FÍSICA

1 D

Sabe-se que o momento angular de uma massa pontual é dado pelo produto vetorial do vetor posição dessa massa pelo seu momento linear. Então, em termos das dimensões de comprimento (L), de massa (M), e de tempo (T), um momento angular qualquer tem sua dimensão dada por

a) L^0MT^{-1}. b) LM^0T^{-1}. c) LMT^{-1}.

d) L^2MT^{-1}. e) L^2MT^{-2}.

Resolução

$$Q_{ANGULAR} = Q_{LINEAR} \cdot d$$

$$[Q_{ANGULAR}] = [Q_{LINEAR}] \cdot [d]$$

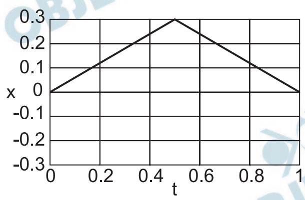
$$[Q_{ANGULAR}] = MLT^{-1} \cdot L$$

$$\boxed{[Q_{ANGULAR}] = L^2\,M\,T^{-1}}$$

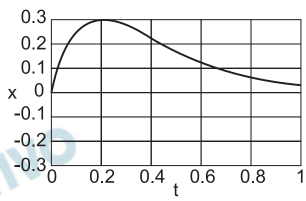
2 E

Uma partícula carregada negativamente está se movendo na direção +x quando entra em um campo elétrico uniforme atuando nessa mesma direção e sentido. Considerando que sua posição em t = 0 s é x = 0 m, qual gráfico representa melhor a posição da partícula como função do tempo durante o primeiro segundo?

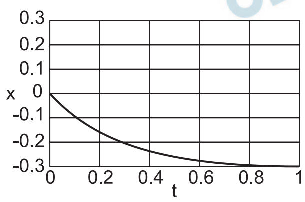
a)



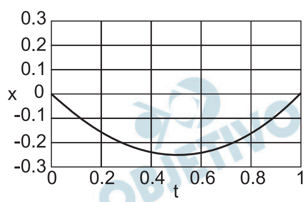
b)



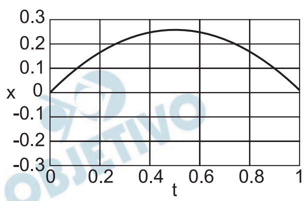
c)



d)



e)



Resolução

A partícula possui carga elétrica negativa e, portanto recebe do campo elétrico uniforme uma força constante, de sentido contrário ao do eixo x.
Como a partícula se movia no sentido do eixo, a aceleração escalar será negativa.
A equação horária de x em função de t é do tipo:

$$x = x_0 + V_0\, t + \frac{\gamma}{2}\, t^2$$

Sendo $x_0 = 0$; $V_0 \neq 0$ **e** $\gamma = -a < 0$

$$x = V_0 t - \frac{a}{2}\, t^2$$

O gráfico da função é uma parábola de concavidade para baixo.

B

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

a) 14 horas e 30 minutos

b) 13 horas e 20 minutos

c) 7 horas e 20 minutos

d) 10 horas

e) Não é possível resolver porque não foi dada a distância percorrida pelo barco.

Resolução

$\Delta s = V\,t$ (MU)

$d = (V_b - V_c)\,10$ (1)

$d = (V_b + V_c)\,4$ (2)

$d = V_c\,T$ (3)

(1) = (2)

$(V_b - V_c)\,10 = (V_b + V_c)\,4$

$5V_b - 5V_c = 2V_b + 2V_c$

$3V_b = 7V_c \Rightarrow \boxed{V_b = \frac{7}{3}V_c}$

(1) = (3)

$(V_b - V_c)\,10 = V_c\,T$

$\left(\frac{7}{3}V_c - V_c\right)10 = V_c\,T$

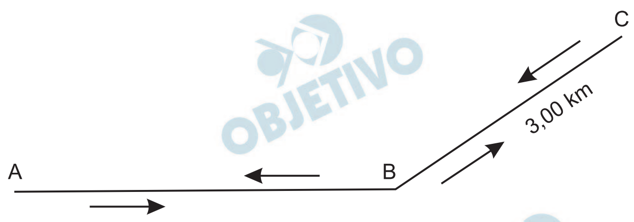
$\frac{4}{3} \,.\, 10 = T$

$T = \frac{40}{3}\,h = 13h + \frac{1}{3}\,h$

$\boxed{T = 13h + 20min}$

 A

Na figura, um ciclista percorre o trecho AB com velocidade escalar média de 22,5 km/h e, em seguida, o trecho BC de 3,00 km de extensão. No retorno, ao passar em B, verifica ser de 20,0 km/h sua velocidade escalar média no percurso então percorrido, ABCB. Finalmente, ele chega em A perfazendo todo o percurso de ida e volta em 1,00 h, com velocidade escalar média de 24,0 km/h. Assinale o módulo v do vetor velocidade média referente ao percurso ABCB.



a) v= 12,0km/h
b) v = 12,00 km/h
c) v = 20,0 km/h
d) v = 20, 00 km/h
e) v = 36, 0 km/h

Resolução

1) Cálculo da distância entre A e B:
Para o percurso total ABCBA, temos:

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

$$24{,}0 = \frac{2AB + 6{,}00}{1{,}00}$$

$$24{,}0 = 2AB + 6{,}00$$

$$2AB = 18{,}0 \Rightarrow \boxed{AB = 9{,}00\text{km}}$$

2) Cálculo do tempo:
Para o percurso ABCB:

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

$$20{,}0 = \frac{AB + 6{,}00}{T}$$

$$20{,}0 = \frac{15{,}00}{T} \Rightarrow \boxed{T = \frac{15{,}00}{20{,}0}\text{ h}}$$

3) Cálculo do módulo do vetor velocidade média:

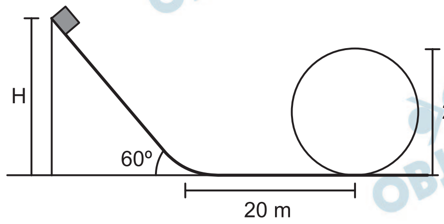
$$|\vec{V}_m| = \frac{|\vec{AB}|}{T} = 9{,}00 \cdot \frac{20{,}0}{15{,}00} \text{ (km/h)}$$

$$\boxed{|\vec{V}_m| = 12{,}0 \text{ km/h}}$$

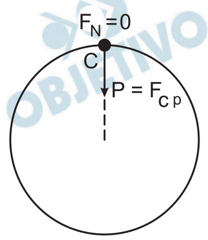
C

A partir do repouso, um carrinho de montanha russa desliza de uma altura $H = 20\sqrt{3}$ m sobre uma rampa de 60° de inclinação e corre 20 m num trecho horizontal antes de chegar em um *loop* circular, de pista sem atrito. Sabendo que o coeficiente de atrito da rampa e do plano horizontal é 1/2, assinale o valor do raio máximo que pode ter esse *loop* para que o carrinho faça todo o percurso sem perder o contato com a sua pista.

a) $R = 8\sqrt{3}$ m
b) $R = 4(\sqrt{3} - 1)$ m
c) $R = 8(\sqrt{3} - 1)$ m
d) $R = 4(2\sqrt{3} - 1)$ m
e) $R = 40(\sqrt{3} - 1)/3$ m

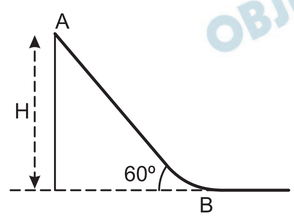


Resolução



1) A condição limite no ponto mais alto do *loop* ocorre quando a força normal se anula e o peso faz o papel de resultante centrípeta:

$$P = F_{cp_c}$$



$$mg = \frac{mV_C^2}{R}$$

$$mV_C^2 = m\,g\,R$$

$$\boxed{E_{cin_C} = \frac{mV_C^2}{2} = \frac{mgR}{2}}$$

2) Cálculo das forças de atrito:

