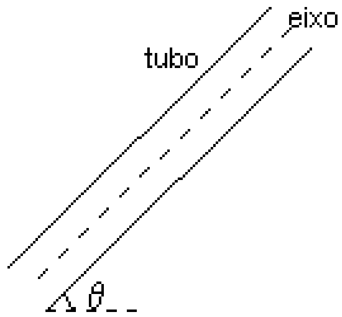
PROVA DE FÍSICA DO VESTIBULAR 98/99 DO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

1ª Questão: Valor : 1,0

Uma gota de chuva cai verticalmente com velocidade constante igual a **v**. Um tubo retilíneo está animado de translação horizontal com velocidade constante $v\sqrt{3}$.

Determine o ângulo **θ**, de modo que a gota de chuva percorra o eixo do tubo.



2ª Questão: Valor : 1,0

Um cilindro com um êmbolo móvel contém 1 mol de um gás ideal que é aquecido isobaricamente de 300 K até 400 K. Ilustre o processo em um diagrama pressão versus volume e determine o trabalho realizado pelo gás, em joules.

Dados:

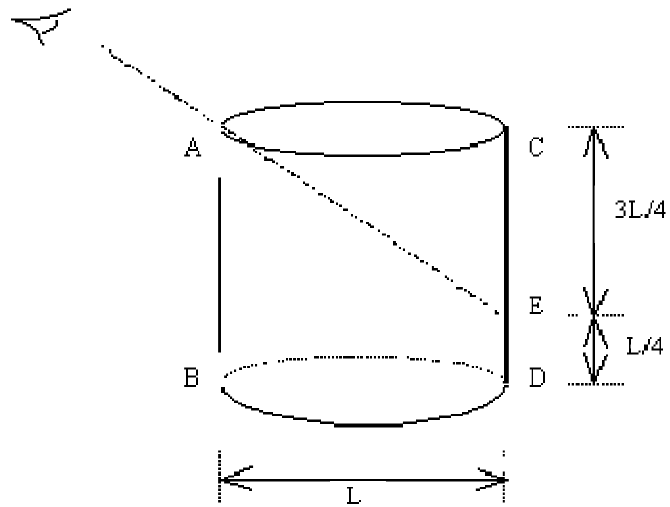
- constante universal dos gases ideais: 0,082 (atm.l)/(mol.K);

- 1 atm = 10^5 Pa.

3ª Questão: Valor : 1,0

a. Um recipiente cilíndrico de paredes opacas está posicionado de tal forma que o observador só tenha visada até a profundidade indicada pelo ponto **E** sobre a geratriz oposta ao observador, como mostra a figura. Colocando-se um determinado líquido no recipiente até a borda, o observador, na mesma posição, passa a ter seu limite de visada na interseção do fundo com a mesma geratriz (ponto **D**).

Determine o índice de refração do líquido.



b. Uma máquina fotográfica obtém, em tamanho natural, a fotografia de um objeto quando sua lente está a 10 cm do filme.

Determine a separação que deve existir entre a lente e o filme para que se obtenha a fotografia nítida de um coqueiro que se encontre a uma grande distância.

4ª Questão: Valor : 1,0

Ao encher-se um recipiente com água, o som produzido fica mais agudo com o passar do tempo.

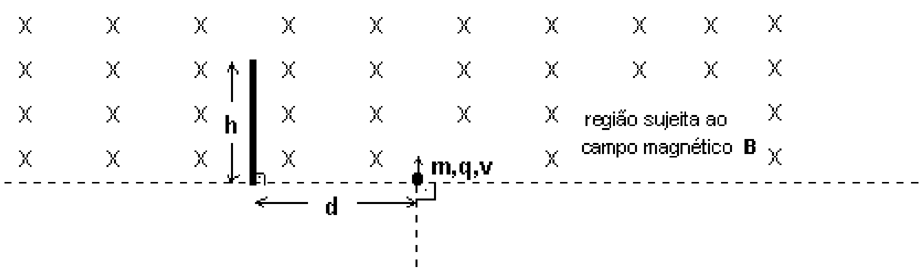
a. Explique por que isto ocorre;

b. Determine uma expressão para a freqüência fundamental do som em função do tempo, para o caso de um recipiente cilíndrico com 6 cm de diâmetro e 30 cm de altura, sabendo que a vazão do líquido é de 30 cm^3/s. Suponha que a velocidade do som no ar no interior do recipiente seja 340m/s.

