

# PROVA A

Primeira Etapa

3ª PARTE



## FÍSICA

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

Velocidade da luz:  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

Densidade da água:  $1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

Calor específico do gelo:  $0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

Calor específico da água:  $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

Calor latente de fusão do gelo:  $80 \text{ cal/g}$

Índice de refração do ar: 1,0

17. A UNESCO declarou 2005 o Ano Internacional da Física, em homenagem a Albert Einstein, no transcurso do centenário dos seus trabalhos que revolucionaram nossas idéias sobre a Natureza. A equivalência entre **massa e energia** constitui um dos resultados importantes da Teoria da Relatividade. Determine a **ordem de grandeza**, em **joules**, do equivalente em energia da massa de um pãozinho de 50 g

- A)  $10^9$
- B)  $10^{11}$
- C)  $10^{13}$
- D)  $10^{15}$
- E)  $10^{17}$

Letra D

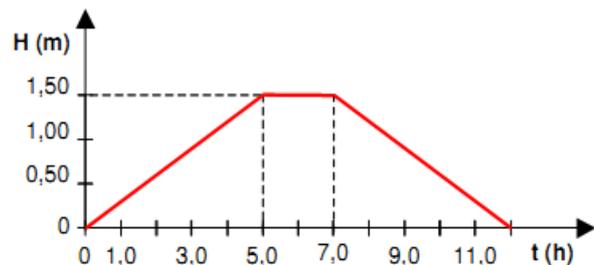
Justificativa:

A partir da equação relacionando massa e energia,

$E = mc^2$ , obtemos

$E = mc^2 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ kg} \times (3,0 \times 10^8 \text{ m/s})^2 = 4,5 \times 10^{15} \text{ J}$ .

18. Os velejadores costumam consultar a tábua de marés antes de sair ao mar, pois o acesso a várias marinas depende do nível da maré. O gráfico abaixo mostra aproximadamente o comportamento da altura (nível) **H** da maré, em **metros**, em função do tempo **t**, em **horas**, em um dado intervalo de tempo. No intervalo de tempo entre **6,0 h** e **12,0 h**, calcule o módulo da velocidade média, em **m/h**, com que a maré está baixando.



- A) 0,75
- B) 0,60
- C) 0,55
- D) 0,30
- E) 0,25

Letra E

Justificativa:

A definição de velocidade média é  $|v_{\text{média}}| = |\Delta H / \Delta t|$ .

Assim,  $|v_{\text{média}}| = |(0 - 1,5) / (12 - 6,0)| = 0,25 \text{ m/h}$ .

19. Um ginasta de cama elástica precisa planejar cada movimento que será realizado enquanto estiver em voo. Para isso, ele gostaria de calcular de quanto tempo irá dispor para realizar cada movimento. Desprezando a resistência do ar e sabendo que a altura máxima atingida pelo atleta é 5 m, calcule o **tempo total** de voo do atleta, em **segundos**.

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

Letra B

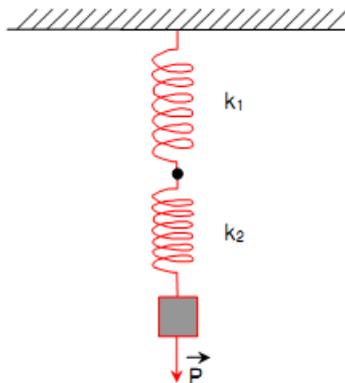
Justificativa:

Escrevendo a equação de Torricelli  $v^2 = v_0^2 - 2gh$

$\Rightarrow 0^2 = v_0^2 - 2 \times 10 \times 5 \Rightarrow v_0 = 10 \text{ m/s}$ . Como  $v = v_0 - gt$

$\Rightarrow t_{\text{subida}} = (v - v_0) / -g = -10 / -10 = 1 \text{ s}$ . Porém  $t_{\text{subida}} = t_{\text{descida}}$ , logo  $t_{\text{total}} = 2 \text{ s}$ .