Na rampa: $F_{at} = \mu\, F_N = \mu\, mg \cos 60°$

$$F_{at} = \frac{1}{2} \cdot P \cdot \frac{1}{2} = \frac{P}{4}$$

No plano horizontal: $F'_{at} = \mu\, F'_N = \mu\, mg$

$$F'_{at} = \frac{P}{2}$$

3) Da figura: $\text{sen}\, 60° = \frac{H}{AB} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{20\sqrt{3}}{AB}$

$$\boxed{AB = 40m}$$

4) **Aplicação da Teorema da Energia Cinética entre as posições A e C:**

$$\tau_P + \tau_{at} + \tau'_{at} = \Delta E_{cin}$$

$$mg\,(H - 2R) + F_{at}\,.\,AB\,(-1) + F'_{at}\,.\,d\,(-1) = \frac{mV_C^2}{2}$$

$$mg\,(20\sqrt{3} - 2R) - \frac{mg}{4}\,.\,40 - \frac{mg}{2}\,.\,20 = mg\,\frac{R}{2}$$

$$20\sqrt{3} - 2R - 20 = \frac{R}{2}$$

$$20\,(\sqrt{3} - 1) = \frac{5R}{2}$$

$$\boxed{R = 8\,(\sqrt{3} - 1)\text{ m}}$$

Desde os idos de 1930, observações astronômicas indicam a existência da chamada matéria escura. Tal matéria não emite luz, mas a sua presença é inferida pela influência gravitacional que ela exerce sobre o movimento de estrelas no interior de galáxias. Suponha que, numa galáxia, possa ser removida sua matéria escura de massa específica $\rho > 0$, que se encontra uniformemente distribuída. Suponha também que no centro dessa galáxia haja um buraco negro de massa M, em volta do qual uma estrela de massa m descreve uma órbita circular. Considerando órbitas de mesmo raio na presença e na ausência de matéria escura, a respeito da força gravitacional resultante $\vec{F}$ exercida sobre a estrela e seu efeito sobre o movimento desta, pode-se afirmar que

a) $\vec{F}$ é atrativa e a velocidade orbital de m não se altera na presença da matéria escura.

b) $\vec{F}$ é atrativa e a velocidade orbital de m é menor na presença da matéria escura.

c) $\vec{F}$ é atrativa e a velocidade orbital de m é maior na presença da matéria escura.

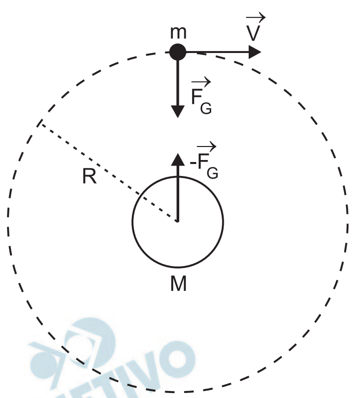
d) $\vec{F}$ é repulsiva e a velocidade orbital de m é maior na presença da matéria escura.

e) $\vec{F}$ é repulsiva e a velocidade orbital de m é menor na presença da matéria escura.

Resolução

A força resultante $\vec{F}$ é de natureza gravitacional e, portanto, seu efeito é, necessariamente, *atrativo*.

Quando uma estrela de massa m gira em torno de um buraco negro de massa M posicionado no centro da galáxia, o módulo de sua velocidade orbital V é dado por:



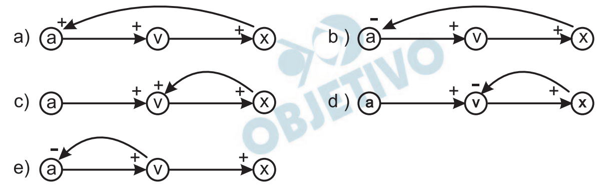
$$F_{cp} = F_G$$

$$\frac{mV^2}{R} = \frac{GM\,m}{R^2}$$

$$\boxed{V = \sqrt{\frac{GM}{R}}}$$

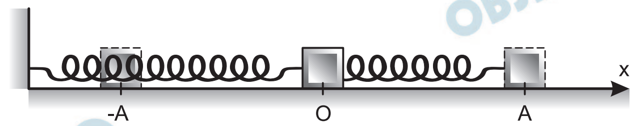
Considerando-se órbitas de mesmo raio R na presença e na ausência de matéria escura, podemos concluir, pela expressão acima, que o módulo da velocidade orbital aumenta com o aumento de massa representado pela matéria escura.

Diagramas causais servem para representar relações qualitativas de causa e efeito entre duas grandezas de um sistema. Na sua construção, utilizamos figuras como $r \xrightarrow{+} s$ para indicar que o aumento da grandeza r implica aumento da grandeza s e $r \xrightarrow{-} s$ para indicar que o aumento da grandeza r implica diminuição da grandeza s. Sendo *a* a aceleração, v a velocidade e x a posição, qual dos diagramas abaixo melhor representa o modelamento do oscilador harmônico?

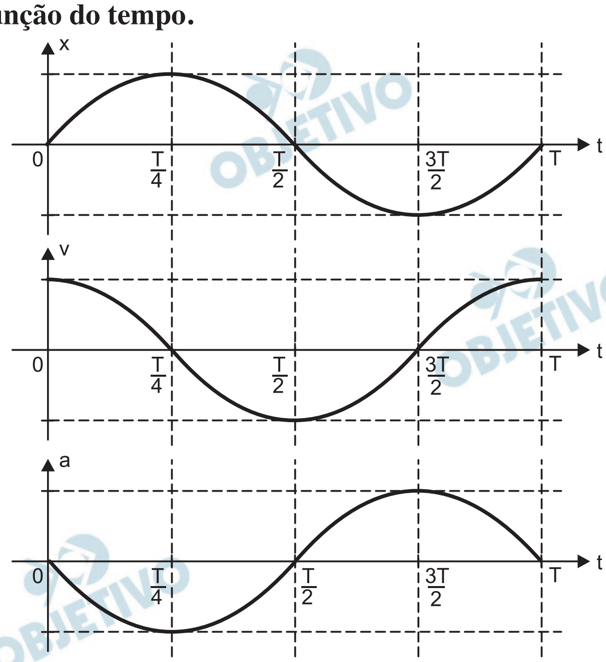


Resolução

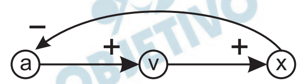
Consideremos o oscilador massa-mola ideal representado abaixo.



Admitindo-se que em $t_0 = 0$, x = 0 e o movimento é progressivo, traçamos abaixo os gráficos da elongação x, da velocidade escalar v e da aceleração escalar a em função do tempo.



A representação que está de acordo com as informações do enunciado e com as características do oscilador é a *B*.



A etapa indicada no diagrama por $a \xrightarrow{+} v$ corresponde ao intervalo de $\frac{T}{2}$ a $\frac{3T}{2}$ (T é o período de oscilação). A etapa indicada no diagrama por

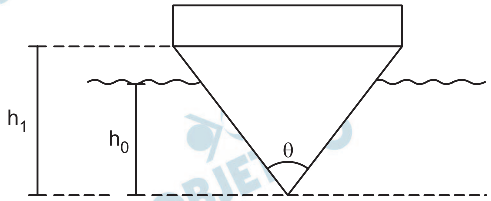
v $\xrightarrow{+}$ x corresponde ao intervalo de $\dfrac{3T}{2}$ a T.

E, finalmente, a etapa indicada no diagrama por

x $\xrightarrow{-}$ a corresponde ao intervalo de 0 a $\dfrac{T}{4}$.

Contudo, nem mesmo a alternativa B atende todo o ciclo.

Uma balsa tem o formato de um prisma reto de comprimento L e seção transversal como vista na figura. Quando sem carga, ela submerge parcialmente até a uma profundidade h_0. Sendo ρ a massa específica da água e g a aceleração da gravidade, e supondo seja mantido o equilíbrio hidrostático, assinale a carga P que a balsa suporta quando submersa a uma profundidade h_1.



a) $P = \rho g\, L\, (h_1^2 - h_0^2)$ sen θ

b) $P = \rho g\, L\, (h_1^2 - h_0^2)$ tan θ

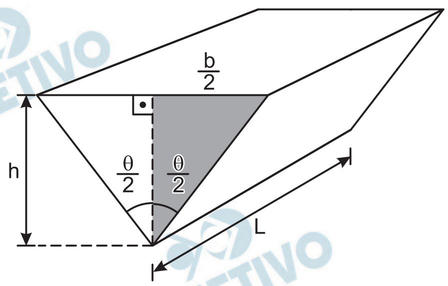
c) $P = \rho g\, L\, (h_1^2 - h_0^2)$ sen $\theta/2$

d) $P = \rho g\, L\, (h_1^2 - h_0^2)$ tan $\theta/2$

e) $P = \rho g\, L\, (h_1^2 - h_0^2)$ 2 tan $\theta/2$

Resolução

(I) Cálculo dos volumes imersos:



$$\mathrm{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{\frac{b}{2}}{h}$$

Da qual: $b = 2h\ \mathrm{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)$

$$V = \frac{b\,h}{2}\,L$$

$$\boxed{V = h^2\,L\,\mathrm{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

(II) O peso da carga acrescentada na balsa tem intensidade igual à do acréscimo de empuxo sofrido pela embarcação.

