ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
campinas

ELITE RESOLVE ITA 2007

FÍSICA

www.elitecampinas.com.br

(19) 3251 1012

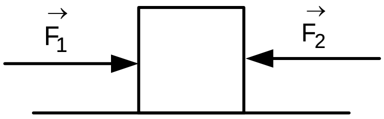
FÍSICA

QUESTÃO 1

Sobre um corpo de 2,5 kg de massa atuam, em sentidos opostos de uma mesma direção, duas forças de intensidades 150,40 N e 50,40 N, respectivamente. A opção que oferece o módulo de aceleração resultante com o número correto de algarismos significativos é:

a) 40,00 m/s^2
b) 40 m/s^2
c) 0,4 x 10^2 m/s^2
d) 40,0 m/s^2
e) 40,000 m/s^2

Resolução — Alternativa B



$$\left|\vec{F_1}\right| = 150,40N; \quad \left|\vec{F_2}\right| = 50,40N$$

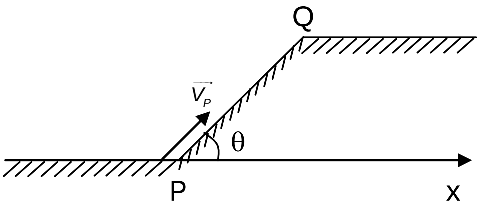
$$\vec{F_r} = \vec{F_1} + \vec{F_2} \rightarrow \left|\vec{F_r}\right| = 150,40 - 50,40 = 100,00$$

$$\left|\vec{a}\right| = \frac{100,00}{2,5} = 40 m/s^2$$

No caso, a massa do corpo, sendo fornecida com apenas dois algarismos significativos é o que limita o cálculo da aceleração também a dois algarismos significativos, o que é apresentado na alternativa B.
A alternativa (a) apresenta quatro algarismos significativos.
A alternativa (c) apresenta um algarismo significativo.
A alternativa (d) apresenta três algarismos significativos.
A alternativa (e) apresenta cinco algarismos significativos.

QUESTÃO 2

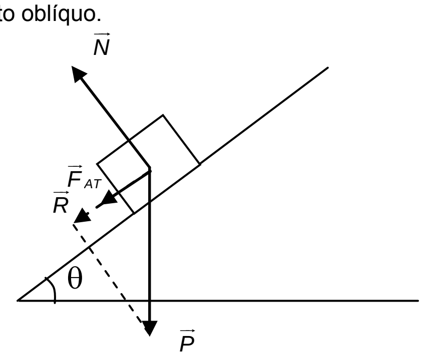
A partir do nível P, com velocidade inicial de 5m/s, um corpo sobe a superfície de um plano inclinado PQ de 0,8m de comprimento. Sabe-se que o coeficiente de atrito cinético entre o plano e o corpo é igual a 1/3. Considere a aceleração da gravidade g=10m/s^2 , sen θ=0,8, cos θ=0,6 e que o ar não oferece resistência . O tempo mínimo de percurso do corpo para que se torne nulo o componente vertical de sua velocidade é:



a) 0,20s
b) 0,24s
c) 0,40s
d) 0,44s
e) 0,48s

Resolução — Alternativa D

A componente vertical da velocidade só se anulará quando, sobre o plano inclinado, a velocidade for nula, ou se, caso ele chegue a Q ainda com velocidade, o corpo atingir o ponto máximo da trajetória de um lançamento oblíquo.



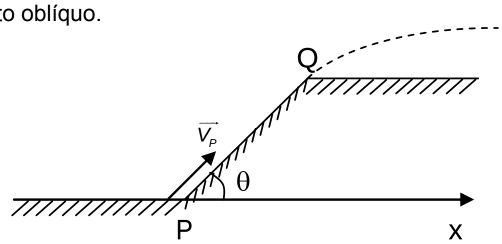
Enquanto está sobre o plano inclinado tanto a projeção da força peso quanto a força de atrito estão contribuindo para a frenagem do corpo. Logo:

R = ma = mgsenθ + μmgcosθ

a aceleração vale:

a = g(senθ + μcosθ), logo
a = 10.(0,8+(1/3).0,6) = 10m/s^2

Como para um MRUV, $\Delta t = \Delta V/a$ = (5-0)/10 = 0,5 s – este é o tempo até o corpo parar, considerando que o plano inclinado não tem patamar. Precisamos, entretanto, verificar se o corpo não atinge o patamar antes disso. Calcularemos então o tempo necessário para o deslocamento de 0,8 m sobre o plano:
$\Delta S = V_0 t - at^2/2$; Assim: $0,8 = 5t - 5t^2$; Resolvendo temos: t_1 = 0,2s e t_2 = 0,8s (não convém, pois este é o segundo instante em que o corpo atinge este deslocamento).
Assim, concluímos que são necessários 0,2 s para que o corpo atinja o patamar Q, e é isto então o que acontece. A partir daí haverá um lançamento oblíquo.



A velocidade de lançamento é dada por:

$V = V_0 - at$ = 5 – 10.0,2 = 3 m/s

Assim a velocidade vertical do lançamento oblíquo vale

V_y = 3.senθ = 3.0,8 = 2,4 m/s

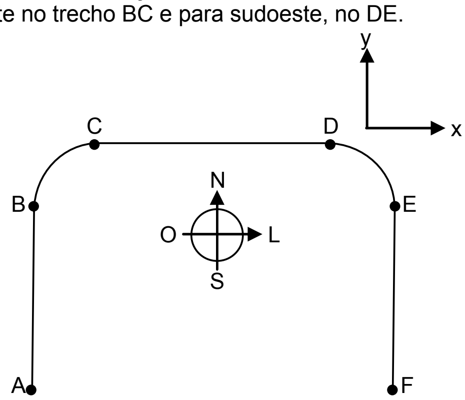
Para que esta componente se anule, na projeção vertical do movimento parabólico, temos:

$\Delta t' = \Delta V/g$ = 2,4/10 = 0,24 s

Logo o tempo total para que a componente vertical se anule vale 0,2 + 0,24 = **0,44s**

QUESTÃO 3

A figura mostra uma pista de corrida A B C D E F, com seus trechos retilíneos e circulares percorridos por um atleta desde o ponto A, de onde parte do repouso, até a chegada em F, onde pára. Os trechos BC, CD e DE são percorridos com a mesma velocidade de módulo constante.
Considere as seguintes informações:
I. O movimento do atleta é acelerado nos trechos AB, BC, DE e EF.
II. O sentido da aceleração vetorial média do movimento do atleta é o mesmo nos trechos AB e EF.
III. O sentido da aceleração vetorial média do movimento do atleta é para sudeste no trecho BC e para sudoeste, no DE.



Então, está(ão) corretas(s)

a) apenas a I.
b) apenas a I e II.
c) apenas a I e III.
d) apenas a II e III.
e) todas.

Resolução — Alternativa E

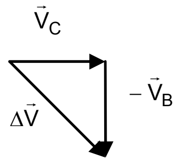
I – Correta. Nos trechos AB e EF temos MRUV, pois o atleta está aumentando sua velocidade escalar no primeiro trecho e reduzindo-a no último;
Nos trechos BC e EF temos MCU, portanto com aceleração centrípeta.
II – Correta. No trecho AB temos um movimento acelerado, portanto a aceleração está apontada para o norte. No trecho EF temos um movimento retardado, portanto a aceleração também está apontada para o norte.
III – Correta. A aceleração vetorial media é dada por:

$$\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

Portanto, o vetor $\vec{a}_m$ está na mesma direção e sentido do vetor $\Delta\vec{v}$.

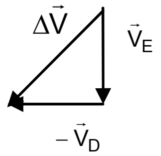
Então no trecho BC temos: $\Delta\vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i = \vec{v}_C - \vec{v}_B$

Assim:



Logo no trecho BC o vetor $\vec{a}_m$ está apontado para Sudeste.

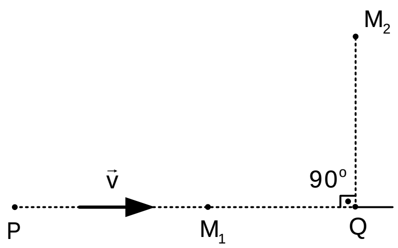
Do mesmo modo no trecho DE temos: $\Delta\vec{v} = \vec{v}_f - \vec{v}_i = \vec{v}_E - \vec{v}_D$



Logo no trecho DE o vetor $\vec{a}_m$ está apontado para Sudoeste.