5ª Questão: Valor : 1,0

Uma partícula de massa **m** e carga **q** viaja a uma velocidade **v** até atingir perpendicularmente uma região sujeita a um campo magnético uniforme **B**.

Desprezando o efeito gravitacional e levando em conta apenas a força magnética, determine a faixa de valores de **B** para que a partícula se choque com o anteparo de comprimento **h** localizado a uma distância **d** do ponto onde a partícula começou a sofrer o efeito do campo magnético.

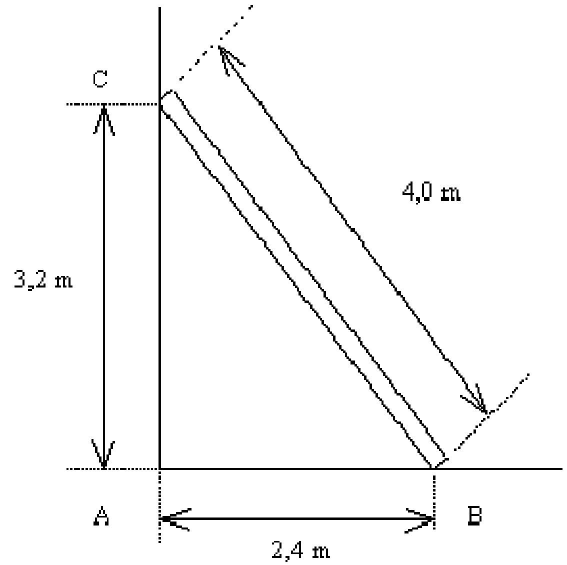


6ª Questão: Valor : 1,0

Uma escada de 4,0 m de comprimento está apoiada contra uma parede vertical com a sua extremidade inferior a 2,4 m da parede, como mostra a figura. A escada pesa 20 kgf e seu centro de gravidade está localizado no ponto médio. Sabendo que os coeficientes de atrito estático entre a escada e o solo e entre a escada e a parede são, respectivamente, 0,5 e 0,2, calcule:

a. a altura máxima, em relação ao solo, a que um homem de 90 kgf de peso pode subir, sem provocar o escorregamento da escada;

b. a distância máxima da parede a que se pode apoiar a parte inferior da escada vazia, sem provocar escorregamento.



7ª Questão: Valor : 1,0

No extremo de uma mola feita de material isolante elétrico está presa uma pequena esfera metálica com carga Q1. O outro extremo da mola está preso no anteparo AB.

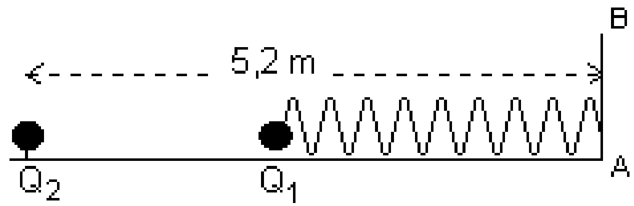
Fixa-se uma outra esfera idêntica com carga Q2, à distância de 5,2 m do anteparo, conforme a figura abaixo, estando ambas as esferas e a mola colocadas sobre um plano de material dielétrico, perfeitamente liso. Em conseqüência, a mola alonga-se 20% em relação ao seu comprimento original, surgindo entre as esferas uma força de 0,9 N.

Determine qual deve ser o valor de Q2 para que a mola se alongue 120% em relação ao seu comprimento original.

Dados: constante eletrostática do ar $\cong 9\times10^{9}$ (unidades do S.I.);

Q1 $=+40\ \mu C$;

Q2 $=-40\ \mu C$.



8ª Questão: Valor : 1,0

Uma esfera **A** de massa $\mathbf{m_A}$ é lançada horizontalmente com velocidade $\mathbf{v_A}$, colidindo com uma esfera **B** de massa $\mathbf{m_B}$. A esfera **B**, inicialmente em repouso, é suspensa por um fio ideal de comprimento **L** fixo no ponto **P** e, após a colisão, atinge a altura máxima $\mathbf{h_B}$ conforme mostra a figura.

Sabendo que toda a energia perdida com o choque foi convertida em calor, que as esferas **A** e **B** são de mesmo material e que, imediatamente após o choque, a esfera **A** sofre uma variação de temperatura de 0,025 ° C, enquanto que a esfera **B** sofre uma variação de temperatura de 0,010 ° C, determine o calor específico do material que compõe as esferas.