20. A figura abaixo mostra um bloco de peso  $P = 10 \text{ N}$  suspenso por duas molas de massas desprezíveis e constantes elásticas  $k_1 = 500 \text{ N/m}$  e  $k_2 = 200 \text{ N/m}$ . Logo, podemos afirmar que as elongações das molas 1 e 2 são, respectivamente:



- A)  $x_1 = 2,0 \text{ cm}$  e  $x_2 = 5,0 \text{ cm}$   
 B)  $x_1 = 1,0 \text{ cm}$  e  $x_2 = 2,5 \text{ cm}$   
 C)  $x_1 = 5,0 \text{ cm}$  e  $x_2 = 2,0 \text{ cm}$   
 D)  $x_1 = 2,5 \text{ cm}$  e  $x_2 = 1,0 \text{ cm}$   
 E)  $x_1 = 2,0 \text{ cm}$  e  $x_2 = 1,0 \text{ cm}$

Letra A

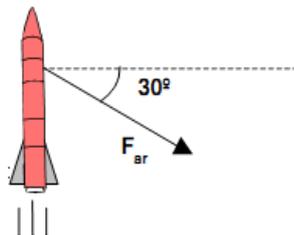
Justificativa:

A força responsável pela elongação das molas é o peso  $P$  do bloco; portanto:

$$P = k_1 \cdot x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{P}{k_1} = \frac{10 \text{ N}}{500 \text{ N/m}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ m} = 2,0 \text{ cm}.$$

$$P = k_2 \cdot x_2 \Rightarrow x_2 = \frac{P}{k_2} = \frac{10 \text{ N}}{200 \text{ N/m}} = 5,0 \times 10^{-2} \text{ m} = 5,0 \text{ cm}.$$

21. Devido a um vento lateral, a força de resistência do ar que atua sobre um pequeno foguete, em um dado instante  $t_0$  durante a subida, é  $F_{ar} = 10 \text{ N}$  (ver figura). Nesse instante, a massa do foguete é  $m = 6,0 \text{ kg}$ . A força de empuxo do motor atua na vertical e tem módulo igual a  $F_M = 137 \text{ N}$ . Calcule a componente da aceleração do foguete, em  $\text{m/s}^2$ , na direção vertical.



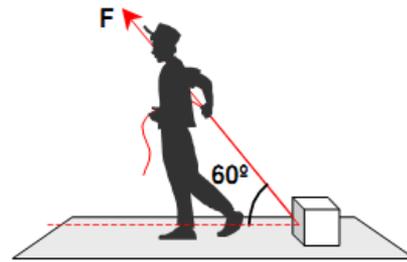
- A) 4,0  
 B) 8,0  
 C) 12  
 D) 16  
 E) 20

Letra C

Justificativa:

Pela segunda lei de Newton, tem-se que  $F_y = ma_y$   
 $\Rightarrow F_M - P - F_{ar} \times \text{sen}(30^\circ) = ma_y \Rightarrow a_y = 12 \text{ m/s}^2$ .

22. Um rapaz puxa, por  $3,0 \text{ m}$ , um caixote, aplicando uma força,  $F = 50 \text{ N}$ , com direção oblíqua em relação à horizontal (ver figura). O caixote se desloca com velocidade constante e em linha reta. Calcule o trabalho realizado pela força de atrito sobre o caixote, ao longo do deslocamento, em **joules**.



- A) - 25  
 B) - 30  
 C) - 50  
 D) - 75  
 E) - 90

Letra D

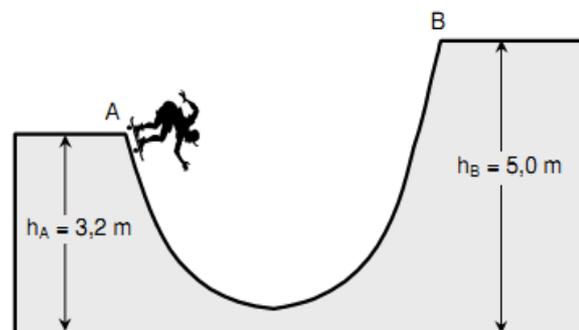
Justificativa:

Pela segunda lei de Newton, tem-se que

$$F \times \cos(60^\circ) - F_{atrito} = 0$$

$$\Rightarrow F_{atrito} = 25 \text{ N e o trabalho é } \tau = -F_{atrito} \times d = -75 \text{ J}.$$

23. Um esquieta inicia uma prova no ponto A da pista mostrada na figura. Ele desce a pista após uma impulsão inicial, que faz com que atinja a altura máxima do seu trajeto no ponto B da pista. Desprezando qualquer atrito, calcule a velocidade inicial devido à impulsão, em **m/s**.



