Romero Tavares

Vestibulares da UFPB

Provas de Física Resolvidas de 1994 até 1998

João Pessoa, outubro de 1998

Apresentação

Romero Tavares é Bacharel em Física pela Universidade Federal de Pernambuco, Mestre em Astronomia pelo Instituto Astronômico e Geofísica e Doutor em Física pelo Instituto de Física, ambos pertencentes à Universidade de São Paulo.

Professor Adjunto IV no Departamento de Física da Universidade Federal da Paraíba, onde leciona desde 1977.

A idéia deste trabalho surgiu com a publicação na Internet das Provas dos Vestibulares da UFPB (as questões propostas) pelo Prof. Lenimar de Andrade do Departamento de Matemática/UFPB.

Não existia nenhuma publicação sistematizada que orientasse os vestibulandos desta Universidade quanto à ênfase dada aos diversos temas do programa de Física ao longo de vários anos.

Os problemas foram agrupados por assunto de forma a dar uma visão específica e mais didática, e alguns temas escolhidos(torque, gravitação, colisões em duas dimensões, conservação da energia mecânica, empuxo, óptica geométrica, Lei de Ampère, Lei de Biot-Savart etc) mereceram um resumo da teoria.

Espero ter contribuído para facilitar o aprendizado de Física pelos vestibulandos da UFPB.

Prefácio

Quando o autor me propôs que fizesse um prefácio para o seu livro, bastaram-me alguns segundos para que me decidisse por aceitar tal incumbência. Na verdade, é um prazer fazê-lo. Isto porque apesar de serem muitos os livros que tratam de soluções de problemas de vestibulares, este é um livro que não se restringe a apresentar essas soluções, como geralmente é o caso, mas, verdadeiramente, desenvolve um esforço para apresentar as razões que levam a essa solução e o raciocínio desenvolvido para obtê-las. em tempos em que os vestibulandos são sistematicamente bombardeados com abordagens que procuram reduzir o aprendizado de Física à "simples" tarefa de decorar fórmulas é realmente gratificante encontrar professores que mostre a importância do raciocínio na solução de problemas de Física.

O fato de o autor ter disponibilizado graciosamente seu livro na Internet, apesar de reduzir-lhe os rendimentos, certamente deverá granjear-lhe o respeito daqueles a quem este livro é dirigido.

João Pessoa, novembro de 1998
Pedro Luiz Christiano
Doutor em Física-USP/São Carlos
Coordenador do Curso de Física-CCEN/UFPB

53(079) Tavares, Romero
T231v Vestibulares da UFPB: Provas de Física resolvidas de 1994 até 1998
Romero Tavares. — João Pessoa:
76p. : il.—
1. FÍSICA — (Vestibulares)

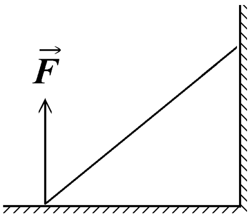
Índice

Estática

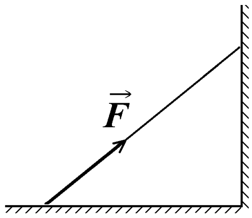
UFPB/98

1. Uma escada está em equilíbrio, tendo uma extremidade apoiada numa parede vertical lisa e a outra, num piso horizontal. O vetor que melhor representa a força resultante $\vec{F}$ que o piso faz sobre a base da escada é

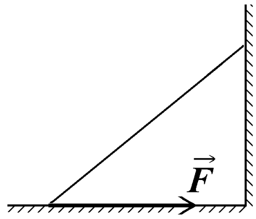
a)



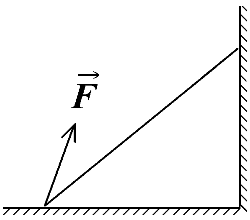
c)



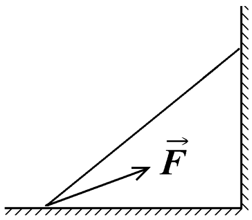
e)



b)



d)



Solução:
Como não existe atrito entre a parede e a escada, as forças que atuam na escada são aquelas desenhadas na figura ao lado.
A escada está em equilíbrio, logo a resultante de forças que atua nela é nula:

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{N}_h + \vec{N}_v = 0$$

Segundo a horizontal temos que:

$$F_a - N_h = 0$$

e segundo a vertical temos que:

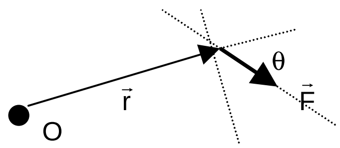
$$N_v - P = 0$$

Seja θ o ângulo que a escada faz com a horizontal. temos então que:

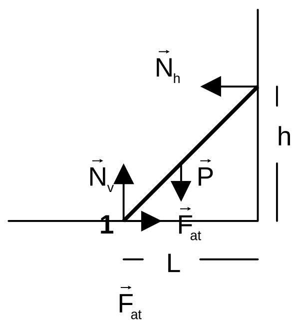
$$\tan\theta = \frac{h}{L}$$

Considere o retângulo formado pelas forças que atuam na escada, e α o ângulo que a diagonal deste retângulo faz com a horizontal. Como o corpo está em equilíbrio o torque das forças é nulo em relação a qualquer eixo. Vamos calcular o torque em relação a um eixo perpendicular ao papel e que passe pelo ponto 1 (onde a escada toca o solo) :

Torque (ou momento de uma força) $\vec{F}$ em relação a um eixo que passa por um ponto O é definido como:



$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$
$$\tau = r\, F\, \text{sen}\theta$$

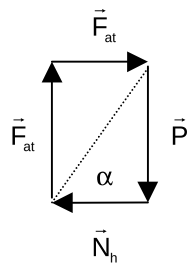


$$\tau_1 = P\frac{L}{2} - N_h h = 0$$

$$\frac{P}{N_h} = \frac{2h}{L}$$

$$\tan\alpha = \frac{2h}{L}$$

$$\tan\alpha = 2\tan\theta$$



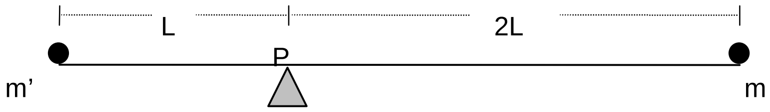
logo:

$$\tan\alpha > \tan\theta$$

Resposta: item b

UFPB/97

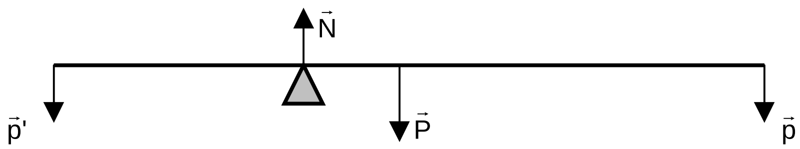
2. Uma haste com massa uniformemente distribuída ao longo do seu comprimento encontra-se em equilíbrio, na horizontal, apoiada no ponto P, tendo duas massas m e m' nas suas extremidades, conforme a figura abaixo:



Nessas condições, é correto afirmar:

a) m' < m b) m' = m c) m < m' < 2m d) m' = 2m e) m' > 2m

Solução:
As forças que atuam na haste estão representadas a seguir:



Como o corpo está em equilíbrio o torque das forças é nulo em relação a qualquer eixo. Vamos calcular o torque em relação a um eixo perpendicular ao papel e que passe pelo ponto em que a haste toca o ponto de apoio:

$$-p'L + \frac{L}{2}P + p(2L) = 0$$

$$p' - 2p = \frac{P}{2}$$

logo:

$$p' - 2p > 0$$

$$p' > 2p$$

$$m' > 2m$$

Resposta: item e

UFPB/97

3. Numa determinada experiência física, obtém-se que o módulo da força de atrito que atua sobre um corpo é proporcional ao quadrado de sua velocidade ($F=\alpha v^2$). Determine, no Sistema Internacional, em termos das unidades das grandezas fundamentais (comprimento, massa e tempo), a unidade da constante de proporcionalidade α

Solução:

$$F = \alpha v^2$$

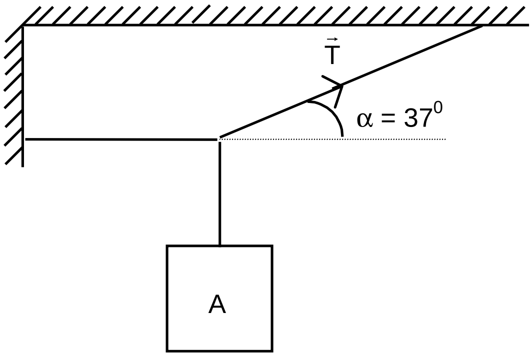
Usando as dimensões das grandezas envolvidas na equação acima, temos:

$$[F] = [\alpha][v^2]$$

$$kg.\ m/s^2 = [\alpha]\ m^2/s^2 \quad \Rightarrow \quad [\alpha] = kg/m$$

UFPB/95

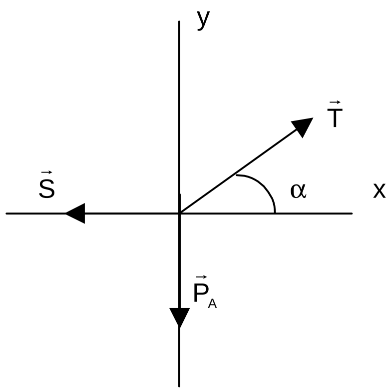
4. Um corpo A, de massa m = 1,2 kg, está pendurado por um sistema de cordas de massa desprezível, como mostra a figura ao lado.
Usando g = 10 m/s^2, sen 37º = 0,6 e cos37º = 0,8 , o módulo da tensão $\vec{T}$ na corda inclinada é :



a) nulo
b) 12 N
c) 16N
d) 20 N
e) 25 N

Solução:

Dados $\begin{cases} \alpha = 37^0 \\ m_A = 1,2\ kg \end{cases}$



Como o corpo está em equilíbrio, a resultante de forças que atua sobre ele é nula. Vamos considerar as forças que atuam no nó que une as cordas, acima do corpo A .

$$\vec{T} + \vec{S} + \vec{P}_A = 0$$

Segundo o eixo x a equação acima tem a forma

$$T \cos\alpha - S = 0$$

Segundo o eixo y a equação acima tem a forma:

$$T \operatorname{sen}\alpha - P_A = 0$$

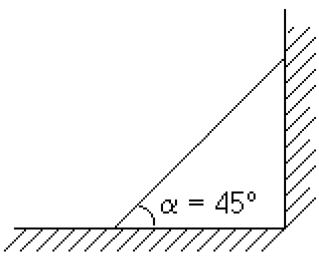
ou seja:

$$T = \frac{P_A}{\operatorname{sen}\alpha} = \frac{m_A g}{\operatorname{sen}\alpha} \quad \Rightarrow \quad T = 20 \text{ Newtons}$$

Resposta: item d

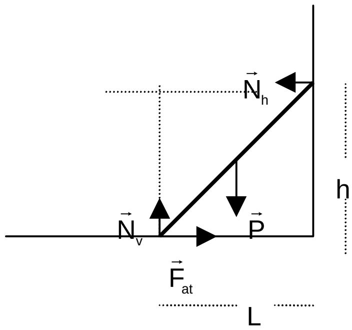
UFPB/95

5. Uma tábua de massa 10kg, uniformemente distribuída, tem uma extremidade apoiada numa parede vertical lisa e a outra, num piso horizontal. O ângulo formado pela tábua com o piso é α = 45º. Determine a força de atrito exercida pelo piso sobre a tábua.
Considere:
g = 10m/s^2 e
sen 45º = cos 45º = 0,7.



Solução:

Dados: $\begin{cases} m = 10\ kg \\ \alpha = 45^0 \end{cases}$



A tábua está em equilíbrio, logo a resultante de forças que atua nela é nula:

$$\vec{F}_{at} + \vec{P} + \vec{N}_h + \vec{N}_v = 0$$

Segundo a horizontal temos que:

$$F_{at} - N_h = 0$$

e segundo a vertical temos que:

$$N_v - P = 0$$

Vamos calcular o torque em relação a um eixo perpendicular ao papel e que passe pelo ponto onde a tábua toca no chão .

$$P.\frac{L}{2} - N_h h = 0$$

Mas como $N_h = F_{at}$

$$P\frac{L}{2} - F_{at} h = 0$$

Como $\alpha = 45^0$, temos que $L = h$, logo:

$$F_{at} = \frac{P}{2}$$

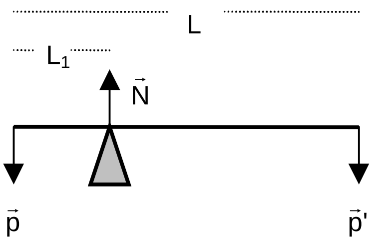
$$F_{at} = 50 \text{ Newtons}$$

UFPB/94

6. Uma tábua de 2,0 m de comprimento e massa desprezível está apoiada sobre um suporte situado num ponto a 0,80 m de uma das extremidades. Sobre a tábua, na extremidade mais próxima do ponto de apoio, coloca-se um bloco de massa m = 30 kg. Determine a massa do corpo que deve ser colocado sobre a outra extremidade para que a tábua fique em equilíbrio horizontal.

Solução:

Dados $\begin{cases} L = 2{,}0\ m \\ L_1 = 0{,}8\ m \\ m = 30\ kg \end{cases}$



A tábua está em equilíbrio, logo a resultante de forças que atua nela é nula:

$$\vec{p} + \vec{p}' + \vec{N} = 0$$

ou seja:

$$p + p' - N = 0$$

Como o corpo está em equilíbrio o torque das forças é nulo em relação a qualquer eixo. Vamos calcular o torque em relação a um eixo perpendicular ao papel e que passe pelo ponto em que a tábua toca o ponto de apoio:

$$L_1 p - (L - L_1) p' = 0$$

$$p' = \frac{L_1 p}{L - L_1}$$

ou seja:

$$m' = \frac{L_1 m}{L - L_1}$$

$$m' = 20 \text{ kg}$$

Cinemática e Dinâmica

Revisão de colisões:

Nas colisões entre partículas a quantidade de movimento inicial $\vec{P}_i$ (ou momento linear inicial) do conjunto das partículas é SEMPRE igual a quantidade de movimento final $\vec{P}_f$ (ou momento linear final) do conjunto das partículas:

$$\vec{P} = m\vec{v} = \text{quantidade de movimento}$$

Se temos apenas duas partícula, por exemplo: partícula 1 e partícula 2 :

$$\vec{P} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$$

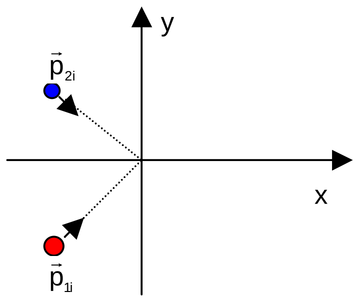
Usando a conservação da quantidade de movimento:

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \quad \Rightarrow \quad \vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i} = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$$

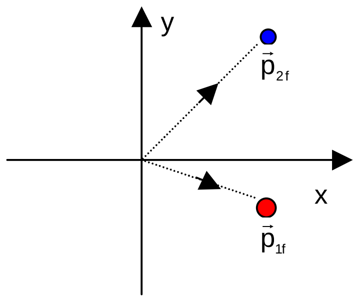
A expressão acima é a equação básica para a conservação da quantidade de movimento. Como o momento linear é um vetor, teremos equações de conservação para as suas componentes x e y :

$$(p_{1i})_x + (p_{2i})_x = (p_{1f})_x + (p_{2f})_x$$
$$(p_{1i})_y + (p_{2i})_y = (p_{1f})_y + (p_{2f})_y$$

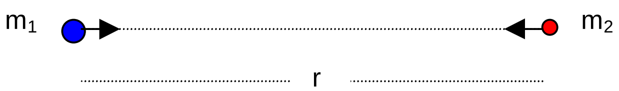
Antes da colisão



Depois da colisão



Revisão de atração gravitacional:



Duas partículas de massas m_1 e m_2 respectivamente, separadas por uma distância r se atraem mutuamente com uma força:

$$F_G = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

onde G é a constante de gravitação universal, e vale:

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

UFPB/98

1. Um corpo desloca-se numa trajetória retilínea. Às 10 horas e 30 minutos, sua velocidade é de 40 *km/h* num determinado sentido e, às 10 horas e 45 minutos, é de 60 *km/h* no sentido oposto ao anterior. O módulo da aceleração média do corpo neste intervalo de tempo, em *km/h*^{2}, é

a) 20
b) 80
c) 100
d) 240
e) 400

Solução:

Dados: $\begin{cases} t_1 = 10\text{ h } 30\text{ min} = 10{,}50\text{ h} \\ t_2 = 10\text{ h } 45\text{ min} = 10{,}75\text{ h} \end{cases}$ $\begin{cases} v_1 = 40\text{ km/h} \\ v_2 = -60\text{ km/h} \end{cases}$

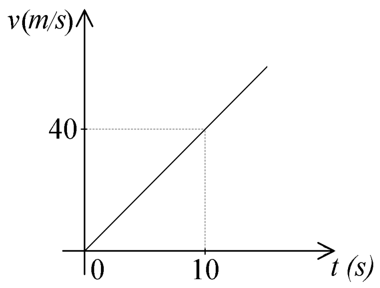
$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{(-60)-(40)}{10{,}75 - 10{,}50} = -\frac{100}{0{,}25} = -400$$

$$|\bar{a}| = 400\text{km/h}^2$$

Resposta: item e

UFPB/98

2. Uma moto, partindo do repouso, percorre uma pista circular cujo raio é 36*m* . O gráfico de sua velocidade *v*, em função do tempo *t* , é dado ao lado. Considerando $\pi = 3$, determine



a) o tempo que a moto gasta para fazer as três primeiras voltas na pista circular.

b) o módulo da aceleração centrípeta da moto, no instante em que ela completa a 3ª volta.

Solução:

Dado: r = 36 m

a)Como o gráfico de a versus t é uma reta que passa pela origem, temos que v = at . Essa é a equação para a velocidade no movimento retilíneo e uniformemente variado (MRUV), logo:

$$\therefore \quad a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \quad \Rightarrow \quad a = \frac{40-0}{10-0} = 4\text{m/s}^2$$

Considerando n o número de voltas, temos que no MRUV a distância percorrida d tem a forma:

$$d = \frac{at^2}{2} = n(2\pi r)$$

ou seja:

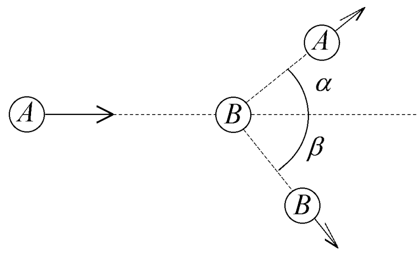
$$t = \sqrt{\frac{n(4\pi r)}{a}} = \sqrt{\frac{3(4.3.36)}{4}} = 18\text{s}$$

b) v(t=18s) = 4.18 = 72 m/s

$$a_C = \frac{v^2}{r} = \frac{(72)^2}{36} = 144\text{ m/s}^2$$

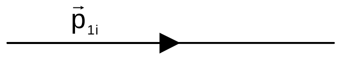
UFPB/98

3. Uma bola A, com velocidade de 10m/s, incide sobre uma bola B, em repouso. A massa de B é a metade da massa de A. Após o choque, as bolas A e B deslocam-se com velocidades V_A e V_B, respectivamente, que formam os ângulos α e β com a direção inicial do movimento da bola A, conforme indicado na figura ao lado.
   Determine V_A e V_B, sabendo que senα = cosβ = 0,6 e que senβ = cosα = 0,8.



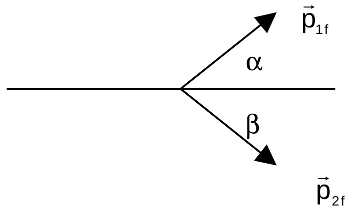
Solução:

Neste problema, uma das partículas encontra-se inicialmente em repouso:



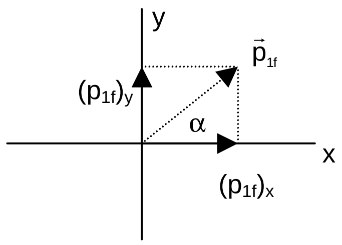
$(p_{1i})_x = m_A v_A$ $\qquad$ $(p_{1i})_y = 0$
$(p_{2i})_x = 0$ $\qquad$ $(p_{2i})_y = 0$

Depois da colisão, temos que:



$(p_{1f})_x = m_A V_A \cos\alpha$ $\quad$ e $\quad$ $(p_{1f})_y = m_A V_A \operatorname{sen}\alpha$
$(p_{2f})_x = m_B V_B \cos\beta$ $\quad$ e $\quad$ $(p_{2f})_y = - m_B V_B \operatorname{sen}\beta$

Ao longo do eixo x temos a equação:



$$m_A v_A = m_A V_A \cos\alpha + m_B V_B \cos\beta \qquad (1)$$

E ao longo do eixo y temos a equação:

$$0 = m_A V_A \operatorname{sen}\alpha - m_B V_B \operatorname{sen}\beta \qquad (2)$$

Como neste problema $m_A = 2m_B$ as equações (1) e (2) tomam a forma:

$$2 v_A = 2 V_A \cos\alpha + V_B \cos\beta \qquad (1')$$
$$0 = 2 V_A \operatorname{sen}\alpha - V_B \operatorname{sen}\beta \qquad (2')$$

As incógnitas do sistema de equações (1') e (2') acima são V_A e V_B. Resolvendo este sistema, encontramos:

$$V_A = v_A \frac{\operatorname{sen}\beta}{\cos\alpha \operatorname{sen}\beta + \operatorname{sen}\alpha \cos\beta} = 8m/s$$

$$V_A = 2v_A \frac{\operatorname{sen}\alpha}{\cos\alpha \operatorname{sen}\beta + \operatorname{sen}\alpha \cos\beta} = 12m/s$$

UFPB/98

4. Um satélite artificial descreve uma órbita circular em torno da Terra. Calcule a massa da Terra, sabendo que o período de revolução do satélite é $1x10^4$s e que o raio de sua órbita é $1x10^7$m. Considere π = 3 e a constante de gravitação universal G = $6x10^{-11}$ N . m^2/kg^2.

