo ponto P passa uma linha nodal.



(Disponível em <http://vestibulandoonline.blogspot.com/2011/09/ondas.html>. Adaptado.)

A distância entre S1 e P é de 60 cm e de S2 a P, 62 cm. O comprimento de onda das ondas produzidas será de:

09. (Famerp 2023) Dois pulsos se propagam em sentidos opostos em uma corda homogênea, conforme mostra a figura.



Antes de se superporem, os valores da velocidade de propagação e da amplitude do pulso à esquerda na figura são, respectivamente, v_A e A_A . Depois do intervalo de tempo em que ocorre a superposição, esse mesmo pulso estará se propagando com velocidade v_D e amplitude A_D , tais que

10. (Unicentro 2023) Dois alto-falantes, distante mais ou menos 1 metro um do outro, emitem sons puros de mesma frequência e volume. Quando um ouvinte caminha paralelamente à linha imaginária que une esses alto-falantes, o som é escutado com volume alternadamente alto e baixo. Isso ocorre porque as ondas sonoras emitidas pelos

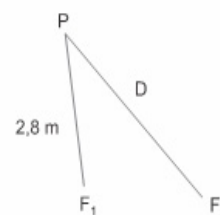
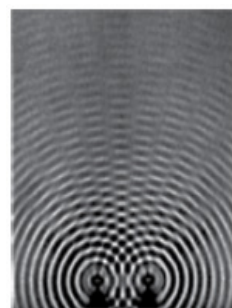
dois alto-falantes chegam, a cada ponto da linha imaginária que os une, em fase ou defasadas e seus efeitos são somados ou subtraídos.

Assinale a alternativa que apresenta, corretamente, o fenômeno ondulatório que produz tal efeito.

- A Difração
B Interferência
C Polarização
D Reflexão
E Refração

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fgv 2017) As figuras a seguir representam uma foto e um esquema em que F_1 e F_2 são fontes de frentes de ondas mecânicas planas, coerentes e em fase, oscilando com a frequência de 4,0 Hz. As ondas produzidas propagam-se a uma velocidade de 2,0 m/s. Sabe-se que $D > 2,8$ m e que P é um ponto vibrante de máxima amplitude.



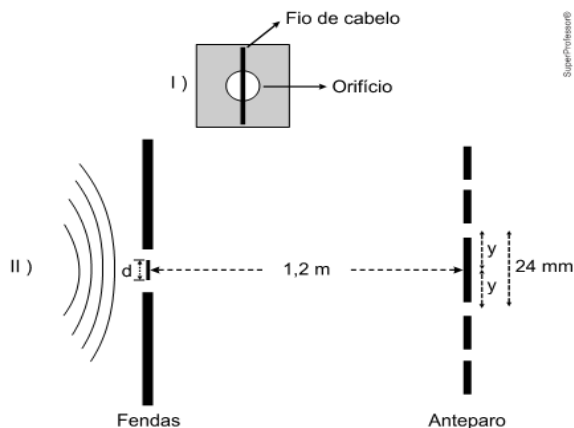
F_1 F_2

(educação.com.br)

Nessas condições, o menor valor de D deve ser

- A 2,9 m
B 3,0 m
C 3,1 m
D 3,2 m
E 3,3 m
02. (Uft 2023) Um experimento de interferência foi realizado para determinar a espessura de um fio de cabelo. A figura I ilustra um fio de cabelo fixado sobre um orifício, dividindo-o ao meio, formando duas fendas. As frentes de onda produzidas por uma fonte de luz com comprimento de onda 630nm passam através das fendas e formam no anteparo as franjas de interferência.
- O anteparo está posicionado a uma distância $L = 1,2$ m atrás do orifício e as franjas de interferência, localizadas a uma distância y a partir do centro, conforme a figura II. A distância d entre as duas fendas é igual à espessura do fio de cabelo.

De acordo com o padrão de interferência observado, d é igual ao produto do comprimento de onda pela distância L , dividido pela posição central da franja de interferência.

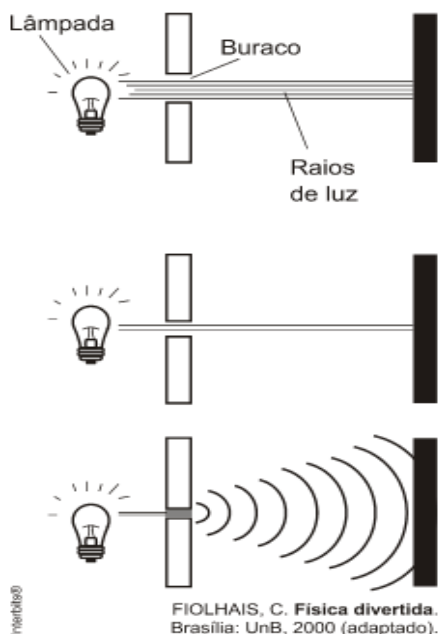


Nessas condições, a espessura do fio de cabelo, em metro, é:

- A $3,2 \times 10^{-2}$
- B $6,3 \times 10^{-2}$
- C $3,2 \times 10^{-5}$
- D $6,3 \times 10^{-5}$

SEÇÃO ENEM

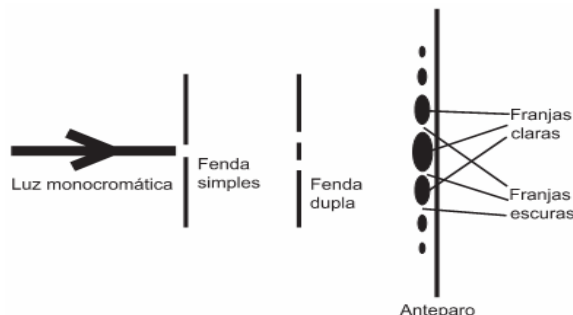
01. (Enem 2011) Ao diminuir o tamanho de um orifício atravessado por um feixe de luz, passa menos luz por intervalo de tempo, e próximo da situação de completo fechamento do orifício, verifica-se que a luz apresenta um comportamento como o ilustrado nas figuras. Sabe-se que o som, dentro de suas particularidades, também pode se comportar dessa forma.



Em qual das situações a seguir está representado o fenômeno descrito no texto?

- A Ao se esconder atrás de um muro, um menino ouve a conversa de seus colegas.
- B Ao gritar diante de um desfiladeiro, uma pessoa ouve a repetição do seu próprio grito.
- C Ao encostar o ouvido no chão, um homem percebe o som de uma locomotiva antes de ouvi-lo pelo ar.
- D Ao ouvir uma ambulância se aproximando, uma pessoa percebe o som mais agudo do que quando aquela se afasta.
- E Ao emitir uma nota musical muito aguda, uma cantora de ópera faz com que uma taça de cristal se despedace.

02. (Enem PPL 2017) O debate a respeito da natureza da luz perdurou por séculos, oscilando entre a teoria corpuscular e a teoria ondulatória. No início do século XIX, Thomas Young, com a finalidade de auxiliar na discussão, realizou o experimento apresentado de forma simplificada na figura. Nele, um feixe de luz monocromática passa por dois anteparos com fendas muito pequenas. No primeiro anteparo há uma fenda e no segundo, duas fendas. Após passar pelo segundo conjunto de fendas, a luz forma um padrão com franjas claras e escuras.

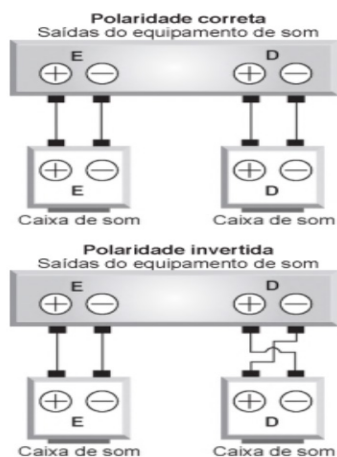


SILVA, F. W. O. A evolução da teoria ondulatória da luz e os livros didáticos. Revista Brasileira de Ensino de Física, n. 1, 2007 (adaptado).

Com esse experimento, Young forneceu fortes argumentos para uma interpretação a respeito da natureza da luz, baseada em uma teoria

- A corpuscular, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer dispersão e refração.
- B corpuscular, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer dispersão e reflexão.
- C ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer difração e polarização.
- D ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer interferência e reflexão.
- E ondulatória, justificada pelo fato de, no experimento, a luz sofrer difração e interferência.

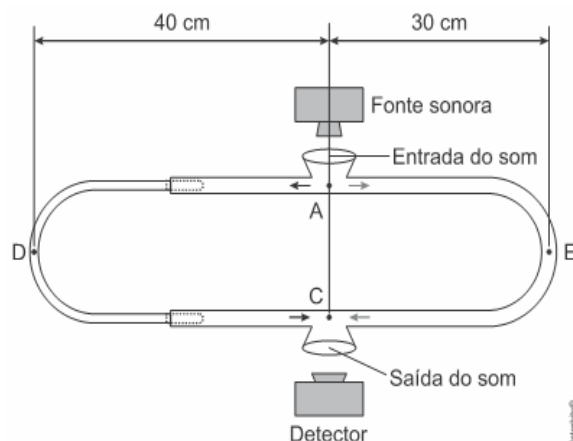
- 03.** (Enem 2018) Nos manuais de instalação de equipamentos de som há o alerta aos usuários para que observem a correta polaridade dos fios ao realizarem as conexões das caixas de som. As figuras ilustram o esquema de conexão das caixas de som de um equipamento de som mono, no qual os alto-falantes emitem as mesmas ondas. No primeiro caso, a ligação obedece às especificações do fabricante e no segundo mostra uma ligação na qual a polaridade está invertida.



O que ocorre com os alto-falantes E e D se forem conectados de acordo com o segundo esquema?

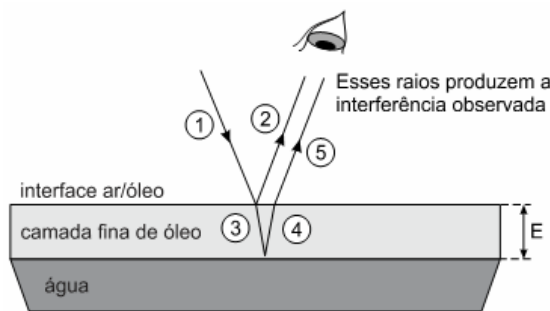
- A** O alto-falante E funciona normalmente e o D entra em curto-circuito e não emite som.
- B** O alto-falante E emite ondas sonoras com frequências ligeiramente diferentes do alto-falante D provocando o fenômeno de batimento.
- C** O alto-falante E emite ondas sonoras com frequências e fases diferentes do alto-falante D provocando o fenômeno conhecido como ruído.
- D** O alto-falante E emite ondas sonoras que apresentam um lapso de tempo em relação às emitidas pelo alto-falante D provocando o fenômeno de reverberação.
- E** O alto-falante E emite ondas sonoras em oposição de fase às emitidas pelo alto-falante D provocando o fenômeno de interferência destrutiva nos pontos equidistantes aos alto-falantes.
- 04.** (Enem 2017) O trombone de Quincke é um dispositivo experimental utilizado para demonstrar o fenômeno da interferência de ondas sonoras. Uma fonte emite ondas sonoras de determinada frequência na entrada do dispositivo. Essas ondas se dividem pelos dois caminhos (ADC e AEC) e se encontram no ponto C a saída do dispositivo, onde se posiciona um detector.

O trajeto ADC pode ser aumentado pelo deslocamento dessa parte do dispositivo. Com o trajeto ADC igual ao AEC, capta-se um som muito intenso na saída. Entretanto, aumentando-se gradativamente o trajeto ADC, até que ele fique como mostrado na figura, a intensidade do som na saída fica praticamente nula. Desta forma, conhecida a velocidade do som no interior do tubo (320 m/s), é possível determinar o valor da frequência do som produzido pela fonte.



O valor da frequência, em hertz, do som produzido pela fonte sonora é

- A** 3200
- B** 1600
- C** 800
- D** 640
- E** 400
- 05.** (Enem 2015) Certos tipos de superfícies na natureza podem refletir luz de forma a gerar um efeito de arco-íris. Essa característica é conhecida como iridescência e ocorre por causa do fenômeno da interferência de película fina. A figura ilustra o esquema de uma fina camada iridescente de óleo sobre uma poça d'água. Parte do feixe de luz branca incidente (1) reflete na interface ar/óleo e sofre inversão de fase (2), o que equivale a uma mudança de meio comprimento de onda. A parte refratada do feixe (3) incide na interface óleo/água e sofre reflexão sem inversão de fase (4). O observador indicado enxergará aquela região do filme com coloração equivalente à do comprimento de onda que sofre interferência completamente construtiva entre os raios (2) e (5), mas essa condição só é possível para uma espessura mínima da película. Considere que o caminho percorrido em (3) e (4) corresponde ao dobro da espessura E da película de óleo.



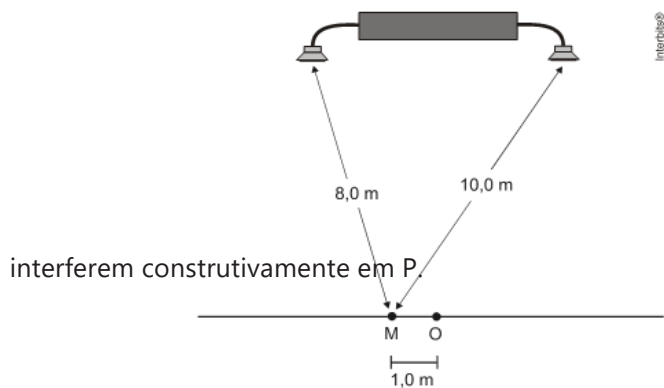
Disponível em: <http://2011.igem.org>. Acesso em: 18 nov. 2014 (adaptado).

Expressa em termos do comprimento de onda (λ), a espessura mínima é igual a

- A $\lambda/4$
- B $\lambda/2$
- C $3\lambda/4$
- D λ
- E 2λ

DISCURSIVAS

01. (UFMG 2012) Dois alto-falantes idênticos, bem pequenos, estão ligados o mesmo amplificador e emitem ondas sonoras em fase, em uma só frequência, com a mesma intensidade, como mostrado nesta figura:



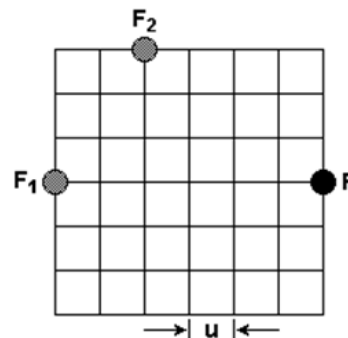
Igor está posicionado no ponto O, equidistante dos dois alto-falantes, e escuta o som com grande intensidade. Ele começa a andar ao longo da linha paralela aos alto-falantes e percebe que o som vai diminuindo de intensidade, passa por um mínimo e, depois, aumenta novamente. Quando Igor chega ao ponto M, a 1,0 m do ponto O, a intensidade do som alcança, de novo, o valor máximo.

Em seguida, Igor mede a distância entre o ponto M e cada um dos alto-falantes e encontra 8,0 m e 10,0 m, como indicado na figura.

a) Explique por que, ao longo da linha OM, a intensidade do som varia da forma descrita e calcule o comprimento de onda do som emitido pelos alto-falantes.

b) Se a frequência emitida pelos alto-falantes aumentar, o ponto M estará mais distante ou mais próximo do ponto O? Justifique sua resposta.

02. (Unesp 2006) Duas fontes, F_1 e F_2 , estão emitindo sons de mesma frequência. Elas estão posicionadas conforme ilustrado na figura, onde se apresenta um reticulado cuja unidade de comprimento é dada por $u = 6,0$ m.



No ponto P ocorre interferência construtiva entre as ondas e é um ponto onde ocorre um máximo de intensidade. Considerando que a velocidade do som no ar é 340 m/s e que as ondas são emitidas sempre em fase pelas fontes F_1 e F_2 , calcule

- a) o maior comprimento de onda dentre os que
- b) as duas menores frequências para as quais ocorre interferência construtiva em P.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	D	C	B	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	A	A	A	D
6	7	8	9	10
D	C	B	C	B

AVANÇADO

1	2
E	D

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	E	E	C	A

DISCURSIVAS

- 01.** a) Ao longo da linha OM, há pontos onde ocorre interferência construtiva (som de intensidade máxima) e pontos onde ocorre interferência destrutiva (som de intensidade mínima). Percorrendo essa linha, entre um ponto de intensidade máxima e um de intensidade mínima, o som vai gradativamente diminuindo de intensidade. $\lambda = 2 \text{ m}$

b) Como a velocidade é constante, se a frequência aumenta, o comprimento de onda diminui, diminuindo o módulo da diferença Δx . Para tal, x_1 diminui e x_2 aumenta; conseqüentemente, o ponto M estará mais próximo do ponto O.

- 02.** a) 6,0 m
b) 56,7Hz e 113,3 Hz



NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ufrn 2005) As fotografias 1 e 2, mostradas a seguir, foram tiradas da mesma cena. A fotografia 1 permite ver, além dos objetos dentro da vitrine, outros objetos que estão fora dela (como, por exemplo, os automóveis), que são vistos devido à luz proveniente destes refletida pelo vidro comum da vitrine. Na fotografia 2, a luz refletida foi eliminada por um filtro polarizador colocado na frente da lente da câmera fotográfica.



Comparando-se as duas fotos, pode-se afirmar que

- A** a luz proveniente dos objetos dentro da vitrine não está polarizada e a luz refletida pelo vidro não está polarizada.
 - B** a luz proveniente dos objetos dentro da vitrine está polarizada e a luz refletida pelo vidro não está polarizada.
 - C** a luz proveniente dos objetos dentro da vitrine não está polarizada e a luz refletida pelo vidro está polarizada.
 - D** a luz proveniente dos objetos dentro da vitrine está polarizada e a luz refletida pelo vidro está polarizada.
- 02.** (Uel 2014) As ambulâncias, comuns nas grandes cidades, quando transitam com suas sirenes ligadas, causam ao sentido auditivo de pedestres parados a percepção de um fenômeno sonoro denominado efeito Doppler.

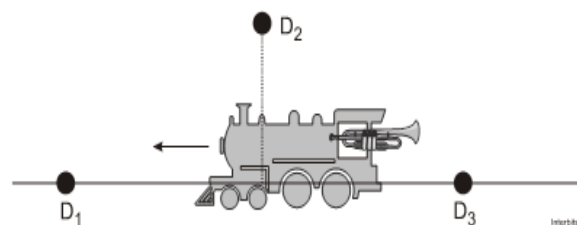
Sobre a aproximação da sirene em relação a um pedestre parado, assinale a alternativa

que apresenta, corretamente, o efeito sonoro percebido por ele causado pelo efeito Doppler.

- A** Aumento no comprimento da onda sonora.
- B** Aumento na amplitude da onda sonora.
- C** Aumento na frequência da onda sonora.
- D** Aumento na intensidade da onda sonora.
- E** Aumento na velocidade da onda sonora.

- 03.** (Ufu 2011) O efeito Doppler recebe esse nome em homenagem ao físico austríaco Johann Christian Doppler que o propôs em 1842. As primeiras medidas experimentais do efeito foram realizadas por Buys Ballot, na Holanda, usando uma locomotiva que puxava um vagão aberto com vários trompetistas que tocavam uma nota bem definida.

Considere uma locomotiva com um único trompetista movendo-se sobre um trilho horizontal da direita para a esquerda com velocidade constante. O trompetista toca uma nota com frequência única f . No instante desenhado na figura, cada um dos três observadores detecta uma frequência em sua posição. Nesse instante, a locomotiva passa justamente pela frente do observador D_2 .

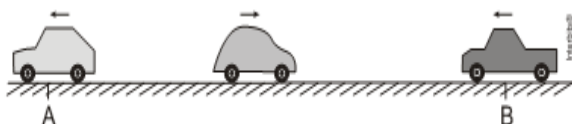


Analise as afirmações abaixo sobre os resultados

- I. O som percebido pelo detector D_1 é mais agudo que o som emitido e escutado pelo trompetista.
 - II. A frequência medida pelo detector D_1 é menor que f .
 - III. As frequências detectadas por D_1 e D_2 são iguais e maiores que f , respectivamente.
 - IV. A frequência detectada por D_2 é maior que a detectada por D_3 .
- Assinale a alternativa que apresenta as afirmativas corretas.

- A** Apenas I e IV
- B** Apenas II
- C** Apenas II e IV
- D** Apenas III

04. (Ufpb 2010) Em um trecho reto de determinada estrada, um fusca move-se do ponto A para o ponto B com velocidade de 20 m/s. Dois outros carros estão passando pelos pontos A e B, com velocidade de 20 m/s, porém com sentido contrário ao do fusca, conforme ilustrado na figura a seguir. Nesse momento, o motorista do fusca começa buzinar e o som emitido pela buzina tem frequência f .



Denominando as frequências ouvidas pelos motoristas dos carros que passam pelos pontos A e B de f_A e f_B , respectivamente, é correto afirmar que

- A $f_A = f_B > f$
 - B $f_A = f_B < f$
 - C $f_A > f > f_B$
 - D $f_A < f < f_B$
 - E $f_A = f_B = f$
05. (Ufsm 2007) Ondas ultrassônicas são emitidas por uma fonte em repouso em relação ao paciente, com uma frequência determinada. Essas ondas são refletidas por células do sangue que se _____ de um detector de frequências em repouso, em relação ao mesmo paciente. Ao analisar essas ondas refletidas, o detector medirá frequências _____ que as emitidas pela fonte. Esse fenômeno é conhecido como _____.

Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- A afastam – menores – efeito Joule
- B afastam – maiores – efeito Doppler
- C aproximam – maiores – efeito Joule
- D afastam – menores – efeito Doppler
- E aproximam – menores – efeito Tyndal

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Pucpr Medicina 2023) Diversos animais, como morcegos, baleias e golfinhos, utilizam-se da chamada ecolocalização: o animal emite uma onda sonora que, após ser refletida num obstáculo (que pode ser uma presa, por exemplo), retorna e é captada novamente por ele.

Com base no intervalo de tempo entre emissão e recepção, bem como na frequência da onda sonora captada pelo animal, que pode ser diferente da que foi emitida, ele pode obter informações acerca da distância e da velocidade do obstáculo. Considere um golfinho que se aproxima diretamente, com velocidade constante, de uma montanha submarina. Quando está a 1500 m da montanha, o golfinho emite um estalido, de frequência 100 kHz e comprimento de onda 15 mm na água, e continua a deslocar-se com a mesma velocidade. A respeito do descrito, é CORRETO afirmar:

- A A frequência da onda sonora captada pelo golfinho após ser refletida no obstáculo é igual a 100 kHz, e o intervalo de tempo entre emissão e recepção da onda é igual 2 s.
- B A frequência da onda sonora captada pelo golfinho após ser refletida no obstáculo é menor do que 100 kHz, e o intervalo de tempo entre emissão e recepção da onda é maior do que 2 s.
- C A frequência da onda sonora captada pelo golfinho após ser refletida no obstáculo é maior do que 100 kHz, e o intervalo de tempo entre emissão e recepção da onda é igual 2 s.
- D A frequência da onda sonora captada pelo golfinho após ser refletida no obstáculo é igual 100 kHz, e o intervalo de tempo entre emissão e recepção da onda é menor do que 2 s.
- E A frequência da onda sonora captada pelo golfinho após ser refletida no obstáculo é maior do que 100 kHz, e o intervalo de tempo entre emissão e recepção da onda é menor do que 2 s.

02. (Ufrn-pss 2 2023) Leia as assertivas abaixo e assinale a INCORRETA.

- A O Efeito Doppler é um fenômeno sonoro que se caracteriza pelo aumento da frequência da onda percebida pelo observador, quando a fonte se afasta dele com uma velocidade v .
- B A velocidade de uma onda em uma corda esticada depende da massa da corda.
- C Numa transformação gasosa isotérmica, em um gás ideal, o trabalho e o calor trocados com o meio externo são iguais.
- D A máquina ideal de Carnot, operando entre duas temperaturas, terá o mesmo rendimento independentemente do fluido operante.
- E Nos espelhos planos, a imagem é sempre simétrica do objeto em relação ao espelho.

- 03.** (Ufu 2023) O astrônomo norte-americano Edwin Hubble analisou o espectro eletromagnético da radiação oriunda de diversas galáxias, no qual há posições conhecidas por linhas espectrais. Em sua análise, Hubble notou que as linhas estavam deslocadas para o vermelho. Com base no efeito Doppler, é correto concluir que as galáxias estão
- A** se afastando de nós e, quanto mais lentamente se afastam, mais as linhas se deslocam.
 - B** se afastando de nós e, quanto mais rapidamente se afastam, mais as linhas se deslocam.
 - C** se aproximando de nós e, quanto mais rapidamente se aproximam, menos as linhas se deslocam.
 - D** se aproximando de nós e, quanto mais lentamente se aproximam, menos as linhas se deslocam.

- 04.** (Upe-ssa 3 2022) Numa determinada hora do dia, a luz do Sol incide num ângulo de aproximadamente 37° em relação à superfície livre de um lago de água doce, cujo índice de refração é $n_2 = 1,33$. Uma pessoa no lado oposto a esse lago vê que a luz refletida tem um brilho ofuscante.

Sobre essa luz refletida na superfície do lago, é CORRETO afirmar ser ela

- A** difratada.
 - B** não polarizada.
 - C** refratada.
 - D** polarizada.
 - E** dispersiva.
- 05.** (Fgv 2022) O diretor de prova de uma corrida de F1 está parado ao lado da pista de um autódromo, quando um carro se aproxima dele, em alta velocidade, para receber a bandeirada de chegada.

diretor de prova



(<https://esportemotor.wordpress.com>)

Devido ao efeito Doppler, quanto ao som do motor do carro percebido pelo diretor de prova e pelo piloto do carro, nessa aproximação, pode-se afirmar que

- A** o diretor de prova e o piloto percebem sons de mesma frequência, mas de diferentes comprimentos de onda.
 - B** o som percebido pelo diretor de prova se propaga mais rápido pelo ar do que o percebido pelo piloto.
 - C** o diretor de prova e o piloto percebem sons de mesmo comprimento de onda, mas de diferentes frequências.
 - D** o diretor de prova percebe um som cuja altura é maior do que a do som percebido pelo piloto.
 - E** o som percebido pelo piloto é mais agudo do que o percebido pelo diretor de prova.
- 06.** (Ufrgs 2015) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A luz é uma onda eletromagnética formada por campos elétricos e magnéticos que variam no tempo e no espaço e que, no vácuo, são _____ entre si. Em um feixe de luz polarizada, a direção da polarização é definida como a direção _____ da onda.

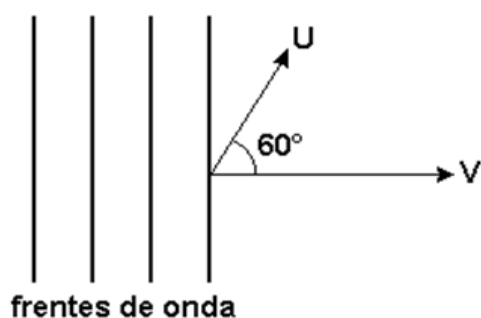
- A** paralelos - do campo elétrico
 - B** paralelos - do campo magnético
 - C** perpendiculares - de propagação
 - D** perpendiculares - do campo elétrico
 - E** perpendiculares - do campo magnético
- 07.** (Ufu 2006) João corre assoviando em direção a uma parede feita de tijolos, conforme figura a seguir.



A frequência do assovio de João é igual a f (inicial). A frequência da onda refletida na parede chamaremos de f (final). Suponha que João tenha um dispositivo "X" acoplado ao seu ouvido, de forma que somente as ondas refletidas na parede cheguem ao seu tímpano. Podemos concluir que a frequência do assovio que João escuta f (final) é

- A maior do que f (refletido).
- B igual a f (refletido).
- C igual a f (inicial).
- D menor do que f (refletido).

08. (Fuvest 2003)



Uma onda sonora considerada plana, proveniente de uma sirene em repouso, propaga-se no ar parado, na direção horizontal, com velocidade V igual a 330 m/s e comprimento de onda igual a $16,5 \text{ cm}$. Na região em que a onda está se propagando, um atleta corre, em uma pista horizontal, com velocidade U igual a $6,60 \text{ m/s}$, formando um ângulo de 60° com a direção de propagação da onda. O som que o atleta ouve tem frequência aproximada de

- A 1960 Hz
- B 1980 Hz
- C 2000 Hz
- D 2020 Hz
- E 2040 Hz

09. (Ufrgs 2002) Selecione a alternativa que preenche corretamente as lacunas no parágrafo a seguir, na ordem em que elas aparecem. Os radares usados para a medida da velocidade dos automóveis em estradas têm como princípio de funcionamento o chamado efeito Doppler.

O radar emite ondas eletromagnéticas que retornam a ele após serem refletidas no automóvel. A velocidade relativa entre o automóvel e o radar é determinada, então, a partir da diferença de entre as ondas emitida e refletida.

Em um radar estacionado à beira da estrada, a onda refletida por um automóvel que se aproxima apresenta frequência e velocidade, comparativamente à onda emitida pelo radar.

- A velocidades - igual - maior
- B frequências - menor - igual
- C velocidades - menor - maior
- D frequências - maior - igual
- E velocidades - igual - menor

10. (Utfpr 2016) Quando aplicada na medicina, a ultrassonografia permite a obtenção de imagens de estruturas internas do corpo humano. Ondas de ultrassom são transmitidas ao interior do corpo. As ondas que retornam ao aparelho são transformadas em sinais elétricos, amplificadas, processadas por computadores e visualizadas no monitor de vídeo. Essa modalidade de diagnóstico por imagem baseia-se no fenômeno físico denominado

- A ressonância
- B reverberação
- C reflexão
- D polarização
- E dispersão

NÍVEL AVANÇADO

01. (Udesc 2015) Um carro de bombeiros transita a 90 km/h com a sirene ligada, em uma rua reta e plana. A sirene emite um som de 630 Hz . Uma pessoa parada na calçada da rua, esperando para atravessar pela faixa de pedestre, escuta o som da sirene e observa o carro de bombeiros se aproximando. Nesta situação, a frequência do som ouvido pela pessoa é igual a:

- A 620 Hz
- B 843 Hz
- C 570 Hz
- D 565 Hz
- E 680 Hz

02. (Mackenzie 2023) Um carro de polícia se move em uma estrada com uma velocidade de 40 m/s , se aproximando de um observador em repouso, enquanto a sirene da viatura emite um som com uma frequência de 1.200 Hz . Sabendo que a velocidade do som no ar é de 340 m/s , determine a frequência aparente detectada pelo observador.

- A 1.520 Hz
- B 1.360 Hz
- C 1.200 Hz
- D 1.080 Hz
- E 940 Hz

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2013) Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- A** terem fases opostas.
B serem ambas audíveis.
C terem intensidades inversas.
D serem de mesma amplitude.
E terem frequências próximas.
- 02.** (Enem 2014) Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a

- A** difração
B refração
C polarização
D interferência
E ressonância
- 03.** (Enem PPL 2015) Durante uma aula experimental de física, os estudantes construíram um sistema ressonante com pêndulos simples. As características de cada pêndulo são apresentadas no quadro. Inicialmente, os estudantes colocaram apenas o pêndulo A para oscilar.

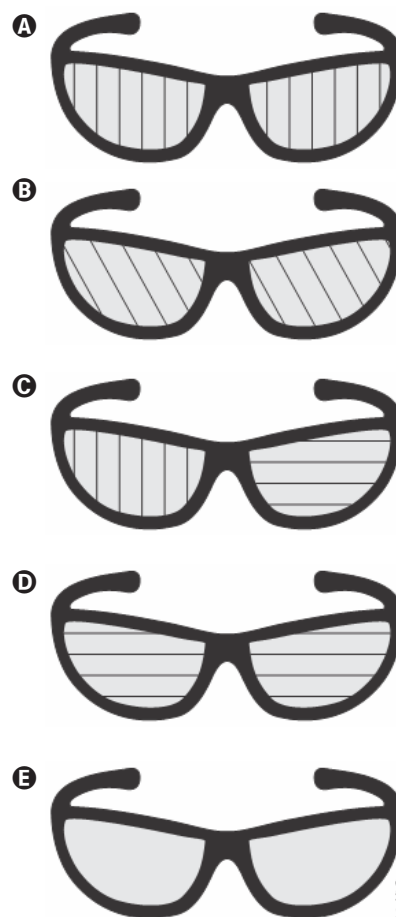
Pêndulo	Massa	Comprimento do barbante
A	M	L
1	M	L
2	M/2	2L
3	2M	L/2
4	M/2	L/2
5	2M	L

Quais pêndulos, além desse, passaram também a oscilar?

- A** 1, 2, 3, 4 e 5
B 1, 2 e 3
C 1 e 4
D 1 e 5
E 3 e 4

- 04.** (Enem 2ª aplicação 2016) Nas rodovias, é comum motoristas terem a visão ofuscada ao receberem a luz refletida na água empoçada no asfalto. Sabe-se que essa luz adquire polarização horizontal. Para solucionar esse problema, há a possibilidade de o motorista utilizar óculos de lentes constituídas por filtros polarizadores. As linhas nas lentes dos óculos representam o eixo de polarização dessas lentes.

Quais são as lentes que solucionam o problema descrito?



- 05.** (Enem 2ª aplicação 2014) Um tipo de radar utilizado para medir a velocidade de um carro baseia-se no efeito Doppler. Nesse caso, as ondas eletromagnéticas são enviadas pelo radar e refletem no veículo em movimento e, posteriormente, são detectadas de volta pelo radar.

Um carro movendo-se em direção ao radar reflete ondas com

- A** altura menor.
- B** amplitude menor.
- C** frequência maior.
- D** intensidade maior.
- E** velocidade maior.

DISCURSIVAS

- 01.** (Fuvest 2016) Miguel e João estão conversando, parados em uma esquina próxima a sua escola, quando escutam o toque da sirene que indica o início das aulas. Miguel continua parado na esquina, enquanto João corre em direção à escola. As ondas sonoras propagam-se, a partir da sirene, em todas as direções, com comprimento de onda $\lambda = 17$ cm e velocidade $v_s = 340$ m/s em relação ao ar. João se aproxima da escola com velocidade de módulo $v = 3,4$ m/s e direção da reta que une sua posição à da sirene. Determine

- a) a frequência f_M do som da sirene percebido por Miguel parado na esquina;
- b) a velocidade v_R do som da sirene em relação a João correndo;
- c) a frequência f_J do som da sirene percebido por João quando está correndo.

observador. Miguel, ainda parado, assobia para João, que continua correndo. Sendo o comprimento de onda do assobio igual a 10 cm determine

- d) a frequência f_A do assobio percebido por João.

Note e adote:

Considere um dia seco e sem vento.

- 02.** (Fuvest 2023) O efeito Doppler é caracterizado pela detecção de uma frequência diferente daquela emitida pela fonte, devido ao movimento relativo entre fonte e observador. Ele possui diversas aplicações, seja na medicina, astronomia ou ainda em sonares de velocidade, nos quais a velocidade de um objeto é medida comparando-se a frequência sonora emitida com aquela que é detectada.

Considere um sonar de velocidade que envia ondas sonoras de 0,10 MHz em direção a um veículo que se aproxima com velocidade desconhecida.

a) Calcule o comprimento de onda emitido pelo sonar.

b) Suponha que exista um detector de ondas sonoras no carro. Calcule a frequência detectada por este detector considerando que o carro se aproxima do sonar com velocidade de 30 m/s.

c) Encontre a velocidade do veículo sabendo que o sonar detecta uma frequência de 0,15 MHz refletida de volta, do carro para o sonar.

Note e adote:

Considere a velocidade do som como 300 m/s.

No efeito Doppler, a frequência f_d detectada pelo observador e a frequência f_e emitida pela fonte se relacionam de acordo com a expressão:

$$\frac{f_d}{v_s \pm v_d} = \frac{f_e}{v_s \pm v_e},$$

onde v_s é a velocidade do som, v_d é a velocidade do observador e v_e é a velocidade da fonte de emissão. Os sinais "+" e "-" são escolhidos de acordo com o movimento relativo entre fonte e



GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
C	C	A	D	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	A	B	D	D
6	7	8	9	10
D	A	B	D	C

AVANÇADO

1	2
E	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
E	E	D	A	C

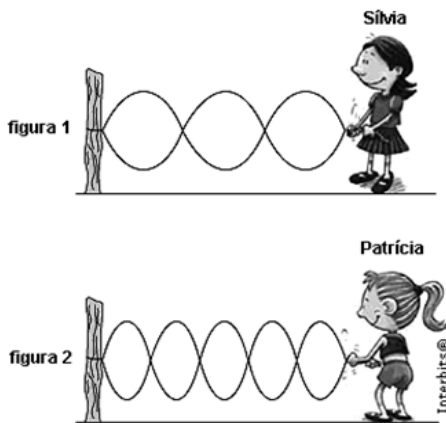
DISCURSIVAS

- 01.** a) 2000 Hz
b) 343,4 m/s
c) 2020 Hz
d) 3366 Hz
- 02.** a) 3 mm
b) 0.11 MHz
c) 60 m/s

NÍVEL BÁSICO

01. (Uftm 2011) Sílvia e Patrícia brincavam com uma corda quando perceberam que, prendendo uma das pontas num pequeno poste e agitando a outra ponta em um mesmo plano, faziam com que a corda oscilasse de forma que alguns de seus pontos permaneciam parados, ou seja, se estabelecia na corda uma onda estacionária.

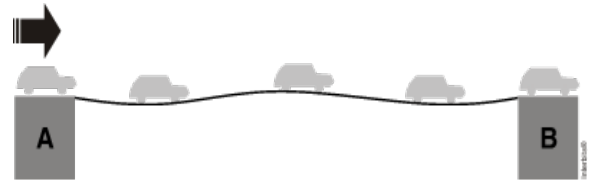
A figura 1 mostra a configuração da corda quando Sílvia está brincando e a figura 2 mostra a configuração da mesma corda quando Patrícia está brincando.



Considerando-se iguais, nas duas situações, as velocidades de propagação das ondas na corda, e chamando de f_s e f_p as frequências com que Sílvia e Patrícia, respectivamente, estão fazendo a corda oscilar, pode-se afirmar corretamente que a relação f_s / f_p é igual a

- A** 1,6
- B** 1,2
- C** 0,8
- D** 0,6
- E** 0,4

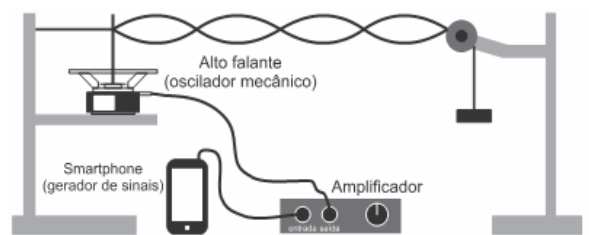
02. (Ufpr 2011) Uma fila de carros, igualmente espaçados, de tamanhos e massas iguais faz a travessia de uma ponte com velocidades iguais e constantes, conforme mostra a figura abaixo. Cada vez que um carro entra na ponte, o impacto de seu peso provoca nela uma perturbação em forma de um pulso de onda. Esse pulso se propaga com velocidade de módulo 10 m/s no sentido de A para B. Como resultado, a ponte oscila, formando uma onda estacionária com 3 ventres e 4 nós.



Considerando que o fluxo de carros produza na ponte uma oscilação de 1 Hz, assinale a alternativa correta para o comprimento da ponte.

- A** 10 m
- B** 15 m
- C** 20 m
- D** 30 m
- E** 45 m

03. (Fcmg 2018) A figura mostra uma haste vertical ligada a um alto falante que oscila a 400 Hz, ligado a uma corda que passa por uma roldana e é esticada por um peso, formando uma onda estacionária.



Alterando-se gradativamente o número de vibrações da haste, a onda se desfaz e, em seguida, observa-se outra configuração de uma nova onda estacionária, com menor comprimento de onda. Para que tal fato aconteça, a nova frequência do alto falante será de:

- A** 200 Hz
- B** 300 Hz
- C** 500 Hz
- D** 600 Hz

04. (Uerj 2004) Considere uma corda de violão, esticada e fixada nos pontos A e I, na qual são colocados pedacinhos de papel sobre os pontos D, E, F, G e H, conforme a figura a seguir. Observe que as distâncias entre cada ponto e seus vizinhos são todas iguais.



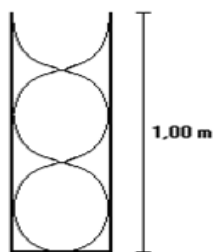
(Adaptado de EPSTEIN, Lewis C. Thinking physics. São Francisco: Insight Press, 1995.)

Com dois dedos de uma das mãos, comprime-se o ponto C e com um dedo da outra mão levanta-se a corda pelo ponto B, soltando-a em seguida.

Nessa situação, os pedacinhos de papel que serão jogados para cima correspondem aos seguintes pontos da corda:

- A D, E, G
- B D, F, H
- C E, F, G
- D F, G, H

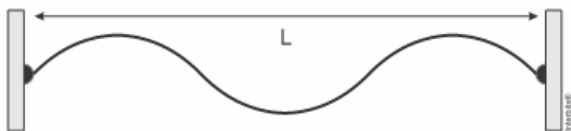
05. (Unirio 1996) Um tubo sonoro, como o da figura a seguir, emite um som com velocidade de 340 m/s. Pode-se afirmar que o comprimento de onda e a frequência da onda sonora emitida são, respectivamente:



- A 0,75 m e 340 Hz.
- B 0,80 m e 425 Hz.
- C 1,00 m e 230 Hz.
- D 1,50 m e 455 Hz.
- E 2,02 m e 230 Hz.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

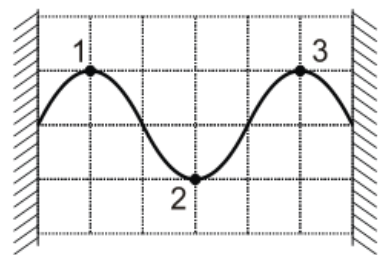
01. (Ufrgs 2016) A figura abaixo representa uma onda estacionária produzida em uma corda de comprimento $L = 50$ cm.



Sabendo que o módulo da velocidade de propagação de ondas nessa corda é 40 m/s, a frequência da onda é de

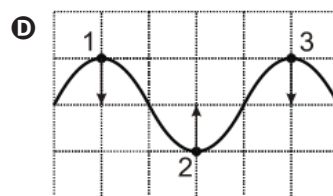
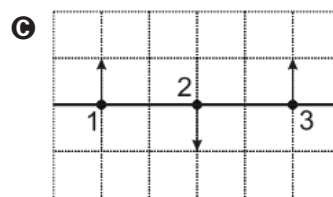
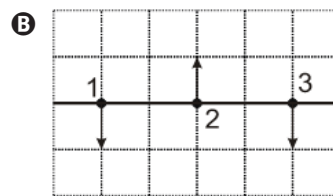
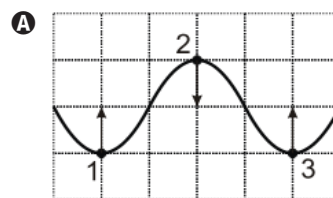
- A 40 Hz
- B 60 Hz
- C 80 Hz
- D 100 Hz
- E 120 Hz

02. (Epcar (Afa) 2011) Um instantâneo de uma corda, onde se estabeleceu uma onda estacionária, é apresentado na figura abaixo.



Nesta situação, considerada ideal, a energia associada aos pontos 1, 2 e 3 da corda é apenas potencial.

No instante igual a $\frac{3}{4}$ de ciclo após a situação inicial acima, a configuração que melhor representa a forma da corda e o sentido das velocidades dos pontos 1, 2 e 3 é



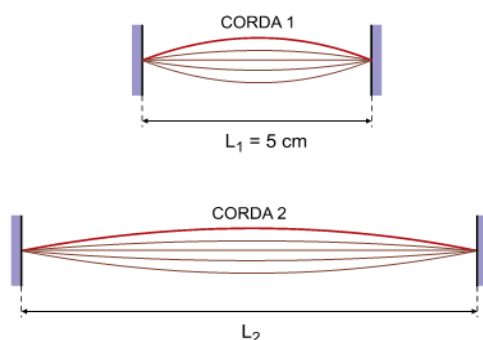
03. (Unesp 2023) Nos instrumentos musicais de corda, as cordas apresentam diferentes espessuras e diferentes densidades lineares de massa, para que aquelas que emitem sons mais graves não precisem ser muito longas, o que inviabilizaria a construção do instrumento.

Detalhes das cordas de um violoncelo



(pt.wikipedia.org)

Para ilustrar o fato de que cordas que emitem sons mais graves precisariam ser muito longas, considere duas cordas, 1 e 2, ambas com extremidades fixas, que apresentem espessuras iguais, mesma densidade linear de massa e que estejam submetidas à mesma força de tração.

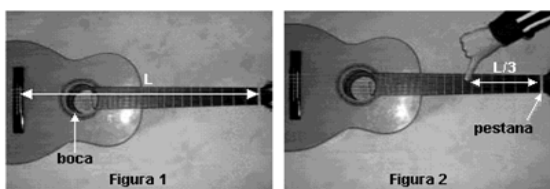


Quando essas cordas vibram em seus modos fundamentais, a frequência da onda sonora emitida pela corda 1 é 150 vezes maior do que a frequência da onda sonora emitida pela corda 2. Sabendo que a corda 1 mede $L_1 = 5$ cm, o comprimento L_2 da corda 2 deve ser de

- A 7,5 m
- B 8,0 m
- C 5,0 m
- D 2,5 m
- E 1,5 m

04. (Ufu 2004) Uma corda de um violão emite uma frequência fundamental de 440,0 Hz ao vibrar livremente, quando tocada na região da boca, como mostra Figura 1.

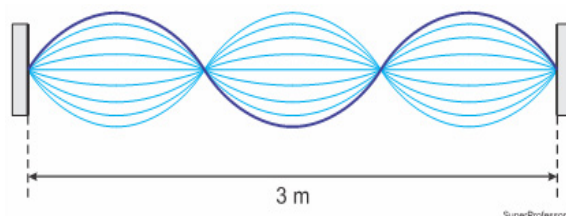
Pressiona-se então a corda a $L/3$ de distância da pestana, como mostra Figura 2.



A frequência fundamental emitida pela corda pressionada, quando tocada na região da boca, será de:

- A 660,0 Hz
- B 146,6 Hz
- C 880,0 Hz
- D 293,3 Hz

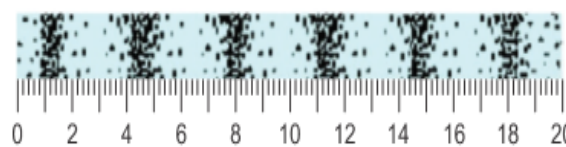
05. (Albert Einstein - Medicina 2023) A velocidade de propagação de uma onda em uma corda pode ser calculada pela expressão $v = \sqrt{T/\mu}$ em que T é a intensidade da força com que a corda é tracionada e μ é sua densidade linear de massa. Considere que uma corda tenha massa de 120 g, 3 m de comprimento e que se pretenda estabelecer ondas estacionárias nessa corda, como representado na figura.



Para que a frequência de oscilação das ondas nessa corda seja de 30 Hz, deve-se submetê-la a uma força de tração de intensidade

- A 108 N
- B 144 N
- C 216 N
- D 180 N
- E 72 N

06. (Fuvest 2024) Um experimento de demonstração sobre ondas estacionárias faz uso de uma canaleta disposta horizontalmente, contendo grãos de areia fina e seca. Abaixo da canaleta, posiciona-se um alto-falante que transmite um som, produzindo, na canaleta, uma vibração, associada a uma onda estacionária com um comprimento de onda bem definido. O diagrama representa uma imagem digitalizada dos grãos de areia depositados na base da canaleta em um certo instante. Utilize a régua da figura, graduada em centímetros, para assinalar a alternativa que apresenta a melhor aproximação para o valor do comprimento de onda da vibração em questão.

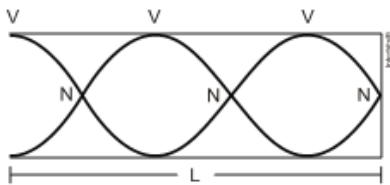


Note e adote:

Os grãos de areia tendem naturalmente a se acumular em torno dos pontos nos quais o deslocamento transversal da canaleta é nulo.

- A 1,2 cm
- B 5,1 cm
- C 6,8 cm
- D 11,3 cm
- E 18,1 cm

07. (Unesp 2011) Na geração da voz humana, a garganta e a cavidade oral agem como um tubo, com uma extremidade aproximadamente fechada na base da laringe, onde estão as cordas vocais, e uma extremidade aberta na boca. Nessas condições, sons são emitidos com maior intensidade nas frequências e comprimentos de ondas para as quais há um nó (N) na extremidade fechada e um ventre (V) na extremidade aberta, como ilustra a figura. As frequências geradas são chamadas harmônicos ou modos normais de vibração. Em um adulto, este tubo do trato vocal tem aproximadamente 17 cm. A voz normal de um adulto ocorre em frequências situadas aproximadamente entre o primeiro e o terceiro harmônicos.



Considerando que a velocidade do som no ar é 340 m/s, os valores aproximados, em hertz, das frequências dos três primeiros harmônicos da voz normal de um adulto são

08. (UFG 2009) Durante a construção de uma estrada, o motor de uma máquina compactadora de solo, similar a um bate-estaca, emite um som de 68 Hz na entrada de um túnel reto, que mede 30 m de comprimento. Um pedestre transitando pelo túnel percebe que uma onda sonora estacionária é formada no interior do túnel, notando a ocorrência de posições de alta intensidade sonora e pontos de silêncio (intensidade sonora nula). Dado que a velocidade do som é de 340 m/s, quantos pontos de intensidade nula o pedestre vai contar ao atravessar o túnel?
09. (Uern 2015) Uma pessoa, ao soprar na extremidade aberta de um tubo fechado, obteve o som do primeiro harmônico cuja frequência é 375 Hz. Se o som no local se propaga com velocidade de 330 m/s, então o comprimento desse tubo é de

- A 50, 150, 250.
 B 100, 300, 500.
 C 170, 510, 850.
 D 340, 1 020, 1 700.
 E 500, 1 500, 2 500.
- A 6
 B 12
 C 13
 D 24
 E 25
- A 20
 B 22
 C 24
 D 26

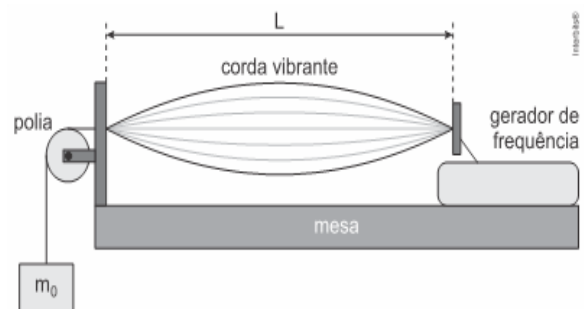
10. (Fuvest 2013) Uma flauta andina, ou flauta de pã, é constituída por uma série de tubos de madeira, de comprimentos diferentes, atados uns aos outros por fios vegetais. As extremidades inferiores dos tubos são fechadas. A frequência fundamental de ressonância em tubos desse tipo corresponde ao comprimento de onda igual a 4 vezes o comprimento do tubo. Em uma dessas flautas, os comprimentos dos tubos correspondentes, respectivamente, às notas Mi (660 Hz) e Lá (220 Hz) são, aproximadamente,

(Note e adote: A velocidade do som no ar é igual a 330 m/s.)

- A 6,6 cm e 2,2 cm.
 B 22 cm e 5,4 cm.
 C 12 cm e 37 cm.
 D 50 cm e 1,5 m.
 E 50 cm e 16 cm.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 2021) Ondas estacionárias podem ser produzidas de diferentes formas, dentre elas esticando-se uma corda homogênea, fixa em dois pontos separados por uma distância L , e pondo-a a vibrar. A extremidade à direita é acoplada a um gerador de frequências, enquanto a outra extremidade está sujeita a uma força tensional produzida ao se pendurar à corda um objeto de massa m_0 mantido em repouso. O arranjo experimental é ilustrado na figura. Ajustando a frequência do gerador para f_1 , obtém-se na corda uma onda estacionária que vibra em seu primeiro harmônico.



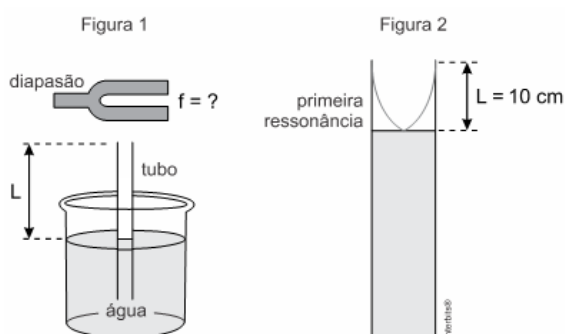
Ao trocarmos o objeto pendurado por outro de massa M , observa-se que a frequência do gerador para que a corda continue a vibrar no primeiro harmônico deve ser ajustada para $2f_1$. Com isso, é correto concluir que a razão M/m_0 deve ser:

Note e adote:

A velocidade da onda propagando-se em uma corda é diretamente proporcional à raiz quadrada da tensão sob a qual a corda está submetida.

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

02. (Unesp 2016) Um experimento foi feito com a finalidade de determinar a frequência de vibração de um diapasão. Um tubo cilíndrico aberto em suas duas extremidades foi parcialmente imerso em um recipiente com água e o diapasão vibrando foi colocado próximo ao topo desse tubo, conforme a figura 1. O comprimento L da coluna de ar dentro do tubo foi ajustado movendo-o verticalmente. Verificou-se que o menor valor de L , para o qual as ondas sonoras geradas pelo diapasão são reforçadas por ressonância dentro do tubo, foi de 10 cm, conforme a figura 2.



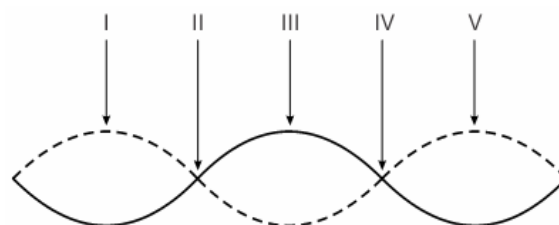
Considerando a velocidade de propagação do som no ar igual a 340 m/s, é correto afirmar que a frequência de vibração do diapasão, em Hz, é igual a

- A 425
- B 850
- C 1360
- D 3400
- E 1700

Se a mesma corda do violão é comprimida na

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2016) Um experimento para comprovar a natureza ondulatória da radiação de micro-ondas foi realizado da seguinte forma: anotou-se a frequência de operação de um forno de micro-ondas e, em seguida, retirou-se sua plataforma giratória. No seu lugar, colocou-se uma travessa refratária com uma camada grossa de manteiga. Depois disso, o forno foi ligado por alguns segundos. Ao se retirar a travessa refratária do forno, observou-se que havia três pontos de manteiga derretida alinhados sobre toda a travessa. Parte da onda estacionária gerada no interior do forno é ilustrada na figura.



De acordo com a figura, que posições correspondem a dois pontos consecutivos da manteiga derretida?

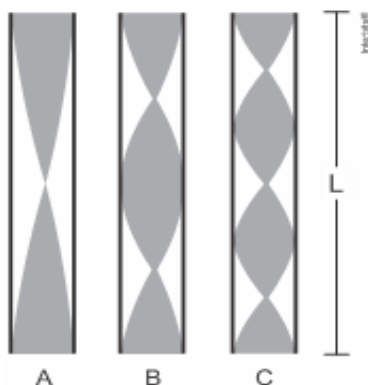
- A I e III
- B I e V
- C II e III
- D II e IV
- E II e V

02. (Enem PPL 2013) Em um violão afinado, quando se toca a corda Lá com seu comprimento efetivo (harmônico fundamental), o som produzido tem frequência de 440 Hz.

metade do seu comprimento, a frequência do novo harmônico

- A se reduz à metade, porque o comprimento de onda dobrou.
- B dobra, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- C quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à metade.
- D quadruplica, porque o comprimento de onda foi reduzido à quarta parte.
- E não se modifica, porque é uma característica independente do comprimento da corda que vibra.

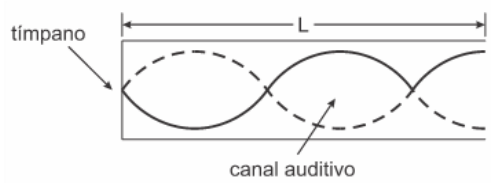
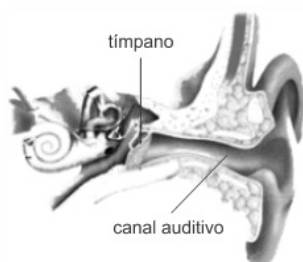
- 03.** (Enem PPL 2015) Em uma flauta, as notas musicais possuem frequências e comprimentos de onda (λ) muito bem definidos. As figuras mostram esquematicamente um tubo de comprimento L , que representa de forma simplificada uma flauta, em que estão representados: em A o primeiro harmônico de uma nota musical (comprimento de onda λ_A), em B seu segundo harmônico (comprimento de onda λ_B) e em C o seu terceiro harmônico (comprimento de onda λ_C), onde $\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$.



Em função do comprimento do tubo, qual o comprimento de onda da oscilação que forma o próximo harmônico?

- A $L/4$
- B $L/5$
- C $L/2$
- D $L/8$
- E $6L/8$

- 04.** (Enem simulado 2009) Um dos modelos usados na caracterização dos sons ouvidos pelo ser humano baseia-se na hipótese de que ele funciona como um tubo ressonante. Neste caso, os sons externos produzem uma variação de pressão do ar no interior do canal auditivo, fazendo a membrana (tímpano) vibrar. Esse modelo pressupõe que o sistema funciona de forma equivalente à propagação de ondas sonoras em tubos com uma das extremidades fechadas pelo tímpano. As frequências que apresentam ressonância com o canal auditivo têm sua intensidade reforçada, enquanto outras podem ter sua intensidade atenuada.



Considere que, no caso de ressonância, ocorra um nó sobre o tímpano e ocorra um ventre da onda na saída do canal auditivo, de comprimento L igual a 3,4 cm. Assumindo que a velocidade do som no ar (v) é igual a 340 m/s, a frequência do primeiro harmônico (frequência fundamental, $n = 1$) que se formaria no canal, ou seja, a frequência mais baixa que seria reforçada por uma ressonância no canal auditivo, usando este modelo é

- A 0,025 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a $nv/4L$ e equipara o ouvido a um tubo com ambas as extremidades abertas.
- B 2,5 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a $nv/4L$ e equipara o ouvido a um tubo com uma extremidade fechada.
- C 10 kHz, valor que considera a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L e equipara o ouvido a um tubo com ambas as extremidades fechadas.
- D 2.500 kHz, valor que expressa a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L aplicável ao ouvido humano.
- E 10.000 kHz, valor que expressa a frequência do primeiro harmônico como igual a nv/L aplicável ao ouvido e a tubo aberto e fechado.

- 05.** (Enem 2020) Dois engenheiros estão verificando se uma cavidade perfurada no solo está de acordo com o planejamento de uma obra, cuja profundidade requerida é de 30 m. O teste é

de áudio de frequência variável, que permite relacionar a profundidade com os valores da frequência de duas ressonâncias consecutivas, assim como em um tubo sonoro fechado. A menor frequência de ressonância que o aparelho mediu foi 135 Hz. Considere que a velocidade do som dentro da cavidade perfurada é de 360 m/s.

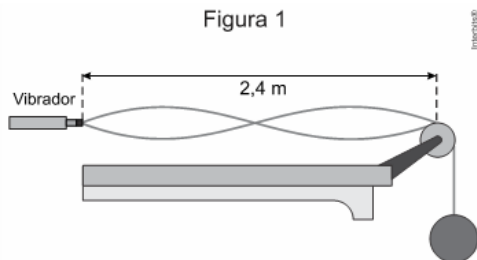
Se a profundidade estiver de acordo com o projeto, qual será o valor da próxima frequência de ressonância que será medida?

- A 137 Hz
- B 138 Hz
- C 141 Hz
- D 144 Hz
- E 159 Hz

DISCURSIVAS

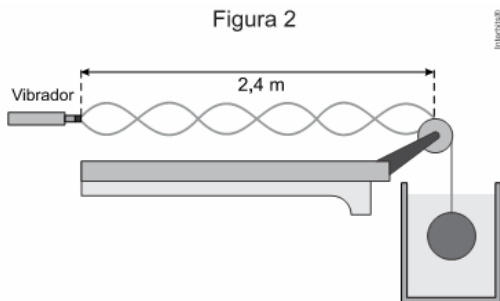
01. (Unesp 2019) Uma corda elástica, de densidade linear constante $\mu = 0,125 \text{ kg/m}$, tem uma de suas extremidades presa a um vibrador que oscila com frequência constante. Essa corda passa por uma polia, cujo ponto superior do sulco alinha-se horizontalmente com o vibrador, e, na outra extremidade, suspende uma esfera de massa $1,8 \text{ kg}$, em repouso. A configuração da oscilação da corda é mostrada pela figura 1.

Figura 1



Em seguida, mantendo-se a mesma frequência de oscilação constante no vibrador, a esfera é totalmente imersa em um recipiente contendo água, e a configuração da oscilação na corda se altera, conforme figura 2.

Figura 2



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e sabendo que a velocidade de propagação de uma onda em uma corda de densidade linear μ , submetida a uma tração T , é dada por

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Calcule:

- a frequência de oscilação, em Hz, do vibrador.
- a intensidade do empuxo, em N, exercido pela água sobre a esfera, na situação da figura 2.

02. (Ufu 2016) Uma montagem experimental foi construída a fim de se determinar a frequência do som emitido por um alto-falante. Para isso, tomou-se um recipiente cilíndrico, dentro do qual foi espalhado talco, e colocou-se, em uma de suas extremidades, o alto-falante, o qual emitia um som de frequência constante. No interior do recipiente formaram-se regiões onde o talco se acumulou, segundo o padrão representado pelo esquema a seguir.



A partir da situação experimental descrita, responda:

- Do ponto de vista físico, explique por que há a formação de regiões onde o talco se acumula.
- Considerando que a velocidade do som no ar é de 340 m/s , qual é o valor da frequência do som emitido pelo alto-falante?

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
D	B	C	B	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	C	A	A	B
6	7	8	9	10
C	E	B	B	C

AVANÇADO

1	2
E	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
A	B	C	B	C

DISCURSIVAS

- 01.** a) 5 Hz
b) 16 N
- 02.** a) O som é uma onda mecânica que ao se propagar dentro do tubo de ar com uma das extremidades fechada resulta na formação de ondas estacionárias, onde o talco se acumulará nas regiões dos nós, uma vez que não há deslocamento de matéria nesses pontos.
b) 1700 Hz

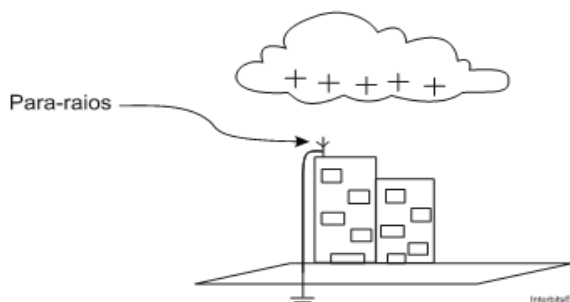
NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Uel 1994) Uma partícula está eletrizada positivamente com uma carga elétrica de $4,0 \times 10^{-15} \text{ C}$. Como o módulo da carga do elétron é $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, essa partícula
- A** ganhou $2,5 \times 10^4$ elétrons.
 - B** perdeu $2,5 \times 10^4$ elétrons.
 - C** ganhou $4,0 \times 10^4$ elétrons.
 - D** perdeu $6,4 \times 10^4$ elétrons.
 - E** ganhou $6,4 \times 10^4$ elétrons.