QUESTÃO 4

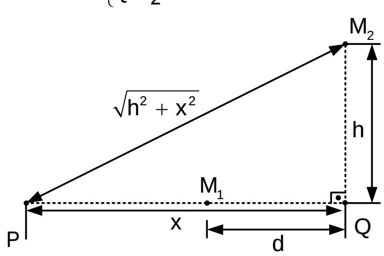
Considere que num tiro de revólver, a bala percorre trajetória retilínea com velocidade V constante, desde o ponto inicial P até o alvo Q. Mostrado na figura, o aparelho M_1 registra simultaneamente o sinal sonoro de disparo e do impacto da bala no alvo, o mesmo ocorrendo com o aparelho M_2. Sendo V_s a velocidade do som do ar, então a razão entre as respectivas distâncias dos aparelhos M_1 e M_2 em relação ao alvo Q é:



a) $V_s(V - V_s)/(V^2 - V_s^2)$
b) $V_s(V_s - V)/(V^2 - V_s^2)$
c) $V(V - V_s)/(V_s^2 - V^2)$
d) $V_s(V + V_s)/(V^2 - V_s^2)$
e) $V_s(V - V_s)/(V^2 + V_s^2)$

Resolução — Alternativa A

Chamando as distâncias: $\begin{cases} PQ = x \\ M_1Q = d \\ QM_2 = h \end{cases}$



Como os movimentos são uniformes, temos que:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{v}$$

Para o primeiro aparelho (M_1), o tempo que o som da saída da bala (em P) demora para ir de P até M_1 é o mesmo tempo que a bala demora para ir de P até Q e seu som voltar de Q para M_1. Assim:

$$\frac{x-d}{V_s} = \frac{x}{V} + \frac{d}{V_s} \Rightarrow \frac{x - 2\cdot d}{V_s} = \frac{x}{V} \Rightarrow d = \frac{(V - V_s)}{2\cdot V}\cdot x$$

Para o segundo aparelho (M_2), o tempo que o som demora para sair de P e chegar até M_2 (hipotenusa do ΔPQM_2, retângulo em Q) é o mesmo tempo que a bala demora para ir de P até Q e seu som ir de Q até M_2. Assim, utilizando as distâncias já convencionadas:

$$\frac{\sqrt{x^2 + h^2}}{V_s} = \frac{x}{V} + \frac{h}{V_s}$$

Elevando ambos os membros ao quadrado, vem:

$$\frac{x^2}{V_s^2} + \frac{h^2}{V_s^2} = \frac{x^2}{V^2} + 2\cdot\frac{x\cdot h}{V\cdot V_s} + \frac{h^2}{V_s^2} \Rightarrow h = \frac{(V^2 - V_s^2)}{2\cdot V\cdot V_s}\cdot x$$

A razão pedida vale:

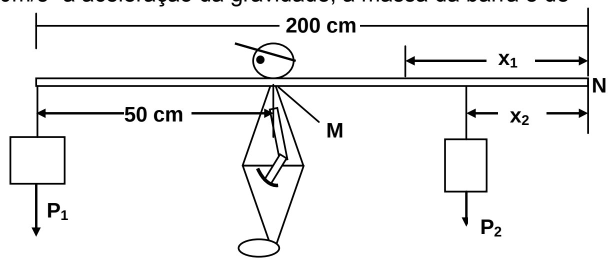
$$\frac{M_2Q}{M_1Q} = \frac{d}{h} = \frac{\frac{(V - V_s)}{2\cdot V}\cdot x}{\frac{(V^2 - V_s^2)}{2\cdot V\cdot V_s}\cdot x} = \frac{V_s\cdot(V - V_s)}{(V^2 - V_s^2)}$$

Observação: Esta fração pode ainda ser simplificada, fatorando a diferença de quadrados no denominador como o produto da soma pela diferença. Teríamos:

$$\frac{d}{h} = \frac{V_s\cdot(V - V_s)}{(V^2 - V_s^2)} = \frac{V_s\cdot(V - V_s)}{(V + V_s)\cdot(V - V_s)} = \frac{V_s}{V + V_s}$$

QUESTÃO 5

Na experiência idealizada na figura, um halterofilista sustenta, pelo ponto M, um conjunto em equilíbrio estático composto de uma barra rígida e uniforme, de um peso P_1=100N na extremidade a 50 cm de M, e de um peso P_2=60N na posição x_2 indicada. A seguir, o mesmo equilíbrio estático é verificado dispondo-se, agora, o peso P_2 na posição original de P_1, passando este à posição de distância x_1=1,6 x_2 da extremidade N. Sendo de 200cm o comprimento da barra e g=10m/s^2 a aceleração da gravidade, a massa da barra é de

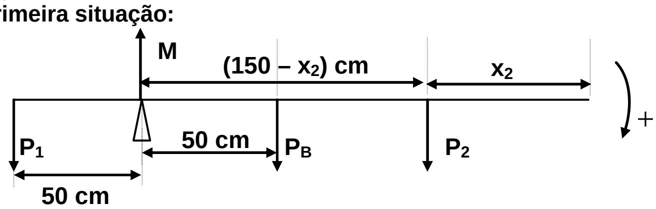


a) 0,5 kg
b) 1,0 kg
c) 1,5 kg
d) 1,6 kg
e) 2,0 kg

Resolução — Alternativa D

Considerando a barra homogênea, o peso da barra (P_B) pode ser concentrado em seu ponto médio. Estudando cada situação separadamente:

Primeira situação:

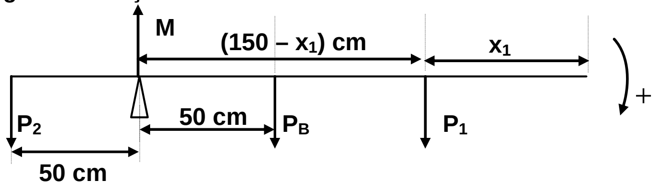


Equilibrando os torques em relação ao ponto M, vem que:

$$P_1\cdot 50 = P_B\cdot 50 + P_2\cdot(150 - x_2)$$

$$100\cdot 50 = m\cdot 10\cdot 50 + 60\cdot(150 - x_2) \Rightarrow x_2 = \frac{25\cdot m + 200}{3}$$

Segunda situação:



Equilibrando os torques novamente em relação ao ponto M, vem que:

$$P_2\cdot 50 = P_B\cdot 50 + P_1\cdot(150 - x_1)$$

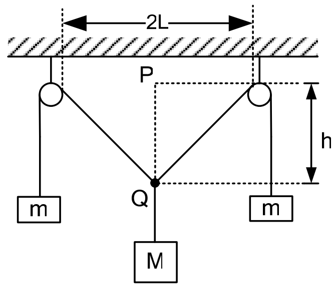
$$60\cdot 50 = m\cdot 10\cdot 50 + 100\cdot(150 - x_1) \Rightarrow x_1 = 120 + 5\cdot m$$

Usando que $x_1 = 1{,}6 \cdot x_2$, temos:

$$120 + 5m = 1{,}6\left(\frac{25m + 200}{3}\right) \Rightarrow 360 - 320 = 40m - 15m \Rightarrow m = 1{,}6kg$$

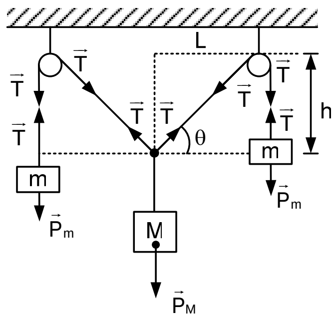
QUESTÃO 6

No arranjo mostrado na figura com duas polias, o fio inextensível e sem peso sustenta a massa M e, também, simetricamente, as duas massas m, em equilíbrio estático. Desprezando o atrito de qualquer natureza, o valor h da distância entre os pontos P e Q vale



a) $ML/\sqrt{4m^2 - M^2}$ b) L c) $ML/\sqrt{M^2 - 4m^2}$
d) $mL/\sqrt{4m^2 - M^2}$ e) $ML/\sqrt{2m^2 - M^2}$

Resolução Alternativa A



Na vertical, a soma das componentes verticais da tração em cada corda inclinada, que sustenta uma massa m, deve equilibrar a força peso do bloco de massa M. Assim:

$$M \cdot |\vec{g}| = 2 \cdot |\vec{T}| \cdot sen\theta$$

Em cada corda das laterais, a tração equilibra a força peso que age sobre cada massa m na ponta da corda ($m \cdot |\vec{g}| = |\vec{T}|$). Logo:

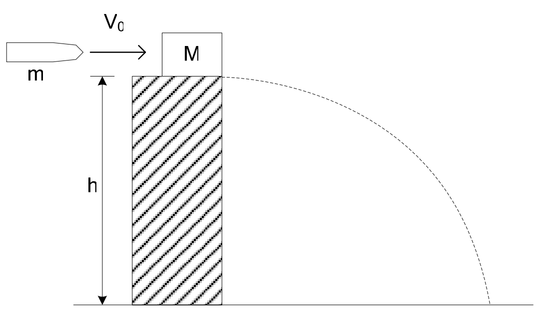
$$M \cdot |\vec{g}| = 2 \cdot m \cdot |\vec{g}| \cdot sen\theta \Rightarrow M = 2 \cdot m \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 + L^2}}$$

Elevando os dois membros ao quadrado e isolando h:

$$M^2 = 4 \cdot m^2 \cdot \frac{h^2}{h^2 + L^2} \Rightarrow M^2 L^2 = (4 \cdot m^2 - M^2) \cdot h^2 \Rightarrow h = \frac{M \cdot L}{\sqrt{4 \cdot m^2 - M^2}}$$

QUESTÃO 7

Uma bala de massa m e velocidade v_0 é disparada contra um bloco de massa M, que inicialmente se encontra em repouso na borda de um poste de altura h, conforme mostra figura. A bala aloja-se no bloco que, devido ao impacto, cai no solo. Sendo g a aceleração da gravidade, e não havendo atrito e nem resistência de qualquer outra natureza, o módulo da velocidade com que o conjunto atinge o solo vale



a) $\sqrt{\left(\frac{mv_0}{m+M}\right)^2 + 2gh}$ b) $\sqrt{v_0^2 + \frac{2ghm^2}{(m+M)^2}}$

c) $\sqrt{v_0^2 + \frac{2mgh}{M}}$ d) $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$

e) $\sqrt{\frac{mv_0^2}{m+M} + 2gh}$

Resolução Alternativa A

Na colisão horizontal, ocorre conservação da quantidade de movimento:

$$m \cdot v_0 = (M + m) \cdot v \Rightarrow v = \frac{m \cdot v_0}{M + m}$$

A partir disso, ocorre conservação da energia mecânica entre os instantes em que o conjunto está na altura h com velocidade v, e o instante em que o conjunto atinge o solo, com velocidade v_S.