Dados: 1 cal = 4 J;

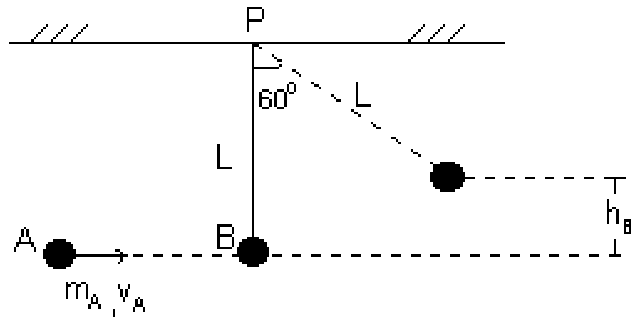
$\mathbf{m_A}$ = 2,0 kg;

$\mathbf{v_A}$ = 4,0 m/s;

$\mathbf{m_B}$ = 5,0 kg;

L = 40 cm;

g = 10 m/s².



PROVA DE FÍSICA DO VESTIBULAR 98/99 DO INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

9ª Questão: Valor : 1,0

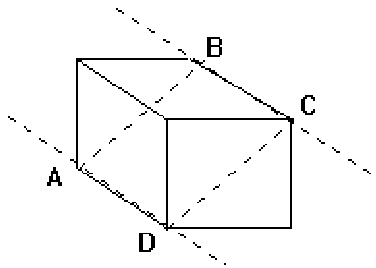
Um objeto de massa **m** é construído ao seccionar-se ao meio um cubo de aresta **a** pelo plano que passa pelos seus vértices **ABCD**, como mostrado nas figuras abaixo. O objeto é parcialmente imerso em água, mas mantido em equilíbrio por duas forças **F1** e **F2**. Determine:

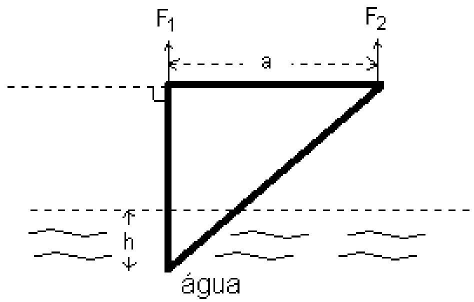
a. o módulo do empuxo que age sobre o objeto;

b. os pontos de aplicação do empuxo e do peso que agem sobre o objeto;

c. os módulos e os pontos de aplicação das forças verticais **F1** e **F2** capazes de equilibrar o objeto.

Dados:
- aceleração da gravidade (**g**) ;
- massa específica da água (μ);
- profundidade de imersão (**h**);
- a massa **m** é uniformemente distribuída pelo volume do objeto.





10ª Questão: Valor : 1,0

Uma bolinha de 50 g é largada da altura de 20 m. O vento está soprando e, além da aceleração da gravidade, a bolinha fica sujeita a uma aceleração horizontal, variável com o tempo, dada por ax = 2t m/s^2.

a. Faça o gráfico da componente horizontal da aceleração, desde o instante inicial até o instante em que a bolinha atinge o chão;

• Determine:

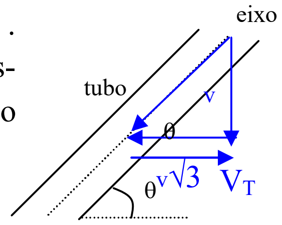
b.1. o vetor velocidade da bolinha, no instante em que ela atinge o chão;

b.2. a variação da energia total da bolinha entre o momento em que ela é largada e o momento em que atinge o chão.

Dado: aceleração da gravidade = 10 m/s^2.

IME – FÍSICA – 1999

01) Uma gota de chuva cai verticalmente com velocidade constante igual a v . Um tubo retilíneo está animado de translação horizontal com velocidade constante $v\sqrt{3}$. Determine o ângulo θ, de modo que a gota de chuva percorra o eixo do tubo.



Solução:- Os vetores velocidade estão indicados na figura.

Tem-se: $\operatorname{tg}\theta = v/v\sqrt{3} = 1/\sqrt{3} = \sqrt{3}/3 \Rightarrow \theta = 30^\circ$

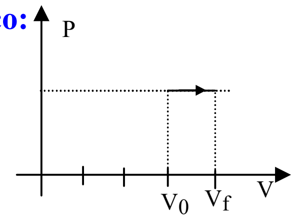
Resposta: 30º.