- 02.** (IFSP 2013) Raios são descargas elétricas de grande intensidade que conectam as nuvens de tempestade na atmosfera e o solo. A intensidade típica de um raio é de 30 mil amperes, cerca de mil vezes a intensidade de um chuveiro elétrico, e eles percorrem distâncias da ordem de 5 km.

(www.inpe.br/webelat/homepage/menu/el.atm/perguntas.e.respostas.php. Acesso em: 30.10.2012.)

Durante uma tempestade, uma nuvem carregada positivamente se aproxima de um edifício que possui um para-raios, conforme a figura a seguir



De acordo com o enunciado pode-se afirmar que, ao se estabelecer uma descarga elétrica no para-raios,

- A** prótons passam da nuvem para o para-raios.
 - B** prótons passam do para-raios para a nuvem
 - C** elétrons passam da nuvem para o para-raios.
 - D** elétrons passam do para-raios para a nuvem.
 - E** elétrons e prótons se transferem de um corpo a outro.
- 03.** (IFSP 2016) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica.

Pele de coelho
Vidro
Cabelo humano
Mica
Lã
Pele de gato
Seda
Algodão
Âmbar
Ebonite
Poliéster
Isopor
Plástico

+

↑

↓

-

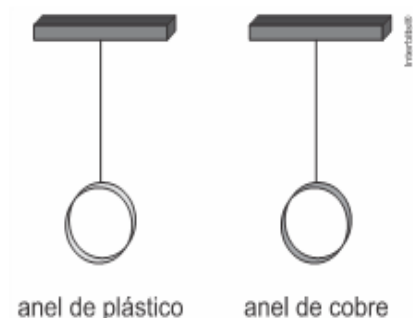
Através dessa série é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente.

O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado:

- A** positivamente, pois ganhou prótons.
- B** positivamente, pois perdeu elétrons.
- C** negativamente, pois ganhou elétrons.
- D** negativamente, pois perdeu prótons.
- E** com carga elétrica nula, pois é impossível o vidro ser eletrizado.

- 04.** (UFMG 2005) Em uma aula, o Prof. Antônio apresenta uma montagem com dois anéis dependurados, como representado na figura.

Um dos anéis é de plástico - material isolante - e o outro é de cobre - material condutor.



Inicialmente, o Prof. Antônio aproxima um bastão eletricamente carregado, primeiro, do anel de plástico e, depois, do anel de cobre.

Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

- A os dois anéis se aproximam do bastão.
- B o anel de plástico não se movimenta e o de cobre se afasta do bastão.
- C os dois anéis se afastam do bastão.
- D o anel de plástico não se movimenta e o de cobre se aproxima do bastão.

05. (Uftm 2011) A indução eletrostática consiste no fenômeno da separação de cargas em um corpo condutor (induzido), devido à proximidade de outro corpo eletrizado (indutor).

Preparando-se para uma prova de física, um estudante anota em seu resumo os passos a serem seguidos para eletrizar um corpo neutro por indução, e a conclusão a respeito da carga adquirida por ele.

Passos a serem seguidos:

- I. Aproximar o indutor do induzido, sem tocá-lo.
- II. Conectar o induzido à Terra.
- III. Afastar o indutor.
- IV. Desconectar o induzido da Terra.

Conclusão:

No final do processo, o induzido terá adquirido cargas de sinais iguais às do indutor.

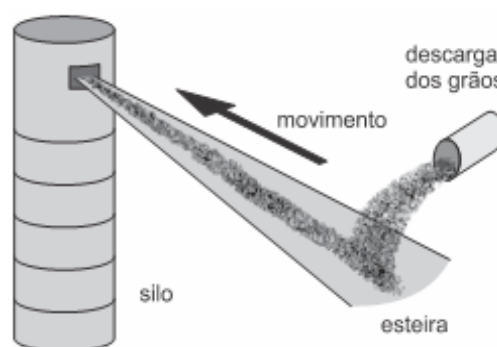
Ao mostrar o resumo para seu professor, ouviu dele que, para ficar correto, ele deverá

- A inverter o passo III com IV, e que sua conclusão está correta.
- B inverter o passo III com IV, e que sua conclusão está errada.
- C inverter o passo I com II, e que sua conclusão está errada.
- D inverter o passo I com II, e que sua conclusão está correta.
- E inverter o passo II com III, e que sua conclusão está errada.

Na situação inicial, mostrada na figura I, as esferas

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (CPS 2015) O transporte de grãos para o interior dos silos de armazenagem ocorre com o auxílio de esteiras de borracha, conforme mostra a figura, e requer alguns cuidados, pois os grãos, ao caírem sobre a esteira com velocidade diferente dela, até assimilarem a nova velocidade, sofrem escorregamentos, eletrizando a esteira e os próprios grãos. Essa eletrização pode provocar faíscas que, no ambiente repleto de fragmentos de grãos suspensos no ar, pode acarretar incêndios.

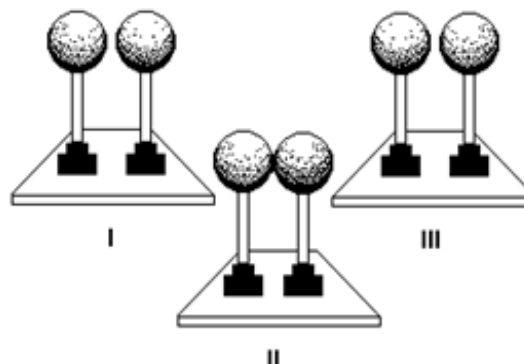


Nesse processo de eletrização, os grãos e a esteira ficam carregados com cargas elétricas de sinais

- A iguais, eletrizados por atrito.
- B iguais, eletrizados por contato.
- C opostos, eletrizados por atrito.
- D opostos, eletrizados por contato.
- E opostos, eletrizados por indução.

02. (UFMG 2001) Duas esferas metálicas idênticas - uma carregada com carga elétrica negativa e a outra eletricamente descarregada - estão montadas sobre suportes isolantes.

estão separadas uma da outra. Em seguida, as esferas são colocadas em contato, como se vê na figura II. As esferas são, então, afastadas uma da outra, como mostrado na figura III.



Considerando-se as situações representadas nas figuras I e III, é CORRETO afirmar que,

- A** em I, as esferas se repelem e, em III, elas se atraem.
- B** em I, as esferas se atraem e em III, elas se repelem.
- C** em III, não há força entre as esferas.
- D** em I, não há força entre as esferas.

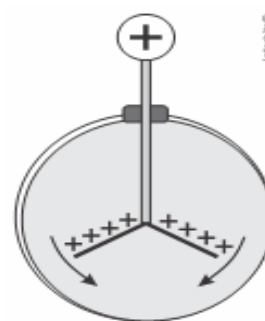
03. (Uftm 2012) Em uma festa infantil, o mágico resolve fazer uma demonstração que desperta a curiosidade das crianças ali presentes. Enche uma bexiga com ar, fecha-a, e, a seguir, após esfregá-la vigorosamente nos cabelos de uma das crianças, encosta o balão em uma parede lisa e perfeitamente vertical. Ao retirar a mão, a bexiga permanece fixada à parede. Qual foi a "mágica"?

- A** O ar da bexiga interage com a parede, permitindo o repouso da bexiga.
- B** Ao ser atritada, a bexiga fica eletrizada e induz a distribuição das cargas da parede, o que permite a atração.
- C** O atrito estático existente entre a bexiga e a parede é suficiente para segurá-la, em repouso, na parede.
- D** A bexiga fica eletrizada, gerando uma corrente elétrica que a segura à parede.
- E** Por ser bom condutor de eletricidade, o ar no interior da bexiga absorve energia elétrica da parede, permitindo a atração.

04. (Mackenzie 2015) Uma esfera metálica A eletrizada com carga elétrica igual a $-20,0 \mu\text{C}$, é colocada em contato com outra esfera idêntica B, eletricamente neutra. Em seguida, encosta-se a esfera B em outra C, também idêntica eletrizada com carga elétrica igual a $50,0 \mu\text{C}$. Após esse procedimento, as esferas B e C são separadas.

- A** as esferas permanecem descarregadas, pois a carga elétrica armazenada na esfera B, no final desse processo, é igual a
 - A** $20,0 \mu\text{C}$
 - B** $30,0 \mu\text{C}$
 - C** $40,0 \mu\text{C}$
 - D** $50,0 \mu\text{C}$
 - E** $60,0 \mu\text{C}$

05. (Acafe 2015) Utilizado nos laboratórios didáticos de física, os eletroscópios são aparelhos geralmente usados para detectar se um corpo possui carga elétrica ou não.



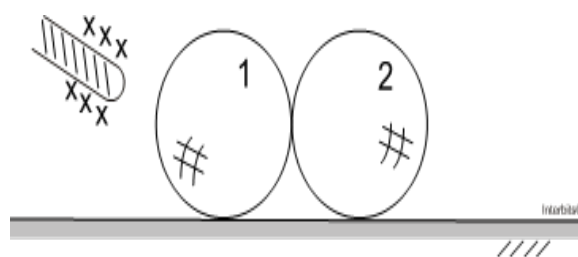
Considerando o eletroscópio da figura anterior, carregado positivamente, assinale a alternativa correta que completa a lacuna da frase a seguir.

Tocando-se o dedo na esfera, verifica-se que as lâminas se fecham, porque o eletroscópio _____.

- A** perde elétrons
- B** ganha elétrons
- C** ganha prótons
- D** perde prótons

06. (Ufla 2010) Duas esferas condutoras descarregadas e iguais 1 e 2 estão em contato entre si e apoiadas numa superfície isolante. Aproxima-se de uma delas um bastão eletrizado positivamente, sem tocá-la, conforme figura a seguir.

Em seguida as esferas são afastadas e o bastão eletrizado é removido.



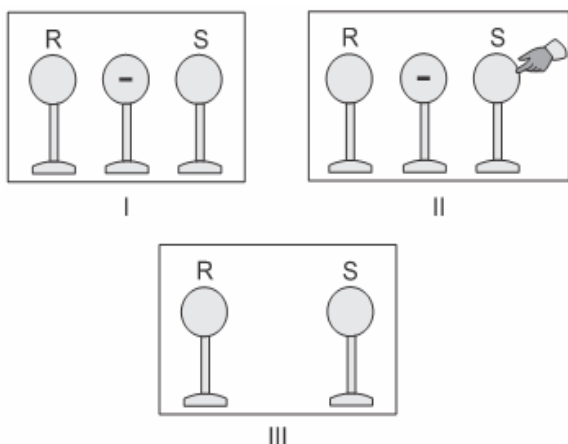
É correto afirmar que

- A** não há transferência de cargas entre bastão e esferas.
- B** a esfera 1, mais próxima do bastão, fica carregada positivamente e a esfera 2 carregada negativamente.
- C** as esferas ficam eletrizadas com cargas iguais e de sinais opostos.
- D** as esferas ficam carregadas com cargas de sinais iguais e ambas de sinal negativo, pois o bastão atrai cargas opostas.

07. (UFMG 2008) Durante uma aula de Física, o Professor Carlos Heitor faz a demonstração de eletrostática que se descreve a seguir. Inicialmente, ele aproxima duas esferas metálicas -R e S-, eletricamente neutras, de uma outra esfera isolante, eletricamente carregada com carga negativa, como representado na Figura I. Cada uma dessas esferas esta apoiada em um suporte isolante.

Em seguida, o professor toca o dedo, rapidamente, na esfera S, como representado na Figura II.

Isso feito, ele afasta a esfera isolante das outras duas esferas, como representado na Figura III.

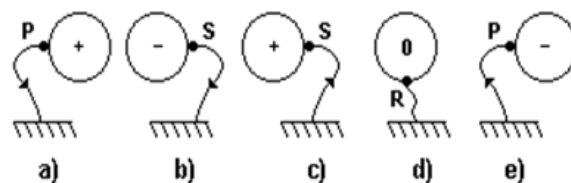
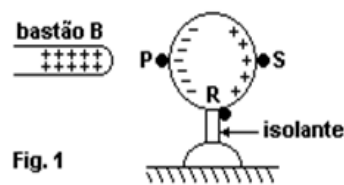


Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que, na situação representada na Figura III,

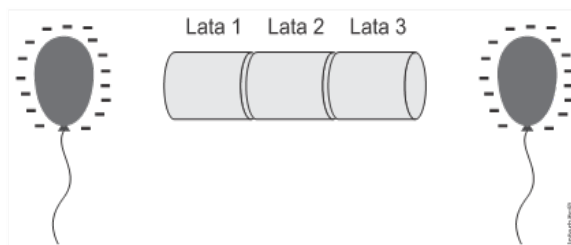
- A** a esfera R fica com carga negativa e a S permanece neutra.
- B** a esfera R fica com carga positiva e a S permanece neutra.
- C** a esfera R permanece neutra e a S fica com carga negativa.
- D** a esfera R permanece neutra e a S fica com carga positiva.

08. (Fuvest 1997) Quando se aproxima um bastão B, eletrizado positivamente, de uma esfera metálica, isolada e inicialmente descarregada, observa-se a distribuição de cargas representada na Figura 1.

Mantendo o bastão na mesma posição, a esfera é conectada à terra por um fio condutor que pode ser ligado a um dos pontos P, R ou S da superfície da esfera. Indicando por (→) o sentido do fluxo transitório (\emptyset) de elétrons (se houver) e por (+), (-) ou (0) o sinal da carga final (Q) da esfera, o esquema que representa \emptyset e Q é



09. (Fuvest 2021) Dois balões negativamente carregados são utilizados para induzir cargas em latas metálicas, alinhadas e em contato, que, inicialmente, estavam eletricamente neutras.



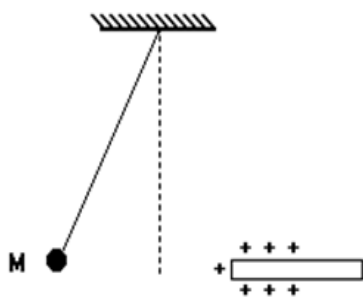
Conforme mostrado na figura, os balões estão próximos, mas jamais chegam a tocar as latas. Nessa configuração, as latas 1, 2 e 3 terão, respectivamente, carga total:

Note e adote:

O contato entre dois objetos metálicos permite a passagem de cargas elétricas entre um e outro. Suponha que o ar no entorno seja um isolante perfeito.

- A** 1: zero; 2: negativa; 3: zero.
- B** 1: positiva; 2: zero; 3: positiva.
- C** 1: zero; 2: positiva; 3: zero.
- D** 1: positiva; 2: negativa; 3: positiva.
- E** 1: zero; 2: zero; 3: zero.

10. (Cesgranrio 1991) Na figura a seguir, um bastão carregado positivamente é aproximado de uma pequena esfera metálica (M) que pende na extremidade de um fio de seda. Observa-se que a esfera se afasta do bastão. Nesta situação, pode-se afirmar que a esfera possui uma carga elétrica total:



- A negativa.
- B positiva.
- C nula.
- D positiva ou nula.
- E negativa ou nula.

A partir dessa configuração, o fio é retirado e, em seguida, a esfera A é levada para muito longe. Finalmente, as esferas B e C são afastadas uma da outra. Após esses procedimentos, as cargas das três esferas satisfazem as relações

- A $Q_A < 0$ $Q_B > 0$ $Q_C > 0$
- B $Q_A < 0$ $Q_B = 0$ $Q_C = 0$
- C $Q_A = 0$ $Q_B < 0$ $Q_C < 0$
- D $Q_A > 0$ $Q_B > 0$ $Q_C = 0$
- E $Q_A > 0$ $Q_B < 0$ $Q_C > 0$

SEÇÃO ENEM

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest-GV 1992) Tem-se 3 esferas condutoras idênticas A, B e C. As esferas A (positiva) e B (negativa) estão eletrizadas com cargas de mesmo módulo Q , e a esfera C está inicialmente neutra. São realizadas as seguintes operações:

1ª) Toca-se C em B, com A mantida à distância, e em seguida separa-se C de B;

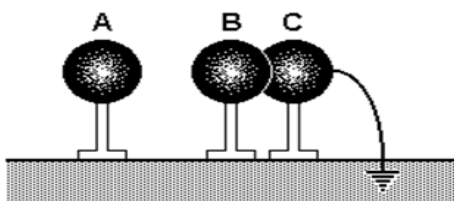
2ª) Toca-se C em A, com B mantida à distância, e em seguida separa-se C de A;

3ª) Toca-se A em B, com C mantida à distância, e em seguida separa-se A de B.

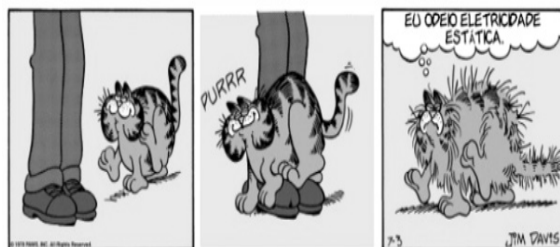
Podemos afirmar que a carga final da esfera A vale:

- A zero
 - B $+ Q/2$
 - C $- Q/4$
 - D $+ Q/6$
 - E $- Q/8$
- Repulsão entre partículas elétricas da calça e

02. (Fuvest 2002) Três esferas metálicas iguais, A, B e C, estão apoiadas em suportes isolantes, tendo a esfera A carga elétrica negativa. Próximas a ela, as esferas B e C estão em contato entre si, sendo que C está ligada à terra por um fio condutor, como na figura.



01. (Enem 2020)



DAVIS, J. Disponível em: <http://garfield.com>. Acesso em: 10 fev. 2015.

Por qual motivo ocorre a eletrização ilustrada na tirinha?

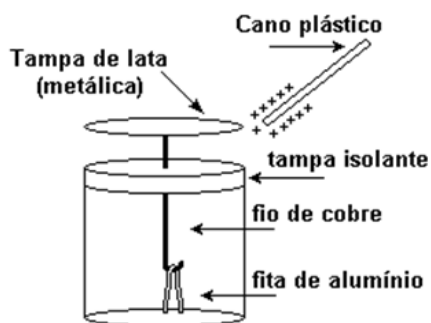
- A Troca de átomos entre a calça e os pelos do gato.
- B Diminuição do número de prótons nos pelos do gato.
- C Criação de novas partículas eletrizadas nos pelos do gato.
- D Movimentação de elétrons entre a calça e os pelos do gato.

dos pelos do gato.

DISCURSIVAS

01. (Ufpe 2013) Duas esferas metálicas iguais, A e B, estão carregadas com cargas $Q_A = +76 \mu\text{C}$ e $Q_B = +98 \mu\text{C}$, respectivamente. Inicialmente, a esfera A é conectada momentaneamente ao solo através de um fio metálico. Em seguida, as esferas são postas em contato momentaneamente. Calcule a carga final da esfera B, em μC .

02. (Ufrj 2003) Um aluno montou um eletroscópio para a Feira de Ciências da escola, conforme ilustrado na figura a seguir. Na hora da demonstração, o aluno atritou um pedaço de cano plástico com uma flanela, deixando-o eletrizado positivamente, e em seguida encostou-o na tampa metálica e retirou-o.



O aluno observou, então, um ângulo de abertura α_1 na folha de alumínio.

- a) Explique o fenômeno físico ocorrido com a fita metálica.
- b) O aluno, em seguida, tornou a atritar o cano com a flanela e o reaproximou do eletroscópio sem encostar nele, observando um ângulo de abertura α_2 . Compare α_1 e α_2 , justificando sua resposta.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	D	B	A	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	B	B	A	B
6	7	8	9	10
C	D	E	D	B

AVANÇADO

1	2
E	A

SEÇÃO ENEM

1
D

DISCURSIVAS

01. $49 \mu\text{C}$

02. a) Ao encostar o cano na tampa, a parte metálica do eletroscópio, esta fica carregada positivamente, isto é, elétrons migram da tampa para o cano e as duas metades da fita de alumínio se repelem.
- b) Por indução cargas negativas (elétrons) se deslocaram para a tampa ficando as lâminas de alumínio ainda mais carregadas positivamente, se afastando mais, logo $\alpha_1 < \alpha_2$.

NÍVEL BÁSICO

01. (Mackenzie 1996) No vácuo ($k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$), são colocadas duas cargas elétricas puntiformes de $2 \times 10^{-6} \text{ C}$ e $5 \times 10^{-6} \text{ C}$, distante 50 cm uma da outra. A força de repulsão entre essas duas cargas tem intensidade:

- A** $63 \times 10^{-3} \text{ N}$
- B** $126 \times 10^{-3} \text{ N}$
- C** $45 \times 10^{-2} \text{ N}$
- D** $36 \times 10^{-2} \text{ N}$
- E** $18 \times 10^{-2} \text{ N}$

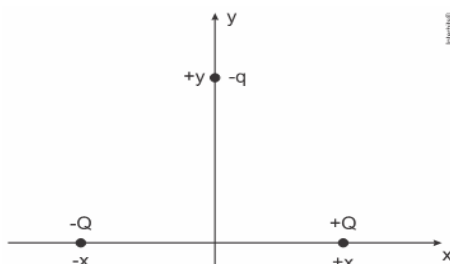
02. (Eear 2017) Duas esferas idênticas e eletrizadas com cargas elétricas q_1 e q_2 se atraem com uma força de 9N. Se a carga da primeira esfera aumentar cinco vezes e a carga da segunda esfera for aumentada oito vezes, qual será o valor da força, em newtons, entre elas?

- A** 40
- B** 49
- C** 117
- D** 360

03. (Mackenzie 2014) Duas pequenas esferas eletrizadas, com cargas Q_1 e Q_2 separadas pela distância d , se repelem com uma força de intensidade $4 \times 10^{-3} \text{ N}$. Substituindo-se a carga Q_1 por outra carga igual a $3Q_1$ e aumentando-se a distância entre elas para $2d$, o valor da força de repulsão será

- A** $3 \times 10^{-3} \text{ N}$
- B** $2 \times 10^{-3} \text{ N}$
- C** $1 \times 10^{-3} \text{ N}$
- D** $5 \times 10^{-4} \text{ N}$
- E** $8 \times 10^{-4} \text{ N}$

04. (Mackenzie 2016)

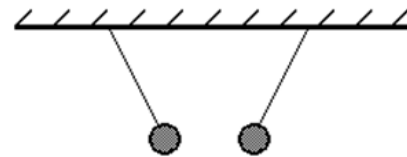


Dois corpos eletrizados com cargas elétricas puntiformes $+Q$ e $-Q$ são colocados sobre o eixo x nas posições $+x$ e $-x$ respectivamente. Uma carga elétrica de prova $-q$ é colocada sobre o eixo y na posição $+y$, como mostra a figura acima.

A força eletrostática resultante sobre a carga elétrica de prova

- A** tem direção horizontal e sentido da esquerda para a direita.
- B** tem direção horizontal e sentido da direita para a esquerda.
- C** tem direção vertical e sentido ascendente.
- D** tem direção vertical e sentido descendente.
- E** é um vetor nulo.

05. (UFMG 1998) Um professor mostra uma situação em que duas esferas metálicas idênticas estão suspensas por fios isolantes. As esferas se aproximam uma da outra, como indicado na figura.



Três estudantes fizeram os seguintes comentários sobre essa situação.

Cecília - uma esfera tem carga positiva, e a outra está neutra;

Heloísa - uma esfera tem carga negativa, e a outra

Rodrigo - uma esfera tem carga negativa, e a outra está neutra.

Assinale a alternativa correta.

- A** Apenas Heloísa fez um comentário pertinente.
- B** Apenas Cecília e Rodrigo fizeram comentários pertinentes.
- C** Todos os estudantes fizeram comentários pertinentes.
- D** Apenas Heloísa e Rodrigo fizeram comentários pertinentes.

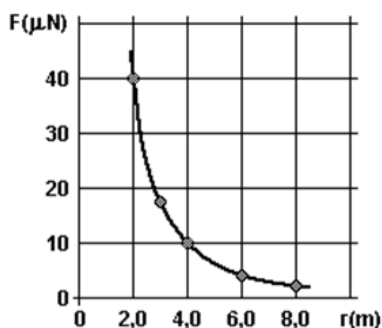
NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (Ufjf-pism 2017) Duas pequenas esferas condutoras idênticas estão eletrizadas. A primeira esfera tem uma carga de $2Q$ e a segunda uma carga de $6Q$. As duas esferas estão separadas por uma distância d e a força eletrostática entre elas é F_1 . Em seguida, as esferas são colocadas em contato e depois separadas por uma distância $2d$. Nessa nova configuração, a força eletrostática entre as esferas é F_2 .

Pode-se afirmar sobre a relação entre as forças F_1 e F_2 , que:

- A** $F_1 = 3F_2$
- B** $F_1 = F_2/12$
- C** $F_1 = F_2/3$
- D** $F_1 = 4F_2$
- E** $F_1 = F_2$

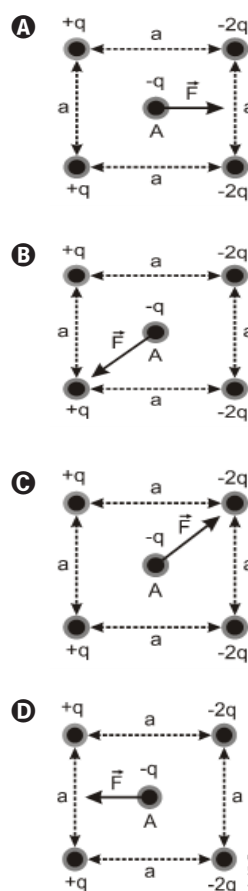
- 02.** (Ufpe 2003) O gráfico a seguir mostra a intensidade da força eletrostática entre duas esferas metálicas muito pequenas, em função da distância entre os centros das esferas. Se as esferas têm a mesma carga elétrica, qual o valor desta carga?



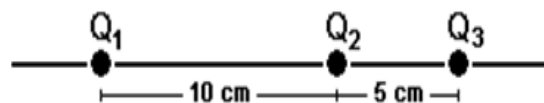
- A** $0,86 \mu\text{C}$
- B** $0,43 \mu\text{C}$
- C** $0,26 \mu\text{C}$
- D** $0,13 \mu\text{C}$
- E** $0,07 \mu\text{C}$

- 03.** (Unicamp 2014) A atração e a repulsão entre partículas carregadas têm inúmeras aplicações industriais, tal como a pintura eletrostática. As figuras abaixo mostram um mesmo conjunto de partículas carregadas, nos vértices de um quadrado de lado a , que exercem forças eletrostáticas sobre a carga A no centro desse quadrado. Na situação apresentada, o vetor que melhor representa a força resultante agindo sobre a carga A se encontra na figura.

Na situação apresentada, o vetor que melhor representa a força resultante agindo sobre a carga A se encontra na figura.



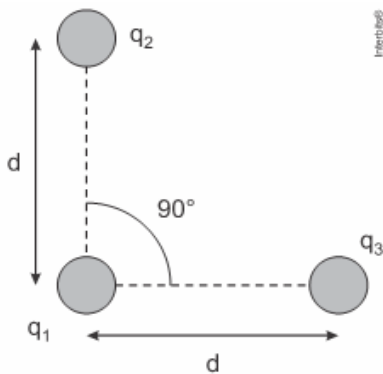
- 04.** (Ufrgs 2007) Três cargas elétricas puntiformes idênticas, Q_1 , Q_2 e Q_3 , são mantidas fixas em suas posições sobre uma linha reta, conforme indica a figura a seguir.



Sabendo-se que o módulo da força elétrica exercida por Q_1 sobre Q_2 é de $4,0 \times 10^{-5} \text{ N}$, qual é o módulo da força elétrica resultante sobre Q_2 ?

- A** $4,0 \times 10^{-5} \text{ N}$
- B** $8,0 \times 10^{-5} \text{ N}$
- C** $1,2 \times 10^{-4} \text{ N}$
- D** $1,6 \times 10^{-4} \text{ N}$
- E** $2,0 \times 10^{-4} \text{ N}$

- 05.** (Unifesp 2009) Considere a seguinte "unidade" de medida: a intensidade da força elétrica entre duas cargas q , quando separadas por uma distância d , é F . Suponha em seguida que uma carga $q_1 = q$ seja colocada frente a duas outras cargas, $q_2 = 3q$ e $q_3 = 4q$, segundo a disposição mostrada na figura.



A intensidade da força elétrica resultante sobre a carga q_1 devido às cargas q_2 e q_3 , será

- A 2F
- B 3F
- C 4F
- D 5F
- E 9F

06. (Fei 1994) Duas cargas puntiformes $q_1 = +2 \mu\text{C}$ e $q_2 = -6 \mu\text{C}$ estão fixas e separadas por uma distância de 600 mm no vácuo. Uma terceira carga $q_3 = 3 \mu\text{C}$ é colocada no ponto médio do segmento que une as cargas.

Qual é o módulo da força elétrica que atua sobre a carga q_3 ?

Dados: $K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

- A 1,2 N
- B 2,4 N
- C 3,6 N
- D $1,2 \times 10^{-3}$ N
- E $3,6 \times 10^{-3}$ N

07. (Fei 1994)

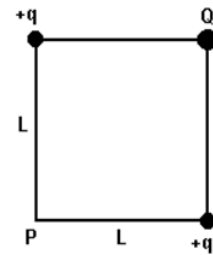


A figura acima ilustra duas cargas elétricas puntiformes que são mantidas fixas a uma distância de 1 metro. Uma terceira carga positiva q será abandonada em um ponto C interior ao segmento imaginário AB que une as cargas $+Q$ e $+4Q$. Esse ponto C será escolhido aleatoriamente.

A probabilidade de que a terceira carga, assim que for abandonada, se desloque sobre o segmento no sentido de A para B é

- A 1/6
- B 2/5
- C 1/5
- D 2/3
- E 1/3

08. (Ufu 2004) Duas cargas positivas iguais, de módulo q , são colocadas nos vértices de um quadrado de lado L , como mostra figura a seguir.

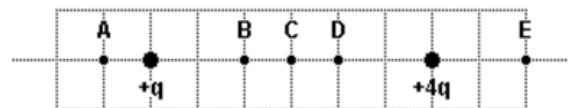


Uma outra carga, de módulo e sinal desconhecidos, é colocada no ponto Q (veja figura acima). Deseja-se que qualquer outra carga a ser colocada no ponto P permaneça sempre em repouso.

Com base nessas informações, assinale a alternativa que corresponde ao sinal e módulo da carga que deve ser colocada no ponto Q.

- A Negativa, de módulo $2q\sqrt{2}$
- B Positiva, de módulo $2q\sqrt{2}$
- C Negativa, de módulo $2q$
- D Positiva, de módulo $2q$

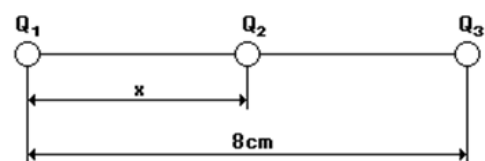
09. (Ufrgs 2006) A figura a seguir representa duas cargas elétricas puntiformes positivas, $+q$ e $+4q$, mantidas fixas em suas posições.



Para que seja nula a força eletrostática resultante sobre uma terceira carga puntiforme, esta carga deve ser colocada no ponto

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

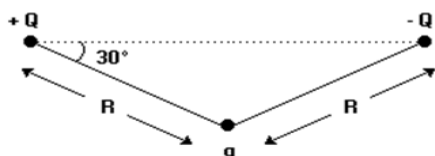
10. (Fei 1997) As cargas $Q_1 = 9 \mu\text{C}$ e $Q_3 = 25 \mu\text{C}$ estão fixas nos pontos A e B. Sabe-se que a carga $Q_2 = 2 \mu\text{C}$ está em equilíbrio sob a ação de forças elétricas somente na posição indicada. Nestas condições:



- A $x = 1 \text{ cm}$
- B $x = 2 \text{ cm}$
- C $x = 3 \text{ cm}$
- D $x = 4 \text{ cm}$
- E $x = 5 \text{ cm}$

NÍVEL AVANÇADO

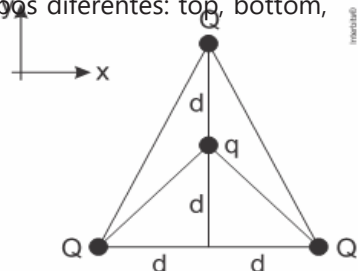
01. (Fuvest 1996) Considere as três cargas pontuais representadas na figura adiante por +Q, -Q e q. O módulo da força eletrostática total que age sobre a carga q será



- A $\frac{2kQq}{R^2}$
- B $\frac{\sqrt{3}kQq}{R^2}$
- C $\frac{kQ^2q}{R^2}$
- D $\left[\frac{\sqrt{3}}{2}\right] \frac{kQq}{R^2}$
- E $\left[\frac{\sqrt{3}}{2}\right] \frac{kQ^2q}{R^2}$

02. (Fuvest 2019) 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.

pode assumir seis tipos diferentes: top, bottom,



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:

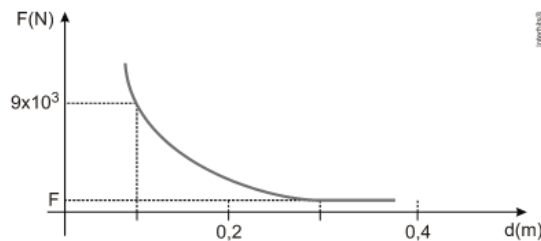
A constante k_0 da lei de Coulomb vale $9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

A 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, módulo 1,8 N.
- C tem direção do eixo y, sentido para cima e módulo 1 N.
- D tem direção do eixo y, sentido para baixo e módulo 1 N.
- E tem direção do eixo y, sentido para cima e módulo 0,3 N.

DISCURSIVAS

01. (Uftm 2012) O gráfico mostra como varia a força de repulsão entre duas cargas elétricas, idênticas e puntiformes, em função da distância entre elas.



Considerando a constante eletrostática do meio como $k = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$, determine:

- a) o valor da força F.
- b) a intensidade das cargas elétricas.

02. (Unicamp 2016) Sabe-se atualmente que os prótons e nêutrons não são partículas elementares, mas sim partículas formadas por três quarks. Uma das propriedades importantes do quark é o sabor, que

charm, strange, up e down. Apenas os quarks up e down estão presentes nos prótons e nos nêutrons. Os quarks possuem carga elétrica fracionária. Por exemplo, o quark up tem carga elétrica igual a $q_{up} = +2/3e$ e o quark down e o $q_{down} = -1/3e$, onde e é o módulo da carga elementar do elétron.

- a) Quais são os três quarks que formam os prótons e os nêutrons?
- b) Calcule o módulo da força de atração eletrostática entre um quark up e um quark down separados por uma distância $d = 0,2 \times 10^{-15} \text{ m}$.

Caso necessário, use $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ e $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.



GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	D	A	A	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	D	D	C	D
6	7	8	9	10
B	E	A	B	C

AVANÇADO

1	2
B	E

DISCURSIVAS

- 01.** a) $F = 1,0 \times 10^3 \text{ N}$.
b) $Q = 1,0 \times 10^{-4} \text{ C}$

- 02.** a) $q_P = 2q_{\text{up}} + 1q$
 $q_N = 1q_{\text{up}} + 2q_{\text{down}}$
b) $F = 1280 \text{ N}$.



NÍVEL BÁSICO

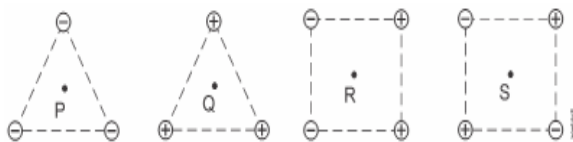
- 01.** (Uea 2014) Duas cargas elétricas puntiformes, Q e q , sendo Q positiva e q negativa, são mantidas a uma certa distância uma da outra, conforme mostra a figura.



A força elétrica F , que a carga negativa q sofre, e o campo elétrico E , presente no ponto onde ela é fixada, estão corretamente representados por

- A** **B** **C** **D** **E**

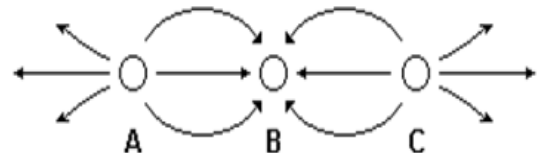
- 02.** (Uern 2015) Os pontos P, Q, R e S são equidistantes das cargas localizadas nos vértices de cada figura. O vetor campo elétrico responsável pela deflexão



Sobre os campos elétricos resultantes, é correto afirmar que

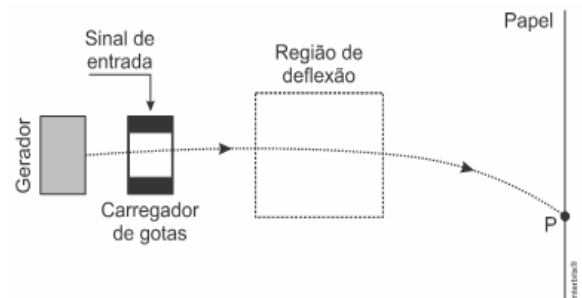
- A** é nulo apenas no ponto R.
B são nulos nos pontos P, Q e S.
C são nulos apenas nos pontos R e S.
D são nulos apenas nos pontos P e Q.

- 03.** (Ufv 2001) A figura a seguir representa a configuração de linhas de campo elétrico produzida por três cargas puntuais, todas com o mesmo módulo Q . Os sinais das cargas A, B e C são, respectivamente:



- A** negativo, positivo e negativo.
B negativo, negativo e positivo.
C positivo, positivo e positivo.
D negativo, negativo e negativo.
E positivo, negativo e positivo.

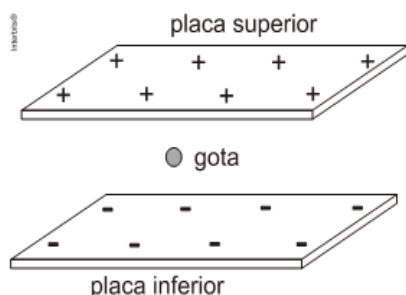
- 04.** (Acafe 2016) Na figura abaixo temos o esquema de uma impressora jato de tinta que mostra o caminho percorrido por uma gota de tinta eletrizada negativamente, numa região onde há um campo elétrico uniforme. A gota é desviada para baixo e atinge o papel numa posição P.



nessa região é:

- A** \uparrow
B \downarrow
C \rightarrow
D \leftarrow

- 05.** (UFMG 2004) Em um experimento, o Professor Ladeira observa o movimento de uma gota de óleo, eletricamente carregada, entre duas placas metálicas paralelas, posicionadas horizontalmente. A placa superior tem carga positiva e a inferior, negativa, como representado nesta figura:



Considere que o campo elétrico entre as placas é uniforme e que a gota está apenas sob a ação desse campo e da gravidade.

Para um certo valor do campo elétrico, o Professor Ladeira observa que a gota cai com velocidade constante.

Com base nessa situação, é CORRETO afirmar que a carga da gota é

- A) negativa e a resultante das forças sobre a gota não é nula.
- B) positiva e a resultante das forças sobre a gota é nula.
- C) negativa e a resultante das forças sobre a gota é nula.
- D) positiva e a resultante das forças sobre a gota não é nula.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

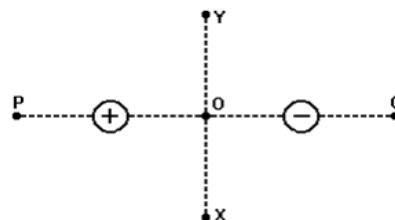
01. (UFMG 1995) Um ponto P está situado à mesma distância de duas cargas, uma positiva e outra negativa, de mesmo módulo.

A opção que representa corretamente a direção e o sentido do campo elétrico criado por essas cargas, no ponto P, é:

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

- E) O campo elétrico é nulo em P.

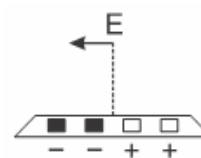
02. (UFMG 2000) A figura mostra duas esferas carregadas com cargas de mesmo módulo e de sinais contrários, mantidas fixas em pontos equidistantes do ponto O.



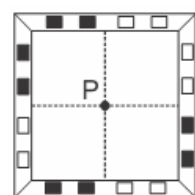
Considerando essa situação, é CORRETO afirmar que o campo elétrico produzido pelas duas cargas

- A) não pode ser nulo em nenhum dos pontos marcados.
- B) pode ser nulo em todos os pontos da linha XY.
- C) pode ser nulo nos pontos P e Q.
- D) pode ser nulo somente no ponto O.

03. (Fuvest 2009) Uma barra isolante possui quatro encaixes, nos quais são colocadas cargas elétricas de mesmo módulo, sendo as positivas nos encaixes claros e as negativas nos encaixes escuros. A certa distância da barra, a direção do campo elétrico está indicada na figura a seguir.



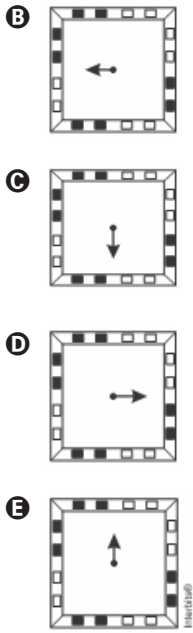
Uma armação foi construída com quatro dessas barras, formando um quadrado, como representado na figura abaixo.



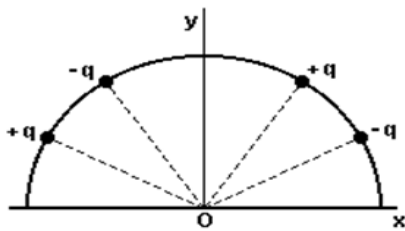
Se uma carga positiva for colocada no centro P da armação, a força elétrica que agirá sobre a carga terá sua direção e sentido indicados por:

Desconsidere eventuais efeitos de cargas induzidas.

- A)
Força Nula

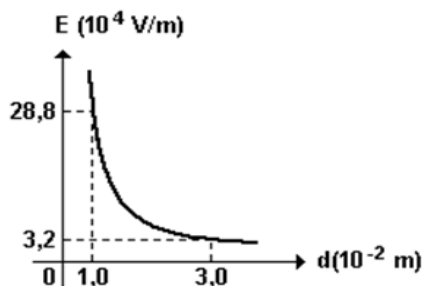


04. (Ufc 1999) Quatro cargas, todas de mesmo valor, q , sendo duas positivas e duas negativas, estão fixadas em um semicírculo, no plano xy , conforme a figura a seguir. Assinale a opção que pode representar o campo elétrico resultante, produzido por essas cargas, no ponto O .



- A →
- B ←
- C vetor nulo
- D ↓
- E ↑

05. (Mackenzie 1999) O módulo do vetor campo elétrico (E) gerado por uma esfera metálica de dimensões desprezíveis, eletrizada positivamente, no vácuo ($k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$), varia com a distância ao seu centro (d), segundo o diagrama dado.



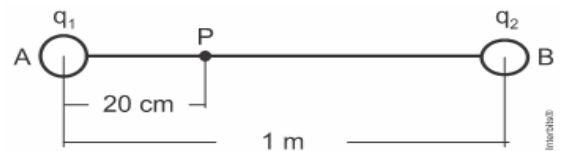
Sendo $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ (módulo da carga do elétron ou do próton) a carga elementar, podemos afirmar que essa esfera possui:

- A um excesso de 1×10^{10} elétrons em relação ao número de prótons.
- B um excesso de 2×10^{10} elétrons em relação ao número de prótons.
- C um excesso de 1×10^{10} prótons em relação ao número de elétrons.
- D um excesso de 2×10^{10} prótons em relação ao número de elétrons.
- E igual número de elétrons e prótons.

06. (Mackenzie 1996) Uma carga elétrica puntiforme com $4,0 \mu\text{C}$, que é colocada em um ponto P do vácuo, fica sujeita a uma força elétrica de intensidade $1,2 \text{ N}$. O campo elétrico nesse ponto P tem intensidade de:

- A $3,0 \times 10^5 \text{ N/C}$
- B $2,4 \times 10^5 \text{ N/C}$
- C $1,2 \times 10^5 \text{ N/C}$
- D $4,0 \times 10^{-6} \text{ N/C}$
- E $4,8 \times 10^{-6} \text{ N/C}$

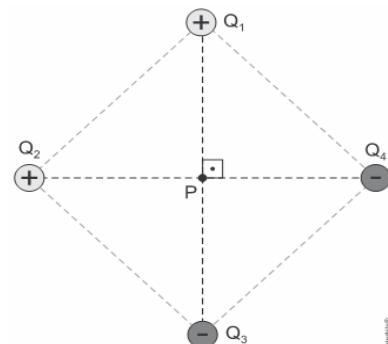
07. (Ifsul 2017) As cargas elétricas puntiformes $q_1 = 20 \mu\text{C}$ e $Q_2 = 64 \mu\text{C}$ estão fixas no vácuo ($k_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$), respectivamente nos pontos A e B , conforme a figura a seguir.



O campo elétrico resultante no ponto P tem intensidade de

- A $3,0 \times 10^6 \text{ N/C}$
- B $3,6 \times 10^6 \text{ N/C}$
- C $4,0 \times 10^6 \text{ N/C}$
- D $4,5 \times 10^6 \text{ N/C}$

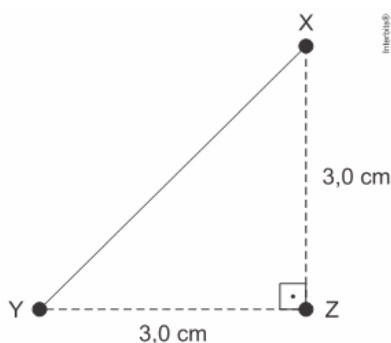
08. (Famerp 2017) Quatro cargas elétricas puntiformes, Q_1, Q_2, Q_3 e Q_4 , estão fixas nos vértices de um quadrado, de modo que $|Q_1| = |Q_2| = |Q_3| = |Q_4|$. As posições das cargas e seus respectivos sinais estão indicados na figura.



Se E for o módulo do campo elétrico no ponto P , centro do quadrado, devido à carga Q_1 , o campo elétrico resultante no ponto P , devido à presença das quatro cargas, terá módulo

- A zero
- B $4E$
- C $\sqrt{2}E$
- D $2\sqrt{2}E$
- E $4\sqrt{2}E$

09. (Espcex (Aman) 2020) 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 .



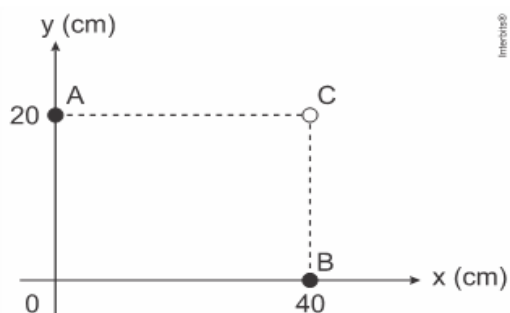
Desenho ilustrativo - fora de escala

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 $k_0 = 9 \times 10^9$ Nm²/C²

- A 2×10^5 N/C
- B 6×10^3 N/C
- C 8×10^4 N/C
- D 10^4 N/C
- E 10^5 N/C

10. (Mackenzie 1998)



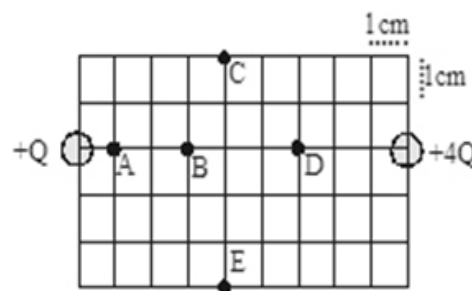
No vácuo ($k_0 = 9 \times 10^9$ Nm²/C²), colocam-se as cargas $Q_A = 48 \times 10^{-6}$ C e $Q_B = 16 \times 10^{-6}$ C, respectivamente nos pontos A e B representados anteriormente.

O campo elétrico no ponto C tem módulo igual a:

- A 40×10^5 N/C
- B 45×10^5 N/C
- C 50×10^5 N/C
- D 55×10^5 N/C
- E 60×10^5 N/C

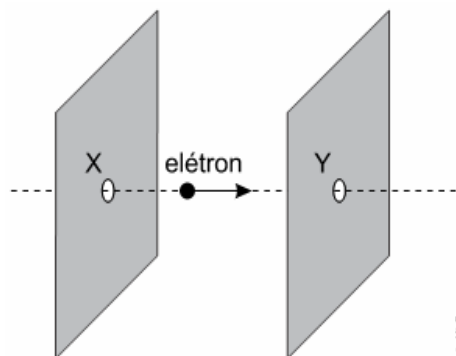
11. (Unirio) A figura mostra como estão distanciadas, entre si, duas cargas elétricas puntiformes, Q e $4Q$, no vácuo.

Pode-se afirmar que o módulo do campo elétrico (E) é NULO no ponto:



- A A
- B B
- C C
- D D
- E E

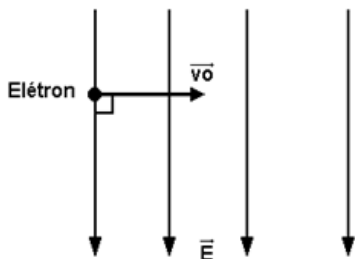
12. (Famerp 2018) A figura representa um elétron atravessando uma região onde existe um campo elétrico. O elétron entrou nessa região pelo ponto X e saiu pelo ponto Y , em trajetória retilínea.



Sabendo que na região do campo elétrico a velocidade do elétron aumentou com aceleração constante, o campo elétrico entre os pontos X e Y tem sentido

- A de Y para X , com intensidade maior em Y .
- B de Y para X , com intensidade maior em X .
- C de Y para X , com intensidade constante.
- D de X para Y , com intensidade constante.
- E de X para Y , com intensidade maior em X .

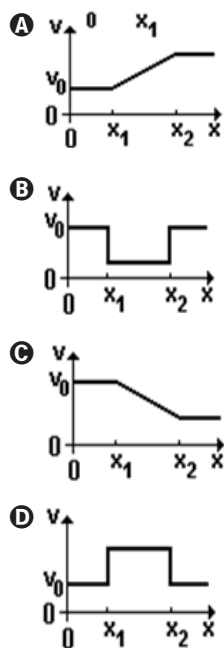
13. (Fei 1999) Um elétron penetra num campo elétrico uniforme com velocidade v_0 , perpendicular às linhas de força que são verticais para baixo, conforme a figura. Desprezando-se as ações gravitacionais, pode-se dizer que a trajetória do elétron será uma:



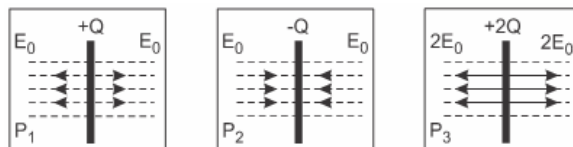
- A parábola para cima
 - B parábola para baixo
 - C retilínea
 - D circunferência
 - E hipérbole para baixo
14. (UFMG 1999) Na figura, um elétron desloca-se na direção x , com velocidade inicial v_0 . Entre os pontos x_1 e x_2 , existe um campo elétrico uniforme, cujas linhas de força também estão representadas na figura.

Despreze o peso do elétron nessa situação.

Considerando a situação descrita, assinale a alternativa cujo gráfico melhor descreve o módulo da velocidade do elétron em função de sua posição x .

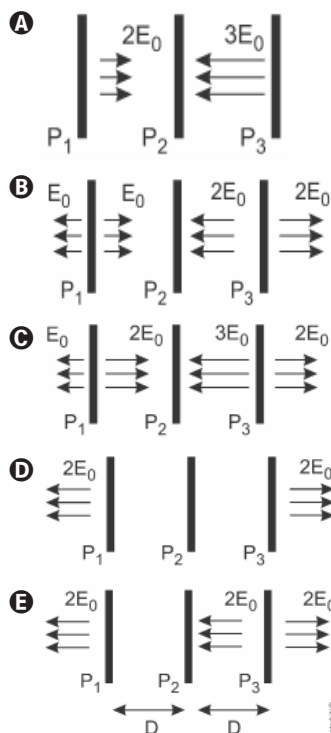


15. (Fuvest 2005) Três grandes placas P_1 , P_2 e P_3 , com, respectivamente, cargas $+Q$, $-Q$ e $+2Q$, geram campos elétricos uniformes em certas regiões do espaço. A figura a seguir mostra intensidade, direção e sentido dos campos criados pelas respectivas placas P_1 , P_2 e P_3 , quando vistas de perfil.



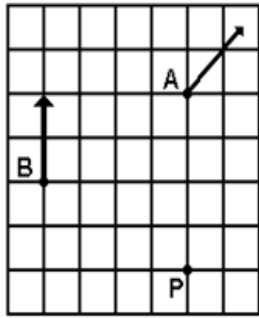
Colocando-se as placas próximas, separadas pela distância D indicada, o campo elétrico resultante, gerado pelas três placas em conjunto, é representado por

Nota: onde não há indicação, o campo elétrico é nulo



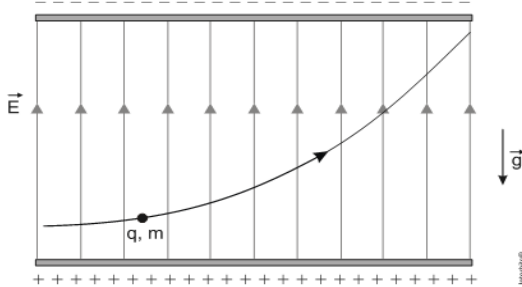
NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 1995) O campo elétrico de uma carga puntiforme em repouso tem, nos pontos A e B, as direções e sentidos indicados pelas flechas na figura a seguir. O módulo do campo elétrico no ponto B vale 24 V/m . O módulo do campo elétrico no ponto P da figura vale, em volt por metro:



- A 3
- B 4
- C $3\sqrt{2}$
- D 6
- E 12

02. (Unesp 2013) Uma carga elétrica $q > 0$ de massa m penetra em uma região entre duas grandes placas planas, paralelas e horizontais, eletrizadas com cargas de sinais opostos. Nessa região, a carga percorre a trajetória representada na figura, sujeita apenas ao campo elétrico uniforme E , representado por suas linhas de campo, e ao campo gravitacional terrestre g .

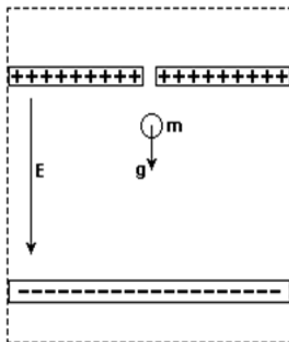


É correto afirmar que, enquanto se move na região indicada entre as placas, a carga fica sujeita a uma força resultante de módulo

- A $qE + mg$
- B $q(E - g)$
- C $qE - mg$
- D $m q(E - g)$
- E $m(E - g)$

A serem influenciados pela força de atrito que

03. (Unesp 2007) Um dispositivo para medir a carga elétrica de uma gota de óleo é constituído de um capacitor polarizado no interior de um recipiente convenientemente vedado, como ilustrado na figura.

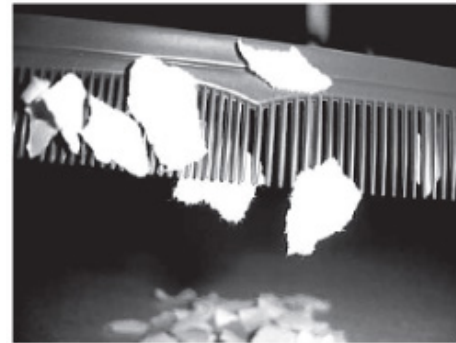


A gota de óleo, com massa m , é abandonada a partir do repouso no interior do capacitor, onde existe um campo elétrico uniforme E . Sob ação da gravidade e do campo elétrico, a gota inicia um movimento de queda com aceleração $0,2 g$, onde g é a aceleração da gravidade. O valor absoluto (módulo) da carga pode ser calculado através da expressão

- A $Q = 0,8 mg/E.$
- B $Q = 1,2 E/mg.$
- C $Q = 1,2 m/gE.$
- D $Q = 1,2 mg/E.$
- E $Q = 0,8 E/mg.$

SEÇÃO ENEM

01. (Enem (Libras) 2017) Um pente plástico é atritado com papel toalha seco. A seguir ele é aproximado de pedaços de papel que estavam sobre a mesa. Observa-se que os pedaços de papel são atraídos e acabam grudados ao pente, como mostra a figura.



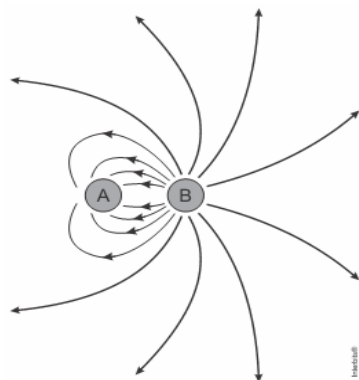
Disponível em: <http://ogostoamargodometal.wordpress.com>. Acesso em: 10 ago. 2012.

Nessa situação, a movimentação dos pedaços de papel até o pente é explicada pelo fato de os papezinhos

- A serem influenciados pela força de atrito que ficou retida no pente.
- B serem influenciados pela força de resistência do ar em movimento.
- C experimentarem um campo elétrico capaz de exercer forças elétricas.
- D experimentarem um campo magnético capaz de exercer forças magnéticas.
- E possuírem carga elétrica que permite serem atraídos ou repelidos pelo pente.

DISCURSIVAS

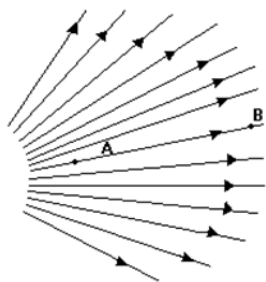
01. (UEG 2008) A figura a seguir representa as linhas de campo elétrico de duas cargas puntiformes.



Com base na análise da figura, responda aos itens a seguir.

- a) Quais são os sinais das cargas A e B? Justifique.
- b) Crie uma relação entre os módulos das cargas A e B. Justifique.
- c) Seria possível às linhas de campo elétrico se cruzarem? Justifique.

02. (Udesc 1997) Na figura a seguir aparece a representação, por linhas de força, do campo elétrico numa certa região do espaço



- a) DIGA onde a intensidade do campo elétrico é maior: nas proximidades do ponto A, ou nas proximidades do ponto B? JUSTIFIQUE sua resposta.
- b) Suponha que uma partícula carregada positivamente seja largada em repouso no ponto A. A tendência da partícula será se deslocar para a direita, para a esquerda, ou permanecer em repouso? JUSTIFIQUE sua resposta.
- c) Responda à pergunta anterior, b), apenas considerando agora uma partícula carregada negativamente. Novamente, JUSTIFIQUE SUA RESPOSTA.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	B	E	A	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	A	B	A	D
6	7	8	9	10
A	B	D	E	B
11	12	13	14	15
B	C	A	A	E

AVANÇADO

1	2	3
D	C	A

SEÇÃO ENEM

1
C

- 01.** a) A é negativa e B é positiva.
b) $Q_B = 2Q_A$
c) Não, pois caso fosse possível, haveria diferentes vetores E em cada ponto de cruzamento das linhas de campo.
- 02.** a) Em A; onde a densidade de linhas é maior.
b) Para a direita; sendo positiva ela acompanha o campo.
c) Para a esquerda; sendo negativa ela se move no sentido oposto ao do campo.

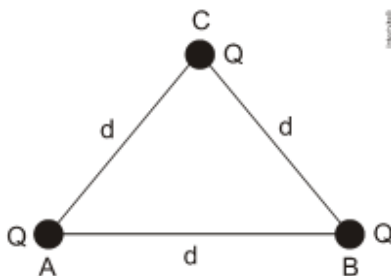
DISCURSIVAS



NÍVEL BÁSICO

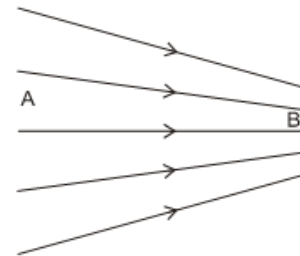
- 01.** (Uece 2017) Considere a energia potencial elétrica armazenada em dois sistemas compostos por: (i) duas cargas elétricas de mesmo sinal; (ii) duas cargas de sinais opostos. A energia potencial no primeiro e no segundo sistema, respectivamente,
- A** aumenta com a distância crescente entre as cargas e diminui com a redução da separação.
 - B** diminui com a distância decrescente entre as cargas e não depende da separação.
 - C** aumenta com a distância crescente entre as cargas e não depende da separação.
 - D** diminui com o aumento da distância entre as cargas e aumenta se a separação cresce.

- 02.** (Upe 2011) Considere três cargas elétricas puntiformes, positivas e iguais a Q , colocadas no vácuo, fixas nos vértices A, B e C de um triângulo equilátero de lado d , de acordo com a figura a seguir:



A energia potencial elétrica do par de cargas, disponibilizadas nos vértices A e B, é igual a 0,8 J. Nessas condições, é correto afirmar que a energia potencial elétrica do sistema constituído das três cargas, em joules, vale

- A** 0,8
 - B** 1,2
 - C** 1,6
 - D** 2,0
 - E** 2,4
- 03.** (Ufsm 2014) A tecnologia dos aparelhos eletroeletrônicos está baseada nos fenômenos de interação das partículas carregadas com campos elétricos e magnéticos. A figura representa as linhas de campo de um campo elétrico.



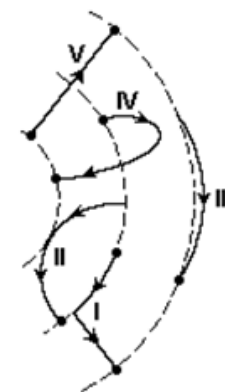
Assim, analise as afirmativas:

- I. O campo é mais intenso na região A.
- II. O potencial elétrico é maior na região B.
- III. Uma partícula com carga negativa pode ser a fonte desse campo.

Está(ão) correta(s)

- A** apenas I.
- B** apenas II.
- C** apenas III.
- D** apenas II e III.
- E** I, II e III.

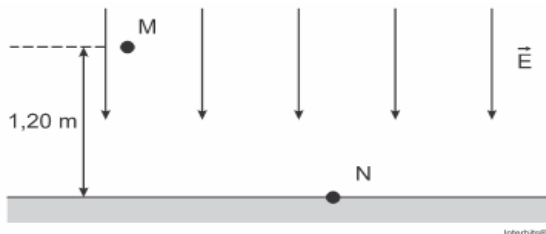
- 04.** (Unifesp 2006) Na figura, as linhas tracejadas representam superfícies equipotenciais de um campo elétrico; as linhas cheias I, II, III, IV e V representam cinco possíveis trajetórias de uma partícula de carga q , positiva, realizadas entre dois pontos dessas superfícies, por um agente externo que realiza trabalho mínimo.