Então:

$$(E_C + E_P)_{CIMA} = (E_C + E_P)_{BAIXO}$$

$$\frac{(M+m) \cdot v^2}{2} + (M+m) \cdot g \cdot h = \frac{(M+m) \cdot v_S^2}{2}$$

$$v_S^2 = v^2 + 2 \cdot g \cdot h \Rightarrow v_S = \sqrt{\left(\frac{m \cdot v_0}{M+m}\right)^2 + 2 \cdot g \cdot h}$$

QUESTÃO 8

Projetado para subir com velocidade média constante a uma altura de 32 m em 40 s, um elevador consome a potência de 8,5 kW de seu motor. Considere que seja de 370 kg a massa do elevador vazio e a aceleração da gravidade g=10 m/s^2. Nessas condições, o número máximo de passageiros, de 70kg cada um, a ser transportado pelo elevador é

a) 7 b) 8 c) 9 d) 10 e) 11

Resolução Alternativa C

A velocidade do elevador, sendo constante, será dada por:

$$v_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{32}{40} = 0{,}8 m/s$$

A potência que o elevador consome deve gerar uma força no cabo capaz de equilibrar o peso do elevador vazio mais o peso das pessoas que estão dentre dele, de modo que a força resultante seja nula e ele suba com velocidade constante (aceleração nula, P = T).

Sendo n o número de pessoas que ocupam o elevador, a potência consumida será:

$$Pot = F \cdot v \cdot \cos 0° = (P_E + n \cdot P_P) \cdot v = (M_E + n \cdot m_P) \cdot g \cdot v$$

Por outro lado, a potência consumida não deve ultrapassar a potência máxima e, portanto:

$$(M_E + n \cdot m_P) \cdot g \cdot v \le Pot_{MÁX}$$

$$(370 + n \cdot 70) \cdot 10 \cdot 0{,}8 \le 8500 \Rightarrow n \le 9{,}89$$

Assim, o número máximo de ocupantes do elevador será 9.

QUESTÃO 9

Um corpo indeformável em repouso é atingido por um projétil metálico com velocidade de 300 m/s e temperatura de 0°C. Sabe-se que, devido ao impacto, 1/3 da energia cinética é absorvida pelo corpo e o restante transforma-se em calor, fundindo parcialmente o projétil. O metal tem ponto de fusão t_f = 300°C, calor específico c = 0,02 cal/g°C e calor latente de fusão L_f = 6 cal/g. Considerando 1 cal $\cong$ 4J, a fração x da massa total do projétil metálico que se funde é tal que:

a) x < 0,25 b) x = 0,25
c) 0,25 < x < 0,5 d) x = 0,5
e) x > 0,5

Resolução Alternativa B

Se 1/3 da energia foi absorvida pelo corpo, os outros 2/3 foram fornecidos ao projétil sob forma de calor, temos então que:

$$\frac{2}{3} \cdot E_C = Q \Rightarrow \frac{2}{3} \cdot \frac{m \cdot v^2}{2} = m \cdot c \cdot \Delta\theta + m_F \cdot L_F$$

onde m_F é a massa do projétil que se funde.

Isolando a razão $\frac{m_F}{m}$ pedida, temos:

$$\frac{m_F}{m} = \frac{1}{L_F} \cdot \left(\frac{v^2}{3} - c \cdot \Delta\theta \right)$$

Fazendo as conversões de unidade:

$$c = 0{,}02 \frac{cal}{g \cdot °C} = 0{,}02 \cdot \frac{4J}{10^{-3} kg \cdot °C} = 80 \frac{J}{kg \cdot °C}$$

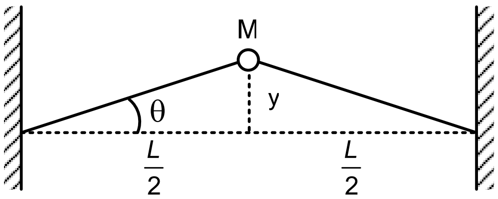
$$L_F = 6 \frac{cal}{g} = 6 \cdot \frac{4J}{10^{-3} kg} = 24 \cdot 10^3 \frac{J}{kg}$$

Temos então:

$$\frac{m_F}{m} = \frac{1}{24 \cdot 10^3} \cdot \left(\frac{300^2}{3} - 80 \cdot 300 \right) = \frac{1}{4} = 0{,}25$$

QUESTÃO 10

Uma bolinha de massa M é colada na extremidade de dois elásticos iguais de borracha, cada qual de comprimento L/2, quando na posição horizontal. Desprezando o peso da bolinha, esta permanece apenas sob a ação da tensão T de cada um dos elásticos e executa no plano vertical um movimento harmônico simples, tal que sen θ ≅ tg θ. Considerando que e a tensão não se altera durante o movimento, o período deste vale

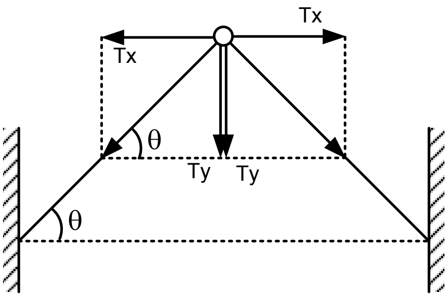


a) $2\pi\sqrt{\frac{4ML}{T}}$ b) $2\pi\sqrt{\frac{ML}{4T}}$ c) $2\pi\sqrt{\frac{ML}{T}}$

d) $2\pi\sqrt{\frac{ML}{2T}}$ e) $2\pi\sqrt{\frac{2ML}{T}}$

Resolução — Alternativa B

Note que a força resultante sobre a massa M é uma força restauradora (dentro das aproximações consideradas), pois é diretamente proporcional ao deslocamento (em y) do ponto de equilíbrio:



$$F = 2.T.\text{sen}\,\theta = 2.T.\text{tg}\,\theta = 2.T.\frac{y}{L/2} \Rightarrow F = \frac{4.T}{L}.y$$

Na realidade a equação seria $F = -\frac{4.T}{L}.y$ (o sinal de menos vem do sentido da força, contrário ao do deslocamento)

Assim, o movimento realmente pode ser considerado um MHS. Por se tratar de um MHS, podemos assumir que a aceleração também é proporcional ao deslocamento ($a = -\omega^2 y$), de onde temos que

$$F = \frac{4.T}{L}.y \Rightarrow m.a = \frac{4.T}{L}.y \Rightarrow m.\omega^2 y = \frac{4.T}{L}.y \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{4.T}{L.m}}$$

Como $\omega = \frac{2\pi}{P}$, onde P é o período, temos substituindo na equação acima:

$$P = 2\pi\sqrt{\frac{L.m}{4.T}}$$

QUESTÃO 11

Numa cozinha industrial, a água do caldeirão é aquecida de 10 °C a 20 °C, sendo misturada em seguida, a água a 80 °C de um caldeirão, resultando 10 ℓ de água a 32 °C, após a mistura. Considere haja trocar de calor apenas entre as duas porções de água misturadas e que a densidade absoluta da água, de 1kg/ℓ, não varia com a temperatura, sendo, ainda, seu calor específico c=1,0 cal.g^{-1}.°C^{-1}. A quantidade de calor recebida pela água do primeiro caldeirão ao ser aquecida até 20 °C é de

a) 20 kcal b) 50 kcal c) 60 kcal d) 80 kcal e) 120 kcal

Resolução — Alternativa D

Da mistura da água a 80°C com a água a 20°C temos:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow d \cdot V_1 \cdot c \cdot (T - T_{01}) + d \cdot V_2 \cdot c \cdot (T - T_{02}) = 0 \Rightarrow$$

$$V_1 \cdot (32 - 20) + V_2 \cdot (32 - 80) = 0 \Rightarrow V_1 = 4 \cdot V_2$$

Como $V_1 + V_2 = 10$ temos que $V_2 = 2\ell$ e $V_1 = 8\ell$

Logo a quantidade de calor recebida pela água do primeiro caldeirão para ser aquecida de 10°C a 20°C é dada por:

$$Q = d \cdot V_1 \cdot c \cdot (T - T_0) \Rightarrow Q = 10^3 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (20 - 10) \Rightarrow Q = 80\,\text{kcal.}$$

QUESTÃO 12

A água de um rio encontra-se a uma velocidade inicial v constante, quando despenca de uma altura de 80m, convertendo toda a sua energia mecânica em calor. Este calor é integralmente absorvido pela água, resultando em um aumento de 1K de sua temperatura. Considerando 1 cal ≅ 4J, aceleração da gravidade g = 10m/s^2 e calor específico da água c = 1,0cal·g^{-1}·°C^{-1}, calcula-se que a velocidade inicial da água v é de:

a) $10\sqrt{2}$ m/s b) 20 m/s c) 50 m/s

d) $10\sqrt{32}$ m/s e) 80 m/s

Resolução — Alternativa E

Como toda energia mecânica foi convertida em calor, temos:

$$\frac{m.v^2}{2} + m.g.h = m.c.\Delta T \Rightarrow \frac{v^2}{2} + g.h = c.\Delta T \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{2.(c.\Delta T - g.h)} \Rightarrow v = \sqrt{2.(4x10^3.1 - 10.80)} \Rightarrow v = 80\text{ m/s}$$

Vale a pena destacar que esta é uma velocidade muito alta para as águas de um rio.