02) Um cilindro com um êmbolo móvel contem 1 mol de um gás ideal que é aquecido isobaricamente de 300 K até 400 K. Ilustre o processo em um diagrama pressão versus volume e determine o trabalho realizado pelo gás, em joules.

Dados:

- constante universal dos gases ideais: 0,082 (atm.l)/(mol.K);
- 1 atm = 10^5 Pa.

Gráfico:



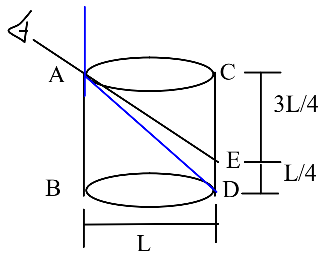
$V_0/300 = V_f/400 \Rightarrow V_f = (3/4)V_0$

O trabalho é $W = p.\Delta V = nR\Delta\theta$. Convertendo as unidades: 1 litro = 10^{-3} m^3. R= 0,082 .$10^5.10^{-}3$/mol.K = = 8,2 J/K.mol

Assim, W = 1. 8,2 . (400 – 300) = 820 J.

Resposta: 820 J.

03, a) Um recipiente cilíndrico de paredes opacas está posicionado de tal forma que o observador só tenha visada até a profundidade indicada pelo ponto **E** sobre a geratriz oposta ao observador, como mostra a figura. Colocando-se um determinado líquido no recipiente até a borda, o observador, na mesma posição, passa a ter seu limite de visada na interseção do fundo com a mesma geratriz (ponto **D**). Determine o índice de refração do líquido.



Solução:- Acrescentamos em azul, linhas para identificar os ângulos de incidência e de refração.

O ângulo de incidência é igual a BAE e o ângulo de refração é BAD.

Na refração teremos: sen BAE/sen BAD = n.

No triângulo BAE, $AE^2 = L^2 + (3L/4)^2 = L^2 + 9L^2/16 = 25L^2/16 \Rightarrow AE = 5L/4 \Rightarrow$ sen BAE = L/(5L/4) = = 4L/5L = 4/5

No triâgulo BAE, $AC^2 = L^2 + (3L/4 + L/4)^2 = L^2 + L^2 = 2L^2 \Rightarrow AC = L.\sqrt{2}. \Rightarrow$ sen BAD = L/(L.√2) = = 1/.√2

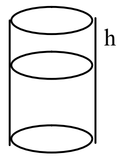
Assim, n = (4/5)/(1/.√2) = 4/5.√2 = 2.√2/5.

Resposta: n = 2.√2/5.

03, b) Uma máquina fotográfica obtém, em tamanho natural, a fotografia de um objeto quando sua lente está a 10 cm do filme. Determine a separação que deve existir entre a lente e o filme para que se obtenha a fotografia nítida de um coqueiro que se encontre a uma grande distância.

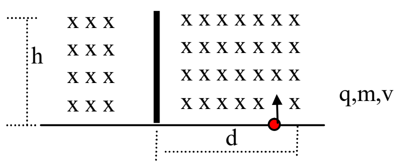
Solução:- Se Hi = Ho então Di = Do = 10 cm ➔ (1/f) = 1/Do + 1/Di ➔ 1/f = 1/10 + 1/10 = 2/10 ➔
➔ f = 5 cm.
Para um objeto a uma grande distância a imagem é formada sobre o foco.
Resposta: Di = 5 cm.

04) Ao encher-se um recipiente com água, o som produzido fica mais agudo com o passar do tempo.
a. Explique por que isto ocorre;
b. Determine uma expressão para a freqüência fundamental do som em função do tempo, para o caso de um recipiente cilíndrico com 6 cm de diâmetro e 30 cm de altura, sabendo que a vazão do líquido é de 30 cm^3/s. Suponha que a velocidade do som no ar no interior do recipiente seja 340m/s.
(a) – Resposta. A velocidade do som é dada por $v = \lambda f$ sendo $(1/2)\ \lambda = h$ onde h é altura vazia acima da água. À medida que o recipiente vai-se enchendo h diminui o que implica em diminuir o comprimento de onda. Como $v = \lambda f$, diminuindo λ aumenta a freqüência e o som fica mais agudo.