Solução:

A força de atração entre o satélite e a Terra é:

$$F_G = G\frac{m_S M_T}{r^2}$$

Essa força corresponde a uma força centrípeta sentida pelo satélite, que o mantém em órbita:

$$F_C = m_S\frac{v^2}{r} = \frac{m_S}{r}\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 = \frac{4\pi^2 m_S r}{T^2}$$

$$F_G = F_C \quad\Rightarrow\quad G\frac{m_S M_T}{r^2} = \frac{4\pi^2 m_S r}{T^2}$$

Logo:

$$M_T = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = 6x10^{24}kg$$

UFPB/97

5. Um automóvel percorre uma pista retilínea com aceleração constante. Num determinado instante, sua velocidade é de 36 km/h e 10 segundos depois, 144 km/h. A aceleração do automóvel, em m/s^2, é:

a) 2 b) 3 c) 4 d) 9,8 e) 10,8

Solução:

$$\text{Dados}\begin{cases} v_1 = 36\text{ km/h} = 10\text{ m/s} \\ v_2 = 144\text{ km/h} = 40\text{ m/s} \\ t = 10\text{ s} \end{cases}$$

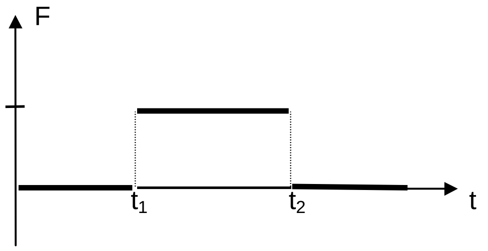
$$v_2 = v_1 + at \qquad\Rightarrow\qquad a = \frac{v_2 - v_1}{t} = \frac{40-10}{10}$$

$$a = 3\text{ m/s}^2$$

Resposta: item b

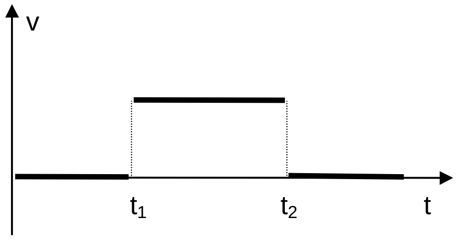
UFPB/97

6. Uma partícula descreve um movimento retilíneo sob a ação de uma força F, cuja variação com o tempo está representada no gráfico ao lado

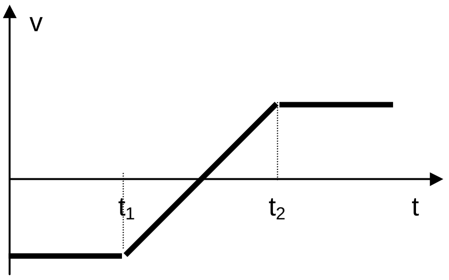


A velocidade desta partícula, em função do tempo, pode ser representada por:

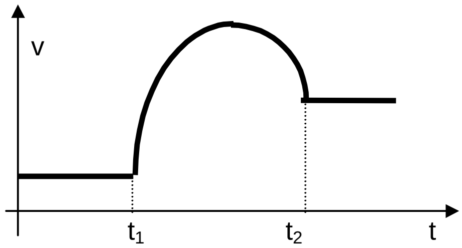
a)



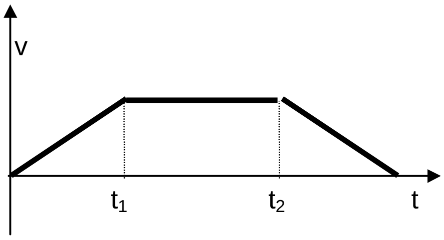
d)



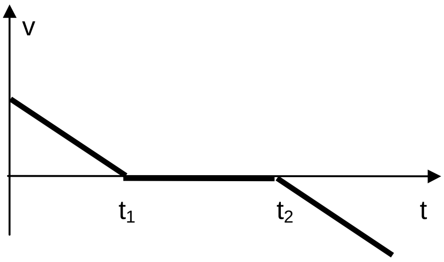
b)



e)



c)



Solução:

A Segunda lei de Newton diz que $\vec{F} = m\vec{a}$, a força resultante que atua em uma partícula é igual ao produto da massa pela aceleração desta partícula. Portanto:

i) F = 0 para $t_1 > t \geq 0$ logo a = 0 $\Rightarrow$ v = constante.

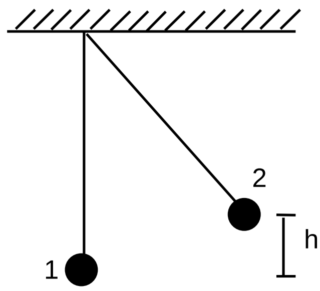
ii) F = constante > 0 , para $t_2 > t \geq t_1$, logo a = constante > 0 $\Rightarrow$ $v_f = v_i + at$ ou seja: a curva que define a velocidade no gráfico v x t é uma reta.

iii) F = 0 para $t \geq t_2$ logo a = 0 $\Rightarrow$ v = constante

Resposta: item d

UFPB/97

7. Duas pequenas esferas 1 e 2 de mesma massa estão inicialmente em repouso, presas por fios de massa desprezível e de mesmo comprimento, conforme a figura. Soltando-se a esfera 2, esta se choca com a 1 e ambas passam a mover-se juntas. A altura máxima h' atingida pelo sistema formado pelas duas esferas vale:



a) h/8
b) h/4
c) h/3
d) h/2
e) h

Solução:

No instante da colisão a esfera 2 tem uma velocidade v . Calculamos v usando a conservação da energia mecânica:

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

Logo depois da colisão, teremos o conjunto das duas esferas se movendo com a mesma velocidade V . Encontramos V usando a conservação da quantidade de movimento (ou momento linear), ou seja: a quantidade de movimento antes da colisão $\vec{P}_i$ é igual a quantidade de movimento após a colisão $\vec{P}_f$.

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f \quad \Rightarrow \quad mv = (m+m)V \quad \Rightarrow \quad V = \frac{v}{2} = \frac{\sqrt{2gh}}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

Usando a conservação da energia mecânica, a altura h' alcançada será:

$$(m+m)\frac{V^2}{2} = (m+m)gh'$$

$$h' = \frac{V^2}{2g} = \frac{1}{2g}\left(\frac{gh}{2}\right) = \frac{h}{4}$$

Resposta: item b

UFPB/97

8. Dois satélites artificiais percorrem órbitas circulares em torno da Terra. Um deles tem velocidade v e percorre uma órbita de raio igual a duas vezes o raio da Terra. Sabendo-se que a velocidade do outro é v/2, qual a razão entre sua distância à superfície da Terra e o raio da Terra?

Solução:

$$\text{Dados} \begin{cases} v_1 = v \\ r_1 = 2R_T \\ v_2 = v/2 \end{cases}$$

A força de atração gravitacional entre a Terra e um dos satélites é dada por:

$$F_G = G\frac{mM_T}{r^2}$$

Como o movimento do satélite é circular com velocidade v, podemos associar à força gravitacional uma força centrípeta dada por:

$$F_C = ma_C = \frac{mv^2}{r}$$

Para o corpo 1 temos:

$$\frac{m_1 v_1^2}{r_1} = G\frac{m_1 M_T}{r_1^2} \quad \Rightarrow \quad v_1^2 = \frac{GM_T}{r_1}$$

De modo equivalente para a partícula 2, obtemos: $v_2^2 = \frac{GM_T}{r_2}$

Dividindo uma equação pela outra, encontramos:

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{\frac{GM_T}{r_1}}{\frac{GM_T}{r_2}} = \frac{r_2}{r_1} \quad \Rightarrow \quad r_2 = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 r_1 = \left(\frac{v}{v/2}\right)^2 (2R_T) \quad \therefore \quad r_2 = 8R_T$$

$$\frac{r_2}{R_T} = 8 \text{ , mas } d = r_2 - R_T = 7\,R_T \quad \Rightarrow \quad \frac{d}{R_T} = 7$$

UFPB/97

9. Dois blocos 1 e 2 de massas 0,5 kg e 0,8 kg, respectivamente, estão inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal e lisa, amarrados por um cordão e comprimindo uma mola. Corta-se o cordão, e o bloco 1 passa a se mover com velocidade de 12 m/s. Determine o momento linear adquirido pelo bloco 2.

Solução:

$$\text{Dados:} \begin{cases} m_1 = 0{,}5 \text{ kg} \\ m_2 = 0{,}8 \text{ kg} \\ v_1 = 12 \text{ m/s} \end{cases}$$

Considerando-se a conservação do momento linear, temos que o momento linear $\vec{P}_i$ antes da colisão é igual ao momento linear $\vec{P}_f$ após a colisão. Como os corpos estão inicialmente em repouso $\vec{P}_i = 0$.

$$\vec{P}_f = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = 0$$

$$P_f = m_1 v_1 - m_2 v_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2}$$

v_2 = 7,7 m/s

UFPB/96

10. A velocidade escalar de uma partícula em movimento circular de raio R = 25m é dada pela equação v(t) = 1 + 3t, onde as grandezas estão expressas em unidades do Sistema Internacional. Calcule:

a) o módulo da aceleração centrípeta no instante 3,0s.
b) o módulo da aceleração escalar no instante 3,0s.
c) o módulo da aceleração resultante no instante 3,0s.

Solução:

a) v(t=3s) = 1 + 3.3 = 10 m/s

$$a_C(t=3) = \frac{[v(t=3)]^2}{R} = \frac{10^2}{25} \quad \Rightarrow \quad a_C = 4m/s^2$$

b) $a_{tan\,gencial} = \frac{dv}{dt} = 3 \quad \Rightarrow \quad a_T = 3\ m/s^2$

c) $a_R = \sqrt{a_C^2 + a_T^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} \quad \Rightarrow \quad a_R = 5\ m/s^2$

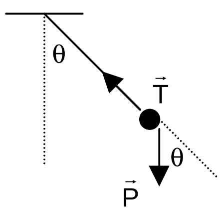
UFPB/96

11. Um pêndulo simples é constituído por um fio de comprimento L = 1,0m e uma partícula de massa m = 50g presa na sua extremidade. O pêndulo oscila, de modo que, quando o fio faz um ângulo de 60º com a direção vertical, a velocidade angular da partícula vale 2rad/s. Usando g = 10 m/s^2, sen 60º = 0,87 e cos 60º = 0,50, determine:

a) o módulo da força centrípeta que atua sobre a partícula nesse ponto.
b) o módulo da tensão do fio nesse ponto.

Solução:

Dados: $\begin{cases} \theta = 60^0 \\ w = 2rad/s \end{cases}$ $\begin{cases} m = 50g = 0{,}05kg \\ L = 1m \end{cases}$



a) Como v = wr

$$F_C = \frac{mv^2}{L} = mw^2L = 0{,}2Newtons$$

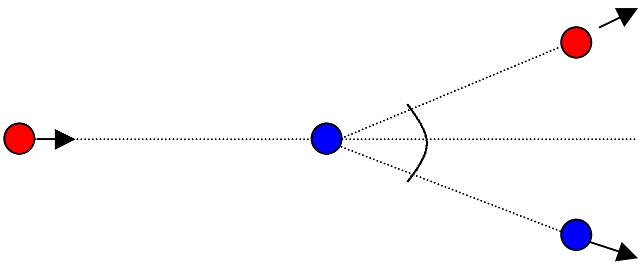
b) Num movimento circular podemos entender a força centrípeta como a resultante das forças ao longo da direção radial:

$$F_C = T - P\cos\theta$$
$$T = F_C + P\cos\theta$$

T = 0,45 Newtons

UFPB/96

12. Uma bola, de massa m = 0,10kg e com velocidade de 6m/s, incide sobre outra, idêntica, em repouso, sobre uma mesa horizontal lisa. Após o choque, ambas as bolas deslocam-se com velocidades que formam um ângulo de 30º com a direção inicial do movimento da bola incidente (veja figura abaixo).



Determine:

a)a perda de energia cinética devida ao choque.
b)o ângulo que as velocidades de ambas as bolas, após o choque, deveriam fazer com a direção inicial do movimento da bola incidente, para que o choque fosse elástico.

Dados: sen30º = cos60º = 1/2; sen45º = cos45º = $\frac{\sqrt{2}}{2}$; sen60º = cos30º = $\frac{\sqrt{3}}{2}$

Solução:
Considerando-se a conservação do momento linear, temos que o momento linear $\vec{P}_i$ antes da colisão é igual ao momento linear $\vec{P}_f$ após a colisão:

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f$$
$$\vec{P}_i = m\vec{v}_1$$
$$\vec{P}_f = m\vec{V}_1 + m\vec{V}_2$$

Vamos considerar o eixo x como sendo aquele do sentido da velocidade inicial. Fazendo assim, segundo o eixo x temos a equação:

$$m\, v_1 = m\, V_1 \cos 30^0 + m\, V_2 \cos 30^0 \qquad (1)$$

e segundo o eixo y que é a direção perpendicular ao eixo x temos a equação:

$$0 = m\, V_1 \,\text{sen}30^0 - m\, V_2 \,\text{sen}30^0 \qquad (2)$$

A partir das equações acima, temos o sistema abaixo:

$$v_1 = V_1 \frac{\sqrt{3}}{2} + V_2 \frac{\sqrt{3}}{2}$$
$$0 = V_1 \frac{1}{2} - V_2 \frac{1}{2}$$

Resolvendo, encontramos que:

$$V_1 = V_2 \quad \text{e}$$
$$v_1 = \sqrt{3} V_1 \quad \Rightarrow \quad V_1 = 2\sqrt{3}\, m/s$$

Seja K_i a energia cinética inicial do conjunto e K_f a energia cinética final:

$$K_i = \frac{1}{2} m v_1^2$$
$$K_f = \frac{1}{2} m V_1^2 + \frac{1}{2} m V_2^2 = \frac{1}{3} m v_1^2$$
$$\Delta = \frac{K_i - K_f}{K_i} = 1 - \frac{K_f}{K_i} = 1 - \frac{\left(\frac{1}{3} m v_1^2\right)}{\left(\frac{1}{2} m v_1^2\right)} = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3} = 0{,}334$$

Perda = 33,4 %

b) Se as partículas fizessem um ângulo genérico θ com o eixo horizontal, teríamos, a partir das equações (1) e (2) :

$$m\,v_1 = m\,V_1 \cos\theta + m\,V_2 \cos\theta$$
$$0 = m\,V_1 \,\text{sen}\theta - m\,V_2 \,\text{sen}\theta$$

ou seja:

$$v_1 = (V_1 + V_2)\cos\theta$$

$$V_1 = V_2$$

Resolvendo este sistema, encontramos que:

$$V_1 = V_2 = \frac{v_1}{2\cos\theta}$$

As energias cinéticas inicial e final, terão a forma:

$$K_i = \frac{1}{2} m v_1^2$$

$$K_f = \frac{1}{2} m V_1^2 + \frac{1}{2} m V_2^2 = m V_1^2 = \frac{m v_1^2}{4\cos^2\theta}$$

$$\frac{K_f}{K_i} = \frac{\dfrac{m v_1^2}{4\cos^2\theta}}{\dfrac{m v_1^2}{2}} = \frac{1}{2\cos^2\theta}$$

Para que o choque fosse elástico: $K_i = K_f$, logo:

$$\cos\theta = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \Rightarrow \quad \theta = 45^0$$

UFPB/95

13. Uma velocidade cujo valor é 90 km/h pode, também, ser expressa por

a) 25 cm/s
b) 250 cm/s
c) 2500 cm/s
d) 90000 cm/s
e) 900000 cm/s

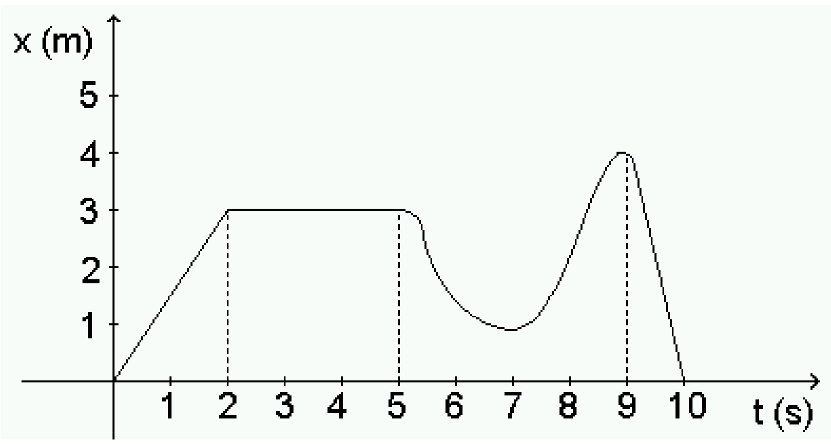
Solução:

$$v = 90 \text{ km/h} = 90\,\frac{10^5 \text{cm}}{3600 \text{s}} = 2500 \text{ cm/s}$$

Resposta: item c

UFPB/95

14. Sobre o movimento descrito pelo gráfico posição $\times$ tempo, a seguir



I – entre 2 s e 5 s o corpo está parado.
II – entre 9 s e 10 s a velocidade do corpo está diminuindo.
III – no instante t = 7 s a partícula tem velocidade nula.

Das afirmativas anteriores,

a) todas são verdadeiras.
b) apenas I e II são verdadeiras.
c) apenas II e III são verdadeiras.
d) apenas I e III são verdadeiras.
e) nenhuma é verdadeira.

Solução:

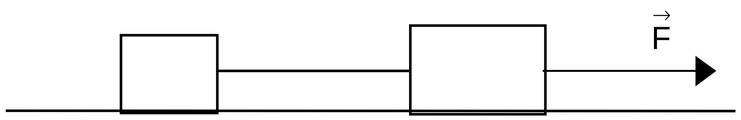
Sabemos que a velocidade v é a derivada da posição x em relação ao tempo t, ou seja:

$$v = \frac{dx}{dt}$$

I - Verdadeira, pois x = constante = 3m no intervalo de tempo considerado.
II - Falsa, pois como a curva x versus t, no intervalo de tempo considerado, é uma reta, a velocidade é constante.
III - Verdadeira, pois como a derivada de x no ponto t = 7s é nula, temos que v = 0 neste instante.

Resposta: item d

UFPB/95
15. Dois corpos A (m_A = 0,50 kg) e B (m_B = 0,30 kg) deslocam-se, horizontalmente, sem atrito sobre uma mesa, sob a ação de uma força de intensidade igual a 4N, como mostra a figura abaixo. Desprezando-se a massa do fio que liga A a B, a tração que ele exerce sobre B vale:
a) 1,5 N b) 2,0 N c) 2,5 N d) 3,0 N e) 4,0 N



Solução:

Se considerarmos os dois corpos como um conjunto, a força resultante que atua neste conjunto é $\vec{F}$. Usando a segunda lei de Newton:

$$F = (m_A + m_B) a$$

$$a = \frac{F}{m_A + m_B}$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

Se analisarmos apenas o corpo B, a força F_{AB} que o corpo A exerce nele é a resultante de forças. Como os corpos A e B movem-se em conjunto, têm a mesma aceleração, logo:

$$F_{AB} = m_B a$$

$$F_{AB} = 0,30 \times 5 = 1,5 \text{ N}$$

Resposta: item a

UFPB/95

16. Um móvel gasta 3s para percorrer, em movimento uniforme, uma trajetória circular de 2m de raio. Determine sua aceleração centrípeta. Considere $\pi = 3$.

Solução:

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2.3.2}{3} \quad \Rightarrow \quad v = 4m/s$$

$$a_C = \frac{v^2}{r} = \frac{4^2}{2} \quad \Rightarrow \quad a_C = 8m/s^2$$

UFPB/95

17. Dois blocos 1 e 2 deslocam-se na horizontal, em sentidos opostos, com velocidades 3m/s e 2m/s, respectivamente, indo um de encontro ao outro. Após se chocarem, os blocos passam a deslocar-se com velocidades 1m/s (bloco 1) e 2m/s (bloco 2), ambos no sentido do movimento inicial do bloco 1. Sendo 0,3J a energia cinética do sistema formado por 1 e 2, após a colisão, determine:

a) as massas dos blocos;
b) a perda de energia cinética devida à colisão.

Solução:

Dados: $\begin{cases} v_1 = 3 \text{ m/s} \\ v_2 = -2 \text{ m/s} \\ K_f = 0{,}3 \text{ Joules} \end{cases}$ $\qquad \begin{cases} V_1 = 1 \text{ m/s} \\ V_2 = 2 \text{ m/s} \end{cases}$

a) Usando a lei de conservação do momento linear:

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f$$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2$$

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = m_1 V_1 + m_2 V_2$$

Usando os valores das velocidades na equação acima, temos:

$$3 m_1 - 2 m_2 = m_1 + 2 m_2$$

ou seja:

$$m_1 = 2 m_2 \qquad (1)$$

$$K_f = \frac{1}{2}m_1V_1^2 + \frac{1}{2}m_2V_2^2$$

Usando os valores das velocidades, encontramos:

$$K_f = 3 m_2 = 0{,}3 \text{ Joules} \qquad (2)$$

Usando as equações (1) e (2) , encontramos que:

$$m_1 = 0{,}2 \text{ kg}$$
$$m_2 = 0{,}1 \text{ kg}$$

b)

$$K_i = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

$$K_i = 1{,}1 \text{ Joules}$$

$$\Delta = \frac{K_i - K_f}{K_i} = 0{,}727$$

$$\text{Perda} = 72{,}7\ \%$$

UFPB/94

18. Uma granada, ao explodir, desintegra-se em dois fragmentos de massas m_1 = 0,10 kg e m_2 = 0,15 kg. Se a granada estava em repouso quando explodiu e o fragmento de maior massa adquire velocidade de 2 m/s, qual o módulo da velocidade do outro fragmento imediatamente após a explosão?

Solução:

Dados: $\begin{cases} m_1 = 0{,}10 \text{ kg} \\ m_2 = 0{,}15 \text{ kg} \end{cases}$ $\begin{cases} v_1 = v_2 = 0 \\ V_2 = 2 \text{ m/s} \end{cases}$

Usando a lei de conservação do momento linear:

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f$$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2$$

$$0 = - m_1 V_1 + m_2 V_2$$

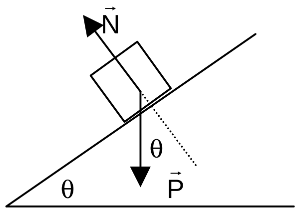
$$V_1 = \frac{m_2 V_2}{m_1}$$

$$V_1 = 3 \text{ m/s}$$

UFPB/94

19. Determine, a partir da aplicação da 2ª lei de Newton, a aceleração (módulo, direção e sentido) de uma partícula que se desloca livremente, sem atrito, sobre um plano inclinado que faz um ângulo de 30^0 com a horizontal. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Solução:



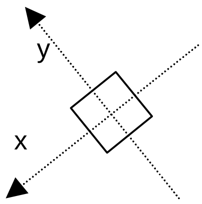
Dado: $\theta = 30^0$

A resultante $\vec{R}$ das forças que atua no corpo é:

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{P}$$

Ao longo do eixo y a resultante é nula,

$$R_y = 0 = N - P\cos\theta$$



e ao logo do eixo x

$$R_x = m\, a_x = P\, \text{sen}\theta$$

Como P = mg , temos:

$$a_x = g\, \text{sen}\theta$$

Usando os valores de g e θ , encontramos que:

$$a_x = 5 \text{ m/s}^2$$

UFPB/94

20. Calcule a potência média fornecida por uma locomotiva que desloca uma composição exercendo sobre a mesma uma força de $1{,}0 \times 10^5$ N . Sabe-se que essa composição percorre 54 km em uma hora.