QUESTÃO 13

Numa planície, um balão meteorológico com um emissor e receptor de som é arrastado por um vento forte de 40m/s contra a base de uma montanha. A freqüência do som emitido pelo balão é de 570Hz e a velocidade de propagação do som no ar é de 340m/s. Assinale a opção que indica a freqüência refletida pela montanha e registrada no receptor do balão.

a) 450Hz b) 510Hz c) 646Hz d) 722Hz e) 1292Hz

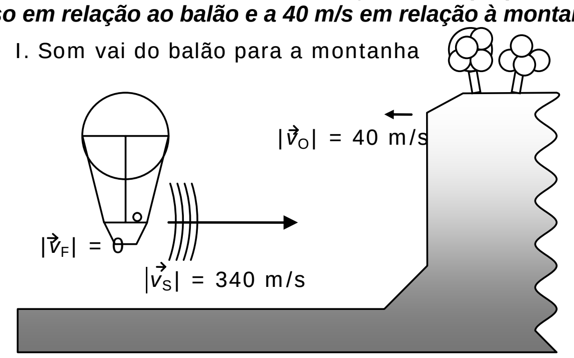
Resolução — Alternativa D

Efeito Doppler: $\frac{f_O}{v_S \pm v_O} = \frac{f_F}{v_S \pm v_F}$

Em que

v_S é a velocidade do som (340 m/s);
v_O é a velocidade do observador;
v_F é a velocidade da fonte.

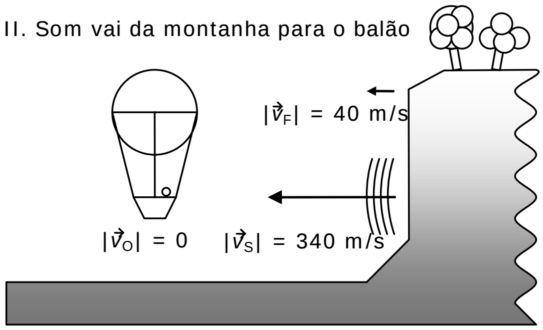
Importante: velocidades medidas ***em relação ao ar (o qual está em repouso em relação ao balão e a 40 m/s em relação à montanha).***



Freqüência medida por observador na montanha:

$$\frac{f_{OM}}{340+40}=\frac{570}{340\pm0}\Rightarrow f_{OM}=\frac{19}{17}570\ \text{ Hz}$$

II. Som vai da montanha para o balão



Freqüência medida por observador no balão:

$$\frac{f_{OB}}{340\pm0}=\frac{\left(\frac{19}{17}570\right)}{340-40}\Rightarrow f_{OB}=\frac{17}{15}\left(\frac{19}{17}570\right)\ \text{ Hz}$$

Repare que agora a fonte é a montanha, e, portanto, $f_F = f_{OM}$.

$$\boxed{f_{OB}=722\ \text{ Hz}}$$

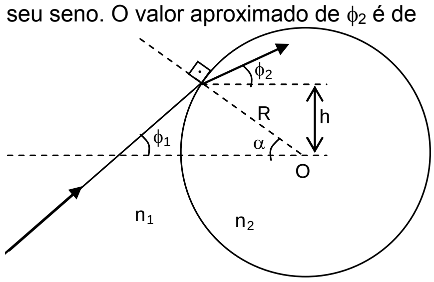
Observações:

a) Não se pode usar uma analogia perfeita à óptica de considerar o balão original como um “objeto”, a montanha como um “espelho” e um balão “imagem” que produza o som refletido, pois, *em relação à montanha,* o som chega com (340 + 40) m/s e sai com (340 – 40) m/s. Como essas velocidades são diferentes, a “imagem” não é geometricamente simétrica ao “objeto” em relação ao “espelho” e, portanto, a velocidade de aproximação dessa “imagem” em relação “espelho” não é mesma que a velocidade de aproximação do “objeto” em relação ao “espelho”.

b) A última frase do enunciado é imprecisa ao dizer:
“Assinale a opção que indica a freqüência refletida pela montanha e registrada no receptor do balão.”
Os cálculos mostram que a freqüência refletida pela montanha, $^{19}\!/_{17}\times570\approx637\ \ Hz$, é diferente da freqüência registrada no receptor do balão, **722 Hz**. Provavelmente esta frase foi colocada desta forma para distinguir da freqüência emitida no balão e captada diretamente no receptor no balão, sem reflexão na montanha. De qualquer forma, melhor seria dizer: “Assinale a opção que indica a freqüência da onda refletida pela montanha registrada no receptor do balão.”

QUESTÃO 14

A figura mostra um raio de luz propagando-se num meio de índice de refração n_1 e transmitido para uma esfera transparente de raio R e índice de refração n_2. Considere os valores dos ângulos α, ϕ_1 e ϕ_2 muito pequenos, tal que cada ângulo seja respectivamente igual à sua tangente e ao seu seno. O valor aproximado de ϕ_2 é de



a) $\phi_2=\frac{n_1}{n_2}(\phi_1-\alpha)$.
b) $\phi_2=\frac{n_1}{n_2}(\phi_1+\alpha)$.
c) $\phi_2=\frac{n_1}{n_2}\phi_1+\left(1-\frac{n_1}{n_2}\right)\alpha$.
d) $\phi_2=\frac{n_1}{n_2}\phi_1$.
e) $\phi_2=\frac{n_1}{n_2}\phi_1+\left(\frac{n_1}{n_2}-1\right)\alpha$.

Resolução — Alternativa E

Da figura temos:

$$\hat{i}=\phi_1+\alpha$$
$$\hat{r}=\phi_2+\alpha$$

Da Lei de Snell, vem $n_1 . \operatorname{sen}\hat{i} = n_2 . \operatorname{sen}\hat{r}$

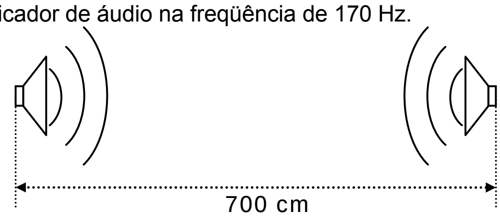
$$n_1 . \operatorname{sen}(\phi_1+\alpha) = n_2 . \operatorname{sen}(\phi_2+\alpha)$$

Usando a aproximação: $\operatorname{sen}\theta \cong \operatorname{tg}\theta \cong \theta$, segue que

$$n_1 . (\phi_1+\alpha) \cong n_2 . (\phi_2+\alpha) \Rightarrow \phi_2 = \frac{n_1}{n_2}.\phi_1+\left(\frac{n_1}{n_2}-1\right).\alpha$$

QUESTÃO 15

A figura mostra dois alto-falantes alinhados e alimentados em fase por um amplificador de áudio na freqüência de 170 Hz.



Considere seja desprezível a variação da intensidade do som de cada um dos alto-falantes com a distância e que a velocidade do som é de 340m/s. A maior distância entre dois máximos de intensidade da onda sonora formada entre alto-falantes é igual a

a) 2m b) 3m c) 4m d) 5m e) 6m

Resolução — Alternativa E

$$v=\lambda\cdot f\Rightarrow\lambda=\frac{v}{f}\Rightarrow\lambda=\frac{340}{170}=2\ \text{ m}$$

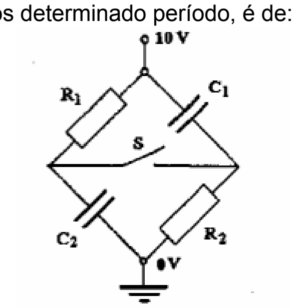
Para interferência construtiva temos que a diferença de caminhos

$$\Delta=n\frac{\lambda}{2}=n\frac{2}{2}=n\text{ , onde n é par}$$

O maior par que temos menor que 7,0 m é 6,0 m, portanto $\boxed{\Delta_{máx.} = 6\text{ m}}$.