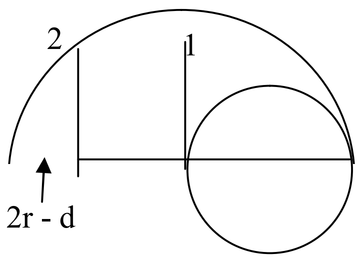


(b) Solução: onde ΔV é a variação do volume φ o fluxo.
$\Delta V = \varphi t$ ➔ $\pi R^2.h = \varphi t$ ➔ $h = \varphi t/\pi R^2$.
Convertendo as unidades: R = 6/2 = 3 cm = 3.10^{-2} m; φ = 3 cm3/s = 3.10-6 m3/s .
Assim, h = 3.10-6t/3,14.$(3.10\text{-}2)^2$ = 9,8 . 10^{-4}t.
Para a freqüência fundamental $h = (1/2)\lambda$ ➔ $\lambda = 2h$.
De $v = \lambda f$ tira-se 340 = 2hf ➔ f = 340/2h = 340/9,8.10-4t = 3,47.10^4/t.
Como em cada segundo o recipiente baixo 9,8.10-4 m. Para esvaziar todo o recipiente serão necessários 0,3m/9,8.10-4 = 3,1.102 = 310 segundo. A partir desse tempo a freqüência passa a ser constante e igual a 3,47$10^4$/310 = 112Hz.
Resposta: para t $\leq$ 310 s, f = 3,47.104t-1 Hz e para t > 310s, f = 112Hz.

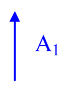
05) Uma partícula de massa **m** e carga **q** viaja a uma velocidade **v** até atingir perpendicularmente uma região sujeita a um campo magnético uniforme **B**. Desprezando o efeito gravitacional e levando em conta apenas a força magnética, determine a faixa de valores de **B** para que a partícula se choque com o anteparo de comprimento **h** localizado a uma distância **d** do ponto onde a partícula começou a sofrer o efeito do campo magnético.



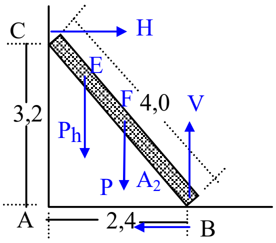
Solução:- A figura mostra o maior e o menor raio para que a partícula atinja o anteparo
No primeiro caso, o raio mínimo é igual a d/2.
Neste caso, teremos o maior valor de B que é: B = mv/qr = mv/q(d/2) =
= 2mv/qd.
No segundo caso, teremos h2 = (2r – d).d ➔ h2 = 2rd – d2 ➔
➔ r = (h2 + d2)/2d.
O valor mínimo de B será B = mv/qr = $mv/[(h^2 + d^2)/2d]$ ➔
$B = 2mvd/(h^2 + d^2)$.



Resposta: Bmax = 2mv/qd.m e Bmin = $2mvd/(h^2 + d^2)$.



06) Uma escada de 4,0 m de comprimento está apoiada contra uma parede vertical com a sua extremidade inferior a 2,4 m da parede, como mostra a figura. A escada pesa 20 kgf e seu centro de gravidade está localizado no ponto médio. Sabendo que os coeficientes de atrito estático entre a escada e o solo e entre a escada e a parede são, respectivamente, 0,5 e 0,2, calcule:



a) a altura máxima, em relação ao solo, a que um homem de 90 kgf de peso pode subir, sem provocar o escorregamento da escada;

b) a distância máxima da parede a que se pode apoiar a parte inferior da escada vazia, sem provocar escorregamento.

Solução:

(a) Apresentamos na figura dada as forças em azul.

Condições de equilíbrio: (horizontal) (1) $H = A_2$; (vertical) (2) $A_1 + V = P + P_h = 20 + 90 = 110$ kgf

Atritos: (3) $A_1 = \mu H = 0{,}2H$ e (4) $A_2 = \mu V = 0{,}5V$.

De (3) $A_1 = 0{,}2H$, aplicando (1) $A_1 = 0{,}2A_2$, aplicando (4) $A_1 = 0{,}2.0{,}5.V = 0{,}1V$.

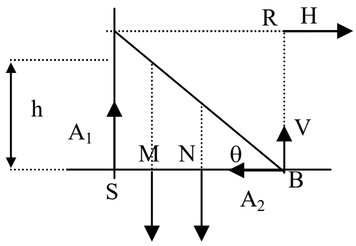
Substituindo em (2) $0{,}1V + V = 110 \Rightarrow V = 110/1{,}1 = 100$ kgf.