$P = \Delta E \Rightarrow P = \rho\ \Delta V\, g$

$$P = \rho\, L\, \mathrm{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)\ (h_1^2 - h_0^2)\ g \text{ ou}$$

$$\boxed{P = \rho\, g\, L\, (h_1^2 - h_0^2)\ \mathrm{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

9 Ⓒ

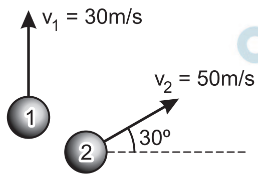
Considere hipoteticamente duas bolas lançadas de um mesmo lugar ao mesmo tempo: a bola 1, com velocidade para cima de 30 m/s, e a bola 2, com velocidade de 50 m/s formando um ângulo de 30° com a horizontal. Considerando $g = 10\ m/s^2$, assinale a distância entre as bolas no instante em que a primeira alcança sua máxima altura.

a) $d = \sqrt{6250}$ m b) $d = \sqrt{7217}$ m

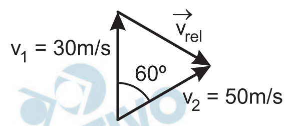
c) $d = \sqrt{17100}$ m d) $d = \sqrt{19375}$ m

e) $d = \sqrt{26\,875}$ m

Resolução



1) Admitindo-se que "para cima" signifique verticalmente para cima, teremos:



A velocidade relativa entre as bolas terá módulo dado por:

$$V^2_{rel} = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2 \cos 60°$$

$$V^2_{rel} = 900 + 2500 - 2 \,.\, 30 \,.\, 50 \,.\, \frac{1}{2}$$

$$V^2_{rel} = 1900 \Rightarrow \boxed{V_{rel} = \sqrt{1900}\ m/s}$$

2) Cálculo do tempo de subida da bola 1:

$$V = V_1 + \gamma\, t$$

$$0 = 30 - 10\, t_s \Rightarrow \boxed{t_s = 3{,}0s}$$

3) O movimento relativo entre as bolas é retilíneo e uniforme, pois ambos têm aceleração igual à da gravidade.

$$d_{rel} = V_{rel} \,.\, t$$

$$d = \sqrt{1900} \,.\, 3\ (m)$$

$$\boxed{d = \sqrt{17100}\ m}$$

10 **E**

Considere uma bola de basquete de 600 g a 5 m de altura e, logo acima dela, uma de tênis de 60 g. A seguir, num dado instante, ambas as bolas são deixadas cair. Supondo choques perfeitamente elásticos e ausência de eventuais resistências, e considerando $g = 10\ m/s^2$, assinale o valor que mais se aproxima da altura máxima alcançada pela bola de tênis em sua ascenção [sic] após o choque.

a) 5 m b) 10 m c) 15 m d) 25 m e) 35 m

Resolução

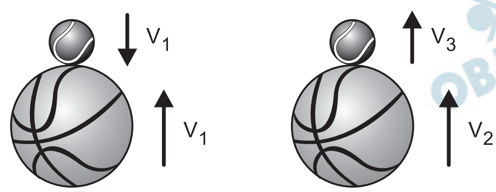
1) Velocidade de chegada ao chão:

$$V^2 = V_0^2 + 2\,\gamma\,\Delta s \ (MUV)$$

$$V_1^2 = 0 + 2 \,.\, 10 \,.\, 5$$

$$\boxed{V_1 = 10 m/s}$$

2)



Sendo a colisão elástica, temos:

$$V_3 - V_2 = 2V_1$$

$$V_3 - V_2 = 20$$

$$\boxed{V_2 = V_3 - 20}$$

3) Conservação da quantidade de movimento no ato da colisão:

$$Q_{após} = Q_{antes}$$

$$MV_2 + mV_3 = MV_1 - mV_1$$

$$600\,(V_3 - 20) + 60\,V_3 = 540 \,.\, 10$$

$$660V_3 - 12\,000 = 5400$$

$$660V_3 = 17\,400 \Rightarrow \boxed{V_3 = \frac{290}{11}\ m/s}$$

4) Usando-se a Equação de Torricelli:

$$V^2 = V_3^2 + 2\,\gamma\,\Delta s$$

$$0 = V_3^2 - 2\,g\,H$$

$$H = \frac{V_3^2}{2g}$$

$$H = \frac{\left(\frac{290}{11}\right)^2}{20}\ (m)$$

$$\boxed{H \cong 35m}$$

11 A

Um espelho esférico convexo reflete uma imagem equivalente a 3/4 da altura de um objeto dele situado a uma distância p_1. Então, para que essa imagem seja refletida com apenas 1/4 da sua altura, o objeto deverá se situar a uma distância p_2 do espelho, dada por

a) $p_2 = 9p_1$.   b) $p_2 = 9p_1/4$.   c) $p_2 = 9p_1/7$.
d) $p_2 = 15p_1/7$.   e) $p_2 = -15p_1/7$.

Resolução

A imagem conjugada pelo espelho convexo para objetos reais é direita, o que significa que em ambos os casos o aumento linear transversal é positivo.

1º caso: $A_1 = \dfrac{f}{f - p_1} \Rightarrow \dfrac{3}{4} = \dfrac{f}{f - p_1}$

$$3f - 3p_1 = 4f \Rightarrow \boxed{f = -3p_1}$$

2º caso: $A_2 = \dfrac{f}{f - p_2} \Rightarrow \dfrac{1}{4} = \dfrac{f}{f - p_2}$

Substituindo-se o valor de f, segue-se que:

$$\frac{1}{4} = \frac{-3p_1}{-3p_1 - p_2} \Rightarrow -3p_1 - p_2 = -12p_1$$

Da qual: $\boxed{p_2 = 9p_1}$

12 A

Uma lâmina de vidro com índice de refração n em forma de cunha é iluminada perpendicularmente por uma luz monocromática de comprimento de onda λ. Os raios refletidos pela superfície superior e pela inferior apresentam uma série de franjas escuras com espaçamento *e* entre elas, sendo que a m-ésima encontra-se a uma distância x do vértice. Assinale o ângulo θ, em radianos, que as superfícies da cunha formam entre si.

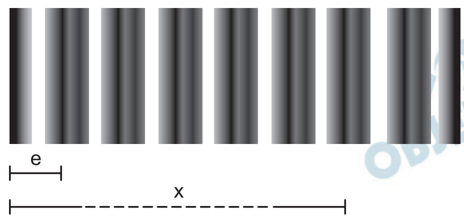
a) $\theta = \lambda/2ne$

b) $\theta = \lambda/4ne$

c) $\theta = (m + 1)\lambda/2nme$

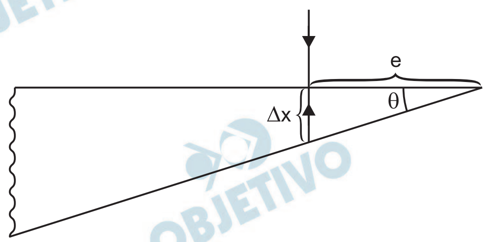
d) $\theta = (2m + 1)\lambda/4nme$

e) $\theta = (2m - 1)\lambda/4nme$



Resolução

Considerando o ângulo θ muito pequeno e utilizando a primeira interferência, temos:



Como ocorre uma reflexão com inversão de fase na primeira superfície, a interferência destrutiva ocorre quando $\Delta x = \dfrac{\lambda}{2}$.

Observe que o raio de luz vai e volta, percorrendo uma distância igual a λ.