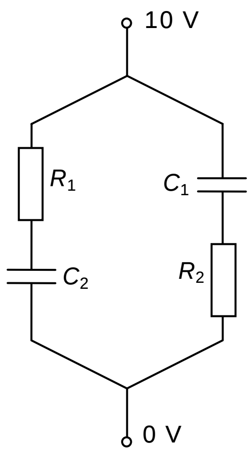
QUESTÃO 16

O circuito da figura é composto de duas resistências $R_1=1{,}0\cdot10^3\,\Omega$ e $R_2=1{,}5\cdot10^3\,\Omega$, respectivamente, e de dois capacitores, de capacitâncias $C_1=1{,}0\cdot10^{-9}F$ e $C_2=2{,}0\cdot10^{-9}F$, respectivamente. Sendo fechada a chave S, a variação de carga ΔQ no capacitor de capacitância C_1, após determinado período, é de:



Resolução — Alternativa B

Redesenhando o circuito com a chave aberta:



Os ramos da esquerda e da direita estão sujeitos à mesma diferença de potencial: 10 V.

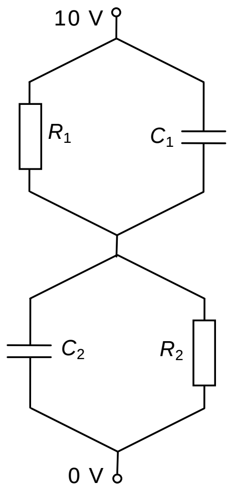
Após a carga dos capacitores, ou seja, após qualquer período transiente, as correntes serão nulas e portanto não haverá queda de tensão nos resistores. Assim, ambos estarão sujeitos a uma ddp de 10 V

Como $Q = CV$:
$Q_1 = 1\cdot10^{-9}\times10$

Q_1 = 10 nC

Redesenhando o circuito com a chave fechada (curto-circuito):

Depois de atingido o regime estacionário, as tensões em C_1 e em R_1 terão mesmo valor. Chamaremos de V_1'.



Pela regra da divisão da tensão

$V_1' = U_{tot}\dfrac{R_1}{R_1+R_2} \Rightarrow V_1' = 10\dfrac{10^3}{2{,}5\cdot 10^3}$

$V_1' = 4$ V

Como $Q = CV$:

$Q_1' = 1\cdot 10^{-9}\times 4$

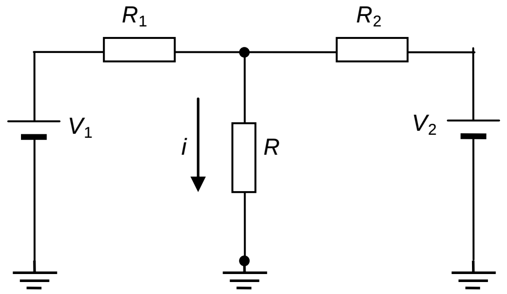
$Q_1' = 4$ nC.

Por fim, temos $\Delta Q_1 = Q_1' - Q_1$

$\Delta Q_1' = -6$ nC

QUESTÃO 17

No circuito da figura, têm-se as resistências R, R_1, R_2 e as fontes V_1 e V_2 aterradas. A corrente i indicada é



a) $i = \dfrac{(V_1R_2 - V_2R_1)}{(R_1R_2 + RR_2 + RR_1)}$

b) $i = \dfrac{(V_1R_1 + V_2R_2)}{(R_1R_2 + RR_2 + RR_1)}$

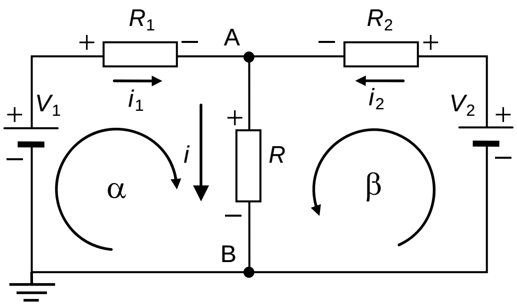
c) $i = \dfrac{(V_1R_1 - V_2R_2)}{(R_1R_2 + RR_2 + RR_1)}$

d) $i = \dfrac{(V_1R_2 + V_2R_1)}{(R_1R_2 + RR_2 + RR_1)}$

e) $i = \dfrac{(V_2R_1 - V_1R_2)}{(R_1R_2 + RR_2 + RR_1)}$

Resolução — Alternativa D

Aplicando as leis de Kirchhoff ao circuito:



Percorrendo a malha α no sentido horário a partir do ponto A:

α_A: $-Ri + V_1 - R_1 i_1 = 0 \Rightarrow \dfrac{-Ri + V_1}{R_1} = i_1$ (I)

Malha β em sentido anti-horário a partir de A:

β_A: $-Ri + V_2 - R_2 i_2 = 0 \Rightarrow \dfrac{-Ri + V_2}{R_2} = i_2$ (II)

Nó A: $i = i_1 + i_2$ (III)

Substituindo (I) e (II) em (III):

$i = i_1 + i_2 \Rightarrow i = \dfrac{-Ri + V_1}{R_1} + \dfrac{-Ri + V_2}{R_2}$

Multiplicando ambos os membros por R_1R_2:

$$R_1R_2 i = -RR_2 i + V_1R_2 - RR_1 i + V_2R_1$$

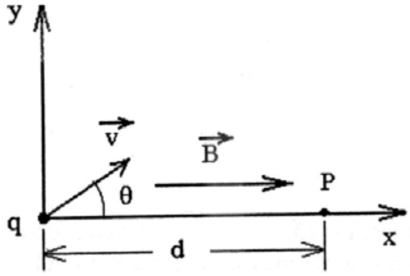
$$R_1R_2 i + RR_2 i + RR_1 i = V_1R_2 + V_2R_1$$

$$i(R_1R_2 + RR_2 + RR_1) = V_1R_2 + V_2R_1$$

$$i = \frac{V_1R_2 + V_2R_1}{R_1R_2 + RR_2 + RR_1}$$

QUESTÃO 18

A figura mostra uma partícula de massa m e carga q > 0, numa região com campo magnético $\vec{B}$ constante e uniforme, orientado positivamente no eixo x. A partícula é então lançada com velocidade inicial $\vec{v}$ no plano xy, formando o ângulo θ indicado, e passa pelo ponto P, no eixo x, a uma distância d do ponto de lançamento.



Assinale a alternativa correta.

a) O produto d·q·B deve ser múltiplo de $2\cdot\pi\cdot m\cdot v\cdot\cos\theta$.

b) A energia cinética da partícula é aumentada ao atingir o ponto P.

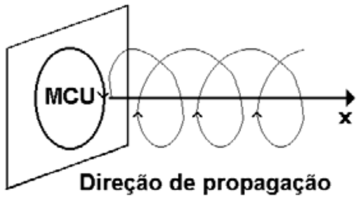
c) Para $\theta = 0$, a partícula desloca-se com movimento uniformemente acelerado.

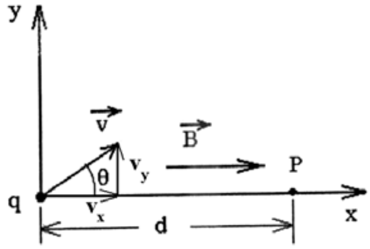
d) A partícula passa pelo eixo x a cada intervalo de tempo igual $m/(q\cdot B)$.

e) O campo magnético não produz aceleração na partícula.

Resolução — Alternativa A

O movimento resultante será composto de um MRU em x e de um MCU paralelo ao plano yz.





Da figura temos que $v_x = v\cdot\cos\theta$ e $v_y = v\cdot\text{sen}\theta$

A força magnética atua como resultante centrípeta do MCU, logo:

$$F_m = F_{cpt} \Rightarrow \quad q\cdot v\cdot B\cdot \text{sen}\theta = \frac{mv_y^2}{R} = \frac{mv^2\text{sen}^2\theta}{R} \Rightarrow$$

$$R = \frac{m\cdot v\cdot \text{sen}\theta}{q\cdot B} \Rightarrow \omega = \frac{v_y}{R} = \frac{q\cdot B}{m} = \frac{2\cdot\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\cdot\pi\cdot m}{q\cdot B}$$

A partícula só voltará a cruzar o eixo x em intervalos de tempo que forem múltiplos do período do MCU, ou seja, $\Delta t = n\cdot T$. Logo:

$$x = v_x\cdot\Delta t \Rightarrow d = v\cdot\cos\theta\cdot n\cdot\frac{2\cdot\pi\cdot m}{q\cdot B} \Rightarrow$$

$$d\cdot q\cdot B = n\cdot 2\cdot\pi\cdot m\cdot v\cdot\cos\theta$$

QUESTÃO 19

Considere uma sala à noite iluminada apenas por uma lâmpada fluorescente. Assinale a alternativa correta.

a) A iluminação da sala é proveniente do campo magnético gerado pela corrente elétrica que passa na lâmpada.

b) Toda a potência da lâmpada é convertida em radiação visível.

c) A iluminação da sala é um fenômeno relacionado a ondas eletromagnéticas originadas da lâmpada.
d) a energia de radiação que ilumina a sala é exatamente igual à energia elétrica consumida pela lâmpada.
e) a iluminação da sala deve-se ao calor dissipado pela lâmpada.