Em conseqüência: $A_1 = 110 - 100 = 10$ kgf; $H = A_1/0{,}2 = H = 10/0{,}2 = 50$ kgf; $A_2 = 0{,}5.100 = 50$ kgf.

Para não girar, a soma dos momentos em relação a qualquer ponto deve ser nulo.

Observação: o momento de uma força em relação a qualquer ponto não se altera se a mesma for deslocada ao longo de sua linha de ação.

Calculando os momentos de todas as forças em relação ao ponto B, (note o deslocamento de forças sobre a sua linha de ação):



$\Sigma MB = - H.RB - A1.SB + Ph.MB + P.NB + 0 + 0 = 0$ (Os momentos de V e A2 são nulos pois as forças estão aplicadas em B).

$\Rightarrow$ $-H.RB - A1.SB + Ph.(h/\tan\theta) + P.(SB/2) = 0$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ $-50.3{,}2 - 10.2{,}4 + 90.h/(3{,}2/2{,}4) + 20.2{,}4/2 = 0$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ $-160 - 24 + 67{,}5h + 24 = 0$ $\Rightarrow$ $h = 160/67{,}5 = 2{,}37$ m.

Resposta: 2,37 m.

(b) Sem o peso: $RB = CB.\text{sen}\,\theta = 4.\text{sen}\,\theta$; $SB = CB.\cos\theta = 4.\cos\theta$.

As equações de equilíbrio passam a ser: $A1 + V = 20$ e $H = A2$.

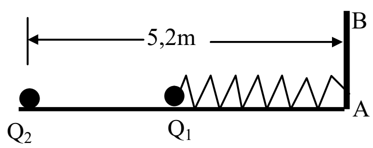
Para os atritos: $A_1 = \mu H = 0{,}2H$ e (4) $A_2 = \mu V = 0{,}5V$.

$A1 = 0{,}2H = 0{,}2A2 = 0{,}2.0{,}5V = 0{,}1V$ $\Rightarrow$ $0{,}1V = 20$ $\Rightarrow$ $V = 20/1{,}1 = 200/11$. $\Rightarrow$ $A1 = 20 - 200/11 = 20/11$ e $H = A1/\mu = (20/11)/0{,}2 = 20/2{,}2 = 100/11$.

Para os momentos: $- H.RB - A1.SB + P.NB + 0 + 0 = 0$ $\Rightarrow$ $- (100/11).4.\text{sen}\,\theta - (20/11).4.\cos\theta + 20.(4.\cos\theta)/2 = 0$ $\Rightarrow$ $- 400\text{sen}\,\theta - 80\cos\theta + 440\cos\theta = 0$ $\Rightarrow$ $-400\,\text{tg}\,\theta - 80 + 440 = 0$ $\Rightarrow$ $\text{tg}\,\theta = 360/400$ $\Rightarrow$ $\text{tg}\,\theta = 0{,}9$.

Resposta: θ = arc tg 0,9.

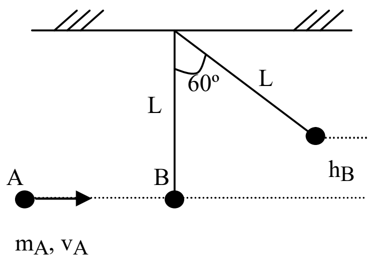
07) No extremo de uma mola feita de material isolante elétrico está presa uma pequena esfera metálica com carga $\mathbf{Q_1}$. O outro extremo da mola está preso no anteparo AB. Fixa-se uma outra esfera idêntica com carga $\mathbf{Q_2}$, à distância de 5,2 m do anteparo, conforme a figura abaixo, estando ambas as esferas e a mola colocadas sobre um plano de material dielétrico, perfeitamente liso.



Em conseqüência, a mola alonga-se 20% em relação ao seu comprimento original, surgindo entre as esferas uma força de 0,9 N. Determine qual deve ser o valor de Q_2 para que a mola se alongue 120% em relação ao seu comprimento original.
Dados: constante eletrostática do ar ≅ $9x10^9$ (unidades do S.I.);
Q_1 = + 40 μC;
Q_2 = - 40 μC.