A trajetória em que esse trabalho é maior, em módulo, é:

- A** I
- B** II
- C** III
- D** IV
- E** V

05. (Unifesp 2009) A presença de íons na atmosfera é responsável pela existência de um campo elétrico dirigido e apontado para a Terra. Próximo ao solo, longe de concentrações urbanas, num dia claro e limpo, o campo elétrico é uniforme e perpendicular ao solo horizontal e sua intensidade é de 120 V/m. A figura mostra as linhas de campo e dois pontos dessa região, M e N.



O ponto M está a 1,20 m do solo, e N está no solo. A diferença de potencial entre os pontos M e N é:

- A 100 V
- B 120 V
- C 125 V
- D 134 V
- E 144 V

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Upe 2013) Considere a Terra como uma esfera condutora, carregada uniformemente, cuja carga total é 6,0 μC e a distância entre o centro da Terra e um ponto P na superfície da Lua é de aproximadamente $4 \times 10^8 \text{ m}$.

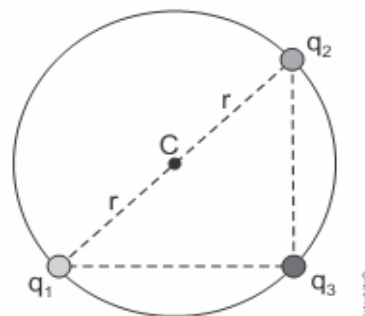
A constante eletrostática no vácuo é de aproximadamente $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$. É CORRETO afirmar que a ordem de grandeza do potencial elétrico nesse ponto P, na superfície da Lua vale, em volts,

04. (Ufrgs 2007) A figura a seguir representa duas
- A 10^{-2}
 - B 10^{-3}
 - C 10^{-4}
 - D 10^{-3}
 - E 10^{-12}

02. (Ufpe 2005) Considere duas cargas elétricas pontiformes de mesmo valor e sinais contrários, fixas no vácuo e afastadas pela distância d. Pode-se dizer que o módulo do campo elétrico E e o valor do potencial elétrico V, no ponto médio entre as cargas, são:

- A $E \neq 0$ e $V \neq 0$
- B $E \neq 0$ e $V = 0$
- C $E = 0$ e $V = 0$
- D $E = 0$ e $V \neq 0$
- E $E = 2V/d$

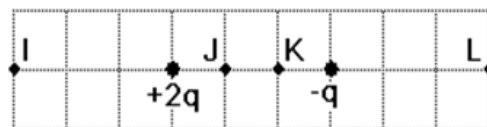
03. (Unesp 2017) Três esferas pontiformes, eletrizadas com cargas elétricas $q_1 = q_2 = +Q$ e $q_3 = -2Q$ estão fixas e dispostas sobre uma circunferência de raio r e centro C, em uma região onde a constante eletrostática é igual a k_0 , conforme representado na figura.



Considere V_c o potencial eletrostático e E_c o módulo do campo elétrico no ponto C devido às três cargas. Os valores de V_c e E_c são, respectivamente,

- A zero e $\frac{4 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$
- B $\frac{4 \cdot k_0 \cdot Q}{r}$ e $\frac{k_0 \cdot Q}{r^2}$
- C zero e zero
- D $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r}$ e $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$
- E zero e $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$

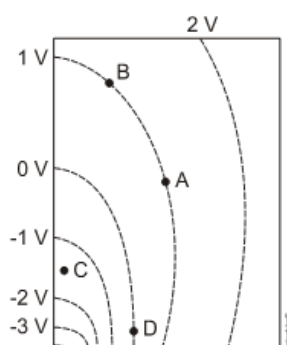
cargas elétricas pontiformes, mantidas fixas em suas posições, de valores $+2q$ e $-q$, sendo q o módulo de uma carga de referência.



Considerando-se zero o potencial elétrico no infinito, é correto afirmar que o potencial elétrico criado pelas duas cargas será zero também nos pontos

- A I e J.
- B I e K.
- C I e L.
- D J e K.
- E K e L.

05. (Ufrgs 2014) Na figura, estão representadas, no plano XY, linhas equipotenciais espaçadas entre si de 1 V.

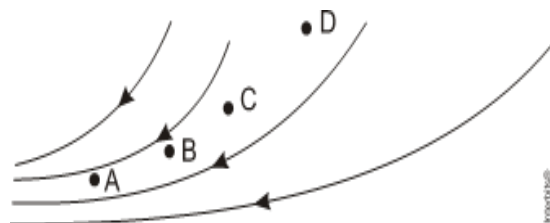


Considere as seguintes afirmações sobre essa situação.

- I. O trabalho realizado pela força elétrica para mover uma carga elétrica de 1 C de D até A é de -1 J.
- II. O módulo do campo elétrico em C é maior do que em B.
- III. O módulo do campo elétrico em D é zero.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
 - B) Apenas II.
 - C) Apenas I e II.
 - D) Apenas II e III.
 - E) I, II e III.
06. (Ifsp 2011) Na figura a seguir, são representadas as linhas de força em uma região de um campo elétrico. A partir dos pontos A, B, C, e D situados nesse campo, são feitas as seguintes afirmações:

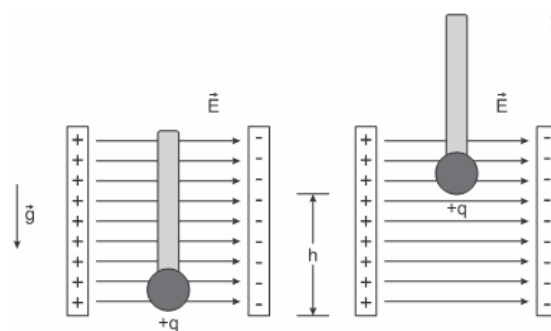


- I. A intensidade do vetor campo elétrico no ponto B é maior que no ponto C.
- II. O potencial elétrico no ponto D é menor que no ponto C.
- III. Uma partícula carregada negativamente, abandonada no ponto B, se movimenta espontaneamente para regiões de menor potencial elétrico.
- IV. A energia potencial elétrica de uma partícula positiva diminui quando se movimenta de B para A.

É correto o que se afirma apenas em

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

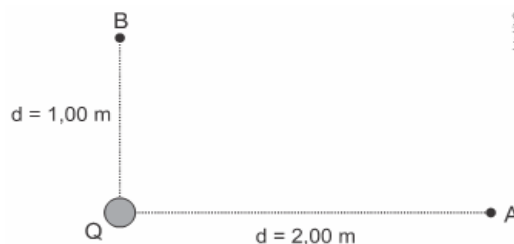
07. (Fuvest 2021) Uma esfera metálica de massa m e carga elétrica $+q$ descansa sobre um piso horizontal isolante, em uma região em que há um campo elétrico uniforme e também horizontal, de intensidade E , conforme mostrado na figura. Em certo instante, com auxílio de uma barra isolante, a esfera é erguida ao longo de uma linha vertical, com velocidade constante e contra a ação da gravidade, a uma altura total h , sem nunca abandonar a região de campo elétrico uniforme.



Ao longo do movimento descrito, os trabalhos realizados pela força gravitacional e pela força elétrica sobre a esfera são, respectivamente:

- A) mgh e qEh
- B) $-mgh$ e 0
- C) 0 e $-qEh$
- D) $-mgh$ e $-qEh$
- E) mgh e 0

08. (Mackenzie 2015)

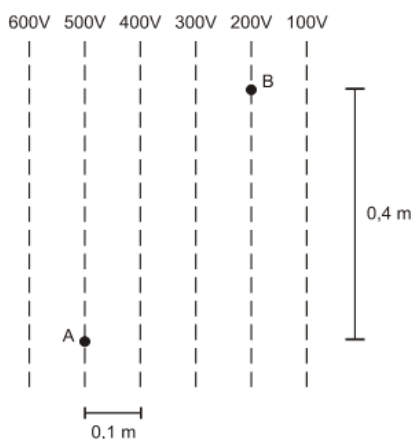


Uma carga elétrica de intensidade $Q = 10,0 \mu\text{C}$ no vácuo, gera um campo elétrico em dois pontos A e B, conforme figura acima. Sabendo-se que a constante eletrostática do vácuo é $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$, o trabalho realizado pela força elétrica para transferir uma carga $q = 2,00 \mu\text{C}$ do ponto B até o ponto A é, em mJ, igual a

- A) 90,0
- B) 180
- C) 270
- D) 100
- E) 200

09. (Ufrgs 2010) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto a seguir, na ordem em que aparecem.

Na figura que segue, um próton (carga +e) encontra-se inicialmente fixo na posição A em uma região onde existe um campo elétrico uniforme. As superfícies equipotenciais associadas a esse campo estão representadas pelas linhas tracejadas.



Na situação representada na figura, o campo elétrico tem módulo..... e aponta para, e o mínimo trabalho a ser realizado por um agente externo para levar o próton até a posição B é de.....

- A 1000 V/m direita -300 eV
- B 100 V/m direita -300 eV
- C 1000 V/m direita +300 eV
- D 100 V/m esquerda -300 eV
- E 1000 V/m esquerda +300 eV

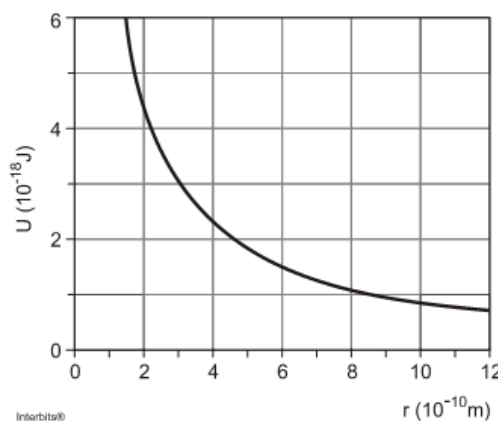
10. (Uece 2016) Os aparelhos de televisão que antecederam a tecnologia atual, de LED e LCD, utilizavam um tubo de raios catódicos para produção da imagem. De modo simplificado, esse dispositivo produz uma diferença de potencial da ordem de 25 kV entre pontos distantes de 50 cm um do outro. Essa diferença de potencial gera um campo elétrico que acelera elétrons até que estes se choquem com a frente do monitor, produzindo os pontos luminosos que compõem a imagem.

Com a simplificação acima, pode-se estimar corretamente que o campo elétrico por onde passa esse feixe de elétrons é

- A 0,5 kV/m
- B 25 kV
- C 50.000 V/m
- D 1,250 kV.cm

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 2013) A energia potencial elétrica U de duas partículas em função da distância r que as separa está representada no gráfico da figura abaixo.

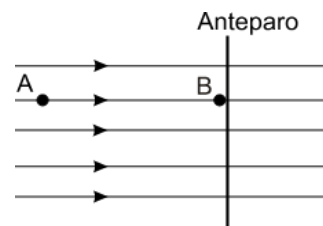


Uma das partículas está fixa em uma posição, enquanto a outra se move apenas devido à força elétrica de interação entre elas. Quando a distância entre as partículas varia de $r_i = 3,0 \times 10^{-10} \text{ m}$ a $r_f = 9,0 \times 10^{-10} \text{ m}$, a energia cinética da partícula em movimento

- A diminui $1 \times 10^{-18} \text{ J}$.
- B aumenta $1 \times 10^{-18} \text{ J}$.
- C diminui $2 \times 10^{-18} \text{ J}$.
- D aumenta $2 \times 10^{-18} \text{ J}$.
- E não se altera.

02. (Mackenzie 2010) Uma partícula de massa 1 g, eletrizada com carga elétrica positiva de $40 \mu\text{C}$, é abandonada do repouso no ponto A de um campo

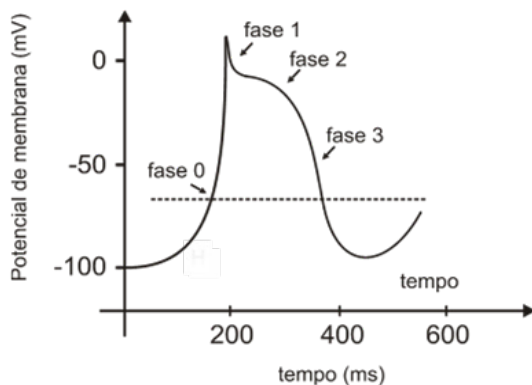
300 V. Essa partícula adquire movimento e se choca em B, com um anteparo rígido. Sabendo-se que o potencial elétrico do ponto B é de 100 V, a velocidade dessa partícula ao se chocar com o obstáculo é de



- A 4 m/s
- B 5 m/s
- C 6 m/s
- D 7 m/s
- E 8 m/s

SEÇÃO ENEM

01. (Enem cancelado 2009) As células possuem potencial de membrana, que pode ser classificado em repouso ou ação, e é uma estratégia eletrofisiológica interessante e simples do ponto de vista físico. Essa característica eletrofisiológica está presente na figura a seguir, que mostra um potencial de ação disparado por uma célula que compõe as fibras de Purkinje, responsáveis por conduzir os impulsos elétricos para o tecido cardíaco, possibilitando assim a contração cardíaca. Observa-se que existem quatro fases envolvidas nesse potencial de ação, sendo denominadas fases 0, 1, 2 e 3.



O potencial de repouso dessa célula é -100 mV e quando ocorre influxo de íons Na^+ e Ca^{2+} a polaridade celular pode atingir valores de até 10 mV, o que se denomina despolarização celular. A modificação no potencial de repouso pode disparar um potencial de ação quando a voltagem da membrana atinge o limiar de disparo que está representado na figura pela linha pontilhada. Contudo, a célula não pode se manter despolarizada, pois isso acarretaria a morte celular. Assim, ocorre a repolarização celular, mecanismo que reverte a despolarização e retorna a célula ao potencial de repouso. Para tanto, há o efluxo celular de íons K^+ .

Qual das fases, presentes na figura, indica o processo de despolarização e repolarização celular, respectivamente?

- A** Fases 0 e 2.
B Fases 0 e 3.
C Fases 1 e 2.
D Fases 2 e 0.
E Fases 3 e 1.

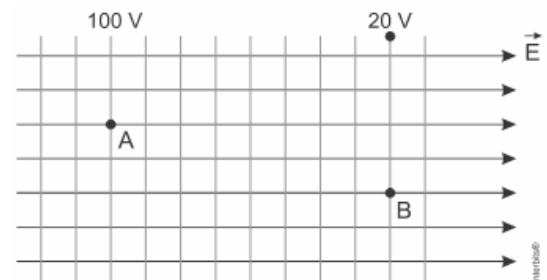
DISCURSIVAS

01. (Ufpr 2018) Numa experiência feita para investigar relações entre grandezas eletrostáticas, duas placas condutoras paralelas A e B, separadas por uma distância $d = 5 \text{ cm}$, foram submetidas a uma diferença de potencial $U = 100 \text{ V}$, sendo que a placa que tem o potencial elétrico mais alto é a B. Por hipótese, como as dimensões das placas são muito maiores que a distância que as separa, o campo elétrico que se estabeleceu entre elas pode ser considerado, para todos os efeitos, como sendo uniforme.

a) Determine o módulo do campo elétrico existente na região entre as placas.

b) Uma partícula com carga $q = 3,2 \mu\text{C}$ sai da placa B e chega à placa A. Qual o trabalho realizado pela força elétrica sobre essa partícula durante esse movimento?

02. (Uerj 2016) O esquema abaixo representa um campo elétrico uniforme E , no qual as linhas verticais correspondem às superfícies equipotenciais. Uma carga elétrica puntiforme, de intensidade $400 \mu\text{C}$, colocada no ponto A, passa pelo ponto B após algum tempo.



Determine, em joules, o trabalho realizado pela força elétrica para deslocar essa carga entre os pontos A e B.

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
D	E	C	E	E

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	B	E	E	C
6	7	8	9	10
B	B	A	A	C

AVANÇADO

1	2
D	A

SEÇÃO ENEM

1
B

DISCURSIVAS

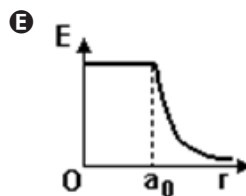
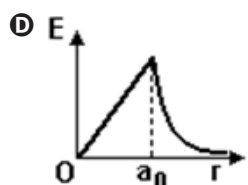
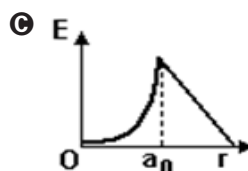
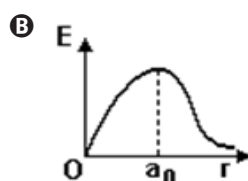
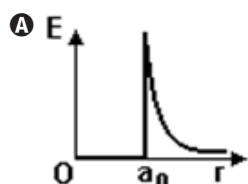
- 01.** a) 2000 V/m.
b) $3,2 \times 10^{-4}$ J
- 02.** $3,2 \times 10^{-2}$ J

NÍVEL BÁSICO

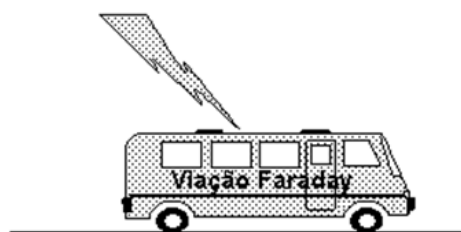
01. (Uel 1999) Considere uma esfera metálica eletrizada positivamente, no vácuo e distante de outros corpos. Nessas condições,

- A** o campo elétrico é nulo no interior da esfera.
- B** as cargas estão localizadas no centro da esfera.
- C** o campo elétrico aumenta à medida que se afasta da esfera.
- D** o potencial elétrico é nulo no interior da esfera.
- E** o potencial elétrico aumenta à medida que se afasta da esfera.

02. (Ufpe 2001) As figuras a seguir mostram gráficos de várias funções versus a distância r , medida a partir do centro de uma esfera metálica carregada, de raio a_0 . Qual gráfico melhor representa o módulo do campo elétrico, E , produzido pela esfera?



03. (Ufv 1996) Durante uma tempestade, um raio atinge um ônibus que trafega por uma rodovia.

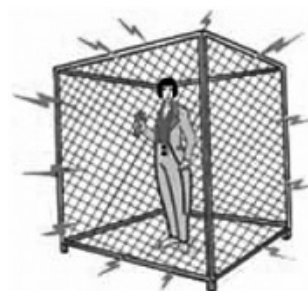


Pode-se afirmar que os passageiros:

- A** não sofrerão dano físico em decorrência deste fato, pois os pneus de borracha asseguram o isolamento elétrico do ônibus.
- B** serão atingidos pela descarga elétrica, em virtude da carroceria metálica ser boa condutora de eletricidade.
- C** serão parcialmente atingidos, pois a descarga será homogeneamente distribuída na superfície interna do ônibus.
- D** não sofrerão dano físico em decorrência deste fato, pois a carroceria metálica do ônibus atua como blindagem.
- E** não serão atingidos, pois os ônibus interurbanos são obrigados a portar um para-raios em sua carroceria.

04. (Fgv 2018) A gaiola de Faraday é um curioso dispositivo que serve para comprovar o comportamento das cargas elétricas em equilíbrio.

A pessoa em seu interior não sofre descarga.



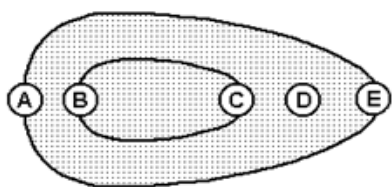
(vclaz.tv)



Dessa experiência, conclui-se que o campo elétrico no interior da gaiola é

- A** uniforme e horizontal, com o sentido dependente do sinal das cargas externas.
- B** nulo apenas na região central onde está a pessoa.
- C** mais intenso próximo aos vértices, pois é lá que as cargas mais se concentram.
- D** uniforme, dirigido verticalmente para cima ou para baixo, dependendo do sinal das cargas externas.
- E** inteiramente nulo.

- 05.** (Faap 1996) A figura mostra, em corte longitudinal, um objeto metálico oco, eletricamente carregado.



Em qual das regiões assinaladas há maior concentração de carga?

- A** E
- B** D
- C** C
- D** B
- E** A

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (Uftm 2012) Considere uma esfera oca metálica eletrizada. Na condição de equilíbrio eletrostático,
- A** o vetor campo elétrico no interior da esfera não é nulo.
 - B** o potencial elétrico em um ponto interior da esfera depende da distância desse ponto à superfície.
 - C** o vetor campo elétrico na superfície externa da esfera é perpendicular à superfície.
 - D** a distribuição de cargas elétricas na superfície externa da esfera depende do sinal da carga com que ela está eletrizada.
 - E** o módulo do vetor campo elétrico em um ponto da região externa da esfera não depende da distância desse ponto à superfície.

- 02.** (Eear 2019) Considere as seguintes afirmações a respeito de uma esfera homogênea carregada em equilíbrio eletrostático:

I. As cargas elétricas se distribuem pela superfície da esfera, independentemente de seu sinal.

II. Na superfície dessa esfera o campo elétrico é nulo.

III. Na superfície dessa esfera o campo elétrico é normal à superfície e no seu interior ele é nulo.

IV. A diferença de potencial elétrico entre dois pontos quaisquer da sua superfície é nula.

A respeito dessas afirmações, pode-se dizer que:

- A** Todas estão corretas
- B** Apenas I está correta
- C** I, III e IV estão corretas
- D** II, III e IV estão corretas

- 03.** (Upf 2014) Durante uma experiência didática sobre eletrostática, um professor de Física eletriza uma esfera metálica oca suspensa por um fio isolante. Na sequência, faz as seguintes afirmações:

I. A carga elétrica transferida para a esfera se distribui na superfície externa desta.

II. O campo elétrico no interior da esfera é nulo.

III. O campo elétrico na parte exterior da esfera tem direção perpendicular à superfície desta.

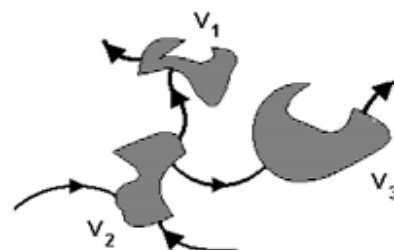
IV. A superfície da esfera, na situação descrita, apresenta o mesmo potencial elétrico em todos os pontos.

V. A carga elétrica acumulada na esfera é positiva, pois lhe foram transferidas cargas positivas.

Está correto o que se afirma em:

- A** I apenas.
- B** I e II apenas.
- C** I, II e III apenas.
- D** I, II, III e IV apenas.
- E** I, II, III, IV e V.

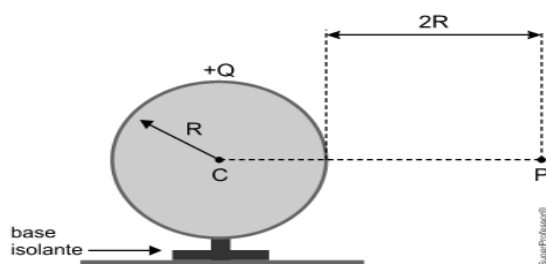
- 04.** (Ufc 2001) A figura a seguir representa três condutores elétricos e algumas linhas de força entre eles.



Se V_1 , V_2 e V_3 são os potenciais elétricos dos condutores, podemos afirmar, com certeza, que:

- A** $V_1 = V_2$ **D** $V_2 > V_3$
B $V_3 > V_2$ **E** $V_2 = V_3$
C $V_2 > V_3$

- 05.** (Fgv 2022) Uma esfera metálica oca de raio R e centro C está isolada, eletrizada com uma carga elétrica positiva Q e em equilíbrio eletrostático. O ponto P , indicado na figura, está a uma distância $2R$ da superfície dessa esfera.



Sendo k a constante eletrostática do meio em que a esfera se encontra, as intensidades do campo elétrico criado por ela no ponto C e no ponto P são, respectivamente,

- A** $E_C = 0$ e $E_P = \frac{k \cdot Q}{4 \cdot R^2}$
B $E_C = \frac{k \cdot Q}{R^2}$ e $E_P = \frac{k \cdot Q}{9 \cdot R^2}$
C $E_C = 0$ e $E_P = \frac{k \cdot Q}{R^2}$
D $E_C = 0$ e $E_P = \frac{k \cdot Q}{9 \cdot R^2}$
E $E_C = \frac{k \cdot Q}{R^2}$ e $E_P = \frac{k \cdot Q}{4 \cdot R^2}$

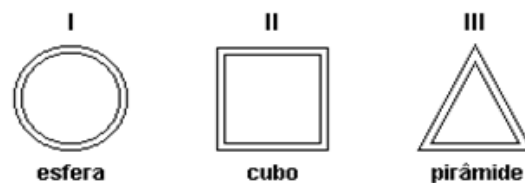
- 06.** (Uff 2002) Em 1752, o norte-americano Benjamin Franklin, estudioso de fenômenos elétricos, relacionou-os aos fenômenos atmosféricos, realizando a experiência descrita seguir.

Durante uma tempestade, Franklin soltou uma pipa em cuja ponta de metal estava amarrada a extremidade de um longo fio de seda; da outra extremidade do fio, próximo de Franklin, pendia uma chave de metal. Ocorreu, então, o seguinte fenômeno: quando a pipa captou a eletricidade atmosférica, o toque de Franklin na chave, com os nós dos dedos, produziu faíscas elétricas.

Esse fenômeno ocorre sempre que em um condutor:

- A** as cargas se movimentam, dando origem a uma corrente elétrica constante na sua superfície;
B as cargas se acumulam nas suas regiões pontiagudas, originando um campo elétrico muito intenso e uma conseqüente fuga de cargas;
C as cargas se distribuem uniformemente sobre sua superfície externa, fazendo com que em pontos exteriores o campo elétrico seja igual ao gerado por uma carga pontual de mesmo valor;
D as cargas positivas se afastam das negativas, dando origem a um campo elétrico no seu interior;
E as cargas se distribuem uniformemente sobre sua superfície externa, tornando nulo o campo elétrico em seu interior.

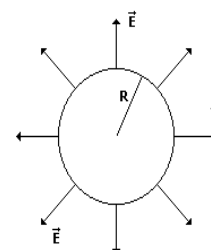
- 07.** (Ufrgs 2000) A figura a seguir representa, em corte, três objetos de formas geométricas diferentes, feitos de material bom condutor, que se encontram em repouso. Os objetos são ocas, totalmente fechados, e suas cavidades internas se acham vazias. A superfície de cada um dos objetos está carregada com carga elétrica estática de mesmo valor Q .



Em quais desses objetos o campo elétrico é nulo em qualquer ponto da cavidade interna?

- A** Apenas em I.
B Apenas em II.
C Apenas em I e II.
D Apenas em II e III.
E Em I, II e III.

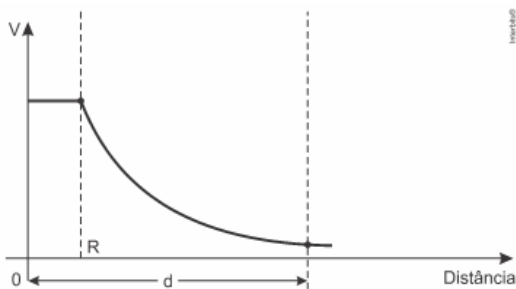
- 08.** (Unirio 1999)



Uma casca esférica metálica de raio R encontra-se eletrizada com uma carga positiva igual a Q , que gera um campo elétrico E , cujas linhas de campo estão indicadas na figura anterior. A esfera está localizada no vácuo, cuja constante eletrostática pode ser representada por k_0 . Numa situação como essa, o campo elétrico de um ponto situado a uma distância D do centro da esfera, sendo $D < R$, e o potencial desta em sua superfície são, respectivamente, iguais a:

- A zero e k_0Q/R
- B zero e $k_0Q/(R - D)$
- C k_0Q/R^2 e zero
- D k_0Q/R^2 e k_0Q/D
- E k_0Q/D^2 e k_0Q/R

09. (ifsul 2019) A figura a seguir ilustra, graficamente, o comportamento do Potencial Elétrico V , em função da Distância até o centro, de uma esfera condutora de raio R , eletrizada com carga positiva Q e em equilíbrio eletrostático. Considere a origem do sistema de coordenadas localizado no centro da esfera.



Com base no gráfico e em seus conhecimentos de eletrostática, analise as seguintes afirmativas:

- I. O potencial elétrico no interior da esfera é nulo.
- II. O potencial elétrico no interior da esfera é igual em todos os pontos.

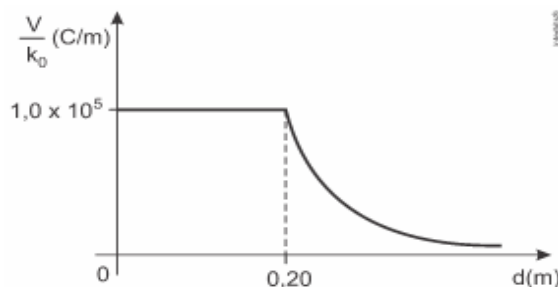
Com base nessas informações, assinale a alternativa

- III. O campo elétrico no interior da esfera é nulo.

Estão corretas as afirmativas

- A I e II, apenas.
- B II e III, apenas.
- C I e III, apenas.
- D I, II e III.

10. (Ueg 2015) Considere uma esfera condutora carregada com carga Q , que possua um raio R . O potencial elétrico dividido pela constante eletrostática no vácuo dessa esfera em função da distância d , medida a partir do seu centro, está descrito no gráfico a seguir.

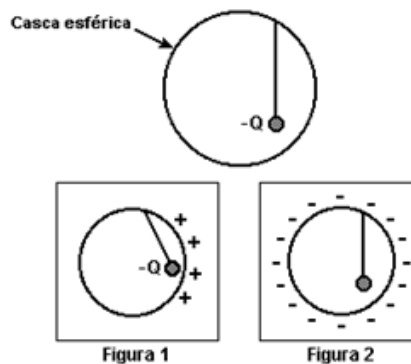


Qual é o valor da carga elétrica Q , em Coulomb?

- A $2,0 \times 10^4$
- B $4,0 \times 10^3$
- C $0,5 \times 10^6$
- D $2,0 \times 10^6$

NÍVEL AVANÇADO

01. (Ufu 2005) Uma pequena bolinha de metal, carregada com uma carga elétrica $-Q$, encontra-se presa por um fio no interior de uma fina casca esférica condutora neutra, conforme figura a seguir.



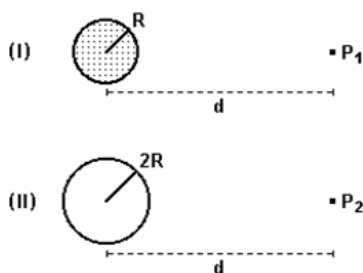
A bolinha encontra-se em uma posição não concêntrica com a casca esférica.

que corresponde a uma situação física verdadeira

- A Se o fio for de material isolante, a bolinha não trocará cargas elétricas com a casca esférica condutora, porém induzirá uma carga total $+Q$ na casca, a qual ficará distribuída sobre a parte externa da casca, assumindo uma configuração conforme representação na figura 1.
- B Se o fio for de material condutor, a bolinha trocará cargas elétricas com a casca esférica, tornando-se neutra e produzindo uma carga total $-Q$ na casca esférica, a qual ficará distribuída uniformemente sobre a parte externa da casca, conforme representação na figura 2.

- Ⓒ Se o fio for de material isolante, haverá campo elétrico na região interna da casca esférica devido à carga $-Q$ da bolinha, porém não haverá campo elétrico na região externa à casca esférica neutra.
- Ⓓ Se o fio for de material condutor, haverá campo elétrico nas regiões interna e externa da casca esférica, devido às trocas de cargas entre a bolinha e a casca esférica.

- 02.** (Ufrgs 2001) A figura (I) representa, em corte, uma esfera maciça de raio R , contendo carga elétrica Q , uniformemente distribuída em todo o seu volume. Essa distribuição de carga produz no ponto P_1 , a uma distância d do centro da esfera maciça, um campo elétrico de intensidade E_1 . A figura (II) representa, em corte, uma casca esférica de raio $2R$, contendo a mesma carga elétrica Q , porém uniformemente distribuída sobre sua superfície. Essa distribuição de carga produz no ponto P_2 , à mesma distância d do centro da casca esférica, um campo elétrico de intensidade E_2 .



Selecione a alternativa que expressa corretamente a relação entre as intensidades de campo elétrico E_1 e E_2 .

- Ⓐ $E_2 = 4 E_1$
- Ⓑ $E_2 = 2 E_1$
- Ⓒ $E_2 = E_1$
- Ⓓ $E_2 = E_1/2$
- Ⓔ $E_2 = E_1/4$

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2016) Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer: das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. As descargas ascendentes e descendentes podem ocorrer por causa do acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas, que induz uma polarização oposta no solo.

Essas descargas elétricas ocorrem devido ao aumento da intensidade do(a)

- Ⓐ campo magnético da Terra.
- Ⓑ corrente elétrica gerada dentro das nuvens.
- Ⓒ resistividade elétrica do ar entre as nuvens e o solo.
- Ⓓ campo elétrico entre as nuvens e a superfície da Terra.
- Ⓔ força eletromotriz induzida nas cargas acumuladas no solo.

- 02.** (Enem PPL 2018) Em uma manhã ensolarada, uma jovem vai até um parque para acampar e ler. Ela monta sua barraca próxima de seu carro, de uma árvore e de um quiosque de madeira. Durante sua leitura, a jovem não percebe a aproximação de uma tempestade com muitos relâmpagos.

A melhor maneira de essa jovem se proteger dos relâmpagos é

- Ⓐ entrar no carro.
- Ⓑ entrar na barraca.
- Ⓒ entrar no quiosque.
- Ⓓ abrir um guarda-chuva.
- Ⓔ ficar embaixo da árvore.

- 03.** (Enem 2020) Há muitos mitos em relação a como se proteger de raios, cobrir espelhos e não pegar em facas, garfos e outros objetos metálicos, por exemplo. Mas, de fato, se houver uma tempestade com raios, alguns cuidados são importantes, como evitar ambientes abertos. Um bom abrigo para proteção é o interior de um automóvel, desde que este não seja conversível.

OLIVEIRA, A. Raios nas tempestades de verão. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2014 (adaptado).

Qual o motivo físico da proteção fornecida pelos automóveis, conforme citado no texto?

- Ⓐ Isolamento elétrico dos pneus.
- Ⓑ Efeito de para-raios da antena.
- Ⓒ Blindagem pela carcaça metálica.
- Ⓓ Escoamento da água pela lataria.
- Ⓔ Aterramento pelo fio terra da bateria.

- 04.** (Enem 2010) Duas irmãs que dividem o mesmo quarto de estudos combinaram de comprar duas caixas com tampas para guardarem seus pertences dentro de suas caixas, evitando, assim, a bagunça sobre a mesa de estudos. Uma delas comprou uma metálica, e a outra, uma caixa de madeira de área e espessura lateral diferentes, para facilitar a identificação. Um dia as meninas foram estudar para a prova de Física e, ao se acomodarem na mesa de estudos, guardaram seus celulares ligados dentro de suas caixas.

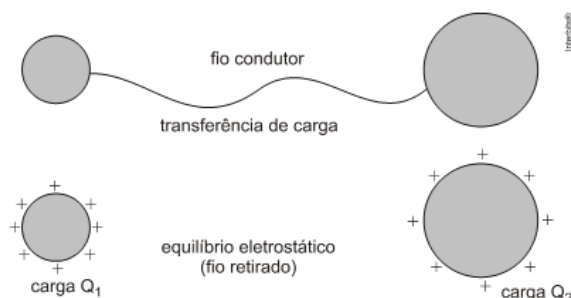
Ao longo desse dia, uma delas recebeu ligações telefônicas, enquanto os amigos da outra tentavam ligar e recebiam a mensagem de que o celular estava fora da área de cobertura ou desligado.

Para explicar essa situação, um físico deveria afirmar que o material da caixa, cujo telefone celular não recebeu as ligações é de

- A madeira e o telefone não funcionava porque a madeira não é um bom condutor de eletricidade.
- B metal e o telefone não funcionava devido à blindagem eletrostática que o metal proporcionava.
- C metal e o telefone não funcionava porque o metal refletia todo tipo de radiação que nele incidia.
- D metal e o telefone não funcionava porque a área lateral da caixa de metal era maior.
- E madeira e o telefone não funcionava porque a espessura desta caixa era maior que a espessura da caixa de metal.



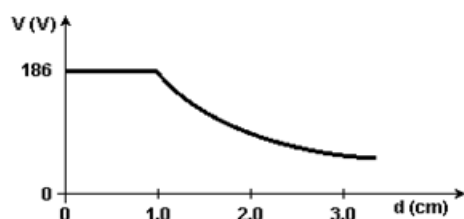
Em seguida, liga-se uma esfera à outra, por meio de um fio condutor longo, até que se estabeleça o equilíbrio eletrostático entre elas. Nesse processo, a carga elétrica total é conservada e o potencial elétrico em cada condutor esférico isolado descrito pela equação $V = kq/r$, onde k é a constante de Coulomb, q é a sua carga elétrica e r o seu raio.



Supondo que nenhuma carga elétrica se acumule no fio condutor, determine a carga elétrica final em cada uma das esferas.

DISCURSIVAS

01. (Ufpe 2004) O gráfico mostra o potencial elétrico em função da distância ao centro de uma esfera condutora carregada de 1,0 cm de raio, no vácuo. Calcule o potencial elétrico a 3,0 cm do centro da esfera, em volts.



02. (Unesp 2011) Uma esfera condutora descarregada (potencial elétrico nulo), de raio $R_1 = 5,0$ cm, isolada, encontra-se distante de outra esfera condutora, de raio $R_2 = 10$ cm, carregada com carga elétrica $Q = 3,0 \mu\text{C}$ (potencial elétrico não nulo), também isolada.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
A	A	D	E	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	C	D	C	D
6	7	8	9	10
B	E	A	B	A

AVANÇADO

1	2
B	C

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4
D	A	C	B

DISCURSIVAS

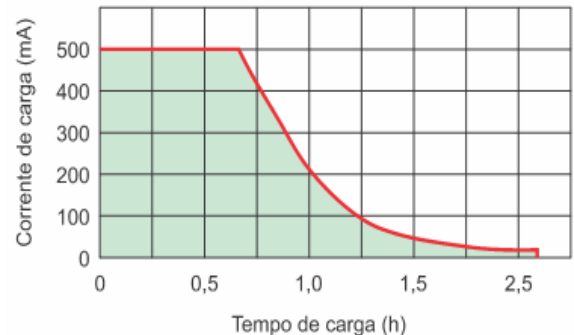
01. 62 V

02. $q_1 = 1 \mu\text{C}$
 $q_2 = 2 \mu\text{C}$



NÍVEL BÁSICO

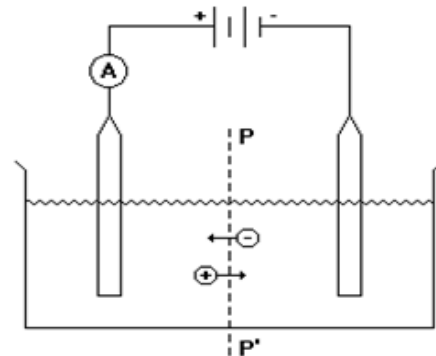
- 01.** (Cefet-MG2013) O meio que conduz melhor a eletricidade é a(o)
- A** ar, devido à facilidade de propagar o relâmpago.
 - B** metal, porque possui maior número de cargas livres.
 - C** plástico, pois deriva-se do petróleo, grande fonte de energia.
 - D** madeira, uma vez que as árvores atraem raios em dias de tempestade.
- 02.** (Uece 2017) Uma corrente elétrica percorre um chuveiro elétrico construído com um resistor ôhmico. A corrente elétrica pode ser medida em unidades de
- A** ampères/segundo.
 - B** volts/segundo.
 - C** coulombs/segundo.
 - D** ohms/segundo.
- 03.** (Unifesp 2007) Uma das grandezas que representa o fluxo de elétrons que atravessa um condutor é a intensidade da corrente elétrica, representada pela letra i . Trata-se de uma grandeza
- A** vetorial, porque a ela sempre se associa um módulo, uma direção e um sentido.
 - B** escalar, porque é definida pela razão entre grandezas escalares: carga elétrica e tempo.
 - C** vetorial, porque a corrente elétrica se origina da ação do vetor campo elétrico que atua no interior do condutor.
 - D** escalar, porque o eletromagnetismo só pode ser descrito por grandezas escalares.
 - E** vetorial, porque as intensidades das correntes que convergem em um nó sempre se somam vetorialmente.
- 04.** (Famerp 2024) A curva do gráfico, destacada na cor vermelha, representa a corrente elétrica que flui pela bateria de um smartphone, em função do tempo, durante o seu carregamento.



(<https://conocimientohoy.wordpress.com>. Adaptado.)

A área sob a curva do gráfico, indicada na cor verde, corresponde à

- A** carga elétrica que flui pela bateria.
 - B** energia elétrica transferida para a bateria.
 - C** diferença de potencial final da bateria.
 - D** resistência elétrica da bateria.
 - E** potência elétrica da bateria.
- 05.** (Unesp 1993) Suponha que num experimento de eletrólise, representado pela figura a seguir, 3 coulombs de carga positiva e 3 coulombs de carga negativa atravessassem o plano PP' durante 1 segundo.



A corrente em ampères indicada pelo amperímetro A será:

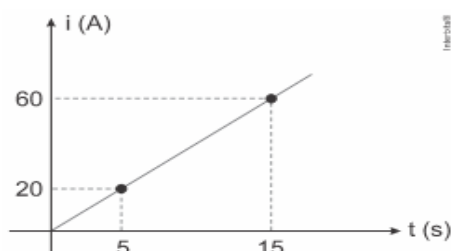
- A** 0
- B** 1
- C** 2
- D** 3
- E** 6

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Esc. Naval 2016) A maior parte da luz emitida por descargas atmosféricas é devido ao encontro de cargas negativas descendentes com cargas positivas ascendentes (raio de retorno). Supondo que, durante um raio desse tipo, uma corrente eletrônica constante de 30 kA transfere da nuvem para a terra uma carga negativa total de 15 C a duração desse raio, em milissegundos, será

A 3,0
B 2,0
C 1,5
D 1,0
E 0,5

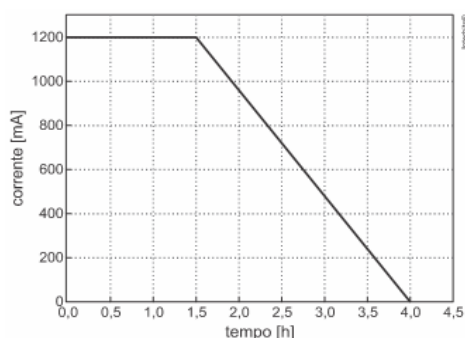
02. (Uerj simulado 2018) O gráfico abaixo indica o comportamento da corrente elétrica em função do tempo em um condutor.



A carga elétrica, em coulombs, que passa por uma seção transversal desse condutor em 15 s é igual a:

A 450
B 600
C 750
D 900

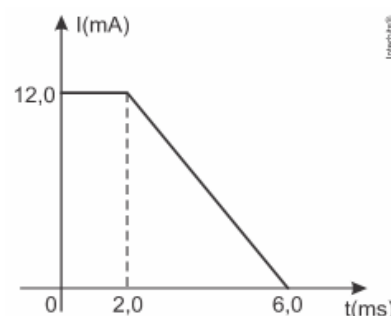
03. (Unicamp 2017) Tecnologias móveis como celulares e tablets têm tempo de autonomia limitado pela carga armazenada em suas baterias. O gráfico abaixo apresenta, de forma simplificada, a corrente de recarga de uma célula de bateria de íon de lítio, em função do tempo.



Considere uma célula de bateria inicialmente descarregada e que é carregada seguindo essa curva de corrente. A sua carga no final da recarga é de

A 3,3 C
B 11.880 C
C 1.200 C
D 3.300 C

04. (Uefs 2017) A figura representa a intensidade da corrente elétrica I , que percorre um fio condutor, em função do tempo t .



Nessas condições, é correto afirmar que a corrente média circulando no condutor no intervalo de tempo entre $t = 0$ e $t = 6,0$ ms, em mA, é igual a

A 6,0
B 7,0
C 8,0
D 9,0
E 10,0

05. (Unicamp 2012) Atualmente há um número cada vez maior de equipamentos elétricos portáteis e isto tem levado a grandes esforços no desenvolvimento de baterias com maior capacidade de carga, menor volume, menor peso, maior quantidade de ciclos e menor tempo de recarga, entre outras qualidades.

Outro exemplo de desenvolvimento, com vistas a recargas rápidas, é o protótipo de uma bateria de íon-lítio, com estrutura tridimensional. Considere que uma bateria, inicialmente descarregada, é carregada com uma corrente média $i_m = 3,2$ A até atingir sua carga máxima de $Q = 0,8$ Ah. O tempo gasto para carregar a bateria é de

A 240 minutos.
B 90 minutos.
C 15 minutos.
D 4 minutos.

- 06.** (Unicamp 2019) Drones vêm sendo utilizados por empresas americanas para monitorar o ambiente subaquático. Esses drones podem substituir mergulhadores, sendo capazes de realizar mergulhos de até cinquenta metros de profundidade e operar por até duas horas e meia.

Considere um drone que utiliza uma bateria com carga total $q = 900 \text{ mAh}$. Se o drone operar por um intervalo de tempo igual a $\Delta t = 90 \text{ min}$, a corrente média fornecida pela bateria nesse intervalo de tempo será igual a

- A** 10 mA
- B** 600 mA
- C** 1.350 mA
- D** 81.000 mA

- 07.** (Uerj 2017) Pela seção de um condutor metálico submetido a uma tensão elétrica, atravessam $4,0 \times 10^{18}$ elétrons em 20 segundos.

A intensidade média da corrente elétrica, em ampere, que se estabelece no condutor corresponde a:

Dado: carga elementar = $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- A** $1,0 \times 10^{-2}$
- B** $3,2 \times 10^{-2}$
- C** $2,4 \times 10^{-3}$
- D** $4,1 \times 10^{-3}$

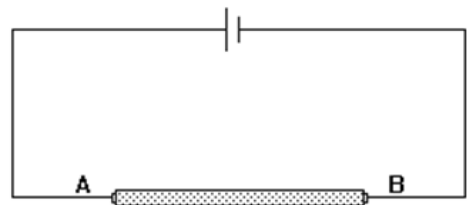
- 08.** (Ufgd 2022) As telas sensíveis ao toque, ou touch screen, vêm substituindo as telas convencionais nos mais diversos dispositivos eletrônicos, como celulares, computadores, etc. Essas telas são equipadas com sensores capazes de detectar o toque por meio da pressão exercida na tela. Diferentes tecnologias podem ser utilizadas na construção desses dispositivos; um exemplo é a tela resistiva que é composta por três finas camadas, tal que uma corrente elétrica de baixa intensidade passa entre a camada resistiva e capacitiva, enquanto a tela está ligada. Isso posto, se a tela touch screen de um dispositivo eletrônico ficar ligada por 2 horas, com uma corrente elétrica de 0,03 A, qual será a quantidade de carga elétrica que circula na tela durante esse tempo de uso?

- A** 0,6 C
- B** 3,6 C
- C** 50 C
- D** 108 C
- E** 216 C

- 09.** (Ufes 2007) O padrão de frequência adotado pelas usinas geradoras de energia elétrica no Brasil é de 60 Hz, enquanto, em outros países, como a Argentina, o padrão é de 50 Hz. É CORRETO afirmar que a corrente elétrica usada nas casas do Brasil é

- A** alternada e oscila 60 vezes a cada segundo.
- B** alternada e oscila 1 vez a cada 60 segundos.
- C** contínua e oscila 60 vezes a cada segundo.
- D** contínua e oscila 1 vez a cada 60 segundos.
- E** contínua e não oscila.

- 10.** (UFMG 1997) Uma lâmpada fluorescente contém em seu interior um gás que se ioniza após a aplicação de alta tensão entre seus terminais. Após a ionização, uma corrente elétrica é estabelecida e os íons negativos deslocam-se com uma taxa de $1,0 \times 10^{18}$ íons/segundo para o polo A. Os íons positivos se deslocam, com a mesma taxa, para o polo B.



Sabendo-se que a carga de cada íon positivo é de $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, pode-se dizer que a corrente elétrica na lâmpada será

- A** 0,16 A
- B** 0,32 A
- C** $1,0 \times 10^{18} \text{ A}$
- D** nula

- 01.** (Unigranrio - Medicina 2017) Dependendo da intensidade da corrente elétrica que atravesse o corpo humano, é possível sentir vários efeitos, como dores, contrações musculares, parada respiratória, entre outros, que podem ser fatais. Suponha que uma corrente de 0,1 A atravesse o corpo de uma pessoa durante 2,0 minutos. Qual o número de elétrons que atravessa esse corpo, sabendo que o valor da carga elementar do elétron é $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

- A** $1,2 \times 10^{18}$
- B** $1,9 \times 10^{20}$
- C** $7,5 \times 10^{19}$
- D** $3,7 \times 10^{19}$
- E** $3,2 \times 10^{19}$

02. (Unicamp 2013) O carro elétrico é uma alternativa aos veículos com motor a combustão interna. Qual é a autonomia de um carro elétrico que se desloca a 60 km/h, se a corrente elétrica empregada nesta velocidade é igual a 50 A e a carga máxima armazenada em suas baterias é $q = 75 \text{ Ah}$?

- A** 40,0 km.
- B** 62,5 km.
- C** 90,0 km.
- D** 160,0 km.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2018) Com o avanço das multifunções dos dispositivos eletrônicos portáteis, como os smartphones, o gerenciamento da duração da bateria desses equipamentos torna-se cada vez mais crítico. O manual de um telefone celular diz que a quantidade de carga fornecida pela sua bateria é de 1.500 mAh.

A quantidade de carga fornecida por essa bateria, em coulomb, é de

- A** 90
- B** 1.500
- C** 5.400
- D** 90.000
- E** 5.400.000

02. (Enem PPL 2017) A figura mostra a bateria de um computador portátil, a qual necessita de uma corrente elétrica de 2 A para funcionar corretamente.



condutor, pois

Quando a bateria está completamente carregada, o tempo máximo, em minuto, que esse notebook pode ser usado antes que ela "descarregue" completamente é

- A** 24,0
- B** 36,7
- C** 132
- D** 333
- E** 528

03. (Enem PPL 2022) Carregadores elétricos são projetados para fornecerem energia a baterias recarregáveis, como as usadas em aparelhos celulares e máquinas fotográficas. As especificações típicas de um desses dispositivos são:

Carregador

Entrada AC 100-240 V / 200 mA / 50-60 Hz

Saída DC 5,0 V / 1000 mA

Bateria recarregável

1,5 V / 4000 mAh

Usando o carregador com corrente máxima, o tempo total de recarga dessa bateria totalmente descarregada, em hora, é

- A** 1/6
- B** 5/6
- C** 4
- D** 6
- E** 8

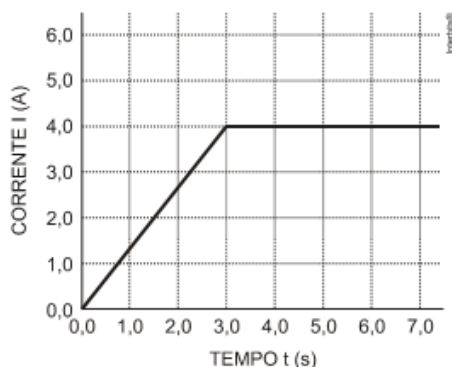
04. (Enem 2ª aplicação 2014) No território brasileiro, existem períodos do ano que apresentam queda na umidade do ar, fazendo com que o ar fique bastante seco. Nessa época, é comum observar que as pessoas, ao saírem do carro e tocarem a maçaneta da porta, levam pequenos choques elétricos. Além disso, pessoas que ficam muito tempo em contato com aparelhos eletrodomésticos, ou que dormem com roupas feitas de determinados materiais, como a seda, ao tocarem objetos metálicos, também sentem as descargas elétricas, ou seja, levam um choque elétrico.

O corpo humano sofre com esse fenômeno de descarga elétrica, comportando-se como um

- A** oferece resistência nula ao movimento da quantidade líquida de carga através do corpo.
- B** permite que uma quantidade de carga se desloque com facilidade através do corpo.
- C** permite que uma quantidade de carga se desloque com dificuldade através do corpo.
- D** reduz o deslocamento da quantidade líquida de carga em função do aumento da diferença potencial.
- E** alterna a capacidade de deslocamento da quantidade de carga no corpo, facilitando ou dificultando o fenômeno.

DISCURSIVAS

- 01.** (Ufpe 2013) Um fio metálico e cilíndrico é percorrido por uma corrente elétrica constante de 0,4 A. Considere o módulo da carga do elétron igual a $1,6 \times 10^{-19}$ C. Expressando a ordem de grandeza do número de elétrons de condução que atravessam uma seção transversal do fio em 60 segundos na forma 10^N , qual o valor de N?
- 02.** (Ufpe 2010) O gráfico mostra a variação da corrente elétrica I , em ampère, num fio em função do tempo t , em segundos. Qual a carga elétrica, em coulomb, que passa por uma seção transversal do condutor nos primeiros 4,0 segundos?



GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	C	B	A	E

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	A	B	C	C
6	7	8	9	10
B	B	E	A	B

AVANÇADO

1	2
C	C

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4
C	C	C	B

DISCURSIVAS

- 01.** $N = 20$
- 02.** 10 C

NÍVEL BÁSICO

01. (Ear 2016) Sabendo que a diferença de potencial entre uma nuvem e a Terra, para que aconteça a descarga elétrica de um raio, é em torno de 3×10^8 V, e que a corrente elétrica produzida neste caso é aproximadamente de 1×10^5 A, qual a resistência média do ar, em ohms?

- A** 1.000
- B** 2.000
- C** 3.000
- D** 4.000

02. (Uerj 2016 / Adaptada) Considere as informações da tabela a seguir:

Lâmpada	Tipo	Características elétricas nominais
L ₁	incandescente	200 V – 120 W
L ₂	incandescente	100 V – 60 W
L ₃	fluorescente	100 V – 20 W

As três lâmpadas foram ligadas corretamente e permanecem acesas durante dez horas, sendo E₁, E₂ e E₃ as energias consumidas, respectivamente, por L₁, L₂ e L₃.

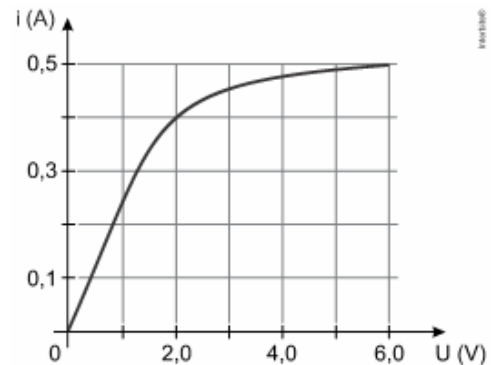
A relação entre essas energias pode ser expressa como:

- A** E₁ > E₂ > E₃
- B** E₁ = E₂ > E₃
- C** E₂ > E₁ > E₃
- D** E₂ > E₃ = E₁

03. (Ufjf 2019) Durante uma viagem, você compra um chuveiro elétrico com especificação na embalagem de 220 V e 7000 W. Ao chegar em casa, após a instalação, você percebe que sua rede elétrica fornece apenas 127 V. Em relação ao funcionamento do chuveiro instalado em 220 V, se você ligá-lo na potência máxima e em 127 V:

- A** o chuveiro irá queimar, e a água sairá fria.
- B** a água sairá aquecida à mesma temperatura.
- C** a água sairá aquecida, porém, mais fria.
- D** a água sairá aquecida, porém, mais quente.
- E** o chuveiro não irá funcionar, e a água sairá fria.

04. (Famerp 2020) O gráfico mostra a intensidade da corrente elétrica que percorre o filamento de uma pequena lâmpada incandescente em função da diferença de potencial aplicada entre seus terminais.



A potência elétrica dissipada pelo filamento dessa lâmpada, quando ele é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 0,4 A, é

- A** 5,00 W
- B** 0,68 W
- C** 3,20 W
- D** 0,20 W
- E** 0,80 W

05. (Unicamp 2021) Lâmpadas de luz ultravioleta (UV) são indicadas para higienização e esterilização de objetos e ambientes em razão do seu potencial germicida. Em outro processo de esterilização, uma lâmpada UV de potência $P = 60$ W, funciona sob uma diferença de potencial elétrico $U = 100$ V. A corrente elétrica i do circuito que alimenta a lâmpada é igual a

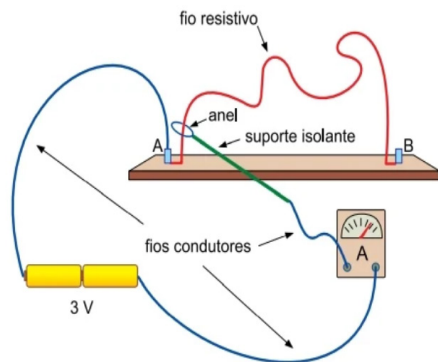
- A** 0,36 A
- B** 0,60 A
- C** 1,6 A
- D** 3,6 A

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Uece 2019) Considere um resistor em forma de cilindro, cujas extremidades planas são conectadas eletricamente a uma bateria. Suponha que seja construído um novo resistor com o mesmo material do primeiro, o dobro do comprimento e o triplo da área da base cilíndrica. Assim, a razão entre a nova resistência e a primeira é

- A** $3/2$
- B** 2
- C** $2/3$
- D** 3

02. (Famema 2021) Para ilustrar as relações entre as grandezas básicas da eletrodinâmica, um professor construiu um teste de habilidade motora para seus alunos. Trata-se de um brinquedo cujo desafio é fazer um anel condutor passear ao longo de um fio resistivo e desencapado, sem tocá-lo. Como estímulo, o professor avisou que os alunos que não conseguissem evitar que o anel tocasse o fio deveriam explicar as leis de Ohm aos colegas que faltaram à aula. Na figura, é representado o momento em que um aluno toca o fio resistivo com o anel, a 4 cm do ponto A, fazendo o amperímetro indicar 0,05 A.



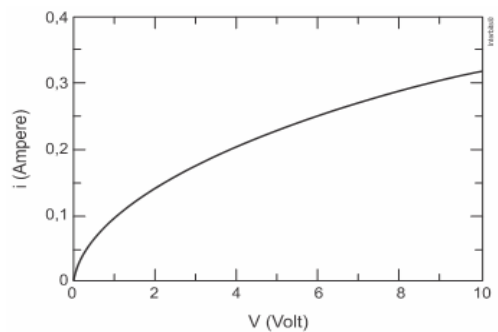
Os fios utilizados e seus conectores, a fonte de tensão de 3 V, o amperímetro e o anel com seu suporte podem ser considerados ideais, sendo que o fio resistivo ligado entre os pontos A e B é ôhmico, mede 60 cm, tem área de secção transversal constante e está montado em uma base isolante. Os dados obtidos nessa brincadeira permitem encontrar o valor da resistência elétrica de todo o comprimento do fio resistivo. Esse valor é

- A 900 Ω
- B 300 Ω
- C 450 Ω
- D 150 Ω
- E 600 Ω

03. (Uece 2016) Uma lâmpada incandescente é conectada por dois fios à bateria (12 V) de um carro através de um interruptor cuja resistência é desprezível. Após a lâmpada ser ligada, a corrente elétrica que passa pelo interruptor e a diferença de potencial elétrico entre seus terminais são sempre

- A 12 V e zero, respectivamente.
- B igual a zero e 12 V, respectivamente.
- C maior que zero e zero, respectivamente.
- D 12 A e 12 V, respectivamente.

04. (Fcmg 2017) Uma lâmpada incandescente foi submetida a voltagens crescentes e verificaram-se as correntes elétricas correspondentes, mostradas no gráfico a seguir.



Sobre o comportamento elétrico dessa lâmpada, três estudantes fizeram as seguintes afirmações:

Elias afirmou que a resistência elétrica dessa lâmpada cresce com o aumento da voltagem a ela aplicada.

Felipe disse que, quando a d.d.p. sobre a lâmpada for de 4 volt a sua resistência vale cerca de 20 ohm.

Glória acha que, nesse tipo de gráfico, a resistência elétrica do dispositivo é calculada pela inclinação da tangente no ponto.

Do ponto de vista da Física, apenas:

- A Elias fez uma afirmação correta.
- B Glória fez uma afirmação correta.
- C Elias e Felipe fizeram afirmações corretas.
- D Felipe e Glória fizeram afirmações corretas.

05. (Uerj 2012) Um chuveiro elétrico, alimentado por uma tensão eficaz de 120 V, pode funcionar em dois modos: verão e inverno. Considere os seguintes dados da tabela:

Modos	Potência (W)	Resistência (Ω)
Verão	1000	R_V
Inverno	2000	R_I

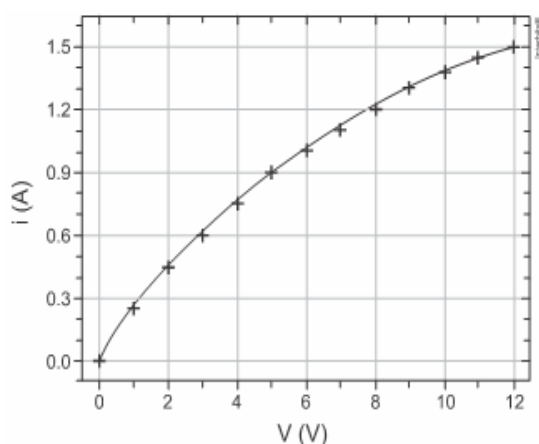
A relação R_I / R_V corresponde a: 6,0

- A 0,5
- B 1,0
- C 1,5
- D 2,0

06. (Uece 2019) Duas lâmpadas incandescentes são praticamente iguais, exceto pelo filamento de uma, que é mais espesso que o da outra. Se ligadas à rede elétrica,

- A a lâmpada com filamento de menor espessura terá mais brilho.
- B as duas lâmpadas terão o mesmo brilho.
- C a lâmpada com filamento de maior espessura terá mais brilho.
- D as duas lâmpadas emitirão a mesma quantidade de calor por efeito Joule.

07. (Ufrgs 2016) O gráfico abaixo apresenta a curva corrente elétrica i versus diferença de potencial V para uma lâmpada de filamento.

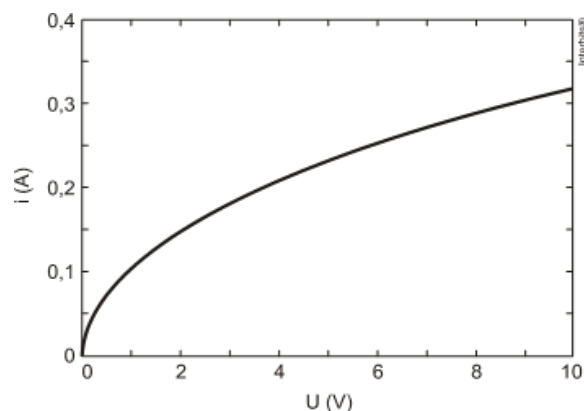


Sobre essa lâmpada, considere as seguintes afirmações.

- I. O filamento da lâmpada é ôhmico.
- II. A resistência elétrica do filamento, quando ligado em 6 V, é 6 Ω .
- III. A potência dissipada pelo filamento, quando ligado em 8 V, é 0,15 W.

Quais estão corretas?