Resolução Alternativa C

Iluminação é um fenômeno físico que ocorre quando se expõe uma fonte de luz num ambiente que pode absorver ou refletir a luz. Esse ambiente normalmente se torna visível.
Luz é radiação eletromagnética (ondas eletromagnéticas de freqüência característica).
A lâmpada fluorescente é uma fonte de luz primária, isto é, nela são produzidas e emitidas ondas eletromagnéticas na região do visível (freqüências de $4{\cdot}10^{14}$ Hz a $7{\cdot}10^{14}$ Hz, aproximadamente).

QUESTÃO 20

O átomo de hidrogênio no modelo de Bohr é constituído de um elétron de carga –e e massa m, que se move em órbitas circulares de raio r em torno do próton, sob a influência da atração coulombiana. O raio é quantizado, dado por $r=n^2.a_0$, onde a_0 é o raio de Bohr e n = 1, 2, ... O período orbital para o nível n, envolvendo a permissividade do vácuo ε_0, é igual a:

a) $\dfrac{e}{4\pi a_0 n^3}\sqrt{\varepsilon_0 m a_0}$ b) $\dfrac{4\pi a_0 n^3}{e}\sqrt{\varepsilon_0 m a_0}$

c) $\dfrac{\pi a_0 n^3}{e}\sqrt{\pi\varepsilon_0 m a_0}$ d) $\dfrac{4\pi a_0 n^3}{e}\sqrt{\pi\varepsilon_0 m a_0}$

e) $\dfrac{e}{4\pi a_0 n^3}\sqrt{\pi\varepsilon_0 m a_0}$

Resolução Alternativa D

Pelo modelo de Bohr, se a órbita é circular, a força centrípeta é a força elétrica de atração entre o núcleo de carga +e e o elétron de carga –e:

$$F_c = F_{el} \Rightarrow m\omega^2 r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{e^2}{r^2} \Rightarrow m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \Rightarrow$$

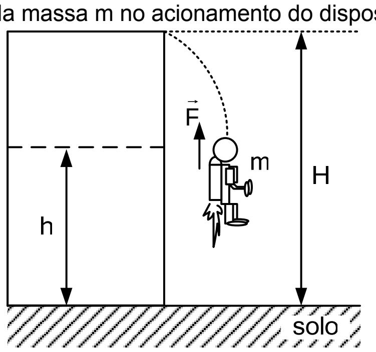
$$\sqrt{mr}.\left(\frac{2\pi}{T}\right) = \frac{e}{2r\sqrt{\pi\varepsilon_0}} \Rightarrow T = \frac{4\pi r\sqrt{mr\pi\varepsilon_0}}{e}$$

onde $r = n^2.a_0$

Portanto: $T = \dfrac{4\pi a_0 n^3.\sqrt{\pi\varepsilon_0 m a_0}}{e}$

QUESTÃO 21

Equipado com um dispositivo a jato, o homem-foguete da figura cai livremente do alto de um edifício até uma altura h, onde o dispositivo a jato é acionado. Considere que o dispositivo forneça uma força vertical para cima de intensidade constante F. Determine a altura h para que o homem pouse no solo com velocidade nula. Expresse sua resposta como função da altura H, da força F, da massa m do sistema homem-foguete e da aceleração da gravidade g, desprezando a resistência do ar e a alteração da massa m no acionamento do dispositivo.



Resolução

Na queda livre temos que a velocidade do sistema homem-foguete será dada por:

$$v^2 = v_0^2 + 2\cdot g\cdot(H-h) \Rightarrow v^2 = 0^2 + 2\cdot g\cdot(H-h) \Rightarrow$$

$$v^2 = 2\cdot g\cdot(H-h) \qquad \text{(I)}$$

Do momento em que o dispositivo foi acionado, até o momento em que atingiu o solo, temos:

$$v_f^2 = v^2 - 2\cdot a_f\cdot h \Rightarrow 0^2 = v^2 - 2\cdot a_f\cdot h \Rightarrow v^2 = 2\cdot a_f\cdot h$$

A força resultante sobre o movimento do sistema homem-foguete, durante a desaceleração será:

$$F_R = m\cdot a_f = F - P \Rightarrow a_f = \frac{F - m\cdot g}{m}$$

Portanto:

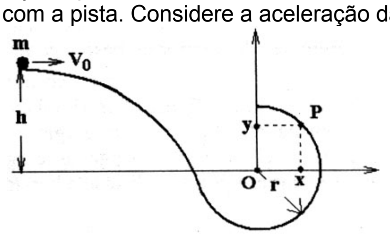
$$v^2 = 2\cdot\left(\frac{F-m\cdot g}{m}\right)\cdot h \qquad \text{(II)}$$

Igualando as questões (I) e (II), temos:

$$2\cdot g\cdot(H-h) = 2\cdot\left(\frac{F-m\cdot g}{m}\right)\cdot h \Rightarrow h = \frac{m\cdot g\cdot H}{F}$$

QUESTÃO 22

Um corpo e massa m e velocidade v_0 a uma altura h desliza sem atrito sobre uma pista que termina em forma de semi-circunferência de raio r, conforme indicado na figura. Determine a razão entre as coordenadas x e y do ponto P na semi-circunferência, onde o corpo perde o contato com a pista. Considere a aceleração da gravidade g.

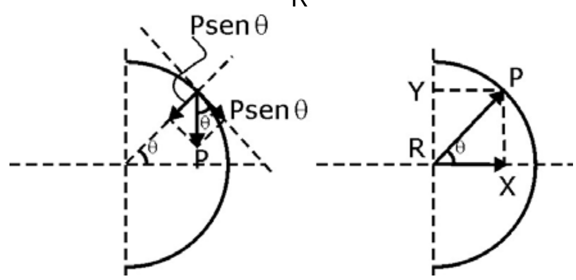


Resolução

No ponto de descolamento, a força de contato, N=0 e, portanto, a força centrípeta é dada por:

$$F_{cp} = P\text{sen}\theta$$

$$P\text{sen}\theta = \frac{m}{R}V^2 \qquad (2)$$



Da figura:

$$y = R\text{sen}\theta; \quad x = R\cos\theta \qquad (3)$$

Da conservação da energia, temos:

$$\frac{1}{2}mV_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + mgy = \frac{1}{2}mRg\text{sen}\theta + mgR\text{sen}\theta$$

$$\frac{v_0^2}{2} + g\cdot h = \frac{3}{2}\cdot R\cdot g\cdot sen\theta \Rightarrow sen\theta = \frac{v_0^2 + 2\cdot g\cdot h}{3\cdot R\cdot g}$$

Assim:

$$y = R\cdot sen\theta = \frac{v_0^2 + 2\cdot g\cdot h}{3\cdot g}$$

$$x = R\cdot\cos\theta = R\cdot\sqrt{1 - sen^2\theta} = \sqrt{R^2 - R^2 sen^2\theta} \Rightarrow$$

$$x = \sqrt{R^2 - \left(\frac{v_0^2 + 2\cdot g\cdot h}{3\cdot g}\right)^2} = \frac{\sqrt{9\cdot R^2\cdot g^2 - (v_0^2 + 2\cdot g\cdot h)^2}}{3\cdot g}$$

Portanto, a razão pedida é:

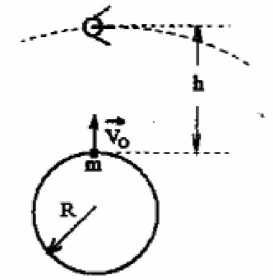
$$\frac{x}{y} = \frac{\dfrac{\sqrt{9\cdot R^2\cdot g^2 - (v_0^2 + 2\cdot g\cdot h)^2}}{3\cdot g}}{\dfrac{v_0^2 + 2\cdot g\cdot h}{3\cdot g}}$$

$$\frac{x}{y}=\frac{\sqrt{9\cdot R^2\cdot g^2-(v_0{}^2+2\cdot g\cdot h)^2}}{v_0{}^2+2\cdot g\cdot h}$$

$$\frac{x}{y}=\sqrt{\left(\frac{3\cdot R\cdot g}{v_0{}^2+2\cdot g\cdot h}\right)^2-1}$$

QUESTÃO 23

Lançado verticalmente da Terra com velocidade inicial $\mathbf{V_0}$, um parafuso de massa **m** chega com velocidade nula na órbita de um satélite artificial, geoestacionário em relação à Terra. Desprezando a resistência do ar, determine a velocidade $\mathbf{V_0}$ em função da aceleração da gravidade **g** na superfície da Terra, raio da Terra **R** e altura **h** do satélite.