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

Letra E

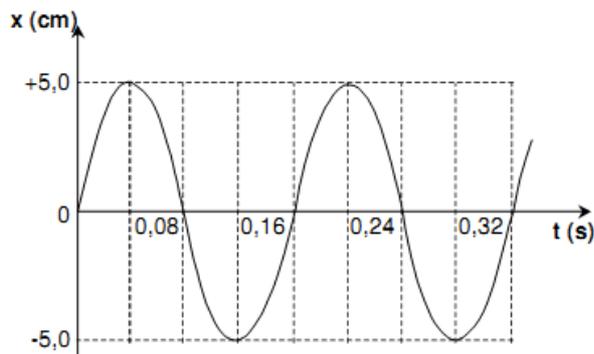
Justificativa:

Pela conservação da energia mecânica, tem-se que

$$E_{mec}(A) = E_{mec}(B)$$

$$\Rightarrow mv_0^2/2 + mgh_A = mgh_B \Rightarrow v_0 = 6,0 \text{ m/s}.$$

24. Um bloco de massa  $m = 100 \text{ g}$  oscila ao longo de uma linha reta na horizontal, em movimento harmônico simples, ligado a uma mola de constante elástica  $k = 1,6 \times 10^2 \text{ N/m}$ . Um gráfico da posição  $x$  do bloco em função do tempo  $t$  é mostrado na figura abaixo.



Determine a aceleração máxima do bloco, em  $\text{m/s}^2$ .

- A) 10  
B) 20  
C) 40  
D) 60  
E) 80

Letra E

Justificativa:

Temos que

$$F_{\text{máxima}} = k \cdot x_{\text{máximo}} \Rightarrow a_{\text{máxima}} = \frac{k}{m} x_{\text{máximo}}$$

Da figura vemos que a elongação máxima é igual a 5,0 cm. Portanto:

$$a_{\text{máxima}} = \frac{160 \text{ N/m}}{0,1 \text{ kg}} \times 5,0 \times 10^{-2} \text{ m} = 80 \text{ m/s}^2$$

25. Uma certa quantidade de água é bombeada com velocidade constante para uma caixa d'água com capacidade de 15 mil litros, através de tubulações de área de seção reta uniforme  $A = 2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ . Sabendo-se que, para encher completamente essa caixa, são necessários 50 minutos, qual é a velocidade de escoamento da água, em  $\text{m/s}$ ?

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

Letra C

Justificativa:

Num intervalo de tempo  $\Delta t$ , o volume d'água bombeado é igual a

$$\text{Volume} = Av\Delta t \Rightarrow v = \frac{\text{Volume}}{A\Delta t} = \frac{15 \text{ m}^3}{2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \times 3,0 \times 10^3 \text{ s}} = 2,0 \text{ m/s}$$

26. Uma barra de gelo de 200 g, inicialmente a  $-10^\circ\text{C}$ , é usada para esfriar um litro de água em uma garrafa térmica. Sabendo-se que a temperatura final de equilíbrio térmico é  $10^\circ\text{C}$ , determine a temperatura inicial da água, em  $^\circ\text{C}$ . Despreze as perdas de calor para o meio ambiente e para as paredes da garrafa.

- A) 29  
B) 28  
C) 27  
D) 26  
E) 25

Letra A

Justificativa:

O calor absorvido pelo gelo é dado por

$$Q = m_g c_g \Delta t_1 + m_g L_{\text{fusão}} + m_g c_{\text{ág}} \Delta t_2,$$

onde

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = 10^\circ\text{C}$$

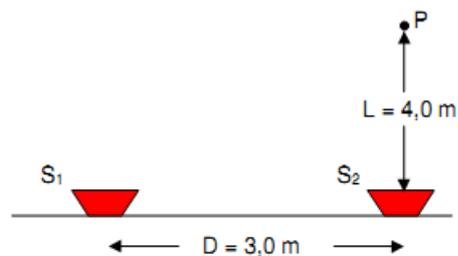
$$Q = 200 \text{ g} \times (0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C} \times 10^\circ\text{C} + 80 \text{ cal/g} + 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C} \times 10^\circ\text{C}) = 1,9 \times 10^4 \text{ cal} = 19 \text{ kcal}.$$