- A) Apenas I.
 - B) Apenas II.
 - C) Apenas III.
 - D) Apenas I e III.
 - E) I, II e III.
08. (Ifce 2016) Suponha que você se mude de São Paulo (SP), onde a tensão da rede elétrica residencial é 110 V, para Fortaleza (CE), onde a tensão é 220 V, e traga consigo um aquecedor elétrico. Para manter a potência do aquecedor, a resistência original de 4 Ω deve ser substituída por outra, cujo valor, em Ω , é
- A) 4
 - B) 8
 - C) 16
 - D) 32
 - E) 64
09. (Fuvest 2011) O filamento de uma lâmpada incandescente, submetido a uma tensão U , é percorrido por uma corrente de intensidade i . O gráfico abaixo mostra a relação entre i e U .



As seguintes afirmações se referem a essa lâmpada.

- I. A resistência do filamento é a mesma para qualquer valor da tensão aplicada.
- II. A resistência do filamento diminui com o aumento da corrente.
- III. A potência dissipada no filamento aumenta com o aumento da tensão aplicada.

Dentre essas afirmações, somente

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

10. (Fac. Albert Einstein - Medicina 2020) Em um hospital, existem três salas cirúrgicas onde são utilizadas lâmpadas halógenas para a iluminação do ambiente durante os procedimentos operatórios. A tabela informa quantas lâmpadas há em cada sala, a potência elétrica de cada uma e o tempo de utilização diário dessas lâmpadas.

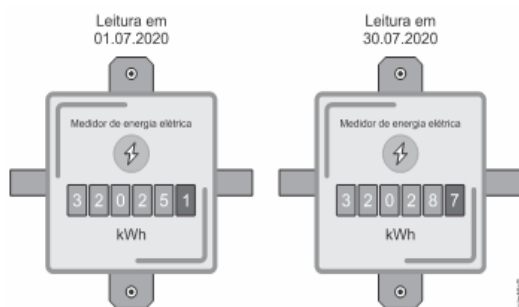
Sala cirúrgica	Quantidade de lâmpadas	Potência de cada lâmpada (W)	Tempo de utilização (h/dia)
1	2	300	4
2	4	120	5
3	8	50	4

A energia elétrica consumida pelas lâmpadas que iluminam essas três salas em um dia, devido às cirurgias realizadas nesse hospital, é

- A) 5,6 kWh
- B) 4,8 kWh
- C) 2,2 kWh
- D) 3,5 kWh
- E) 6,4 kWh

11. (Unesp 2021) Procurando economizar energia, Sr. Artur substituiu seu televisor de LCD de 100 W por um de LED de 60 W, pelo qual pagou R\$1.200,00. Considere que o Sr. Artur utilizará seu novo televisor, em média, durante cinco horas por dia e que 1 kWh de energia elétrica custe R\$0,50. O valor pago pelo novo televisor corresponderá à energia elétrica economizada devido à troca dos televisores em, aproximadamente,
- A** 450 meses.
B 400 meses.
C 600 meses.
D 550 meses.
E 500 meses.

12. (Unesp 2021) Uma família saiu de casa no mês de julho de 2020 e esqueceu de desligar da tomada alguns dos aparelhos elétricos de sua residência, deixando-os em stand-by (modo de espera). As figuras mostram as indicações no medidor da energia elétrica na residência nos dias 01.07.2020 e 30.07.2020, período de 30 dias em que essa família esteve ausente.



A potência total de todos os aparelhos que permaneceram em modo de espera durante a ausência da família é de

- A** 20 W
B 50 W
C 2,0 W
D 0,5 W
13. (Mackenzie 2020) Ainda que haja elevação no custo da energia consumida de uma residência, os seus moradores não abrem mão da possibilidade de um banho aquecido agradável em dias de baixa temperatura. Assim, nesse momento de prazer, a chave seletora do chuveiro é colocada na posição inverno conferindo ao chuveiro uma potência de 5.600 W.

Para um banho de quinze minutos de duração, a energia elétrica consumida, em kWh, vale,

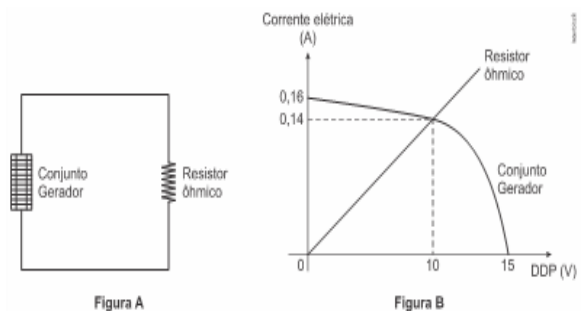
- A** 2,3
B 3,6
C 1,4
D 1,2
E 1,0

14. (Famerp 2021) O turbilhão, aparelho utilizado em fisioterapia, consiste em um tanque no qual se coloca água ligeiramente aquecida e se produz um turbilhão, similar ao de uma banheira de hidromassagem. No aparelho de determinado fabricante, o aquecimento da água é feito por meio de um elemento resistivo, de resistência elétrica R , que é submetido a uma diferença de potencial U , de modo semelhante ao que ocorre em um chuveiro elétrico. Para reduzir o tempo de aquecimento, o fabricante deseja dobrar a potência empregada no aquecimento. Para isso, ele pode
- A** duplicar o valor de U e reduzir o valor de R à metade.
B duplicar os valores de U e de R .
C duplicar o valor de U e manter o valor de R .
D manter o valor de U e dividir por quatro o valor de R .
E manter o valor de U e duplicar o valor de R .

15. (Unicamp 2021) Considere uma lâmpada UV de potência $P = 100$ W que funcione por 15 minutos durante o processo de esterilização de um objeto. A energia elétrica consumida pela lâmpada nesse processo é igual a
- A** 0,0066 kWh
B 0,015 kWh
C 0,025 kWh
D 1,5 kWh

NÍVEL AVANÇADO

01. (Ufu 2019) Um circuito, utilizando um conjunto gerador de células fotovoltaicas e um resistor, é montado conforme mostra a Figura A. O gráfico da Figura B indica as curvas de Diferença De Potencial (DDP) em função da corrente elétrica do conjunto gerador de células fotovoltaicas e do resistor indicados na Figura A.



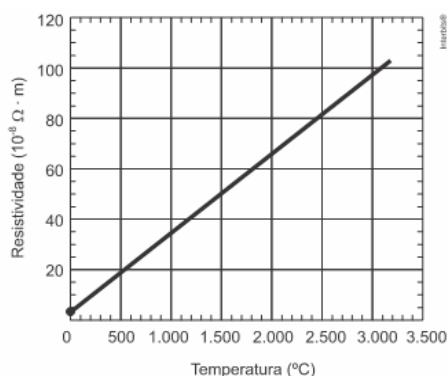
Qual a potência que o conjunto gerador de células fotovoltaicas fornece ao resistor nas condições do circuito da Figura A?

- A 1,60 W
- B 0,21 W
- C 0,30 W
- D 1,40 W

02. (Fcmmg 2020) As lâmpadas incandescentes de filamento foram substituídas no mercado devido a sua baixa eficiência energética. A maior parte da energia elétrica que essas lâmpadas transformavam se dissipava na forma de calor, e pouco era aproveitado como fonte de luz. Entretanto, elas são usadas hoje como item de decoração, como mostra a figura.



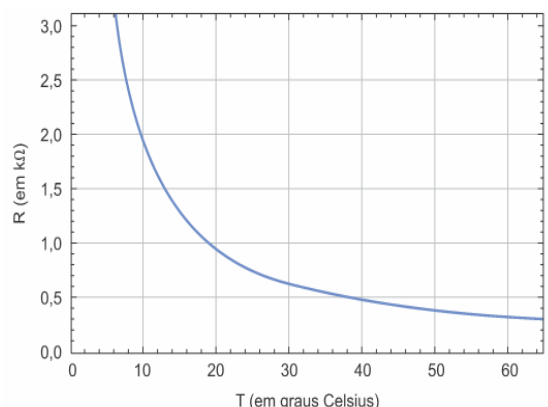
O gráfico mostra a relação entre a resistividade do filamento da lâmpada e sua temperatura.



O comprimento do filamento de uma lâmpada de 40 W – 120 V é de 30 cm e o diâmetro de seu fio cilíndrico é de 0,03 mm. Considerando $\pi = 3$, a temperatura do filamento, quando a lâmpada está acesa, é de, aproximadamente:

- A 700 °C
- B 1500 °C
- C 2000 °C
- D 2500 °C

03. (Fuvest 2023) Termistores são termômetros baseados na variação da resistência elétrica com a temperatura e são utilizados em diversos equipamentos, como termômetros digitais domésticos, automóveis, refrigeradores e fornos. A curva de calibração de um termistor é mostrada na figura:



Considere que o termistor se rompa quando percorrido por uma corrente maior do que 10 mA. Supondo que o termistor seja conectado a uma bateria de 5 V, assinale a alternativa que contém uma faixa de temperaturas em que o dispositivo sempre funcionará adequadamente:

Note e adote: A relação entre a resistência R de um dispositivo, a corrente I que o percorre e a diferença de potencial elétrico V entre seus terminais é $V = RI$

- A $10^{\circ}\text{C} < T < 35^{\circ}\text{C}$
- B $20^{\circ}\text{C} < T < 45^{\circ}\text{C}$
- C $30^{\circ}\text{C} < T < 55^{\circ}\text{C}$
- D $40^{\circ}\text{C} < T < 65^{\circ}\text{C}$
- E $50^{\circ}\text{C} < T < 75^{\circ}\text{C}$

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2013) O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado

funcionar em 220V, de modo a manter inalterada sua potência. Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)

- A dobro do comprimento do fio.
- B metade do comprimento do fio.
- C metade da área da seção reta do fio.
- D quádruplo da área da seção reta do fio.
- E quarta parte da área da seção reta do fio.

02. (Enem PPL 2016) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto até a morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de 1.000Ω , quando a pele está molhada, até 100.000Ω , quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120 V.

Qual a intensidade máxima de corrente elétrica que passou pelo corpo da pessoa?

- A** 1,2 mA
- B** 120 mA
- C** 8,3 A
- D** 833 A
- E** 120 kA

03. (Enem 2018) Alguns peixes, como o poraquê, a enguia-elétrica da Amazônia, podem produzir uma corrente elétrica quando se encontram em perigo. Um poraquê de 1 metro de comprimento, em perigo, produz uma corrente em torno de 2 ampères e uma voltagem de 600 volts.

O quadro apresenta a potência aproximada de equipamentos elétricos.

Equipamento elétrico	Potência aproximada (watt)
Exaustor	150
Computador	300
Aspirador de pó	600
Churrasqueira elétrica	1.200
Secadora de roupas	3.600

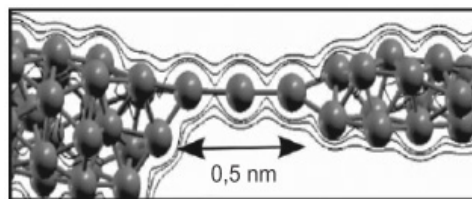
O gráfico da resistência elétrica (R) do resistor em

O equipamento elétrico que tem potência similar àquela produzida por esse peixe em perigo é o(a)

- A** exaustor.
- B** computador.
- C** aspirador de pó.
- D** churrasqueira elétrica.
- E** secadora de roupas.

04. (Enem PPL 2014) Recentemente foram obtidos os fios de cobre mais finos possíveis, contendo apenas um átomo de espessura, que podem, futuramente, ser utilizados em microprocessadores. O chamado nanofio, representado na figura, pode ser aproximado por um pequeno cilindro de comprimento $0,5 \text{ nm}$ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

A seção reta de um átomo de cobre é $0,05 \text{ nm}^2$ e a resistividade do cobre é $17 \Omega \cdot \text{nm}$. Um engenheiro precisa estimar se seria possível introduzir esses nanofios nos microprocessadores atuais.

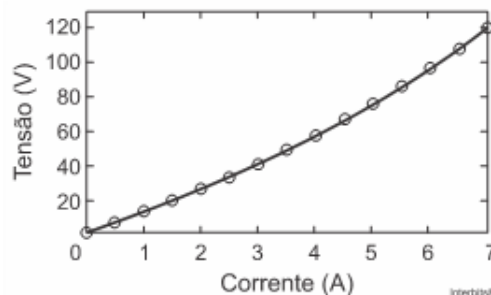


AMORIM, E. P. M.; SILVA, E. Z. Ab initio study of linear atomic chains in copper nanowires. *Physical Review B*, v. B1, 2010 (adaptado).

Um nanofio utilizando as aproximações propostas possui resistência elétrica de

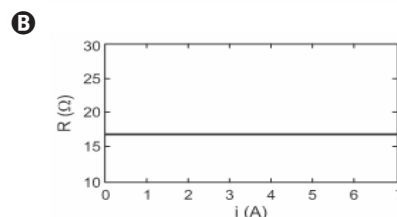
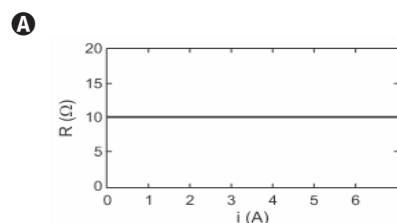
- A** 170 nΩ
- B** 0,17 nΩ
- C** 1,7 nΩ
- D** 17 nΩ
- E** 170 Ω

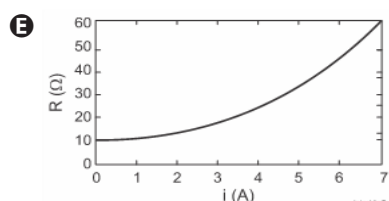
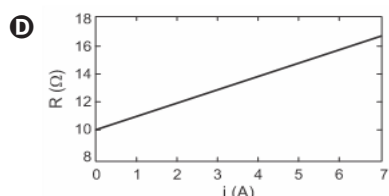
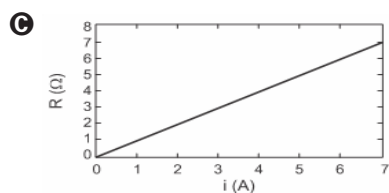
05. (Enem 2018) Ao pesquisar um resistor feito de um novo tipo de material, um cientista observou o comportamento mostrado no gráfico tensão versus corrente.



Após a análise do gráfico, ele concluiu que a tensão em função da corrente é dada pela equação $V = 10i + i^2$.

função da corrente (i) é





DISCURSIVAS

- 01.** (Unifesp 2004) A linha de transmissão que leva energia elétrica da caixa de relógio até uma residência consiste de dois fios de cobre com 10,0 m de comprimento e seção reta com área $4,0 \text{ mm}^2$ cada um. Considerando que a resistividade elétrica do cobre é $\rho = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$,
- calcule a resistência elétrica r de cada fio desse trecho do circuito.
 - Se a potência fornecida à residência for de 3.300 W a uma tensão de 110 V, calcule a potência dissipada P nesse trecho do circuito.
- 02.** (Unesp 2003) Considere um ferro elétrico que tem uma resistência elétrica de 22Ω e fica ligado duas horas por dia a uma voltagem de 110 V.
- Qual o valor da corrente elétrica que passa por este ferro elétrico?
 - Qual o consumo de energia elétrica (em kWh) deste ferro ao longo de 30 dias?

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
C	A	C	E	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	A	C	C	A
6	7	8	9	10
C	B	C	C	E
11	12	13	14	15
B	B	C	B	C

AVANÇADO

1	2	3
D	D	A

SEÇÃO ENEM

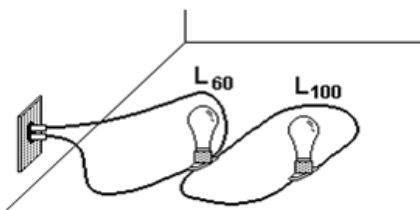
1	2	3	4	5
E	B	D	E	D

DISCURSIVAS

- 01.** a) $0,04 \Omega$
b) 72 w
- 02.** a) 5 A
b) 33 kWh

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Uece 2017) Considerando dois resistores, $R_1 = 2 \Omega$ e $R_2 = 3 \Omega$, ligados em série e com os terminais livres da associação conectados aos polos de uma bateria, pode-se afirmar corretamente que
- A** a corrente elétrica nos dois resistores é igual e a tensão elétrica é maior em R_1 .
 - B** a corrente elétrica nos dois resistores é igual e a tensão elétrica é maior em R_2 .
 - C** a corrente elétrica é maior em R_1 e a tensão elétrica é igual nos dois.
 - D** a corrente elétrica é maior em R_2 e a tensão elétrica é igual nos dois.
- 02.** (Uece 2020) Considere dois resistores com resistências diferentes e que obedecem à Lei de Ohm. Caso estejam associados e conectados a uma bateria, é correto afirmar que, se estiverem em
- A** paralelo, a corrente elétrica é a mesma nos dois.
 - B** paralelo, a tensão elétrica e a potência dissipada são as mesmas nos dois.
 - C** série, a tensão elétrica e a potência dissipada são as mesmas nos dois.
 - D** série, a corrente elétrica é a mesma nos dois.
- 03.** (UFMG 2003) Duas lâmpadas - L_{60} e L_{100} - são ligadas a uma tomada, como representado nesta figura:



A lâmpada L_{60} é de 60 W e a L_{100} é de 100 W.

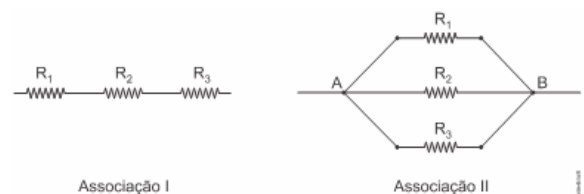
Sejam V_{60} a diferença de potencial e i_{60} a corrente elétrica na lâmpada L_{60} .

Na lâmpada L_{100} , esses valores são, respectivamente, V_{100} e i_{100} .

Considerando-se essa situação, é CORRETO afirmar que

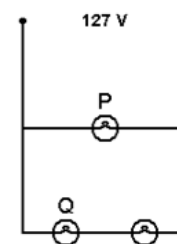
- A** $V_{60} < V_{100}$ e $i_{60} < i_{100}$.
- B** $V_{60} < V_{100}$ e $i_{60} = i_{100}$.
- C** $V_{60} = V_{100}$ e $i_{60} < i_{100}$.
- D** $V_{60} = V_{100}$ e $i_{60} > i_{100}$.

- 04.** (Ifpe 2019) Considere três resistores $R_1 = 12 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$ e $R_3 = 4 \Omega$, associados conforme as figuras abaixo.



A razão entre a resistência equivalente da associação I e a da associação II é

- A** 1/22
 - B** 22
 - C** 2
 - D** 1/11
 - E** 11
- 05.** (UFMG 2006) Aninha ligou três lâmpadas idênticas à rede elétrica de sua casa, como mostrado nesta figura:



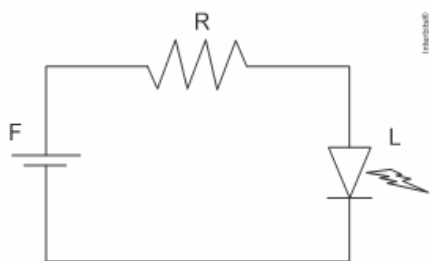
Seja $V(P)$ a diferença de potencial e $i(P)$ a corrente na lâmpada P. Na lâmpada Q, essas grandezas são, respectivamente, $V(Q)$ e $i(Q)$.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- A** $V(P) < V(Q)$ e $i(P) > i(Q)$.
- B** $V(P) > V(Q)$ e $i(P) > i(Q)$.
- C** $V(P) < V(Q)$ e $i(P) = i(Q)$.
- D** $V(P) > V(Q)$ e $i(P) = i(Q)$.

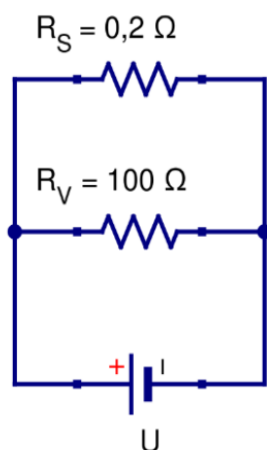
NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (Fuvest 2018) 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 W, que opera com 4 V, sendo alimentado por uma fonte (F) de 6 V.



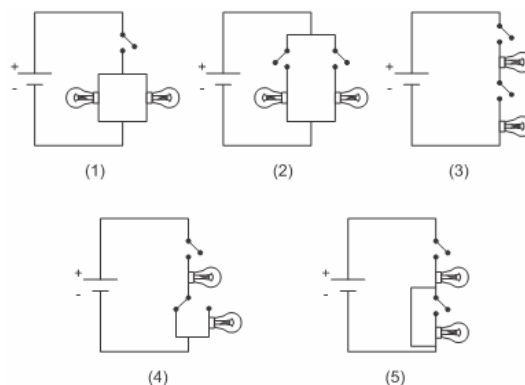
O valor da resistência do resistor (R) em Ω , necessário para que o LED opere com seus valores nominais é, aproximadamente,

- A** 1,0
B 2,0
C 3,0
D 4,0
E 5,0
- 02.** (Unicamp 2018) Nos últimos anos, materiais exóticos conhecidos como isolantes topológicos se tornaram objeto de intensa investigação científica em todo o mundo. De forma simplificada, esses materiais se caracterizam por serem isolantes elétricos no seu interior, mas condutores na sua superfície. Desta forma, se um isolante topológico for submetido a uma diferença de potencial U , teremos uma resistência efetiva na superfície diferente da resistência do seu volume, como mostra o circuito equivalente da figura abaixo.



Nessa situação, a razão $F = i_s / i_v$ entre a corrente i_s que atravessa a porção condutora na superfície e a corrente i_v que atravessa a porção isolante no interior do material vale

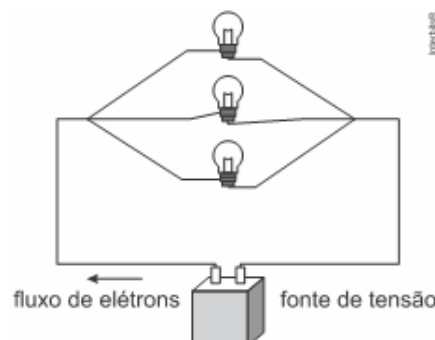
- A** 0,002
B 0,2
C 100,2
D 500
- 03.** (Fuvest 2021) Em uma luminária de mesa, há duas lâmpadas que podem ser acesas individualmente ou ambas ao mesmo tempo, com cada uma funcionando sob a tensão nominal determinada pelo fabricante, de modo que a intensidade luminosa de cada lâmpada seja sempre a mesma. Entre os circuitos apresentados, indique aquele que corresponde a um arranjo que permite o funcionamento conforme essa descrição.



Note e adote:

Suponha que as lâmpadas funcionem de maneira ôhmica, ou seja, da mesma forma que um resistor.

- A** Circuito (1)
B Circuito (2)
C Circuito (3)
D Circuito (4)
E Circuito (5)
- 04.** (Fmp 2017) Numa instalação elétrica de um escritório, são colocadas 3 lâmpadas idênticas em paralelo conectadas a uma fonte de tensão.



Se uma das lâmpadas queimar, o que acontecerá com a corrente nas outras lâmpadas?

- A Aumentará por um fator 1,5.
- B Aumentará por um fator 2.
- C Diminuirá por um fator 1,5.
- D Diminuirá por um fator 2.
- E Permanecerá a mesma.

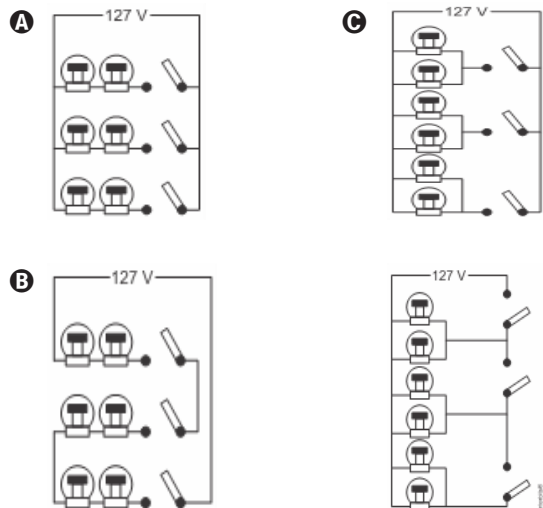
05. (Ifsul 2019) Três resistores ôhmicos, $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$ e $R_3 = 4 \Omega$ estão associados em paralelo. Quando ligados a um gerador ideal, a corrente elétrica total no circuito é igual a 12 A.

A corrente elétrica e a diferença de potencial elétrico no resistor R_1 são iguais a

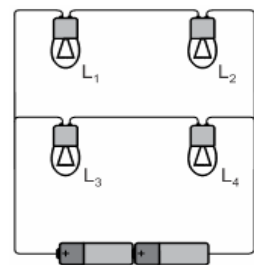
- A 12 A e 12 V.
- B 12 A e 6 V.
- C 6 A e 12 V.
- D 6 A e 6 V.

06. (Cefet-MG 2019) Em uma sala de aula do CEFET-MG, há seis lâmpadas ligadas a três interruptores. As lâmpadas estão associadas de forma que, caso alguma delas queime, as outras continuem funcionando normalmente.

Para que cada interruptor acenda e apague apenas duas lâmpadas, a representação abaixo que indica a maneira correta de se ligarem os interruptores e as lâmpadas é



07. (Cps 2019) Quatro lâmpadas de filamento, idênticas, são conectadas a duas pilhas obedecendo ao circuito elétrico. Inicialmente, as quatro lâmpadas encontram-se acesas.

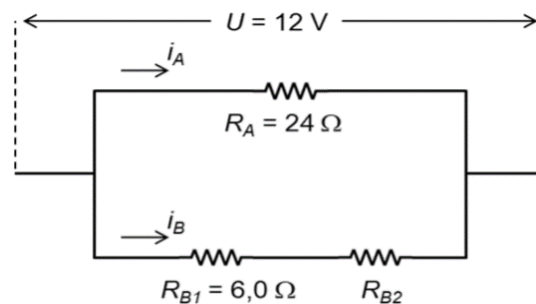


Se, em dado momento, somente a lâmpada L_4 tiver seu filamento rompido, apagando-se, é correto concluir que

Admita que, se apenas uma dessas lâmpadas fosse ligada às duas pilhas, ela não se queimaria por sobrecarga.

- A só L_3 permanecerá acesa.
- B só L_1 e L_2 permanecerão acesas.
- C só L_1 e L_3 permanecerão acesas.
- D as demais lâmpadas permanecerão acesas.
- E nenhuma das lâmpadas permanecerá acesa.

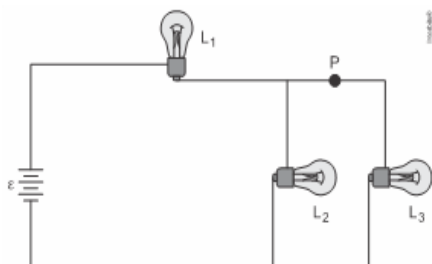
08. (Unicamp 2021) A diferença de potencial elétrico, U , é proporcional à corrente elétrica, i , em um trecho de um circuito elétrico resistivo, com constante de proporcionalidade dada pela resistência equivalente, R_{eq} , no trecho do circuito. Além disso, no caso de resistores dispostos em série, a resistência equivalente é dada pela soma das resistências. A corrente elétrica, i_B , no trecho B do circuito abaixo é três vezes maior que a corrente elétrica no trecho A, ou seja, $i_B / i_A = 3$.



Quanto vale a resistência R_{B2} ?

- A 2,0 Ω
- B 14 Ω
- C 18 Ω
- D 66 Ω

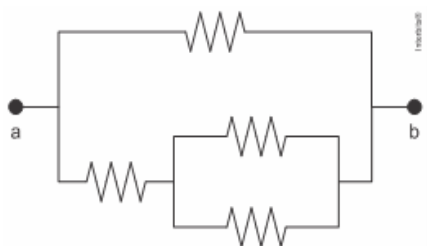
09. (Fgv 2020) O esquema representa um circuito elétrico composto por uma bateria ideal de força eletromotriz ϵ e três pequenas lâmpadas incandescentes idênticas.



Supondo que as resistências das lâmpadas sejam constantes, se o circuito for interrompido no ponto P, o brilho

- A de L_1 aumentará e o de L_2 diminuirá.
- B de L_1 e L_2 aumentarão.
- C de L_1 e L_2 não se alterarão.
- D de L_1 diminuirá e o de L_2 aumentará.
- E de L_1 diminuirá e o de L_2 não se alterará.

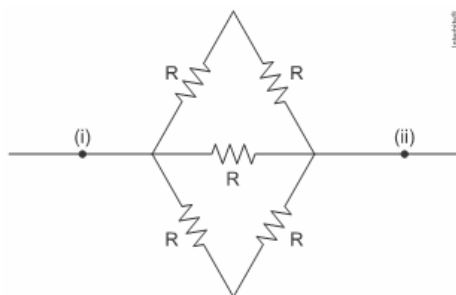
10. (Ifsul 2017) A imagem abaixo ilustra a associação de resistores em um circuito misto.



Considerando que todos os resistores possuem a mesma resistência elétrica R , a resistência equivalente da associação é igual a

- A R
- B $4R$
- C $3R/5$
- D $4R/3$

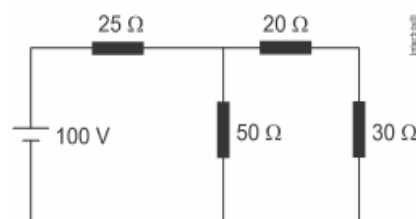
11. (Ufrgs 2017) A diferença de potencial entre os pontos (i) e (ii) do circuito abaixo é V .



Considerando que todos os cinco resistores têm resistência elétrica R , a potência total por eles dissipada é

- A $2V^2/R$
- B $V^2/(2R)$
- C $V^2/(5R)$
- D $4V^2/R$
- E $V^2/(4R^2)$

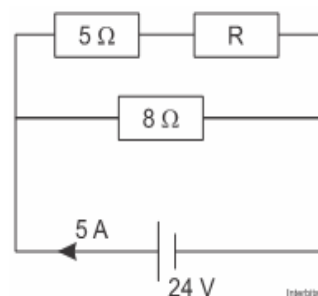
12. (Mackenzie 2016)



A figura acima representa um circuito elétrico constituído de uma fonte de tensão contínua de 100 V alimentando quatro resistores. Pode-se afirmar que a tensão elétrica nas extremidades do resistor de resistência elétrica 30Ω vale

- A 20 V
- B 30 V
- C 40 V
- D 50 V
- E 100 V

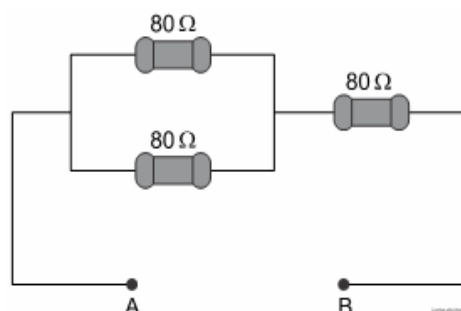
13. (Imed 2016) O circuito elétrico representado abaixo é composto por fios e bateria ideais:



Com base nas informações, qual o valor da resistência R indicada?

- A 5Ω
- B 6Ω
- C 7Ω
- D 8Ω
- E 9Ω

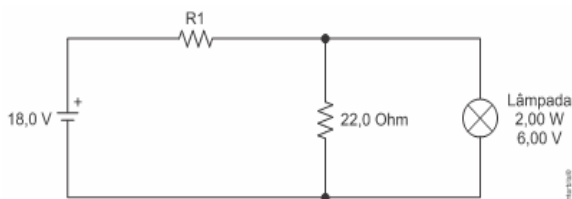
14. (Unesp 2016) Em um trecho de uma instalação elétrica, três resistores Ôhmicos idênticos e de resistência 80Ω cada um são ligados como representado na figura. Por uma questão de segurança, a maior potência que cada um deles pode dissipar, separadamente, é de 20 W.



Dessa forma, considerando desprezíveis as resistências dos fios de ligação entre eles, a máxima diferença de potencial, em volts, que pode ser estabelecida entre os pontos A e B do circuito, sem que haja riscos, é igual a

- A 30
- B 50
- C 20
- D 40
- E 60

15. (Fmp 2021) O circuito elétrico de um equipamento é mostrado na figura abaixo.

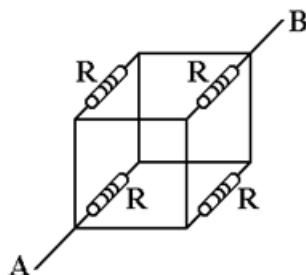


Para que a lâmpada funcione em sua potência e voltagem nominais de 2,00 W e 6,00 V, o valor de R1, em ohm, deve ser, aproximadamente,

- A 9,90
- B 44,0
- C 19,8
- D 18,0
- E 22,0

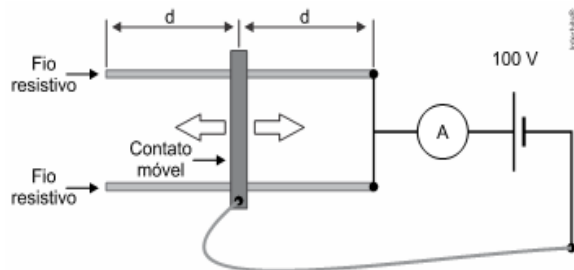
NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 1996) Considere um circuito formado por 4 resistores iguais, interligados por fios perfeitamente condutores. Cada resistor tem resistência R e ocupa uma das arestas de um cubo, como mostra a figura a seguir. Aplicando entre os pontos A e B uma diferença de potencial V, a corrente que circulará entre A e B valerá:



- A $4V/R$
- B $2V/R$
- C V/R
- D $V/(2R)$
- E $V/(4R)$

02. (Famema 2020) Um potenciômetro foi construído utilizando-se dois fios resistivos ôhmicos, paralelos, de mesmo comprimento e mesma resistência elétrica. Os fios são tocados por um contato móvel, de resistência desprezível, que desliza perpendicularmente aos fios, tornando todo o conjunto um potenciômetro.

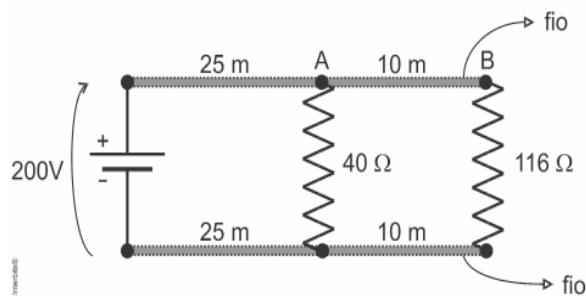


Este potenciômetro está ligado a um gerador de 100 V e a um amperímetro, ambos ideais. Quando o contato móvel do potenciômetro se encontra na posição indicada na figura, o amperímetro indica a passagem de uma corrente elétrica de 5 A.

Individualmente, cada um dos fios resistivos que constituem o potenciômetro apresenta, entre seus extremos, a resistência elétrica de

- A 80Ω
- B 40Ω
- C 20Ω
- D 100Ω
- E 60Ω

03. (Ime 2021)

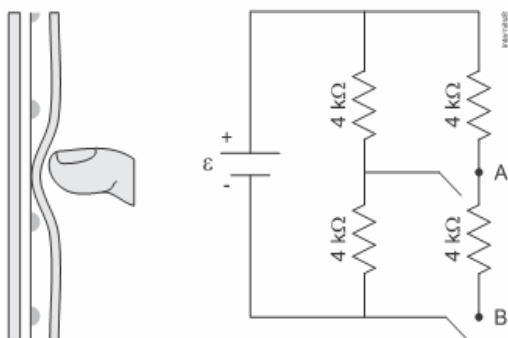


O circuito mostrado acima, emprega um fio de 2 mm^2 de seção transversal e resistividade de $0,4 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. A diferença de potencial (ddp) entre os pontos A e B, em volts, é:

- A 2,0
- B 2,5
- C 3,0
- D 3,5
- E 4,5

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2018) Muitos smartphones e tablets não precisam mais de teclas, uma vez que todos os comandos podem ser dados ao se pressionar a própria tela. Inicialmente essa tecnologia foi proporcionada por meio das telas resistivas, formadas basicamente por duas camadas de material condutor transparente que não se encostam até que alguém as pressione, modificando a resistência total do circuito de acordo com o ponto onde ocorre o toque. A imagem é uma simplificação do circuito formado pelas placas, em que A e B representam pontos onde o circuito pode ser fechado por meio do toque.



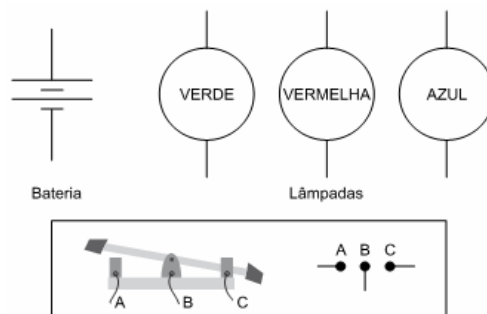
Qual é a resistência equivalente no circuito provocada por um toque que fecha o circuito no ponto A?

- A** 1,3 kΩ **D** 6,7 kΩ
B 4,0 kΩ **E** 12,0 kΩ
C 6,0 kΩ
- 02.** (Enem PPL 2013) Um grupo de amigos foi passar o fim de semana em um acampamento rural, onde não há eletricidade. Uma pessoa levou um gerador a diesel e outra levou duas lâmpadas, diferentes fios e bocais. Perto do anoitecer, iniciaram a instalação e verificaram que as lâmpadas eram de 60 W – 110 V e o gerador produzia uma tensão de 220 V.

Para que as duas lâmpadas possam funcionar de acordo com suas especificações e o circuito tenha menor perda possível, a estrutura do circuito elétrico deverá ser de dois bocais ligados em

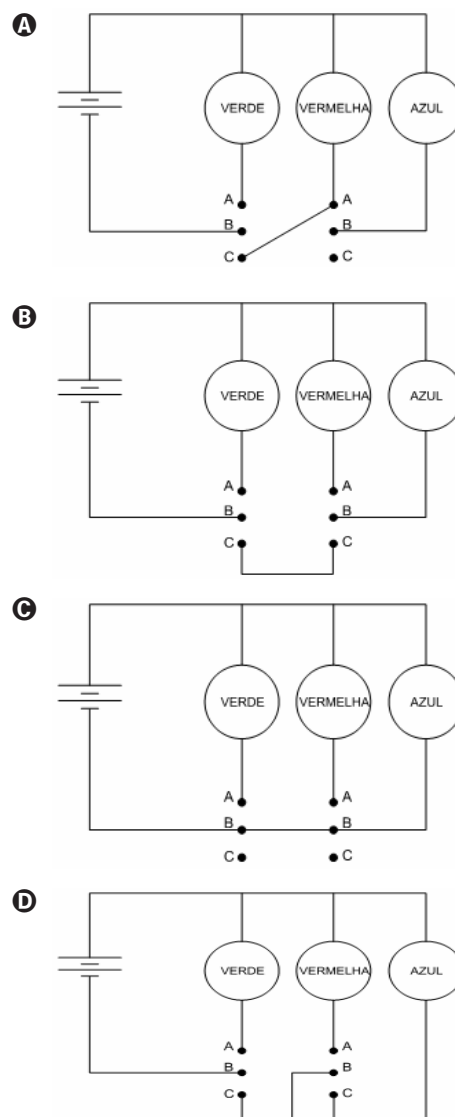
- A** série e usar fios de maior espessura.
B série e usar fios de máximo comprimento.
C paralelo e usar fios de menor espessura.
D paralelo e usar fios de maior espessura.
E paralelo e usar fios de máximo comprimento.

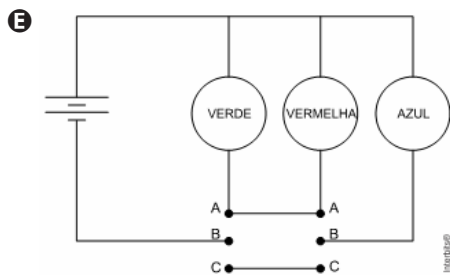
- 03.** (Enem 2021) Um garoto precisa montar um circuito que acenda três lâmpadas de cores diferentes, uma de cada vez. Ele dispõe das lâmpadas, de fios, uma bateria e dois interruptores, como ilustrado, junto com seu símbolo de três pontos. Quando esse interruptor fecha AB, abre BC e vice-versa.



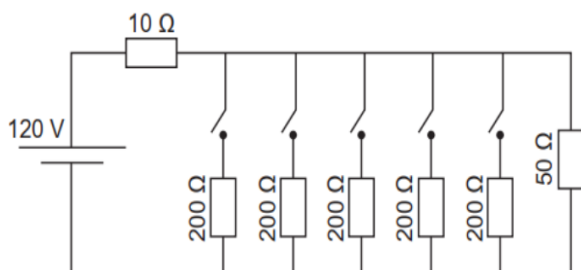
O garoto fez cinco circuitos elétricos usando os dois interruptores, mas apenas um satisfaz a sua necessidade.

Esse circuito é representado por





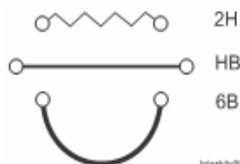
04. (Enem 2019) Uma casa tem um cabo elétrico mal dimensionado, de resistência igual a 10Ω , que a conecta à rede elétrica de 120 V . Nessa casa, cinco lâmpadas, de resistência igual a 200Ω , estão conectadas ao mesmo circuito que uma televisão de resistência igual a 50Ω , conforme ilustrado no esquema. A televisão funciona apenas com tensão entre 90 V e 130 V .



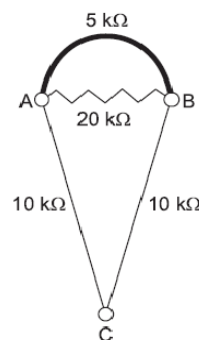
O número máximo de lâmpadas que podem ser ligadas sem que a televisão pare de funcionar é:

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

05. (Enem 2016) Por apresentar significativa resistividade elétrica, o grafite pode ser utilizado para simular resistores elétricos em circuitos desenhados no papel, com o uso de lápis e lapiseiras. Dependendo da espessura e do comprimento das linhas desenhadas, é possível determinar a resistência elétrica de cada traçado produzido. No esquema foram utilizados três tipos de lápis diferentes (2H, HB e 6B) para efetuar três traçados distintos.



Munida dessas informações, um estudante pegou uma folha de papel e fez o desenho de um sorvete de casquinha utilizando-se desses traçados. Os valores encontrados nesse experimento, para as resistências elétricas (R), medidas com o auxílio de um ohmímetro ligado nas extremidades das resistências, são mostrados na figura. Verificou-se que os resistores obedeciam a Lei de Ohm.



Na sequência, conectou o ohmímetro nos terminais A e B do desenho e, em seguida, conectou-o nos terminais B e C, anotando as leituras R_{AB} e R_{BC} , respectivamente. Ao estabelecer a razão R_{AB} / R_{BC} , qual resultado o estudante obteve?

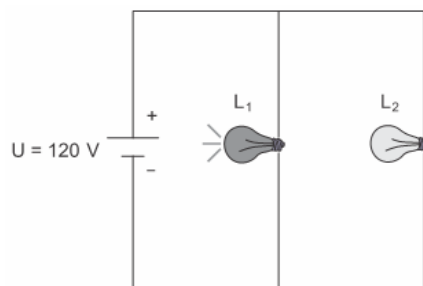
- A 1
- B 4/7
- C 10/27
- D 14/81
- E 4/81

DISCURSIVAS

01. (Uerj 2020) Observe na tabela as características de fábrica das lâmpadas L_1 e L_2 .

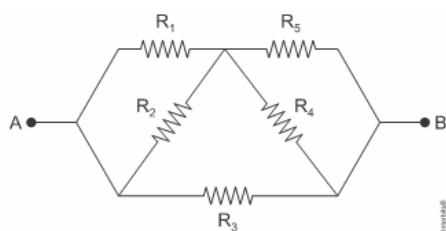
LÂMPADA	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)
L_1	120	120
L_2	240	144

L_1 e L_2 foram associadas em paralelo a uma tensão $U = 120 \text{ V}$, conforme representado na figura:



Nessas condições, calcule a resistência equivalente do circuito, em ohms, e o valor da potência dissipada pela lâmpada L_2 , em watts.

- 02.** (Fuvest 2019) Considere o circuito mostrado na figura, onde todos os resistores têm resistência $R = 200 \Omega$. A diferença de potencial V_{AB} , entre os pontos A e B, é 120 V.



Determine

- a resistência R_{eq} equivalente deste circuito;
- a corrente total i no circuito e a corrente i_4 no resistor R_4 ;
- a potência total P dissipada no circuito e a potência P_3 dissipada no resistor R_3 .

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	D	C	E	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	D	B	E	C
6	7	8	9	10
C	B	A	D	C
11	12	13	14	15
A	B	C	E	C

AVANÇADO

1	2	3
A	A	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
C	A	D	B	B

DISCURSIVAS

- 92,3 Ω e 36 W.
- 100 Ω .
 - 1,2 A e 0,3 A.
 - 144 W e 72 W.



NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ifpe 2016) Em muitas casas brasileiras, para um maior conforto, é comum ter instalado um chuveiro elétrico. Seu funcionamento se dá graças à resistência presente em seu interior, cuja função é produzir aquecimento. Todo equipamento com essas características está inserido no grupo dos resistivos.

De acordo com essas informações, assinale a alternativa que apresenta apenas equipamentos que pertencem ao grupo dos resistivos.

- A** Ferro elétrico, geladeira, secador de cabelos.
- B** Chapinha para cabelos, secador de cabelos, computador.
- C** Aquecedor elétrico, ar condicionado, ferro elétrico.
- D** Secador de cabelos, chapinha para cabelos, ferro elétrico.
- E** Televisão, lâmpada incandescente, forno elétrico.

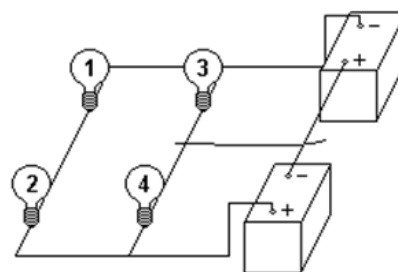
- 02.** (Uerj 2012) Uma sala é iluminada por um circuito de lâmpadas incandescentes em paralelo.

Considere os dados abaixo:

- a corrente elétrica eficaz limite do fusível que protege esse circuito é igual a 10 A;
- a tensão eficaz disponível é de 120 V;
- sob essa tensão, cada lâmpada consome uma potência de 60 W.

O número máximo de lâmpadas que podem ser mantidas acesas corresponde a:

- A** 10
 - B** 15
 - C** 20
 - D** 30
- 03.** (Unifesp 2003) Um rapaz montou um pequeno circuito utilizando quatro lâmpadas idênticas, de dados nominais 5 W-12 V, duas baterias de 12 V e pedaços de fios sem capa ou verniz. As resistências internas das baterias e dos fios de ligação são desprezíveis. Num descuido, com o circuito ligado e as quatro lâmpadas acesas, o rapaz derrubou um pedaço de fio condutor sobre o circuito entre as lâmpadas indicadas com os números 3 e 4 e o fio de ligação das baterias, conforme mostra a figura.



O que o rapaz observou, a partir desse momento, foi

- A** as quatro lâmpadas se apagarem devido ao curto-circuito provocado pelo fio.
- B** as lâmpadas 3 e 4 se apagarem, sem qualquer alteração no brilho das lâmpadas 1 e 2.
- C** as lâmpadas 3 e 4 se apagarem e as lâmpadas 1 e 2 brilharem mais intensamente.
- D** as quatro lâmpadas permanecerem acesas e as lâmpadas 3 e 4 brilharem mais intensamente.
- E** as quatro lâmpadas permanecerem acesas, sem qualquer alteração em seus brilhos.

- 04.** (Col. naval 2015) As especificações de um chuveiro elétrico de uso doméstico são 220 V – 2800 W – 5400 W. As potências nominais especificadas são alcançadas com a chave de controle de temperatura na posição verão ou inverno. Baseado nessas informações, analise as afirmativas abaixo.

I. o disjuntor recomendado para o uso do chuveiro em condições de potência máxima deve ser de 30 A.

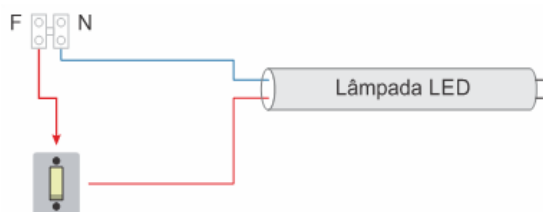
II. a resistência elétrica do chuveiro com a chave na posição inverno é de aproximadamente 9 Ω .

III. com a chave na posição verão, a resistência elétrica do chuveiro diminui, fazendo a água ficar um pouco mais fria.

Analise a opção correta.

- A** Apenas a afirmativa I é verdadeira.
- B** Apenas a afirmativa II é verdadeira.
- C** Apenas a afirmativa III é verdadeira.
- D** Apenas as afirmativas I e II são verdadeiras.
- E** Apenas as afirmativas I e III são verdadeiras.

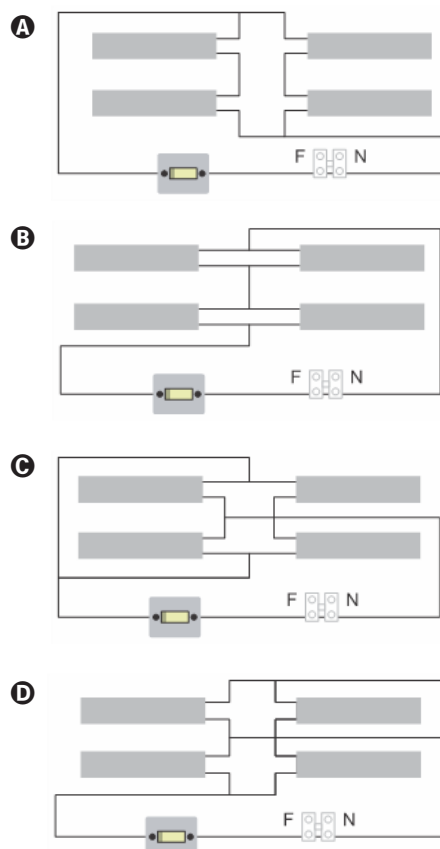
05. (Fmmg 2021) Hoje existem no mercado lâmpadas tubulares de LED que possuem dois pinos que são ligados diretamente na rede elétrica (F – fase e N – neutro), como mostra na figura abaixo, tendo um interruptor intermediário.



(<https://www.mundodaeletrica.com.br/y/9950/esquema-lampada-600.w>. Acessado em 08/04/2021. Adaptada.)

Uma pessoa quer instalar quatro lâmpadas iguais de 40W desse tipo numa garagem, todas ligadas a um único interruptor, de forma que elas tenham o mesmo brilho, produzindo, cada uma, a luminosidade de 40 W.

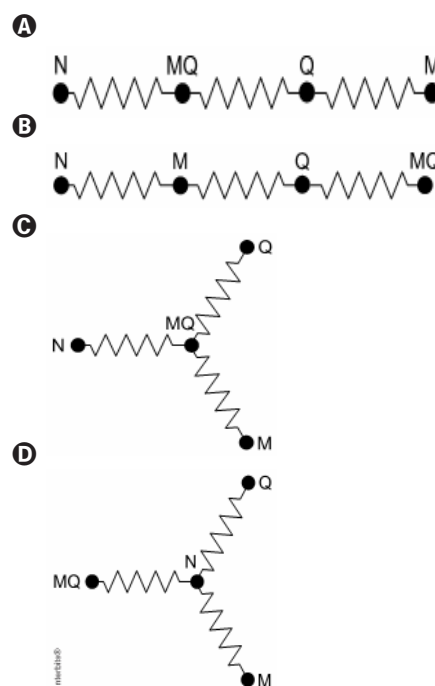
A ligação entre essas quatro lâmpadas, de forma esquemática, é a da alternativa:



NÍVEL INTERMEDIÁRIO

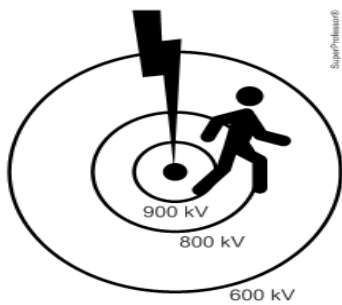
01. (Unicamp 2016) Muitos dispositivos de aquecimento usados em nosso cotidiano usam resistores elétricos como fonte de calor. Um exemplo é o chuveiro elétrico, em que é possível escolher entre diferentes opções de potência usadas no aquecimento da água, por exemplo, morno (M), quente (Q) e muito quente (MQ). Considere um chuveiro que usa a associação de três resistores, iguais entre si, para oferecer essas três opções de temperatura. A escolha é feita por uma chave que liga a rede elétrica entre o ponto indicado pela letra N e um outro ponto indicado por M, Q ou MQ, de acordo com a opção de temperatura desejada. O esquema que representa corretamente o circuito equivalente do chuveiro é

A corrente elétrica e a diferença de potencial elétrico no resistor R_1 são iguais a



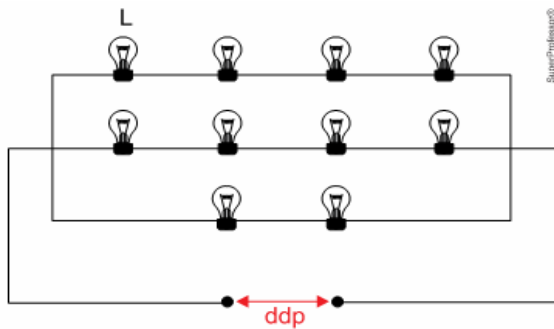
02. (Unicamp 2023) Sabemos que correntes elétricas acima de um décimo de Ampère podem provocar paradas cardíacas. Imediatamente após um raio atingir o solo, o potencial elétrico na superfície diminui gradativamente em função da distância ao ponto de impacto, como ilustrado pelas curvas equipotenciais da figura. Sendo a resistência do corpo humano $R = 80 \text{ k}\Omega$, a corrente elétrica que atravessa o corpo da pessoa ilustrada na figura, com os dois pés em contato com o chão, será igual a





- A** 0,800 A
- B** 1,25 A
- C** 10,0 A
- D** 11,25 A

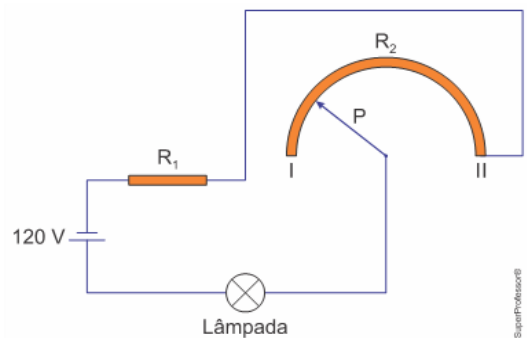
03. (Albert Einstein - Medicina 2022) Em um trecho de uma instalação elétrica, existem dez lâmpadas idênticas associadas como mostra a figura, ligadas com fios de resistências desprezíveis a uma ddp constante. Inicialmente, todas as lâmpadas estão acesas de acordo com suas especificações. Em determinado momento, porém, a lâmpada L, indicada na figura, queima.



Com a lâmpada L queimada, a potência dissipada pela associação, em relação à situação inicial, sofre uma redução de

- A** 40%
- B** 25%
- C** 45%
- D** 30%
- E** 10%

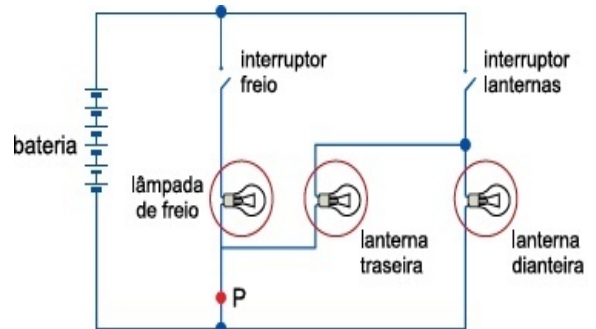
04. (Unesp 2023) A figura representa, de forma esquemática, um dispositivo capaz de regular a intensidade do brilho de uma lâmpada. Esse dispositivo é constituído de dois resistores em forma de fio, R_1 e R_2 , ambos feitos de um mesmo material e com mesma área de secção transversal. O resistor R_1 tem comprimento L e o resistor R_2 tem formato semicircular e comprimento $4L$. Nesse dispositivo, o que controla o brilho da lâmpada é o ponteiro P, que pode fazer contato com o resistor R_2 em qualquer ponto localizado entre seus extremos I e II.



Quando o ponteiro faz contato com o ponto I, a lâmpada é percorrida por uma corrente $i_1 = 0,3$ A e apresenta seu brilho mínimo. Quando o ponteiro faz contato com o ponto II, a lâmpada é percorrida por uma corrente $i_2 = 0,5$ A e apresenta seu brilho máximo. Desconsiderando a resistência dos fios de ligação e sabendo que o sistema está ligado a uma diferença de potencial constante de 120 V, a resistência elétrica dessa lâmpada é de

- A** 200 Ω
- B** 300 Ω
- C** 100 Ω
- D** 400 Ω
- E** 500 Ω

05. (Unesp 2018) A figura mostra o circuito elétrico que acende a lâmpada de freio e as lanternas traseira e dianteira de um dos lados de um automóvel.



(www.autoentusiastasclassic.com.br. Adaptado.)

Considerando que as três lâmpadas sejam idênticas, se o circuito for interrompido no ponto P, estando o automóvel com as lanternas apagadas, quando o motorista acionar os freios,

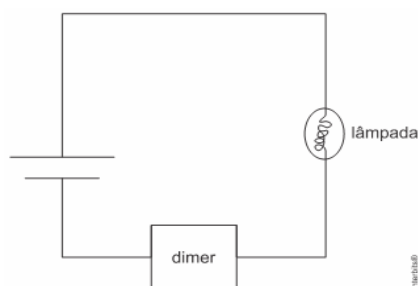
- A** apenas a lanterna dianteira se acenderá.
- B** nenhuma das lâmpadas se acenderá.
- C** todas as lâmpadas se acenderão, mas com brilho menor que seu brilho normal.
- D** apenas a lanterna traseira se acenderá.
- E** todas as lâmpadas se acenderão com o brilho normal.

06. (Unifesp 2004) Por falta de tomadas extras em seu quarto, um jovem utiliza um benjamin (multiplicador de tomadas) com o qual, ao invés de um aparelho, ele poderá conectar à rede elétrica três aparelhos simultaneamente. Ao se conectar o primeiro aparelho, com resistência elétrica R , sabe-se que a corrente na rede é I .

Ao se conectarem os outros dois aparelhos, que possuem resistências $R/2$ e $R/4$, respectivamente, e considerando constante a tensão da rede elétrica, a corrente total passará a ser

- A 17 I / 12
 B 3 I
 C 7 I
 D 9 I
 E 11 I

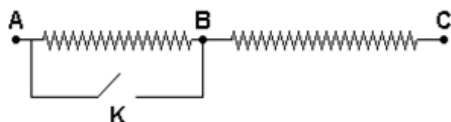
07. (UEMG 2017) O dimer é um aparelho usado para controlar o brilho de uma lâmpada ou a potência de um outro aparelho, como um ventilador. Um dimer foi usado para controlar o brilho de uma lâmpada cujas especificações são 24 W e 12 V. A lâmpada foi associada em série ao dimer e ligada a uma bateria de 12 V, conforme representado no diagrama.



Sabendo-se que o dimer foi regulado para que a lâmpada dissipasse 81% de sua potência, a potência que ele dissipa, em W, é

- A 2,16
 B 4,56
 C 19,4
 D 21,6

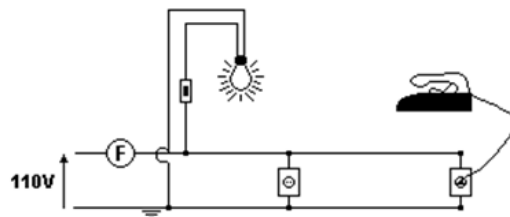
08. (Unesp 2001) A figura representa esquematicamente o circuito interno de um chuveiro elétrico cujos valores nominais são: 220 V; 4400 W / 6050 W. Os terminais A e C são ligados à tensão da rede e a chave K, quando ligada, coloca o trecho AB em curto.



Pode-se afirmar que as resistências elétricas dos trechos AC e BC desse fio são, em ohms, respectivamente de

- A 19 e 15
 B 13 e 11
 C 11 e 8,0
 D 8,0 e 5,0
 E 3,0 e 2,0

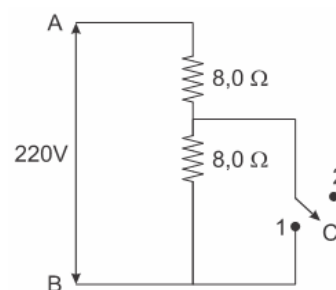
09. (Fuvest 2001) Um circuito doméstico simples, ligado à rede de 110 V e protegido por um fusível F de 15 A, está esquematizado adiante.



A potência máxima de um ferro de passar roupa que pode ser ligado, simultaneamente, a uma lâmpada de 150W, sem que o fusível interrompa o circuito, é aproximadamente de

- A 1100 W
 B 1500 W
 C 1650 W
 D 2250 W
 E 2500 W

10. (Cefet MG 2015) Analise o circuito elétrico de um chuveiro com as opções "quente" e "morno".



Nessas condições, afirma-se:

I. A chave C na posição 1 corresponde a água quente.

II. A chave C na posição "morno" corresponde a uma corrente de 13,75 A.

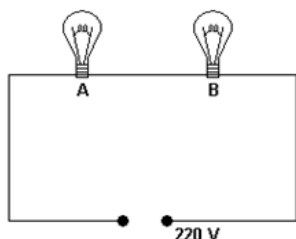
III. A chave C na posição 2 corresponde a um consumo de aproximadamente 3000 W.

IV. A chave C na posição "quente" corresponde a uma diferença de potencial de 110 V em cada resistor.

- A V, V, F, F.
 B V, F, V, V.
 C F, V, V, F.
 D V, V, V, F.
 E F, V, F, V.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Ufpel 2007) Duas lâmpadas comuns - com resistências elétricas constantes - estão associadas em série e conectadas a uma tomada de 220 V, conforme ilustra a figura adiante. Na lâmpada A, verifica-se a inscrição 60 W e 220 V, enquanto, na lâmpada B, a inscrição é de 100 W e 220 V.



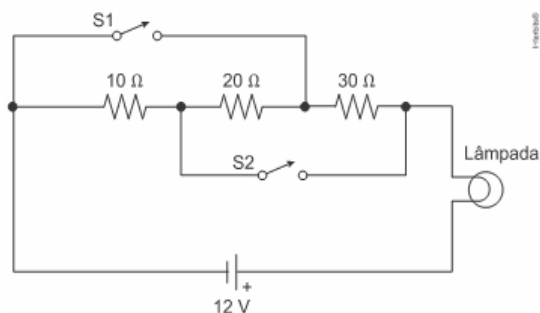
Para esse caso, são feitas quatro afirmações.

- I. A lâmpada de 60 W brilha menos do que a de 100 W.
- II. A potência dissipada na lâmpada de 60 W é maior do que a potência dissipada na de 100 W.
- III. A intensidade da corrente elétrica na lâmpada de 60 W é menor do que na de 100 W.
- IV. A diferença de potencial elétrico que ocorre na lâmpada de 60 W é maior do que a que ocorre na de 100 W.