Solução:

Dados: $\begin{cases} F = 10^5 \text{ Newtons} \\ d = 54 \text{ km} = 54\,000 \text{ m} \\ t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s} \end{cases}$

$$\text{Potência} = \frac{\text{Trabalho}}{\text{Tempo}}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F.d}{t} = \frac{10^5.54000}{3600}$$

$$P = 1{,}5 \times 10^6 \text{ Watts}$$

UFPB/94

21. Determine a quantidade de energia mecânica perdida em uma colisão horizontal unidimensional, perfeitamente inelástica, entre uma partícula, de massa $m_1 = 30$ g e velocidade $v_1 = 2$ m/s, e outra, de massa $m_2 = 20$ g e velocidade $v_2 = 1$ m/s com sentido oposto ao de v_1.

Solução:

Dados: $\begin{cases} m_1 = 30 \text{ g} = 0{,}03 \text{ kg} \\ v_1 = 2 \text{ m/s} \end{cases}$ $\begin{cases} m_2 = 20 \text{ g} = 0{,}02 \text{ kg} \\ v_2 = 1 \text{ m/s} \end{cases}$

Na colisão perfeitamente inelástica os corpos permanecem juntos após a colisão:

$$V_2 = V_1 = V$$

Usando a lei de conservação do momento linear, encontramos:

$$\vec{P}_i = \vec{P}_f$$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{V}_1 + m_2\vec{V}_2$$

$$m_1 v_1 - m_2 v_2 = (m_1 + m_2) V$$

$$V = \frac{m_1v_1 - m_2v_2}{m_1 + m_2}$$

Usando os valores fornecidos, obtemos:

$$V = 0{,}8 \text{ m/s}$$

$$\Delta K = K_i - K_f$$

$$K_i = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = 0{,}070\text{Joules}$$

$$K_f = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 = 0{,}016\text{Joules}$$

$$\Delta K = 0{,}054 \text{ Joules}$$

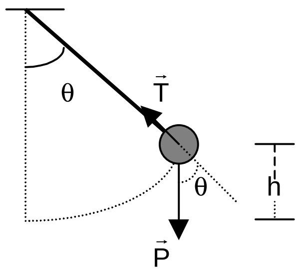
Trabalho e Energia

UFPB/98

1. Considere a oscilação de um pêndulo simples no ar e suponha desprezível a resistência do ar. É INCORRETO afirmar que, no ponto mais baixo da trajetória,

a) a energia potencial é mínima.
b) a aceleração tangencial é nula.
c) a aceleração centrípeta não é nula.
d) a energia cinética é máxima.
e) a força resultante é nula.

Solução:



a) $E_P = m\,g\,h$, e no ponto mais baixo $h = 0$, logo a afirmativa é CORRETA.

b) Usando a figura ao lado encontramos que a força tangencial F_T tem a forma:

$$F_T = m\,g\,\text{sen}\theta \text{ , ou seja:}$$

$$a_T = \frac{F_T}{m} = g\,\text{sen}\theta$$

e no ponto mais baixo $\theta = 0$, logo a afirmativa é CORRETA.

c) A força centrípeta F_C tem a forma:

$$F_C = T - m\,g\cos\theta \text{ , ou seja}$$

$$a_C = \frac{F_C}{m} = \frac{T}{m} - g\cos\theta$$

$$\text{Para } \theta = 0 \text{, temos: } a_C = \frac{T}{m} - g = \frac{v^2}{L} \neq 0$$

onde L é o comprimento do pêndulo, logo a afirmativa é CORRETA.

d) No ponto mais baixo da trajetória de um pêndulo a energia cinética é máxima, pois a energia potencial foi transformada em energia cinética, logo a afirmativa é CORRETA.

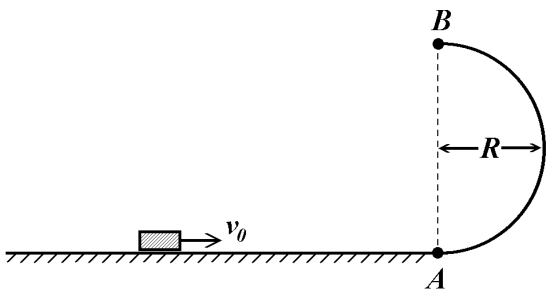
e) A força resultante F_R é a soma das forças tangencial F_T e centrípeta F_C . Através da figura ao lado podemos notar que $F_T = m\,g\,\text{sen}\theta$, logo quando $\theta = 0$ a força tangencial é nula, mas a força centrípeta vale:

$$F_R = F_C = T - m\,g = m\frac{v^2}{L} \neq 0$$

logo a afirmativa é INCORRETA.
Resposta: item e

UFPB/98

2. O bloco da figura ao lado desliza num plano horizontal liso com velocidade v_0. A partir do ponto *A*, o bloco percorre uma pista semicircular *AB*, lisa, no plano vertical, de raio *R*, sempre mantendo contato com a pista. Sendo *g* a aceleração da gravidade, a velocidade do bloco ao chegar ao ponto *B* será



a) $\sqrt{v_0^2 - 2gR}$
b) $v_0 - g\,R$
c) $v_0 - 4gR$
d) $v_0^2 - 4gR$
e) $\sqrt{v_0^2 - 4gR}$

Solução:

A lei de conservação da energia mecânica nos diz que a soma das energias cinética e potencial é uma constante, logo:

$$E_M = E_C + E_P = \text{constante}$$

ou seja, se considerarmos uma situação inicial e outra final teremos:

$$E_{Ci} + E_{Pi} = E_{Cf} + E_{Pf}$$

Considerando o plano horizontal como a origem da energia potencial:

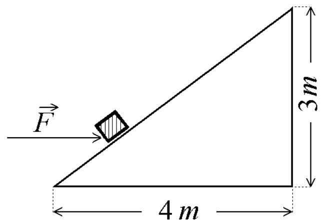
$$\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv^2 + mg(2R)$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - 4gR}$$

Resposta: item e

UFPB/98

3. Um bloco de massa igual a 0,5kg sobe, partindo do repouso, um plano inclinado liso, desde a sua base, sob ação da força horizontal $\vec{F}$, cujo módulo é igual ao do peso do bloco (ver figura ao lado). Considerando a aceleração da gravidade g = 10m/s^2, determine



a) o módulo da aceleração do bloco.

b) o trabalho realizado pela força $\vec{F}$ para levar o bloco ao topo do plano inclinado.

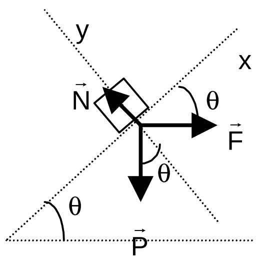
c) a energia cinética do bloco no topo do plano inclinado.

Solução:

$$\text{Dados: } \begin{cases} m = 0{,}5\ \text{kg} \\ v_0 = 0 \\ F = m\,g \end{cases}$$

O bloco está subindo em uma cunha que tem o perfil de um triângulo retângulo com catetos de 3m e 4m. O ângulo θ que a hipotenusa L faz com a horizontal é tal que:

$$\text{sen}\,\theta = \frac{3}{5} \quad \text{e} \quad \cos\theta = \frac{4}{5}$$



Existem três forças atuando no bloco: o seu peso, a normal e a força F. A resultante R terá a forma:

$$\vec{R} = \vec{P} + \vec{N} + \vec{F}$$

a) Segundo o eixo x :

$$m\,a_x = R_x = F\cos\theta - P\,\text{sen}\theta$$

$$a_x = g\,(\cos\theta - \text{sen}\theta) = g\left(\frac{4}{5} - \frac{3}{5}\right)$$

$$a_x = g/5 = 2\ \text{m/s}^2$$

b) O trabalho W executado pela força F sobre o bloco:

$$W = (F \cos\theta) L = m g L \cos\theta$$

$$W = 20 \text{ Joules}$$

c) A variação da energia cinética é igual ao trabalho realizado pela força resultante. Como a resultante é nula ao longo do eixo y, temos que:

$$W_R = R_x L = m a_x L = 0,5 . 2 . 5$$

$$W_R = 10 \text{ Joules}$$

Como o bloco parte do repouso na base do plano, a sua energia cinética E_{Ci} nesta posição é nula.

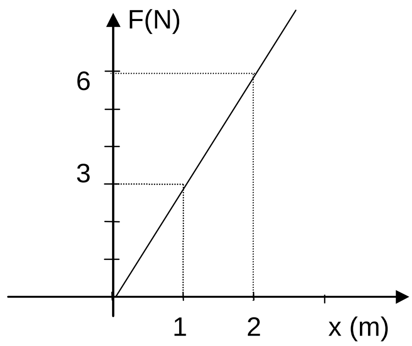
$$\Delta E_C = E_{Cf} - E_{Ci} = E_{Cf}$$

$$W_R = \Delta E = E_{Cf}$$

$$E_{Cf} = W_R = 10 \text{ Joules}$$

UFPB/97

4. Um corpo desloca-se sobre uma reta, sofrendo a ação de uma única força F cuja variação com a posição X é dada pelo gráfico ao lado. Sabendo-se que o corpo encontra-se no ponto de coordenada $X = 0,5$m no instante $t = 0,0$s e $X = 1,5$m em $t = 2,0$s, a potência média aplicada ao corpo pela força F, neste trecho de seu deslocamento, vale:



a) 0
b) 0,5 W
c) 1,0 W
d) 1,5 W
e) 2,0 W

Solução:

$$\text{Potência} = \frac{\text{Trabalho}}{\text{Tempo}}$$

Segundo o gráfico, temos os seguintes dados:

$$\begin{cases} t_0 = 0 \\ t_1 = 2s \end{cases} \qquad \begin{cases} x_0 = 0,5m \\ x_1 = 1,5m \end{cases} \qquad \begin{cases} F_0 = 1,5N \\ F_1 = 4,5N \end{cases}$$

O trabalho executado por uma força $\vec{F}$ qualquer, ao longo de uma trajetória, é definido formalmente como:

$$W_{ab} = \int_a^b \vec{F}.d\vec{l}$$

Quando a trajetória é uma reta, a força é constante, e faz um ângulo θ com essa reta, o trabalho é dado por:

$$W = F d \cos\theta$$

Em ambos os casos, se fizermos o gráfico da força versus o deslocamento, o trabalho será a área abaixo da curva deste gráfico.
Neste problema a área abaixo da curva é um trapézio:

$$W = \frac{1}{2}(1,5N + 4,5N)\ (1m)$$

$$W = 3{,}0 \text{ Joules}$$

$$P = \frac{3\text{Joules}}{2\text{segundos}}$$

$$P = 1{,}5 \text{ Watts}$$

Resposta: item d

UFPB/97

5. Um bloco de 0,5 kg de massa é lançado, horizontalmente, de uma altura de 12 m em relação ao solo, com velocidade de 7m/s, atingindo o solo com velocidade de 17m/s. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, calcule:

a) o trabalho realizado pela força peso.
b) o trabalho realizado pela resultante das forças que atuam sobre o corpo.

Solução:

Dados: $\begin{cases} m = 0{,}5 \text{ kg} \\ h = 12 \text{ m} \end{cases}$ $\begin{cases} v_i = 7 \text{ m/s} \\ v_f = 17 \text{ m/s} \end{cases}$

a) O trabalho executado pela resultante de forças que atua em um corpo é igual a sua variação de energia cinética. Como o peso é a única força que atua no bloco quando ele está no ar, temos que:

$$W = E_{Cf} - E_{Ci} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = m\,g\,h$$

$$W = 60 \text{ Joules}$$

b) O peso é a força resultante, logo:

$$W = 60 \text{ Joules}$$

UFPB/96

6. A aceleração da gravidade na superfície da lua é $g_L = 1{,}7\text{m/s}^2$. Sabendo-se que a massa da lua é $M_L = 7{,}3 \times 10^{22}$ kg e que seu raio $R_L = 1{,}7 \times 10^6$ m, determine, a partir dos dados do problema, o valor da constante de gravitação universal G.

Solução:

O peso de uma massa m na superfície da Lua é dado por

$$P_L = m\,g_L$$

Onde g_L é a aceleração da gravidade na Lua. Mas a força de interação entre a massa m e a massa da Lua M_L pode ser expressa como:

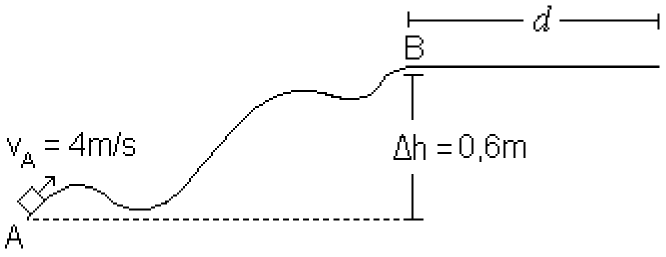
$$F_G = G\frac{mM_L}{R_L^2}$$

Igualando as duas últimas equações, encontramos que:

$$G = \frac{g_L R_L^2}{M_L} = 6{,}73\text{x}10^{-11}\text{m}^3/\text{kg.s}^2$$

UFPB/95

7. Um pequeno bloco de massa m = 50g desloca-se do ponto A para o ponto B ($\Delta h = h_B - h_A = 0{,}6m$) , percorrendo uma trajetória sem atrito, como mostra a figura, com velocidade de inicial $v_A = 4m/s$. A partir de B ele passa a mover-se, horizontalmente, em movimento retilíneo. Sendo $\mu = 0{,}1$ o coeficiente de atrito cinético do bloco com o piso horizontal, determine a distância horizontal d percorrida pelo corpo até parar.
Considere $g = 10m/s^2$.



Solução:

Dados:
$$\begin{cases} m = 50\ g = 0{,}05\ kg \\ \Delta h = 0{,}6\ m \\ v_A = 4\ m/s \\ \mu_C = 0{,}1 \end{cases}$$

A lei de conservação da energia mecânica nos diz que a soma das energias cinética e potencial é uma constante, logo:

$$E_M = E_C + E_P = \text{constante}$$

ou seja, se considerarmos uma situação inicial e outra final teremos:

$$E_{Ci} + E_{Pi} = E_{Cf} + E_{Pf}$$

$$\frac{mv_A^2}{2} + mgh_A = \frac{mv_B^2}{2} + mgh_B$$

$$v_B^2 = v_A^2 - 2\ g\ (\ h_A - h_B\ )$$

$$v_B = 2\ m/s$$

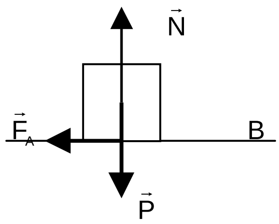
Por outro lado, se v for a velocidade final quando o bloco está no plano superior:

$$v^2 = v_B^2 - 2\ a\ d = 0$$

$$d = \frac{v_B^2}{2a} = \frac{v_B^2}{2\mu g}$$

$$d = 2\ m$$

Resposta: o bloco percorre d = 2m no plano horizontal superior



$$\vec{F}_A + \vec{P} + \vec{N} = \vec{R} = m\vec{a}$$

Segundo a horizontal:

$$R_x = F_A = m\ a$$

Segundo a vertical:

$$R_y = N - P = 0$$

Como $F_A = \mu\ N = \mu\ m\ g$

$$a = \mu\ g$$

UFPB/94

8. Uma pequena esfera metálica, de massa m = 10 g, é lançada verticalmente para cima. Sabendo-se que a energia cinética da esfera no instante do lançamento vale 0,15 J e que $g = 10\ m/s^2$, determine a altura máxima atingida por essa esfera em relação ao ponto de lançamento.

Solução:

$$\text{Dados:} \begin{cases} m = 10\ g = 0{,}01\ kg \\ E_{Ci} = 0{,}15\ \text{Joules} \end{cases}$$

A lei de conservação da energia mecânica nos diz que a soma das energias cinética e potencial é uma constante, logo:

$$E_M = E_C + E_P = \text{constante}$$

ou seja, se considerarmos o lançamento como a situação inicial e o ponto de altura máxima como a situação final, teremos:

$$E_{Ci} + E_{Pi} = E_{Cf} + E_{Pf}$$

Neste problema, temos que:

$$E_{Ci} = E_{Pf}$$

$$E_{Ci} = m\ g\ h$$

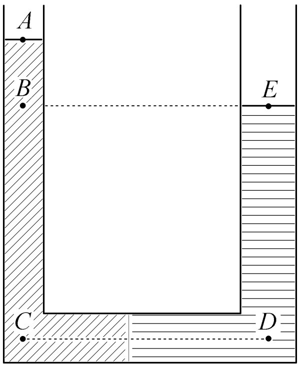
$$h = \frac{E_{Ci}}{mg}$$

$$h = 1{,}5\ m$$

Hidrostática

UFPB/98

1. Um tubo de laboratório, em forma de U, com dois ramos abertos para a atmosfera, contém dois líquidos diferentes, não miscíveis, em equilíbrio. Os pontos A, B e C estão num líquido e os pontos D e E, no outro. Estando os pontos A e E em contato com a atmosfera, e, sendo p_A , p_B , p_C , p_D e p_E as pressões nos pontos A, B, C, D e E, respectivamente, é correto afirmar que



a) $p_E = p_A < p_B < p_C = p_D$
b) $p_A = p_B = p_E < p_D < p_C$
c) $p_A < p_B = p_E < p_D = p_C$
d) $p_A < p_B = p_E < p_D < p_C$
e) $p_E = p_A < p_B < p_D < p_C$

Solução:

Seja p_0 a pressão atmosférica. Como os tubos estão abertos:

$$p_A = p_0$$
$$p_E = p_0$$

Seja d_E a densidade do líquido da esquerda e d_D a densidade do líquido da direita. A uma certa profundidade, as pressões são dadas por:

$$p_B = p_0 + d_E\, g\, h_{AB}$$
$$p_C = p_0 + d_E\, g\, h_{AC}$$

Como os pontos C e D estão em um mesmo nível, as pressões p_C e p_D são iguais, apesar das densidades d_E e d_D serem diferentes:

$$p_C = p_D$$

$$p_D = p_0 + d_D\, g\, h_{ED}$$

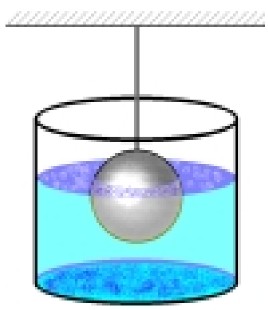
Conclusão:

$$p_A = p_E < p_B < p_D = p_C$$

Resposta: item a

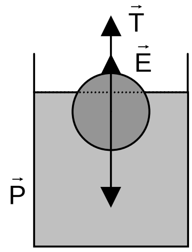
UFPB/98

2. Uma esfera de cobre, maciça, cujo volume é $6x10^{-2}m^3$ está em repouso, suspensa por um fio, com dois terços de seu volume submersos em água, de acordo com a figura ao lado. Sabendo que as densidades do cobre e da água são $9x10^3kg/m^3$ e $1x10^3kg/m^3$, respectivamente, e considerando a aceleração da gravidade $g=10m/s^2$, determine o módulo



a) do empuxo sobre a esfera.
b) da força que o fio exerce sobre a esfera.

Solução:



Dados: $\begin{cases} V = 6x10^{-2}\ m^3 \\ d_{Cu} = 9x10^3\ kg/m^3 \\ d_A = 10^3\ kg/m^3 \end{cases}$

Sendo V o volume da esfera, o volume submerso V_S é dado por:

$$V_S = \frac{2}{3}V$$

O princípio de Arquimedes define o empuxo E da seguinte maneira: "um corpo completa ou parcialmente submerso em um fluido receberá a ação de uma força para cima igual ao peso do fluido que desloca".

a) $$E = (d_A V_S) g$$

$$E = \left[d_A\left(\frac{2}{3}V\right)\right]g = \left[10^3\left(\frac{2}{3}.6x10^{-2}\right)\right]10$$

$$E = 400 \text{ Newtons}$$

b) Como a esfera está em equilíbrio:

$$\vec{T} + \vec{E} + \vec{P} = 0$$

ou seja:

$$T + E - P = 0$$

$$T = P - E = (d_A V) g - (d_A V_S) g$$

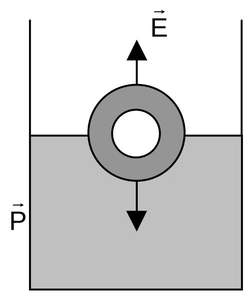
$$T = 5400 - 400$$

$$T = 5000 \text{ Newtons}$$

UFPB/97

3. Uma casca esférica de raio interno R e externo 2R flutua com a metade de seu volume submerso num líquido de densidade 10,5 g/cm^3. Determine, em g/cm^3, a densidade do material do qual é feita a casca.

Solução:



Dado: $d_L = 10,5$ g/cm^3

Seja V_E o volume ocupado pela casca esférica, V_I o volume de sua parte vazia, e V_S o volume submerso.

$$V_I = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$V_E = \frac{4}{3}\pi(2R)^3$$

$$V_S = \frac{V_E}{2}$$

O peso da esfera é dado por:

$$P = (V_E - V_I)\ d_E\ g = \left[\frac{4}{3}\pi\left(7R^3\right)\right]d_E g$$

$$E = (d_L\ V_S)\ g = \text{empuxo}$$

$$E = \left(d_L \frac{V_E}{2}\right)g = \left[\frac{4}{3}\pi\left(8R^3\right)\right]\frac{d_L g}{2}$$

Como a casca esférica está em equilíbrio, a resultante de forças que atua nela é nula:

$$\vec{P} + \vec{E} = 0$$

Ou seja:

$$E = P$$

$$\left[\frac{4}{3}\pi\left(7R^3\right)\right]d_E g = \left[\frac{4}{3}\pi\left(8R^3\right)\right]\frac{d_L g}{2}$$

$$d_E = \frac{4}{7}d_L$$

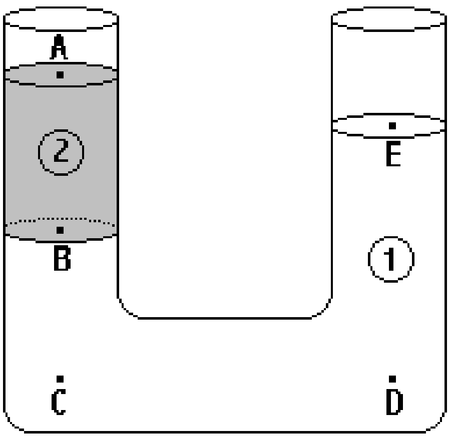
$$d_E = 6\ g/cm^3$$

UFPB/96

4. No tubo aberto representado na figura, os líquidos 1 e 2 encontram-se em equilíbrio. Sabe-se que a densidade do líquido 1, d_1 , e a densidade do líquido 2, d_2 , satisfazem a relação $d_2/d_1 = 0,8$ e que as distâncias entre os pontos A e B e entre B e C são iguais a 20 cm.

a) Identifique entre os cinco pontos assinalados, A, B, C, D e E , se houver, os pares de pontos submetidos à mesma pressão.

b) Determine a distância entre os pontos D e E.