Pela definição de radiano, vem:

$$\theta = \frac{\Delta x}{e} = \frac{\frac{\lambda_{vi}}{2}}{e} = \frac{\lambda_{vi}}{2e}$$

Sendo: $n = \dfrac{\lambda}{\lambda_{vi}}$

temos: $\lambda_{vi} = \dfrac{\lambda}{n}$

Portanto: $\boxed{\theta = \dfrac{\lambda}{2ne}}$

13 B

Uma carga q distribui-se uniformemente na superfície de uma esfera condutora, isolada, de raio R. Assinale a opção que apresenta a magnitude do campo elétrico e o potencial elétrico num ponto situado a uma distância r = R/3 do centro da esfera.

a) E = 0 V /m e U = 0 V

b) E = 0 V /m e $U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{R}$

c) E = 0 V /m e $U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{3q}{R}$

d) E = 0 V/m e $U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{qr}{R^2}$

e) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{rq}{R^3}$ e U = 0 V

Resolução

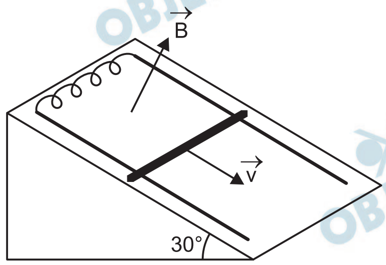
O referido ponto pertence ao interior da esfera. O campo elétrico em qualquer ponto interno tem módulo zero (blindagem eletrostática) e o potencial elétrico resultante é igual ao potencial elétrico num ponto da superfície da esfera, que é dado pela expressão:

$$\boxed{U = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{R}}$$

14 E

Uma haste metálica com 5,0 kg de massa e resistência de 2,0 Ω desliza sem atrito sobre duas barras paralelas separadas de 1,0 m, interligadas por um condutor de resistência nula e apoiadas em um plano de 30° com a horizontal, conforme a figura. Tudo encontra-se imerso num campo magnético $\vec{B}$, perpendicular ao plano do movimento, e as barras de apoio têm resistência e atrito desprezíveis.

Considerando que após deslizar durante um certo tempo a velocidade da haste permanece constante em 2,0 m/s, assinale o valor do campo magnético.



a) 25,0 T b) 20,0 T c) 15,0 T
d) 10,0 T e) 5,0 T

Resolução

A velocidade da barra se torna constante quando a força resultante que atua sobre ela se anula. Sobre a barra, atuam a força magnética, o peso e a força de reação normal do apoio.
Na direção do movimento, tem-se:

$F_{mag} = P_t$

$B \,.\, i \,.\, \ell = m \,.\, g \,.\, \text{sen } 30°$

$B \,.\, i \,.\, 1,0 = 5,0 \,.\, 10,0 \,.\, \frac{1}{2}$

$\boxed{B \,.\, i = 25}$ **(1)**

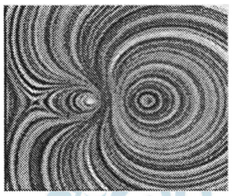
A força eletromotriz induzida no sistema é dada por:
$fem = B \,.\, \ell \,.\, v$
$R \,.\, i = B \,.\, \ell \,.\, v$
$2,0 \,.\, i = B \,.\, 1,0 \,.\, 2,0$
$1,0i = 1,0B$ **(2)**

Combinando-se as equações (1) e (2), temos:

$B \,.\, B = 25$
$B^2 = 25$

$\boxed{B = 5,0T}$

15 D



A figura representa o campo magnético de dois fios paralelos que conduzem correntes elétricas. A respeito da força magnética resultante no fio da esquerda, podemos afirmar que ela

a) atua para a direita e tem magnitude maior que a da força no fio da direita.

b) atua para a direita e tem magnitude igual à da força no fio da direita.

c) atua para a esquerda e tem magnitude maior que a da força no fio da direita.

d) atua para a esquerda e tem magnitude igual à da força no fio da direita.

e) atua para a esquerda e tem magnitude menor que a da força no fio da direita.

Resolução

A configuração do campo indica que os fios conduzem correntes em sentidos contrários e, por isso, os fios se repelem. A força sobre o fio da esquerda deve ter a mesma intensidade da força que atua no fio da direita, como se demonstra a seguir:

$$\left.\begin{aligned} B_1 &= \frac{\mu \cdot i_1}{2\pi d} \\ F_{1,2} &= B_1 \cdot i_2 \cdot L \end{aligned}\right\} \quad F_{1,2} = \frac{\mu \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot L}{2\pi d} \quad (1)$$

Do mesmo modo:

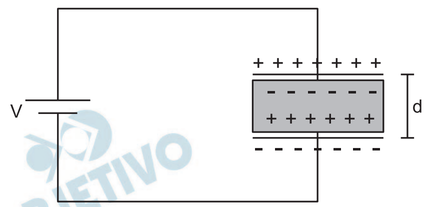
$$\left.\begin{aligned} B_2 &= \frac{\mu \cdot i_2}{2\pi d} \\ F_{2,1} &= B_2 \cdot i_1 \cdot L \end{aligned}\right\} \quad F_{2,1} = \frac{\mu \cdot i_2 \cdot i_1 \cdot L}{2\pi d} \quad (2)$$

As equações (1) e (2) mostram que as forças têm a mesma intensidade.
Logo, no fio da esquerda a força que o repele tem sentido da direita para a esquerda e as forças têm a mesma intensidade.

16 D

Na figura, o circuito consiste de uma bateria de tensão V conectada a um capacitor de placas paralelas, de área S e distância d entre si, dispondo de um dielétrico de permissividade elétrica ε que preenche completamente o espaço entre elas. Assinale a magnitude da carga q induzida sobre a superfície do dielétrico.

a) $q = \varepsilon V d$
b) $q = \varepsilon S V / d$
c) $q = (\varepsilon - \varepsilon_0) V d$
d) $q = (\varepsilon - \varepsilon_0) S V / d$
e) $q = (e + \varepsilon_0) S V / d$



Resolução

Consideremos, inicialmente, um capacitor sem o dielétrico, ligado ao gerador de tensão V:

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$$

$$Q_0 = C_0 \, . \, V$$

$$\boxed{Q_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \, . \, V} \quad (1)$$

Ao introduzirmos o dielétrico, haverá indução de cargas opostas nas suas superfícies. Seja q o módulo da carga induzida. Em princípio, essa carga gera um campo elétrico $\vec{E}$, oposto ao campo inicial. Para não alterar o campo interno, a carga final Q_f do capacitor vai aumentar.

$$Q_f = q + Q_0 \Rightarrow \boxed{q = Q_f - Q_0} \quad (2)$$

Com o dielétrico, temos:

$$C = \frac{\varepsilon S}{d}$$

$$Q_f = C \, . \, V$$

$$\boxed{Q_f = \frac{\varepsilon S}{d} \, . \, V} \quad (3)$$

Substituindo-se (1) e (3) em (2):

$$q = \frac{\varepsilon S}{d} \, . \, V - \frac{\varepsilon_0 S}{d} \, . \, V$$

$$\boxed{q = \frac{SV}{d} (\varepsilon - \varepsilon_0)}$$

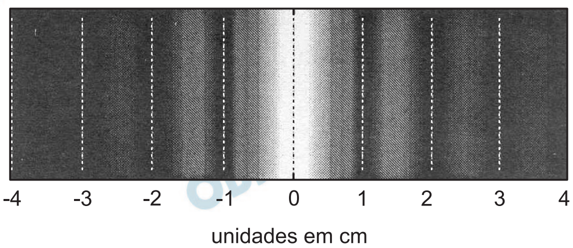
17 C

Luz monocromática, com 500 nm de comprimento de onda, incide numa fenda retangular em uma placa, ocasionando a dada figura de difração sobre um anteparo a 10 cm de distância.

Então, a largura da fenda é

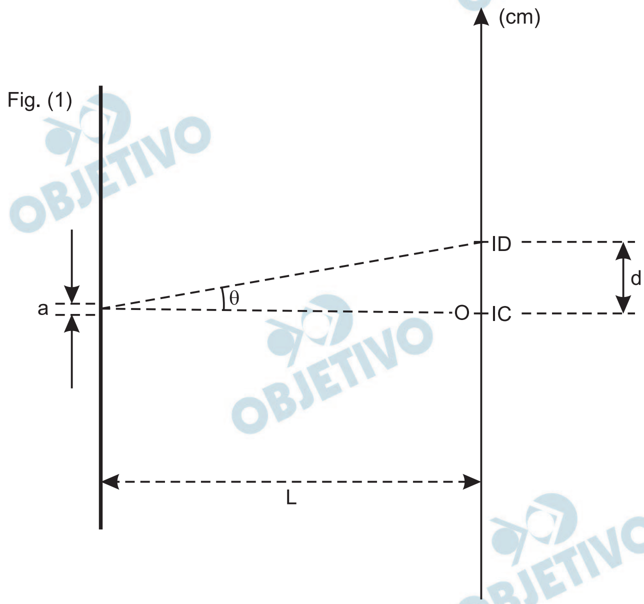
a) 1,25 μm. b) 2, 50 μm. c) 5,00 μm.

d) 12, 50 μm. e) 25,00 μm.