Esta quantidade de calor é liberada pela água para diminuir a sua temperatura, de uma quantidade, em módulo, igual a  $\Delta t_{\text{ág}}$ . Então, podemos escrever a equação:

$$Q = m_{\text{ág}} c_{\text{ág}} \Delta t_{\text{ág}} \Rightarrow \Delta t_{\text{ág}} = \frac{1,9 \times 10^4 \text{ cal}}{10^3 \text{ g} \times 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}} = 19^\circ\text{C}$$

Portanto, a temperatura inicial da água é  $t_{\text{inicial}} = t_{\text{final}} + \Delta t \Rightarrow t_{\text{inicial}} = 29^\circ\text{C}$ .

27. Duas fontes  $S_1$  e  $S_2$ , separadas pela distância  $D = 3,0 \text{ m}$ , emitem, em fase, ondas sonoras de comprimento de onda  $\lambda$ . Um ouvinte, ao se afastar da fonte  $S_2$ , percebe o primeiro mínimo de interferência quando se encontra no ponto  $P$ , a uma distância  $L = 4,0 \text{ m}$  desta fonte (ver figura). Qual o valor de  $\lambda$ , em metros?



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

Letra D

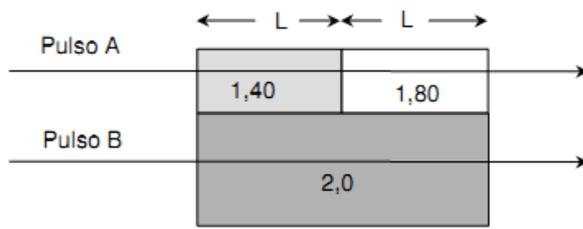
Justificativa:

Os mínimos de interferência ocorrem quando: a diferença de caminho ( $\Delta s$ ) = múltiplo de meios comprimento de onda.

O primeiro mínimo ocorre em  $\Delta s = \lambda/2$ . Da figura, temos:

$$\Delta s = \sqrt{D^2 + L^2} - L = \sqrt{3^2 + 4^2} - 4 = 1 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 2 \text{ m}.$$

28. Um dispositivo composto por três blocos de vidro com índices de refração 1,40, 1,80 e 2,0 é mostrado na figura. Calcule a razão  $t_A/t_B$  entre os tempos que dois pulsos de luz ("flashes") levam para atravessarem este dispositivo.



- A) 0,8  
B) 1,0  
C) 1,3  
D) 1,5  
E) 1,6

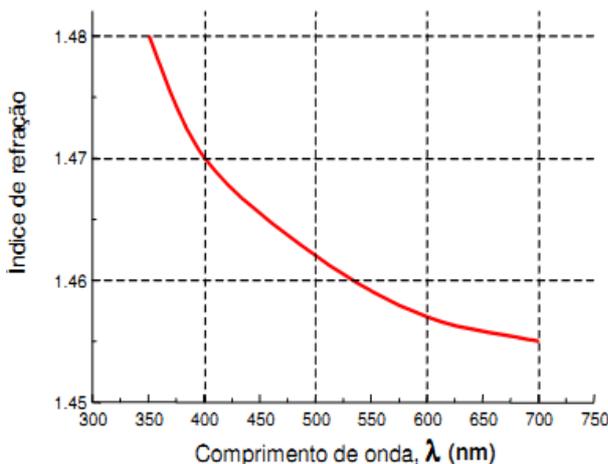
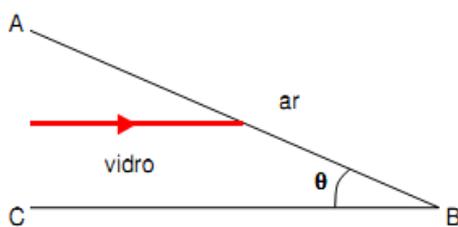
Letra A

Justificativa:

O pulso A levará o tempo  $t_A = \frac{L}{c/1,4} + \frac{L}{c/1,8} = 3,2 \frac{L}{c}$ , onde  $c$  é a velocidade da luz no vácuo. O pulso B levará o tempo  $t_B = \frac{2L}{c/2} = 4 \frac{L}{c}$ .

A razão  $\frac{t_A}{t_B}$  será  $\frac{3,2}{4} = 0,8$ .