Solução:

Dados: $\begin{cases} \dfrac{d_2}{d_1} = 0,8 \\ h_{AB} = h_{BC} = 20\ cm = 0,2\ m \end{cases}$

a) Seja p_0 = pressão atmosférica. Como os dois ramos do tubo estão abertos:

$$p_A = p_0$$
$$p_E = p_0$$

Se a pressão em um ponto de um líquido de densidade d é dada por p_1 , a pressão p_2 em um ponto situado a uma profundidade h abaixo deste ponto é dada por:

$$p_2 = p_1 + d\ g\ h$$

onde g é a aceleração da gravidade. Temos então, neste problema, que:

$$p_B = p_0 + d_2\, g\, h_{AB}$$

$$p_C = p_B + d_1\, g\, h_{BC} = p_0 + d_1\, g\, h_{AB} + d_2\, g\, h_{BC}$$

$$p_C = p_D = \text{vasos comunicantes}$$

$$p_D = p_0 + d_1\, g\, h_{ED}$$

Resumindo:

$$p_A = p_E$$
$$p_C = p_D$$

b) Como $p_D = p_C$, temos que:

$$p_0 + d_1\, g\, h_{ED} = p_0 + d_1\, g\, h_{AB} + d_2\, g\, h_{BC}$$

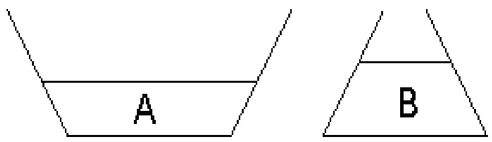
$$d_1\,(\, h_{ED} - h_{AB}\,) = d_2\, h_{BC}$$

$$h_{ED} = h_{AB} + \frac{d_2}{d_1} h_{BC}$$

$$h_{ED} = 0{,}36 \text{ m} = 36 \text{ cm}$$

UFPB/95

5. Dois recipientes abertos A e B, de formatos diferentes mas com bases iguais, contêm a mesma quantidade de um dado líquido, de acordo com a figura ao lado.
Sendo p_A e p_B as pressões no fundo dos recipientes A e B, F_A e F_B e os módulos das forças exercidas pelos líquidos sobre as bases em A e B, respectivamente, tem-se:



a) $p_A = p_B$, $F_A = F_B$
b) $p_A < p_B$, $F_A < F_B$
c) $p_A = p_B$, $F_A < F_B$
d) $p_A < p_B$, $F_A = F_B$
e) $p_A > p_B$, $F_A = F_B$

Solução:

Se a pressão em um ponto de um líquido de densidade d é dada por p_1 , a pressão p_2 em um ponto situado a uma profundidade h abaixo deste ponto é dada por:

$$p_2 = p_1 + d\, g\, h$$

Considerando p_0 a pressão atmosférica, temos que:

$$p_A = p_0 + d\, g\, h_A$$
$$p_B = p_0 + d\, g\, h_B$$

Como a altura do líquido h_B do vaso B é maior que a altura h_A do vaso A :

$$p_A < p_B$$

Por definição, nós temos que:

$$\text{pressão} = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} \quad \Rightarrow \quad p = \frac{F}{A}$$

Como as áreas das bases dos vasos são iguais (valem S , por exemplo) , encontramos:

$$F_A = p_A\, S \qquad \text{e} \qquad F_B = p_B\, S$$

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{p_A}{p_B}$$

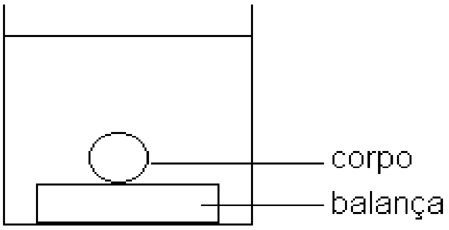
Mas deduzimos que $p_A < p_B$, logo:

$$F_A < F_B$$

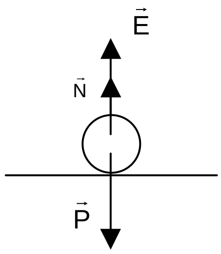
Resposta: item b

UFPB/95

6. Um corpo esférico está totalmente imerso num líquido de densidade $1{,}0 g/cm^3$ e apoiado numa balança de mola colocada sobre o fundo do recipiente. Sendo $1{,}2 g/cm^3$ a densidade do corpo e $0{,}1 m^3$ seu volume, qual a leitura da balança? Considere $g = 10 m/s^2$.



Solução:



$1 g/cm^3 = 10^3 kg/m^3$

Dados: $\begin{cases} d_L = 1{,}0 g/cm^3 = 10^3 kg/m^3 \\ d_C = 1{,}2 g/cm^3 = 1{,}2\times10^3 kg/m^3 \\ V_C = 0{,}1 m^3 \end{cases}$

O valor indicado na balança é quanto vale a normal N. Como o corpo está em equilíbrio, a resultante das forças que atua nele é zero:

$$\vec{E} + \vec{N} + \vec{P} = 0$$

$$E + N - P = 0 \quad \Rightarrow \quad N = P - E$$

A massa é igual ao produto da densidade com o volume, logo o peso de um corpo vale:

$$P = (d_C V_C) g = 1{,}2\times10^3 \text{ Newtons}$$

O empuxo é igual ao peso do líquido deslocado:

$$E = (d_L V_C) g = 10^3 \text{ Newtons}$$

Como N = P – E , temos:

$$N = 200 \text{ Newtons}$$

Resposta: N é a leitura da balança

UFPB/94

7. Um corpo de densidade $0{,}80 g/cm^3$ flutua em um líquido cuja densidade é $1{,}0 g/cm^3$. Determine a fração do volume do corpo que fica submersa no líquido.

Solução:

Dados: $\begin{cases} d_C = 0{,}8 \text{ g/cm}^3 \\ d_L = 1 \text{ g/cm}^3 \end{cases}$

Vamos considerar: $\begin{cases} V_S = \text{volume do corpo submerso} \\ V = \text{volume do corpo} \\ \alpha = \text{fração do corpo que está submerso} \\ V_S = \alpha\, V \end{cases}$

Como o corpo está em equilíbrio, flutuando no líquido, as únicas forças que atuam nele são o peso P e o empuxo E :

$$P = E$$

$$(d_C V)\, g = (d_L V_S)\, g$$

$$(d_C V)\, g = (d_L\, \alpha\, V)\, g$$

logo:

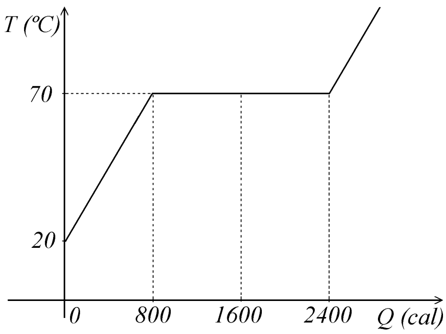
$$\alpha = \frac{d_C}{d_L} = \frac{0{,}8}{1} = 0{,}8$$

Portanto 80% do corpo fica submerso.

Termologia

UFPB/98

1. 80g de uma substância, inicialmente na fase sólida, recebem calor. O gráfico da temperatura T em função do calor recebido Q é dado ao lado.
O calor latente de fusão desta substância, em cal/g, vale



a) 10
b) 20
c) 30
d) 40
e) 80

Solução:

A substância representada no gráfico recebeu Q = 1600 cal = (2400 – 800) cal a uma temperatura constante de 70 ^{0}C. Isso caracteriza que nesta temperatura se dá uma transição de fase de sólido para líquido neste caso. Temos então que:

$$Q = m\,L_f$$

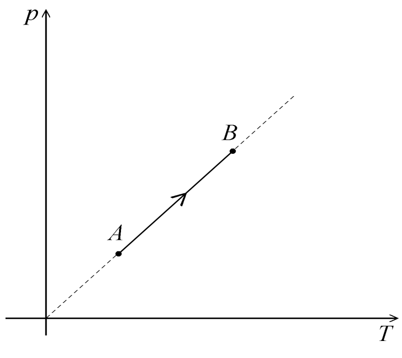
$$L_f = \frac{Q}{m} = \frac{1600cal}{80g}$$

$$L_f = 20 \text{ cal/g}$$

Resposta: item b

UFPB/98

2. Uma amostra de gás ideal sofre uma transformação, indo do estado A para o estado B. Ao longo da transformação, a pressão p varia com a temperatura absoluta T, de acordo com o gráfico ao lado.
Sendo ΔU a variação da energia interna do gás, Q o calor recebido pelo gás e W o trabalho por ele realizado, é correto afirmar que:



a) $\Delta U > 0$; $Q > 0$; $W = 0$
b) $\Delta U > 0$; $Q < 0$; $W = 0$
c) $\Delta U > 0$; $Q = 0$; $W < 0$
d) $\Delta U < 0$; $Q < 0$; $W = 0$
e) $\Delta U < 0$; $Q > 0$; $W > 0$

Solução:

A temperatura de A para B , segundo o gráfico, acontece de modo que a curva pxT é uma reta, ou seja : p = a T , onde a é uma constante.
Como este gás é ideal:

$$p = \left(\frac{nR}{V}\right)T$$

ou seja (nR/V) = constante, logo nesta transformação de A para B temos que V = constante. Mas o trabalho $W = p\,\Delta V$, e se V = constante temos $\Delta V = 0$, logo $W = 0$. Para um gás ideal, em três dimensões, a energia interna é dada por :

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

logo

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\,\Delta T$$

Como $\Delta T > 0 \Rightarrow \Delta U > 0$. Considerando a Primeira Lei da Termodinâmica:

$$\Delta U = Q - W$$

Como $W = 0 \Rightarrow \Delta U = Q$. Mas $\Delta U > 0 \Rightarrow \Delta Q > 0$

Resposta: item a

UFPB/98

3. Misturam-se, num recipiente de capacidade térmica desprezível, 300g de água, a 10 ºC , com 700g de gelo, a –20 ºC . A mistura atinge o equilíbrio térmico a 0ºC e não há perda de calor para o meio ambiente.
Determine as massas de água e de gelo que se encontram na mistura quando se atinge o equilíbrio térmico.

Dados: $\begin{cases} \text{calor específico da água} = 1 \text{ cal/g ºC} \\ \text{calor específico do gelo} = 0{,}5 \text{ cal/g ºC} \\ \text{calor latente de fusão do gelo} = 80 \text{ cal/g} \end{cases}$

Solução:

Dados $\begin{cases} m_a = 300\ g \\ T_{ia} = 10\ ^0C \end{cases}$ $\begin{cases} m_g = 700\ g \\ T_{ig} = -20\ ^0C \end{cases}$ $\{\ T_e = 0\ ^0C$

Haverá uma troca de calor entre a água e o gelo. É dito que a temperatura de equilíbrio é $0\ ^0C$. Vamos considerar a hipótese que parte da massa de gelo, ou a sua totalidade, se fundiu. Como não há perda de calor para o ambiente:

$$\Delta Q = 0$$

Supondo m'_a a parte do gelo que se fundiu:

$$\{m_g\, c_g\, [T_e - T_{ig}] + m'_a\, L_f\} + \{m_a\, c_a\, [T_e - T_{ia}]\} = 0$$
$$+ 20\, m_g\, c_g + m'_a\, L_f - 10\, m_a\, c_a = 0$$

$$m_a' = -50\ g$$

Conforme a nossa hipótese uma massa m'_a de gelo teria se fundido. A nossa hipótese leva a um resultado incoerente que é $m'_a = -50g < 0$. A hipótese correta é que parte da água m'_g se congela:

$$\{m_g\, c_g\, [T_e - T_{ig}]\} + \{m_a\, c_a\, [T_e - T_{ia}] - m'_g\, L_f\} = 0$$

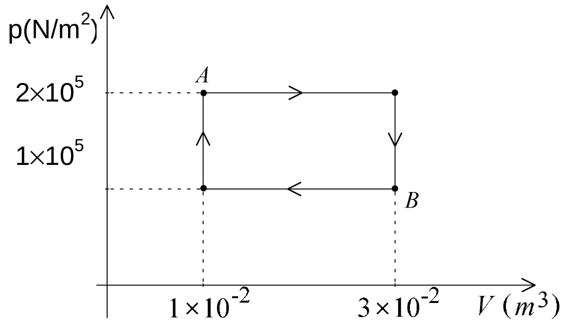
$$m'_g = 50\ g$$

No final temos: $\begin{cases} M_g = m_g + m'_g = 700g + 50g = 750g \text{ de gelo} \\ M_a = m_a - m'_g = 300g - 50g = 250g \text{ de água} \end{cases}$

UFPB/98

4. Um gás ideal realiza a transformação cíclica indicada no diagrama p–V ao lado. Sabendo que a temperatura do gás no estado A é 100 K, determine:

   a) a temperatura do gás no estado B.
   b) a energia interna do gás no estado A.
   c) o trabalho realizado pelo gás no ciclo.



Solução:

Dado: $T_A = 100\ ^0K$

a) Como o gás é ideal:

$$\frac{p_A V_A}{T_A} = \frac{p_B V_B}{T_B}$$

$$T_B = \frac{p_B}{p_A}\frac{V_B}{V_A}T_A = \frac{1}{2}.\frac{3}{1}.100$$

$$T_B = 150\ ^0K$$

b) Considerando um gás ideal em três dimensões:

$$U_A = \frac{3}{2}nRT_A = \frac{3}{2}p_A V_A$$

$$U_A = \frac{3}{2}\left(2x10^5\right)\left(1x10^{-2}\right) = 3x10^3 \text{Joules}$$

$$U_A = 3 \text{ kJoules}$$

c) O trabalho é a área abaixo da curva num gráfico pxV . Como temos um ciclo, o trabalho é a área restrita pelo ciclo. Neste problema, o trabalho é positivo:

$$W = [(3-1)x10^{-2}].[(2-1)x10^5] = 2x10^3 \text{ Joules}$$

$$W = 2 \text{ kJoules}$$

UFPB/97

5. Numa dada temperatura T , enche-se completamente um recipiente com um líquido. Sendo α o coeficiente de dilatação linear do material do recipiente e β o coeficiente de dilatação volumétrica do líquido, é correto afirmar que o líquido transbordará do recipiente para uma temperatura T' > T se

   a) $\beta < \alpha$ b) $\alpha \le \beta < 2\alpha$ c) $\beta = 2\alpha$
   d) $2\alpha < \beta \le 3\alpha$ e) $\beta > 3\alpha$

Solução:

Seja V_0 o volume inicial do recipiente e do líquido. Temos que 3α será o coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente:

$$V_r = V_0\,(1+ 3\alpha\,\Delta T)$$
$$V_L = V_0\,(1+ \beta\,\Delta T)$$

Como $\Delta T = T' - T > 0$, o líquido transbordará se $V_L > V_r$, ou seja:

$$V_0 (1+ \beta \Delta T) > V_0 (1+ 3\alpha \Delta T)$$

logo:

$$\beta > 3\alpha$$

Resposta: item e

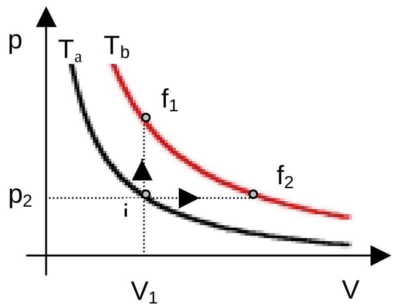
UFPB/97

6. O mesmo número de moles de dois gases ideais monoatômicos 1 e 2 são submetidos a um processo de aquecimento, sofrendo a mesma variação de temperatura. No caso do gás 1, ao longo do processo, seu volume permaneceu constante; no caso do gás 2, a pressão não variou. Sendo Q_1, W_1 e ΔU_1 o calor recebido, o trabalho realizado e a variação da energia interna referentes ao gás 1, respectivamente, e Q_2, W_2 e ΔU_2 , as mesmas grandezas para o gás 2, é correto afirmar:

a) $\Delta U_1 = \Delta U_2$; $W_1=0$; $Q_1 > Q_2$
b) $\Delta U_1 < \Delta U_2$; $W_1=0$; $Q_1 < Q_2$
c) $\Delta U_1 > \Delta U_2$; $W_2=0$; $Q_1 = Q_2$
d) $\Delta U_1 = \Delta U_2$; $W_1=0$; $Q_1 < Q_2$
e) $\Delta U_1 = \Delta U_2$; $W_2=0$; $Q_1 > Q_2$

Para um gás ideal em três dimensões temos que:

$$U = \frac{3}{2} nRT$$



Seja T_a e T_b as temperaturas inicial e final do processo, com $T_b > T_a$. Como os gases são ideais, com o mesmo número de moles n e foram submetidos à mesma variação de temperatura ΔT, temos que:

$$\Delta U_1 = \Delta U_2$$

O trabalho W realizado pelo sistema é:

$$W = p \, \Delta V$$

Como $\Delta V_1 = 0$, temos que

$$W_1 = 0$$

e podemos afirmar também que:

$$W_2 > 0$$

A primeira lei da termodinâmica diz que:

$$\Delta U = Q - W$$

ou seja:

$$\Delta U_1 = Q_1$$
$$\Delta U_2 = Q_2 - W_2$$

Como $\Delta U_1 = \Delta U_2$, encontramos que:

$$Q_1 = Q_2 - W_2$$

Mas $W_2 > 0$, logo:

$$Q_1 < Q_2$$

Resposta: item d

UFPB/97

7. Uma máquina térmica que opera entre as temperaturas de 240 K e 480 K realiza 210 J de trabalho, em cada ciclo, no qual retira da fonte quente 150 cal.

a)Considerando que 1 cal = 4,2 J, calcule o rendimento desta máquina.
b)Esta máquina é de Carnot ? Justifique sua resposta.

Solução:

Dados: $\begin{cases} T_1 = 240\ {}^0K \\ T_2 = 480\ {}^0K \end{cases}$ e $\begin{cases} W = 210\ J \\ Q_2 = 150\ cal \end{cases}$

a) ε = rendimento

$$\varepsilon = \frac{W}{Q_2} = \frac{\text{Trabalho produzido}}{\text{Calor absorvido}}$$

$$\varepsilon = \frac{210J}{150.4{,}2J} = \frac{1}{3}$$

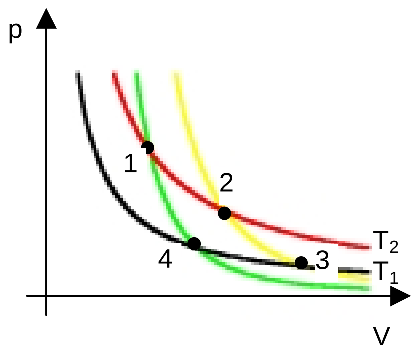
b) No ciclo de Carnot, a máquina térmica opera entre duas curvas isotérmicas, ligadas por duas curvas adiabáticas.
Para o ciclo de Carnot:

$$\varepsilon_C = \frac{W}{Q_2} = \frac{Q_2 - Q_1}{Q_2} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

Se a máquina térmica deste problema fosse de Carnot, o rendimento seria:

$$\varepsilon_C = \frac{480 - 240}{480} = \frac{1}{2}$$

Como $\varepsilon \neq \varepsilon_C$, esta NÃO é uma máquina de Carnot.



Transformações:
1 – 2 : Expansão isotérmica
2 – 3 : Expansão adiabática
3 – 4 : Compressão isotérmica
4 – 1 : Compressão adiabática

Em uma transformação **isotérmica**:

$$p\,V = n\,R\,T = \text{constante}$$

Em uma transformação **adiabática**:

$$p\,V^{\gamma} = \text{constante}$$

$$\gamma = \frac{c_P}{c_V}$$

UFPB/96

8. O volume de uma determinada quantidade de gás ideal, mantida a pressão constante, é usado para a definição de uma escala termométrica relativa X. Quando o volume do gás é de 20 cm^3, sabe-se que a temperatura vale 30ºX e, quando o volume é de 80 cm^3, a temperatura vale 150ºX.

a) Qual o volume do gás quando a temperatura na escala X for de 110ºX ?
b) Qual a temperatura na escala X, correspondente ao zero absoluto ?