Resolução

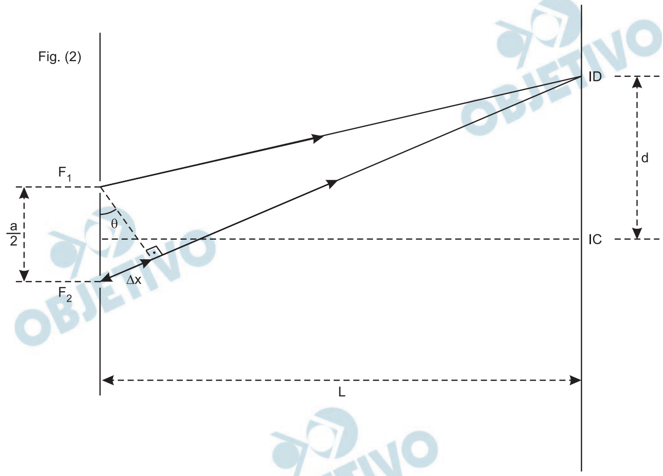
Na figura (1), temos um esquema da formação do padrão de interferência obtido por difração em fenda única:



em que:
ID: Ponto onde ocorre a 1ª interferência destrutiva;
IC: Ponto onde ocorre a 1ª interferência construtiva.

Com base no Princípio de Huygens, podemos dividir a fenda de largura *a* em duas fendas contíguas, F_1 e F_2, separadas por $\frac{a}{2}$, como mostrado na figura (2).

Fig. (2)



Para L >>d, a diferença de percursos Δx entre as ondas provenientes de F_1 e F_2 é dada por:

$$\text{sen}\,\theta = \frac{\Delta x}{\frac{a}{2}} = \frac{2\Delta x}{a}$$

Da figura (1), temos:

$$\text{tg}\,\theta = \frac{d}{L}$$

Como L >> d, temos:
$\text{tg}\,\theta \cong \text{sen}\,\theta$

$$\frac{d}{L} = \frac{2\Delta x}{a}$$

Para a 1ª interferência destrutiva, temos:

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2}$$

Portanto:

$$\frac{d}{L} = \frac{2\lambda}{a\,.\,2}$$

$$\boxed{a = \frac{L\lambda}{d}}$$

Para $L = 1{,}0 \,.\, 10^{-1}$m, $d = 1{,}0 \,.\, 10^{-2}$m e $\lambda = 5{,}0 \,.\, 10^{-7}$m, vem:

$$a = \frac{1{,}0 \,.\, 10^{-1} \,.\, 5{,}0 \,.\, 10^{-7}}{1{,}0 \,.\, 10^{-2}}\ (\text{m})$$

$a = 5{,}0 \,.\, 10^{-6}$m

$$\boxed{a = 5{,}0\,\mu\text{m}}$$

18 B

Dentro de um elevador em queda livre num campo gravitacional g, uma bola é jogada para baixo com velocidade v de uma altura h. Assinale o tempo previsto para a bola atingir o piso do elevador.

a) $t = v/g$

b) $t = h/v$

c) $t = \sqrt{2h/g}$

d) $t = \sqrt{v^2 + 2gh} - v)/g$

e) $t = (\sqrt{v^2 - 2gh} - v)/g$

Resolução

Supondo-se que "para baixo" signifique verticalmente para baixo e levando-se em conta que para o elevador em queda livre a gravidade aparente em seu interior é nula, o movimento da bola em relação ao elevador é retilíneo e uniforme:

$$V_{rel} = \frac{\Delta s_{rel}}{\Delta t}$$

$$V = \frac{h}{T}$$

$$\boxed{T = \frac{h}{V}}$$

19 A

Um cubo de 81,0kg e 1,00 m de lado flutua na água cuja massa específica é $\rho = 1000\ kg/m^3$. O cubo é então calcado ligeiramente para baixo e, quando liberado, oscila em um movimento harmônico simples com uma certa freqüência angular. Desprezando-se as forças de atrito e tomando $g = 10\ m/s^2$, essa freqüência angular é igual a

a) 100/9 rad/s. b) 1000/81 rad/s. c) 1/9 rad/s.
d) 9/100 rad/s. e) 81/1000 rad/s.

Resolução

1) Cubo em equilíbrio:

$$E = P$$

$$\rho_{ág}\ g\ V_i = mg$$

$$\rho_{ág}\ A\ x = m$$

$$1000 \cdot 1 \cdot x = 81$$

$$x = 8{,}1 \cdot 10^{-2}\ m$$

O valor x representa a parte vertical da aresta que está submersa.

2) Se empurrarmos o cubo, para que ele execute um MHS, é necessário que ele afunde no máximo mais x, 8,1 . 10⁻² m.

Assim, podemos calcular a constante do MHS:

$$F_{máx} = k\ x_{máx}$$

$$E_{máx} - P = k\ x_{máx}$$

$$\rho_{ág}\ g\ V_{i_{máx}} - mg = k\ x_{máx}$$

$$1000 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 8{,}1 \cdot 10^{-2} - 81 \cdot 10 = k \cdot 8{,}1 \cdot 10^{-2}$$

$$1620 - 810 = k \cdot 8{,}1 \cdot 10^{-2}$$

$$810 = k \cdot 8{,}1 \cdot 10^{-2}$$

$$k = 1{,}0 \cdot 10^4\ N/m$$

Portanto:

$$k = m\omega^2 \Rightarrow 1{,}0 \cdot 10^4 = 81 \cdot \omega^2$$

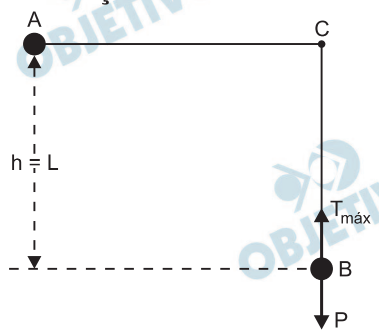
$$\boxed{\omega = \frac{100}{9}\ rad/s}$$

20 C

Considere um pêndulo simples de comprimento L e massa m abandonado da horizontal. Então, para que não arrebente, o fio do pêndulo deve ter uma resistência à tração pelo menos igual a

a) mg. b) 2mg. c) 3mg. d) 4mg. e) 5mg.

Resolução



1) Conservação da energia mecânica entre A e B:

$$\boxed{E_B = E_A}$$

(ref. em B)

$$\frac{m\,V_B^2}{2} = m\,g\,L \Rightarrow \frac{m\,V_B^2}{L} = 2mg \Rightarrow \boxed{F_{cp_B} = 2mg}$$

2) A força de tração é máxima na posição B e teremos:

$$T_{máx} - P = F_{cp_B}$$

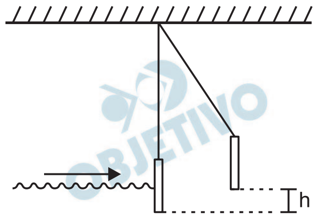
$$T_{máx} - mg = 2mg$$

$$\boxed{T_{máx} = 3mg}$$

As questões dissertativas, numeradas de 21 a 30, devem ser resolvidas no caderno de soluções

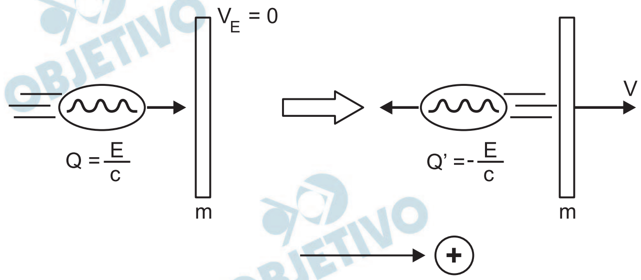
21

Um feixe de laser com energia E incide sobre um espelho de massa m dependurado por um fio. Sabendo que o momentum do feixe de luz laser é E/c, em que c é a velocidade da luz, calcule a que altura h o espelho subirá.