Solução:- Para uma força de 0,9 N entre as cargas, a distância entre elas é d, tal que: $F = k.Q_1.Q_2/d^2$ ➔
➔ $0{,}9 = 9.10^9.(40.10^{-6}).(40.10^{-6})/d^2$ ➔ $d^2 = (40.10^{-6})^2.9.10^9/9.10^{-1} = 40^2.10\text{-}2$ ➔ d = 40.10-1 m = 4 m. ➔
➔ comprimento final da mola é 5,2 – 4 = 1,2 m.
Como a elongação foi de 20%, 1,2 m representa o comprimento inicial acrescido dos 20% ou seja 1,2 m é 120% do comprimento inicial da mola que era L = 1,20/120% = 1,20/1,20 = 1 m.
A constante elástica da mola é k = F/x = 0,9/ 0,2 = 4,5 N/m.
Para uma elongação de 120%, o comprimento passa a ser 1 + 1,2 = 2,2 m ➔ distância entre as cargas passa a ser 5,2 – 2,2 = 3 m. Neste caso a força será F = kx = 4,5.1,2 = 5,4 N.
A carga Q_2 deve ser então: $Q_2 = Fd^2/k.Q_1 = 5{,}4.3^2/9.10^9.40.10^{-6} = (5{,}4/4).10^{-4} = 1{,}35.10^{-4}$ C = 135 μC.
Resposta: 135 μC

08) Uma esfera **A** de massa **m_A** é lançada horizontalmente com velocidade **v_A**, colidindo com uma esfera **B** de massa **m_B**. A esfera **B**, inicialmente em repouso, é suspensa por um fio ideal de comprimento **L** fixo no ponto **P** e, após a colisão, atinge a altura máxima **h_B** conforme mostra a figura. Sabendo que toda a energia perdida com o choque foi convertida em calor, que as esferas **A** e **B** são de mesmo material e que, imediatamente após o choque, a esfera **A** sofre uma variação de temperatura de 0,025 ° C, enquanto que a esfera **B** sofre uma variação de temperatura de 0,010 °C, determine o calor específico do material que compõe as esferas.



Dados: 1 cal = 4 J; **m_A** = 2,0 kg; **v_A** = 4,0 m/s; **m_B** = 5,0 kg; **L** = 40 cm; **g** = 10 m/s^2.

Solução:- Pela conservação da quantidade de movimento: $m_Av_A + m_B.0 = m_Bv_B' + m_A.v_A'$ ➔
➔ 2.4 = 5.v_B' + 2va' (1)
Como B atinge a altura h_B = L – Lcos60º = 0,4 – 0,4.0,5 = 0,4 – 0,2 = 0,2 m sua energia cinética após a colisão era mgh = 5.10.0,2 = 10 J ➔ $m_Bv_B'^2/2 = 10$ ➔ $5.v^2/2 = 10$ ➔ $v_B'^2 = 4$ ➔ v_B' = 2 m/s.
Levando esse valor em (1), 8 = 5.2 + 2v_A' ➔ v_A' = - 1 m/s.
A energia cinética inicial do sistema era mAvA2/2 = 2.42/2 = 16 J.
Após a colisão a energia cinética total passou a ser mAvA'2/2 + mBvB'2/2 = 2.12/2 + 10 = 11 J o que implica em uma perda de 16 – 11 = 5 J que foi transformado em calor na colisão.
Fazendo: $m_Ac.\Delta\theta + m_Bc\Delta\theta = \Delta E$ resulta: 2.c.0,025 + 5.c.0,010 = 5 ➔ 0,05c + 0,05c = 5 ➔ c = 5/0,1 =
= 50 J/kg.ºC = (50/4,18) cal/1000g.ºC = 1,2 x 10^{-3} cal/g.ºC.
Resposta: 1,2 x 10^{-3} cal/g.ºC.

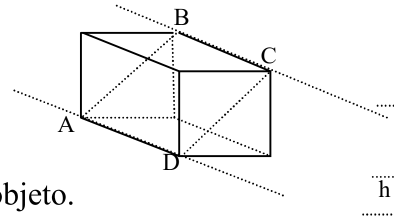
09) Um objeto de massa **m** é construído ao seccionar-se ao meio um cubo de aresta **a** pelo plano que passa pelos seus vértices **ABCD**, como mostrado nas figuras abaixo. O objeto é parcialmente imerso em água, mas mantido em equilíbrio por duas forças **F_1** e **F_2**. Determine:
a. o módulo do empuxo que age sobre o objeto;

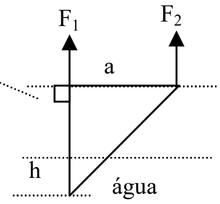
b. os pontos de aplicação do empuxo e do peso que agem sobre o objeto;

c. os módulos e os pontos de aplicação das forças verticais $\mathbf{F_1}$ e $\mathbf{F_2}$ capazes de equilibrar o objeto.