Solução:

Dados: $\begin{cases} p = \text{constante} \\ V_1 = 20\ cm^3 \\ V_2 = 80\ cm^3 \end{cases}$ $\begin{cases} t_1 = 30\ {}^0X \\ t_2 = 150\ {}^0X \end{cases}$

a)

$$t = aV + b \quad \Rightarrow \quad \begin{array}{l} t_1 = aV_1 + b \\ t_2 = aV_2 + b \end{array}$$

$$t_2 - t_1 = a(V_2 - V_1) \quad \Rightarrow \quad a = \frac{t_2 - t_1}{V_2 - V_1}$$

$$a = 2\ {}^0X/cm^3$$

$$b = t_1 - aV_1$$

$$b = -10\ ^0X$$

$$t = 2V - 10$$

Como $t_3 = 110\ ^0X$, temos que $t_3 = 2V_3 - 10$

Resposta: $V_3 = 60\ cm^3$

b) Vamos considerar que a relação entre a escala X(t) e a escala Kelvin(T) seja do tipo:

$$T = t + g$$

onde g = constante. Como o gás é ideal:

$$\frac{pV_1}{T_1} = \frac{pV_2}{T_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

Usando a relação entre as duas escalas:

$$\frac{t_2 + g}{t_1 + g} = \frac{80cm^3}{20cm^3} = 4$$

A partir da equação anterior, podemos encontrar o valor de g :

$$g = 10$$

ou seja:

$$T = t + 10$$

Resposta: quando $T = 0\ ^0K$ temos que $t = -10\ ^0X$

UFPB/96

9. A radiação solar incide sobre um recipiente de volume constante que contém 1 mol de gás ideal monoatômico, à razão de 40 J/s. Determine o tempo de exposição do recipiente ao sol, para que a temperatura do gás aumente de 40 K, sabendo que apenas 20% da energia solar incidente aquece o gás.
Dado: R = 8 J/K

Solução:

Dados:
$$\begin{cases} n = 1\ mol \\ P = 40\ Joules/s = \text{Potência incidente} \\ \Delta T = 40\ ^0C \\ \eta = 0{,}2 = \text{fração de energia aproveitada} \end{cases}$$

Segundo a Primeira Lei da Termodinâmica:

$$\Delta U = Q - W$$

onde $W = p\ \Delta V$. Mas como V = constante, temos portanto que W = 0, logo

$$Q = \Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$$

Como apenas 20% do calor é aproveitado

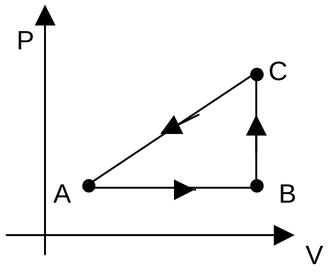
$$0{,}2P = \frac{Q}{t} = \frac{\left(3/2\right) nR\Delta T}{t}$$

$$t = \frac{3nR\Delta T}{2.0{,}2P}$$

$$t = 60s = 1min$$

UFPB/95

10. Um gás ideal sofre uma transformação cíclica $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ representada no diagrama p×V ao lado. Sendo ΔU a variação de energia interna do gás no ciclo, Q o calor fornecido ao gás no ciclo e W o trabalho realizado pelo gás no ciclo, pode-se afirmar que



a) $\Delta U = 0,\ Q < 0,\ W < 0$
b) $\Delta U > 0,\ Q = 0,\ W < 0$
c) $\Delta U = 0,\ Q > 0,\ W > 0$
d) $\Delta U < 0,\ Q > 0,\ W < 0$
e) $\Delta U > 0,\ Q > 0,\ W > 0$

Solução:

Segundo a Primeira Lei da Termodinâmica:

$$\Delta U = Q - W$$

Como o gás é ideal:

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

Em um ciclo, o estado inicial é igual ao estado final, ou seja; as funções termodinâmicas assumem os mesmos valores: $T_i = T_f$, logo

$$\Delta U = 0 \quad \Rightarrow \quad Q = W$$

Como $W = p\,\Delta V$, o trabalho é igual a área sob a curva no gráfico pxV . Observando o gráfico notamos que $|W_{AB}| < |W_{CA}|$ e $W_{BC} = 0$. Ainda do gráfico, notamos que W_{AB} é positivo, e W_{CA} é negativo. De modo geral, para o ciclo, temos que o trabalho W tem a forma:

$$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}$$

Logo:

$$W = |W_{AB}| - |W_{CA}|$$

ou seja:

$$W < 0$$

Como $Q = W$ em um ciclo completo $\Rightarrow \quad Q < 0$

Resposta: item a

UFPB/95

11. Uma barra metálica mede 800mm, quando está à temperatura de 10ºC. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação linear deste metal é $5{,}0 \times 10^{-5}$ /ºC, determine, em mm, a variação do comprimento da barra quando ela atinge a temperatura de 60ºC.

Solução:

Dados: $\begin{cases} T_i = 10\ ^0C \\ T_f = 60\ ^0C \end{cases} \qquad \begin{cases} L_0 = 800\ mm \\ \alpha = 5\text{x}10^{-5} /\ ^0C \end{cases}$

$$L = L_0 (1 + \alpha\, \Delta T)$$

$$L = 802\ mm$$

$$\Delta L = L - L_0$$

$$\Delta L = 2\ mm$$

UFPB/95

12. Coloca-se uma moeda de metal de 50g, que está na temperatura de 100ºC, num recipiente que contém 300g de água a 20ºC. Supondo que seja desprezível a capacidade térmica do recipiente e que não haja perda de calor, determine a temperatura final de equilíbrio.
Considere o calor específico da água 1 cal/gºC e o calor específico do metal 0,4cal/gºC.

Solução:

Dados: $\begin{cases} M_m = 50\ g \\ T_m = 100\ ^0C \\ C_m = 0,4\ cal/g^0C \end{cases}$ $\begin{cases} M_a = 300\ g \\ T_a = 20\ ^0C \\ C_a = 1\ cal/g^0C \end{cases}$

$$\Delta Q = 0$$
$$Q_m + Q_a = 0$$

$$M_m C_m (T - T_m) + M_a C_a (T - T_a) = 0$$
$$320\ T = 8000$$

$$T = 25\ ^0C$$

UFPB/95

13. Dois moles de um gás ideal monoatômico, ocupando inicialmente um volume de 28 litros e submetidos a uma pressão de $1,0x10^5$ N/m^2 , são aquecidos até atingirem a temperatura de 27ºC. Determine a variação da energia interna do gás neste processo.
Considere R = 8J/molK.

Solução:

Dados: $\begin{cases} p_i = 10^5\ N/m^2 \\ V_i = 28\ L = 0,028\ m^3 \end{cases}$ $\begin{cases} n = 2\ moles \\ R = 8\ J/mol^0K \\ T_f = 27\ ^0C = 300\ ^0K \end{cases}$

Como o gás é ideal:

$$p\ V = n\ R\ T \quad \Rightarrow \quad T_i = \frac{pV}{nRT}$$
$$T_i = 175\ ^0K$$

$$U = \frac{3}{2}nRT \quad \Rightarrow \quad \Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

$$\Delta U = 3000\ Joules$$

UFPB/94

14. Um fio fino de cobre, de comprimento L = 30 cm, encontra-se a uma temperatura T = 40 ^{0}C . A que temperatura deve-se aquecer o fio para que seu comprimento aumente de $2,4x10^{-3}$ cm, sabendo-se que o coeficiente de dilatação linear do cobre vale $1,6x10^{-5}$ / ^{0}C

Resolução:

Dados: $\begin{cases} L_0 = 300\ cm \\ T_i = 40\ ^0C \end{cases}$ $\begin{cases} \Delta L = 2,4x10^{-3}\ cm = L - L_0 \\ \alpha = 1,6x10^{-5}\ /\ ^0C \end{cases}$

$$L = L_0 (1 + \alpha\ \Delta T)$$
$$L = L_0 + L_0\ \alpha\ \Delta T$$

$$L - L_0 = \Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

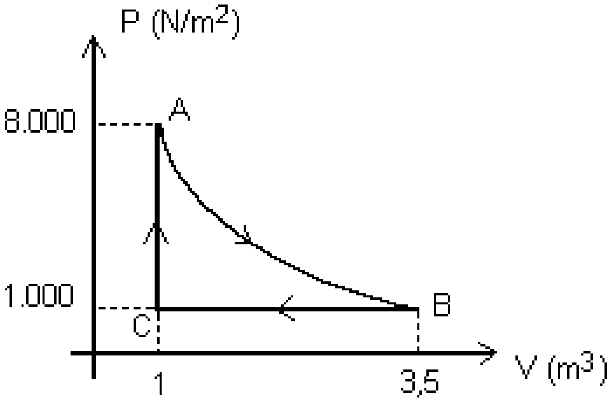
$$\Delta T = \frac{\Delta L}{L_0 \alpha} = T_f - T_i$$

$$T_f = 40 + 0,5$$

$$T_f = 40,5\ ^0C$$

UFPB/94

15. Um gás ideal sofre uma transformação cíclica ABCA, conforme mostrado na figura ao lado. O trecho AB corresponde a uma transformação adiabática na qual há uma variação na energia interna do gás ΔU_{AB} = - 6750 J. Determine o trabalho realizado em um ciclo.



Solução:

Dado: ΔU_{AB} = - 6750 J

Usando a Primeira Lei da Termodinâmica:

$$\Delta U_{AB} = Q_{AB} - W_{AB}$$

Como o trecho AB corresponde a uma transformação adiabática $Q_{AB} = 0$, logo

$$W_{AB} = - \Delta U_{AB} = 6750 \text{ J}$$

Mas $W = p\,\Delta V$

$$W_{BC} = p_C (V_C - V_B)$$

$$W_{BC} = 10^3 (1 - 3,5) = - 2500 \text{ J}$$

$$W_{CA} = 0$$

O trabalho W no ciclo será:

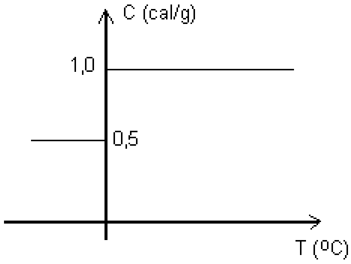
$$W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA}$$

$$W = 6750 - 2500$$

$$W = 4250 \text{ Joules}$$

UFPB/94

16. A variação do calor específico C, da água com a temperatura T, é dada pelo gráfico ao lado. Sabendo-se que o calor latente de fusão do gelo vale 80 cal/g, determine a quantidade de calor necessária para aquecer 200 g de água de 10 ^{0}C a 20 ^{0}C.



Solução:

Dados: $\begin{cases} C_{gelo} = 0{,}5 \text{ cal/g}^0\text{C} \\ C_{água} = 1{,}0 \text{ cal/g}^0\text{C} \\ L_f = 80 \text{ cal/g} \end{cases}$ $\begin{cases} m = 200g \\ T_i = 10\ ^0\text{C} \\ T_f = 20\ ^0\text{C} \end{cases}$

$$Q = m\ C\ \Delta T$$

$$Q = m\ C_{água}\ (\ T_f - T_i\ )$$

$$Q = 200\ .\ 1\ .\ (\ 20 - 10\ )$$

$$Q = 2000 \text{ cal}$$

Ondas e Óptica

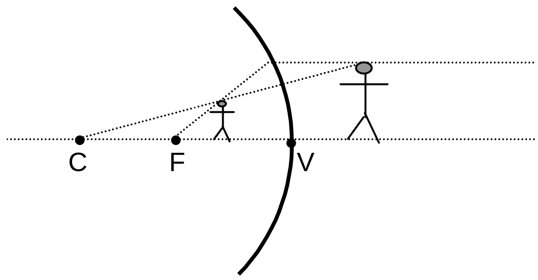
Espelhos esféricos

V = Vértice do espelho
C = Centro de curvatura do espelho
F = Foco do espelho
s = Distância do objeto ao vértice de espelho
s' = Distância da imagem ao vértice do espelho
f = Foco do espelho
r = Raio de curvatura da superfície esférica
y = Altura do objeto
y' = Altura da imagem
m = Ampliação

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

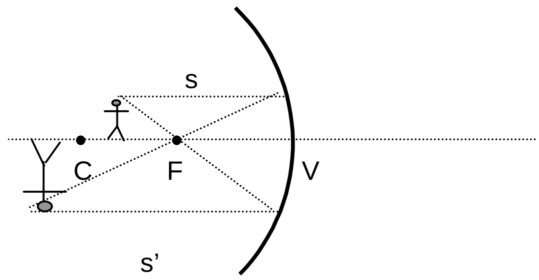
$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

Espelho côncavo.



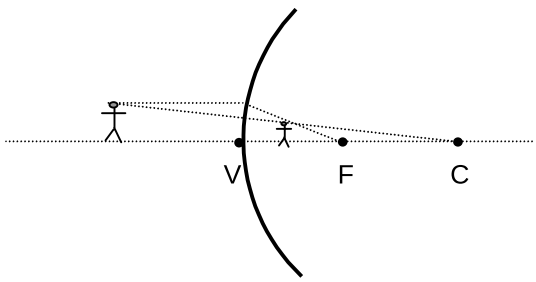
No espelho côncavo, se o objeto está colocado entre o foco e o vértice (s < f) do espelho a imagem é virtual e direita.

Espelho côncavo.



No espelho côncavo, se o objeto está colocado a uma distância maior que a distância focal (s > f) a imagem é real e invertida.

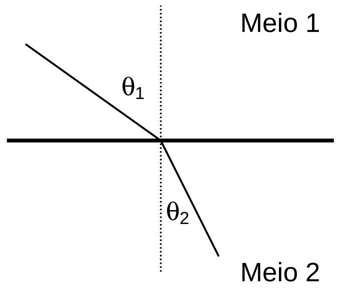
Espelho convexo



No espelho convexo a imagem é virtual e direita.

Lei de Snell

O índice de refração n de um meio é definido como:



$$n = \frac{c}{v} = \frac{\text{velocidade da luz no vácuo}}{\text{velocidade da luz no meio}}$$

A lei de Snell tem a forma:

$$n_1 \operatorname{sen}\theta_1 = n_2 \operatorname{sen}\theta_2$$

ou

$$\frac{\operatorname{sen}\theta_1}{v_1} = \frac{\operatorname{sen}\theta_2}{v_2}$$

UFPB/98

1. Uma pessoa, inicialmente parada na frente de um espelho plano, aproxima-se 2m deste. Em conseqüência, a distância entre a pessoa e sua imagem formada pelo espelho

a) aumentará de 2m
b) diminuirá de 2m
c) aumentará de 4m
d) diminuirá de 4m
e) permanecerá inalterada.

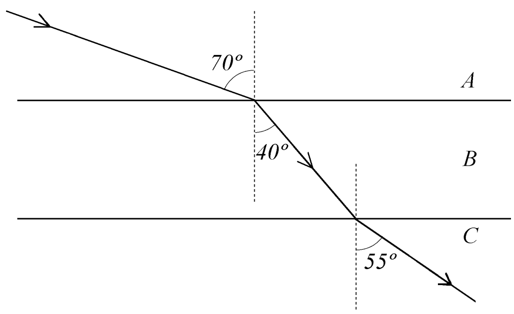
Solução:

A distância da pessoa até o espelho plano é a mesma distância da imagem a este espelho. Se a pessoa se aproximou de 2m do espelho a imagem também se aproximará de 2 m . Consequentemente, a distância entre a pessoa e a sua imagem diminuirá de 4 m.

Resposta: item d

UFPB/98

2. A figura ao lado mostra a trajetória de um raio luminoso monocromático que atravessa três meios, A, B e C, sendo o meio B uma lâmina de faces paralelas. Sendo v_A , v_B e v_C as velocidades de propagação desta luz nos meios A, B e C, respectivamente, é correto afirmar que



a) $v_A > v_B > v_C$
b) $v_A > v_C > v_B$
c) $v_B > v_A > v_C$
d) $v_B > v_C > v_A$
e) $v_C > v_B > v_A$

Solução:

Usando a Lei de Snell:

$$\frac{\operatorname{sen}\theta_A}{v_A} = \frac{\operatorname{sen}\theta_B}{v_B} = \frac{\operatorname{sen}\theta_C}{v_C}$$

Ordenando de outra forma:

$$\frac{v_A}{v_C} = \frac{\operatorname{sen}\theta_A}{\operatorname{sen}\theta_C} \quad \text{e} \quad \frac{v_C}{v_B} = \frac{\operatorname{sen}\theta_C}{\operatorname{sen}\theta_B}$$

Como o seno é uma função crescente:

se $\theta_A > \theta_C$ temos que $\operatorname{sen}\theta_A > \operatorname{sen}\theta_C$, ou seja $v_A > v_C$
se $\theta_C > \theta_B$ temos que $\operatorname{sen}\theta_C > \operatorname{sen}\theta_B$, ou seja $v_C > v_B$

Concluímos então que $v_A > v_C > v_B$

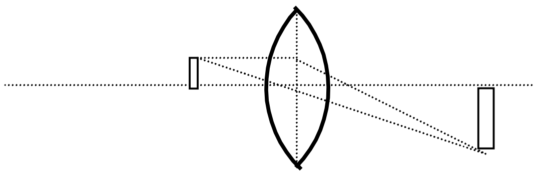
Resposta: item b

UFPB/98

3. Um cilindro de 30cm de altura, colocado perpendicularmente ao eixo de uma lente, tem uma imagem invertida cuja altura é 90cm. Sabendo que a distância entre o cilindro e sua imagem é 40cm, determine
   a) a distância do cilindro à lente.
   b) a distância focal da lente.

Solução:

$$\text{Dados} \begin{cases} y = 30 \text{ cm} \\ y' = -90 \text{ cm} \\ s + s' = 40 \text{ cm} \end{cases}$$



a) A ampliação m é dada por:

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

ou seja:

$$m = \frac{-90}{30} = -\frac{40 - s}{s}$$

A partir da equação anterior encontramos que:

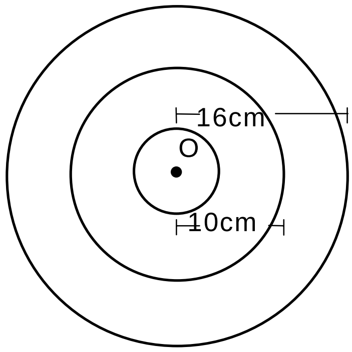
$$s = 10 \text{ cm} \quad \text{e} \quad s' = 30 \text{ cm}$$

b) Para lentes delgadas, temos que:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{30} \quad \therefore \quad f = 7{,}5 \text{ cm}$$

UFPB/97

4. De uma torneira mal fechada, caem 3 gotas por segundo sobre o ponto O da figura ao lado, que representa a superfície da água em um tanque. A figura também indica, num instante dado, as frentes de onda geradas pelas 3 primeiras gotas. Nessas condições, a velocidade de propagação das ondas na superfície da água é



a) 12 cm/s s
b) 18 cm/s
c) 30 cm/s
d) 48 cm/s
e) 78 cm/s

Solução:

A freqüência com que as gotas caem é $f = 3\ seg^{-1} = 3\ Hz$, e o período $T = 1/f$. O comprimento de onda λ , que é a distância entre duas frentes de onda, tem a forma:

$$\lambda = v\,T$$

onde v é a velocidade de propagação desta onda. Neste problema:

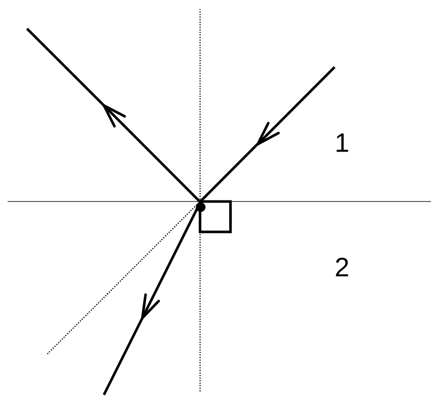
$$\lambda = 16\ cm - 10\ cm = 6\ cm$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \Rightarrow \quad v = 18\ cm/s$$

Resposta: item b

UFPB/97

5. A figura ao lado indica a propagação de um raio luminoso monocromático ao incidir na superfície de separação entre os meios 1 e 2. Afirma-se que:



I - o índice de refração do meio 1 é menor do que o do meio 2;
II - no caso de luz incidindo do meio 1 para o meio 2, dependendo do ângulo de incidência, é possível ocorrer uma situação de reflexão total;
III - a velocidade de propagação da luz no meio 1 é maior do que no meio 2.

Das afirmações, estão corretas:

a) Apenas I e II
b) Apenas I e III
c) Apenas II e III
d) Todas
e)Nenhuma

Solução:

Através da Lei de Snell encontramos que:

$$\frac{\text{sen}\,\theta_1}{\text{sen}\,\theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

Como $\theta_1 > \theta_2 \Rightarrow v_1 > v_2$ e $n_1 < n_2$. Se chama reflexão total quando o ângulo de refração $\theta_2 = 90^0$. Isso acontecerá se $\theta_1 = (\theta_1)_{crítico}$ onde:

$$\text{sen}(\theta_1)_{crítico} = \frac{v_1}{v_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_1}{v_2} < 1 \quad \therefore \quad v_1 < v_2$$

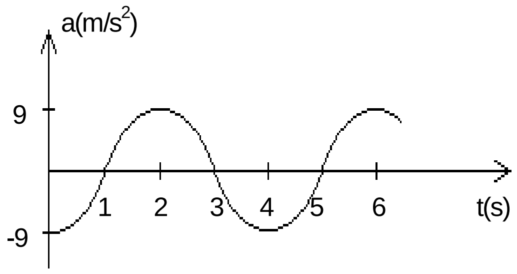
Mas neste problema $v_1 > v_2$, logo é impossível, neste caso, acontecer a reflexão total.
Constatamos que as afirmações:

I é correta
II é falsa
III é correta

Resposta: item b

UFPB/97

6. Um corpo executa um movimento harmônico simples ao longo do eixo X, oscilando em torno da posição de equilíbrio x = 0. Ao lado, está o gráfico de sua aceleração em função do tempo.



Considerando $\pi = 3$, determine:

a) a freqüência do movimento.
b) a amplitude do movimento.
c) o módulo da velocidade do corpo em t = 1s.

Solução:

a) Através do gráfico concluímos que o período T = 4s , a aceleração máxima $a_M = 9\ m/s^2$ e a freqüência f = (1/T) = 0,25 Hz

b) A aceleração terá a forma:

$$a(t) = -\ a_M \cos(w\,t) = -9\cos(\pi t/2)\ m/s^2$$

onde $w = 2\pi f$ é a freqüência angular. Considerando que este corpo está preso a uma mola de constante elástica k , e que esta mola exerce a única força horizontal no corpo:

$$F = ma \quad \Rightarrow \quad -\,k\,x(t) = m\,a(t)$$

$$x(t) = -\left(\frac{m}{k}\right)a(t)$$

Mas $\frac{2\pi}{T} = w = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \therefore \quad \frac{k}{m} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \quad \Rightarrow \quad \frac{m}{k} = \left(\frac{2}{\pi}\right)^2$ logo:

$$x(t) = -\left(\frac{2}{\pi}\right)^2\left[-9\cos\left(\frac{\pi t}{2}\right)\right] \quad \Rightarrow \quad x(t) = 9\left(\frac{2}{\pi}\right)^2\cos\left(\frac{\pi t}{2}\right)$$

A amplitude será dada por: $x_M = 9\left(\frac{2}{\pi}\right)^2 = 4$

c)

$$x(t) = 4\cos\left(\frac{\pi t}{2}\right)$$

A velocidade é dada por:

$$v = \frac{dx}{dt} \quad \Rightarrow \quad v(t) = -\left(\frac{\pi}{2}\right)4\,\mathrm{sen}\left(\frac{\pi t}{2}\right) \quad \therefore \quad v(t) = -6\,\mathrm{sen}\left(\frac{\pi t}{2}\right)$$

$$v(t=1) = -6\,\mathrm{sen}\left(\frac{\pi}{2}\right) \quad \therefore \quad v(t=1) = -6\ m/s$$

UFPB/97

7. Um objeto é colocado em frente a um espelho esférico de raio de curvatura r.

a) Quando este objeto se encontra a 20 cm do vértice do espelho, sua imagem é virtual e maior que ele. Este espelho é côncavo ou convexo ? Justifique sua resposta.

b) Quando este objeto se encontra a 75 cm do vértice do espelho, sua imagem tem a metade de seu tamanho. Determine r.