Resolução

Como o feixe de luz *laser* é dotado de momento linear (E/c), podemos assumir o caráter corpuscular da radiação e analisar a interação entre o espelho e o feixe de luz como uma colisão elástica entre partículas. Admitindo que a incidência seja perpendicular ao espelho, temos esquematicamente:



Dessa forma, a conservação da quantidade de movimento permite concluir que:

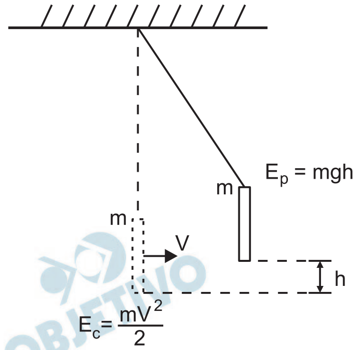
$$Q_{após} = Q_{antes}$$

$$mV + \left(-\frac{E}{c}\right) = \frac{E}{c}$$

$$mV = \frac{2E}{c}$$

$$\boxed{V = \frac{2E}{mc}}$$

Supondo que o sistema seja conservativo e que o módulo da aceleração da gravidade local seja igual a g, temos:



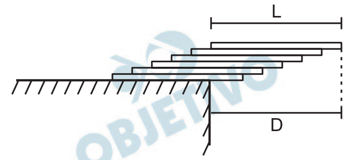
$$E_p = E_c$$

$$mgh = \frac{mV^2}{2}$$

$$h = \frac{\left(\frac{2E}{mc}\right)^2}{2g}$$

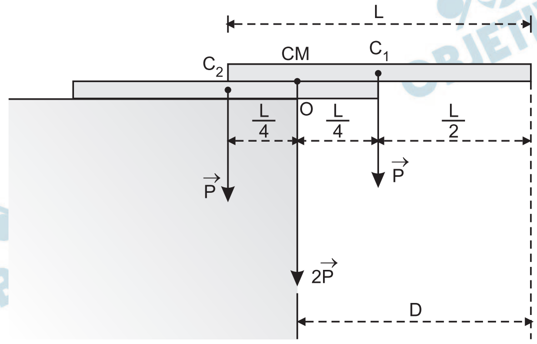
$$E_c = \frac{4E^2}{m^2c^22g} \Rightarrow \boxed{h = \frac{2E^2}{m^2c^2g}}$$

Chapas retangulares rígidas, iguais e homogêneas, são sobrepostas e deslocadas entre si, formando um conjunto que se apoia parcialmente na borda de uma calçada. A figura ilustra esse conjunto com n chapas, bem como a distância D alcançada pela sua parte suspensa. Desenvolva uma fórmula geral da máxima distância D possível de modo que o conjunto ainda se mantenha em equilíbrio. A seguir, calcule essa distância D em função do comprimento L de cada chapa, para n = 6 unidades.



Resolução

O esquema abaixo representa as duas chapas posicionadas na posição superior da pilha:



Na situação da figura, a pilha está em equilíbrio, com a vertical do centro de massa do conjunto passando pela "quina" O da calçada.

Neste caso:

$$D = \frac{L}{2} + \frac{L}{4}$$

Se pensarmos em termos de <u>n</u> chapas, teremos para <u>D</u> o valor da soma dos <u>n</u> termos da série:

$$D = \frac{L}{2} + \frac{L}{4} + \frac{L}{6} + \frac{L}{8} + \dots$$

Da qual:

$$\boxed{D = \frac{L}{2}\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots + \frac{1}{n}\right)}$$

Para o caso particular de n = 6, teremos:

$$D = \frac{L}{2}\left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6}\right)$$

$$D = \frac{L}{2}\left(\frac{60 + 30 + 20 + 15 + 12 + 10}{60}\right)$$

$$D = \frac{L}{2}\left(\frac{147}{60}\right)$$

$$\boxed{D = 1{,}225L}$$

23

Em 1998, a hidrelétrica de Itaipu forneceu aproximadamente 87600 GWh de energia elétrica. Imagine então um painel fotovoltaico gigante que possa converter em energia elétrica, com rendimento de 20%, a energia solar incidente na superfície da Terra, aqui considerada com valor médio diurno (24 h) aproximado de 170 W/m^2. Calcule: ;

a) a área horizontal (em km^2) ocupada pelos coletores solares para que o painel possa gerar, durante um ano, energia equivalente àquela de Itaipu, e,

b) o percentual médio com que a usina operou em 1998 em relação à sua potência instalada de 14000 MW.

Resolução

a) A intensidade da radiação que incide numa placa é dada por:

$$I = \frac{Pot}{A} = \frac{E}{A \,.\, \Delta t}$$

da qual $A = \dfrac{E}{I \,.\, \Delta t}$

$$A = \frac{87\,600 \,.\, 10^9}{0{,}20 \,.\, 170 \,.\, 365 \,.\, 24} \left(\frac{Wh}{W/m^2 \,.\, h}\right)$$

$$A = 2{,}94 \,.\, 10^8 m^2$$

$$\boxed{A = 2{,}94 \,.\, 10^2 km^2}$$

b) A potência fornecida pela usina em 1998 foi:

$$Pot = \frac{E_{elét}}{\Delta t} = \frac{87\,600\ GWh}{365 \,.\, 24h} = 10\ GW$$

Sendo $Pot_{inst} = 14\,000\ MW = 14\ GW$**, temos:**

14 GW ———— 100%
10 GW ———— η

$$\boxed{\eta = 71{,}4\%}$$

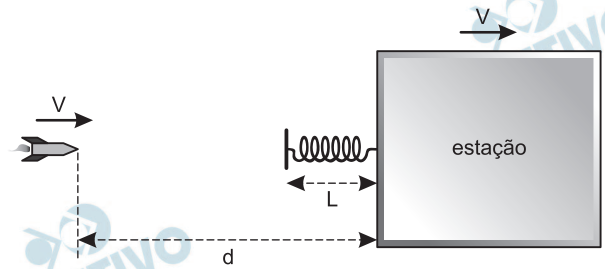
24

Num filme de ficção, um foguete de massa m segue uma estação espacial, dela aproximando-se com aceleração relativa a. Para reduzir o impacto do acoplamento, na estação existe uma mola de comprimento L e constante k. Calcule a deformação máxima sofrida pela mola durante o acoplamento, sabendo-se que o foguete alcançou a mesma velocidade da estação quando dela se aproximou de uma certa distância d > L, por hipótese em sua mesma órbita.

Resolução

O enunciado não está claro. Vamos admitir que a massa da estação é muito maior que a do foguete, de modo que a velocidade da estação não se modifica com o acoplamento do foguete.

Admitamos ainda que a distância d seja a indicada na figura.



Na situação figurada, a velocidade relativa é nula e, por ocasião do impacto, a velocidade relativa será dada por:

$$\boxed{V_{rel}^2 = 2a\,(d - L)}$$

Admitamos ainda que quando o acoplamento ocorre, a força propulsora do foguete deixe de existir.

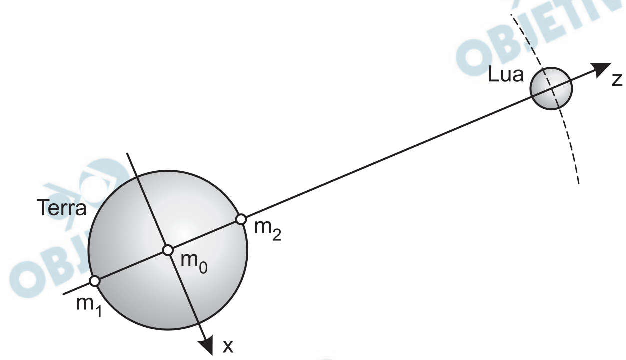
Isto posto, a energia cinética do foguete vai transformar-se em energia elástica de mola:

$$\frac{m\,V_{rel}^2}{2} = \frac{k\,x_{máx}^2}{2}$$

$$m \cdot 2a\,(d - L) = k\;x_{máx}^2$$

$$\boxed{x_{máx} = \sqrt{\frac{2ma}{k}\,(d - L)}}$$

Lua e Sol são os principais responsáveis pelas forças de maré. Estas são produzidas devido às diferenças na aceleração gravitacional sofrida por massas distribuídas na Terra em razão das respectivas diferenças de suas distâncias em relação a esses astros. A figura mostra duas massas iguais, $m_1 = m_2 = m$, dispostas sobre a superfície da Terra em posições diametralmente opostas e alinhadas em relação à Lua, bem como uma massa $m_0 = m$ situada no centro da Terra. Considere G a constante de gravitação universal, M a massa da Lua, r o raio da Terra e R a distância entre os centros da Terra e da Lua. Considere, também, f_{0z}, f_{1z} e f_{2z} as forças produzidas pela Lua respectivamente sobre as massas m_0, m_1, e m_2. Determine as diferenças $(f_{1z} - f_{0z})$ e $(f_{2z} - f_{0z})$ sabendo que deverá usar a aproximação $\dfrac{1}{(1 + x)^{\alpha}} = 1 - \alpha x$, quando $x << 1$.