De acordo com seus conhecimentos sobre Eletrodinâmica, estão corretas apenas as afirmativas

- A I e IV.
- B II e IV.
- C II e III.
- D I, II e III.
- E I, III e IV.

02. (Fmp 2020) A luminosidade da lâmpada de um equipamento é controlada por meio de duas chaves S1 e S2, como mostra o circuito abaixo.



São utilizados os seguintes códigos para os estados das chaves:

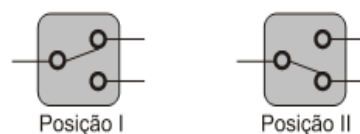
Código	Chave S1	Chave S2
00	Desligada	Desligada
01	Desligada	Ligada
10	Ligada	Desligada
11	Ligada	Ligada

A ordem crescente de luminosidade da lâmpada é dada pela seguinte sequência de estados das chaves S1 e S2:

- A 00, 01, 10, 11
- B 10, 00, 11, 01
- C 11, 10, 01, 00
- D 00, 10, 01, 11
- E 11, 01, 10, 00

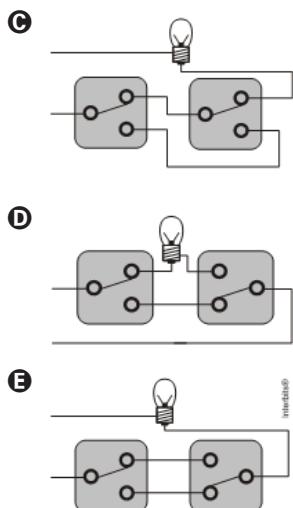
SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2012) Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Este interruptor é uma chave de duas posições constituída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na Posição I a chave conecta o polo ao terminal superior, e na Posição II a chave o conecta ao terminal inferior.



O circuito que cumpre a finalidade de funcionamento descrita no texto é:

- A
- B



- 02.** (Enem PPL 2010) Quando ocorre um curto-circuito em uma instalação elétrica, como na figura, a resistência elétrica total do circuito diminui muito, estabelecendo-se nele uma corrente muito elevada.



O superaquecimento da fiação, devido a esse aumento da corrente elétrica, pode ocasionar incêndios, que seriam evitados instalando-se fusíveis e disjuntores que interrompem essa corrente, quando a mesma atinge um valor acima do especificado nesses dispositivos de proteção

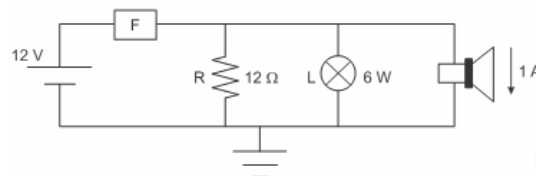
Suponha que um chuveiro instalado em uma rede elétrica de 110 V, em uma residência, possua três posições de regulagem da temperatura da água. Na posição verão utiliza 2.100 W, na posição primavera, 2.400 W, e na posição inverno, 3.200 W.

GRAF. Física 3: Eletromagnetismo. São Paulo: EDUSP, 1993 (adaptado).

Deseja-se que o chuveiro funcione em qualquer uma das três posições de regulagem de temperatura, sem que haja riscos de incêndio. Qual deve ser o valor mínimo adequado do disjuntor a ser utilizado?

- A** 40 A
B 30 A
C 25 A
D 23 A
E 20 A

- 03.** (Enem PPL 2014) Fusíveis são dispositivos de proteção de um circuito elétrico, sensíveis ao excesso de corrente elétrica. Os modelos mais simples consistem de um filamento metálico de baixo ponto de fusão, que se funde quando a corrente ultrapassa determinado valor, evitando que as demais partes do circuito sejam danificadas. A figura mostra um diagrama de um circuito em que o fusível F protege um resistor R de 12Ω , uma lâmpada L de 6 W e um alto-falante que conduz 1 A.



Sabendo que esse fusível foi projetado para trabalhar com uma corrente até 20% maior que a corrente nominal que atravessa esse circuito, qual é o valor, em ampères, da corrente máxima que o fusível F permite passar?

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

- 04.** (Enem 2010) Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados.

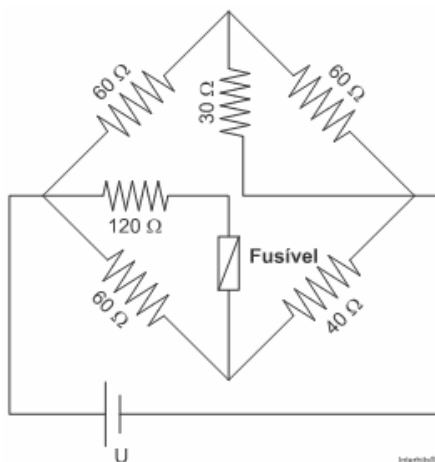
Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 55 W de potência que opera com 36 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível.

Dessa forma, admitindo-se que a fiação suporte a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

- A azul.
- B preto.
- C laranja.
- D amarelo.
- E vermelho.

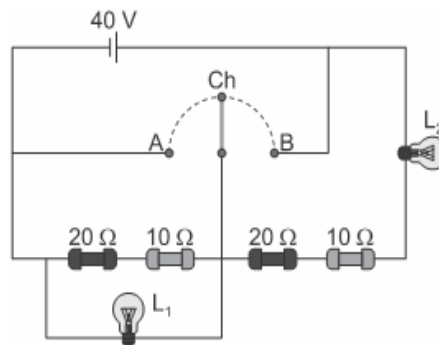
05. (Enem 2017) Fusível é um dispositivo de proteção contra sobrecorrente em circuitos. Quando a corrente que passa por esse componente elétrico é maior que sua máxima corrente nominal, o fusível queima. Dessa forma, evita que a corrente elevada danifique os aparelhos do circuito. Suponha que o circuito elétrico mostrado seja alimentado por uma fonte de tensão U e que o fusível suporte uma corrente nominal de 500 mA.



Qual é o máximo valor da tensão U para que o fusível não queime?

- A 20 V
- B 40 V
- C 60 V
- D 120 V
- E 185 V

para que ela sofra um aumento de temperatura



Considerando desprezíveis as resistências elétricas dos fios de ligação e de todas as conexões utilizadas, calcule as potências dissipadas pelas lâmpadas L_1 e L_2 , quando a chave é ligada no ponto A. Em seguida, calcule as potências dissipadas pelas lâmpadas L_1 e L_2 , quando a chave é ligada no ponto B.

02. (Fcmscsp 2021) Um chuveiro elétrico funciona sob diferença de potencial de 220 V e, nessa condição, é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 20 A.

a) Calcule o valor da resistência elétrica do chuveiro, em ohms, quando submetido à diferença de potencial de 220 V. Calcule a resistência equivalente, em ohms, de uma associação em paralelo de dois resistores cuja resistência individual seja igual à resistência do chuveiro quando submetido à diferença de potencial de 220 V.

b) Considerando que o calor específico da água seja igual a $4,2 \times 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ e que todo calor gerado na resistência seja transferido para a água, calcule a massa de água, em quilogramas, que deve passar pelo chuveiro a cada segundo

de 10°C .

DISCURSIVAS

01. (Unesp 2017) O circuito representado é constituído por quatro resistores ôhmicos, um gerador ideal, uma chave Ch de resistência elétrica desprezível e duas lâmpadas idênticas, L_1 e L_2 , que apresentam valores nominais de tensão e potência iguais a 40 V e 80 W cada. A chave pode ser ligada no ponto A ou no ponto B, fazendo funcionar apenas uma parte do circuito de cada vez.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	C	E	D	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	B	B	A	C
6	7	8	9	10
C	A	C	B	D

AVANÇADO

1	2
B	D

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
E	B	E	C	D

DISCURSIVAS

01. $P_{1A} = 0$ e $P_{2A} = 12,8 \text{ W}$; $P_{1B} = 80 \text{ W}$ e $P_{2B} = 0$

02. a) 5Ω e $5,5 \Omega$
b) $0,10 \text{ kg}$



NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Ifsul 2018) Os instrumentos de medidas elétricas que medem corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica são denominados, respectivamente, amperímetros, voltímetros e ohmímetros. Muitas vezes, eles são reunidos em um único aparelho, denominado multímetro, o qual tem uma chave que permite selecionar a função desejada.

Em relação à forma correta que esses medidores devem ser associados com um resistor em um circuito elétrico, um amperímetro ideal, quando associado

- A** em série, mede a corrente elétrica que circula nesse resistor.
- B** em paralelo, mede a corrente elétrica que circula nesse resistor.
- C** em série, mede a diferença de potencial elétrico a que o resistor está submetido.
- D** em paralelo, mede a diferença de potencial elétrico a que o resistor está submetido.

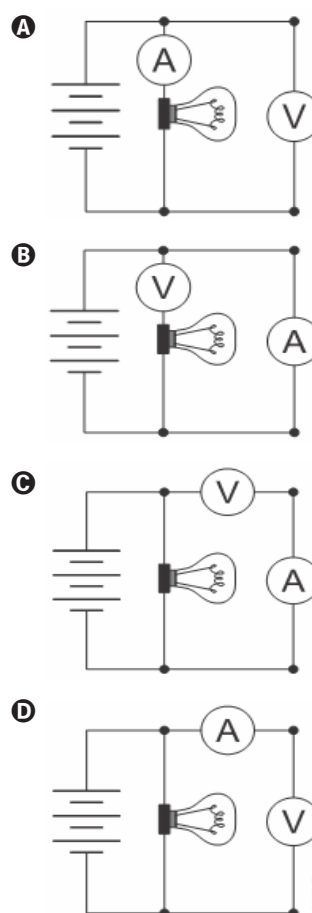
- 02.** (Uel 2001) Sobre o funcionamento de voltímetros e o funcionamento de amperímetros, assinale a alternativa correta:

- A** A resistência elétrica interna de um voltímetro deve ser muito pequena para que, quando ligado em paralelo às resistências elétricas de um circuito, não altere a tensão elétrica que se deseja medir.
- B** A resistência elétrica interna de um voltímetro deve ser muito alta para que, quando ligado em série às resistências elétricas de um circuito, não altere a tensão elétrica que se deseja medir.
- C** A resistência elétrica interna de um amperímetro deve ser muito pequena para que, quando ligado em paralelo às resistências elétricas de um circuito, não altere a intensidade de corrente elétrica que se deseja medir.
- D** A resistência elétrica interna de um amperímetro deve ser muito pequena para que, quando ligado em série às resistências elétricas de um circuito, não altere a intensidade de corrente elétrica que se deseja medir.

- E** A resistência elétrica interna de um amperímetro deve ser muito alta para que, quando ligado em série às resistências elétricas de um circuito, não altere a intensidade de corrente elétrica que se deseja medir.

- 03.** (Acafe 2016) Em uma atividade experimental um estudante dispõe de um voltímetro V e um amperímetro A. Uma lâmpada de potência desconhecida é ligada a uma fonte de tensão, estabelecendo um circuito acrescido de tais medidores.

A alternativa correta que mostra a conexão de circuito que permite achar o valor da potência dessa lâmpada é:

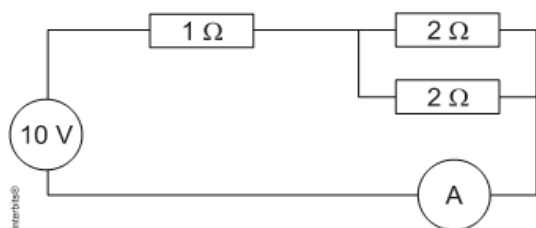


- 04.** (Espcex (Aman) 2013) O amperímetro é um instrumento utilizado para a medida de intensidade de corrente elétrica em um circuito constituído por geradores, receptores, resistores, etc.

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

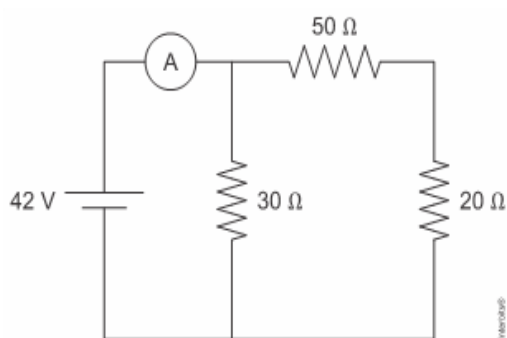
05. (Puc-RJ 2012) Calcule a corrente em ampères medida no amperímetro (A) do circuito apresentado na figura.



- A 1,6
- B 3,3
- C 5,0
- D 8,3
- E 20,0

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

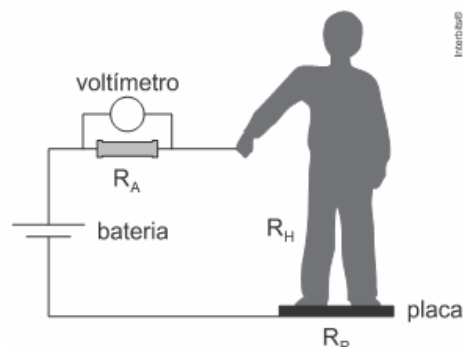
01. (Ifpe 2020) Na figura abaixo, está representado um circuito elétrico contendo um gerador ideal de 42 volts, com resistência interna desprezível, o qual alimenta três resistores.



Determine o valor da intensidade da corrente elétrica, expressa em ampères, que percorre o amperímetro A conectado ao circuito elétrico.

- A 1,4 A
- B 0,42 A
- C 2,4 A
- D 2 A
- E 0,6 A

02. (Unifesp 2009) O circuito representado na figura foi projetado para medir a resistência elétrica R_H do corpo de um homem. Para tanto, em pé e descalço sobre uma placa de resistência elétrica $R_P = 1,0 \text{ M}\Omega$, o homem segura com uma das mãos a ponta de um fio, fechando o circuito.

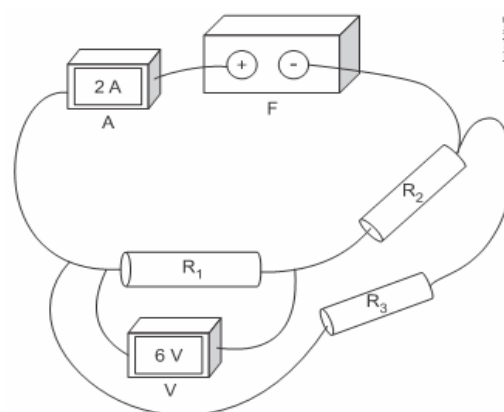


O circuito é alimentado por uma bateria ideal de 30 V ligada a um resistor auxiliar $R_A = 1,0 \text{ M}\Omega$ em paralelo com um voltímetro ideal. A resistência elétrica dos demais componentes do circuito é desprezível. Fechado o circuito, o voltímetro passa a marcar queda de potencial de 10 V.

Pode-se concluir que a resistência elétrica R_H do homem, em $\text{M}\Omega$, é

- A 1,0
- B 2,4
- C 3,0
- D 6,5
- E 12,0

03. (Fuvest 2016) O arranjo experimental representado na figura é formado por uma fonte de tensão F , um amperímetro A , um voltímetro V , três resistores, R_1 , R_2 e R_3 , de resistências iguais, e fios de ligação.



Quando o amperímetro mede uma corrente de 2 A e o voltímetro, uma tensão de 6 V, a potência dissipada em R_2 é igual a

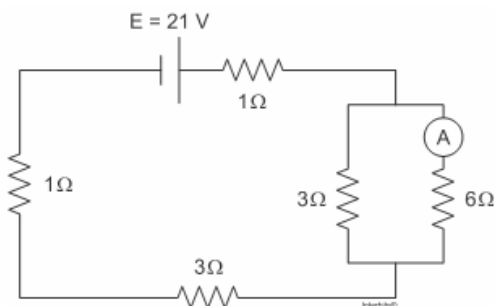
Note e adote:

- A resistência interna do voltímetro é muito maior que a dos resistores (voltímetro ideal).

- As resistências dos fios de ligação devem ser ignoradas.

- A 4 W
- B 6 W
- C 12 W
- D 18 W
- E 24 W

04. (Ifpe 2016) O circuito elétrico representado no diagrama abaixo contém um gerador ideal de 21 Volts com resistência interna desprezível alimentando cinco resistores.

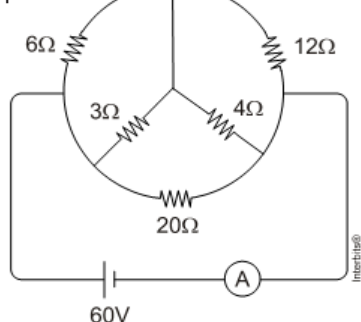


Qual o valor da medida da intensidade da corrente elétrica, expressa em amperes, que percorre o amperímetro A conectado ao circuito elétrico representado?

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

05. (Uftm 2011) No circuito mostrado no diagrama, todos os resistores são ôhmicos, o gerador e o amperímetro são ideais e os fios de ligação têm resistência elétrica desprezível.

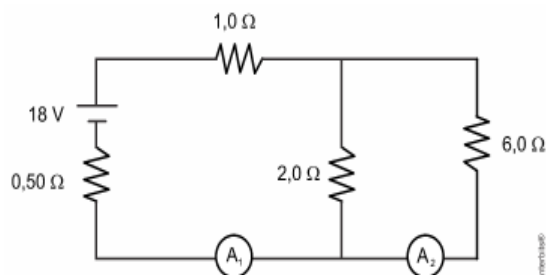
200 Ω mede-se a ddp entre as extremidades A e B



A intensidade da corrente elétrica indicada pelo amperímetro, em A, é de

- A 3
- B 4
- C 8
- D 12
- E 15

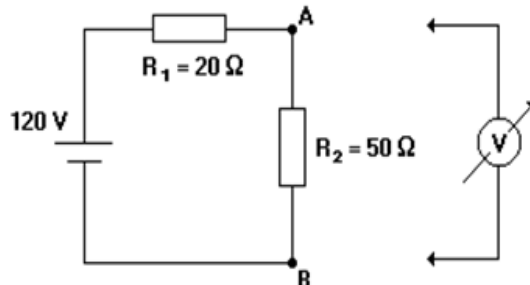
06. (Fatec 2008) Num circuito elétrico, uma fonte, de força eletromotriz 18 V e resistência elétrica 0,50 Ω alimenta três resistores, de resistências 1,0 Ω, 2,0 Ω e 6,0 Ω, conforme a seguir representado.



As leituras dos amperímetros ideais A₁ e A₂ são, em amperes, respectivamente

- A 6,0 e 4,5
- B 6,0 e 1,5
- C 4,0 e 3,0
- D 4,0 e 1,0
- E 2,0 e 1,5

07. (Uel 1997) Um circuito elétrico é constituído por uma fonte de tensão constante de 120 V e dois resistores de resistências R₁ = 20 Ω e R₂ = 50 Ω, conforme o esquema a seguir.

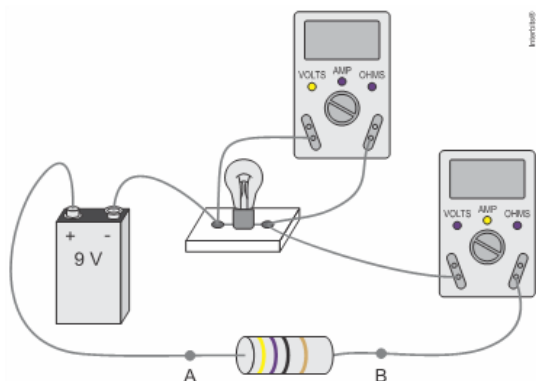


Com um voltímetro de resistência interna igual a

do resistor R₂. O voltímetro indicará, em volts,

- A 120
- B 100
- C 80
- D 60
- E 50

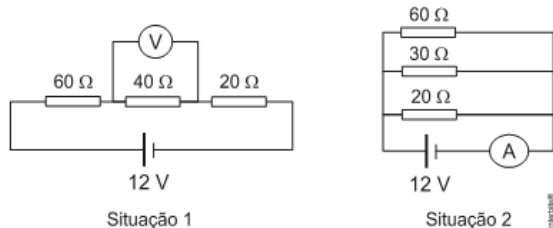
08. (Unesp 2018) Para obter experimentalmente a curva da diferença de potencial U em função da intensidade da corrente elétrica i para uma lâmpada, um aluno montou o circuito a seguir. Colocando entre os pontos A e B resistores com diversos valores de resistência, ele obteve diferentes valores de U e de i para a lâmpada.



Considerando que a bateria de 9,0 V os aparelhos de medida e os fios de ligação sejam ideais, quando o aluno obteve as medidas $U = 5,7 \text{ V}$ e $i = 0,15 \text{ A}$, a resistência do resistor colocado entre os pontos A e B era de

- A 100 Ω
- B 33 Ω
- C 56 Ω
- D 68 Ω
- E 22 Ω

09. (Col. naval 2014) Considere que um determinado estudante, utilizando resistores disponíveis no laboratório de sua escola, montou os circuitos apresentados abaixo:

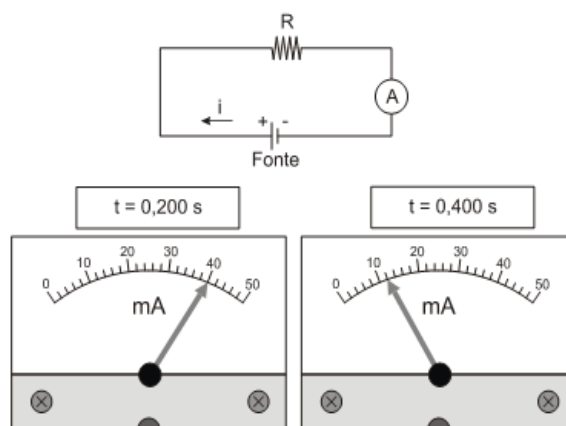


Querendo fazer algumas medidas elétricas, usou um voltímetro (V) para medir a tensão e um amperímetro (A) para medir a intensidade da corrente elétrica. Considerando todos os elementos envolvidos como sendo ideais, os valores medidos pelo voltímetro (situação 1) e pelo amperímetro (situação 2) foram, respectivamente:

- A 2V e 1,2A
- B 4V e 1,2A
- C 2V e 2,4A
- D 4V e 2,4A
- E 6V e 1,2A

10. (Unicamp 2015) Quando as fontes de tensão contínua que alimentam os aparelhos elétricos e eletrônicos são desligadas, elas levam normalmente certo tempo para atingir a tensão de $U = 0 \text{ V}$.

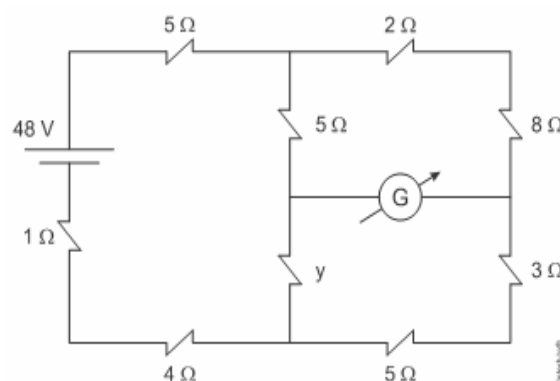
Um estudante interessado em estudar tal fenômeno usa um amperímetro e um relógio para acompanhar o decréscimo da corrente que circula pelo circuito a seguir em função do tempo, após a fonte ser desligada em $t = 0 \text{ s}$. Usando os valores de corrente e tempo medidos pelo estudante, pode-se dizer que a diferença de potencial sobre o resistor $R = 0,5 \text{ k}\Omega$ para $t = 400 \text{ ms}$ é igual a



- A 6 V
- B 12 V
- C 20 V
- D 40 V

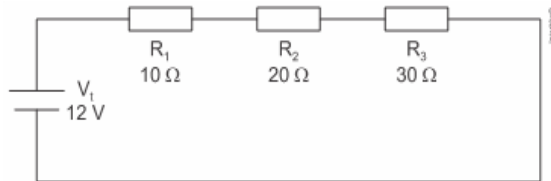
NÍVEL AVANÇADO

01. (Efoimm 2019) No circuito a seguir, o galvanômetro não acusa passagem de corrente. Determine o valor da corrente elétrica i no circuito.

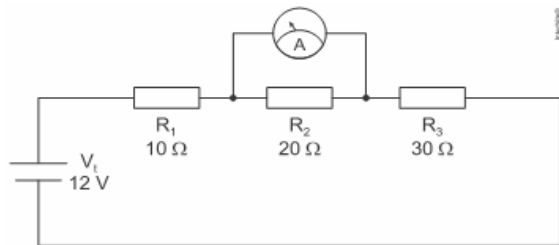


- A 4,8 A
- B 4,2 A
- C 3,6 A
- D 3,0 A
- E 2,0 A

- 02.** (Eear 2018) Em uma aula de laboratório o professor montou um circuito com 3 resistores ôhmicos R_1 , R_2 e R_3 associados a uma fonte de alimentação ideal (V_t) conforme o circuito abaixo. E solicitou ao aluno que, usando um amperímetro ideal, medisse o valor da intensidade de corrente elétrica que flui através de R_2 .



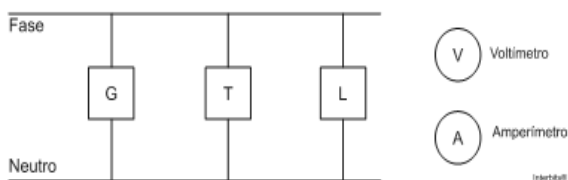
O aluno, porém fez a ligação do amperímetro (A) da maneira indicada na figura a seguir. Com base nisso, assinale a alternativa que representa o valor indicado, em ampères, no amperímetro.



- A** 0,0
- B** 0,2
- C** 0,3
- D** 0,4

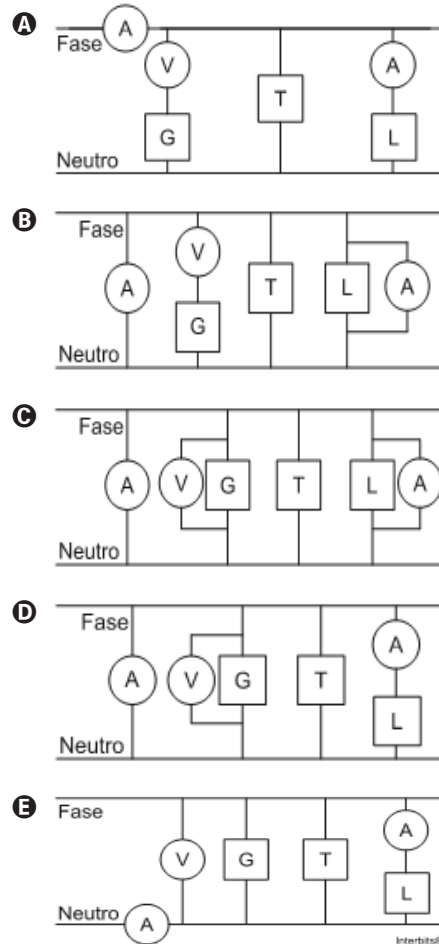
SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem 2013) Um electricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O electricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).



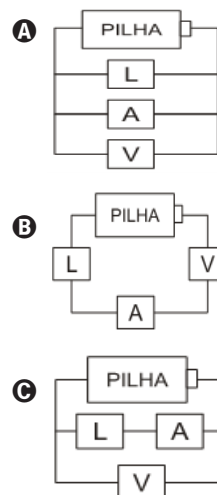
Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:

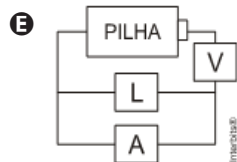
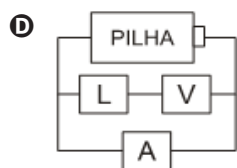
Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:



- 02.** (Enem PPL 2012) Um electricista precisa medir a resistência elétrica de uma lâmpada. Ele dispõe de uma pilha, de uma lâmpada (L), de alguns fios e de dois aparelhos: um voltímetro (V), para medir a diferença de potencial entre dois pontos, e um amperímetro (A), para medir a corrente elétrica.

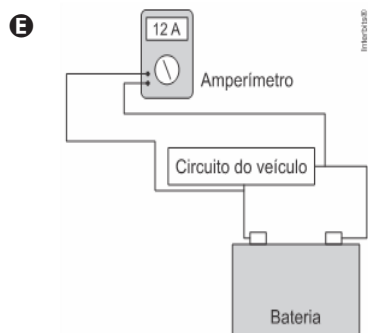
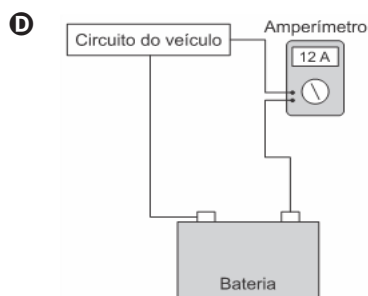
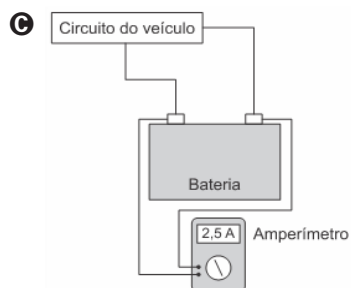
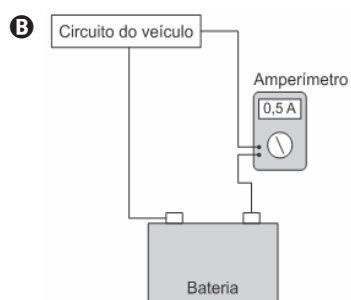
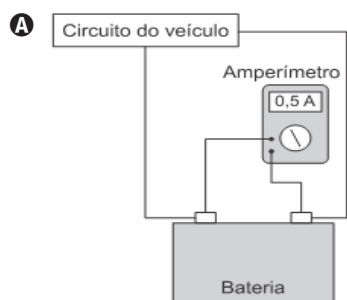
O circuito elétrico montado pelo electricista para medir essa resistência é



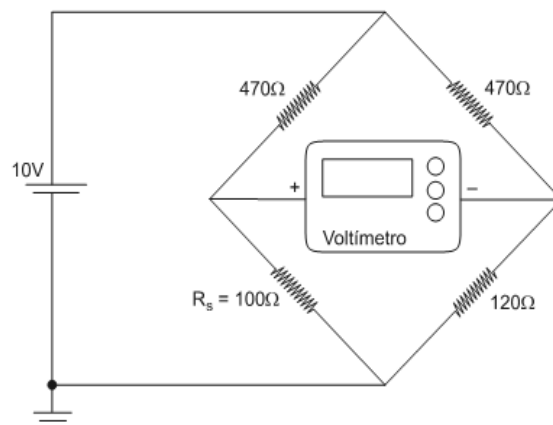


- 03.** (Enem 2020) Uma pessoa percebe que a bateria de seu veículo fica descarregada após cinco dias sem uso. No início desse período, a bateria funcionava normalmente e estava com o total de sua carga nominal, de 60 Ah. Pensando na possibilidade de haver uma corrente de fuga, que se estabelece mesmo com os dispositivos elétricos do veículo desligados, ele associa um amperímetro digital ao circuito do veículo.

Qual dos esquemas indica a maneira com que o amperímetro deve ser ligado e a leitura por ele realizada?



- 04.** (Enem 2013) Medir temperatura é fundamental em muitas aplicações, e apresentar a leitura em mostradores digitais é bastante prático. O seu funcionamento é baseado na correspondência entre valores de temperatura e de diferença de potencial elétrico. Por exemplo, podemos usar o circuito elétrico apresentado, no qual o elemento sensor de temperatura ocupa um dos braços do circuito (R_s) e a dependência da resistência com a temperatura é conhecida.

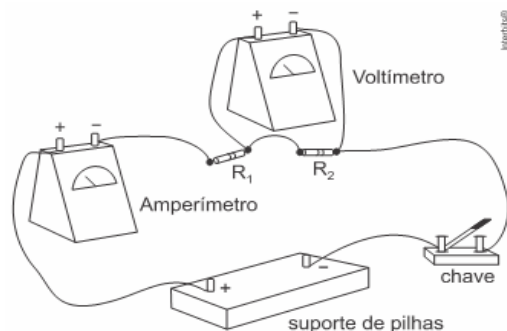


Para um valor de temperatura em que $R_s = 100 \Omega$, a leitura apresentada pelo voltímetro será de

- A** +6,2V
B +1,7V
C +0,3V
D -0,3V
E -6,2V

DISCURSIVAS

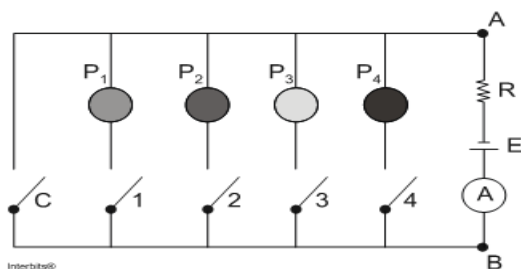
01. (Unifesp 2008) A montagem experimental representada na figura se destina ao estudo de um circuito elétrico simples.



a) Usando símbolos convencionais para cada componente, represente esquematicamente esse circuito.

b) Sabendo que $R_1 = 100 \Omega$ e $R_2 = 200 \Omega$ e que no suporte de pilhas são colocadas duas pilhas em série, de força eletromotriz 1,5 V cada, determine as leituras no amperímetro e no voltímetro quando a chave é fechada. (Admita que as resistências internas das pilhas, dos fios de ligação e dos medidores não interferem nessas leituras.)

02. (Unesp 2013) Em um jogo de perguntas e respostas, em que cada jogador deve responder a quatro perguntas (P_1 , P_2 , P_3 e P_4), os acertos de cada participante são indicados por um painel luminoso constituído por quatro lâmpadas coloridas. Se uma pergunta for respondida corretamente, a lâmpada associada a ela acende. Se for respondida de forma errada, a lâmpada permanece apagada. A figura abaixo representa, de forma esquemática, o circuito que controla o painel. Se uma pergunta é respondida corretamente, a chave numerada associada a ela é fechada, e a lâmpada correspondente acende no painel, indicando o acerto. Se as quatro perguntas forem respondidas erradamente, a chave C será fechada no final, e o jogador totalizará zero ponto.



Cada lâmpada tem resistência elétrica constante de 60Ω e, junto com as chaves, estão conectadas ao ramo AB do circuito, mostrado na figura, onde estão ligados um resistor ôhmico de resistência $R = 20 \Omega$, um gerador ideal de f.e.m. $E = 120 \text{ V}$ e um amperímetro A de resistência desprezível, que monitora a corrente no circuito. Todas as chaves e fios de ligação têm resistências desprezíveis.

Calcule as indicações do amperímetro quando um participante for eliminado com zero acerto, e quando um participante errar apenas a P_2 .

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
A	D	A	A	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	A	A	B	E
6	7	8	9	10
B	C	E	B	A

AVANÇADO

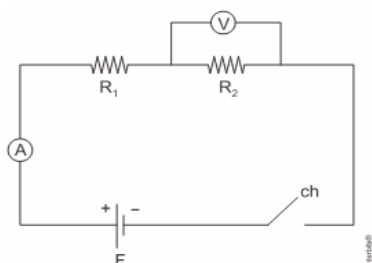
1	2
D	C

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4
E	C	B	D

DISCURSIVAS

01. a)

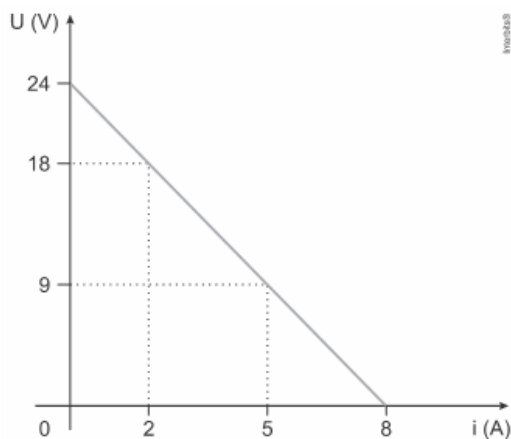


b) 10 mA e 2,0 V

02. 6 A e 3 A

NÍVEL BÁSICO

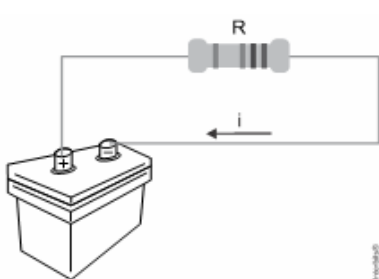
01. (Uerj 2018) Observe o gráfico, que representa a curva característica de operação de um gerador:



Com base nos dados, a resistência interna do gerador, em ohm, é igual a:

- A 1,0
- B 3,0
- C 4,0
- D 6,0

02. (Famerp 2018) Quando um gerador de força eletromotriz 12 v é ligado a um resistor R de resistência $5,8 \Omega$ uma corrente elétrica I de intensidade 2,0 A circula pelo circuito.



A resistência interna desse gerador é igual a

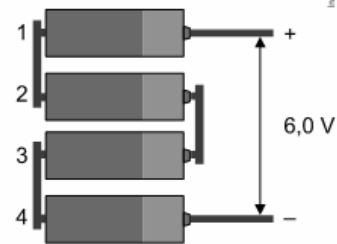
- A $0,40 \Omega$
- B $0,20 \Omega$
- C $0,10 \Omega$
- D $0,30 \Omega$
- E $0,50 \Omega$

03. (Fmj 2020) Uma pessoa comprou quatro pilhas de 1,5 V cada uma, como mostra a figura 1, para colocar em um aparelho que funciona com 6,0 V. Após colocá-las no aparelho, conforme mostra a figura 2, verificou que o aparelho não funcionava.

Figura 1



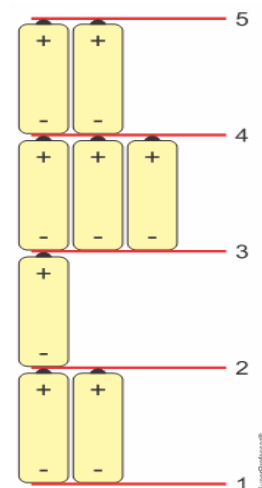
Figura 2



Para que o aparelho funcione normalmente, a pessoa deve inverter

- A apenas as pilhas 1 e 3.
- B todas as pilhas.
- C apenas a pilha 1.
- D apenas as pilhas 2 e 4.
- E apenas a pilha 4.

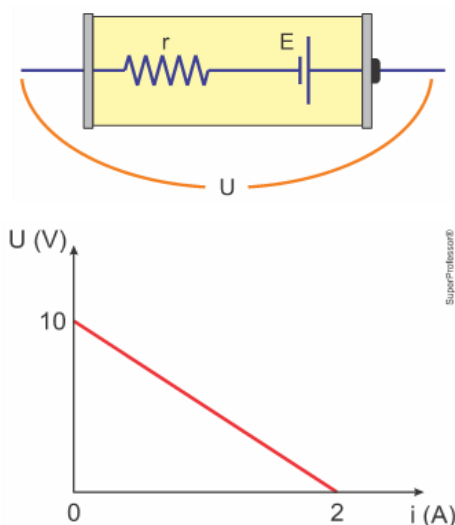
04. (Uea-sis 3 2024) Pilhas idênticas, de 1,5 V cada uma, foram encaixadas entre 5 barras condutoras numeradas de 1 a 5, como mostra a figura.



Foram medidas as diferenças de potencial entre as barras 1 e 3 e, depois, entre as barras 3 e 5. Tomando os módulos dos valores dessas medições e subtraindo-se esses valores, um do outro, a diferença obtida é de

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

05. (Uea-sis 3 2024) O esquema mostra um gerador real, de força eletromotriz E com resistência interna r , e o gráfico mostra a curva característica desse gerador real.



O valor da resistência interna r desse gerador é

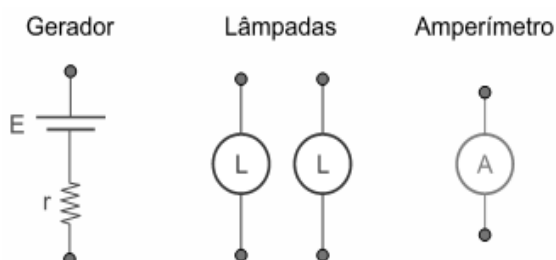
- A** 1,0 **D** 6,5
B 2,4 **E** 12,0
C 3,0

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

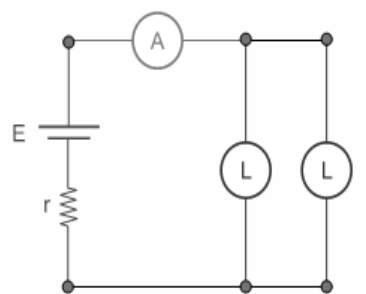
01. (Espcex (Aman) 2013) A pilha de uma lanterna possui uma força eletromotriz de 1,5 V e resistência interna de $0,05 \Omega$. O valor da tensão elétrica nos polos dessa pilha quando ela fornece uma corrente elétrica de 1,0 A a um resistor ôhmico é de

- A** 1,45 V **D** 1,15 V
B 1,30 V
C 1,25 V

02. (Unesp 2021) Um estudante tinha disponíveis um gerador elétrico de força eletromotriz $E = 50 \text{ V}$ e resistência interna $r = 2,0 \Omega$, duas lâmpadas iguais com valores nominais (60 V – 100 W) e um amperímetro ideal, como representado na figura.



Com esses componentes, ele montou o seguinte circuito elétrico:



Considerando que as resistências dos fios de ligação e dos conectores utilizados sejam desprezíveis, o amperímetro desse circuito indicará o valor de

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

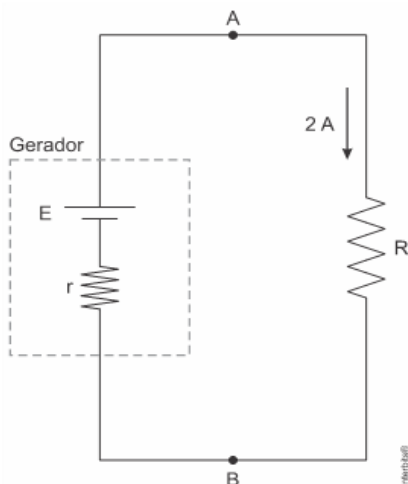
03. (Albert Einstein - Medicina 2023) Em uma aula de eletricidade, o professor pede a um dos estudantes que faça contato entre os dois polos de uma pilha utilizando um clip metálico de resistência elétrica desprezível, como mostrado na figura. Depois de alguns segundos, o estudante nota que a pilha ficou bastante quente, a ponto de não conseguir segurá-la com suas mãos.



Em seguida, o professor comenta que esse aquecimento é uma demonstração do efeito Joule que, nesse caso, foi bastante intenso porque, pela pilha, circulou a maior corrente elétrica que pode atravessá-la, chamada "corrente de curto-circuito", uma vez que o clip metálico

- A** igualou a diferença de potencial entre os extremos da pilha à sua força eletromotriz.
B inverteu as polaridades da pilha, transformando-a em um receptor elétrico.
C tornou nula a diferença de potencial entre os extremos da pilha.
D diminuiu a resistência interna da pilha a um valor desprezível.
E elevou a força eletromotriz da pilha.

04. (Uefs 2018) Um circuito elétrico é constituído por um gerador de força eletromotriz E e resistência interna $r = 2 \Omega$ e por um resistor ôhmico de resistência R . Se por esse circuito circular uma corrente elétrica de intensidade $i = 2 \text{ A}$, a diferença de potencial entre os pontos A e B será 16 V .



Considerando desprezíveis as resistências dos fios e das conexões utilizados na montagem desse circuito, os valores de E e de R são

- A 20 V e 8Ω
 - B 10 V e 8Ω
 - C 32 V e 8Ω
 - D 32 V e 10Ω
 - E 20 V e 10Ω
05. (Unesp 2020) Na maioria dos peixes elétricos as descargas são produzidas por órgãos elétricos constituídos por células, chamadas eletroplacas, empilhadas em colunas. Suponha que cada eletroplaca se comporte como um gerador ideal.

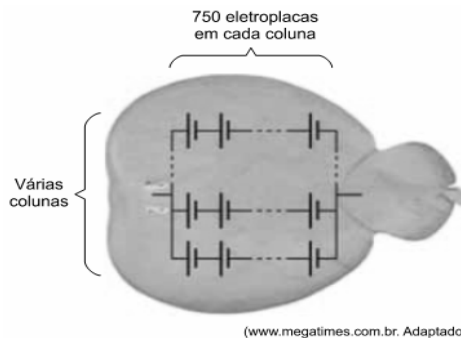


Suponha que o sistema elétrico de um poraquê, peixe elétrico de água doce, seja constituído de uma coluna com 5.000 eletroplacas associadas em série, produzindo uma força eletromotriz total de 600 V .



(<https://hypescience.com>. Adaptado.)

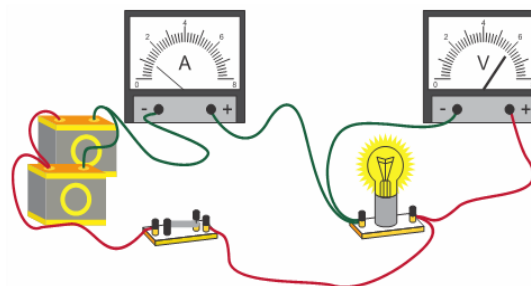
Considere que uma raia-torpedo, que vive na água do mar, possua um sistema elétrico formado por uma associação em paralelo de várias colunas, cada uma com 750 eletroplacas iguais às do poraquê, ligadas em série, constituindo mais da metade da massa corporal desse peixe.



Desconsiderando perdas internas, se em uma descarga a raia-torpedo conseguir produzir uma corrente elétrica total de 50 A durante um curto intervalo de tempo, a potência elétrica gerada por ela, nesse intervalo de tempo, será de

- A 3.500 W
 - B 3.000 W
 - C 2.500 W
 - D 4.500 W
 - E 4.000 W
06. (Ucpel 2023) Em uma aula de Física um estudante apresenta aos seus colegas um circuito elétrico simples, constituído de duas baterias e uma lâmpada incandescente, como mostra a figura abaixo.

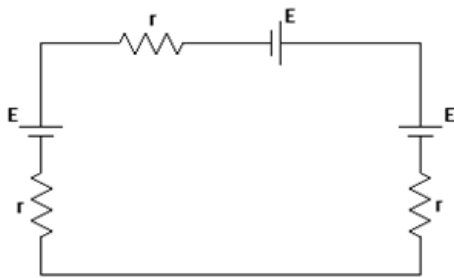
Os instrumentos de medida são ligados ao circuito de forma a registrar a diferença de potencial entre os terminais da lâmpada e a corrente elétrica que percorre a mesma.



Considerando que a força eletromotriz de cada bateria é de 12 V , a resistência interna de cada uma é de 1Ω e a resistência da lâmpada é de $2,5 \Omega$, conclui-se que o amperímetro e o voltímetro ligados ao circuito registram, respectivamente, os valores

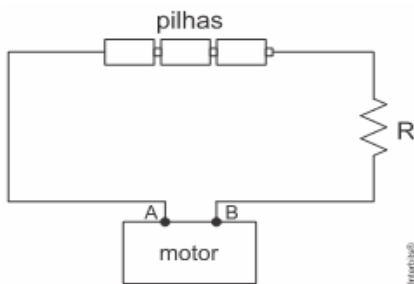
- A 4 A e 10 V
- B 8 A e 10 V
- C 4 A e 12 V
- D 8 A e 20 V
- E 5,3 A e $13,3 \text{ V}$

07. (Fatec 1995) Três pilhas de f.e.m $E = 1,5 \text{ V}$ e resistência interna $r = 1,0 \Omega$ são ligadas como na figura a seguir.



A corrente que circula pelas pilhas é de

- A 0,50 A, no sentido horário.
 - B 0,50 A, no sentido anti-horário.
 - C 1,5 A, no sentido horário.
 - D 2,0 A, no sentido anti-horário.
 - E 2,0 A, no sentido horário.
08. (Ufrgs 2006) O circuito a seguir representa três pilhas ideais de 1,5 V cada uma, um resistor R de resistência elétrica $1,0 \Omega$ e um motor, todos ligados em série.



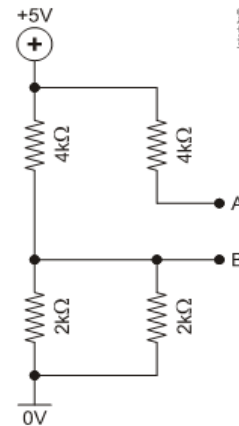
A tensão entre os terminais A e B do motor é 4,0 V. Qual é a potência elétrica consumida pelo motor?

- A 0,5 W
 - B 1,0 W
 - C 1,5 W
 - D 2,0 W
09. (Espcex (Aman) 2016) No circuito elétrico desenhado abaixo, todos os resistores ôhmicos são iguais e têm resistência $R = 1,0 \Omega$. Ele é alimentado por uma fonte ideal de tensão contínua de $E = 5,0 \text{ V}$.



A diferença de potencial entre os pontos A e B é de:

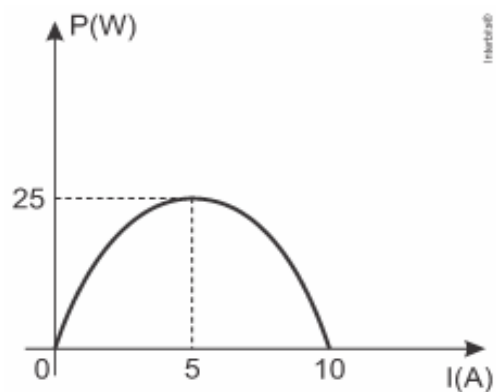
- A 1,0 V
 - B 2,0 V
 - C 2,5 V
 - D 3,0 V
 - E 3,3 V
10. (Fuvest 2013) No circuito da figura abaixo, a diferença de potencial, em módulo, entre os pontos A e B é de



- A 5 V
- B 4 V
- C 3 V
- D 1 V
- E 0 V

NÍVEL AVANÇADO

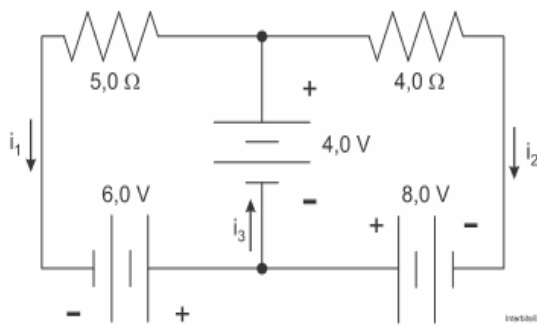
01. (Unirio 1998)



O diagrama anterior representa a curva de potência útil de um gerador cuja força eletromotriz vale ϵ , e a resistência elétrica vale r . Os valores de ϵ e r são, respectivamente:

- A 1,0 V e 10Ω
- B 5,0 V e $1,0 \Omega$
- C 10 V e $1,0 \Omega$
- D 25 V e $5,0 \Omega$
- E 25 V e 10Ω

02. (Udesc 2015) De acordo com a figura, os valores das correntes elétricas i_1 , i_2 e i_3 são, respectivamente, iguais a:

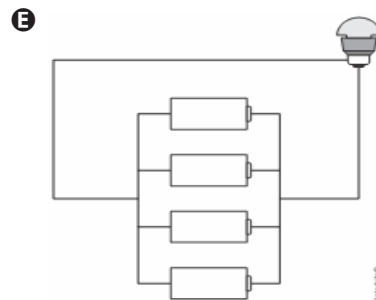
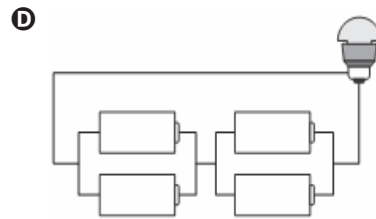
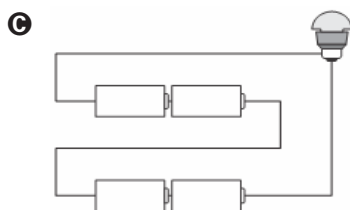
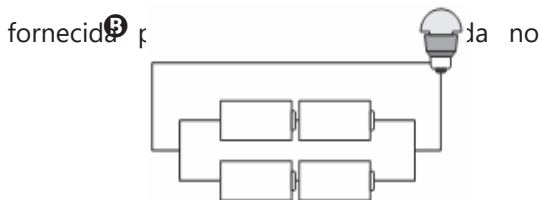
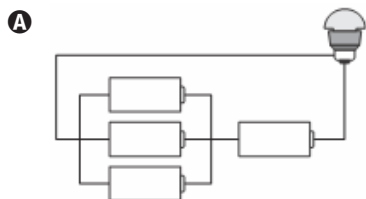


- A 2 A; 3 A; 5 A
- B -2 A; 3 A; 5 A
- C 3 A; 2 A; 5 A
- D 5 A; 3 A; 8 A
- E 2 A; -3 A; -5 A

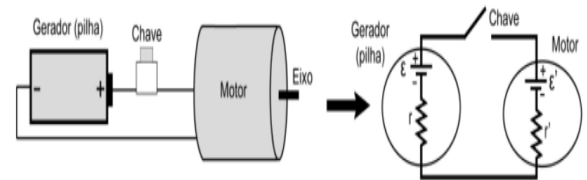
SEÇÃO ENEM

01. (Enem PPL 2016) Em um laboratório, são apresentados aos alunos uma lâmpada, com especificações técnicas de 6 V e 12 W e um conjunto de 4 pilhas de 1,5 V cada.

Qual associação de geradores faz com que a lâmpada produza maior brilho?



02. (Enem digital 2020) Diversos brinquedos são constituídos de pilhas ligadas a um motor elétrico. A figura mostra uma pilha e um motor acoplados, em que ϵ representa a força eletromotriz (FEM) da pilha, ϵ' representa a força contraeletromotriz (FCEM) do motor e r e r' são resistências internas. Um problema comum que danifica esses brinquedos é o travamento do eixo do motor.



O que ocorre com a FCEM e com a energia fornecida pelas pilhas, que ocasiona danos ao motor, quando seu eixo de rotação é travado?

- A A FCEM iguala-se com a FEM e toda a energia do circuito.
- B A FCEM sofre grande aumento e toda a energia fornecida pela pilha passa a ser dissipada na forma de calor.
- C A FCEM inverte a polaridade e toda a energia fornecida pela pilha é devolvida para ela na forma de energia potencial.
- D A FCEM reduz-se a zero e toda a energia fornecida pela pilha passa a ser dissipada na resistência interna do motor.
- E A FCEM mantém-se constante e toda a energia fornecida pela pilha continua sendo transformada em energia mecânica.

- 03.** (Enem 2017) Em algumas residências, cercas eletrificadas são utilizadas com o objetivo de afastar possíveis invasores. Uma cerca eletrificada funciona com uma diferença de potencial elétrico de aproximadamente 10.000 V. Para que não seja letal, a corrente que pode ser transmitida através de uma pessoa não deve ser maior do que 0,01 A. Já a resistência elétrica corporal entre as mãos e os pés de uma pessoa é da ordem de 1.000 Ω .

Para que a corrente não seja letal a uma pessoa que toca a cerca eletrificada, o gerador de tensão deve possuir uma resistência interna que, em relação à do corpo humano, é

- A** praticamente nula.
- B** aproximadamente igual.
- C** milhares de vezes maior.
- D** da ordem de 10 vezes maior.
- E** da ordem de 10 vezes menor.

- 04.** (Enem PPL 2017) Uma lâmpada é conectada a duas pilhas de tensão nominal 1,5 V, ligadas em série. Um voltímetro, utilizado para medir a diferença de potencial na lâmpada, fornece uma leitura de 2,78 V e um amperímetro indica que a corrente no circuito é de 94,2 mA.

O valor da resistência interna das pilhas é mais próximo de

- A** 0,021 Ω
- B** 0,22 Ω
- C** 0,26 Ω
- D** 2,3 Ω
- E** 29 Ω

- 05.** (Enem PPL 2018) Baterias de lítio, utilizadas em dispositivos eletrônicos portáteis, são constituídas de células individuais com ddp de 3,6 V. É comum os fabricantes de computadores utilizarem as células individuais para a obtenção de baterias de 10,8 V ou 14,4 V. No entanto, fazem a propaganda de seus produtos fornecendo a informação do número de células da bateria e sua capacidade de carga em mAh, por exemplo, 4.400 mAh.

Disponível em: <http://laptopbattery.net>. Acesso em: 15 nov. 2011 (adaptado).

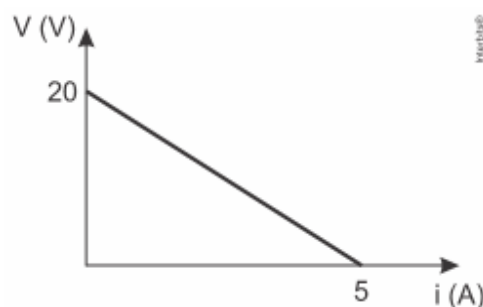
Dentre as baterias de 10,8 V e 14,4 V constituídas por 12 células individuais, qual possui maior capacidade de carga?

- A** A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em paralelo de 4 conjuntos com 3 células em série.
- B** A bateria de 14,4 V, porque possui combinações em paralelo de 3 conjuntos com 4 células em série.

- C** A bateria de 14,4 V, porque possui combinações em série de 3 conjuntos com 4 células em paralelo.
- D** A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em série de 4 conjuntos com 3 células em paralelo.
- E** A bateria de 10,8 V, porque possui combinações em série de 3 conjuntos com 4 células em série.

DISCURSIVAS

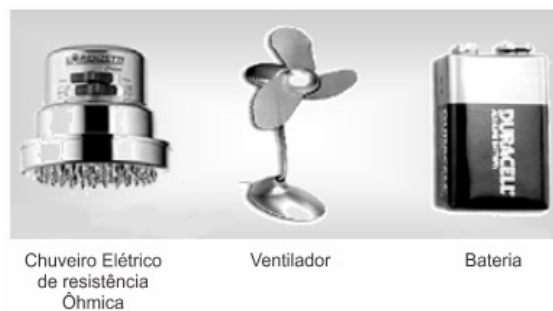
- 01.** (Ufpr 2019) Um dado gerador elétrico real fornece uma tensão V entre seus terminais quando percorrido por uma corrente i . O gráfico apresenta a curva $V \times i$ para esse gerador.



- a) Determine a resistência interna (r) desse gerador.

- b) Um resistor de resistência $R_0 = 6 \Omega$ é ligado aos terminais desse gerador, formando um circuito fechado em que gerador e resistor estão ligados em série. Determine o rendimento do gerador quando funcionando nessa configuração.

objetos que utilizam eletricidade.



Os gráficos mostram o comportamento desses objetos por meio de suas características tensão (U) versus intensidade de corrente (i).



a) Levando-se em conta o comportamento elétrico desses objetos, associe cada um deles com o gráfico correspondente que o caracteriza.

b) Para uma corrente de 2 A, calcule o rendimento do objeto que se comporta como receptor.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	B	D	A	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	C	C	A	D
6	7	8	9	10
A	A	D	B	B

AVANÇADO

1	2
C	A

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5
C	D	C	D	A

DISCURSIVAS

- 01.** a) 4Ω
b) 60%
- 02.** a) O gráfico 1 refere-se a um gerador e, portanto, representa a bateria. O gráfico 2 representa um receptor e, portanto, é o ventilador. O gráfico 3 representa um resistor e, portanto, é o chuveiro.
b) $10/14 = 71,4\%$

NÍVEL BÁSICO

01. (Acafe 2022) Com relação à eletrostática, é correto afirmar que:

- A em uma esfera metálica, eletricamente carregada, as cargas distribuem-se uniformemente, ocupando todo o volume.
- B a capacitância de um capacitor plano, com vácuo entre as placas, aumenta quando um dielétrico é inserido preenchendo todo o espaço entre suas armaduras.
- C uma carga elétrica positiva, colocada entre cargas negativas, é repelida por ambas.
- D superfície equipotencial é a região do espaço onde todos os pontos têm a mesma potência elétrica.

02. (Fgv 2021) O gráfico mostra a variação da quantidade de carga elétrica armazenada em um capacitor em função do tempo, quando ligado a certo circuito elétrico.



05. (Ifsul 2017) Capacitores são componentes

O coeficiente angular da reta tangente a um ponto correspondente a um instante qualquer da curva representa

- A o valor da resistência elétrica do capacitor.
- B a quantidade de carga elétrica armazenada pelo capacitor até aquele instante.
- C a intensidade da corrente elétrica no capacitor naquele instante.
- D a energia armazenada pelo capacitor até aquele instante.
- E o valor da capacitância do capacitor.

03. (Ifsul 2020) Capacitores são componentes eletrônicos que têm por função básica armazenar cargas elétricas e, conseqüentemente, energia potencial elétrica. Um eletricista necessitava testar dois capacitores de capacitâncias desconhecidas. Para tanto, ligou-os sucessivamente a um mesmo gerador e verificou que a carga armazenada em um dos capacitores era duas vezes maior que a carga armazenada no outro capacitor.

Esse teste permitiu ao eletricista identificar que o(s)

- A dois capacitores possuem a mesma capacitância.
- B capacitor de maior carga armazenada possui capacitância quatro vezes maior.
- C capacitor de maior carga armazenada possui capacitância duas vezes menor.
- D capacitor de maior carga armazenada possui capacitância duas vezes maior.

04. (Uece 2017) Considere dois capacitores com diferentes capacitâncias, ligados em paralelo e conectados a uma bateria. É correto afirmar que, após carregados,

- A a tensão entre os terminais do de maior capacitância é menor.
- B a tensão entre os terminais dos dois capacitores é a mesma.
- C a corrente fornecida pela bateria é sempre maior que zero.
- D a corrente fornecida pela bateria é sempre menor que zero.

eletrônicos que têm por função básica armazenar cargas elétricas e, conseqüentemente, energia potencial elétrica. Em circuitos elétricos compostos apenas por capacitores, eles podem ser associados em série, em paralelo ou de forma mista.

Em relação às características desses tipos de associação, quando associados em série,

- A os capacitores armazenam cargas iguais.
- B os capacitores submetem-se sempre à mesma diferença de potencial.
- C a carga total estabelecida na associação é igual à soma das cargas de cada capacitor.
- D a capacitância equivalente da associação é igual à soma das capacitâncias individuais.



NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ufes 2001) Um capacitor ideal de placas planas é carregado mediante a aplicação de uma d.d.p. entre suas placas. A distância entre as placas é então duplicada, mantendo-se a mesma d.d.p. entre elas. Nessa nova situação, a carga nas placas _____ e a energia eletrostática armazenada no capacitor _____.

Preencher CORRETAMENTE as lacunas, na sequência em que aparecem na frase acima:

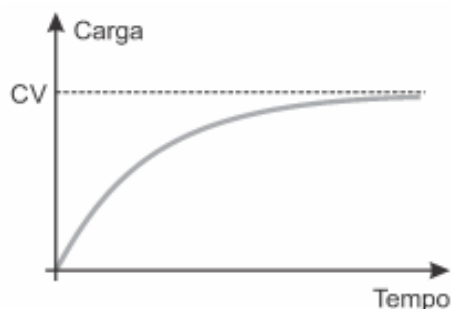
- A) dobra - reduz-se à metade
- B) não se altera - dobra
- C) reduz-se à metade - reduz-se à metade
- D) dobra - dobra
- E) reduz-se à metade - não se altera

02. (Uema) Uma das aplicações dos capacitores é no circuito eletrônico de um flash de máquina fotográfica. O capacitor acumula carga elétrica por um determinado tempo (alguns segundos) e, quando o botão para tirar a foto é acionado, toda carga acumulada é "despejada" sobre a lâmpada do flash, daí o seu brilho intenso, porém de curta duração.