Solução:

a) Dado: quando $s = 20$ cm sua imagem é virtual e maior que ele.

a1) Para o espelho côncavo, a imagem é virtual se $s < f$. Temos então que:

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \Rightarrow \quad s' = \frac{sf}{s - f}$$

A ampliação é dada por:

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad m = -\frac{f}{s - f}$$

Como $s < f \Rightarrow s' < 0$ e $m > 1$ logo a imagem é virtual e maior que o objeto.

a2) Para o espelho convexo, a imagem é virtual ($f < 0 \Rightarrow f = -|f|$)

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \Rightarrow \quad s' = -\frac{s|f|}{s + |f|}$$

A ampliação é dada por:

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{|f|}{s + |f|}$$

Temos que $s' < 0$ e $m < 1$ logo a imagem é virtual e menor que o objeto

Conclusão: o espelho deste problema é côncavo e a imagem deste objeto é virtual.

b) Dados: $\begin{cases} s = 75 \text{ cm} \\ \text{A imagem é a metade do objeto} \end{cases}$

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

Vamos supor que $s > f$, e neste caso, para o espelho côncavo, temos uma imagem real e invertida.

$$m = \frac{-1}{2} \quad \Rightarrow \quad m = -0,5 \quad \Rightarrow \quad s' = 0,5\, s = 37,5 \text{ cm}$$

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \Rightarrow \quad r = 50 \text{ cm}$$

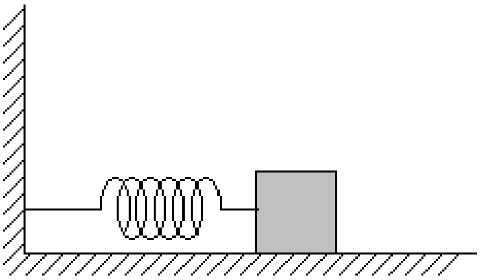
UFPB/96

8. Um corpo em repouso, apoiado sobre uma mesa horizontal lisa, está preso à extremidade de uma mola de constante elástica igual a 0,9 N/m , conforme figura abaixo. O corpo é então deslocado de 2 m de sua posição de equilíbrio e solto, começando a oscilar. Sabendo-se que o tempo gasto pelo corpo para atingir, pela primeira vez, a posição de equilíbrio é de 1s e que $\pi = 3$, determine:

a) o período de oscilação

b) a massa do corpo.

c) a velocidade do corpo ao passar pela posição de equilíbrio.



Solução:

Dados: $\begin{cases} k = 0,9 \text{ N/m} \\ x_M = 2 \text{ m} \\ T/4 = 1 \text{ s} \end{cases}$

a) T/4 = 1s , logo T = 4s

b)

$$\frac{2\pi}{T} = w \quad \Rightarrow \quad w = 1,5 \text{rad/s}$$

$$w = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \Rightarrow \quad m = \frac{k}{w^2} \quad \therefore \quad m = 0,4 \text{ kg}$$

c)

$$x(t) = x_M \cos(wt) \quad \therefore \quad x(t) = 2\cos\left(\frac{\pi t}{2}\right)$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -\frac{\pi}{2} 2\,\text{sen}\left(\frac{\pi t}{2}\right) \quad \therefore \quad v(t) = -3\,\text{sen}\left(\frac{\pi t}{2}\right)$$

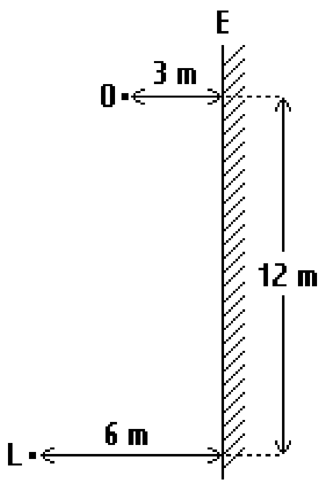
$$v(t=1) = -3\text{sen}(\pi/2) \quad \therefore \quad v(t=1) = -3 \text{ m/s}$$

UFPB/96

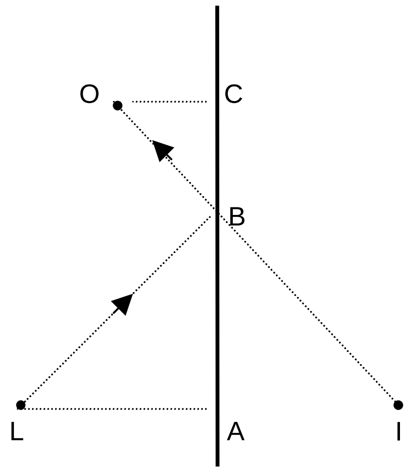
9. Na figura estão representados um objeto O e uma lâmpada L, ambos considerados puntiformes, colocados à distância de 3m e 6m, respectivamente, de um espelho E.

a) Reproduza a figura, desenhando o raio luminoso emitido por L , refletido por E , que atinge O .

b) Calcule a distância percorrida por este raio entre L e O.



Solução:



a) Na figura ao lado, o raio de luz parte da lâmpada L é refletido pelo espelho no ponto B e atinge O . I é a imagem da lâmpada.

b) Dados: $\begin{cases} LA = 6\ m \\ OC = 3\ m \\ AC = 12\ m \end{cases}$

Suposição: $\begin{cases} BC = x \\ AB = 12 - x \end{cases}$

Os triângulos retângulos LAB e OCB são semelhantes, logo:

$$\frac{LA}{AB} = \frac{OC}{BC} \quad \Rightarrow \quad \frac{6}{12 - x} = \frac{3}{x}$$

$$6x = 36 - 3x \quad \Rightarrow \quad x = 4\ m$$

Logo BC = 4 m e AB = 8 m.

$$LB = \sqrt{(LA)^2 + (AB)^2} \quad \Rightarrow \quad LB = 10\ m$$

$$BO = \sqrt{(OC)^2 + (BC)^2} \quad \Rightarrow \quad BO = 5\ m$$

A distância R percorrida pelo raio de luz será R = LB + BO = 15 m

UFPB/95

10. Uma pessoa encontra-se parada a uma distância de 80 cm de um espelho plano. A distância da pessoa à sua imagem formada pelo espelho vale:

a) 80 cm b) 100 cm c) 120 cm d) 140 cm e) 160 cm

Solução:

A distância de um objeto a um espelho plano é igual a distância da sua imagem a este espelho, logo:

$$d = 2L = 2 \cdot 80 \quad \Rightarrow \quad d = 160\ cm$$

Resposta: item e

UFPB/95

11. Uma onda eletromagnética monocromática passa de um meio de índice de refração n_1 para outro meio de índice de refração n_2 , com $n_2 > n_1$. Sendo v_1 , λ_1 , f_1 e v_2 , λ_2 , f_2 a velocidade de propagação, comprimento de onda e freqüência da onda nos meios 1 e 2, respectivamente, pode-se afirmar que:

a) $v_1 > v_2$; $\lambda_1 > \lambda_2$; $f_1 = f_2$
b) $v_1 < v_2$; $\lambda_1 < \lambda_2$; $f_1 < f_2$
c) $v_1 < v_2$; $\lambda_1 < \lambda_2$; $f_1 = f_2$
d) $v_1 < v_2$; $\lambda_1 = \lambda_2$; $f_1 < f_2$
e) $v_1 > v_2$; $\lambda_1 = \lambda_2$; $f_1 > f_2$

Solução:

Nós temos que o índice de refração n pode ser definido como: $n = c / v$. Mas se:

$$n_2 > n_1 \quad \Rightarrow \quad \frac{c}{v_2} > \frac{c}{v_1} \quad \Rightarrow \quad v_1 > v_2$$

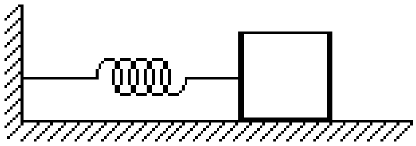
A freqüência da onda refratada é a mesma da onda incidente, logo $f_1 = f_2$. O comprimento de onda λ pode é definido como $\lambda = v\,T = v / f$, ou seja $f = v / \lambda$.

Como $f_1 = f_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$. Mas $v_1 > v_2$ logo $\lambda_1 > \lambda_2$.

Resposta: item a

UFPB/95

12. Um bloco de massa m = 40g, preso à extremidade de uma mola de constante k=100N/m, cuja outra extremidade está fixa na parede, desloca-se, sem atrito, sobre uma superfície horizontal, de modo que sua energia total é constante e igual a 0,5J (veja figura).
Determine, em m/s, o módulo da velocidade do bloco no instante em que a mola está alongada de 6cm.



Solução:

Dados: $\begin{cases} m = 40\text{ g} = 0{,}04\text{ kg} \\ k = 100\text{ N/m} \\ U = 0{,}5\text{ Joules} \end{cases}$

$$x(t) = x_M \cos wt$$

$$w = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} = 50\,\text{rad/s}$$

Na situação de alongamento máximo x_M da mola, toda a energia mecânica E_M do sistema está sob a forma de energia potencial elástica.

$$\frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{v_2}{\lambda_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

logo

$$x(t) = 0{,}1 \cos(50t)$$

$$v = \frac{dx}{dt} = -\,50 \,.\, 0{,}1 \,\text{sen}(50t) \quad \Rightarrow \quad v(t) = -\,5\,\text{sen}(50t)$$

Devemos encontrar em que instante t_0 a mola está alongada de $x_0 = 6\text{ cm} = 0{,}06\text{ m}$.

$$x_0 = x(t_0) = 0{,}1 \cos(50t_0)$$

$$\cos(50t_0) = \frac{x_0}{0{,}1} = 0{,}6$$

A partir da equação anterior, encontramos que:

$$50t_0 = \text{arc}\cos(0{,}6) = 0{,}92\text{ rad} \quad \Rightarrow \quad t_0 = 0{,}018\text{ s}$$

$$v(t_0) = -\,5\,\text{sen}(50t_0) \quad \Rightarrow \quad v(t_0) = -\,5 \,.\, 0{,}79$$

$$v(t_0) = -\ 3{,}95\ m/s$$

UFPB/95

13. Um objeto é colocado a 25cm de uma lente divergente de distância focal de 100cm. Determine a natureza da imagem e sua distância à lente.

Solução:

Como a lente é divergente, a distância focal é negativa:

$$\text{Dados;}\ \begin{cases} s = 25\ cm \\ f = -100\ cm \end{cases}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \Rightarrow \quad s' = -\ 20\ cm$$

Resposta: como s' é negativo, é uma imagem virtual, que dista 20 cm do vértice da lente.

UFPB/94

14. Determine a ampliação linear fornecida por uma lente convergente delgada, de distância focal f = 20 cm, para um objeto colocado a 10 cm da lente.

Solução:

Como a lente é convergente, a distância focal é positiva:

$$\text{Dados;}\ \begin{cases} s = 20\ cm \\ f = 10\ cm \end{cases}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \quad \Rightarrow \quad s' = 20\ cm$$

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s} \quad \Rightarrow \quad m = -\ 2$$

Resposta: a imagem tem o dobro do tamanho do objeto.

UFPB/94

15. Um corpo de massa m = 50 g, preso a uma mola de constante elástica k = 60 N/m, encontra-se apoiado sobre uma mesa horizontal sem atrito. Desloca-se o corpo de modo que a mola fica alongada de 10 cm e, em seguida, solta-se o corpo, que passa a se movimentar sobre a mesa comprimindo e alongando a mola. Determine o módulo da velocidade do corpo quando a mola está comprimida de 5 cm.

Solução:

$$\text{Dados:}\ \begin{cases} m = 50\ g = 0{,}05\ kg \\ k = 60\ N/m \\ x_M = 10\ cm = 0{,}1\ m \end{cases}$$

$$x(t) = x_M \cos(wt)$$

$$w = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{m}} = 24{,}5 rad/s$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -w\, x_M\, sen(wt) = -\, v_M\, sen(wt)$$

onde $v_M = wx_M = 2{,}45$ m/s. Num certo instante t_0 a mola estará comprimida de $x_0 = 5$cm = 0,05 m

$$x(t_0) = x_0 = x_M \cos(wt_0) \quad \Rightarrow \quad \cos(wt_0) = \frac{x_0}{x_M} = 0{,}5$$

$$wt_0 = 1{,}04 \text{ rad}$$

$$v(t_0) = -\, v_M\, sen(wt_0) = -\, 2{,}45 \,.\, 0{,}862$$

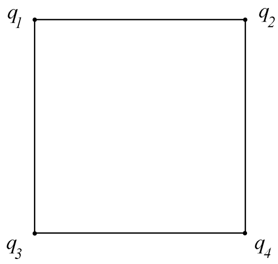
$$v(t_0) = -\, 2{,}11 \text{ m/s}$$

Eletricidade

UFPB/98

1. Quatro partículas carregadas com cargas q_1 , q_2 , q_3 e q_4 estão colocadas nos vértices de um quadrado (ver figura ao lado).

   Se o campo elétrico resultante $\vec{E}$ for nulo no centro do quadrado, deve-se ter necessariamente



a) $q_1 = q_2$ e $q_3 = q_4$
b) $q_1 = q_3$ e $q_2 = q_4$
c) $q_1 = q_4$ e $q_2 = q_3$
d) $q_1 = -q_4$ e $q_2 = -q_3$
e) $q_1 = -q_3$ e $q_2 = -q_4$

Solução:

Para que o campo elétrico seja nulo no centro do quadrado, os campos produzidos pelas cargas em posições opostas q_1 e q_4 devem se anular, como também devem se anular os campos produzidos pelas cargas em posições opostas q_2 e q_3 . Como o valor do módulo do campo elétrico produzido por uma carga q a uma distância r é dado por:

$$E = k\frac{q}{r^2}$$

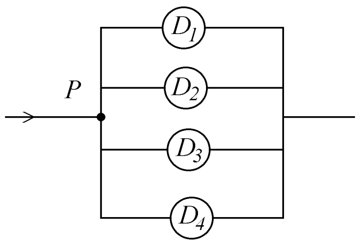
a igualdade entre os campos mencionados acontecerá quando:

$$q_1 = q_4$$
$$q_2 = q_3$$

Resposta: item c

UFPB/98

2. A figura ao lado representa a ligação de quatro dispositivos D_1 , D_2 , D_3 e D_4 de mesmas resistências e que suportam, sem se danificarem, correntes elétricas máximas de 2A, 3A, 5A e 8A, respectivamente. Se chegar ao ponto P do circuito uma corrente de 25A, será(ão) danificado(s)



a) apenas D_1
b) apenas D_1 e D_2
c) apenas D_1 , D_2 e D_3
d) todos os dispositivos
e) nenhum dispositivo

Solução:

Os dispositivos D_1 , D_2 , D_3 e D_4 têm a mesma resistência R, e como a associação destes dispositivos está em paralelo, a resistência equivalente será:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{4}{R} \quad \therefore \quad R_P = \frac{R}{4}$$

A tensão V entre o ponto P e a outra extremidade deste circuito é dada por

$$V = R_P I = \frac{R}{4} I$$

7
e essa tensão é a mesma entre os terminais de cada um dos dispositivos, logo:

$$V = R_P I = \frac{R}{4} I = Ri_1 = Ri_2 = Ri_3 = Ri_4$$

Como as resistências dos dispositivos são iguais, as correntes também o serão, portanto:

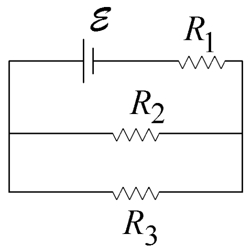
$$Ri = \frac{R}{4} I \quad \Rightarrow \quad i = \frac{I}{4} = \frac{25}{4} = 6{,}25A$$

E consequentemente, serão danificados os dispositivos D_1, D_2 e D_3 .

Resposta: item c

UFPB/98

3. No circuito ao lado, temos ε = 20V; R_1=4Ω ; R_2=9Ω e R_3=18Ω. Determine



a) a corrente elétrica que atravessa a bateria.
b) o intervalo de tempo durante o qual circulará corrente pelo circuito, sabendo que a bateria pode fornecer $3{,}6 \times 10^5$J de energia.

Solução:

a) Os resistores R_2 e R_3 estão associados em paralelo, e esse conjunto está associado em série com R_1 . Logo:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \therefore \quad R_P = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 6\Omega$$

$$R_S = R_P + R_1 = 10\Omega$$

$$\varepsilon = R_S i \quad \therefore \quad i = \frac{E}{R_S} = \frac{20V}{10\Omega} = 2A$$

b)

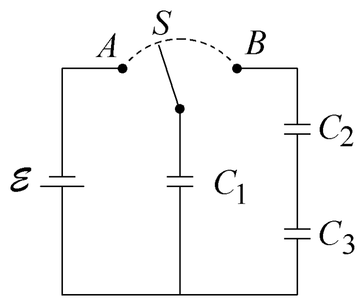
$$\text{Potência} = Ri^2 = \frac{\text{Energia}}{\text{Tempo}}$$

$$\text{Potência} = 10.2^2 = 40\text{watts}$$

$$\text{Tempo} = \frac{\text{Energia}}{\text{Potência}} = \frac{3{,}6\text{x}10^5\,\text{Joules}}{40\text{Watts}} = 9000\text{seg}$$

UFPB/98

4. No dispositivo ao lado, a chave S está inicialmente aberta e os três capacitores estão descarregados.
Coloca-se então a chave S na posição A e o capacitor de capacitância C_1 adquire uma carga Q_0.
A seguir, gira-se a chave S para a posição B e os capacitores de capacitâncias C_1, C_2, e C_3 ficam carregados com cargas Q_1, Q_2 e Q_3, respectivamente.
Sabendo que ε =10V ; C_1=C_2=4μF e C_3=2μF, determine Q_0, Q_1, Q_2 e Q_3



Solução:

Quando a chave S é colocada na posição A, o capacitor C_1 recebe uma carga $Q_0 = C_1\,\varepsilon$.
Quando a chave S é colocada na posição B, a carga Q_0 é distribuída entre os três capacitores de modo que: $Q_1 + Q_2 = Q_0$ e $Q_1 + Q_3 = Q_0$, ou seja : $Q_2 = Q_3$.
Por outro lado, se considerarmos que os capacitores C_2 e C_3 estão ligados em série, a capacitância equivalente será:

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad \Rightarrow \quad C_S = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}$$

Quando a chave S passar da posição A para a B, teremos a carga Q_0 distribuída entre os capacitores C_1 e C_S , de modo que:

$$Q_0 = Q_1 + Q_S \quad \Rightarrow \quad C_1\,\varepsilon = C_1\,\varepsilon_1 + C_S\,\varepsilon_1 = (\,C_1 + C_S\,)\,\varepsilon_1$$

onde ε_1 é a tensão entre os terminais do capacitor C_1 quando a chave S está em B.
Da última equação encontramos que:

$$\frac{m_1 v_1^2}{r_1} = G\frac{m_1 M_T}{r_1^2} \quad \Rightarrow \quad v_1^2 = \frac{GM_T}{r_1}$$

A partir da carga Q_1 do capacitor C_1 podemos voltar para calcular as cargas Q_2 e Q_3 dos capacitores C_2 e C_3 :

$$Q_2 = Q_3 = Q_0 - Q_1$$

Usando os valores numéricos fornecidos, encontramos:

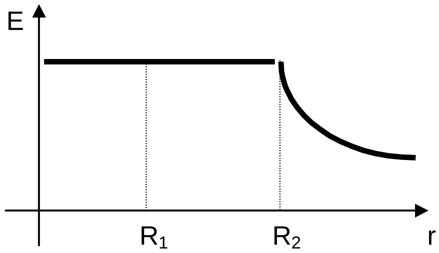
$$Q_0 = 4 \times 10^{-5}\ C \qquad Q_1 = 3{,}01 \times 10^{-5}\ C$$

$$Q_2 = Q_3 = 0{,}99 \times 10^{-5}\ C$$

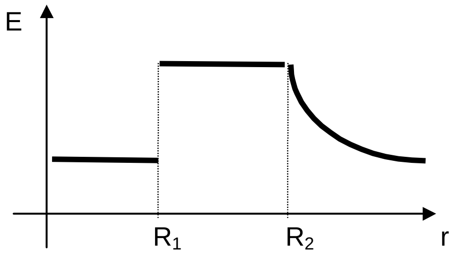
UFPB/97

5. Uma casca esférica condutora de raio interno R_1 e raio externo R_2 está carregada com carga Q > 0.
Sabendo-se que a casca está isolada, o gráfico que melhor representa a variação do módulo do campo elétrico em função da distância r ao centro da casca é:

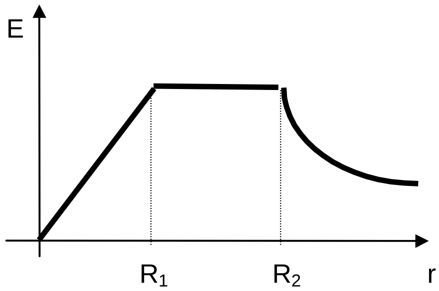
a)



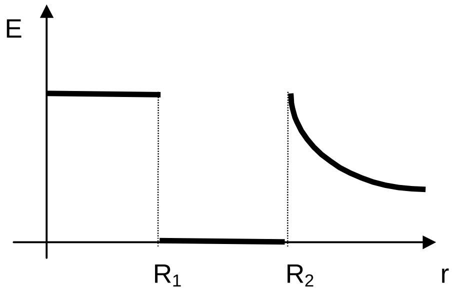
d)



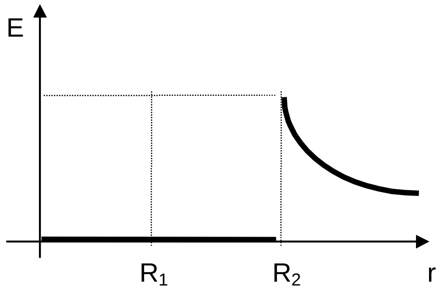
b)



e)



c)



Solução:

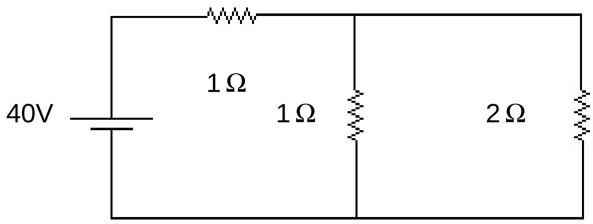
Usando a Lei de Gauss encontramos que o campo elétrico no interior de um condutor é nulo, consequentemente o campo no interior da casca esférica é nulo para qualquer posição $r < R_2$.
Usando a mesma Lei de Gauss encontramos que o campo elétrico no exterior de um objeto esférico ($r > R_2$) tem a mesma forma daquele produzido pela carga desse objeto totalmente concentrada no centro desse objeto.
Como o campo elétrico produzido por uma carga Q tem a forma:

$$E = k\frac{Q}{r^2}$$

Resposta: item c

UFPB/97

6. Para o circuito ao lado, determine em volts, a diferença de potencial entre as extremidades do resistor de $2\,\Omega$.