Resolução

$$\boxed{F = \frac{GMm}{d^2}}$$

$$f_{0z} = \frac{GMm}{R^2} \qquad f_{1z} = \frac{GMm}{(R + r)^2} \qquad f_{2z} = \frac{GMm}{(R - r)^2}$$

$$\frac{1}{(R + r)^2} = \frac{1}{\left[R\left(1 + \frac{r}{R}\right)\right]^2} = \frac{1}{R^2} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{R}\right)^2}$$

$$\frac{1}{\left(1 + \frac{r}{R}\right)^2} = 1 - \frac{2r}{R}$$

$$\frac{1}{(R + r)^2} = \frac{1}{R^2}\left(1 - \frac{2r}{R}\right)$$

$$\frac{1}{(R - r)^2} = \frac{1}{R^2}\left(1 + \frac{2r}{R}\right)$$

$$f_{1z} - f_{0z} = GMm\left[\frac{1}{R^2}\left(1 - \frac{2r}{R}\right) - \frac{1}{R^2}\right]$$

$$f_{1z} - f_{0z} = GMm\left(-\frac{2r}{R^3}\right)$$

$$\boxed{f_{1z} - f_{0z} = -\frac{2GMmr}{R^3}}$$

$$f_{2z} - f_{0z} = GMm\left[\frac{1}{R^2}\left(1 + \frac{2r}{R}\right) - \frac{1}{R^2}\right]$$

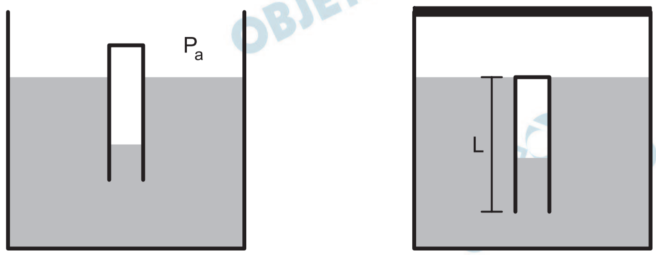
$$\boxed{f_{2z} - f_{0z} = \frac{2GMmr}{R^3}}$$

26

Para ilustrar os princípios de Arquimedes e de Pascal, Descartes emborcou na água um tubo de ensaio de massa m, comprimento L e área da seção transversal A. Sendo g a aceleração da gravidade, ρ a massa específica da água, e desprezando variações de temperatura no processo, calcule:

a) o comprimento da coluna de ar no tubo, estando o tanque aberto sob pressão atmosférica P_a, e

b) o comprimento da coluna de ar no tubo, de modo que a pressão no interior do tanque fechado possibilite uma posição de equilíbrio em que o topo do tubo se situe no nível da água (ver figura).



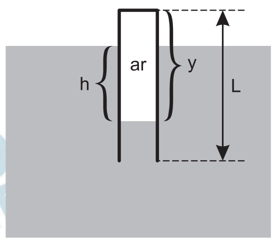
Resolução

a) Considerando que o tubo esteja em equilíbrio e chamando de y a altura da coluna de ar no tubo, temos:

1) $E = P$

$\rho\, g\, A\, h = m\, g$

$$h = \frac{m}{\rho A}$$



2) Aplicando-se a Lei de Boyle (temperatura constante) para as situações do tubo fora da água e tubo emborcado, vem:

$P_0 V_0 = P_1 V_1$

$P_a \,.\, A \,.\, L = (P_a + \rho\, g\, h)\, A \,.\, y$

$$P_a \,.\, L = \left(P_a + \rho\, g\, \frac{m}{\rho A}\right) y$$

$$y = \frac{P_a L}{P_a + \dfrac{mg}{A}}$$

$$\boxed{y = \frac{P_a L A}{A P_a + mg}}$$

b) Na segunda situação representada, temos:

$E = P$

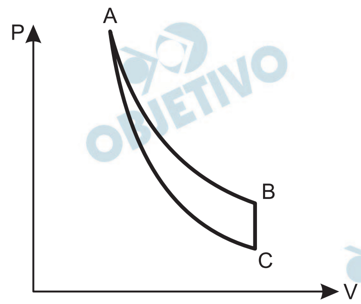
$\rho\, g\, V_i = m\, g$

$$\rho\, A\, h' = m \Rightarrow \boxed{h' = \frac{m}{\rho A}}$$

Respostas: a) $\dfrac{P_a L A}{A P_a + mg}$ b) $\dfrac{m}{\rho A}$

27

Três processos compõem o ciclo termodinâmico ABCA mostrado no diagrama P x V da figura. O processo AB ocorre a temperatura constante. O processo BC ocorre a volume constante com decréscimo de 40 J de energia interna e, no processo CA, adiabático, um trabalho de 40 J é efetuado sobre o sistema. Sabendo-se também que em um ciclo completo o trabalho total realizado pelo sistema é de 30 J, calcule a quantidade de calor trocado durante o processo AB.



Resolução

1) Cálculo do trabalho realizado na transformação AB:

$\tau_{ciclo} = \tau_{AB} + \tau_{BC} + \tau_{CA}$

Como:

$\tau_{ciclo} = +30J$

$\tau_{BC} = 0$ **(transformação isométrica)**

$\tau_{CA} = -40J$ **(trabalho recebido)**

temos:

$30 = \tau_{AB} + 0 - 40$

$\tau_{AB} = 70J$

2) Como na transformação AB a temperatura permanece constante, não há variação da energia interna ($\Delta U_{AB} = 0$).

Assim, aplicando-se a 1ª Lei da Termodinâmica, vem:

$Q_{AB} = \tau_{AB} + \Delta U_{AB}$

$Q_{AB} = 70 + 0$

$\boxed{Q_{AB} = 70J}$

Resposta: 70J

28

Três esferas condutoras, de raio a e carga Q, ocupam os vértices de um triângulo eqüilátero de lado b >> a, conforme mostra a figura (1). Considere as figuras (2), (3) e (4), em que, respectivamente, cada uma das esferas se liga e desliga da Terra, uma de cada vez. Determine, nas situações (2), (3) e (4), a carga das esferas Q_1, Q_2 e Q_3, respectivamente, em função de a, b e Q.

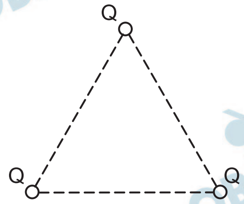


Fig.(1)

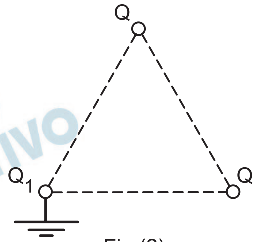


Fig.(2)

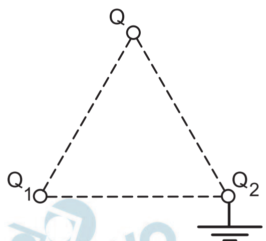


Fig.(3)

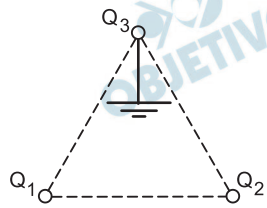
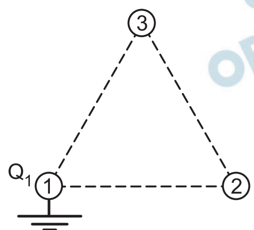


Fig.(4)

Resolução

Estando uma das esferas ligada à Terra, o potencial resultante nesta é nulo.