Resolução

Durante o movimento do parafuso, a única força sobre o mesmo após o lançamento é a força gravitacional (estamos desprezando o atrito com a atmosfera). Logo o sistema é conservativo e a energia mecânica no lançamento é a mesma quando o parafuso atinge a altura h. Desta maneira:

$$-\frac{GMm}{R}+\frac{mV_0^2}{2}=-\frac{GMm}{(R+h)}+\frac{mV_H^2}{2}$$; como V_H = 0:

$$\frac{V_0^2}{2}=-\frac{GM}{(R+h)}+\frac{GM}{R} \qquad \text{(I)}$$

Observe que:

1) Na superfície da Terra o peso é a força gravitacional, logo:

P = $\frac{GMm}{R^2}$, assim g = $\frac{GM}{R^2}$ $\Rightarrow$ $\frac{GM}{R}=R\cdot g$

2) Para o satélite geoestacionário, a força gravitacional desempenha o papel de força centrípeta.

$$\frac{GMm}{(R+h)^2}=m\omega^2(R+h)\Rightarrow\frac{GM}{(R+h)}=\omega^2(R+h)^2$$

Assim temos que, substituindo na equação (I)

$$\frac{V_0^2}{2}=-\omega^2(R+h)^2+gR\ \Rightarrow V_0=\sqrt{2.(gR-\omega^2(R+h)^2)}$$

Como a velocidade angular do satélite é a mesma da Terra, temos:

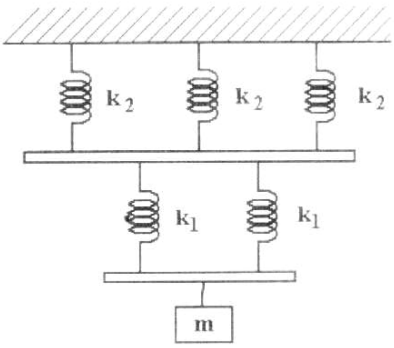
$$\omega=\frac{2\pi}{24\cdot 60\cdot 60}=\frac{2\pi}{86400}\ \text{rad/s}$$

Substituindo na equação (II), temos:

$$V_0=\sqrt{2.\left(gR-\left(\frac{2\pi}{86400}\right)^2(R+h)^2\right)}$$

QUESTÃO 24

Um sistema massa-molas é constituído por molas de constantes k_1 e k_2, respectivamente, barras de massas desprezíveis e um corpo de massa m, como mostrado na figura. Determine a freqüência desse sistema.



Resolução

Quando associamos molas em paralelo, a constante equivalente será a soma das constantes de cada mola. Assim, vamos inicialmente considerar a associação das três molas de constante elástica k_2, cuja constante equivalente é $3\cdot k_2$. Analogamente, para a associação das duas molas de constante elástica k_1 na parte de baixo, a constante equivalente será $2\cdot k_1$.

Agora, ficamos com uma associação em série de duas molas, uma de constante elástica $3\cdot k_2$ e outra de constante elástica $2\cdot k_1$. Para associação em série, temos:

$$\frac{1}{k_{EQ}}=\frac{1}{3\cdot k_2}+\frac{1}{2\cdot k_1}\Rightarrow k_{EQ}=\frac{6\cdot k_1\cdot k_2}{2\cdot k_1+3\cdot k_2}$$

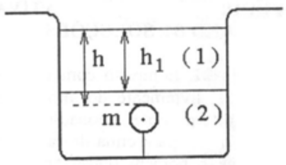
$$\begin{cases}\omega=2\pi\cdot f\\ \omega=\sqrt{\dfrac{k}{m}}\end{cases}\Rightarrow f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Substituindo a constante equivalente k_{EQ} encontrada na relação acima, vem que:

$$f=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_{EQ}}{m}}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{6\cdot k_1\cdot k_2}{m\cdot(2\cdot k_1+3\cdot k_2)}}$$

QUESTÃO 25

A figura mostra uma bolinha de massa m=10g presa por um fio que a mantém totalmente submersa no líquido (2), cuja densidade é cinco vezes a densidade do líquido (1), imiscível, que se encontra acima. A bolinha tem a mesma densidade do líquido (1) e sua extremidade superior se encontra em uma profundidade h em relação à superfície livre. Rompido o fio, a extremidade superior da bolinha corta a superfície livre do líquido (1) com velocidade de 8,0m/s. Considere aceleração da gravidade g=10m/s^2, h_1=20cm, e despreze qualquer resistência ao movimento de ascensão da bolinha, bem como o efeito da aceleração sofrida pela mesma ao atravessar as interface dos líquidos. Determine a profundidade h.



Resolução

Enquanto a bolinha estiver imersa no líquido 1 não haverá aceleração pois nessa situação o empuxo é igual ao peso.

$$E_1-P=m\cdot a_1\Rightarrow\rho_1\cdot V\cdot g-\rho_1\cdot V\cdot g=\rho_1\cdot V\cdot a_1\Rightarrow a_1=0$$

A bolinha será acelerada apenas enquanto estiver imersa no líquido 2, pois nessa situação o empuxo atuante sobre ela é maior que seu peso.

$$E_2-P=m\cdot a_2\Rightarrow\rho_2\cdot V\cdot g-\rho_1\cdot V\cdot g=\rho_1\cdot V\cdot a_2\Rightarrow$$

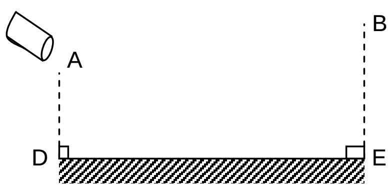
$$a_2=\frac{(\rho_2-\rho_1)\cdot g}{\rho_1}\Rightarrow a_2=\frac{(5\rho_1-\rho_1)\cdot g}{\rho_1}\Rightarrow a_2=40\ \text{m/s}^2$$

Lembrando-se que ao entrar no líquido 1 a bolinha já apresenta sua velocidade final (não será acelerada no líquido 2), temos que no deslocamento até o líquido 1, por Torricelli:

$$v^2=v_0{}^2+2\cdot a_2\cdot(h-h_1)\Rightarrow 8^2=2\cdot 40\cdot(h-0{,}2)\Rightarrow h=1{,}0\,\text{m}$$

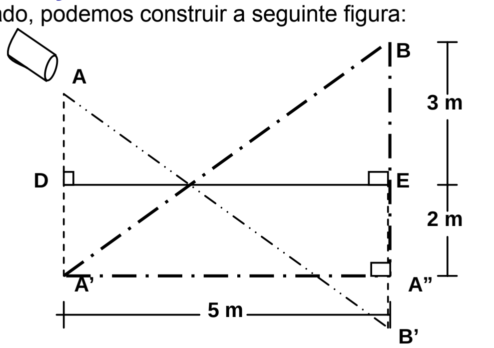
QUESTÃO 26

Um raio de luz de uma lanterna acesa em A ilumina o ponto B, ao ser refletido por um espelho horizontal sobre a semi-reta DE da figura, estando todos os pontos num mesmo plano vertical. Determine a distância entre a imagem virtual da lanterna A e o ponto B.
Considere AD=2m, BE=3m E DE =5m



Resolução

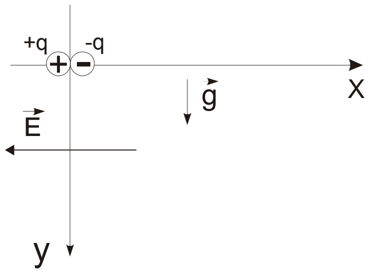
Do enunciado, podemos construir a seguinte figura:



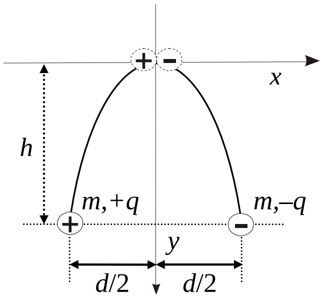
Na figura, A' é a posição da imagem virtual da lanterna. Como A"B = A'A" = 5m, então **A'B = 5** $\sqrt{2}$

QUESTÃO 27

Duas cargas pontuais +q e –q, de massas iguais m, encontram-se inicialmente na origem de um sistema cartesiano xy e caem devido ao próprio peso a partir do repouso, bem como devido à ação de um campo elétrico horizontal e uniforme $\vec{E}$, conforme mostra a figura. Por simplicidade, despreze a força coulombiana atrativa entre as cargas e determine o trabalho realizado pela força peso sobre as cargas ao se encontrarem separadas entre si por uma distância horizontal d.