Solução:

Os resistores desenhados na vertical (1Ω e 2Ω) estão associados em paralelo e ao resistor equivalente vamos chamar de R_P .
O resistor R_P está associado em série com o terceiro resistor (1Ω) desenhado na horizontal, ao resistor equivalente dessa associação em série vamos chamar de R_S . Portanto:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{2\Omega} \quad \Rightarrow \quad R_P = \frac{2}{3}\Omega$$

$$R_S = 1\Omega + \frac{2}{3}\Omega = \frac{5}{3}\Omega$$

A corrente i que atravessa o resistor horizontal de 1Ω e R_P é:

$$i = \frac{40Volts}{\left(5/3\right)\Omega} = 24A$$

Mas a tensão nos terminais de R_P é a mesma tensão que existirá entre os terminais dos resistores verticais (1Ω e 2Ω). Chamando essa tensão de V:

$$V = R_P i = \frac{2}{3}.24 = 16Volts$$

UFPB/97

7. Um íon de massa igual a 4,8 x 10^{-25} kg e carga elétrica igual a 1,6 x 10^{-19}C é colocado em repouso numa região onde há um campo elétrico uniforme. Após 2s, o íon atinge a velocidade de 1 x 10^6 m/s. Determine:

a) o módulo da aceleração do íon.
b) a intensidade do campo elétrico.
c) a diferença de potencial entre o ponto onde o íon é colocado, inicialmente, e o ponto que atinge 2s após.

Solução:

A única força que atua no íon é a força elétrica, que é constante. Para calcular a aceleração produzida no íon, temos:

a) $$v_f = v_i + at = 0 + at \quad \Rightarrow \quad a = \frac{v_f}{t} = \frac{10^6 m/s}{2s} = 5x10^5\ m/s^2$$

b) $$F_E = qE = ma \quad \Rightarrow \quad E = \frac{ma}{q} = \frac{4{,}8x10^{-25}.5x10^5}{1{,}6x10^{-19}} = 1{,}5\ N/C$$

c) Se o trabalho para levar uma partícula de carga q de um ponto i até um ponto f for dado por W_{if} , a diferença de potencial será dada por

$$\Delta V = V_f - V_i = -\frac{W_{if}}{q}$$

Mas o trabalho pode ser expresso como a variação da energia cinética:

$$W_{if} = \Delta K = K_f - K_i = \frac{mv_f^2}{2} - \frac{mv_i^2}{2} \quad \Rightarrow \quad W_{if} = \frac{mv_f^2}{2} = \frac{4{,}8x10^{-25}.\left(10^6\right)^2}{2} = 2{,}4x10^{-13}\text{Joules}$$

$$\text{Logo:} \quad \Delta V = -\frac{2{,}4x10^{-13}}{1{,}6x10^{-19}}\text{Joule / Coulomb} = -1{,}5x10^6\text{Volt}$$

UFPB/97

8. Conforme indicado na figura 1, entre os pontos A e B, existe um ramo de circuito com uma fonte de força eletromotriz ε e um resistor de resistência r. Fechando-se o circuito, isto é, conectando-se aos pontos A e B um resistor de resistência variável, obtém-se o gráfico ($V_A - V_B$) x i mostrado na figura 2.
Determine:

a) o valor de ε
b) o valor de r

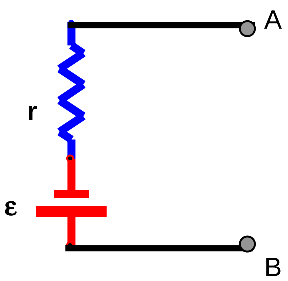


Figura 1

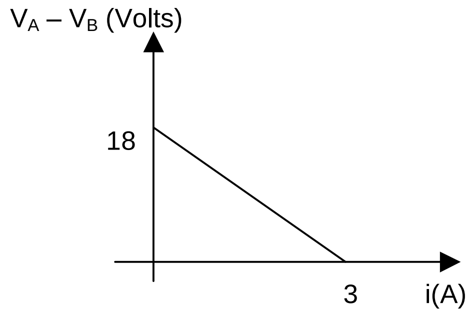


Figura 2

Solução:

Observando o gráfico de V_A -V_B constatamos que quando a resistência variável tem valor nulo (ou seja: A e B estão em curto circuito) a corrente que passa pela resistência r é 3 Ampères, e que quando a corrente vale zero (ou seja: o circuito está aberto entre A e B) $V_A - V_B$ = 18Volts.
Concluimos que :

a) quando o circuito está aberto ε = $V_A - V_B$ = 18Volts

b) quando o circuito está em curto :

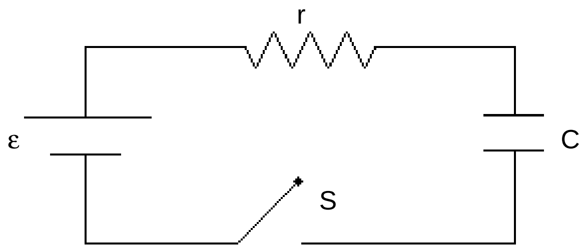
$$\varepsilon - ri = 0 \quad \Rightarrow \quad r = \frac{\varepsilon}{i} = \frac{18}{3} = 6\Omega$$

UFPB/97

9. O circuito representado na figura, ao lado, é utilizado para carregar um capacitor de capacitância C = 2 x 10^{-6}F, inicialmente descarregado.

Sendo ε = 6V; e r = 2 Ω, determine:

a) a corrente que percorre o circuito, imediatamente após ser fechada a chave S.
b) a carga no capacitor, no instante em que a corrente que percorre o resistor valer 1,5 A



Solução:

Quando a chave S for fechada, a corrente terá o sentido bateria-resistor-capacitor. E teremos a seguinte equação:

$$\varepsilon - ri - \frac{q}{C} = 0$$

Vale salientar que nesta equação a corrente i e a carga q do capacitor estão variando no tempo até que o capacitor esteja completamente carregado.

a) Imediatamente após a chave S ser fechada, o capacitor ainda não recebeu carga, logo :

$$q(t=0) = 0 \quad \Rightarrow \quad i(t=0) = \frac{\varepsilon}{r} = 3A$$

b) De modo equivalente, encontramos que:

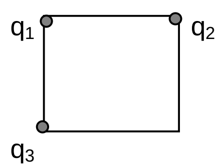
$$\frac{q(i=1{,}5A)}{C} = \varepsilon - 1{,}5r \quad \Rightarrow \quad q(i=1{,}5A) = C(\varepsilon - 1{,}5r) = 6x10^{-6}C$$

UFPB/96

10. Três cargas puntiformes, q_1, q_2 e q_3 estão colocadas em três vértices de um quadrado. Sendo q_1 = 6 x 10^{-5}C, q_2 = -4 x 10^{-5}C, determine q_3 para que o potencial elétrico seja nulo no centro do quadrado.

Solução:

O potencial elétrico produzido por uma carga Q a uma distância r é dado por:



$$V = k\frac{Q}{r}$$

O potencial produzido pelas cargas q_1 , q_2 e q_3 será a soma dos potenciais de cada carga:

$$V = k\frac{q_1}{r_1} + k\frac{q_2}{r_2} + k\frac{q_3}{r_3}$$

Como o potencial no centro do quadrado é nulo, e para essa posição $r_1 = r_2 = r_3 = d$, obtemos então a seguinte equação:

$$V = \frac{k}{d}(q_1 + q_2 + q_3) = 0 \quad \Rightarrow \quad q_3 = -(q_1 + q_2) = -2x10^{-5}C$$

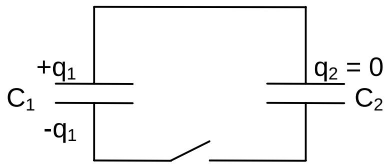
UFPB/96

11. Um capacitor de 1 μF está inicialmente carregado com carga de 4 μC e um capacitor de 3 μF está descarregado.
Em seguida, liga-se a placa positiva do capacitor carregado a uma das placas do capacitor descarregado e a placa negativa do capacitor carregado à outra placa do capacitor descarregado.
Durante um determinado intervalo de tempo, as cargas se redistribuem até que seja novamente atingida uma situação de equilíbrio eletrostático.

a) Determine a energia potencial armazenada pelo capacitor na situação inicial.
b) Qual a condição para que seja atingido o equilíbrio eletrostático ?
c) Determine a energia potencial armazenada pelo sistema de capacitores na situação de equilíbrio final.

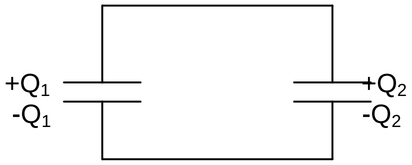
Solução:

Dados: $\begin{cases} C_1 = 10^{-6}\ F \\ q_1 = 4x10^{-6}\ C \\ C_2 = 3x10^{-6}\ F \end{cases}$



a) $$U_i = \frac{q_1^2}{2C_1} = \frac{C_1 V_0^2}{2} \quad \Rightarrow \quad U_i = 8x10^{-6}\,\text{Joules}$$

b) Quando a chave for fechada haverá uma distribuição de cargas entre os dois capacitores, que terão cargas finais Q_1 e Q_2 , onde



$$q_1 = Q_1 + Q_2$$

Ou seja:

$$C_1 V_0 = C_1 V + C_2 V = (C_1 + C_2) V$$

$$V = V_0 \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

c) A energia final será a energia armazenada nos dois capacitores:

$$U_f = \frac{C_1 V^2}{2} + \frac{C_2 V^2}{2}$$

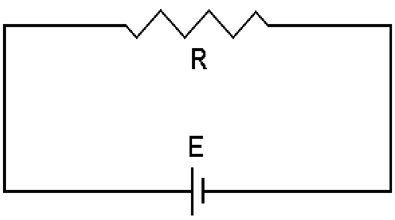
$$U_f = (C_1 + C_2)\frac{V^2}{2} = \frac{C_1^2}{C_1 + C_2}\frac{V_0^2}{2}$$

Mas como $q_1 = C_1 V_0$:

$$U_f = \frac{1}{2}\frac{q_1^2}{C_1 + C_2} = 4x10^{-6}\,\text{Joules}$$

UFPB/95

12. No circuito ao lado, temos ε = 10V , R = 5Ω . A corrente que percorre o resistor vale:



a) 0,5 A
b) 2 A
c) 5 A
d) 10 A
e) 50 A

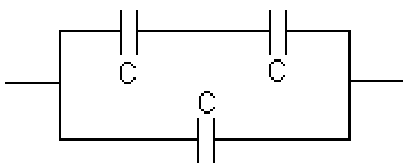
Solução:

$$\varepsilon = Ri \quad \Rightarrow \quad i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{10}{5} = 2\text{Ampère}$$

Resposta: item b

UFPB/95

13. A capacitância equivalente à associação de capacitores iguais de capacitância C, descrita pela figura ao lado, é



a) C/2
b) C
c) 3C/2
d) 2C
e) 3C

Solução:

Os capacitores do ramo superior deste circuito estão associados em série, logo a capacitância equivalente será:

$$\frac{1}{C_S} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad \Rightarrow \quad C_S = \frac{C}{2}$$

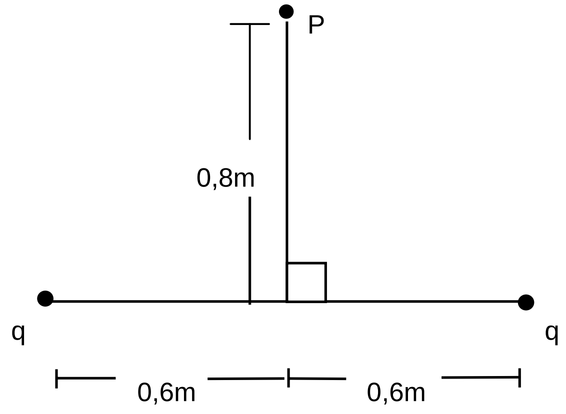
Esta associação em série, está em paralelo com o terceiro capacitor, localizado no ramo inferior, logo:

$$C_P = C_1 + C_2 \quad \Rightarrow \quad C_P = C + \frac{C}{2} = \frac{3C}{2}$$

Resposta: item c .

UFPB/95

14. Duas cargas puntiformes iguais de valor q estão separadas por uma distância de 1,2m. O módulo do campo elétrico resultante num ponto P, sobre a mediatriz do segmento que une as cargas, a uma altura de 0,8m, é dado por $E = \frac{10\,q}{\alpha\,\pi\,\varepsilon_0}$ N/C. Determine, em m^2 , o valor de α.

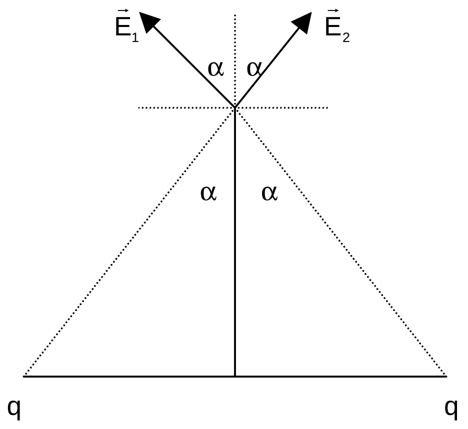


Solução:

A distância de cada carga ao ponto P é $r = \sqrt{(0{,}8)^2 + (0{,}6)^2} = 1$. O módulo do campo elétrico produzido por uma carga Q a uma distância r vale:

$$E = k\frac{Q}{r^2} \quad \text{onde} \quad k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$

A carga q da esquerda produz um campo elétrico $\vec{E}_2$ e a carga da direita produz um campo $\vec{E}_1$. Seja $\vec{E}$ o campo resultante da soma vetorial de $\vec{E}_1$ e $\vec{E}_2$, e E_V e E_H as componentes vertical e horizontal de $\vec{E}$.



$$E_V = E_1 \cos\alpha + E_2 \cos\alpha$$
$$E_H = E_2 \operatorname{sen}\alpha - E_1 \operatorname{sem}\alpha$$

Como $\vec{E}_1$ e $\vec{E}_2$ têm mesmo módulo, ou seja $E_1 = E_2$, encontramos que:

$$E_V = 2\, E_1 \cos\alpha$$
$$E_H = 0$$

Ou seja, o campo elétrico resultante só tem componente vertical:

$$E = E_V = 2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\cos\alpha$$

Como $\cos\alpha = \frac{h}{r} = \frac{0,8}{1}$, temos que:

$$E = 2\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\frac{h}{r} = \frac{10q}{\alpha\pi\varepsilon_0} \quad \Rightarrow \quad \alpha = \frac{20r^3}{h} = 25m^2$$

UFPB/95

15. Duas placas planas e paralelas, separadas por 2m de distância, estão uniformemente carregadas com cargas de sinais opostos, de modo que entre as placas há um campo elétrico uniforme de 30N/C, perpendicular às placas. Determine:
a)a diferença de potencial entre as placas;
b)a energia cinética com que uma carga de 0,1C atinge a placa negativa, tendo partido do repouso da placa positiva.

Solução:

Dados: $\begin{cases} d = 2\text{ m} \\ E = 30\text{ N/C} \\ q = 0,1\text{ C} \end{cases}$

a)
$$V = E\, d$$
logo:
$$V = 30 \,.\, 2 = 60\text{ Nm/C} = 60\text{ Volts}$$

b) A força elétrica F_E que atua na carga q é:

$$F_E = q\, E$$

O trabalho executado pela resultante de forças é igual a variação da energia cinética:

$$\Delta E_C = W_E = F_E\, d$$

$$E_{Cf} = q\, E\, d$$

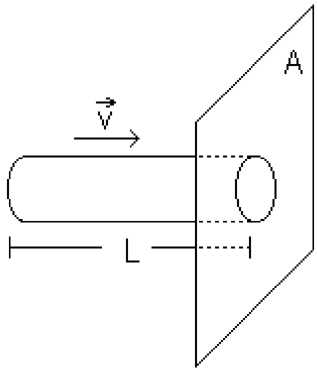
$$E_{Cf} = 0,1 \,.\, 30 \,.\, 2$$

$$E_{Cf} = 6\text{ Joules}$$

UFPB/95

16. Um cilindro de comprimento L, carregado com carga total q, positiva, desloca-se no espaço com velocidade $\vec{v}$, constante e paralela a seu eixo.
Considere um observador localizado sobre a secção A, perpendicular ao eixo do cilindro, conforme figura ao lado.

Determine, em função de q, v e L, a corrente elétrica medida por este observador durante o intervalo de tempo gasto pelo cilindro para atravessar a secção A .



Solução:

Temos por definição que corrente é a carga líquida por unidade de tempo que atravessa uma região, logo:

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Como o cilindro se move com velocidade constante, ele atravessará a superfície A num tempo Δt tal que:

$$L = v\,\Delta t \quad \Rightarrow \quad \Delta t = \frac{L}{v}$$

Ou seja:

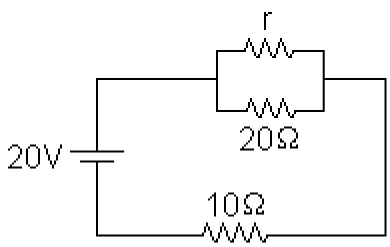
$$i = \frac{q}{L/v} \quad \therefore \quad i = \frac{qv}{L}$$

UFPB/95

17. No circuito ao lado, a potência dissipada pelo resistor de 20Ω vale 5W. Determine:

a)a potência dissipada pelo resistor de 10Ω;

b)o valor da resistência r.



Solução:

Vamos considerar que passa uma corrente i através da resistência r, uma corrente i_1 na resistência de 20Ω, e uma corrente I na resistência de 10Ω. Como a potência $P = R\,i^2$, para a resistência de 20Ω, nós temos que:

$$5W = 20\, i_1^2 \Rightarrow i_1 = 0{,}5 \text{ Ampères}$$

Para a associação em paralelo:

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{20} + \frac{1}{r} \quad \Rightarrow \quad R_P = \frac{20r}{20 + r}$$

Para a associação em série:

$$R_S = 10 + R_P = 10 + \frac{20r}{20 + r}$$

Usando a Lei dos nós: $I = i + i_1$
Usando a Lei das malhas: $ri - 20\, i_1 = 0$

Eliminando i_1 através das duas últimas equações, encontramos que:

$$I = \frac{20 + r}{r} . i_1 \quad \Rightarrow \quad I = \frac{20 + r}{r} .0,5$$

Considerando a bateria atuando na resistência equivalente R_S , temos:

$$V = R_S I \quad \Rightarrow \quad 20 = \left(10 + \frac{20r}{20 + r}\right)\left(\frac{20 + r}{r}\right)0,5$$

b) Resolvendo esta última equação, encontramos que:

$$r = 20\Omega$$

a)

$$r\, i - 20\, i = 0 \quad \Rightarrow \quad i = \frac{20 i_1}{r} \quad \Rightarrow \quad i = 0,5A \quad \therefore \quad I = i + i_1 = 1A$$

Usando estes resultados encontramos que a potência dissipada pela resistência de 10Ω vale:

$$P = 10\, I^2 = 10\ W$$

UFPB/94

18. Determine a intensidade do campo elétrico gerado por uma carga puntiforme $q = 2x10^{-9}$ C num ponto P a uma distância de 20 cm da carga.
Use $k = 9x10^9\ N/m^2C^2$

Solução:

O campo elétrico produzido por uma carga q , a uma distância r da mesma é dado por:

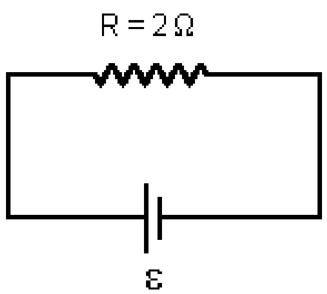
$$E = k\frac{q}{r^2}$$

Neste caso:

$$E = 9x10^9 \frac{2x10^{-9}}{(0,2)^2} = 50 Newton$$

UFPB/94

19. No circuito representado pela figura ao lado, a potência dissipada pela resistência vale 8 W . Qual o valor da f.e.m. ε da bateria?