1) Na figura 2, temos:



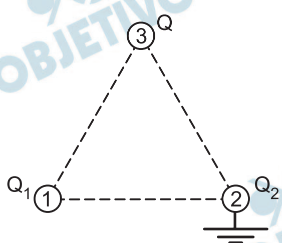
$$V_{esf_1} + V_{3,1} + V_{2,1} = 0$$

$$K\frac{Q_1}{a} + K\frac{Q}{b} + K\frac{Q}{b} = 0$$

$$\frac{Q_1}{a} = \frac{-2Q}{b}$$

$$\boxed{Q_1 = \frac{-2Q\,a}{b}} \quad ①$$

2) Na figura 3, temos:



$$V_{esf_2} + V_{1,2} + V_{3,2} = 0$$

$$K\frac{Q_2}{a} + K\frac{Q_1}{b} + K\frac{Q}{b} = 0$$

$$\frac{Q_2}{a} + \frac{Q_1}{b} + \frac{Q}{b} = 0$$

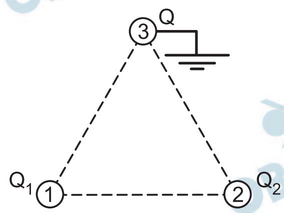
$$\frac{Q_2}{a} = \frac{-Q_1}{b} - \frac{Q}{b}$$

Substituindo-se a carga Q_1 obtida em ①, vem:

$$\frac{Q_2}{a} = + \frac{2Q\,a}{b^2} - \frac{Q}{b}$$

$$\boxed{Q_2 = \frac{Q\,a}{b}\left(\frac{2a}{b} - 1\right)} \quad ②$$

3) Na figura 4, temos



$$V_{esf_3} + V_{1,3} + V_{2,3} = 0$$

$$K\,\frac{Q_3}{a} + K\,\frac{Q_1}{b} + K\,\frac{Q_2}{b} = 0$$

$$\frac{Q_3}{a} + \frac{Q_1}{b} + \frac{Q_2}{b} = 0$$

$$\frac{Q_3}{a} = \frac{-Q_1}{b} - \frac{Q_2}{b}$$

Usando-se as expressões de Q_1 e Q_2 obtidas nas equações ① e ②, temos:

$$\frac{Q_3}{a} = + \frac{2Q\,a}{b^2} - \frac{Q\,a}{b^2}\left(\frac{2a}{b} - 1\right)$$

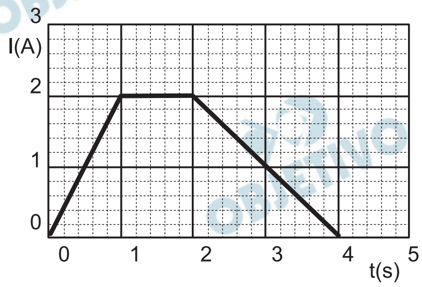
$$\frac{Q_3}{a} = \frac{Q\,a}{b^2}\left(2 - \frac{2a}{b} + 1\right)$$

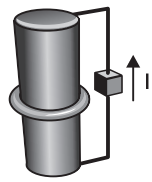
$$\frac{Q_3}{a} = \frac{Q\,a}{b^2}\left(3 - \frac{2a}{b}\right)$$

$$\boxed{Q_3 = \frac{Q\,a^2}{b^2}\left(3 - \frac{2a}{b}\right)}$$

29

Um longo solenóide de comprimento L, raio a e com n espiras por unidade de comprimento, possui ao seu redor um anel de resistência R. O solenóide está ligado a uma fonte de corrente I, de acordo com a figura. Se a fonte variar conforme mostra o gráfico, calcule a expressão da corrente que flui pelo anel durante esse mesmo intervalo de tempo e apresente esse resultado em um novo gráfico.





Resolução

O campo magnético no interior do solenóide é dado por:

$$\mathbf{B = \frac{\mu \,.\, I .\, N}{L}\ , \text{ em que } \frac{N}{L} = n}$$

Logo: $B = \mu \,.\, I \,.\, n$

O fluxo magnético Φ é:

$$\Phi = B \,.\, A = \mu \,.\, I \,.\, n \,.\, \pi\, a^2$$

Usando a Lei de Faraday, calcula-se a força eletromotriz induzida no anel:

$$E = -\ \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$E = -\,\mu \,.\, n \,.\, \pi\, a^2 \left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$$

A corrente induzida no anel é:

$$i = \frac{E}{R} \Rightarrow \boxed{i = \frac{-\mu \,.\, n \,.\, \pi \,.\, a^2}{R}\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)}$$

Seja $k = \mu \,.\, n \,.\, \pi \,.\, a^2$ (constante)

$$i = \frac{-k}{R}\left(\frac{\Delta I}{\Delta t}\right)$$

Analisando o gráfico:

1º trecho: $0 \le t \le 1s$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{2A}{1s} = 2\ \frac{A}{s}$$

A corrente induzida fica:

$$\boxed{i_1 = \frac{-\,2k}{R}}$$

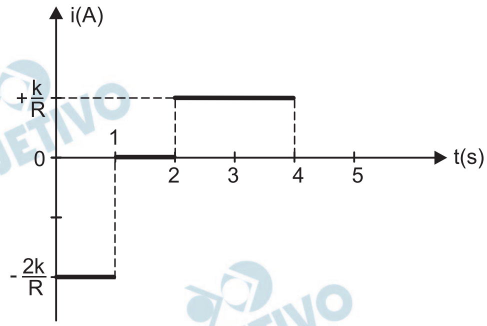
2º trecho: $1s \le t \le 2s$

$\boxed{i_2 = 0}$ **pois o fluxo não varia**

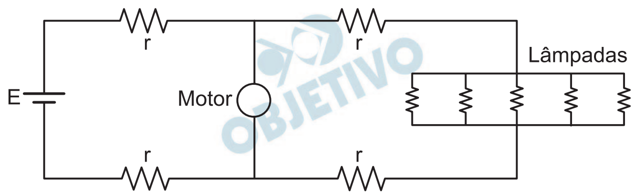
3º trecho: 2s ≤ t ≤ 4s

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = -1\ \frac{A}{s} \Rightarrow \boxed{i_3 = \frac{+k}{R}}$$

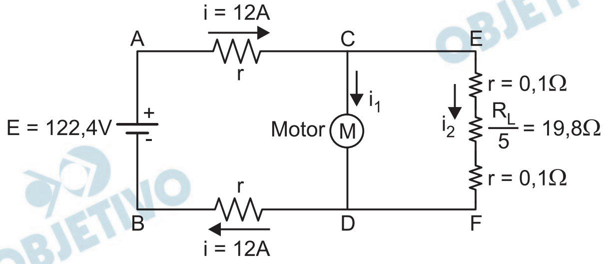
Gráfico da corrente induzida (i) em função do tempo (t):



Considere um circuito constituído por um gerador de tensão E = 122,4 V, pelo qual passa uma corrente I = 12 A, ligado a uma linha de transmissão com condutores de resistência r = 0,1Ω. Nessa linha encontram-se um motor e uma carga de 5 lâmpadas idênticas, cada qual com resistência R = 99Ω, ligadas em paralelo, de acordo com a figura. Determinar a potência absorvida pelo motor, P_M, pelas lâmpadas, P_L, e a dissipada na rede, P_r.



Resolução



$U_{AC} = U_{BD} = r \cdot i = 0{,}1 \cdot 12\ (V) = 1{,}2V$

No motor, temos:

$U_{CD} = E - U_{AC} - U_{BD}$

$U_{CD} = (122{,}4 - 1{,}2 - 1{,}2)\ V$

$U_{CD} = 120{,}0V$

Nas lâmpadas, portanto, no trecho EF:

$$i_2 = \frac{U_{EF}}{R_{eq}} = \frac{120V}{20\Omega} = 6{,}0A$$

Cálculo das potências elétricas:

1º) no motor: $i_1 = i - i_2 = 12A - 6A = 6A$

$P_M = i_1 \cdot U_{CD} = 6 \cdot 120\ (W)$

$$\boxed{P_M = 720{,}0W}$$

2º) nas cinco lâmpadas:

$$P_L = \left(\frac{R_L}{5}\right) \cdot i_2^2 \Rightarrow P_L = 19{,}8 \cdot 6^2$$

$$\boxed{P_L = 712{,}8W}$$

3º) Potência dissipada na rede:

$P_{diss} = 2r \cdot i^2 + 2r \cdot i_2^2$

$P_{diss} = 2 \cdot 0{,}1 \cdot 12^2 + 2 \cdot 0{,}1 \cdot 6^2$

$\boxed{P_{diss} = 36{,}0W}$

Observação:

Potência do gerador:

$P = E \cdot i$

$P = 122{,}4 \cdot 12$

$\boxed{P = 1468{,}8W}$

Somatório das potências dos aparelhos e das potências dissipadas:

$P_{TOT} = (720{,}0 + 712{,}8 + 36{,}0)W$

$\boxed{P_{TOT} = 1468{,}8W}$

COMENTÁRIO

O ITA manteve a tradição de uma prova trabalhosa e de alto nível com algumas questões mais simples alternando com questões inéditas e difíceis.

A questão 7 é inadequada, pois, se considerarmos um ciclo completo, nenhuma das alternativas atende corretamente às relações causais propostas.

46,66%	Mecânica
3,33%	Termologia
3,33%	Óptica
13,35%	Ondas
30%	Eletricidade
3,33,%	Física Moderna