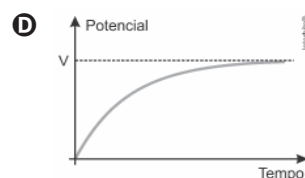
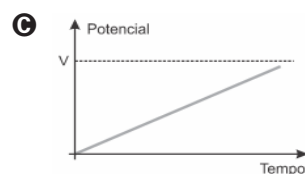
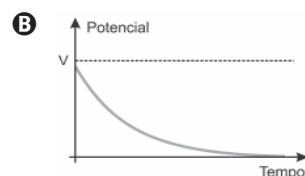
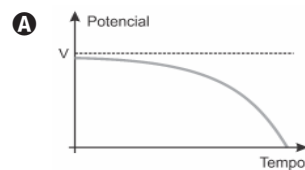
Se nesse circuito houver um capacitor de dados nominais 315 V e 100 μF corresponderá a uma carga, em coulomb, máxima, acumulada de

- A) 3,1500
- B) 0,3175
- C) 0,3150
- D) 0,0315
- E) 3,1750

03. (UEG 2015) A quantidade de carga armazenada em um capacitor em função do tempo é dada pelo gráfico a seguir, no qual a letra C representa a capacitância do capacitor e V a diferença de potencial entre as suas placas.



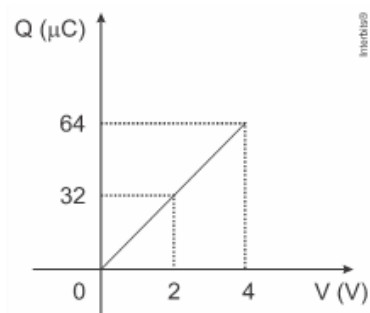
Qual é o gráfico que representa a diferença de potencial no capacitor no processo de carga?



04. (Uea 2023) Para disparar o flash de uma câmera, é necessário que um capacitor, de $1,2 \times 10^{-4}$ F ligado a esse flash, esteja carregado com uma carga de $6,0 \times 10^{-4}$ C. Sabendo que, ao carregar o capacitor, a bateria da câmera, considerada ideal, fica ligada diretamente a ele, a diferença de potencial fornecida pela bateria deve ser de, no mínimo,

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

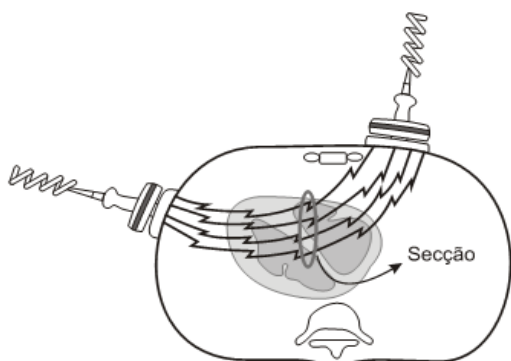
certa quantidade de carga Q em suas placas quando submetido a uma tensão V. O gráfico ao lado apresenta o comportamento da carga Q (em microcoulombs) desse capacitor para algumas tensões V aplicadas (em volts).



Com base no gráfico, assinale a alternativa que expressa corretamente a energia U armazenada nesse capacitor quando submetido a uma tensão de 3 V.

- A** $U = 24 \mu\text{J}$ **D** $U = 96 \mu\text{J}$
B $U = 36 \mu\text{J}$ **E** $U = 144 \mu\text{J}$
C $U = 72 \mu\text{J}$

- 06.** (Acafe 2014) É comum vermos em filmes ou séries de TV a utilização de um equipamento elétrico capaz de estimular os batimentos do coração após uma parada cardíaca. Tal equipamento é o desfibrilador, aparelho provido de dois eletrodos que aplica um choque no paciente, a fim de provocar a passagem de uma grande corrente variável pelo coração em um curto intervalo de tempo, estabelecendo assim o ritmo normal das contrações. A descarga acontece porque o desfibrilador libera a energia elétrica acumulada em um capacitor.



Fonte: BIT Boletim Informativo de Tecnovigilância, Brasília, Número 01, jan/fev/mar 2011 - ISSN 2178-440X (Adaptado).

Imagine que um desses aparelhos possua uma tensão de 3 kV entre os eletrodos e que o capacitor esteja carregado com 300 J de energia. Despreze as resistências elétricas dos componentes do desfibrilador e também do paciente.

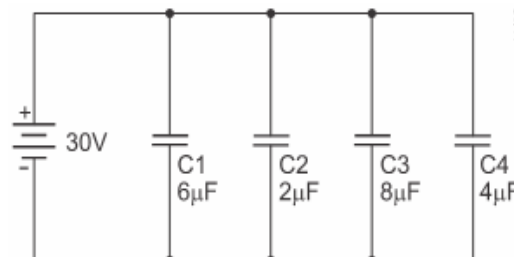
indicada na figura a seguir. A alternativa correta que apresenta o módulo da corrente média, em ampér, que atravessa o tórax do paciente se a descarga ocorre no tempo de 10 ms é:

- A** 20 **C** 10
B 30 **D** 40

- 07.** (Uece 2017) Um resistor de 3Ω é ligado em série a um capacitor de $4 \mu\text{F}$, e a associação assim obtida é conectada aos terminais de uma bateria de 12 V. Após o capacitor estar completamente carregado, é correto afirmar que a diferença de potencial (em Volts) nos terminais do capacitor e do resistor é, respectivamente,

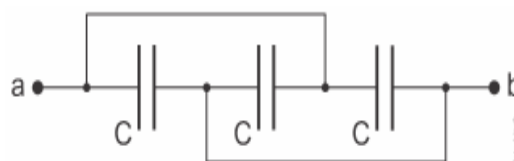
- A** 12 e 0 **C** 4 e 3
B 48 e 4 **D** 3 e 4

- 08.** (Mackenzie 2019) Um estagiário do curso de Engenharia Elétrica da UPM – Universidade Presbiteriana Mackenzie – montou um circuito com o objetivo de acumular energia da ordem de mJ (milijoule). Após algumas tentativas, ele vibrou com a montagem do circuito abaixo, cuja energia potencial elétrica acumulada vale, em mJ,



- A** 2 **D** 6
B 3 **E** 9
C 4

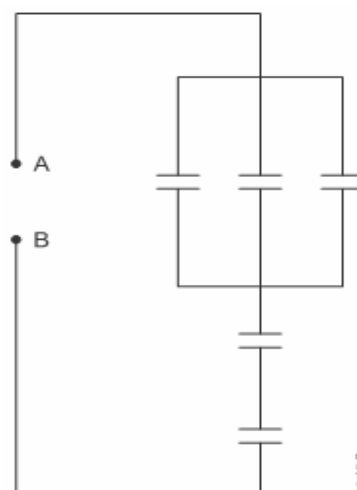
- 09.** (Eear 2020) Determine o valor em μF da capacitância equivalente entre os pontos a e b da associação de capacitores abaixo:



Obs.: $C = 30 \mu\text{F}$

- A** 0
B 10
C 30
D 90

- 10.** (Ifsul 2018) Cinco capacitores, todos de mesma capacitância C , são associados entre os pontos A e B da associação, conforme a configuração

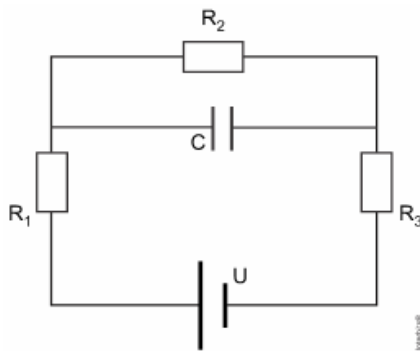


Se esses cinco capacitores fossem substituídos por um único capacitor que, submetido à mesma diferença de potencial elétrico armazenasse a mesma quantidade de carga elétrica, esse capacitor deveria ter capacitância igual a:

- A 5C
- B $C/5$
- C $3C/7$
- D $7C/3$

NÍVEL AVANÇADO

01. (Insper 2019) No circuito ideal esquematizado na figura, o gerador fornece uma tensão contínua de 200 V. As resistências dos resistores ôhmicos são $R_1 = R_3 = 20 \Omega$, $R_2 = 60 \Omega$ e a capacitância do capacitor é $C = 2,0 \times 10^{-6} \text{ F}$.



Nessas condições, a quantidade de carga acumulada no capacitor será, em C, igual a

- A $2,4 \times 10^{-3}$
- B $2,4 \times 10^{-4}$
- C $1,2 \times 10^{-3}$
- D $1,2 \times 10^{-4}$
- E $2,0 \times 10^{-3}$

02. (Ufjf-pism 3 2020) Um determinado trecho de um circuito eletrônico tem capacitância equivalente de $100 \mu\text{F}$, mas que deve ser reduzido para $20 \mu\text{F}$, para que o circuito funcione adequadamente. Um técnico em eletrônica se confundiu e colocou, de forma permanente, um capacitor de $20 \mu\text{F}$ em paralelo a este trecho. Para corrigir o erro, podemos colocar outro capacitor, em série com o trecho modificado pelo técnico, com o seguinte valor em microfarads:

- A 26
- B 20
- C 24
- D 14
- E 12

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2ª aplicação 2010) Atualmente, existem inúmeras opções de celulares com telas sensíveis ao toque (touchscreen). Para decidir qual escolher, é bom conhecer as diferenças entre os principais tipos de telas sensíveis ao toque existentes no mercado. Existem dois sistemas básicos usados para reconhecer o toque de uma pessoa:

- O primeiro sistema consiste de um painel de vidro normal, recoberto por duas camadas afastadas por espaçadores. Uma camada resistente a riscos é colocada por cima de todo o conjunto. Uma corrente elétrica passa através das duas camadas enquanto a tela está operacional. Quando um usuário toca a tela, as duas camadas fazem contato exatamente naquele ponto. A mudança no campo elétrico é percebida, e as coordenadas do ponto de contato são calculadas pelo computador.

- No segundo sistema, uma camada que armazena carga elétrica é colocada no painel de vidro do monitor. Quando um usuário toca o monitor com seu dedo, parte da carga elétrica é transferida para o usuário, de modo que a carga na camada que a armazena diminui. Esta redução é medida nos circuitos localizados em cada canto do monitor. Considerando as diferenças relativas de carga em cada canto, o computador calcula exatamente onde ocorreu o toque.

Disponível em: <http://eletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 18 set. 2010 (adaptado).

O elemento de armazenamento de carga análogo ao exposto no segundo sistema e a aplicação cotidiana correspondente são, respectivamente,

- A receptores — televisor.
- B resistores — chuveiro elétrico.
- C geradores — telefone celular.
- D fusíveis — caixa de força residencial.
- E capacitores — flash de máquina fotográfica.

02. (Enem digital 2020) O desfibrilador salva vidas de pessoas que são acometidas por ataques cardíacos ou arritmias. Ele dispõe de um capacitor que pode ser carregado por uma fonte com uma alta tensão. Usando o desfibrilador, pode-se fornecer energia ao coração, por meio de um choque elétrico, para que ele volte a pulsar novamente em seu ritmo normal. Um socorrista dispõe de um desfibrilador com capacitor de 70 microfarads que pode armazenar cerca de 220 J de energia, quando conectado a uma tensão de 2500 V.

O valor da carga armazenada por esse desfibrilador, em coulomb, é de

- A 0,015
- B 0,088
- C 0,175
- D 3,15
- E 11,4

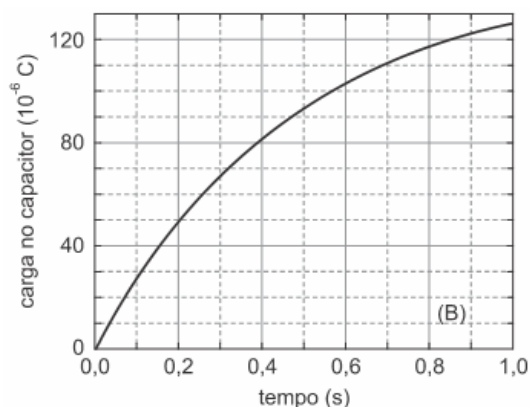
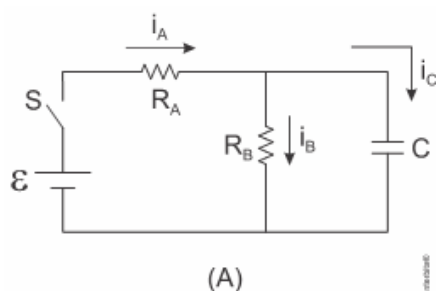
03. (Enem 2ª aplicação 2016) Um cosmonauta russo estava a bordo da estação espacial MIR quando um de seus rádios de comunicação quebrou. Ele constatou que dois capacitores do rádio de $3 \mu\text{F}$ e $7 \mu\text{F}$ ligados em série estavam queimados. Em função da disponibilidade, foi preciso substituir os capacitores defeituosos por um único capacitor que cumpria a mesma função.

Qual foi a capacitância, medida em μF , do capacitor utilizado pelo cosmonauta?

- A 0,10
- B 0,50
- C 2,1
- D 10
- E 21

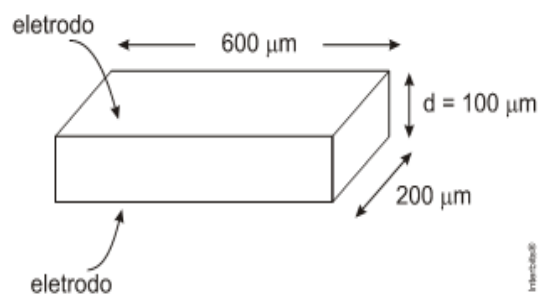
DISCURSIVAS

01. (Unicamp 2019) Capacitores são componentes de circuitos elétricos que têm a função de armazenar carga. O tempo necessário para carregar ou descarregar um capacitor depende da sua capacitância C , bem como das características dos outros componentes a que ele está ligado no circuito. É a relativa demora na descarga dos capacitores que faz com que o desligamento de certos eletrodomésticos não seja instantâneo. O circuito da figura A apresenta um capacitor de capacitância $C = 20 \mu\text{F}$ ligado a dois resistores de resistências $R_A = 40 \text{ k}\Omega$ e $R_B = 60 \text{ k}\Omega$ e a uma bateria de força eletromotriz $\varepsilon = 12 \text{ V}$. A chave S é ligada no instante $t = 0$ e o gráfico da figura B mostra a carga $q(t)$ no capacitor em função do tempo.



- a) Qual é a d.d.p. no capacitor em $t = 0,2 \text{ s}$?
- b) Num outro instante, a corrente no capacitor é $i_C = 150 \mu\text{A}$. Quanto vale a corrente i_B no resistor R_B nesse instante?

02. (Unicamp 2007) Numa tela de televisor de plasma, pequenas células contendo uma mistura de gases emitem luz quando submetidas a descargas elétricas. A figura a seguir mostra uma célula com dois eletrodos, nos quais uma diferença de potencial é aplicada para produzir a descarga. Considere que os eletrodos formam um capacitor de placas paralelas, cuja capacitância é dada por $C = \varepsilon_0 A/d$ onde $\varepsilon_0 = 8,9 \times 10^{-12} \text{ F/m}$, A é a área de cada eletrodo e d é a distância entre os eletrodos.



- a) Calcule a capacitância da célula.
- b) A carga armazenada em um capacitor é proporcional à diferença de potencial aplicada, sendo que a constante de proporcionalidade é a capacitância. Se uma diferença de potencial igual a 100 V for aplicada nos eletrodos da célula, qual é a carga que será armazenada?
- c) Se a carga encontrada no item b) atravessar o gás em $1 \mu\text{s}$ (tempo de descarga), qual será a corrente média?

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
B	C	D	B	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	D	D	A	C
6	7	8	9	10
A	A	E	D	C

AVANÇADO

1	2
B	C

SEÇÃO ENEM

1	2	3
E	C	C

DISCURSIVAS

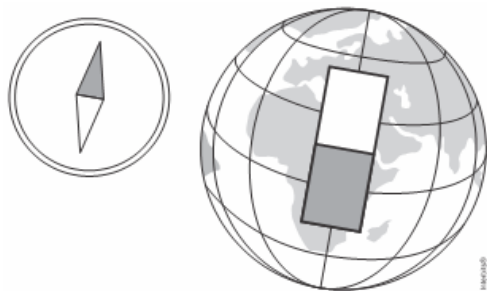
- 01.** a) 2,5 V
b) 60 μ A
- 02.** a) $1,068 \times 10^{-14}$ F
b) $1,068 \times 10^{-12}$ C
c) $1,068 \times 10^{-6}$ A

NÍVEL BÁSICO

01. (Acafe 2022) Com relação à eletrostática, é correto afirmar que :

- A se cruzam na região intermediária entre dois polos, e saem do polo positivo para o neutro.
- B nunca se cruzam na região intermediária entre dois polos, e saem do polo positivo para o neutro.
- C se cruzam na região intermediária entre dois polos, e saem do polo positivo para o negativo.
- D nunca se cruzam e sempre saem de um polo e chegam em outro.

02. (Cotuca 2020) Podemos dizer que a Terra e a agulha de uma bússola comportam-se como barras de ímãs, que possuem polos magnéticos Norte e Sul. Na figura a seguir, o Polo Norte magnético da agulha da bússola aponta de forma aproximada para o Polo Norte geográfico terrestre.

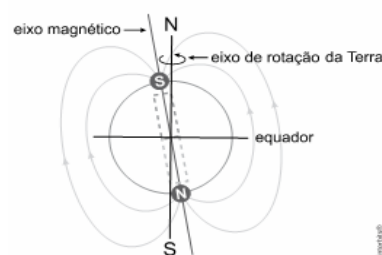


Desta forma, podemos concluir que:

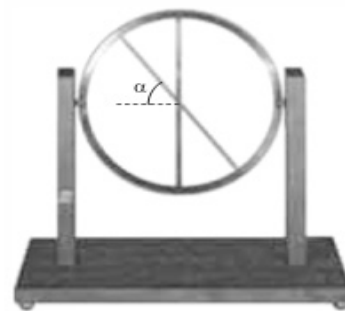
- A o Polo Sul magnético da agulha da bússola aponta para o Polo Norte geográfico terrestre, aproximadamente.
- B o Polo Sul magnético da agulha da bússola é atraído pelo Polo Sul magnético da Terra.
- C o Polo Sul magnético da agulha da bússola aponta para o Polo Sul geográfico terrestre, aproximadamente.
- D o Polo Norte magnético da agulha da bússola aponta para o Polo Sul geográfico terrestre, aproximadamente.
- E os Polos magnéticos da agulha são atraídos pelos Polos magnéticos terrestres de mesma denominação.

03. (Unesp 2019) A configuração do campo magnético terrestre causa um efeito chamado inclinação magnética. Devido a esse fato, a agulha magnética de uma bússola próxima à superfície terrestre, se estiver livre, não se mantém na horizontal, mas geralmente inclinada em relação à horizontal (ângulo α , na figura 2). A inclinação magnética é mais acentuada em regiões de maiores latitudes. Assim, no equador terrestre a inclinação magnética fica em torno de 0° , nos polos magnéticos é de 90° , em São Paulo é de cerca de 20° , com o polo norte da bússola apontado para cima, e em Londres é de cerca de 70° , com o polo norte da bússola apontado para baixo.

O campo magnético terrestre



Bússola para medição da inclinação magnética



(<http://museu.fis.uc.pt>. Adaptado.)

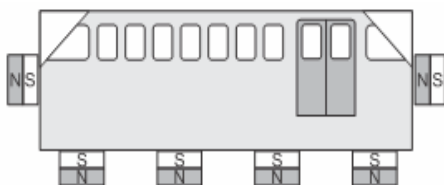
Esse efeito deve-se ao fato de a agulha magnética da bússola alinhar-se sempre na direção

- A perpendicular às linhas de indução do campo magnético da Terra e ao fato de o polo norte magnético terrestre estar próximo ao polo sul geográfico da Terra.
- B tangente à Linha do Equador e ao fato de o eixo de rotação da Terra coincidir com o eixo magnético que atravessa a Terra.
- C tangente às linhas de indução do campo magnético da Terra e ao fato de o polo norte magnético terrestre estar próximo ao polo norte geográfico da Terra.

- D tangente às linhas de indução do campo magnético da Terra e ao fato de o polo norte magnético terrestre estar próximo ao polo sul geográfico da Terra.
- E paralela ao eixo magnético terrestre e ao fato de o polo sul magnético terrestre estar próximo ao polo norte geográfico da Terra.

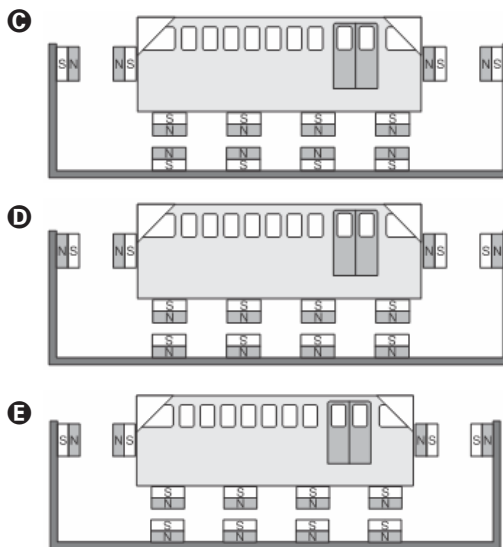
04. (Cps 2015) O Maglev é uma espécie de trem sem rodas que possui eletroímãs em sua base, e há também eletroímãs no trilho que ele percorre. As polaridades desses eletroímãs são controladas por computador, e esse controle permite que o trem levite sobre o trilho bem como seja movido para frente ou para trás.

Para demonstrar o princípio do funcionamento do Maglev, um estudante desenhou um vagão de trem em uma caixa de creme dental e colocou em posições especiais ímãs permanentes, conforme a figura.



O vagão foi colocado inicialmente em repouso e no meio de uma caixa de papelão de comprimento maior, porém de largura muito próxima à da caixa de creme dental. Na caixa de papelão também foram colados ímãs permanentes idênticos aos do vagão.

Admitindo-se que não haja atrito entre as laterais da caixa de creme dental, em que se desenhou o vagão, e a caixa de papelão, para se obter o efeito de levitação e ainda um pequeno movimento horizontal do vagão sempre para a esquerda, em relação à figura desenhada, a disposição dos ímãs permanentes, no interior da caixa de papelão, deve ser a que se encontra representada em:



05. (Cefet-MG 2007) Um ímã AB em forma de barra é partido ao meio, e os pedaços resultantes também são divididos em duas partes iguais, conforme a seguinte figura.



Pendurando-se os quatro pedaços, eles se orientam na direção Norte-Sul geográfico. Os polos que apontam para o mesmo sentido são

- A E, C, G, B.
- B E, F, G, H.
- C A, F, G, B.
- D A, C, D, B.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

afirmações.

I. Quando se coloca um ímã em contato com limalha (fragmentos) de ferro, estes não aderem a ele em toda a sua extensão, mas predominantemente nas regiões próximas das extremidades.

II. Cortando-se um ímã em duas partes iguais, que por sua vez podem ser redivididas em outras tantas, observa-se que cada uma dessas partes constitui um novo ímã, que embora menor tem sempre dois polos.

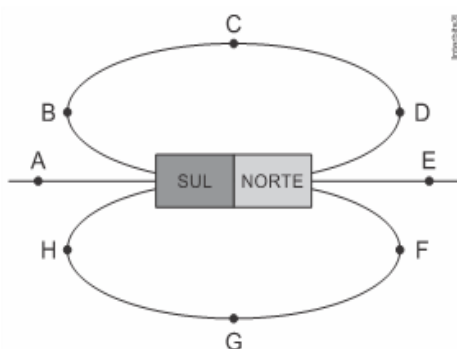
III. Polos de mesmo nome se atraem e de nomes diferentes se repelem.

01. (Mackenzie 2018) Considere as seguintes

Com relação às afirmações, podemos dizer que

- A apenas I é correta.
- B apenas I e II são corretas.
- C apenas I e III são corretas.
- D apenas II e III são corretas.
- E todas são corretas.

02. (Uefs 2018) A figura representa um ímã em forma de barra, seus dois polos magnéticos Norte e Sul e algumas linhas de indução, contidas no plano da figura, do campo magnético criado pelo ímã. Sobre essas linhas estão assinalados os pontos de A até H.



Desprezando a ação de quaisquer outros campos magnéticos, o vetor campo magnético criado por esse ímã tem a mesma direção e o mesmo sentido em

- A B e H.
- B B e D.
- C E e G.
- D A e C.
- E D e H.

03. (Cps 2017) Ímãs podem ser utilizados em muitas brincadeiras. Não é à toa que há uma série de brinquedos em que figuras planas ou tridimensionais podem ser montadas utilizando-se ímãs. Um desses brinquedos consiste em uma grande quantidade de ímãs em formato de bastão.

A figura 1 mostra o perfil de um desses ímãs sendo que a parte escurecida corresponde ao polo Norte, enquanto a parte em branco corresponde ao polo Sul.



figura 1

Carlos vai dispor alguns ímãs de acordo com a figura 2, de modo que eles fiquem unidos apenas pela ação da força magnética, sem a ação de atritos ou outras forças.

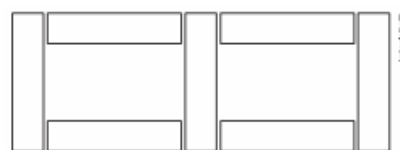


figura 2

Assinale a alternativa que apresenta corretamente uma possibilidade de arranjo dos ímãs para que Carlos consiga montar a disposição apresentada na figura 2.

- A
- B
- C
- D
- E

04. (Ifsp 2016) Dispõe-se de três ímãs em formato de barra, conforme mostra a figura a seguir:



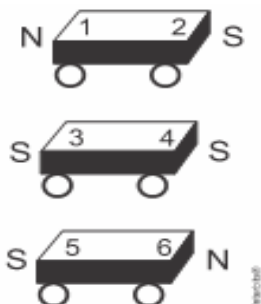
Sabe-se que o polo A atrai o polo C e repele o polo E. Se o polo F é sul, pode-se dizer que:

- A A é polo sul e B polo Sul.
- B A é polo sul e C é polo norte.
- C B é polo norte e D é polo norte.
- D A é polo norte e C é polo sul.
- E A é polo norte e E é polo sul.

05. (Ufu 2015) Três carrinhos idênticos são colocados em um trilho, porém, não se encostam, porque, na extremidade de cada um deles, conforme mostra o esquema abaixo, é acoplado um ímã, de tal forma que um de seus polos fica exposto para fora do carrinho (polaridade externa).



Considerando que as polaridades externas dos ímãs (N – norte e S – sul) nos carrinhos são representadas por números, conforme o esquema a seguir, assinale a alternativa que representa a ordem correta em que os carrinhos foram organizados no trilho, de tal forma que nenhum deles encoste no outro:

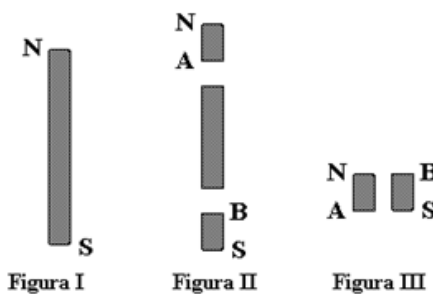


- A 1 – 2 – 4 – 3 – 6 – 5.
- B 6 – 5 – 4 – 3 – 1 – 2.
- C 3 – 4 – 6 – 5 – 2 – 1.
- D 2 – 1 – 6 – 5 – 3 – 4.

06. (Fgv 2007) O comportamento magnético dos corpos costuma causar grandes dúvidas e curiosidades nas pessoas. Sobre este tema, é correto afirmar que

- A cargas elétricas em repouso geram ao seu redor um campo magnético.
- B um ímã sujeito a altas temperaturas tende a perder suas propriedades magnéticas.
- C é possível obter um único polo magnético quebrando-se um ímã em dois pedaços iguais.
- D ímãs elementares em uma mesma barra metálica magnetizada assumem orientações diversas.
- E em uma onda eletromagnética os vetores que indicam os campos elétrico e magnético em determinado ponto são paralelos.

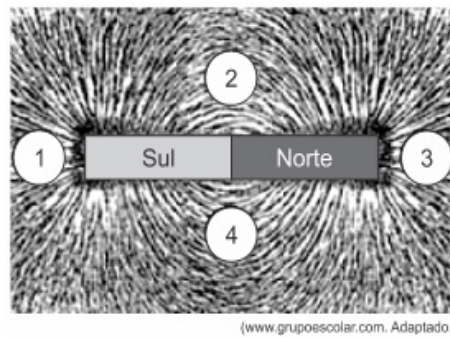
07. (Fuvest 1996) A figura I adiante representa um ímã permanente em forma de barra, onde N e S indicam, respectivamente, polos norte e sul. Suponha que a barra seja dividida em três pedaços, como mostra a figura II.



Colocando lado a lado os dois pedaços extremos, como indicado na figura III, é correto afirmar que eles


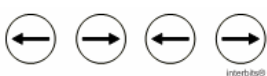
- A se atrairão, pois A é polo norte e B é polo sul.
- B se atrairão, pois A é polo sul e B é polo norte.
- C não serão atraídos nem repelidos.
- D se repelirão, pois A é polo norte e B é polo sul.
- E se repelirão, pois A é polo sul e B é polo norte.

08. (Unesp 2016) Um ímã em forma de barra, com seus polos Norte e Sul, é colocado sob uma superfície coberta com partículas de limalha de ferro, fazendo com que elas se alinhem segundo seu campo magnético. Se quatro pequenas bússolas, 1, 2, 3 e 4, forem colocadas em repouso nas posições indicadas na figura, no mesmo plano que contém a limalha, suas agulhas magnéticas orientam-se segundo as linhas do campo magnético criado pelo ímã.

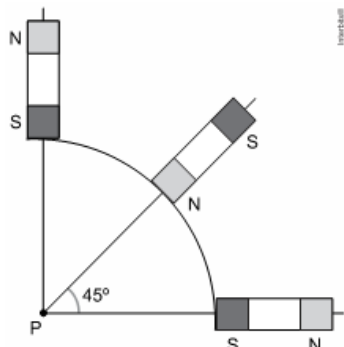


Desconsiderando o campo magnético terrestre e considerando que a agulha magnética de cada bússola seja representada por uma seta que se orienta na mesma direção e no mesmo sentido do vetor campo magnético associado ao ponto em que ela foi colocada, assinale a alternativa que indica, correta e respectivamente, as configurações das agulhas das bússolas 1, 2, 3 e 4 na situação descrita.


- A
- B
- C

- D 
- E 

09. (Famerp 2019) Três ímãs idênticos, em forma de barra, estão dispostos com uma de suas extremidades equidistantes de um ponto P, como mostra a figura.



O campo de indução magnética resultante da ação dos três ímãs no ponto P é representado pelo vetor

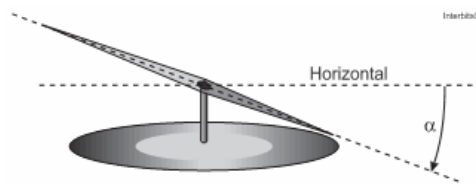
- A 
- B 
- C 
- D 
- E nulo.

10. (Cefet-MG 2011) Em relação às propriedades e aos comportamentos magnéticos dos ímãs, das bússolas e do nosso planeta, é correto afirmar que

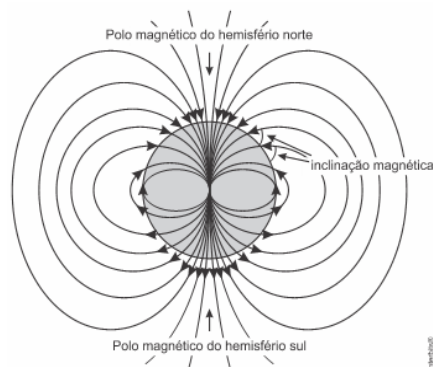
- A a agulha de uma bússola inverte seu sentido ao cruzar a linha do Equador.
- B um pedaço de ferro é atraído pelo polo norte de um ímã e repelido pelo polo sul.
- C as propriedades magnéticas de um ímã perdem-se quando ele é cortado ao meio.
- D o polo norte geográfico da Terra corresponde, aproximadamente, ao seu polo sul magnético.

NÍVEL AVANÇADO

01. (Unifesp 2008) A figura mostra uma bússola que, além de indicar a direção dos polos magnéticos da Terra, indica também a inclinação α das linhas de campo no local onde ela está.



Bússolas como essa se inclinam α_E em regiões próximas ao equador, α_T em regiões próximas aos trópicos e α_P em regiões próximas aos círculos polares.



Conhecendo a configuração do campo magnético terrestre, (veja a figura) pode-se afirmar que:

- A $\alpha_P > \alpha_T > \alpha_E$
- B $\alpha_T > \alpha_P > \alpha_E$
- C $\alpha_P > \alpha_E > \alpha_T$
- D $\alpha_T > \alpha_E > \alpha_P$
- E $\alpha_E > \alpha_T > \alpha_P$

02. (Ear 2019) Quanto à facilidade de imantação, podemos afirmar que:

“Substâncias _____ são aquelas cujos ímãs elementares se orientam em sentido contrário ao vetor indução magnética, sendo, portanto, repelidas pelo ímã que criou o campo magnético”. O termo que preenche corretamente a lacuna é:

- A diamagnéticas
- B paramagnéticas
- C ferromagnéticas

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2016) A magnetohipertermia é um procedimento terapêutico que se baseia na elevação da temperatura das células de uma região específica do corpo que estejam afetadas por um tumor. Nesse tipo de tratamento, nanopartículas magnéticas são fagocitadas pelas células tumorais, e um campo magnético alternado externo é utilizado para promover a agitação das nanopartículas e consequente aquecimento da célula.

A elevação de temperatura descrita ocorre porque

- A o campo magnético gerado pela oscilação das nanopartículas é absorvido pelo tumor.
- B o campo magnético alternado faz as nanopartículas girarem, transferindo calor por atrito.
- C as nanopartículas interagem magneticamente com as células do corpo, transferindo calor.
- D o campo magnético alternado fornece calor para as nanopartículas que o transfere às células do corpo.
- E as nanopartículas são aceleradas em um único sentido em razão da interação com o campo magnético, fazendo-as colidir com as células e transferir calor.

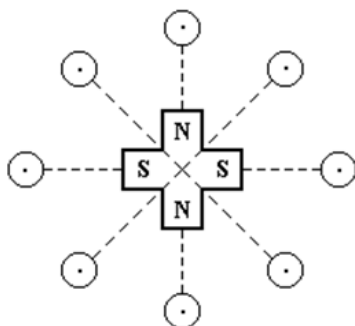
02. (Unifesp 2005) Uma bonequinha está presa, por um ímã a ela colado, à porta vertical de uma geladeira.

a) Desenhe esquematicamente essa bonequinha no caderno de respostas, representando e nomeando as forças que atuam sobre ela.

b) Sendo $m = 20 \text{ g}$ a massa total da bonequinha com o ímã e $\mu = 0,50$ o coeficiente de atrito estático entre o ímã e a porta da geladeira, qual deve ser o menor valor da força magnética entre o ímã e a geladeira para que a bonequinha não caia? Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

DISCURSIVAS

01. (Fuvest 1996) A figura esquematiza um ímã permanente, em forma de cruz de pequena espessura, e oito pequenas bússolas, colocadas sobre uma mesa. As letras N e S representam, respectivamente, polos norte e sul do ímã e os círculos representam as bússolas nas quais você irá representar as agulhas magnéticas. O ímã é simétrico em relação às retas NN e SS. Despreze os efeitos do campo magnético terrestre.



a) Desenhe na própria figura algumas linhas de força que permitam caracterizar a forma do campo magnético criado pelo ímã, no plano da figura.

b) Desenhe nos oito círculos da figura a orientação da agulha da bússola em sua posição de equilíbrio. A agulha deve ser representada por uma flecha (\rightarrow) cuja ponta indica o seu polo norte.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
D	C	D	A	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
B	E	B	D	D
6	7	8	9	10
B	E	C	D	D

AVANÇADO

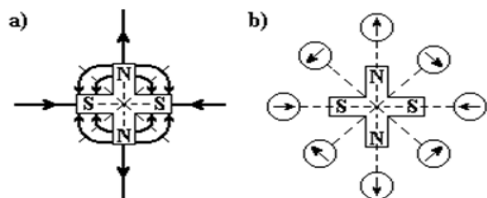
1	2
A	A

SEÇÃO ENEM

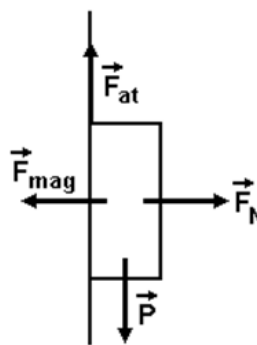
1
B

DISCURSIVAS

01.



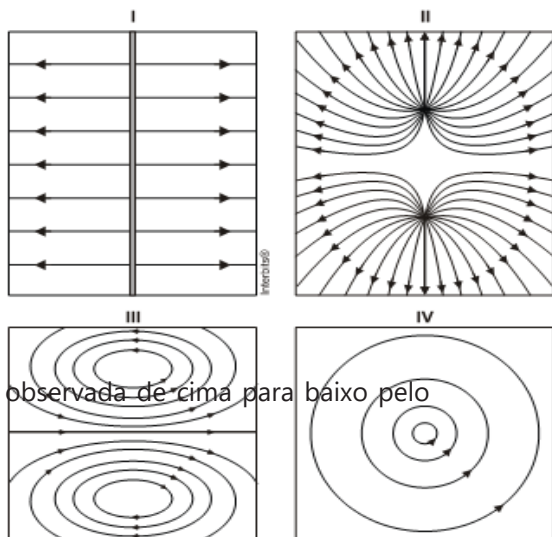
02. a)



b) 0,40 N

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Uece 2019) Se um fio metálico retilíneo estiver conduzindo corrente elétrica e for aproximado à parte superior de uma bússola,
- A** o ponteiro da bússola se alinha com a perpendicular do fio.
 - B** o ponteiro da bússola se alinha em paralelo ao fio.
 - C** o ponteiro da bússola se alinha em uma posição intermediária entre as direções paralela e perpendicular ao fio.
 - D** a bússola não é afetada pela corrente elétrica.
- 02.** (Fuvest 2012) Em uma aula de laboratório, os estudantes foram divididos em dois grupos. O grupo A fez experimentos com o objetivo de desenhar linhas de campo elétrico e magnético. Os desenhos feitos estão apresentados nas figuras I, II, III e IV abaixo.



da bússola, observada de cima para baixo pelo

Aos alunos do grupo B, coube analisar os desenhos produzidos pelo grupo A e formular hipóteses. Dentre elas, a única correta é que as figuras I, II, III e IV podem representar, respectivamente, linhas de campo

- A** eletrostático, eletrostático, magnético e magnético.
- B** magnético, magnético, eletrostático e eletrostático.
- C** eletrostático, magnético, eletrostático e magnético.
- D** magnético, eletrostático, eletrostático e magnético.
- E** eletrostático, magnético, magnético e magnético.

- 03.** (Cps 2012)

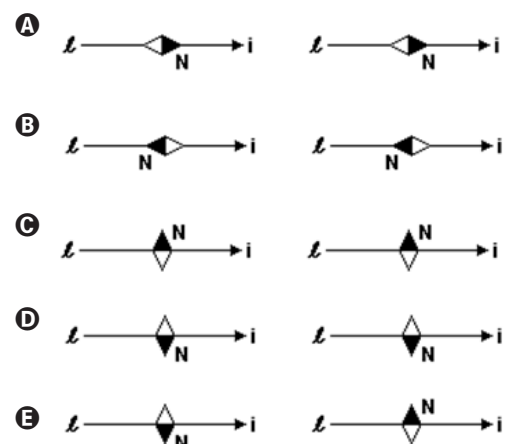


Para vender a fundições que fabricam aço, as grandes indústrias de reciclagem separam o ferro de outros resíduos e, para realizar a separação e o transporte do ferro, elas utilizam grandes guindastes que, em lugar de possuírem ganchos em suas extremidades, possuem

- A** bobinas que geram corrente elétrica.
- B** bobinas que geram resistência elétrica.
- C** dínamos que geram campo magnético.
- D** eletroímãs que geram corrente elétrica.
- E** eletroímãs que geram campo magnético.

- 04.** (Unifesp 2002) Um trecho de condutor retilíneo ℓ , apoiado sobre uma mesa, é percorrido por uma corrente elétrica contínua de intensidade i . Um estudante coloca uma bússola horizontalmente, primeiro sobre o condutor (situação I) e depois sob o condutor (situação II). Supondo desprezível a ação do campo magnético terrestre sobre a agulha (dada a forte intensidade da corrente), a figura que melhor representa a posição da agulha

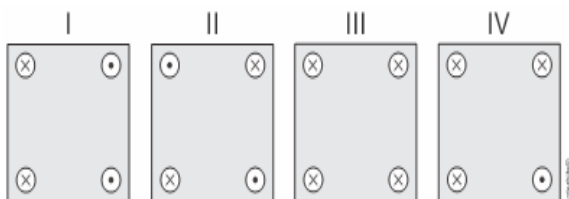
estudante, nas situações I e II, respectivamente, é:



05. (Uece 2017) No caso hipotético de uma corrente elétrica por um condutor retilíneo, há geração de um campo magnético
- A na mesma direção do condutor.
 - B que aumenta proporcionalmente à distância do condutor.
 - C que é constante e uniforme em torno da direção do condutor.
 - D em direções perpendiculares à do condutor.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Fuvest 2017) As figuras representam arranjos de fios longos, retilíneos, paralelos e percorridos por correntes elétricas de mesma intensidade. Os fios estão orientados perpendicularmente ao plano desta página e dispostos segundo os vértices de um quadrado. A única diferença entre os arranjos está no sentido das correntes: os fios são percorridos por correntes que entram (x) ou saem (·) do plano da página.



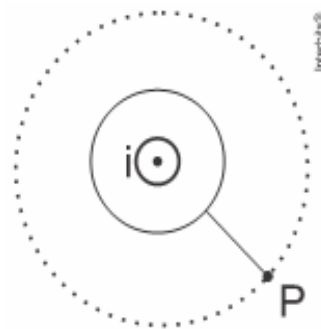
O campo magnético total é nulo no centro do quadrado apenas em

- A I
 - B II
 - C I e II
 - D II e III
 - E III e IV
02. (Ufpr 2011) 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.

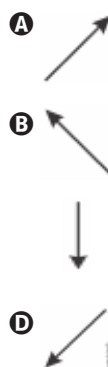
Com relação a esse fenômeno, assinale a alternativa correta.

- 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.

03. (Eear 2017) Um fio condutor é percorrido por uma corrente i como mostra a figura.



Próximo ao condutor existe um ponto P, também representado na figura. A opção que melhor representa o vetor campo magnético no ponto P é:



04. (Fei 1996) Um fio de cobre, reto e extenso é percorrido por uma corrente $i = 1,5$ A. Qual é a intensidade do vetor campo magnético originado em um ponto à distância $r = 0,25$ m do fio.

Dados: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

- A $B = 10^{-6} \text{ T}$
- B $B = 0,6 \times 10^{-6} \text{ T}$
- C $B = 1,2 \times 10^{-6} \text{ T}$
- D $B = 2,4 \times 10^{-6} \text{ T}$
- E $B = 2,4 \times 10^{-6} \text{ T}$

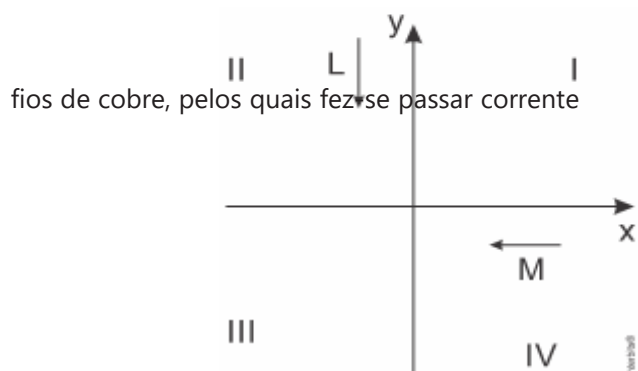
05. (Ufrgs 1998) Em certa localidade, a componente horizontal do campo magnético terrestre tem módulo B.

Uma agulha de bússola, que só pode se mover no plano horizontal, encontra-se alinhada com essa componente. Submetendo a bússola à ação de um campo magnético adicional, dirigido horizontalmente na direção perpendicular a B, a agulha assume nova posição de equilíbrio, ficando orientada a 45° em relação à direção original.

Pode-se concluir que o módulo do campo adicional é

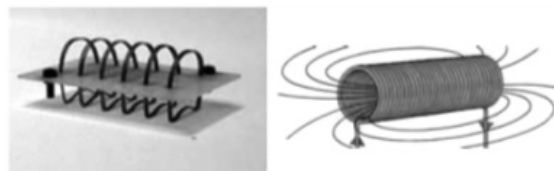
- A $B/\sqrt{2}$
- B $B/2$
- C B
- D $\sqrt{2} \cdot B$
- E 2B

06. (Ita 2008) Uma corrente elétrica passa por um fio longo, (L) coincidente com o eixo y no sentido negativo. Uma outra corrente de mesma intensidade passa por outro fio longo, (M), coincidente com o eixo x no sentido negativo, conforme mostra a figura. O par de quadrantes nos quais as correntes produzem campos magnéticos em sentidos opostos entre si é



- A I e II
- B II e III
- C I e IV
- D II e IV
- E I e III

07. (Fgv 2017) As figuras representam dois exemplos de solenoides, dispositivos que consistem em um fio condutor enrolado. Tal enrolamento pode se dar em torno de um núcleo feito de algum material ou, simplesmente, no ar. Cada volta de fio é denominada espira.



(labdemo.if.usp.br)

A passagem de uma corrente elétrica através desse fio cria, no interior do solenoide, um campo magnético cuja intensidade

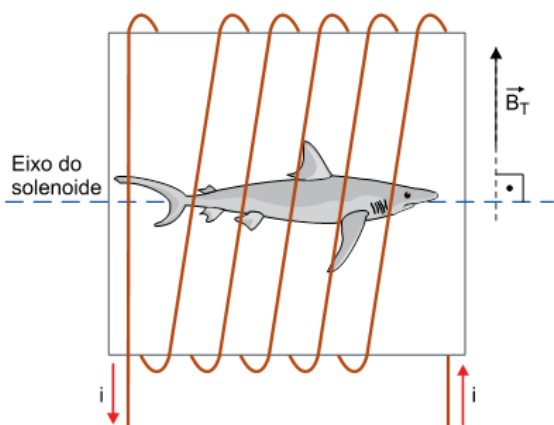
- A é diretamente proporcional ao quadrado da intensidade da corrente elétrica e ao comprimento do solenoide.
- B é diretamente proporcional à densidade das espiras, ou seja, ao número de espiras por unidade de comprimento.
- C é diretamente proporcional ao número total de espiras do solenoide e ao seu comprimento.
- D independe da distância entre as espiras, mas depende do material de que é feito o núcleo.
- E é a maior possível quando o material componente do núcleo é diamagnético ou paramagnético.

08. (Unesp 2024) Alguns peixes, como os tubarões, orientam-se sentindo o campo magnético da Terra. Como cada local na Terra tem uma assinatura magnética diferente, supõem-se que esses peixes possam guardar no cérebro algum tipo de mapa magnético que os informa sobre onde estão. Para verificar essa suposição, foi realizado um experimento colocando tubarões em um tanque cercado por um cubo envolto em

elétrica. Essa corrente modificou o campo magnético da região, desorientando os tubarões.

(www.nationalgeographicbrasil.com. Adaptado.)

Suponha que a figura, fora de escala, represente uma das faces do cubo que cercou o tanque em que esse experimento foi realizado, envolvido por um fio de cobre com o formato de um solenoide, percorrido por uma corrente elétrica contínua (i) no sentido indicado. Considere que um tubarão esteja nadando ao longo do eixo longitudinal do solenoide, sujeito, simultaneamente, ao campo magnético criado pela Terra na região BT, indicado na figura, e ao campo magnético criado pela corrente que circula pelo solenoide.



Considere que B_T esteja contido no plano da figura, que \odot represente um vetor saindo do plano desta folha e que \otimes represente um vetor entrando no plano desta folha. A representação do campo magnético sentido pelo tubarão, devido aos efeitos simultâneos do campo magnético terrestre e da corrente que circula pelo solenoide, é:

- A
- B
- C
- D
- E

09. (Fcmmg 2022) Um fio reto, percorrido por uma corrente i , está posicionado tangente a uma espira que também é percorrida por uma corrente i , conforme a figura abaixo. O fio e a espira estão no mesmo plano.

Obs: Desconsidere o campo magnético terrestre.



O campo magnético produzido pela corrente da espira tem o valor B no seu centro.

O campo magnético resultante X , devido às correntes do fio reto e da espira, no centro desta, será:

- A $X < B$.
- B $X = 0$.
- C $X = 2B$.
- D $B < X < 2B$.

10. (Puc-GO Medicina 2023) Um solenoide é um conjunto de circuitos fechados próximos uns dos outros, que fornece um campo magnético uniforme e pode ser obtido enrolando-se um fio sob a forma de bobina.

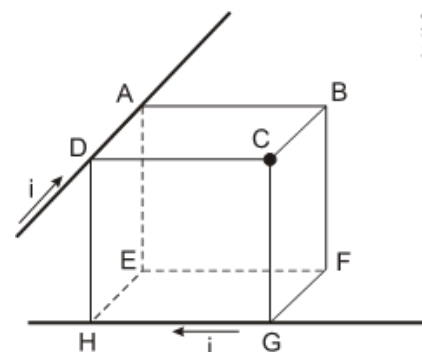
Se você deseja criar um campo magnético uniforme com $1,0\text{ T}$ e possui um solenoide de 800 voltas por centímetro, que intensidade de corrente elétrica deve percorrer esse dispositivo?

Dados: considere $\pi = 3$; $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ T}\cdot\text{m}/\text{A}$

- A $8,6\text{ A}$
- B $10,4\text{ A}$
- C $13,2\text{ A}$
- D $5,2\text{ A}$

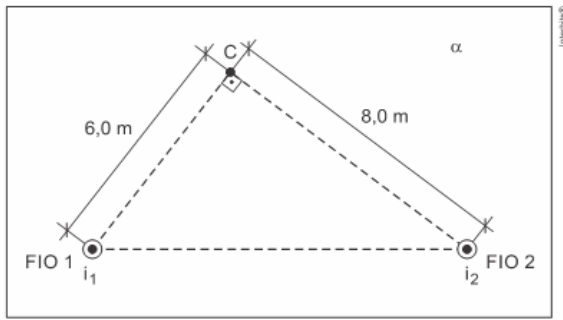
NÍVEL AVANÇADO

01. (Ifsp 2011) Considere dois fios retilíneos e muito extensos situados nas arestas AD e HG de um cubo conforme figura a seguir. Os fios são percorridos por correntes iguais a i nos sentidos indicados na figura. O vetor campo magnético induzido por estes dois fios, no ponto C , situa-se na direção do segmento



- A CB
- B CG
- C CF
- D CE
- E CA

02. (Espcex (Aman) 2019) 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 $i_1 = 6\text{ A}$ e o fio 2 por uma corrente de intensidade $i_2 = 8\text{ A}$. O módulo do vetor indução magnética resultante no ponto C devido às correntes i_1 e i_2 é



Desenho ilustrativo fora de escala

Dado: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

- A $8 \times 10^{-7} \text{ T}$
- B $6\sqrt{2} \times 10^{-7} \text{ T}$
- C $4\sqrt{2} \times 10^{-7} \text{ T}$
- D $4 \times 10^{-7} \text{ T}$
- E $2\sqrt{2} \times 10^{-7} \text{ T}$

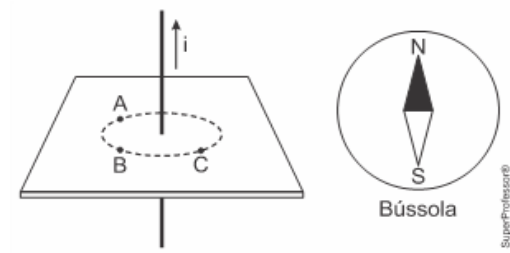
SEÇÃO ENEM

01. (Enem (Libras) 2017) Um guindaste eletromagnético de um ferro-velho é capaz de levantar toneladas de sucata, dependendo da intensidade da indução em seu eletroímã. O eletroímã é um dispositivo que utiliza corrente elétrica para gerar um campo magnético, sendo geralmente construído enrolando-se um fio condutor ao redor de um núcleo de material ferromagnético (ferro, aço, níquel, cobalto).

Para aumentar a capacidade de carga do guindaste, qual característica do eletroímã pode ser reduzida?

- A Diâmetro do fio condutor.
- B Distância entre as espiras.
- C Densidade linear de espiras.
- D Corrente que circula pelo fio.
- E Permeabilidade relativa do núcleo.

02. (Enem 2022) O físico Hans C. Oersted observou que um fio transportando corrente elétrica produz um campo magnético. A presença do campo magnético foi verificada ao aproximar uma bússola de um fio conduzindo corrente elétrica. A figura ilustra um fio percorrido por uma corrente elétrica i , constante e com sentido para cima. Os pontos A, B e C estão num plano transversal e equidistantes do fio. Em cada ponto foi colocada uma bússola.



Considerando apenas o campo magnético por causa da corrente i , as respectivas configurações das bússolas nos pontos A, B e C serão

A

B

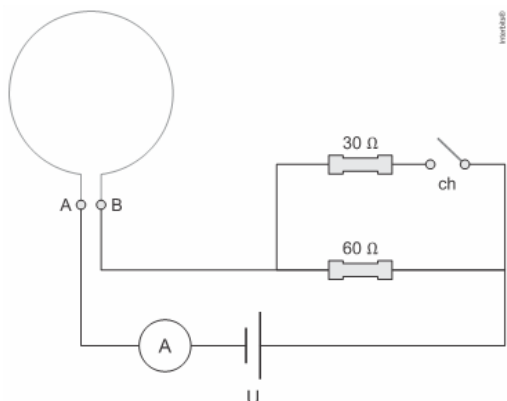
C

D

E

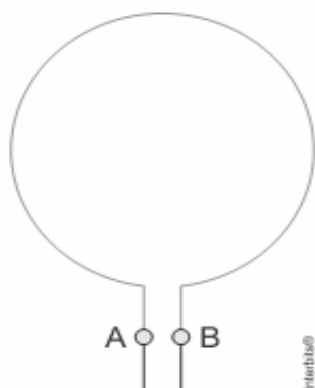
DISCURSIVAS

01. (Unifesp 2021) Os terminais A e B de uma espira circular estão conectados a um circuito elétrico capaz de fornecer dois valores distintos de corrente elétrica. Os resistores do circuito são ôhmicos, e o gerador, os fios de ligação, o amperímetro e a chave são ideais. A figura mostra a montagem desse circuito, com a chave aberta.

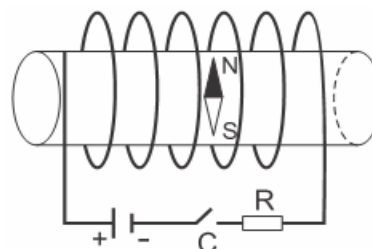


Quando a chave é mantida aberta, o amperímetro indica a passagem de uma corrente elétrica de 6 A.

- a) Determine a diferença de potencial U do gerador e, em seguida, a intensidade da corrente elétrica que passa pelo amperímetro quando a chave está fechada.
- b) A espira tem diâmetro de 4×10^{-2} m e a permeabilidade magnética do meio que a envolve vale $1,2 \times 10^{-6}$ T.m.A $^{-1}$. Para a circunstância em que a chave está aberta, indique na figura a seguir a direção e o sentido do vetor campo magnético no centro da espira AB e calcule a intensidade desse campo magnético no centro dessa espira.



02. (Uema 2015) Um professor de física, para construir um eletroímã, montou um circuito com as seguintes características: valor da resistência $R = 15 \Omega$ solenoide com $8\pi \times 10^{-2}$ m de comprimento, 5.000 espiras e resistência $r = 85 \Omega$ conforme ilustrado:



Determine o módulo do vetor indução magnética no interior do solenoide quando a d.d.p. for de 60 V, considerando $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ T.m.A $^{-1}$.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
A	A	E	E	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
D	D	A	C	C
6	7	8	9	10
E	B	B	A	B

AVANÇADO

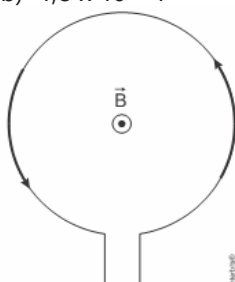
1	2
C	E

SEÇÃO ENEM

1	2
B	D

DISCURSIVAS

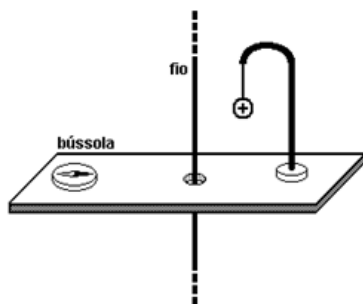
01. a) 360 V e 18 A
b) $1,8 \times 10^{-4}$ T



02. 0,015 T

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (UFMG 2007) Um fio condutor reto e vertical passa por um furo em uma mesa, sobre a qual, próximo ao fio, são colocadas uma esfera carregada, pendurada em uma linha de material isolante, e uma bússola, como mostrado na figura:



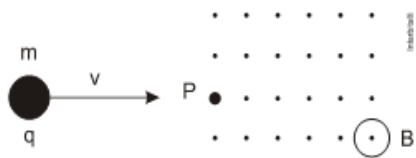
Inicialmente, não há corrente elétrica no fio e a agulha da bússola aponta para ele, como se vê na figura.

Em certo instante, uma corrente elétrica constante é estabelecida no fio.

Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que, após se estabelecer a corrente elétrica no fio,

- A** a agulha da bússola vai apontar para uma outra direção e a esfera permanece na mesma posição.
- B** a agulha da bússola vai apontar para uma outra direção e a esfera vai se aproximar do fio.
- C** a agulha da bússola não se desvia e a esfera permanece na mesma posição.
- D** a agulha da bússola não se desvia e a esfera vai se afastar do fio.

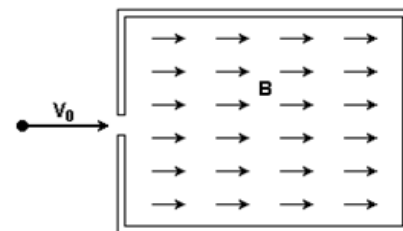
- 02.** (Cefet-MG 2011) Em uma região de campo magnético uniforme B , uma partícula de massa m e carga elétrica positiva q , penetra nesse campo com velocidade v , perpendicularmente a B , conforme figura seguinte



O vetor força magnética, que atua sobre a partícula no ponto P, está melhor representado em

- A**
- B**
- C**
- D**

- 03.** (Ufrj 2006) Uma partícula de carga q entra com velocidade V_0 numa região onde existe um campo magnético uniforme B .



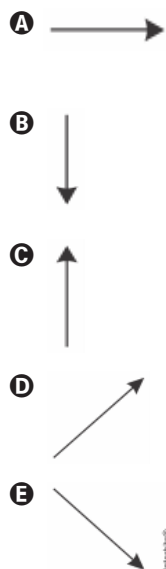
No caso em que V_0 e B possuem a mesma direção, podemos afirmar que a partícula

- A** sofrerá um desvio para sua direita.
- B** sofrerá um desvio para sua esquerda.
- C** será acelerada na direção do campo magnético uniforme B .
- D** não sentirá a ação do campo magnético
- E** será desacelerada na direção do campo magnético uniforme B .

- 04.** (Ufpa 2016) Uma carga elétrica q (negativa) entra, com velocidade v , numa região onde existe um campo magnético B , que está indicado com os símbolos X (que representam um vetor entrando no plano desta folha).



A alternativa que indica o vetor (direção e sentido) da força magnética F_M , no exato instante no qual a carga entra na região do campo magnético, com o vetor velocidade na posição horizontal, conforme está indicado na figura acima, é:



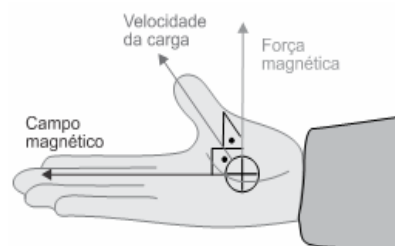
05. (Fuvest 1991) Raios cósmicos são partículas de grande velocidade, proveniente do espaço, que atingem a Terra de todas as direções. Sua origem é, atualmente, objeto de estudos. A Terra possui um campo magnético semelhante ao criado por um ímã em forma de barra cilíndrica, cujo eixo coincide com o eixo magnético da Terra. Uma partícula cósmica P com carga elétrica positiva, quando ainda longe da Terra, aproxima-se percorrendo uma reta que coincide com o eixo magnético da Terra, como mostra a figura adiante. Desprezando a atração gravitacional, podemos afirmar que a partícula, ao se aproximar da Terra:



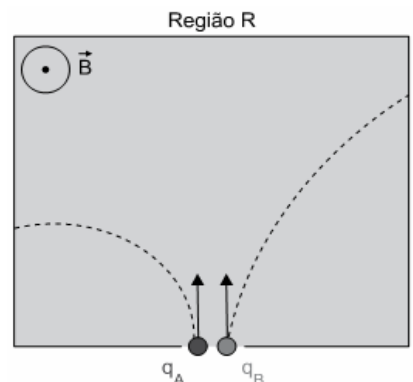
- A) aumenta sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- B) diminui sua velocidade e não se desvia de sua trajetória retilínea.
- C) tem sua trajetória desviada para Leste.
- D) tem sua trajetória desviada para Oeste.
- E) não altera sua velocidade nem se desvia de sua trajetória retilínea.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Fac. Albert Einstein 2021) Se uma carga elétrica puntiforme positiva se movimenta no interior de um campo magnético uniforme, fica sujeita a uma força magnética cuja direção e sentido podem ser determinados pela regra prática ilustrada na figura.



Duas cargas puntiformes, q_A e q_B , de módulos iguais e massas m_A e m_B , penetram, em uma região R, com velocidades iguais, indicadas por setas, conforme mostra a figura. Nessa região atua um campo magnético uniforme B , perpendicular ao plano desta folha e com sentido para fora dela. A figura mostra, também, as trajetórias circulares percorridas por essas cargas dentro da região R.