Solução:

A potência dissipada por uma resistência R quando atravessada por uma corrente i , vale $P = Ri^2$. Se a resistência está submetida a uma tensão V , podemos resumir:

$$P = Ri^2 = V\,i = \frac{V^2}{R}$$

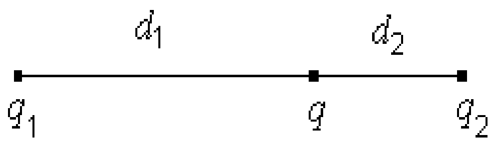
Neste caso:

$$P = \frac{V^2}{R} \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{PR} = \sqrt{8x2} = 4Volts$$

UFPB/94

20. Determine a força resultante (módulo, direção e sentido) que atua sobre a carga q, representada na figura abaixo, sabendo-se que

$q_1 = 6,0x10^{-6}$ C
$q_2 = 2,0x10^{-6}$ C
$q = 2,0x10^{-6}$ C
$d_1 = 6,0$ cm
$d_2 = 3,0$ cm
$k = 9x10^9$ Nm/C^2



Solução:

A força elétrica entre duas cargas Q_1 e Q_2 é dada pela Lei de Coulomb:

$$F_E = k\frac{Q_1Q_2}{r^2}$$

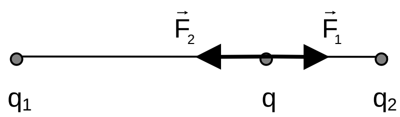
onde r é a distância entre as cargas Q_1 e Q_2 . A força resultante que atua em q é a soma das forças de interação entre q_1 e q ; e q_2 q .

$$F_1 = k\frac{q_1 q}{d_1^2} \qquad e \qquad F_2 = k\frac{q_2 q}{d_2^2}$$

Usando os valores fornecidos, obtemos

$F_1 = 30$ N e $F_2 = 40$N

$F = 10$N no sentido de F_2



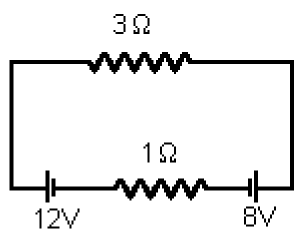
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Considerando como positivo o sentido de $\vec{F}_2$, temos a seguinte equação escalar:

$$F = - F_1 + F_2$$

UFPB/94

21. Determine a potência dissipada pela resistência de 3 Ω no circuito da figura ao lado.



Solução: $12V – 3i – 8V – 1i = 0$, logo: $i = 1$ A

A potência dissipada por uma resistência R atravessada por uma corrente i é dada por:

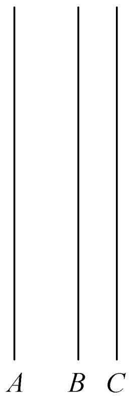
Neste caso:

$$P = R\,i^2$$
$$P = 3 \,.\, 1^2$$
$$P = 3 \text{ Watts}$$

Magnetismo

UFPB/98

1. Os três fios da figura ao lado, A, B e C, longos, retilíneos e colocados paralelamente no mesmo plano, são percorridos por correntes elétricas de intensidades i_A , i_B e i_C , respectivamente. Sabendo-se que a força resultante que os fios A e B fazem sobre o fio C é nula, é correto afirmar que as correntes que percorrem os fios A e B têm sentidos



a) iguais e $i_A = i_B$
b) iguais e $i_A > i_B$
c) iguais e $i_A < i_B$
d) opostos e $i_A > i_B$
e) opostos e $i_A < i_B$

Solução:

Seja F_{AC} a força que o fio A exerce sobre o fio C, e F_{BC} a força que o fio B exerce sobre o fio C.
Se a resultante das forças que os fios A e B exercem sobre o fio C é nula, nós temos, vetorialmente, que:

$$\vec{F}_{AC} + \vec{F}_{BC} = 0$$

A equação acima nos diz que as forças são iguais em módulo e têm sentidos opostos:

$$F_{AC} = F_{BC}$$

O campo B_A produzido pelo fio A é dado por:

$$B_A = \frac{\mu_0 \, i_A}{2\pi \, r}$$

Como o ângulo que o campo B_A produzido pelo fio A faz com a corrente i_C que passa pelo fio C é de 90^0

$$F_{AC} = i_C \, l \, B_A$$

Logo:

$$F_{AC} = \frac{\mu_0 \, l}{2\pi} \frac{i_A i_C}{r_{AC}}$$

Lei de Ampère: $\oint \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0 i$

Para o cálculo do campo magnético a uma distância r , criado por um fio retilíneo condutor por onde passa uma corrente i :

$$B.2\pi r = \mu_0 i$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Força de Lorentz: força magnética que um campo $\vec{B}$, exerce sobre um fio de tamanho l , por onde passa uma corrente i :

$$\vec{F} = i\,\vec{l} \times \vec{B}$$

A fórmula vetorial acima, é expressa escalarmente como:

$$F = i\,l\,B\,\text{sen}\,\theta$$

onde r_{AC} é a distância entre os fios A e C . De modo equivalente calculamos F_{BC} :

$$F_{BC} = i_C \, l \, B_B$$

$$F_{BC} = \frac{\mu_0 \, l}{2\pi} \frac{i_B i_C}{r_{BC}}$$

Como $F_{AC} = F_{BC}$:

$$\frac{\mu_0 \, l}{2\pi}\frac{i_A i_C}{r_{AC}} = \frac{\mu_0 \, l}{2\pi}\frac{i_B i_C}{r_{BC}}$$

Ou seja:

$$\frac{i_A}{i_B} = \frac{r_{AC}}{r_{BC}}$$

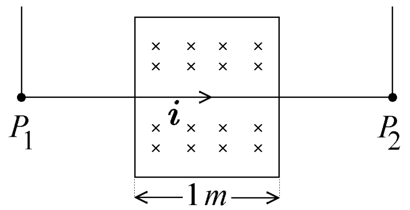
Como $r_{AC} > r_{BC} \Rightarrow i_A > i_B$

Como foi dito $\vec{F}_{AC}$ e $\vec{F}_{BC}$ têm sentidos opostos. Neste problema isso acontecerá se os campos $\vec{B}_A$ e $\vec{B}_B$ tiverem sentidos opostos, ou seja, se i_A e i_B tiverem sentidos opostos. Concluindo: $i_A > i_B$ onde i_A tem sentido oposto a i_B .

Resposta: item d

UFPB/98

2. Um fio retilíneo P_1P_2 , com 2,5m de comprimento, percorrido por corrente i, passa por uma região onde há um campo magnético uniforme de indução magnética $B=5x10^{-4}$ T (ver figura ao lado).
A força F que o campo magnético faz sobre o fio P_1P_2 tem módulo $F=25x10^{-4}$ N.



a) Determine o valor de i .
b) Num desenho, indique a direção e o sentido de $\vec{F}$.

Solução:

a)
$$\vec{F} = i\,\vec{l} \times \vec{B}$$

O módulo da força $\vec{F}$ é dado por:

$$F = i \, l \, B \, \text{sen}\theta$$

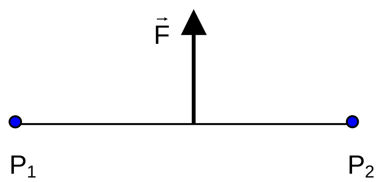
onde θ é o ângulo entre os vetores $\vec{l}$ e $\vec{B}$, e $\vec{l}$ tem a direção e sentido da corrente. Como os vetores $\vec{l}$ e $\vec{B}$ formam um ângulo de 90^0 , temos:

$$F = i \, l \, B$$

O l a ser considerado, é apenas a parte do fio que está na região onde existe o campo magnético:

$$i = \frac{F}{lB} = \frac{25x10^{-4}}{1.(5X10^{-4})} = 5\text{Ampères}$$

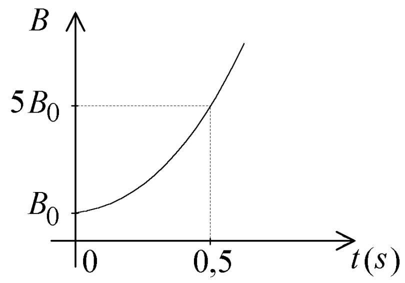
Segundo a convenção usual o símbolo (•) representa um vetor perpendicular à folha de papel e apontando para fora da mesma, enquanto o símbolo (**x**) representa um vetor perpendicular à folha de papel e apontando para dentro da mesma.



b) Usando a regra da mão direita, ao fazer o produto vetorial $\vec{l} \times \vec{B}$, obtemos que a força $\vec{F}$ é um vetor que aponta para cima, perpendicular ao fio P_1P_2 .

UFPB/98

3. Uma espira condutora, quadrada, cujo lado mede 0,5m, é colocada perpendicularmente a um campo magnético uniforme de indução $\vec{B}$. O módulo de $\vec{B}$ varia com o tempo t de acordo com o gráfico ao lado.
Sabendo que $B_0 = 8x10^{-3}$T, determine a força eletromotriz média induzida na espira no intervalo de tempo de t=0 a t=0,5s.



Solução:

Lei de Faraday: a força eletromotriz induzida num circuito é igual (exceto por uma troca de sinal) à taxa pela qual o fluxo magnético através do circuito está variando no tempo.

Podemos aproximar a força eletromotriz média para:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -\frac{B_2A - B_1A}{t_2 - t_1} = -A\frac{\Delta B}{\Delta t}$$

$$\bar{\varepsilon} = -(0{,}5)^2\frac{5B_0 - B_0}{0{,}5 - 0} = -1{,}6x10^{-2}\,\text{Volts}$$

O fluxo magnético Φ_B que atravessa uma superfície A é dado por:

$$\Phi_B = \int_A \vec{B}.d\vec{A}$$

Neste problema temos que:

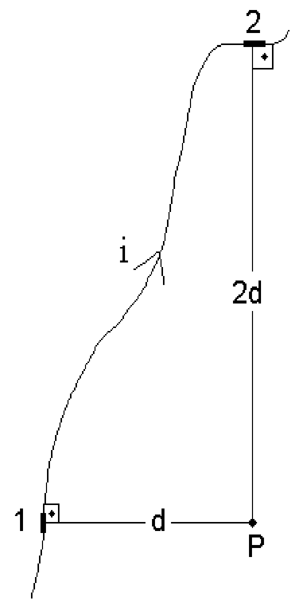
$$\Phi_B = B\,A$$

Força eletromotriz induzida:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

UFPB/97

4. A figura ao lado representa um fio condutor percorrido por corrente i e dois pequenos pedaços deste fio, 1 e 2, de mesmo comprimento.
Sendo B_1 e B_2 os módulos dos campos magnéticos gerados por 1 e 2 respectivamente, no ponto P, então:



a) $B_1 = B_2$

b) $B_1 = 2B_2$

c) $B_1 = 4B_2$

d) $B_2 = 2B_1$

e) $B_2 = 4B_1$

Solução:

Como já vimos anteriormente da Lei de Ampère, o campo magnético produzido por um fio retilíneo por onde passa uma corrente i , a uma distância r deste fio é dado por:

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Teremos então que : $m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$ e $m = \frac{|f|}{s + |f|}$

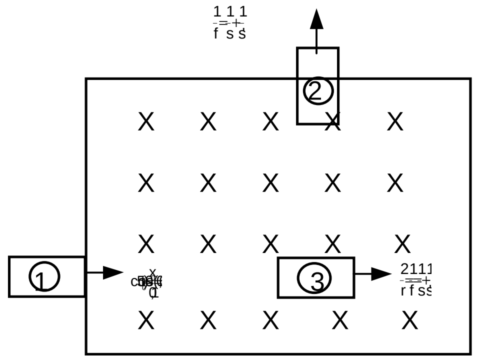
Logo:

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

Resposta: item b

UFPB/97

5. A figura ao lado representa uma região do espaço onde atua um campo magnético constante e uniforme e três espiras 1, 2 e 3, entrando, saindo e se movimentando nessa região, respectivamente. Nessas condições, verifica-se que há força eletro-motriz induzida:



a) apenas nas espiras 1 e 2
b) apenas nas espiras 1 e 3
c) apenas nas espiras 2 e 3
d) em todas as espiras
e) em nenhuma das espiras

Solução:

Como o campo magnético é constante, não existe variação de fluxo magnético na espira 3, que se encontra completamente na região do espaço onde atua o campo.

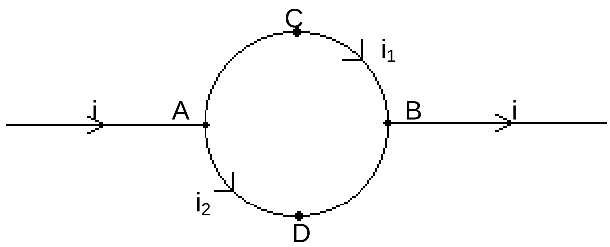
A espira 1 está entrando nesta região e a espira 2 está saindo, logo as duas espiras estão com o fluxo magnético variando.
A espira 1 está com o fluxo aumentando e a espira 2 está com o fluxo diminuindo.

Portanto existe uma força eletromotriz induzida nas espiras 1 e 2.

Resposta: item a

UFPB/97

6. Por um anel metálico, ligado a dois fios retilíneos também metálicos, circula corrente elétrica, conforme mostra a figura ao lado.
No trecho ACB a corrente vale 3A e, no trecho ADB, 5A. Sendo de 0,5m o raio do anel, determine o campo magnético $\vec{B}$, em módulo, direção e sentido, em seu centro.
Considere a permeabilidade magnética do vácuo
$\mu_0 = 12 \times 10^{-7}$ Tm/A



Solução:

O campo magnético produzido por meia espira no seu centro é dado por:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4r}$$

O campo resultante será a soma vetorial dos campos produzidos por cada uma das meias espiras.

Usando a regra da mão direita, encontramos que o campo B_1 produzido pela meia espira ACB no seu centro tem o sentido entrando da folha de papel, enquanto que o campo B_2 produzido a meia espira ADB no seu centro tem o sentido saindo na folha de papel.
Logo:

$$m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}$$

$$B = 12 \times 10^{-7} \text{ Tesla}$$

Resposta: direção de B: vetor entrando no papel.

Lei de Biot-Savart:

O campo magnético $d\vec{B}$ produzido por um fio de comprimento $d\vec{l}$ atravessado por uma corrente i , a uma distância $\vec{r}$ deste fio, tem a forma:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{d\vec{l} x \vec{r}}{r^3}$$

Neste problema vamos calcular o campo no centro de uma espira, logo:

$$\frac{\left|d\vec{l} x \vec{r}\right|}{r^3} = \frac{dl}{r^2} = \frac{r\, d\theta}{r^2} = \frac{d\theta}{r}$$

Se tivéssemos uma espira completa:

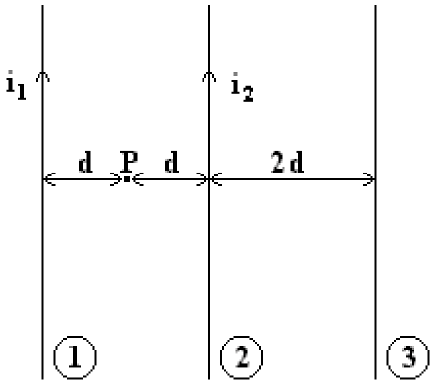
$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r} \int_0^{2\pi} d\theta = \frac{\mu_0 i}{2r}$$

Mas nós temos apenas meia espira:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r} \int_0^{\pi} d\theta = \frac{\mu_0 i}{4r}$$

UFPB/96

7. Três longos fios condutores, retilíneos, paralelos e colocados no mesmo plano, são percorridos por correntes elétricas.
As correntes $i_1 = 1A$ e $i_2 = 4A$ percorrem os condutores 1 e 2 , respectivamente, e seus sentidos estão indicados na figura.
Determine a intensidade e o sentido da corrente i_3 que percorre o condutor 3 , sabendo-se que o módulo do campo magnético resultante no ponto P, indicado na figura, é nulo.



Solução:

Como já vimos o campo magnético produzido a uma distância r por um fio onde passa uma corrente i , tem a forma:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r}$$

No ponto P o fio 1 produz um campo B_1 entrando na folha de papel, o fio 2 produz uma campo B_2 saindo da folha de papel. O campo resultante será a soma vetorial de cada um dos campos:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$

Vamos assumir que o sentido de i_3 é contrário ao de i_1 e i_2, consequentemente o sentido de $\vec{B}_3$ é entrando na folha de papel. A forma escalar da equação acima é:

$$B = -B_1 + B_2 - B_2 = -\frac{\mu_0 i_1}{4\pi d} + \frac{\mu_0 i_2}{4\pi d} - \frac{\mu_0 i_3}{4\pi (2d)} = \frac{\mu_0}{4\pi d}\left(-i_1 + i_2 - \frac{i_3}{2}\right) = 0$$

Usando os valores das correntes, encontramos que:

$$i_3 = 6\text{Ampères}$$

Logo o sentido da corrente i_3 é contrário ao das correntes i_1 e i_2.

UFPB/95

8. Um fio retilíneo, muito longo, colocado perpendicularmente ao plano do papel quadriculado, é percorrido por uma corrente elétrica.

O vetor indução magnética no ponto P_1 tem módulo B_1 e direção da reta r e no ponto P_2 tem módulo B_2 e direção da reta s.

Sobre a situação descrita, pode-se afirmar que o fio atravessa o papel no ponto:

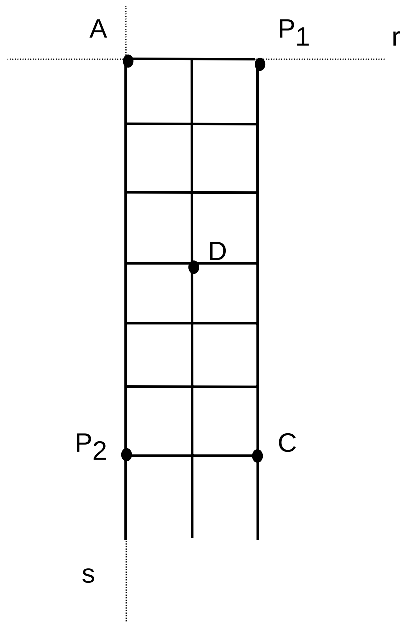
a) A e $B_1 = 3B_2$

b) A e $B_2 = 3B_1$

c) D e $B_1 = B_2$

d) A e $B_2 = 3B_1$

e) C e $B_2 = 3B_1$



Solução:

Usando a regra da mão direita, para que o campo B_1 tenha a direção da reta r, o fio retilíneo deve tocar o papel em algum ponto da reta P_1C.
De modo equivalente, para que o campo B_2 tenha a direção da reta s, o fio retilíneo deve tocar o papel em algum ponto da reta P_2C.
Para satisfazer as duas afirmativas acima, o fio deve passar pelo ponto C.
Como já vimos o campo produzido por um fio tem a forma abaixo:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r}$$

Se l for a dimensão do lado de cada quadrículo:

$$B_1 = \frac{\mu_0 i}{4\pi (6l)} \quad \text{e} \quad B_2 = \frac{\mu_0 i}{4\pi (2l)} \quad \Rightarrow \quad \frac{B_1}{B_2} = \frac{1}{3}$$

$$B_2 = 3B_1$$

Resposta: item e

UFPB/95

9. Uma partícula carregada penetra, com velocidade v, numa região onde atua um campo magnético B constante e uniforme. A partícula não sofre desvio de sua trajetória retilínea.

Afirma-se que:

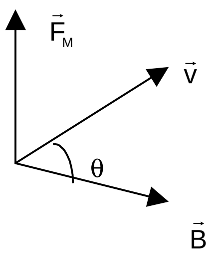
I. os vetores v e B são perpendiculares.
II. os vetores v e B são paralelos.
III. os vetores v e B são oblíquos.

Na situação descrita:

a) somente a afirmativa I é verdadeira
b) somente a afirmativa II é verdadeira
c) somente a afirmativa III é verdadeira
d) nenhuma das afirmativas é verdadeira
e) todas as afirmativas podem ser verdadeiras

Solução:

A força magnética, ou força de Lorentz, que atua numa partícula carregada q que se move com velocidade v em uma região onde existe um campo magnético B, tem a forma:



$$\vec{F}_M = q\vec{v} \times \vec{B}$$

cujo módulo vale:

$$F_M = q\ v\ B\ \text{sen}\theta$$

Usando a regra da mão direita, concluímos que $\vec{F}_M$ tem a direção perpendicular aos vetores $\vec{v}$ e $\vec{B}$. Ou seja: é perpendicular ao plano que contém os vetores $\vec{v}$ e $\vec{B}$.
Para que a força $\vec{F}_M$ seja nula, com $\vec{v}$ e $\vec{B}$ não nulos, a hipótese possível será que $\vec{v}$ e $\vec{B}$ seja paralelos, ou seja $\theta = 0$.

Resposta: item b

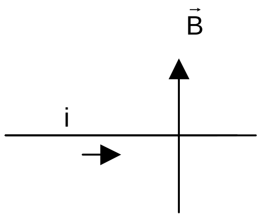
UFPB/95

10. Num planeta hipotético, um condutor retilíneo de $2\ m$ de comprimento e $0,6\ kg$ de massa flutua, em equilíbrio, numa região onde atua um campo magnético uniforme e horizontal de $1,2\ T$ cuja direção é perpendicular ao condutor. Se a corrente que percorre o condutor vale $5A$, qual o valor da aceleração da gravidade nesse planeta?

Solução:

A força magnética que atua sobre o fio tem a forma:

$$\vec{F}_M = i\vec{l} \times \vec{B}$$



que tem a seguinte forma escalar:

$$F_M = i\, l\, B\, \text{sen}\theta$$

Como as direções da corrente que atravessa o fio e do campo magnético são perpendiculares: $\theta = 90^0$, logo:

$$F_M = i\, l\, B$$

A força gravitacional é $F_G = m\, g$, logo:

$$i\, l\, B = m\, g$$

$$g = \frac{ilB}{m} = 20m/s^2$$

UFPB/94

11. Uma partícula de massa m carregada com carga q positiva e com velocidade $\vec{v}$ penetra numa região onde atua um campo magnético $\vec{B}$, com $\vec{v}$ e $\vec{B}$ perpendiculares entre si. Determine, em função dos dados, (m, q, $\vec{v}$, $\vec{B}$), o raio da circunferência que essa partícula percorre ao deslocar-se na região onde atua o campo.

Solução:

A força de Lorentz tem a seguinte forma vetorial:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

A forma escalar da equação acima é:

$$F = q\, v\, B\, \text{sen}\theta$$

Onde θ é o ângulo entre os vetores $\vec{v}$ e $\vec{B}$. Como esses vetores são perpendiculares, $\theta = 90^0$, logo:

$$F = q\, v\, B$$

O movimento da partícula é circular e uniforme, ou seja: com a velocidade constante em módulo. A força centrípeta terá a forma:

$$F_C = m\frac{v^2}{r}$$

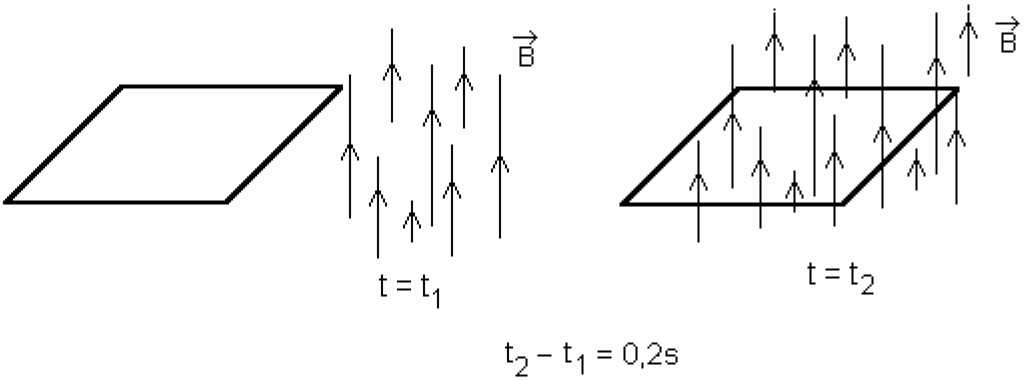
Teremos então que:

$$qvB = m\frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{qB}$$

UFPB/94

12. Uma espira plana que delimita uma área A = 100 cm^2 e de resistência R = 10 Ω penetra numa região do espaço onde atua um campo magnético uniforme, perpendicular ao plano da espira, de módulo B = 8T. O tempo necessário para a espira penetrar completamente na região onde atua o campo magnético é de 0,2 s (veja figura). Determine a intensidade média da corrente que percorre a espira nesse intervalo de tempo.



Solução:

Dados: $\begin{cases} A = 100\ cm^2 = 0{,}01\ m^2 \\ R = 10\ \Omega \\ B = 8\ \text{Tesla} \\ \Delta t = t_2 - t_1 = 0{,}2\ s \end{cases}$

$$\Phi_B = B\,A$$

A força eletromotriz induzida é definida como:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

onde Φ_B é o fluxo magnético que atravessa a área A . Como o campo magnético B é constante:

$$\varepsilon = -B\frac{dA}{dt}$$

$$\bar{\varepsilon} = -B\frac{A_2 - A_1}{t_2 - t_1} = -B\frac{A - 0}{\Delta t} = -\frac{BA}{\Delta t}$$

$$|\bar{\varepsilon}| = Ri \quad \Rightarrow \quad i = \frac{|\bar{\varepsilon}|}{R}$$

$$i = \frac{BA}{R\Delta t} \quad \Rightarrow \quad i = 0{,}04 \text{ Ampères}$$