Resolução



No eixo x a única força atuante é a força elétrica (constante) e, portanto, teremos um movimento uniformemente variado de aceleração calculada por:

$$F_e = q.E = m.a \Rightarrow a = \frac{q.E}{m}$$

O tempo para que as cargas fiquem afastadas uma distância d, ou seja, cada carga percorra uma distância d/2, é calculado por:

$$\Delta x = \frac{a_x}{2}t^2 \Rightarrow \frac{d}{2} = \frac{a}{2}.t^2 \Rightarrow t^2 = \frac{d}{a_x} \Rightarrow t^2 = \frac{d}{q.E/m} \Rightarrow t^2 = \frac{m.d}{q.E}$$

No eixo y a única força atuante é a força peso (constante) e, portanto, também teremos um movimento uniformemente variado. O deslocamento vertical neste caso é calculado por $\Delta y = \frac{a_y}{2}t^2$, onde o tempo é aquele necessário para as partículas se afastarem uma distância d (calculado anteriormente). Assim, teremos:

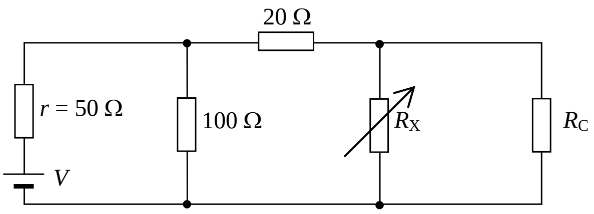
$$\Delta y = \frac{a_y}{2}t^2 = \frac{g}{2}\left(\frac{m.d}{q.E}\right)$$

O trabalho realizado pela força peso sobre as duas cargas é dado por:

$$\tau = 2.m.g.\Delta y = 2.m.g.\frac{g}{2}\left(\frac{m.d}{q.E}\right) = \frac{g^2 \cdot m^2 \cdot d}{q \cdot E}$$

QUESTÃO 28

Sabe-se que a máxima transferência de energia de uma bateria ocorre quando a resistência do circuito se iguala à resistência interna da bateria, isto é, quando há o casamento de resistências. No circuito da figura, a resistência de carga R_C varia na faixa $100\ \Omega \le R_C \le 400\ \Omega$.



O circuito possui um resistor variável, R_X, que é usado para o ajuste da máxima transferência de energia. Determine a faixa de valores de R_X para que seja atingido o casamento de resistências do circuito.

Resolução

Inicialmente, vamos fazer a equivalência entre os resistores R_C e R_X, que estão em paralelo:

$$\frac{1}{R_{P1}} = \frac{1}{R_C} + \frac{1}{R_X} \Rightarrow R_{P1} = \frac{R_X \cdot R_C}{R_X + R_C}$$

Agora, façamos a equivalência entre R_{P1} e o resistor de 20Ω, que estão em série:

$$R_S = 20 + R_{P1} = 20 + \frac{R_X \cdot R_C}{R_X + R_C}$$

Finalmente, a resistência equivalente do sistema será a equivalência entre R_S e o resistor de 100Ω, que estão em paralelo:

$$\frac{1}{R_{P2}} = \frac{1}{100} + \frac{1}{R_S}$$

Na condição de máxima transferência de energia, devemos ter $R_{P2} = r = 50\Omega$, e portanto:

$$\frac{1}{50} = \frac{1}{100} + \frac{1}{20 + \dfrac{R_X \cdot R_C}{R_X + R_C}} \Rightarrow \frac{R_X \cdot R_C}{R_X + R_C} = 80 \Rightarrow$$

$$\frac{1}{R_X} + \frac{1}{R_C} = \frac{1}{80} \Rightarrow \frac{1}{R_X} = \frac{1}{80} - \frac{1}{R_C}$$

Como $100 \le R_C \le 400$, teremos possibilidade de máxima transferência de energia quando:

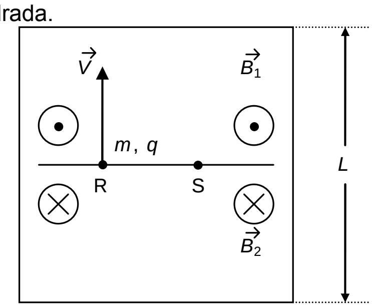
$$\frac{1}{400} \le \frac{1}{R_C} \le \frac{1}{100} \Rightarrow -\frac{1}{100} \le -\frac{1}{R_C} \le -\frac{1}{400} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{80} - \frac{1}{100} \le \frac{1}{80} - \frac{1}{R_C} \le \frac{1}{80} - \frac{1}{400} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{400} \le \frac{1}{R_X} \le \frac{1}{100} \Rightarrow 100 \le R_X \le 400$$

QUESTÃO 29

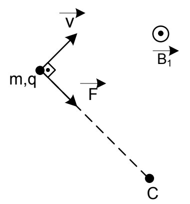
A figura mostra uma região de superfície quadrada de lado *L* na qual atuam campos magnéticos B_1 e B_2 orientados em sentidos opostos e de mesma magnitude *B*. Uma partícula de massa *m* e carga *q* > 0 é lançada do ponto *R* com velocidade perpendicular às linhas dos campos magnéticos. Após um certo tempo de lançamento, a partícula atinge o ponto S e a ela é acrescentada uma outra partícula em repouso, de massa *m* e carga *–q* (choque perfeitamente inelástico). Determine o tempo total em que a partícula de carga *q* > 0 abandona a superfície quadrada.



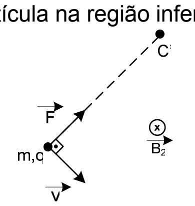
Resolução

Pela questão do enunciado, temos as seguintes forças atuantes na partícula, nas duas situações possíveis:

1) Partícula na região superior:



2) Partícula na região inferior:



Notamos que $\vec{M}$ se mantém constante e que $\vec{F}$ é a resultante centrípeta do movimento da partícula que efetua uma sucessão de semi-circunferências com movimento circular uniforme. Temos então que:

$\vec{F} = \dfrac{mv^2}{r} = qvB$, com o raio constante nos dois semi-planos, pois

$$\vec{B}_1 = -\vec{B}_2; \text{ segue que } r = \frac{mv}{qB}.$$

Ainda, para a partícula se chocar em S, a distância $\overline{RS}$ deve ser igual a um número inteiro de semi-oscilações, digamos N. Então,

$$\boxed{N = \frac{\overline{RS}}{2r} = \frac{RS}{\frac{2mv}{qB}}}.$$

O tempo gasto para percorrer uma meia circunferência é dado por:

$$T = \frac{\pi r}{v} = \frac{\pi}{\cancel{v}}\frac{m\cancel{v}}{qB} \Rightarrow \boxed{T = \frac{\pi m}{qB}}.$$

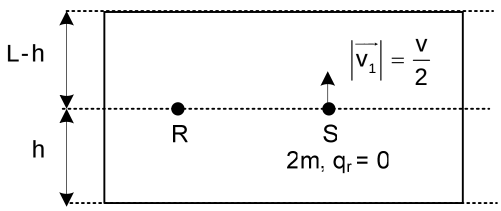
Segue então que o tempo gasto no trajeto desde R até S é dado por:

$$\Delta t_1 = T.N = \frac{\overline{RS}}{\frac{2\cancel{m}v}{\cancel{qB}}}.\frac{\pi\cancel{m}}{\cancel{qB}} \Rightarrow \boxed{\Delta t_1 = \frac{\overline{RS}.\pi}{2v}}$$

No momento do choque, a única possibilidade é o vetor velocidade da partícula "m" ser perpendicular ao segmento $\overline{RS}$. Como o choque é inelástico e a quantidade de movimento se conserva durante o choque, então:

$$mv = (m+m)v_1 \Rightarrow \boxed{v_1 = \frac{v}{2}}.$$

Considerando que não foi dada a distância do ponto S às extremidades do quadrado, sejam essas distâncias h e L-h:



$q_r = \text{carga resultante} = q + (-q) = 0 \Rightarrow$ não há força magnética após a colisão.

A partícula resultante seguirá um movimento retilíneo uniforme, logo, seja Δt_2 = tempo gasto para sair do quadrado após o choque:

$$\Delta t_2 = \frac{h}{v_1} = \frac{h}{v/2} \Rightarrow \boxed{\Delta t_2 = \frac{2h}{v}} \text{ ou}$$

$$\Delta t_2 = \frac{L-h}{v_1} = \frac{L-h}{v/2} \Rightarrow \boxed{\Delta t_2 = \frac{2(L-h)}{v}}$$

Então, o tempo total gasto (Δt) é dado por:

$$\boxed{\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{\overline{RS}\pi}{2v} + \frac{2h}{v}} \text{ ou}$$

$$\boxed{\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{\overline{RS}\pi}{2v} + \frac{2(L-h)}{v}}$$

QUESTÃO 30

Aplica-se instantaneamente uma força a um corpo de massa m =3,3 kg preso a uma mola, e verifica-se que este passa a oscilar livremente com freqüência angular ω = 10 rad/s. Agora, sobre esse mesmo corpo preso à mola, mas em repouso, faz-se incidir um feixe de luz monocromática de freqüência $f = 500 \cdot 10^{12}$ Hz, de modo que toda a energia seja absorvida pelo corpo, o que acarreta uma distensão de 1 mm da sua posição de equilíbrio. Determine o número de fótons contido no feixe de luz. Considere a constante de Planck $h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Js.

Resolução

Da freqüência natural, determina-se o valor da constante elástica k da mola:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow k = m\omega^2 = 330 \text{ N/m}$$

A energia fornecida pelo feixe de **n** fótons é igual à energia potencial elástica adquirida pela mola (toda a energia é absorvida pelo corpo).

Assim, teremos que o aumento de energia potencial do corpo em equilíbrio, dado por $\dfrac{k \cdot \Delta x^2}{2}$ vem da energia dos **n** fótons, dada por $n \cdot h \cdot f$.

Assim, isolando **n**, obtém-se:

$$n \cdot h \cdot f = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2} \Rightarrow n = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2 \cdot h \cdot f} = 5 \cdot 10^{14} \text{ fótons.}$$