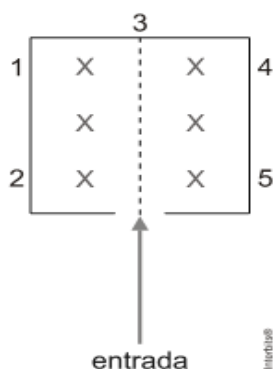
Com relação aos sinais das cargas q_A e q_B e à relação entre suas massas, pode-se afirmar que

- A) $q_B < 0$ e $m_A < m_B$
 - B) $q_A < 0$ e $m_A > m_B$
 - C) $q_A < 0$ e $m_A < m_B$
 - D) $q_A > 0$ e $m_A < m_B$
 - E) $q_B > 0$ e $m_A > m_B$
02. (Eear 2019) Uma partícula com carga elétrica igual a $3,2 \mu\text{C}$ e velocidade de $2 \times 10^4 \text{ m/s}$ é lançada perpendicularmente a um campo magnético uniforme e sofre a ação de uma força magnética de intensidade igual a $1,6 \times 10^2 \text{ N}$. Determine a intensidade do campo magnético (em Tesla) no qual a partícula foi lançada.

Determine a intensidade do campo magnético (em Tesla) no qual a partícula foi lançada.

- A $0,25 \times 10^3$
- B $2,5 \times 10^3$
- C $2,5 \times 10^4$
- D $0,25 \times 10^6$

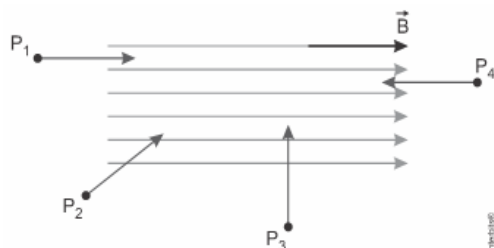
03. (Uea 2014) Considere uma câmara em cujo interior atua um campo magnético constante, indicado por X, perpendicular ao plano da folha e entrando nela. Um próton, um elétron e um feixe de radiação gama penetram no interior desta câmara por uma abertura comum, como mostra a figura.



O próton e o elétron passam pela entrada com a mesma velocidade, e os números indicam os possíveis pontos de colisão dos três componentes citados com a parede interior da câmara. Considerando o próton, o elétron e a radiação gama, os números correspondentes aos pontos com que eles colidem são, respectivamente,

- A 2, 4 e 3
- B 3, 5 e 1
- C 1, 4 e 3
- D 2, 3 e 4
- E 1, 5 e 3

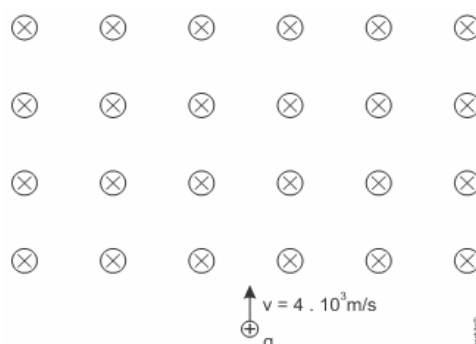
04. (Uerj 2017) Admita quatro partículas elétricas idênticas, P_1 , P_2 , P_3 e P_4 , penetrando com velocidades de mesmo módulo em um campo magnético uniforme B , conforme ilustra o esquema.



Nesse caso, a partícula em que a força magnética atua com maior intensidade é:

- A P_1
- B P_2
- C P_3
- D P_4

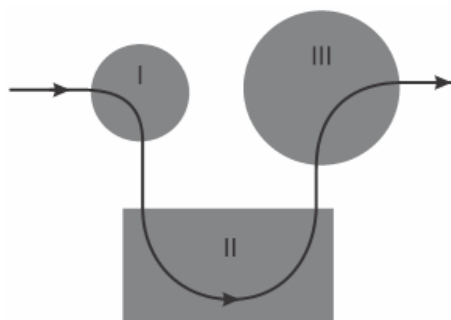
05. (Uern 2015) Numa região em que atua um campo magnético uniforme de intensidade 4 T é lançada uma carga elétrica positiva conforme indicado a seguir:



Ao entrar na região do campo, a carga fica sujeita a uma força magnética cuja intensidade é de $3,2 \times 10^{-2}$ N. O valor dessa carga e o sentido do movimento por ela adquirida no interior do campo são, respectivamente:

- A $1,6 \times 10^{-6}$ C e horário.
- B $2,0 \times 10^{-6}$ C e horário.
- C $2,0 \times 10^{-6}$ C e anti-horário.
- D $1,6 \times 10^{-6}$ C e anti-horário.

06. (Ufrgs 2018) Na figura abaixo, está representada a trajetória de uma partícula de carga negativa que atravessa três regiões onde existem campos magnéticos uniformes e perpendiculares à trajetória da partícula.

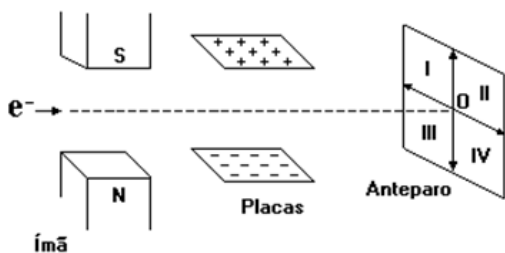


Nas regiões I e III, as trajetórias são quartos de circunferências e, na região II, a trajetória é uma semicircunferência. A partir da trajetória representada, pode-se afirmar corretamente que os campos magnéticos nas regiões I, II e III, em relação à página, estão, respectivamente,

- A entrando, saindo e entrando.
- B entrando, saindo e saindo.
- C saindo, saindo e entrando.
- D entrando, entrando e entrando.
- E saindo, entrando e saindo.

07. (UFMG 1995) Um feixe de elétrons passa inicialmente entre os polos de um ímã e, a seguir, entre duas placas paralelas, carregadas com cargas de sinais contrários, dispostos conforme a figura a seguir. Na ausência do ímã e das placas, o feixe de elétrons atinge o ponto O do anteparo.

Em virtude das opções dos campos magnético e elétrico, pode-se concluir que o feixe



- A passar a atingir a região I do anteparo.
- B passar a atingir a região II do anteparo.
- C passar a atingir a região III do anteparo.
- D passar a atingir a região IV do anteparo.
- E continuará a atingir o ponto O do anteparo.

08. (UEG 2016) Uma partícula de $9,0 \times 10^{-30}$ kg, carregada com carga elétrica de $1,0 \times 10^{-16}$ C, penetra perpendicularmente em um campo magnético uniforme de $1,0 \times 10^{-6}$ T, quando sua velocidade está em $1,0 \times 10^6$ m/s. Ao entrar no campo magnético, a carga passa a descrever um círculo. O raio desse círculo, em metros, é

- A $9,0 \times 10^0$
- B $9,0 \times 10^1$
- C $9,0 \times 10^{-1}$
- D $9,0 \times 10^{-2}$

09. (UFMG 2005) O tubo de imagem de um televisor está representado, esquematicamente, na Figura I.

Elétrons são acelerados, da parte de trás desse tubo em direção ao centro da tela. Quatro bobinas - K, L, M e N - produzem campos magnéticos variáveis, que modificam a direção dos elétrons, fazendo com que estes atinjam a tela em diferentes posições, formando uma imagem, como ilustrado na Figura II. As bobinas K e L produzem um campo magnético na direção vertical e as bobinas M e N, na horizontal.

Em um certo instante, um defeito no televisor interrompe a corrente elétrica nas bobinas K e L e apenas as bobinas M e N continuam funcionando.

Assinale a alternativa em que melhor se representa a imagem que esse televisor passa a produzir nessa situação.

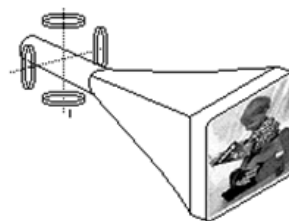


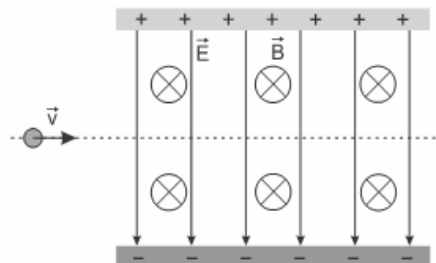
Figura 1



Figura 2

- A
- B
- C
- D

10. (UEG 2018) A figura a seguir descreve uma região do espaço que contém um vetor campo elétrico E e um vetor campo magnético B.



Mediante um ajuste, percebe-se que, quando os campos elétricos e magnéticos assumem valores de $1,0 \times 10^3$ N/C e $2,0 \times 10^{-2}$ T, respectivamente,

os campos em linha reta. A velocidade desse íon, em m/s, foi de

- A $5,0 \times 10^4$
- B $1,0 \times 10^5$
- C $2,0 \times 10^3$
- D $3,0 \times 10^3$
- E $1,0 \times 10^4$

NÍVEL AVANÇADO

01. (Fuvest 2020) Um solenoide muito longo é percorrido por uma corrente elétrica i , conforme mostra a figura 1.

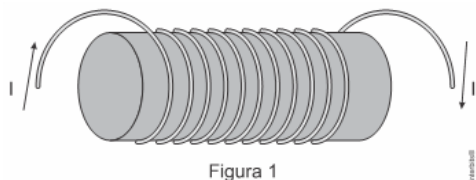


Figura 1

Em um determinado instante, uma partícula de carga q positiva desloca-se com velocidade instantânea v perpendicular ao eixo do solenoide, na presença de um campo elétrico na direção do eixo do solenoide. A figura 2 ilustra essa situação, em uma seção reta definida por um plano que contém o eixo do solenoide.

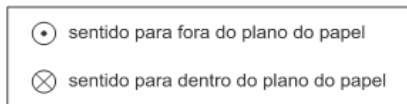
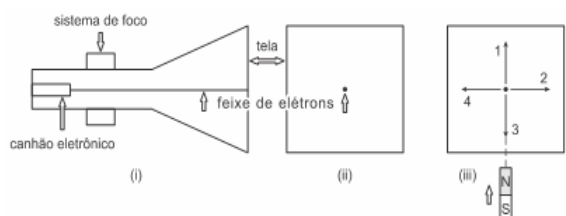


Figura 2

O diagrama que representa corretamente as forças elétrica F_E e magnética F_B atuando sobre a partícula é:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

02. (Ufrgs 2017) 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).

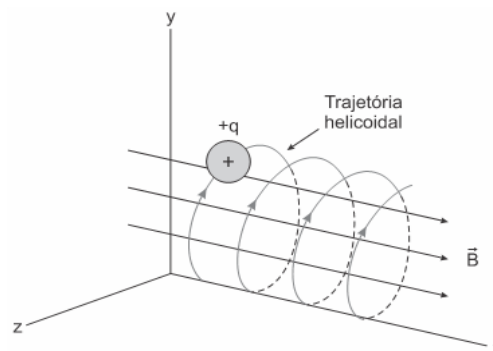


Assinale a alternativa que descreve o comportamento do feixe após sofrer a influência do ímã.

- 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.

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2019) O espectrômetro de massa de tempo de voo é um dispositivo utilizado para medir a massa de íons. Nele, um íon de carga elétrica q é lançado em uma região de campo magnético constante B descrevendo uma trajetória helicoidal, conforme a figura. Essa trajetória é formada pela composição de um movimento circular uniforme no plano yz e uma translação ao longo do eixo x . A vantagem desse dispositivo é que a velocidade angular do movimento helicoidal do íon é independente de sua velocidade inicial. O dispositivo então mede o tempo t de voo para N voltas do íon. Logo, com base nos valores q , B , N e t , pode-se determinar a massa do íon.



A massa do íon medida por esse dispositivo será

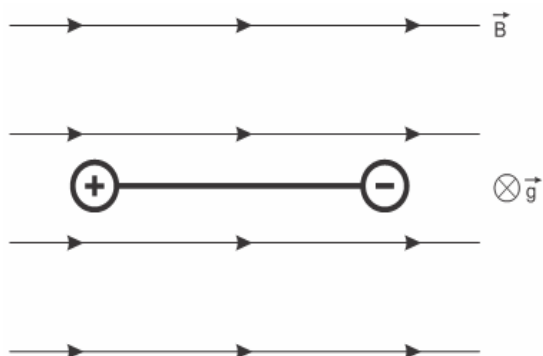
- A $\frac{qBt}{2nN}$
- B $\frac{qBt}{nN}$
- C $\frac{2qBt}{nN}$
- D $\frac{qBt}{N}$
- E $\frac{2qBt}{N}$

02. (Enem Digital 2020) Os ventos solares são fenômenos caracterizados por feixes de partículas carregadas, lançadas pelo Sol, no espaço, em alta velocidade. Somente uma pequena fração dessas partículas atinge a atmosfera nos polos, provocando as auroras. A chegada dessas partículas à superfície pode gerar efeitos indesejáveis, interferindo nas telecomunicações, no tráfego aéreo e nas linhas de transmissão de energia elétrica.

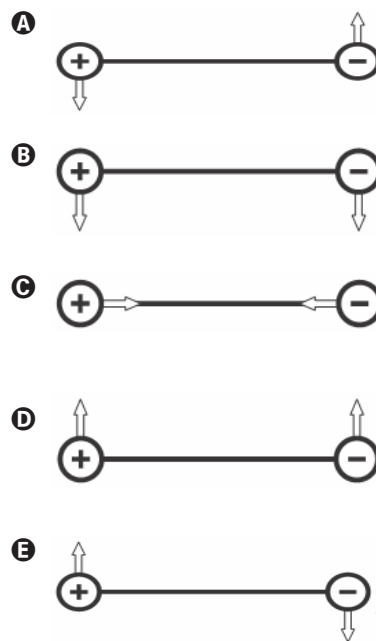
Esses efeitos são minimizados na Terra pela ação de seu(sua)

- A ionosfera.
- B campo geomagnético.
- C camada de ozônio.
- D campo gravitacional.
- E atmosfera.

03. (Enem 2021) Duas esferas carregadas com cargas iguais em módulo e sinais contrários estão ligadas por uma haste rígida isolante na forma de haltere. O sistema se movimenta sob ação da gravidade numa região que tem um campo magnético horizontal uniforme (B), da esquerda para a direita. A imagem apresenta o sistema visto de cima para baixo, no mesmo sentido da aceleração da gravidade (g) que atua na região.

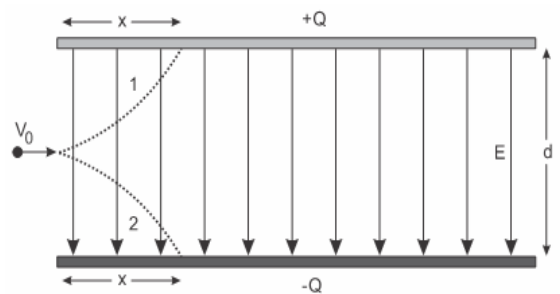


Visto de cima, o diagrama esquemático das forças magnéticas que atuam no sistema, no momento inicial em que as cargas penetram na região de campo magnético, está representado em



DISCURSIVAS

01. (Fuvest 2020)



Em um ambiente do qual se retirou praticamente todo o ar, as placas de um capacitor estão arranjadas paralelamente e carregadas com cargas de mesma magnitude Q e sinais contrários, produzindo, na região entre as placas, um campo elétrico que pode ser considerado uniforme, com módulo igual a 10^6 V/m. Uma partícula carregada negativamente, com carga de módulo igual a 10^{-9} C é lançada com velocidade de módulo v_0 igual a 100 m/s ao longo da linha que passa exatamente pelo centro da região entre as placas, como mostrado na figura. A distância d entre as placas é igual a 1 mm, Despreze os efeitos gravitacionais.



a) Aponte, entre as trajetórias 1 e 2 mostradas na figura, aquela que mais se aproxima do movimento da partícula na região entre as placas.

b) Sabendo que a massa da partícula é igual a $10 \mu\text{g}$, determine a que distância horizontal x a partícula atingirá uma das placas, supondo que elas sejam suficientemente longas.

c) Quais seriam o sentido e o módulo de um eventual campo magnético a ser aplicado na região entre as placas, perpendicularmente ao plano da página, para que a partícula, em vez de seguir uma trajetória curva, permaneça movendo-se na mesma direção e no mesmo sentido com que foi lançada?

- 02.** (Uerj 2019) Nas linhas de metrô, o dispositivo conhecido como terceiro trilho fornece energia elétrica para alimentar os motores das composições, produzindo um campo magnético em seu entorno, cuja intensidade varia em função da distância. Observe, abaixo, a imagem da plataforma de uma estação. Nela, uma passageira está de pé, a 5,0 m de distância do terceiro trilho.



Admita que uma corrente contínua de 5.000 ampères atravesse o terceiro trilho da linha metroviária.

Determine, em teslas, a intensidade do campo magnético produzido sobre a passageira na plataforma.

Dado: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
A	D	D	B	B

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	B	E	C	C
6	7	8	9	10
A	A	D	A	A

AVANÇADO

1	2
A	B

SEÇÃO ENEM

1	2	3
A	B	A

DISCURSIVAS

- 01.** a) Trajetória 1
b) 1 cm
c) 10^4 T

- 02.** $2 \times 10^{-4} \text{ T}$

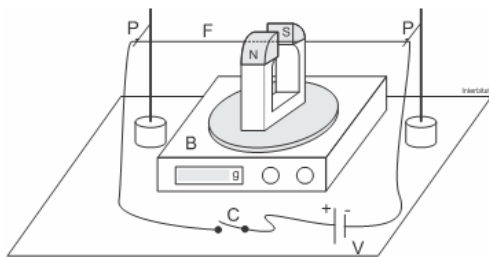
NÍVEL BÁSICO

01. (Fatec 2019) Dois fios condutores idênticos, paralelos entre si, e de comprimento infinito são percorridos simultaneamente por correntes elétricas de mesmo sentido e de mesma intensidade. Considere que eles estejam dispostos perpendiculares ao plano do papel desta prova.

Nessas condições, é correto afirmar que

- A** geram campos magnéticos perpendiculares ao plano do papel.
- B** geram campos magnéticos circulares ao plano do papel.
- C** geram campos magnéticos repulsivos entre si.
- D** sofrem entre si uma força de repulsão.
- E** sofrem entre si uma força de atração.

02. (Ufrgs 2016) No esquema da figura abaixo, o fio F, horizontalmente suspenso e fixo nos pontos de suporte P, passa entre os polos de um ímã, em que o campo magnético é suposto horizontal e uniforme. O ímã, por sua vez, repousa sobre uma balança B, que registra seu peso.

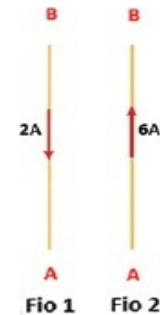


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Em dado instante, a chave C é fechada, e uma corrente elétrica circula pelo fio. O fio sofre uma força vertical, _____, e o registro na balança _____.

- A** para baixo – não se altera.
- B** para baixo – aumenta.
- C** para baixo – diminui.
- D** para cima – aumenta.
- E** para cima – diminui.

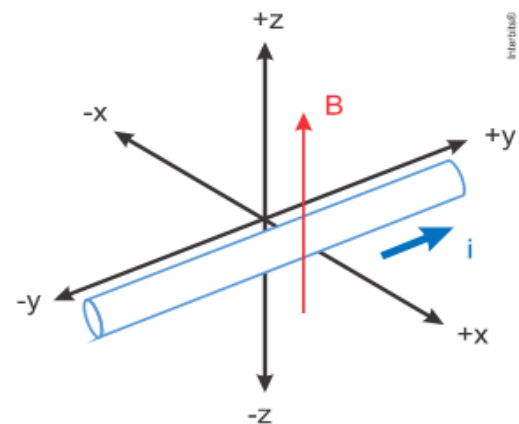
03. (Fac. Albert Einstein 2018) Dois fios condutores retos, muito compridos, paralelos e muito próximos entre si, são percorridos por correntes elétricas constantes, de sentidos opostos e de intensidades 2 A e 6 A, conforme esquematizado na figura.



A razão entre os módulos das forças magnéticas de um fio sobre o outro e o tipo de interação entre essas forças é igual a:

- A** 1, repulsiva
- B** 3, atrativa
- C** 12, atrativa
- D** a resultante das forças será nula, portanto, não haverá interação entre elas.

04. (Upf 2022) Considere um fio condutor elétrico retilíneo imerso num campo magnético B, uniforme, orientado paralelamente ao eixo +z, conforme mostra o desenho. Quando o condutor é percorrido por uma corrente elétrica convencional i, paralela ao eixo +y, fica sujeito a uma força magnética F. A orientação dessa força, de acordo com os eixos cartesianos no desenho, é:



- A** -x
- B** +z
- C** +x
- D** -y
- E** -z

05. (Upf 2015) Sobre conceitos de eletricidade e magnetismo, são feitas as seguintes afirmações:

I. Se uma partícula com carga não nula se move num campo magnético uniforme perpendicularmente à direção do campo, então a força magnética sobre ela é nula.

II. Somente ímãs permanentes podem produzir, num dado ponto do espaço, campos magnéticos de módulo e direção constantes.

III. Quando dois fios condutores retilíneos longos são colocados em paralelo e percorridos por correntes elétricas contínuas de mesmo módulo e sentido, observa-se que os fios se atraem.

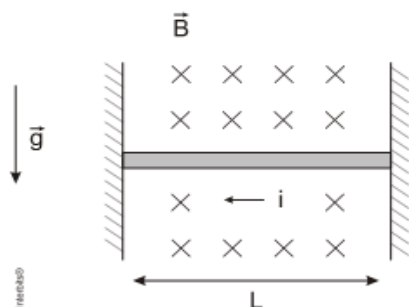
IV. Uma carga elétrica em movimento pode gerar campo magnético, mas não campo elétrico.

Está correto apenas o que se afirma em:

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

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

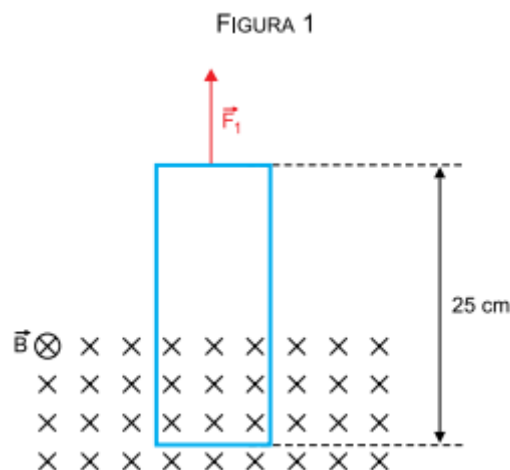
01. (Upe 2014) Uma barra uniforme, condutora, de massa $m = 100 \text{ g}$ e comprimento $L = 0,50 \text{ m}$, foi posicionada entre duas superfícies rugosas. A barra permanece em repouso quando uma corrente elétrica $i = 2,0 \text{ A}$ a atravessa na presença de um campo magnético de módulo $B = 1,0 \text{ T}$, constante, que aponta para dentro do plano da figura.



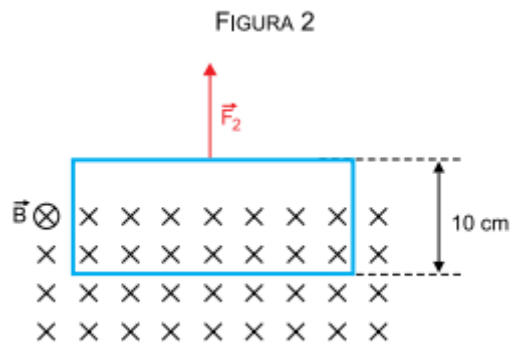
Com base nessas informações, determine o módulo e o sentido da força de atrito resultante que atua na barra e o sentido.

- A 1001,0 N para cima
- B 1001,0 N para baixo
- C 2,0 N para cima
- D 2,0 N para baixo
- E 1,0 N para cima

02. (Famema 2017) Uma mesma espira retangular, de massa desprezível, foi parcialmente imersa em um mesmo campo magnético constante e uniforme B de duas maneiras distintas. Na primeira, a espira é mantida em equilíbrio sob ação apenas da força vertical F_1 e da força magnética gerada pela circulação de uma corrente elétrica contínua pela espira, conforme figura 1.



Na segunda, a espira é mantida em equilíbrio sob ação apenas da força vertical F_2 e da força magnética gerada pela circulação de uma corrente elétrica contínua pela espira, conforme figura 2.



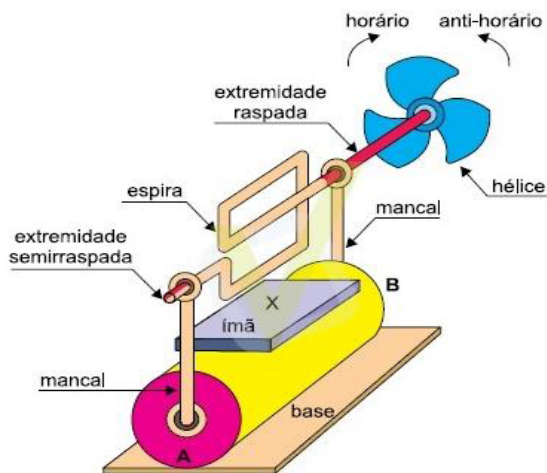
Sabendo que nas duas situações a intensidade da corrente elétrica que circula pela espira é a mesma, que a intensidade de F_1 é 10 N e considerando as informações contidas nas figuras, é correto afirmar que a intensidade de F_2 é igual a

- A 50 N
- B 10 N
- C 75 N
- D 20 N
- E 25 N

03. (Unesp 2017) Um motor elétrico é construído com uma espira retangular feita com um fio de cobre esmaltado semirraspado em uma extremidade e

totalmente raspado na outra, apoiada em dois mancais soldados aos polos A e B de uma pilha. Presa a essa espira, uma hélice leve pode girar livremente no sentido horário ou anti-horário.

Um ímã é fixo à pilha com um de seus polos magnéticos (X) voltado para cima, criando o campo magnético responsável pela força magnética que atua sobre a espira, conforme ilustrado na figura.

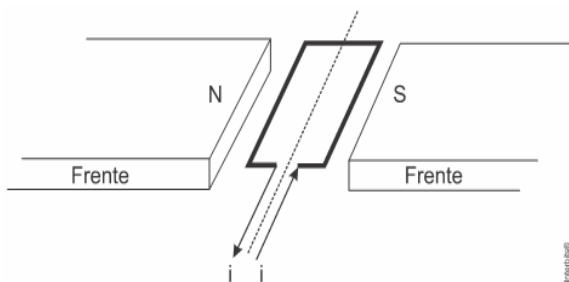


Se A for um polo _____, B um polo _____ e X um polo _____, dado um impulso inicial na espira, ela mantém-se girando no sentido _____.

Assinale a alternativa que completa, correta e respectivamente, as lacunas do texto.

- A** negativo – positivo – sul – horário
- B** negativo – positivo – norte – anti-horário
- C** positivo – negativo – sul – anti-horário
- D** positivo – negativo – norte – horário
- E** negativo – positivo – norte – horário

04. (Puc-RS 2015) A figura a seguir mostra a posição inicial de uma espira retangular acoplada a um eixo de rotação, sob a ação de um campo magnético originado por ímãs permanentes, e percorrida por uma corrente elétrica. A circulação dessa corrente determina o aparecimento de um par de forças na espira, que tende a movimentá-la.

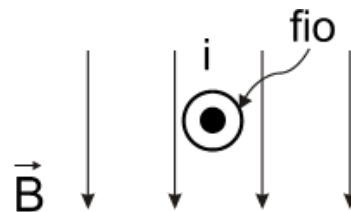


Em relação aos fenômenos físicos observados pela interação dos campos magnéticos originados pelos ímãs e pela corrente elétrica, é correto afirmar que

- A** o vetor indução magnética sobre a espira está orientado do polo **S** para o polo **N**.
- B** o vetor indução magnética muda o sentido da orientação enquanto a espira se move.
- C** a espira, percorrida pela corrente i , tende a mover-se no sentido horário quando vista de frente.
- D** a força magnética que atua no lado da espira próximo ao polo **N** tem orientação vertical para baixo.
- E** a força magnética que atua no lado da espira próximo ao polo **S** tem orientação vertical para cima.

05. (Puc-RS 2010) O músculo cardíaco sofre contrações periódicas, as quais geram pequenas diferenças de potencial, ou tensões elétricas, entre determinados pontos do corpo.

A medida dessas tensões fornece importantes informações sobre o funcionamento do coração. Uma forma de realizar essas medidas é através de um instrumento denominado eletrocardiógrafo de fio. Esse instrumento é constituído de um ímã que produz um campo magnético intenso por onde passa um fio delgado e flexível. Durante o exame, eletrodos são posicionados em pontos específicos do corpo e conectados ao fio. Quando o músculo cardíaco se contrai, uma tensão surge entre esses eletrodos e uma corrente elétrica percorre o fio. Utilizando um modelo simplificado, o posicionamento do fio retilíneo no campo magnético uniforme do ímã do eletrocardiógrafo pode ser representado como indica a figura a seguir, perpendicularmente ao plano da página, e com o sentido da corrente saindo do plano da

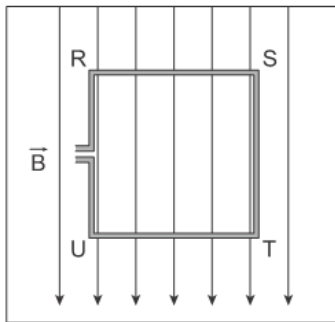


Com base nessas informações, pode-se dizer que, quando o músculo cardíaco se contrai, o fio sofre uma deflexão

- A** lateral e diretamente proporcional à corrente que o percorreu.
- B** lateral e inversamente proporcional à intensidade do campo magnético em que está colocado.

- Ⓒ vertical e inversamente proporcional à tensão entre os eletrodos.
- Ⓓ lateral e diretamente proporcional à resistência elétrica do fio.
- Ⓔ vertical e diretamente proporcional ao comprimento do fio.

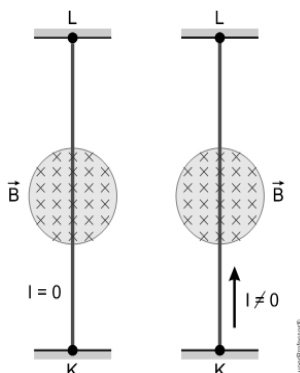
06. (Puccamp Medicina 2023) A figura mostra uma espira quadrada de lados iguais a 20 cm e vértices R, S, T e U, que é percorrida por uma corrente elétrica de intensidade igual a 0,50 A e que está imersa em um campo magnético uniforme, de intensidade 2,0 T e de direção paralela ao plano da espira.



Nessa situação, as intensidades das forças magnéticas que atuam sobre os lados RS e ST da espira são, respectivamente,

- Ⓐ zero e 0,40 N.
- Ⓑ 0,40 N e zero.
- Ⓒ 0,20 N e 0,40 N.
- Ⓓ 0,20 N e 0,20 N.
- Ⓔ 0,20 N e zero.

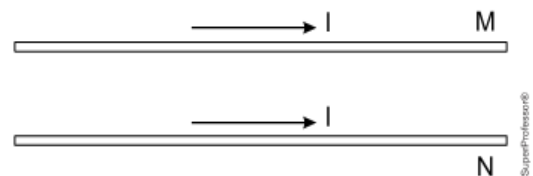
07. (Unisinos 2021) Um fio condutor de cobre está esticado entre dois pontos, K e L, que estão ligados aos terminais de uma fonte de tensão ajustável, inicialmente, programada para 0 V. Nesta condição, a corrente elétrica que flui percorrido pelo fio também é nula. Na região central deste condutor, existe um campo magnético B de módulo constante no tempo, orientado perpendicularmente ao plano desta folha, apontando para dentro.



Se uma corrente elétrica começar a fluir de K para L, o vetor força magnética que atuará no fio condutor estará mais bem representado em:

- Ⓐ ↓
- Ⓑ ↑
- Ⓒ →
- Ⓓ ←
- Ⓔ A força magnética é nula.

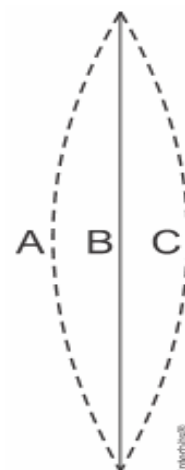
08. (Puc-MG 2008) Dois fios paralelos conduzem correntes elétricas no mesmo sentido de acordo com a figura. A direção e sentido do campo magnético gerado pela corrente do fio M são para dentro da página, na posição em que está o fio N.



A força magnética que o campo do fio M exerce no fio N tem direção e sentido:

- Ⓐ para dentro da página.
- Ⓑ para baixo, apontando para
- Ⓒ para cima, apontando para
- Ⓓ para fora da página.

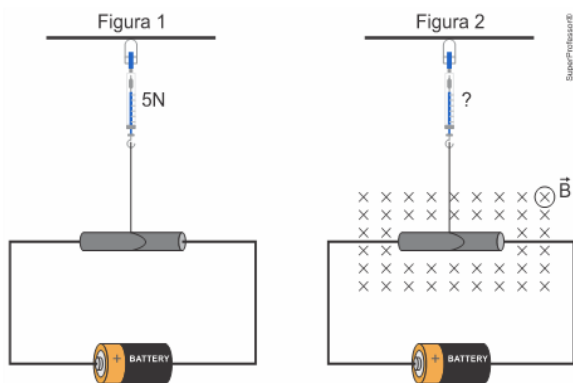
09. (Ufrgs 2008) Na figura a seguir, um fio condutor flexível encontra-se na presença de um campo magnético constante e uniforme perpendicular ao plano da página. Na ausência de corrente elétrica, o fio permanece na posição B. Quando o fio é ele assume a posição A.



Para que o fio assuma a posição C, é necessário

- A) inverter o sentido da corrente e do campo aplicado.
- B) inverter o sentido da corrente ou inverter o sentido do campo.
- C) desligar lentamente o campo.
- D) desligar lentamente a corrente.
- E) desligar lentamente o campo e a corrente.

10. (Acafe 2023) Um condutor metálico, conectado a uma fonte de tensão contínua, está suspenso por um fio ligado a um dinamômetro, cuja leitura é 5 N, conforme mostra a figura 1.



Considerando apenas a ação do campo gravitacional e do campo magnético sobre o condutor, se este for imerso no campo magnético uniforme, representado na figura 2, a leitura do dinamômetro é:

- A) maior que 5 N
- B) menor que 5 N
- C) igual a 5 N
- D) zero

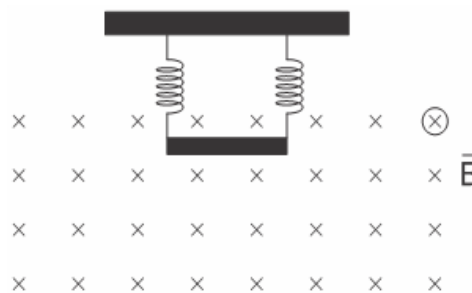
NÍVEL AVANÇADO

01. (Eear 2017) Dois condutores paralelos extensos são percorridos por correntes de intensidade $i_1 = 3 \text{ A}$ e $i_2 = 7 \text{ A}$. Sabendo-se que a distância entre os centros dos dois condutores é de 15 cm, qual a intensidade da força magnética por unidade de comprimento entre eles, em $\mu\text{N/m}$?

Adote: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m.A}^{-1}$.

- A) 56
- B) 42
- C) 28
- D) 14

02. (Efomm 2019) Um tenente da EFOMM construiu um dispositivo para o laboratório de Física da instituição. O dispositivo é mostrado na figura a seguir. Podemos observar que uma barra metálica, de 5 m de comprimento e 30 kg, está suspensa por duas molas condutoras de peso desprezível, de constante elástica 500 N/m e presas ao teto. As molas estão com uma deformação de 100 mm e a barra está imersa num campo magnético uniforme da intensidade 8,0 T.



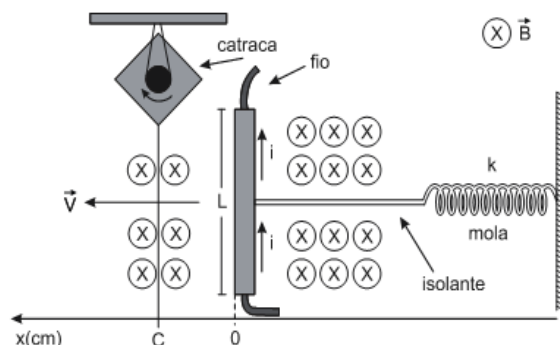
Determine a intensidade e o sentido da corrente elétrica real que se deve passar pela barra para que as molas não alterem a deformação.

- A) 2,5 A, esquerda
- B) 2,5 A, direita
- C) 5 A, esquerda
- D) 5 A, direita
- E) 10 A, direita

SEÇÃO ENEM

01. (Enem 2013) Desenvolve-se um dispositivo para abrir automaticamente uma porta no qual um botão, quando acionado, faz com que uma corrente elétrica $i = 6 \text{ A}$ percorra uma barra condutora de comprimento $L = 5 \text{ cm}$, cujo ponto médio está preso a uma mola de constante elástica

está imerso em um campo magnético uniforme perpendicular ao plano. Quando acionado o botão, a barra sairá da posição do equilíbrio a uma velocidade média de 5 m/s e atingirá a catraca em 6 milissegundos, abrindo a porta.

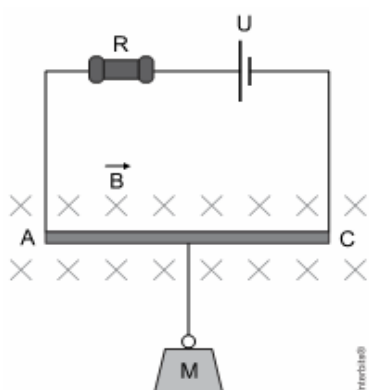


A intensidade do campo magnético, para que o dispositivo funcione corretamente, é de

- A $5 \times 10^{-1} \text{ T}$
- B $5 \times 10^{-2} \text{ T}$
- C $5 \times 10^1 \text{ T}$
- D $2 \times 10^{-2} \text{ T}$
- E $2 \times 10^0 \text{ T}$

DISCURSIVAS

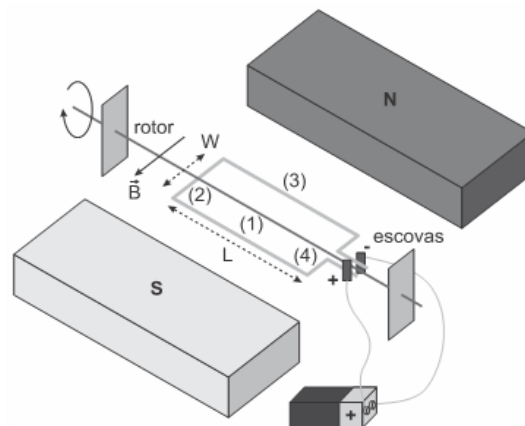
01. (Unifesp 2020) A figura representa uma balança eletromagnética utilizada para determinar a massa M do objeto preso a ela. Essa balança é constituída por um gerador ideal cuja tensão U pode ser ajustada, por um resistor ôhmico de resistência $R = 40 \Omega$ e por uma barra condutora AC, de massa e resistência elétrica desprezíveis, conectada ao gerador por fios ideais. A barra AC mede 50 cm e está totalmente imersa em um campo magnético uniforme de intensidade $B = 1,6 \text{ T}$, perpendicular à barra e ao plano desta folha e apontado para dentro dela. O objeto, cuja massa pretende-se determinar, está preso por um fio isolante e de massa desprezível no centro da barra AC.



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e considerando que, para manter o objeto preso à balança em repouso, será necessário ajustar a tensão do gerador para $U = 200 \text{ V}$. calcule, quando a balança estiver em funcionamento,

- a) a diferença de potencial, em V, nos terminais do resistor de 40Ω e a potência dissipada por ele, em W.
- b) a intensidade da corrente elétrica, em ampères, que atravessa a barra AC e a massa M, em kg, do objeto preso a balança.

02. (Fuvest 2021) Cada vez mais, os motores elétricos fazem parte do nosso cotidiano, inclusive com a perspectiva de seu uso em veículos elétricos. A figura ilustra o funcionamento de um motor elétrico dc simples.



Um fio de cobre com seção de área de $0,01 \text{ mm}^2$ é enrolado na forma de espiras retangulares de dimensões $L = 5 \text{ cm}$ e $W = 2 \text{ cm}$. O conjunto é fixado a um rotor apoiado por colunas, de modo que esteja livre para girar em torno do eixo do rotor.

O conjunto é colocado entre dois ímãs permanentes que geram um campo magnético de $0,1 \text{ T}$. Uma corrente elétrica percorre a espira quando seus terminais fazem contato com "escovas" condutoras conectadas a uma bateria de 9 V . Considere que, durante o contato, o campo magnético está paralelo ao lado mais curto das espiras, como mostrado na figura.

- a) Calcule a resistência elétrica de uma única espira.

Considerando a situação em que o fio é enrolado em 10 espiras e os terminais do fio estão em contato com as escovas:

- b) Calcule a corrente no fio.
- c) Calcule o módulo da força magnética exercida em cada um dos segmentos (1), (2), (3) e (4) mostrados na figura.

Note e adote:

Despreze o comprimento dos terminais e efeitos de indução.

Resistividade elétrica do cobre: $\rho = 1,7 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
E	D	A	C	A

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	E	E	C	A
6	7	8	9	10
E	D	C	B	B

AVANÇADO

1	2
C	C

SEÇÃO ENEM

1
A

DISCURSIVAS

- 01.** a) 200 V e 1000 W
b) 5 A e 0,4 kg

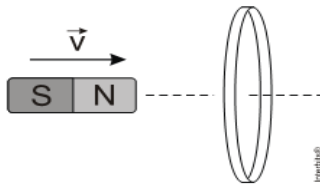
- 02.** a) 0,24 Ω
b) 3,75 A
c) $F_2 = F_4 = 0$ e $F_1 = F_3 = 0,19$ N

NÍVEL BÁSICO

01. (Upf 2018) A indução eletromagnética é um fenômeno que se encontra presente em diversos equipamentos que utilizamos cotidianamente. Ela é utilizada para gerar energia elétrica e seu princípio físico consiste no aparecimento de uma força eletromotriz entre os extremos de um fio condutor. Para que essa força eletromotriz surja, é necessário haver variação de

- A** campo elétrico.
- B** resistência elétrica.
- C** capacitância elétrica.
- D** temperatura.
- E** fluxo magnético.

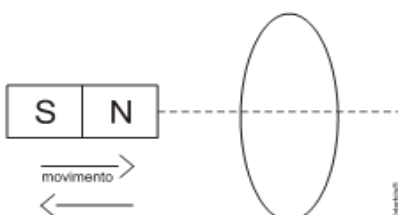
02. (Ufjf 2011) Um ímã natural está se aproximando, com velocidade v constante, de uma espira condutora, conforme mostrado na figura ao lado.



É correto afirmar que a força eletromotriz na espira:

- A** existe somente quando o ímã está se aproximando da espira.
 - B** existe somente quando o ímã está se afastando da espira.
 - C** existe quando o ímã está se aproximando ou se afastando da espira.
 - D** existe somente quando o ímã está no centro da espira.
 - E** é sempre nula.
- A** 12 V, pois a tensão de saída, é igual à tensão

03. (Uern 2013) A corrente elétrica induzida em uma espira, ao se aproximar e afastar com velocidade constante um ímã na direção do seu eixo,



conforme indicado na figura a seguir, é

- A** contínua e se opõe à variação do fluxo magnético que a originou.
- B** alternada e se opõe à variação do fluxo magnético que a originou.
- C** contínua e ocorre a favor da variação do fluxo magnético que a originou.
- D** alternada e ocorre a favor da variação do fluxo magnético que a originou.

04. (UEMG 2017) O desenvolvimento tecnológico das últimas décadas tem exigido a produção cada vez maior de energia, principalmente de energia elétrica. Além das hidrelétricas, outras fontes como painéis fotovoltaicos, usinas eólicas, termoeletricas e baterias têm sido usadas para produzir energia elétrica.

São fontes de energia que não se baseiam na indução eletromagnética para produção de energia elétrica:

- A** pilhas e painéis fotovoltaicos.
- B** termoeletricas e usinas eólicas.
- C** pilhas, termoeletricas e painéis fotovoltaicos.
- D** termoeletricas, painéis fotovoltaicos e usinas eólicas.

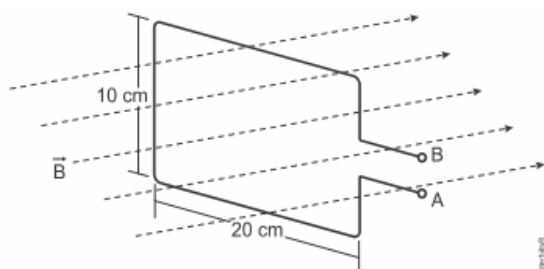
05. (Udesc 2009) Um transformador possui 50 espiras no enrolamento primário e 200 espiras no secundário.

Ao ligar o primário a uma bateria de tensão contínua e constante de 12 V, o valor da tensão de saída, no enrolamento secundário, é igual a:

- A** zero, pois o número de espiras do enrolamento secundário é maior do que o dobro do número de espiras do primário.
- B** zero, pois não há força eletromotriz induzida nas espiras do secundário.
- C** 72 V, pois a razão entre a tensão de saída e a tensão de entrada é igual à razão entre o número de espiras do enrolamento secundário e o número de espiras do enrolamento primário.
- D** 48 V, pois a razão entre a tensão de saída e a tensão de entrada é igual à razão entre o número de espiras do enrolamento primário e o número de espiras do enrolamento secundário.

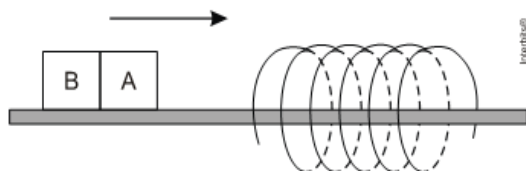
NÍVEL INTERMEDIÁRIO

- 01.** (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 **C** 0,20
B 0,02 **D** 2,00
- 02.** (Epcar (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.

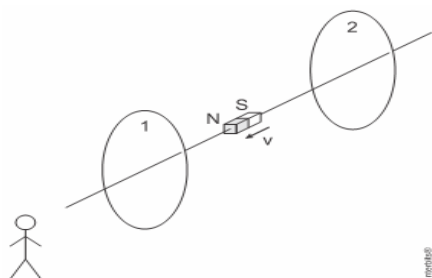


Nessas condições, é correto afirmar que, durante a aproximação do ímã, a bobina

- A** sempre o atrairá.
B sempre o repelirá.
C somente o atrairá se o polo A for o Norte.

Com base nessas informações, é correto afirmar que

- 03.** (Ufrgs 2017) O observador, representado na figura, observa um ímã que se movimenta em sua direção com velocidade constante. No instante representado, o ímã encontra-se entre duas espiras condutoras, 1 e 2, também mostradas na figura.

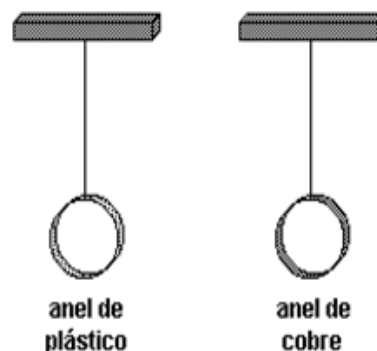


Examinando as espiras, o observador percebe que

- A** existem correntes elétricas induzidas no sentido horário em ambas espiras.
B existem correntes elétricas induzidas no sentido anti-horário em ambas espiras.
C existem correntes elétricas induzidas no sentido horário na espira 1 e anti-horário na espira 2.
D existem correntes elétricas induzidas no sentido anti-horário na espira 1 e horário na espira 2.
E existe apenas corrente elétrica induzida na espira 1, no sentido horário.

- 04.** (UFMG 2005) Em uma aula, o Prof. Antônio apresenta uma montagem com dois anéis dependurados, como representado na figura.

Um dos anéis é de plástico - material isolante - e o outro é de cobre - material condutor.

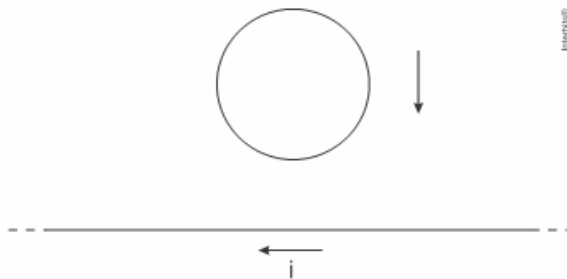


Em seguida, o Prof. Antônio mostra que o anel de plástico e o de cobre não são atraídos nem repelidos por um ímã que está parado em relação a eles. Ele, então, aproxima rapidamente o ímã, primeiro, do anel de plástico e, depois, do anel de cobre.

que

- A** os dois anéis se aproximam do ímã.
B o anel de plástico não se movimenta e o de cobre se afasta do ímã.
C nenhum dos anéis se movimenta.
D o anel de plástico não se movimenta e o de cobre se aproxima do ímã.

- 05.** (Ufrgs 2016) Observe a figura abaixo que representa um anel condutor que cai verticalmente na direção de um fio fixo que conduz uma corrente elétrica i .

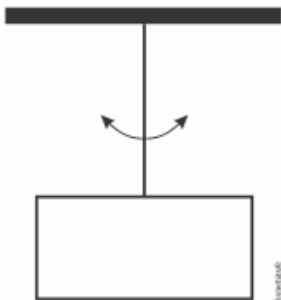


Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Considerando que o plano do anel e o fio são coplanares, conforme representa a figura, a corrente elétrica induzida no anel terá sentido _____ e a força magnética resultante sobre ela _____.

- A** horário – aponta para o topo da página
- B** horário – aponta para o pé da página
- C** anti-horário – aponta para o topo da página
- D** anti-horário – aponta para o pé da página
- E** anti-horário – será nula

- 06.** (Ifsul 2015) A figura abaixo mostra um pêndulo com uma placa de cobre presa em sua extremidade.

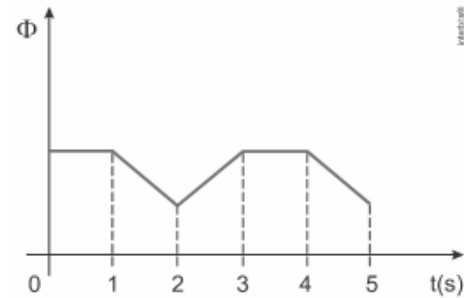
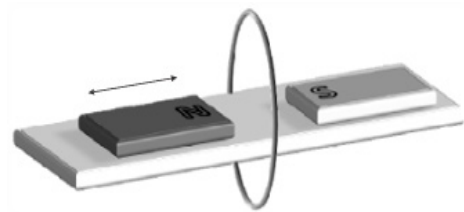


Esse pêndulo pode oscilar livremente, mas, quando a placa de cobre é colocada entre os polos de um ímã forte, ele para de oscilar rapidamente.

Com base nas informações fornecidas acima, pode-se afirmar que isso ocorre porque

- A** a placa de cobre fica ionizada.
- B** a placa de cobre fica eletricamente carregada.
- C** correntes elétricas são induzidas na placa de cobre.
- D** os átomos do cobre ficam eletricamente polarizados.

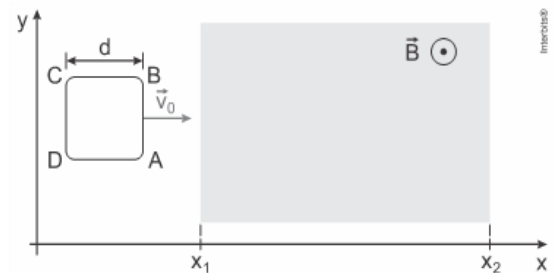
- 07.** (Ufjf-pism 3 2015) Uma espira circular está imersa em um campo magnético criado por dois ímãs, conforme a figura abaixo. Um dos ímãs pode deslizar livremente sobre uma mesa que não interfere no campo gerado. O gráfico da figura, a seguir, representa o fluxo magnético através da espira em função do tempo.



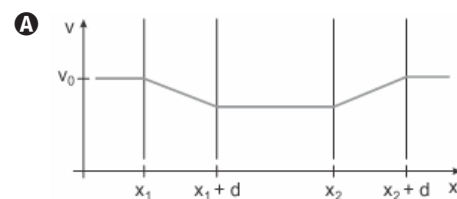
O intervalo de tempo em que aparece na espira uma corrente elétrica induzida é de:

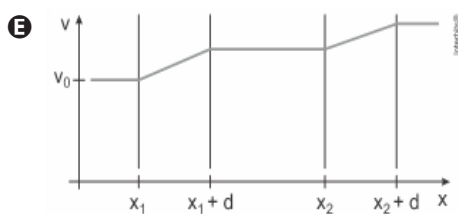
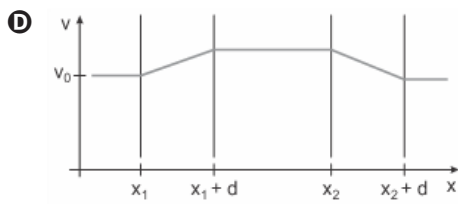
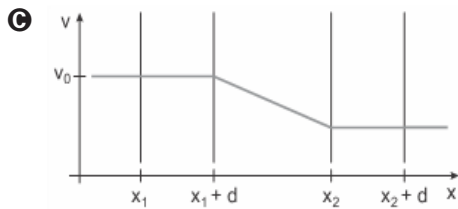
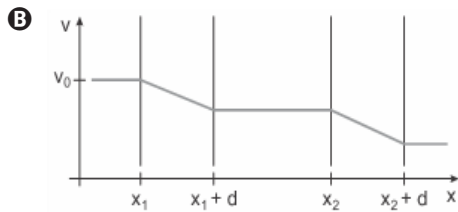
- A** 0 a 1 s, somente.
- B** 0 a 1 s e de 3 a 4 s.
- C** 1 a 3 s e de 4 a 5 s.
- D** 1 a 2 s e de 4 a 5 s.
- E** 2 a 3 s, somente.

- 08.** (Fgv 2020) Uma espira quadrada ABCD, de lado d , move-se no plano xy , paralelamente ao eixo x , inicialmente com velocidade constante v_0 . Em dado instante, a espira entra em uma região em que existe um campo magnético uniforme, com direção perpendicular ao plano xy e sentido saindo do papel.

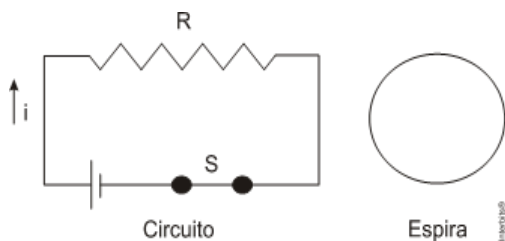


Considere que a espira atravessa toda a região em que existe o campo magnético e que durante todo o movimento apenas a força magnética atua sobre a espira. O gráfico que melhor representa o módulo da velocidade da espira, em função da posição x de seu lado AB, é





09. (Udesc 2011) A Figura ilustra uma espira condutora circular, próxima de um circuito elétrico inicialmente percorrido por uma corrente i constante; S é a chave desse circuito.

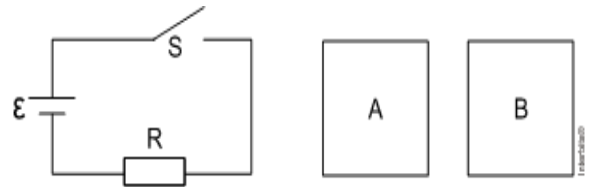


A A e C

É correto afirmar que:

- A** haverá corrente elétrica constante na espira enquanto a chave S for mantida fechada.
- B** não haverá uma corrente elétrica na espira quando ela se aproximar do circuito, enquanto a chave S estiver fechada.
- C** haverá uma corrente elétrica na espira quando a chave S for repentinamente aberta.
- D** haverá corrente elétrica constante na espira quando a chave S estiver aberta e assim permanecer.
- E** haverá uma corrente elétrica constante na espira quando ela for afastada do circuito, após a chave S ter sido aberta.

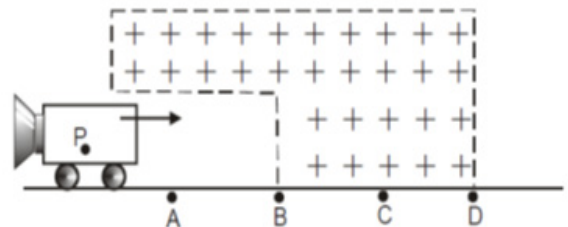
10. (Cefet-MG 2010) O circuito da figura a seguir é composto de uma bateria ϵ , um resistor R e uma chave S . Ao fechar a chave, instantaneamente, aparecerá uma corrente induzida nas espiras retangulares A e B .



Os sentidos dessa corrente em A e B , respectivamente, são

- A** horário e horário.
- B** horário e anti-horário.
- C** anti-horário e horário.
- D** anti-horário e anti-horário.

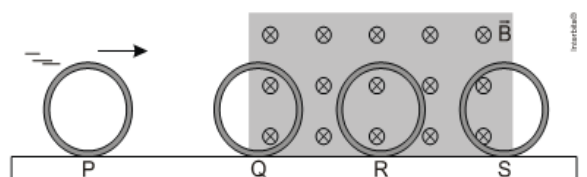
11. (FCMMG) Um carrinho possui nas suas bordas uma espira retangular ligada a um pequeno alto-falante muito sensível, pois qualquer corrente elétrica, por menor que seja, fará com que ele emita som. O carrinho se move numa superfície horizontal em cujas proximidades existe um campo magnético representado, na figura abaixo, pela região delimitada pelas linhas tracejadas e pelas cruzes.



O alto-falante emitirá som quando o ponto P do carrinho passar pelos pontos:

- B** A e B
- C** B e D
- D** C e D

12. (UFMG 2004) Um anel metálico rola sobre uma mesa, passando, sucessivamente, pelas posições P , Q , R e S , como representado nesta figura:

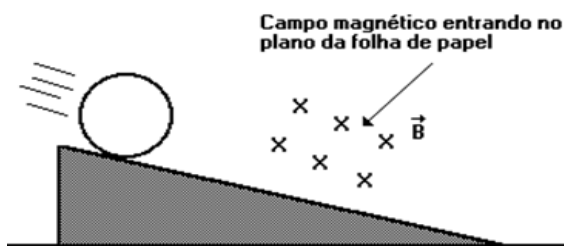


Na região indicada pela parte sombreada na figura, existe um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano do anel, representado pelo símbolo B.

Considerando-se essa situação, é CORRETO afirmar que, quando o anel passa pelas posições Q, R e S, a corrente elétrica, nele,

- A** é nula apenas em R e tem sentidos opostos em Q e em S.
- B** tem o mesmo sentido em Q, em R e em S.
- C** é nula apenas em R e tem o mesmo sentido em Q e em S.
- D** tem o mesmo sentido em Q e em S e sentido oposto em R.

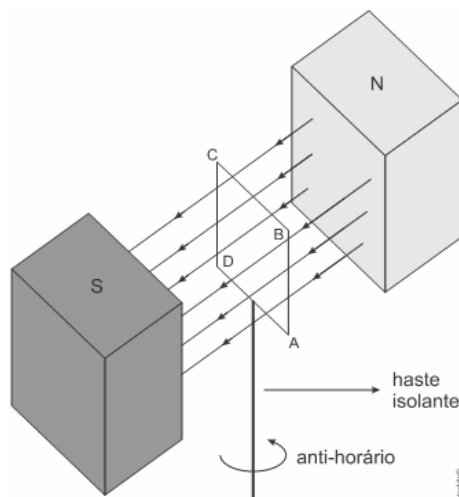
- 13.** (UFMG 1997) Um aro metálico com uma certa resistência elétrica desce um plano inclinado. Em determinado trecho, ele passa por uma região onde existe um campo magnético, como mostra a figura.



Com relação a essa situação, é correto afirmar que

- A** nada se pode dizer sobre a influência do campo magnético no tempo de queda, sem conhecer a resistência elétrica de aro.
- B** o campo magnético não influenciará no tempo de descida do aro.
- C** o tempo gasto pelo aro, para atingir a base do plano, é maior do que o tempo que ele gastaria se o campo magnético não existisse.
- D** o tempo gasto pelo aro, para atingir a base do plano, é menor do que o tempo que ele gastaria se o campo magnético não existisse.

- 14.** (Famerp 2017) Uma espira metálica retangular ABCD, de área constante, está totalmente imersa em um campo magnético uniforme horizontal criado na região entre dois polos magnéticos norte e sul, como representado na figura. Inicialmente, a espira está em repouso em um plano vertical perpendicular às linhas de indução do campo magnético.



Suponha que a espira gire 90° no sentido anti-horário, em torno de um eixo vertical, nesse campo magnético.

Enquanto isso acontece,

- A** circulará por ela uma corrente elétrica induzida sempre no sentido DCBA.
- B** circulará por ela uma corrente elétrica induzida, primeiro no sentido DCBA e depois no sentido ABCD.
- C** circulará por ela uma corrente elétrica induzida sempre no sentido ABCD.
- D** circulará por ela uma corrente elétrica induzida, primeiro no sentido ABCD e depois no sentido DCBA.
- E** não circulará por ela corrente elétrica induzida.

- 15.** (Uerj 2018) 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

secundário é:

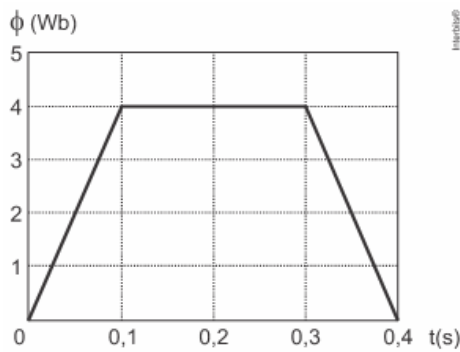
- A** 600
- B** 1.200
- C** 2.400
- D** 3.600

1.200 espiras, o número de espiras do enrolamento



NÍVEL AVANÇADO

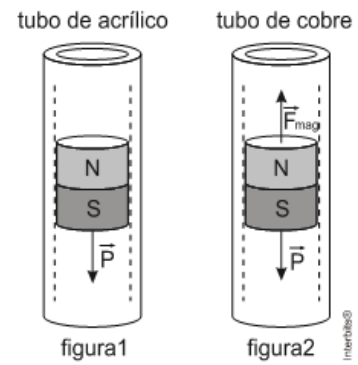
- 01.** (Unesp 2006) Uma espira, locomovendo-se paralelamente ao solo e com velocidade constante, atravessa uma região onde existe um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano da espira e ao solo. O fluxo magnético registrado, a partir do instante em que a espira entra nessa região até o instante de sua saída, é apresentado no gráfico da figura.



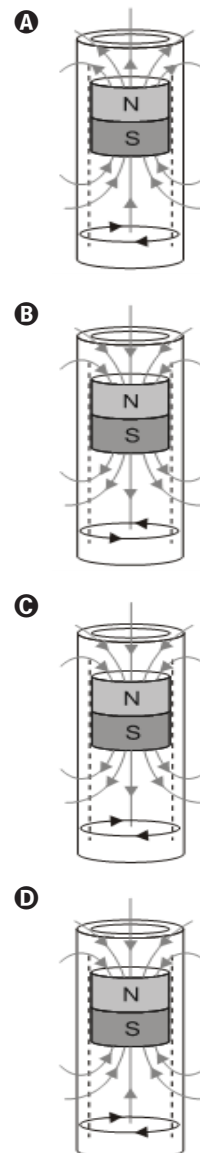
Analisando o gráfico, pode-se dizer que a força eletromotriz induzida, em volts, no instante $t = 0,2$ s, é

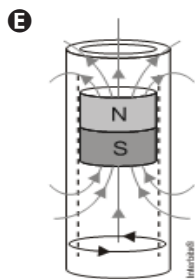
- A** 80
 - B** 60
 - C** 40
 - D** 20
 - E** 0
- 02.** (Unesp 2012) O freio eletromagnético é um dispositivo no qual interações eletromagnéticas provocam uma redução de velocidade num corpo em movimento, sem a necessidade da atuação de forças de atrito. A experiência descrita a seguir ilustra o funcionamento de um freio eletromagnético.