Dados:

- aceleração da gravidade (**g**) ;
- massa específica da água (μ);
- profundidade de imersão (**h**);
- a massa **m** é uniformemente distribuída pelo volume do objeto.

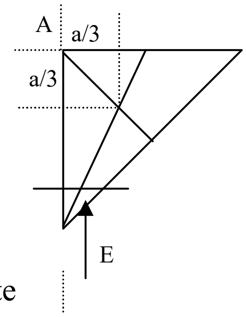




Solução:-

(a) Temos que $Vs/Vt = (h/a)^3 \Rightarrow Vs = Vt.(h/a)^3 = a^3.(h^3/a^3) = h^3$.

O empuxo é $E = Vs.\ \mu L.g = h^3.\mu.g$



(b) O peso é aplicado no centro de gravidade do corpo. Que no caso de um triângulo é o encontro das três medianas. Isto é em um ponto à distância a/3 do lado vertical e a/3 do lado horizontal.

O ponto de aplicação do empuxo é o mesmo do centro de gravidade da parte submersa. Portanto, a uma distância igual a (2/3)h do vértice inferior e 1/3 da face vertical.

Considerando o ponto A como a origem de um sistema de eixos: temos o peso é aplicado no ponto (a/3, -a/3) e o empuxo no ponto (- a + 2h/3, h/3).

Resposta: P (a/3, -a/3) e E (- a + 2h/3, h/3).

(c) Equilíbrio das forças P = F1 + F2 + E. Diversas são as posições das forças F1 e F2. Seja d a distância entre ela. Se os pontos de aplicação forem os indicados:

$F_2.a + E.(h/3) - P.(a/3) = \Rightarrow F_2 = P/3 - Eh/3a = (Pa - Eh)/3a$ e $F_1 = P - E - F_2 = P - E - (Pa - Eh)/3a$ $\Rightarrow F1 = P - E - P/3 + Eh/3a = 2P/3 - E(1 - h/3a)$.

Resposta: $F_1 = 2P/3 - E(1 - h/3a)$ e $F_2 = P/3 - Eh/3a$

10) Uma bolinha de 50 g é largada da altura de 20 m. O vento está soprando e, além da aceleração da gravidade, a bolinha fica sujeita a uma aceleração horizontal, variável com o tempo, dada por $a_x = 2t$ m/s^2.

a) Faça o gráfico da componente horizontal da aceleração, desde o instante inicial até o instante em que a bolinha atinge o chão;

Determine:

b.1) o vetor velocidade da bolinha, no instante em que ela atinge o chão;

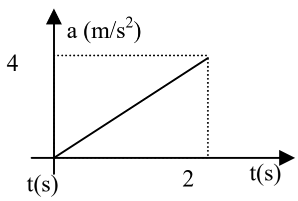
b.2) a variação da energia total da bolinha entre o momento em que ela é largada e o momento em que atinge o chão. Dado: aceleração da gravidade = 10 m/s^2.

Solução:

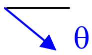
(a) O tempo gasto para a bolinha cair os 20 m é $h = (1/2)gt^2 \Rightarrow 20 = (1/2).10t^2 \Rightarrow t = 2$ s.

A aceleração inicial é zero. Após 2 segundos a aceleração é $a = 2.2 = 4$ m/s^2. Como $a = 2t$, o gráfico é uma reta.

Resposta:



(b.1) v_x = área do gráfico = 4.2/2 = 4 m/s. vy = gt = 10.2 = 20 m/s.
➔ $v^2 = 4^2 + 20^2 = 416$ ➔ v = 20,4 m/s fazendo um ângulo θ abaixo da horizontal, tal que tg θ = 20/4 = 5.

Resposta: 20,4 m/s, 

(b2) $E_0 = 0$. $E_f = mv^2/2$ = 0,050.416/2 = 10,4 J ➔ variação de 10,4 J.

Resposta: 10,4 J.