29. Um feixe de luz de comprimento de onda  $\lambda = 400$  nm paralelo à superfície BC de um prisma de vidro, incide na superfície AB, como mostrado na figura. O índice de refração do vidro depende de  $\lambda$ , como indicado no gráfico abaixo. O maior valor possível do ângulo  $\theta$ , para que o feixe seja totalmente refletido na superfície AB, é tal que



- A)  $\text{sen } \theta = \frac{1}{1,45}$   
B)  $\text{sen } \theta = \frac{1}{1,46}$   
C)  $\text{sen } \theta = \frac{1}{1,47}$   
D)  $\text{cos } \theta = \frac{1}{1,46}$   
E)  $\text{cos } \theta = \frac{1}{1,47}$

Letra E

Justificativa:

O ângulo entre o feixe incidente e a normal à superfície AB é  $(\frac{\pi}{2} - \theta)$ . Aplicando a lei de Snell à superfície AB, obtemos  $n \text{sen}(\frac{\pi}{2} - \theta) = 1$  para reflexão total.

Daí obtemos  $\text{cos } \theta = \frac{1}{n}$ . A partir do gráfico temos que  $n = 1,47$  para  $\lambda = 400$  nm e, portanto:  $\text{cos } \theta = \frac{1}{1,47}$

30. Duas esferas metálicas idênticas, com cargas  $Q$  e  $3Q$ , estão separadas por uma distância  $D$ , muito maior que o raio das esferas. As esferas são postas em contato, sendo posteriormente recolocadas nas suas posições iniciais. Qual a razão entre as forças de repulsão que atuam nas esferas depois e antes do contato?

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

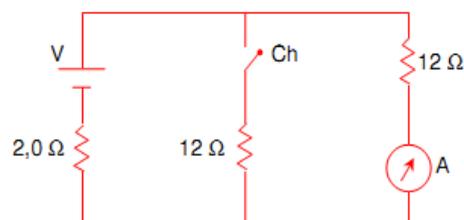
Letra B

Justificativa:

Inicialmente a força entre as esferas será  $F_0 = k \frac{3Q^2}{D^2}$ . Após as duas esferas se tocarem, as

cargas em ambas serão iguais a  $\frac{Q+3Q}{2} = 2Q$ . Posteriormente, quando elas forem posicionadas na distância  $D$ , a força de repulsão será  $F = k \frac{(2Q)^2}{D^2}$ . Portanto  $\frac{F}{F_0} = \frac{4}{3}$

31. No circuito da figura, a corrente é 1,6 A quando a chave Ch está aberta. A resistência do amperímetro é desprezível. Qual será a corrente no amperímetro, em ampères, quando a chave estiver fechada?



- A) 0,6
- B) 0,8
- C) 1,4
- D) 1,8
- E) 2,3

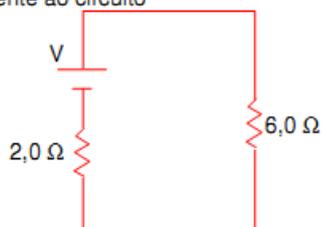
Letra C

Justificativa:

A corrente no amperímetro com a chave aberta é

$$i_A = \frac{V}{12 + 2,0}; \text{ portanto, } V = 14i_A.$$

Quando a chave estiver fechada, o circuito é equivalente ao circuito



A corrente através da bateria será

$$i' = \frac{V}{6,0 + 2,0} = \frac{14i_A}{8,0}.$$

Como as duas resistências de 12 Ω estarão ligadas em paralelo, a corrente que vai passar no amperímetro será  $i'_A = \frac{i'}{2}$ . Considerando

que  $i_A = 1,6 \text{ A}$ , obtemos  $i'_A = 1,4 \text{ A}$ .

32. Uma partícula com carga  $q = 3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$  e massa  $m = 3,2 \times 10^{-30} \text{ kg}$  desloca-se em uma região de campo magnético uniforme com  $B = 0,05 \text{ T}$ , descrevendo uma trajetória circular de raio  $r = 5,0 \text{ mm}$ . Determine a velocidade da partícula em **m/s**.

- A)  $1,2 \times 10^7$
- B)  $1,5 \times 10^7$
- C)  $2,3 \times 10^7$
- D)  $2,5 \times 10^7$
- E)  $3,2 \times 10^7$

Letra D

Justificativa:

A força magnética será perpendicular à trajetória e