Na figura 1, um ímã cilíndrico desce em movimento acelerado por dentro de um tubo cilíndrico de acrílico, vertical, sujeito apenas à ação da força peso. Na figura 2, o mesmo ímã desce em movimento uniforme por dentro de um tubo cilíndrico, vertical, de cobre, sujeito à ação da força peso e da força magnética, vertical e para cima, que surge devido à corrente elétrica induzida que circula pelo tubo de cobre, causada pelo movimento do ímã por dentro dele. Nas duas situações, podem ser desconsiderados o atrito entre o ímã e os tubos, e a resistência do ar

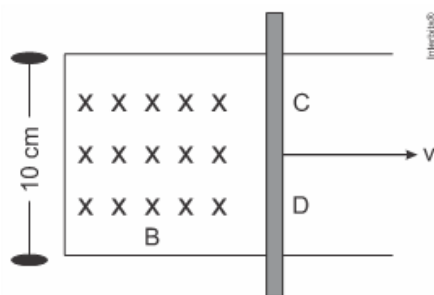


Considerando a polaridade do ímã, as linhas de indução magnética criadas por ele e o sentido da corrente elétrica induzida no tubo condutor de cobre abaixo do ímã, quando este desce por dentro do tubo, a alternativa que mostra uma situação coerente com o aparecimento de uma força magnética vertical para cima no ímã é a indicada pela letra





- 03.** (Udesc 2018) Na figura abaixo, a barra feita de material condutor desliza sem atrito, com velocidade constante de 6,0 cm/s para a direita, sobre trilhos de material também condutor, no plano horizontal. A barra partiu da extremidade esquerda do trilho em $t = 0$ s. Nesta região, há um campo magnético uniforme de intensidade de 10^{-4} T, como mostra a figura.



Assinale a alternativa que corresponde ao valor absoluto da tensão induzida, em microvolts, entre os pontos C e D da barra.

- A** 600 **D** 60
B 6.000 **E** 0,60
C 0,060

SEÇÃO ENEM

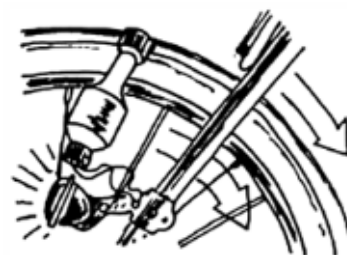
- 01.** corrente elétrica é gerada em circuito fechado

- 01.** (Enem 2018) A tecnologia de comunicação da etiqueta RFID (chamada de etiqueta inteligente) é usada há anos para rastrear gado, vagões de trem, bagagem aérea e carros nos pedágios. Um modelo mais barato dessas etiquetas pode funcionar sem baterias e é constituído por três componentes: um microprocessador de silício; uma bobina de metal, feita de cobre ou de alumínio, que é enrolada em um padrão circular; e um encapsulador, que é um material de vidro ou polímero envolvendo o microprocessador e a bobina. Na presença de um campo de radiofrequência gerado pelo leitor, a etiqueta transmite sinais. A distância de leitura é determinada pelo tamanho da bobina e pela potência da onda de rádio emitida pelo leitor.

Disponível em: <http://eleletronicos.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

- A etiqueta funciona sem pilhas porque o campo
- A** elétrico da onda de rádio agita elétrons da bobina.
B elétrico da onda de rádio cria uma tensão na bobina.
C magnético da onda de rádio induz corrente na bobina.
D magnético da onda de rádio aquece os fios da bobina.
E magnético da onda de rádio diminui a ressonância no interior da bobina.

- 02.** (Enem 2ª aplicação 2010) Os dínamos são geradores de energia elétrica utilizados em bicicletas para acender uma pequena lâmpada. Para isso, é necessário que a parte móvel esteja em contato com o pneu da bicicleta e, quando ela entra em movimento, é gerada energia elétrica para acender a lâmpada. Dentro desse gerador, encontram-se um ímã e uma bobina.



Disponível em: <http://www.if.usp.br>. Acesso em: 1 maio 2010.

O princípio de funcionamento desse equipamento é explicado pelo fato de que a

- A** corrente elétrica no circuito fechado gera um campo magnético nessa região.
B bobina imersa no campo magnético em circuito fechado gera uma corrente elétrica.
C bobina em atrito com o campo magnético no circuito fechado gera uma corrente elétrica.

por causa da presença do campo magnético.

- E** corrente elétrica é gerada em circuito fechado quando há variação do campo magnético.

- 03.** (Enem 2020) Em uma usina geradora de energia elétrica, seja através de uma queda-d'água ou através de vapor sob pressão, as pás do gerador são postas a girar. O movimento relativo de um ímã em relação a um conjunto de bobinas produz um fluxo magnético variável através delas, gerando uma diferença de potencial em seus terminais. Durante o funcionamento de um dos geradores, o operador da usina percebeu que houve um aumento inesperado da diferença de potencial elétrico nos terminais das bobinas.

Nessa situação, o aumento do módulo da diferença de potencial obtida nos terminais das bobinas resulta do aumento do(a)

- A** intervalo de tempo em que as bobinas ficam imersas no campo magnético externo, por meio de uma diminuição de velocidade no eixo de rotação do gerador.
- B** fluxo magnético através das bobinas, por meio de um aumento em sua área interna exposta ao campo magnético aplicado.
- C** intensidade do campo magnético no qual as bobinas estão imersas, por meio de aplicação de campos magnéticos mais intensos.
- D** rapidez com que o fluxo magnético varia através das bobinas, por meio de um aumento em sua velocidade angular.
- E** resistência interna do condutor que constitui as bobinas, por meio de um aumento na espessura dos terminais.

- 04.** (Enem 2ª aplicação 2010) Há vários tipos de tratamentos de doenças cerebrais que requerem a estimulação de partes do cérebro por correntes elétricas. Os eletrodos são introduzidos no cérebro para gerar pequenas correntes em áreas específicas. Para se eliminar a necessidade de introduzir eletrodos no cérebro, uma alternativa é usar bobinas que, colocadas fora da cabeça, sejam capazes de induzir correntes elétricas no tecido cerebral.

Para que o tratamento de patologias cerebrais com bobinas seja realizado satisfatoriamente, é necessário que

- A** haja um grande número de espiras nas bobinas, o que diminui a voltagem induzida.
- B** o campo magnético criado pelas bobinas seja constante, de forma a haver indução eletromagnética.
- C** se observe que a intensidade das correntes induzidas depende da intensidade da corrente nas bobinas.
- D** a corrente nas bobinas seja contínua, para que o campo magnético possa ser de grande intensidade.
- E** o campo magnético dirija a corrente elétrica das bobinas para dentro do cérebro do paciente.

- 05.** (Enem 2017) Para demonstrar o processo de transformação de energia mecânica em elétrica, um estudante constrói um pequeno gerador utilizando:

- um fio de cobre de diâmetro D enrolado em N espiras circulares de área A ;

- dois ímãs que criam no espaço entre eles um campo magnético uniforme de intensidade B ; e
 - um sistema de engrenagens que lhe permite girar as espiras em torno de um eixo com uma frequência f .

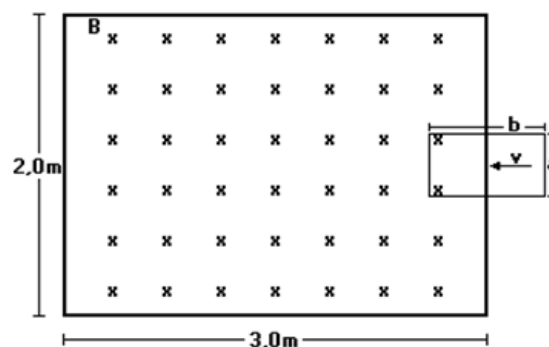
Ao fazer o gerador funcionar, o estudante obteve uma tensão máxima V e uma corrente de curto-circuito i .

Para dobrar o valor da tensão máxima V do gerador mantendo constante o valor da corrente de curto i , o estudante deve dobrar o(a)

- A** número de espiras.
- B** frequência de giro.
- C** intensidade do campo magnético.
- D** área das espiras.
- E** à diâmetro do fio.

DISCURSIVAS

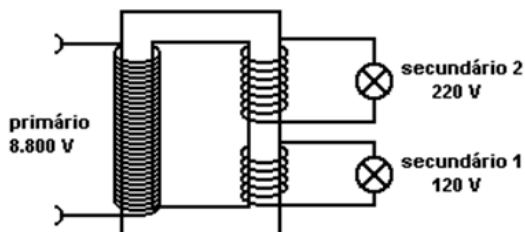
- 01.** (UFMG 1995) Esta figura mostra uma espira retangular, de lados $a = 0,20$ m e $b = 0,50$ m, sendo empurrada, com velocidade constante $v = 0,50$ m/s, para uma região onde existe um campo magnético uniforme $B = 0,10$ T, entrando no papel.



Considerando-se o instante mostrado na figura,

- a) Indique o sentido da corrente induzida na espira. Justifique sua resposta.
- b) Determine o valor da força eletromotriz induzida na espira.
- c) Sabendo-se que a espira atravessa completamente a região onde existe o campo magnético, determine o tempo durante o qual será percorrida por corrente induzida a partir do instante em que começa a entrar no campo magnético.

02. (Uerj 2005) O supermercado dispõe de um transformador de energia elétrica que opera com tensão de 8.800 V no enrolamento primário e tensões de 120 V e 220 V, respectivamente, nos enrolamentos secundários 1 e 2.



Considere que os valores das tensões sejam eficazes e que o transformador seja ideal.

- a) Determine a relação entre o número de espiras no enrolamento primário e no secundário 2.
- b) Sabendo que a potência no enrolamento primário é de 81.000 W e que a corrente no secundário 2 é 150 A, calcule a corrente elétrica no enrolamento secundário 1.

C B D C A

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
E	C	B	A	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	B	C	B	C
6	7	8	9	10
C	C	B	C	A
11	12	13	14	15
A	A	C	C	A

AVANÇADO

1	2	3
E	A	E

SEÇÃO ENEM

1	2	3	4	5

DISCURSIVAS

01. a) Sentido anti-horário
b) 0,01 V
c) 2 s
02. a) 40
b) 400 A

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Unisc 2017) A radiação eletromagnética tem uma natureza bastante complexa. Em fenômenos de interferência, por exemplo, ela apresenta um comportamento _____. Já em processo de emissão e de absorção ela pode apresentar um comportamento _____. Pode também ser descrita por “pacotes de energia” (fótons) que se movem no vácuo com velocidade de aproximadamente 300.000 km/s e têm massa _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- A** ondulatório – ondulatório – nula.
- B** ondulatório – corpuscular – nula.
- C** ondulatório – corpuscular – diferente de zero.
- D** corpuscular – ondulatório – diferente de zero.
- E** ondulatório – ondulatório – diferente de zero.

- 02.** (Feevale 2016) O efeito fotoelétrico foi descoberto por Hertz no final do século XIX, e a explicação do fenômeno foi dada por Einstein no começo do século XX. Com base nessa explicação, são feitas três afirmações.

I. A energia contida no fóton depende da frequência da radiação incidente.

II. A radiação, ao incidir sobre uma superfície, pode arrancar elétrons desta.

III. A energia cinética do elétron arrancado de uma superfície depende da intensidade da radiação incidente.

Marque a alternativa correta.

- A** Apenas a afirmação I está correta.
- B** Apenas a afirmação II está correta.
- C** Apenas a afirmação III está correta.
- D** Apenas as afirmações I e II estão corretas.
- E** Apenas as afirmações I e III estão corretas.

- 03.** (Ufsm 2012) À medida que a tecnologia invadiu os meios de produção, a obra de arte deixou de ser o resultado exclusivo do trabalho das mãos do artista, por exemplo, a fotografia. Uma vez obtido o negativo, muitas cópias da mesma foto podem ser impressas.

O elemento essencial de uma fotocopiadora é um cilindro eletrizado que perde eletrização, por efeito fotoelétrico, nas regiões em que incide luz. Então,

I. o efeito fotoelétrico só pode ser entendido em termos de um modelo corpuscular para a radiação eletromagnética.

II. o número de elétrons arrancados de uma placa metálica pelo efeito fotoelétrico cresce com o aumento da intensidade da radiação eletromagnética que atinge a placa.

III. a energia máxima dos elétrons arrancados de uma placa metálica pelo efeito fotoelétrico cresce com o aumento da intensidade da radiação eletromagnética que atinge a placa.

Está(ão) correta(s)

- A** apenas I.
- B** apenas II.
- C** apenas III.
- D** apenas I e II.
- E** I, II e III.

- 04.** (Fmcs sp 2023) Albert Einstein é muito conhecido por ter elaborado a Teoria da Relatividade, mas o trabalho que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física de 1921 foi sobre o efeito fotoelétrico. Esse efeito consiste

A na emissão de elétrons por uma superfície metálica quando é atingida por radiação eletromagnética.

B na emissão de luz pelos LEDs quando são

C na emissão de luz por um metal aquecido, como ocorre nas lâmpadas incandescentes.

D na emissão de elétrons pelo núcleo atômico (radiação beta menos) quando é atingido por radiação luminosa.

E na emissão de luz por um gás quando é atingido por elétrons, como ocorre nas lâmpadas fluorescentes.

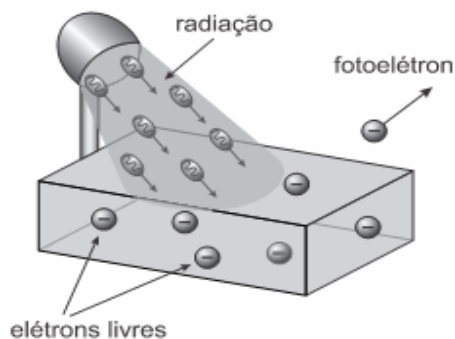
- 05.** (Ear 2022) Para estudar determinados fenômenos associados à luz é necessário utilizar corretamente a natureza dual atribuída à luz, ou seja, em determinados fenômenos a luz se apresenta como onda e, em outros, apresenta-se como corpúsculo.

Com relação ao texto anterior, assinale a alternativa correta.

- A O efeito fotoelétrico e a difração são fenômenos que podem ser corretamente explicados pelo modelo corpuscular da luz.
- B O efeito fotoelétrico e a difração são fenômenos que podem ser corretamente explicados pelo modelo ondulatório da luz.
- C O efeito fotoelétrico é um fenômeno que somente pode ser explicado por meio do modelo corpuscular da luz, enquanto a difração é um fenômeno corretamente explicado pelo modelo ondulatório da luz.
- D O efeito fotoelétrico é um fenômeno que somente pode ser explicado por meio do modelo ondulatório da luz, enquanto a difração é um fenômeno corretamente explicado pelo modelo corpuscular da luz.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Ifce 2016) Alguns dispositivos funcionam tendo como base o efeito fotoelétrico, que consiste na ejeção de fotoelétrons de uma superfície metálica devido à incidência de radiação eletromagnética, atuando como uma chave em diversos circuitos.



Fonte: <http://efeitofotoeletricoecompton.webnode.com.br/efeito-fotoeletrico2/>

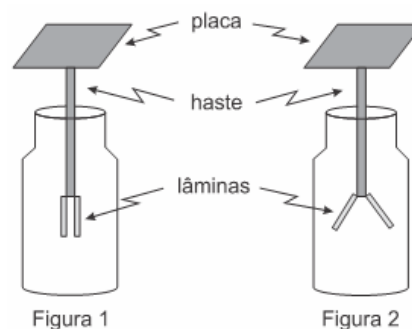
alguns elétrons da placa.

Faz uso dessa tecnologia

- A a guitarra elétrica, uma vez que o dedilhar do guitarrista produz radiação eletromagnética, gerando corrente elétrica que, por fim, produz o som.
- B os controles remotos que, ao serem pressionados, produzem radiação eletromagnética fazendo com que os circuitos internos do aparelho de televisão passem a funcionar.
- C a porta dos elevadores, sendo que pessoas ou objetos funcionam como uma chave, pois, ao entrarem ou saírem, interrompem a radiação eletromagnética fazendo com que a porta fique aberta.

- D as máquinas fotográficas, nas quais, ao apertar o botão para tirar uma fotografia, fecha-se um circuito e dispara-se um flash que nada mais é que radiação eletromagnética.
- E a lâmpada fosforescente na qual, devido à alta temperatura (em torno de 2.000 °C) as ondas de calor arrancam os elétrons do filamento, produzindo o brilho característico.

02. (Epcar (Afa) 2019) O eletroscópio de folhas é um aparelho utilizado para detectar cargas elétricas. Ele é constituído de uma placa metálica que é ligada, através de uma haste condutora elétrica, a duas lâminas metálicas finas e bem leves. Se as duas lâminas estiverem fechadas, indica que o eletroscópio está descarregado (Figura 1); se abertas, indica a presença de cargas elétricas (Figura 2).



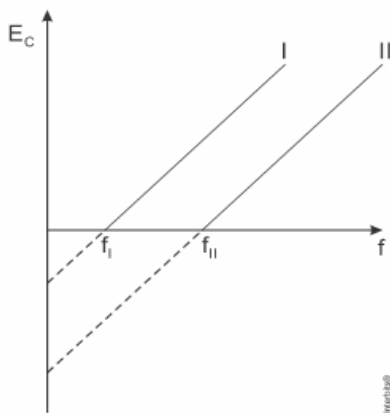
Considere o eletroscópio inicialmente carregado positivamente e que a placa seja feita de zinco. Fazendo-se incidir luz monocromática vermelha sobre a placa, observa-se que a abertura das lâminas

- A aumenta muito, pois a energia dos fótons da luz vermelha é suficiente para arrancar muitos elétrons da placa.
- B aumenta um pouco, pois a energia dos fótons da luz vermelha é capaz de arrancar apenas
- C diminui um pouco, pois a energia dos fótons da luz vermelha é capaz de arrancar apenas alguns prótons da placa.
- D não se altera, pois a energia dos fótons da luz vermelha é insuficiente para arrancar elétrons da placa.

03. (Fgv 2017) A função trabalho de certo metal é $9,94 \times 10^{-19}$ J. Considere a constante de Planck com o valor $6,63 \times 10^{-34}$ J.s. A frequência mínima a partir da qual haverá efeito fotoelétrico sobre esse metal é, em 10^{15} Hz, de

- A 1,1
- B 1,2
- C 1,5
- D 1,7
- E 1,9

04. (Ufrgs 2017) O gráfico abaixo mostra a energia cinética E_c de elétrons emitidos por duas placas metálicas, I e II, em função da frequência f da radiação eletromagnética incidente.



Sobre essa situação, são feitas três afirmações.

- I. Para $f > f_{II}$ a E_c dos elétrons emitidos pelo material II é maior do que a dos elétrons emitidos pelo material I.
- II. O trabalho realizado para liberar elétrons da placa II é maior do que o realizado na placa I.
- III. A inclinação de cada reta é igual ao valor da constante universal de Planck, h .

Quais estão corretas?

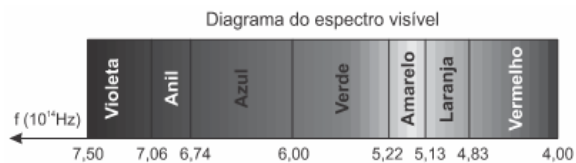
- A) Apenas I.
- B) Apenas II.
- C) Apenas III.
- D) Apenas II e III.
- E) I, II e III.

05. (Epcar (Afa) 2014) Para a construção de uma célula fotoelétrica, que será utilizada na abertura e fechamento automático de uma porta, um pesquisador dispõe de quatro metais, cujas funções trabalho (ω) estão listadas na tabela abaixo.

Metal	ω (eV)
Platina	6,4
Prata	4,7
Chumbo	4,1
Sódio	2,3

Sendo que essa célula deverá ser projetada para funcionar com luz visível, poderá(ão) ser usado(s) somente o(s) metal(is)

Dados: $h = 4,1 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$



- A) platina.
- B) sódio.
- C) chumbo e prata.
- D) chumbo e sódio.

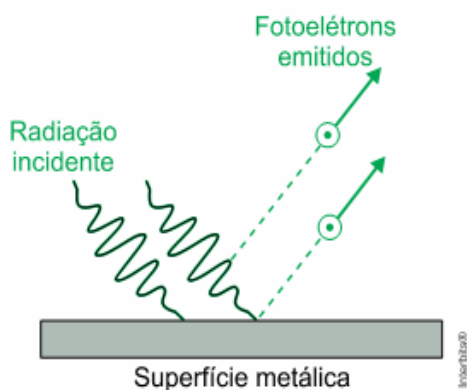
06. (Ufsm 2015) O fenômeno físico responsável pelo funcionamento dos sensores CCD, presentes nas primeiras e em muitas das atuais câmeras digitais, é similar ao efeito fotoelétrico. Ao incidirem sobre um cristal de silício, os fótons transferem a sua energia aos elétrons que se encontram na banda de valência, que são "promovidos" para os níveis de energia que se encontram na banda de condução. O excesso de carga transferido para a banda de condução é então drenado por um potencial elétrico aplicado sobre o dispositivo, produzindo um sinal proporcional à intensidade da luz incidente.

A energia transferida aos elétrons pelos fótons, nesse processo, é proporcional à _____ da radiação incidente.

Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna.

- A) intensidade
- B) frequência
- C) polarização
- D) amplitude
- E) duração

07. (Unesp 2021) O efeito fotoelétrico é um processo placa metálica, chamados fotoelétrons, quando a radiação eletromagnética incide sobre ela com uma quantidade de energia suficiente para removê-los da superfície da placa. A quantidade mínima dessa energia que remove cada elétron é chamada função trabalho do metal (ϕ). No estudo desse efeito, considera-se que a energia (ϵ) associada a um fóton de determinada radiação que se propaga com frequência f é dada pela expressão $\epsilon = hf$ em que h é uma constante positiva. Nesse processo, essa energia é totalmente absorvida por um elétron ligado à placa, sendo parte utilizada para removê-lo do metal e o restante transformada em energia cinética desse fotoelétron $E_c = \epsilon - \phi$.



A tabela apresenta as funções trabalho do sódio e do alumínio, expressas em joules.

Metal	Φ (J)
Sódio	$3,7 \times 10^{-19}$
Alumínio	$6,5 \times 10^{-19}$

Considere que uma radiação ultravioleta de comprimento de onda $\lambda = 4,0 \times 10^{-7}$ m propagando-se no vácuo, incida sobre duas placas, uma feita de sódio e outra de alumínio. Sendo a velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8$ m/s e adotando-se $h = 6,4 \times 10^{-34}$ J.s nessa situação somente a placa de

- A alumínio emitirá fotoelétrons, cada um com $2,0 \times 10^{-19}$ J de energia cinética.
- B alumínio emitirá fotoelétrons, cada um com $2,4 \times 10^{-19}$ J de energia cinética.
- C sódio emitirá fotoelétrons, cada um com $2,4 \times 10^{-19}$ J de energia cinética.
- D sódio emitirá fotoelétrons, cada um com $1,1 \times 10^{-19}$ J de energia cinética.
- E alumínio emitirá fotoelétrons, cada um com $1,1 \times 10^{-19}$ J de energia cinética.

pela expressão $E = hf$ sendo h a constante de

- 08.** (Fuvest 2022) Alguns equipamentos de visão noturna têm seu funcionamento baseado no efeito fotoelétrico, uma das primeiras descobertas que contribuíram para o surgimento da mecânica quântica. Nesses equipamentos, fótons de frequência f emitidos por um objeto incidem sobre uma superfície metálica. Elétrons são então liberados da superfície e acelerados por um campo elétrico. Em seguida, o sinal eletrônico é amplificado e produz uma imagem do objeto.

Diferentemente do que a física clássica prevê, apenas os elétrons com energia hf acima de uma certa energia mínima E_0 são liberados da superfície metálica.

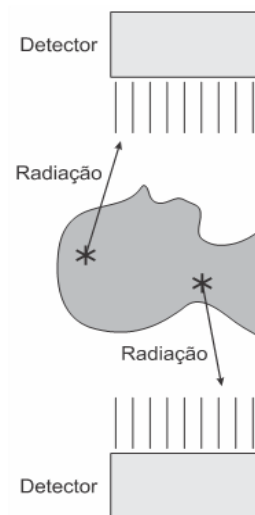
Considerando a incidência de fótons com frequência da ordem de 10^{14} Hz, a ordem de grandeza do valor limite de E_0 para que o equipamento funcione deve ser:

Note e adote:

Constante de Planck: $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s

- A 10^{-50} J
- B 10^{-40} J
- C 10^{-30} J
- D 10^{-20} J
- E 10^{-10} J

- 09.** (Famerp 2021) Em certos exames de medicina nuclear, uma substância radioativa é administrada ao paciente que, posteriormente, é acomodado em um aparelho. Quando o elemento radioativo decai, os detectores do aparelho captam parte dos fótons emitidos.



(www.radiologycafe.com. Adaptado.)

Sabe-se que a energia associada a um fóton está relacionada com a frequência da radiação

Planck, cujo valor é $6,63 \times 10^{-34}$ J.s. Suponha que o elemento radioativo utilizado em um desses exames seja o tecnécio-99m, que emite radiação cujos fótons têm energia associada de $2,24 \times 10^{-14}$ J e considere os detectores de radiação sensíveis às faixas de frequência indicadas na tabela.

Detector	Faixa de sensibilidade (Hz)
I	10^{12} a 10^{13}
V	10^{13} a 10^{14}
U	10^{16} a 10^{17}
X	10^{17} a 10^{18}
G	10^{19} a 10^{20}

Para que possam captar os fótons emitidos pelo tecnécio-99m, os detectores utilizados no aparelho devem ser do tipo

- A** X
- B** G
- C** V
- D** I
- E** U

- 10.** (Ufjf-pism 3 2023) A Física moderna surgiu entre o final do século 19 e início do século 20. Novas teorias foram elaboradas para explicar fenômenos que eram observados nos laboratórios de pesquisa da época e que intrigavam os cientistas por não encontrarem na Física Clássica teorias que fossem capazes de explicar fenômenos como, por exemplo, o efeito fotoelétrico. Com relação a esse efeito, avalie as seguintes afirmações:

I. O efeito fotoelétrico pode ser explicado considerando o comportamento corpuscular da luz.

II. O efeito fotoelétrico pode ser explicado considerando o comportamento ondulatório da luz.

III. A energia do elétron arrancado do metal devido ao efeito fotoelétrico depende da intensidade da radiação eletromagnética que incide no metal.

IV. A energia do elétron arrancado do metal devido ao efeito fotoelétrico depende da frequência da radiação eletromagnética que incide no metal.

V. A energia do elétron arrancado do metal devido ao efeito fotoelétrico depende da energia do fóton da radiação eletromagnética que incide no metal e da função trabalho para arrancar o elétron do metal.

Assinale a alternativa que corresponde aos itens CORRETOS:

- A** II, III e IV
- B** I, III e IV
- C** II, IV e V
- D** I, IV e V
- E** III, IV e V

NÍVEL AVANÇADO

- 01.** (Ufrgs 2011) Cerca de 60 fótons devem atingir a córnea para que o olho humano perceba um flash de luz, e aproximadamente metade deles são absorvidos ou refletidos pelo meio ocular. Em média, apenas 5 dos fótons restantes são realmente absorvidos pelos fotorreceptores (bastonetes) na retina, sendo os responsáveis pela percepção luminosa.

Considere a constante de Planck h igual a $6,6 \times 10^{-34}$ J.s.

Com base nessas informações, é correto afirmar que, em média, a energia absorvida pelos fotorreceptores quando luz verde com comprimento de onda igual a 500 nm atinge o olho humano é igual a

- A** $3,30 \times 10^{-41}$ J
- B** $3,96 \times 10^{-33}$ J
- C** $1,98 \times 10^{-32}$ J
- D** $3,96 \times 10^{-19}$ J
- E** $1,98 \times 10^{-18}$ J

- 02.** (Epcar (Afa) 2013) Raios X são produzidos em tubos de vácuo nos quais elétrons são acelerados por uma ddp de $4,0 \times 10^4$ V e, em seguida, submetidos a uma intensa desaceleração ao colidir com um alvo metálico.

Assim, um valor possível para o comprimento de onda, em angstroms, desses raios X é,

- A** 0,15
- B** 0,20
- C** 0,25
- D** 0,35

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem digital 2020) As células fotovoltaicas (placas semicondutoras compostas de silício) são os componentes principais dos painéis solares e são capazes de converter, com certa eficiência, parte da energia dos raios solares em energia elétrica. Essa conversão é causada pelo fenômeno físico denominado "efeito fotoelétrico", que pode ocorrer em uma variedade de materiais, incluindo metais e semicondutores.

Na superfície dos metais, a sequência de eventos que caracteriza esse efeito, de forma simplificada, é a

- A absorção de fótons e a emissão de elétrons.
- B absorção de elétrons e a emissão de fótons.
- C emissão de fótons e a absorção de elétrons.
- D absorção e a emissão de elétrons.
- E absorção e a emissão de fótons.

02. (Enem PPL 2013) Quando a luz branca incide em uma superfície metálica, são removidos elétrons desse material. Esse efeito é utilizado no acendimento automático das luzes nos postes de iluminação, na abertura automática das portas, no fotômetro fotográfico e em sistemas de alarme.

Esse efeito pode ser usado para fazer a transformação de energia

- A nuclear para cinética.
- B elétrica para radiante.
- C térmica para química.
- D radiante para cinética.
- E potencial para cinética.

DISCURSIVAS

01. (Fuvest 2016) Lasers pulsados de altíssima potência estão sendo construídos na Europa. Esses lasers emitirão pulsos de luz verde, e cada pulso terá 10^{15} W de potência e duração de cerca de 30×10^{-15} s.

Com base nessas informações, determine

- a) o comprimento de onda da luz desse laser;
- b) a energia contida em um pulso;
- c) o intervalo de tempo durante o qual uma lâmpada LED de 3 W deveria ser mantida acesa, de forma a consumir uma energia igual à contida em cada pulso;
- d) o número N de fótons em cada pulso.

Note e adote:

Frequência da luz verde: $f = 0,6 \times 10^{15}$ Hz

Velocidade da luz 3×10^8 m/s

Energia do fóton = hf

$h = 6 \times 10^{-34}$ J.s

02. (Unicamp 2005) O efeito fotoelétrico, cuja descrição por Albert Einstein está completando 100 anos em 2005 (ano internacional da Física), consiste na emissão de elétrons por um metal no qual incide um feixe de luz. No processo, "pacotes" bem definidos de energia luminosa, chamados fótons, são absorvidos um a um pelos elétrons do metal. O valor da energia de cada fóton é dado por $E(\text{fóton}) = hf$, onde $h = 4 \times 10^{-15}$ eV.s é a chamada constante de Planck e f é a frequência da luz incidente. Um elétron só é emitido do interior do metal se a energia do fóton absorvido for maior que uma energia mínima. Para os elétrons mais fracamente ligados ao metal, essa energia mínima é chamada função trabalho W e varia de metal para metal (ver a tabela a seguir). Considere $c = 300.000$ km/s.

a) Calcule a energia do fóton (em eV), quando o comprimento de onda da luz incidente for 5×10^{-7} m.

b) A luz de 5×10^{-7} m é capaz de arrancar elétrons de quais dos metais apresentados na tabela?

c) Qual será a energia cinética de elétrons emitidos pelo potássio, se o comprimento de onda da luz incidente for 3×10^{-7} m? Considere os elétrons mais fracamente ligados do potássio e que a diferença entre a energia do fóton absorvido e a função trabalho W é inteiramente convertida em energia cinética.

metal	W (eV)
césio	2,1
potássio	2,3
sódio	2,8

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
B	D	D	A	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
C	D	C	D	B
6	7	8	9	10
B	D	D	B	D

AVANÇADO

1	2
E	D

SEÇÃO ENEM

1	2
A	D

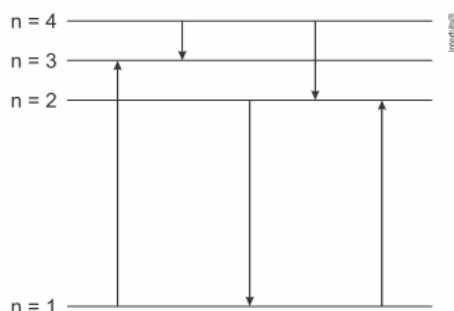
DISCURSIVAS

- 01.** a) 5×10^{-7} m
b) 30 J
c) 10 s
d) $8,3 \times 10^{19}$ fótons
- 02.** a) 2,4 eV
b) Césio e Potássio
c) 1,7 eV

NÍVEL BÁSICO

- 01.** (Upe 2014) Se um elétron move-se de um nível de energia para outro mais afastado do núcleo do mesmo átomo, é CORRETO afirmar que, segundo Bohr,
- A** há emissão de energia.
 - B** há absorção de energia.
 - C** o número atômico varia.
 - D** há emissão de luz de um determinado comprimento de onda.
 - E** não há variação de energia.
- 02.** (Upf 2023) Após a aula de Física na escola de Ensino Médio, num dia em que a professora ministrou conteúdos de Física Moderna abordando os modelos atômicos, um grupo de alunos conversa e faz as seguintes afirmações:
- I. No seu modelo atômico, Bohr considera que cada elétron se movimenta em uma órbita circular estável em torno do núcleo, não havendo assim emissão de radiação por parte do elétron.
- II. Ao criar o seu modelo atômico, Bohr utilizou a ideia de Planck, segundo a qual os elétrons podem ser arrancados de certos metais pela incidência de um feixe de luz.
- III. Em um átomo de hidrogênio, o elétron se movimenta em órbitas circulares em torno do próton devido à ação de uma força centrípeta que se origina da interação gravitacional entre as massas das partículas.
- IV. O elétron não deveria emitir radiação porque
- IV. Em um átomo de hidrogênio, o módulo da força de atração eletrostática entre o próton no núcleo e o elétron girando ao seu redor é maior do que o módulo da força gravitacional entre as massas das partículas.
- Está correto apenas o que se afirma em:
- A** I e III.
 - B** II, III e IV.
 - C** II e IV.
 - D** I e IV.
 - E** I, II e III.
- 03.** (Cefet-MG 2019) Os fenômenos que ocorrem a nossa volta, como as explosões de fogos de artifício, podem ser entendidos a partir das teorias e dos modelos propostos para o átomo.
- De acordo com a teoria atômica apropriada, as diferentes cores produzidas no exemplo citado são decorrentes de transições de
- A** elétrons de níveis mais internos para níveis mais externos.
 - B** elétrons de níveis mais externos para níveis mais internos.
 - C** prótons de níveis mais internos para níveis mais externos.
 - D** prótons de níveis mais externos para níveis mais internos.
- 04.** (Udesc 2018) O modelo atômico de Rutherford considera o elétron, na eletrosfera, orbitando o núcleo atômico. Este modelo ficou conhecido como modelo planetário do átomo. No entanto, este modelo para o átomo apresentou algumas falhas que levaram à necessidade de se repensar o átomo. Resultou daí o modelo atômico de Bohr, concebido com base em alguns postulados.
- Analise as proposições com base nas falhas relacionadas ao modelo atômico de Rutherford.
- I. O elétron, como uma carga elétrica, estando acelerado, deveria sempre emitir radiação.
- II. A trajetória do elétron deveria ser uma espiral em direção ao núcleo do átomo.
- III. O elétron deveria emitir radiação somente em uma única frequência.
- estaria em uma órbita fechada.
- V. O elétron deveria emitir radiação em diferentes comprimentos de onda.
- Assinale a alternativa **correta**.
- A** Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.
 - B** Somente as afirmativas I, III e V são verdadeiras.
 - C** Somente as afirmativas I, II e V são verdadeiras.
 - D** Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
 - E** Somente as afirmativas II, IV e V são verdadeiras.

05. (Udesc 2017) O diagrama da figura abaixo mostra os níveis de energia para um elétron em um determinado átomo.



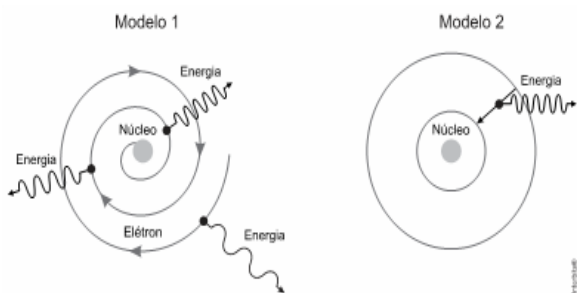
Das transições entre os níveis de energia mostradas na figura, assinale a alternativa que representa a emissão de um fóton com maior energia.

- A de $n = 4$ para $n = 3$
- B de $n = 1$ para $n = 3$
- C de $n = 2$ para $n = 1$
- D de $n = 1$ para $n = 2$
- E de $n = 4$ para $n = 2$

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Unesp 2019) As figuras representam dois modelos, 1 e 2, para o átomo de hidrogênio. No modelo 1, o elétron move-se em trajetória espiral, aproximando-se do núcleo atômico e emitindo energia continuamente, com frequência cada vez maior, uma vez que cargas elétricas aceleradas irradiam energia. Esse processo só termina quando o elétron se choca com o núcleo. No modelo 2, o elétron move-se inicialmente em determinada órbita circular estável e em movimento uniforme em relação ao núcleo, sem emitir radiação

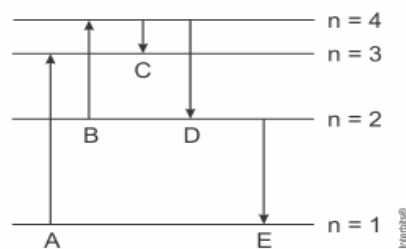
03. (Epcar (Afa) 2017) A figura 1, abaixo, apresenta um arranjo experimental para a obtenção do espectro de emissão da luz emitida por uma lâmpada de gás de hidrogênio.



A respeito desses modelos atômicos, pode-se afirmar que

- A o modelo 1, proposto por Bohr em 1913, está de acordo com os trabalhos apresentados na época por Einstein, Planck e Rutherford.
- B o modelo 2 descreve as ideias de Thomson, em que um núcleo massivo no centro mantém os elétrons em órbita circular na eletrosfera por forças de atração coulombianas.
- C os dois estão em total desacordo com o modelo de Rutherford para o átomo, proposto em 1911, que não previa a existência do núcleo atômico.
- D o modelo 1, proposto por Bohr, descreve a emissão de fótons de várias cores enquanto o elétron se dirige ao núcleo atômico.
- E o modelo 2, proposto por Bohr, explica satisfatoriamente o fato de um átomo de hidrogênio não emitir radiação o tempo todo.

02. (Upe-ssa 3 2018) O diagrama a seguir ilustra as transições que são possíveis de ocorrer entre alguns níveis de energia, de acordo com o modelo de Bohr, de um átomo hidrogenoide da atmosfera de Plutão. Qual transição representa a emissão de um fóton com a maior energia?



- A A
- B B
- C C
- D D
- E E

arranjo experimental para a obtenção do espectro de emissão da luz emitida por uma lâmpada de gás de hidrogênio.

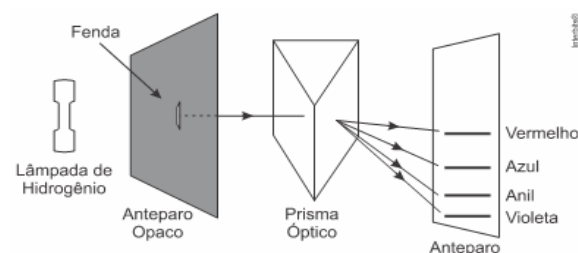
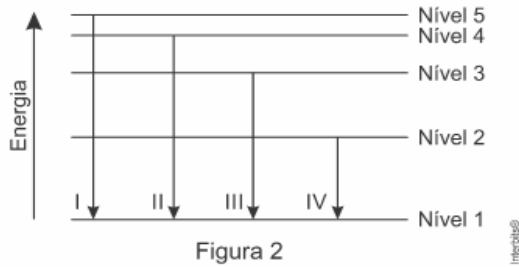


Figura 1

Ao passar pelo prisma, a luz divide-se em quatro feixes de cores distintas: violeta, anil, azul e vermelho. Projetando-se esses feixes em um anteparo, eles ficam espalhados, como ilustrado na Figura 1.

Considere agora a Figura 2, que ilustra esquematicamente alguns níveis de energia do átomo de hidrogênio, onde as setas I, II, III e IV mostram transições possíveis para esse átomo.



Relacionando as informações contidas na Figura 2 com as cores da luz emitida pela lâmpada de gás de hidrogênio mostrada na Figura 1, é correto afirmar que a cor anil corresponde à transição

- (A) I (C) III
(B) II (D) IV
04. (Ufrgs 2015) O físico francês Louis de Broglie (1892-1987), em analogia ao comportamento dual onda-partícula da luz, atribuiu propriedades ondulatórias à matéria. Sendo a constante de Planck $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J.s, o comprimento de onda de Broglie para um elétron (massa $m = 9,0 \times 10^{-31}$ kg) com velocidade de módulo $v = 2,2 \times 10^6$ m/s, aproximadamente,
- (A) $3,3 \times 10^{-10}$ m (D) $3,0 \times 10^9$ m
(B) $3,3 \times 10^{-9}$ m (E) $3,0 \times 10^{10}$ m
(C) $3,3 \times 10^3$ m

05. (Famerp 2023) No modelo do átomo de hidrogênio proposto por Bohr, os elétrons só podem ocupar certos estados estacionários e a energia de cada um desses estados é dada, em elétron-volts (eV), por $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ sendo n o número quântico principal do estado considerado. Apenas ao passar de um estado para outro o elétron absorve ou emite uma quantidade de energia que corresponde à diferença entre as energias desses dois estados.

Nesse modelo, quando um elétron faz uma transição do estado $n = 2$ para o estado $n = 3$, ele absorve uma quantidade de energia que é de, aproximadamente,

- (A) 1,89 eV
(B) 1,51 eV
(C) 2,72 eV
(D) 3,40 eV
(E) 4,53 eV

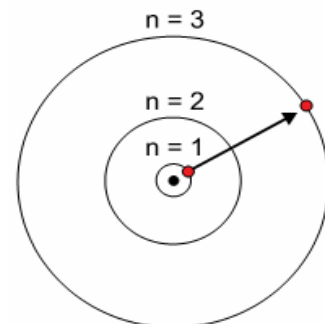
NÍVEL AVANÇADO

01. (Ufpe 2005) De acordo com o modelo de Bohr, os níveis de energia do átomo de hidrogênio são dados por $E_n = -13,6/n^2$, em eV.

Qual a energia, em eV, de um fóton emitido quando o átomo efetua uma transição entre os estados com $n = 2$ e $n = 1$?

- (A) 13,6
(B) 10,2
(C) 5,6
(D) 3,4
(E) 1,6

02. (Fcmscsp 2021) Em 1913, o físico dinamarquês Niels Bohr propôs um modelo para explicar o átomo de hidrogênio no qual o elétron, ao girar ao redor do próton, só podia ocupar órbitas cujas energias fossem dadas pela relação $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ eV (elétron-volt) a unidade de energia.



(www.sbfisica.org.br. Adaptado.)

Quando o elétron se encontra no estado fundamental do átomo de hidrogênio, ou seja, na órbita $n = 1$, a energia vale $-13,6$ eV. Para transitar a órbitas com n maiores, o elétron deve absorver quantidades bem definidas de energia.

Segundo o modelo de Bohr, ao sofrer uma transição da órbita $n = 1$ para a órbita $n = 3$, o elétron deve absorver uma quantidade de energia de, aproximadamente,

- (A) 18,1 eV
(B) 9,1 eV
(C) 15,1 eV
(D) 4,5 eV
(E) 12,1 eV

SEÇÃO ENEM

- 01.** (Enem PPL 2023) O ser humano é incapaz de enxergar a radiação infravermelha e as ondas de rádio (baixas frequências), assim como a ultravioleta e os raios X (altas frequências). A observação dessas faixas do espectro pode ser realizada por meios indiretos, por exemplo, usando um cintilador, que é uma placa utilizada como sensor para detectar um feixe de raios X, pois emite luz quando o feixe incide sobre ela.

Para que uma pessoa enxergue a incidência de raios X no cintilador, é necessário que essa placa

- A** reflita o feixe de raios X, alterando sua polarização.
- B** transmita o feixe de raios X, alterando sua polarização.
- C** absorva o feixe de raios X, reemitindo parte de sua energia na região do visível.
- D** absorva o feixe de raios X, reemitindo parte de sua energia na região do ultravioleta.
- E** absorva o feixe de raios X, reemitindo parte de sua energia na região do infravermelho.

- 02.** (Enem PPL 2013) Devido à sua resistência mecânica, baixa condutividade térmica e transparência à luz, o vidro tem sido cada vez mais utilizado na construção civil, aplicado em portas, janelas e telhados. Sua transparência é importante porque resulta em uma grande economia da energia elétrica usada na iluminação interna do ambiente. Microscopicamente, a transparência ocorre devido à forma com que a luz incidente interage com os elétrons dos átomos que compõem o material vítreo.

A transparência pode ser explicada, considerando-se que a luz

- A** é absorvida pelos elétrons e transformada em calor.
- B** é absorvida pelos elétrons e reemitida em todas as direções.
- C** não é absorvida pelos elétrons e é espalhada em diversas direções.
- D** não é absorvida pelos elétrons e continua seu caminho em trajetórias regulares.
- E** é absorvida pelos elétrons e reemitida de volta pela mesma trajetória de onde veio.

DISCURSIVAS

- 01.** (Ufsc 2018)



A tecnologia utilizada no sistema WEEDit para pulverização localizada é bastante inteligente. O sistema de sensores realiza a leitura da área, emitindo uma luz vermelha de alta intensidade para detectar plantas vivas indesejadas, conforme imagem acima. Um conjunto de sensores realiza leituras com uma frequência de 40 mil vezes por segundo. A clorofila das plantas responde à luz vermelha emitida pelo sensor absorvendo-a e emitindo luz NIR (infravermelho próximo) através da fluorescência, emissão que é detectada pelos sensores. Os sensores WEEDit identificam mesmo as menores emissões da clorofila e reagem acionando o conjunto de bicos referente à planta identificada, aplicando apenas o necessário, de acordo com o tamanho da planta.

Disponível em: <<http://smartsensingbrasil.com.br/index.html>>. [Adaptado].

Acesso em: 25 out. 2017.

O modelo atômico de Bohr pode ser utilizado para explicar a absorção da luz vermelha pela clorofila e a emissão da luz NIR, considerando a luz como

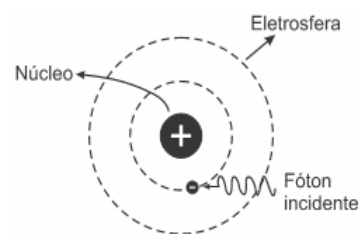


Figura A

a) Reproduza a figura B e desenhe a posição do elétron depois que o fóton incidiu sobre o átomo (figura A). Explique o que ocorreu.

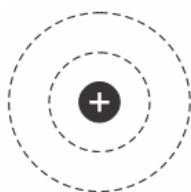


Figura B

b) Reproduza a figura C e desenhe a energia absorvida do fóton incidente sendo liberada e a posição do elétron após essa liberação. Explique o que ocorreu.



Figura C

c) A energia dos fótons de luz vermelha está associada com qual grandeza física?

c) Determine o comprimento de onda de um fóton (em nm) considerando um laser cujas energias E_2 e E_1 correspondem aproximadamente a 20,2 eV e 18,7 eV, respectivamente.

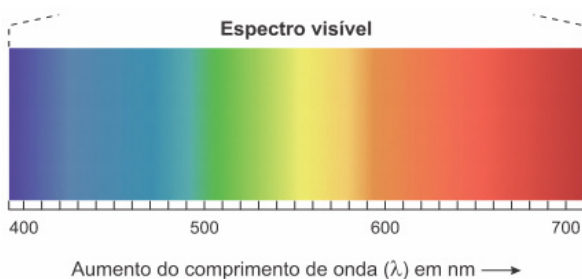
Note e adote:

A energia E de um fóton relaciona-se com sua frequência f por meio da relação $E = hf$, onde $h = 4 \times 10^{-15}$ eV.s e a frequência é dada em Hz.

Velocidade da luz no vácuo: $c = 3 \times 10^8$ m/s

Legenda para daltônicos: Gráfico do espectro visível com cores em função do comprimento de onda, que se inicia no azul (lado esquerdo a 400 nm), passando pelo verde (500 nm), amarelo (550 nm), laranja (600 nm) e terminando no vermelho (lado direito a 700 nm).

- 02.** (Fuvest 2022) O laser consiste em uma fonte de luz coerente e monocromática, sendo largamente utilizado em leitores de códigos de barras e também em aplicações na física, na medicina e em outras áreas. Seu princípio de funcionamento é baseado na emissão estimulada de fótons. Em um tipo comum de laser, uma quantidade de átomos é excitada para um estado de energia E_2 . Em seguida alguns desses átomos são estimulados a decair para um estado de energia menor E_1 , emitindo um fóton com energia dada pela diferença entre E_2 e E_1 . De modo similar, esse decaimento estimula outros átomos a emitirem fótons formando um processo em cadeia com geração de luz.



- a) Qual tipo de laser emite fótons com maior energia: o de luz vermelha ou o de luz azul? Justifique sua resposta.
- b) Determine a frequência (em Hz) de um fóton com comprimento de onda na região de cor laranja mostrada na figura.

GABARITO

BÁSICO

1	2	3	4	5
B	D	B	C	C

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
E	E	B	A	A

AVANÇADO

1	2
B	E

SEÇÃO ENEM

1	2
C	D

DISCURSIVAS

01. a) O fóton absorvido pelo elétron fornece energia ocorrendo a transição para níveis de energia mais altos, logo o elétron gira mais distante do núcleo.

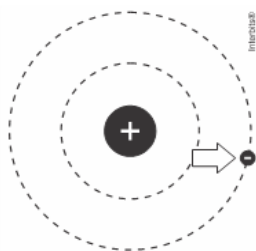


Figura B

- b) Para retornar a níveis mais internos, o elétron emite fóton com a mesma energia referente a sua transição entre o nível mais externo e o nível mais interno. Este fóton é captado pelo sensor da máquina.

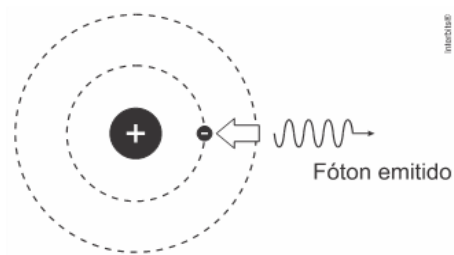


Figura C

c) $E = 2,648 \times 10^{-29} \text{ J}$

02. a) $E_{\text{azul}} > E_{\text{vermelho}}$
 b) $5 \times 10^{14} \text{ Hz}$
 c) 800 nm

NÍVEL BÁSICO

01. (Udesc 2019) Analise as proposições com a relação à mecânica clássica, à mecânica relativística e à mecânica quântica.

I. A mecânica clássica é válida para descrever os movimentos cujas velocidades sejam próximas à velocidade da luz.

II. Quanto mais próxima da velocidade da luz estiver a velocidade de uma partícula menor serão os efeitos relativísticos.

III. A mecânica quântica deve ser utilizada para se estudar o movimento de partículas subatômicas.

IV. A dualidade onda-partícula refere-se ao fato de que partículas podem exibir comportamento ondulatório, e radiação podem ter comportamento corpuscular.

V. No efeito fotoelétrico assume-se que a radiação eletromagnética é constituída por um feixe de partículas (fótons).

Assinale a alternativa correta.

- A** Somente as afirmativas I, II e IV são verdadeiras.
- B** Somente as afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- C** Somente as afirmativas III, IV e V são verdadeiras.
- D** Somente as afirmativas I, II e V são verdadeiras.
- E** Somente as afirmativas IV e V são verdadeiras.

figuras:

02. (Upf 2017) Em relação à teoria da relatividade restrita, formulada por Einstein, é correto afirmar:

- A** Estuda os fenômenos relativos a referenciais inerciais.
- B** As leis da Física são diferentes quando mudamos de um referencial inercial para outro.
- C** Em um sistema de referência inercial, a velocidade da luz, medida no vácuo, depende da velocidade com a qual se move o observador.
- D** O tempo é uma grandeza absoluta.
- E** Os referenciais inerciais são referenciais que se movem, uns em relação aos outros, com velocidade variável.

03. (Ufrgs 2019) Na coluna da esquerda, estão listados eventos ou situações físicas; na da direita, grandes áreas das teorias físicas.

1. Descrição de sistemas que envolvam objetos que se movam com velocidades próximas da velocidade da luz.	(a) Física Clássica
2. Descrição de fenômenos que ocorrem em dimensões muito pequenas, como as de um átomo.	(b) Física Quântica
3. Unificação da Eletricidade e Magnetismo, conforme realizada por Maxwell.	(c) Física Relativística

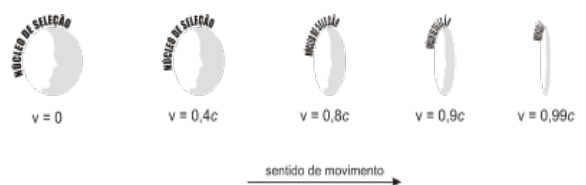
A alternativa que relaciona corretamente o evento ou situação com a área usada para descrevê-lo é

- A** 1(a), 2(b) e 3(c).
- B** 1(a), 2(c) e 3(b).
- C** 1(b), 2(c) e 3(a).
- D** 1(c), 2(a) e 3(b).
- E** 1(c), 2(b) e 3(a).

04. (Fatec 2020) Na Teoria da Relatividade Restrita de Einstein, dois conceitos estudados referem-se ao fato de que, ao considerar um objeto propagando-se à velocidade da luz, podemos verificar

- A** a dilatação do tempo e a dilatação do comprimento.
- B** a contração do tempo e a dilatação do comprimento.
- C** a dilatação do tempo e a contração do comprimento.
- D** a dilatação do tempo sem contração do comprimento.
- E** a contração do tempo sem contração do comprimento.

05. (UEG 2010) Observe a seguinte sequência de



Na sequência indicada, estão representadas várias imagens do logo do Núcleo de Seleção da Universidade Estadual de Goiás, cada uma viajando com uma fração da velocidade da luz (c). O fenômeno físico exposto nessa sequência de figuras é explicado

- A** pela ilusão de ótica com lentes.
- B** pela lei de proporções múltiplas.
- C** pelo efeito Compton da translação.
- D** pela teoria da relatividade especial.

NÍVEL INTERMEDIÁRIO

01. (Cefet -MG 2015) Um observador A está em uma espaçonave que passa perto da Terra afastando-se da mesma com uma velocidade relativa de $0,995c$. A espaçonave segue viagem até que o observador A constata que a mesma já dura 2,50 anos. Nesse instante, a espaçonave inverte o sentido da sua trajetória e inicia o retorno à Terra, que dura igualmente 2,50 anos, de acordo com o relógio de bordo. Um observador B, na superfície da Terra, envelhece, aproximadamente, entre a partida e o retorno da espaçonave,

- A 50 anos
 B 25 anos
 C 5,0 anos
 D 2,5 anos
 E 0,50 ano

02. (Fgv 2017) A nave "New Horizons", cuja foto é apresentada a seguir, partiu do Cabo Canaveral em janeiro de 2006 e chegou bem perto de Plutão em julho de 2015. Foram mais de 9 anos no espaço, voando a 21 km/s. É uma velocidade muito alta para nossos padrões aqui na Terra, mas muito baixa se comparada aos 300.000 km/s da velocidade da luz no vácuo.



(<http://goo.gl/oeSWn>)

Considere uma nave que possa voar a uma velocidade igual a 80% da velocidade da luz e pelo Sol até onde você está, para nós, observadores localizados na Terra.

Para um astronauta no interior dessa nave, tal viagem duraria cerca de

- A 4,1 anos.
 B 5,4 anos.
 C 6,5 anos.
 D 15 anos.
 E 20,5 anos.

03. (Upf 2021) De acordo com a teoria da relatividade geral de Albert Einstein, a medida do comprimento de uma barra (L) feita por um observador fixo num referencial inercial R , em relação ao qual a barra está em movimento numa direção paralela ao comprimento da barra com velocidade constante u ,

é menor do que o comprimento medido (L') no referencial R' em relação ao qual a barra está em repouso. Sendo $L = 2$ m e u 60% do valor de c , pode-se afirmar que o valor de L' , em metros, é:

- A 1,2
 B 0,6
 C 1,6
 D 0,8
 E 1,4

04. (Fgv 2018) Os avanços tecnológicos que a ciência experimentou nos últimos tempos nos permitem pensar que, dentro em breve, seres humanos viajarão pelo espaço sideral a velocidades significativas, se comparadas com a velocidade da luz no vácuo.

Imagine um astronauta terráqueo que, do interior de uma nave que se desloca a uma velocidade igual a 60% da velocidade da luz, avista um planeta. Ao passar pelo planeta, ele consegue medir seu diâmetro, encontrando o valor $4,8 \times 10^6$ m. Se a nave parasse naquelas proximidades e o diâmetro do planeta fosse medido novamente, o valor encontrado, em 10^6 m, seria de

- A 2,7
 B 3,6
 C 6,0
 D 7,5
 E 11,0

05. (Fuvest 2021) A energia irradiada pelo Sol provém da conversão de massa em energia durante reações de fusão de núcleos de hidrogênio para produzir núcleos de hélio. Atualmente, essas reações permitem ao Sol emitir radiação luminosa a uma potência de aproximadamente 4×10^{26} W. Supondo que essa potência tenha sido mantida desde o nascimento do Sol, cerca de 5×10^9 anos atrás, a massa correspondente àquela perdida

Note e adote:

Velocidade da luz no vácuo: 3×10^8 m/s.

Considere que um ano tem cerca de 3×10^7 s.

- A 10^7 kg
 B 10^{17} kg
 C 10^{27} kg
 D 10^{37} kg
 E 10^{47} kg

NÍVEL AVANÇADO

01. (Upe-ssa 3 2017) A sonda caçadora de exoplanetas Kepler encontrou aquele que talvez seja o corpo celeste mais parecido com a Terra. A Nasa anunciou, nesta quinta-feira (23), a descoberta de Kepler-452b, um exoplaneta encontrado dentro de uma zona habitável de seu sistema solar, ou seja, uma região onde é possível que exista água no estado líquido. A semelhança com nosso planeta é tão grande que os pesquisadores chamaram o Kepler-452b de Terra 2.0. O Kepler-452b é cerca de 60% maior que a Terra e precisa de 385 dias para completar uma órbita ao redor de sua estrela, a Kepler 452. E essa estrela hospedeira é muito parecida com nosso Sol: tem quase o mesmo tamanho, temperatura e emite apenas 20% mais luz. Localizado na constelação Cygnus, o sistema solar da Terra 2.0 está a 1.400 anos-luz distante do nosso.

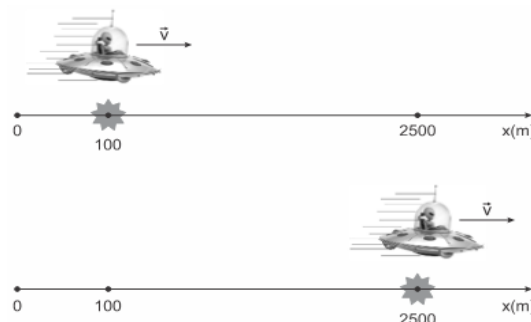
Fonte: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/terra-2-0-nasa-anuncia-descoberta-historica-de-planeta-quase-identico-ao-nosso>, acessado em: 14 de julho de 2016.

Supondo-se que, a fim de investigar mais de perto o Kepler-452b, uma sonda tenha sido enviada da Terra por uma equipe da Nasa, com uma velocidade igual a $(3)^{1/2}c/2$. Quando o relógio instalado na sonda marcar 28 anos de viagem, quanto tempo terá se passado para a equipe na Terra?

- A 7 anos
 B 14 anos
 C 21 anos
 D 42 anos
 E 56 anos
02. (Ufrgs 2014) Os múons cósmicos são partículas de altas energias, criadas na alta atmosfera terrestre. A velocidade de alguns desses múons (v) é próxima da velocidade da luz (c) tal que $v^2 = 0,998c^2$ e seu tempo de vida em um referencial em repouso é aproximadamente $t_0 = 2 \times 10^{-6}$ s. Pelas leis da mecânica clássica, com esse tempo de vida tão curto, nenhum múon poderia chegar ao solo, no entanto eles são detectados na Terra.
- Para um observador terrestre a distância que o múon pode percorrer antes de se desintegrar é, aproximadamente,
- A $6,0 \times 10^2$ m
 B $6,0 \times 10^3$ m
 C $13,5 \times 10^3$ m
 D $17,5 \times 10^3$ m
 E $27,0 \times 10^3$ m

DISCURSIVAS

01. (Ufjf-pism 3 2020) Medidas a partir da superfície da Terra, ao longo de um eixo x , ocorrem duas explosões em diferentes posições: uma em $x = 100$ m e outra, após um intervalo de tempo de $\Delta t = 10 \mu\text{s}$ em $x = 2500$ m. Um piloto de nave espacial, que se move para a direita com uma velocidade v , observa que ambas as explosões ocorrem diante da janela da nave.



Legenda: Nave espacial que se move para a direita com uma velocidade v , observando explosões através de uma janela instalada abaixo da sua nave. (Adaptação de uma imagem retirada do site pt.depositphotos.com).

- a) Calcule o intervalo de tempo $\Delta t'$ entre as duas explosões, medidas pelo piloto da nave espacial.
- b) Se do ponto de vista do piloto da nave é a Terra que se move para a esquerda, qual é a distância, ao longo da superfície da Terra, medida pelo piloto entre as posições das duas explosões?
02. (UFMG 2012) Considere que, no ano de 2222, um trem expresso passa por uma estação à velocidade de $0,2c$, em que c é a velocidade da luz.
- Henrique está dentro desse trem, em um vagão que mede 30 m de comprimento. Quando o trem está passando pela estação, Henrique liga um laser situado no fundo do vagão. Esse laser emite um pulso de luz, que é refletido por um espelho posicionado na frente do vagão, retorna e atinge um detector situado junto ao laser.
- a) No referencial de Henrique, calcule o intervalo de tempo entre o pulso sair do laser e atingir o detector.
- b) Enquanto isso, Alberto, parado na estação, vê o trem passar. Considerando essa informação, responda: qual é a velocidade do pulso de luz do laser medida no referencial de Alberto? Justifique sua resposta.

GABARITO**BÁSICO**

1	2	3	4	5
C	A	E	C	D

INTERMEDIÁRIO

1	2	3	4	5
A	B	C	C	C

AVANÇADO

1	2
E	C

DISCURSIVAS

- 01.** a) $6 \mu\text{s}$
b) 1440 m
- 02.** a) $1 \times 10^{-7} \text{ s}$
b) De acordo com o 2º postulado de Einstein, a velocidade do pulso de laser, medida no referencial de Alberto, é $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

**CHAMA
OFIS/CO**

