Domínio
CURSO PRÉ VESTIBULAR
Rua São Francisco, 308
Largo da Ordem I Curitiba I PR
Tel.: 41 3222 7979 I 41 3023 4880
Fax: 41 3023 4880
www.cursodominio.com.br

FÍSICA

Professores: Cezar, Luciano e Maragato.

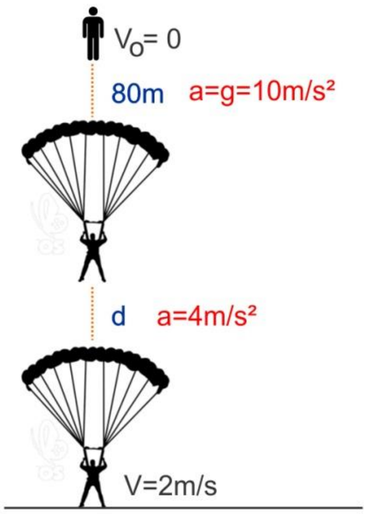
Prova bem elaborada e com um bom nível de exigência. Parabéns à comissão da UFPR responsável pela prova. A equipe de física do curso DOMÍNIO está muito feliz porque todos os conteúdos foram exaustivamente trabalhados durante as aulas.

Questões

01. Um paraquedista salta de um avião e cai livremente por uma distância vertical de 80 m, antes de abrir o paraquedas. Quando este se abre, ele passa a sofrer uma desaceleração vertical de 4,0 m/s^2, chegando ao solo com uma velocidade vertical de módulo 2,0 m/s. Supondo que, ao saltar do avião, a velocidade inicial do paraquedista na vertical era igual a zero e considerando g = 10 m/s^2, determine:

a) O tempo total que o paraquedista permaneceu no ar, desde o salto até atingir o solo.

b) A distância vertical total percorrida pelo paraquedista.



a) Vamos determinar a velocidade do paraquedista no momento em que o paraquedas é aberto.

$$V^2 = V_o^2 + 2.a.\Delta S$$

$$V^2 = 0 + 2.10.80 \rightarrow V = \sqrt{1600} = 40\ m/s.$$

***1a.* Tempo de queda livre:** $V = V_o + a.t \rightarrow 40 = 0 + 10.t \rightarrow t = 4\ s.$

***2a.* Tempo de queda após abrir o paraquedas:** $V = V_o + a.t \rightarrow 2 = 40 - 4.t \rightarrow t = 9,5\ s.$

Portanto, o tempo total de queda é $t_t = 4 + 9,5 = \mathbf{13,5\ s}.$

b) Aplicando a equação de Torricelli após abrir o paraquedas, temos:

$$V^2 = V_o^2 + 2.a.\Delta S$$

$$2^2 = 40^2 - 2.4.h \rightarrow h = 199,5\ m.$$

A distância total percorrida será $D = 80 + 199,5 = \mathbf{279,5\ m}.$

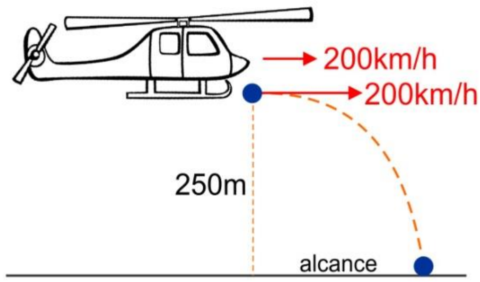
Rua São Francisco, 308
Largo da Ordem I Curitiba I PR
Tel.: 41 3222 7979 I 41 3023 4880
Fax: 41 3023 4880

www.cursodominio.com.br

02. Um objeto de massa igual a 50 kg é solto de um helicóptero que voa horizontalmente a uma velocidade de 200 km/h. Considere que o helicóptero, no momento em que soltou o objeto, estava a uma altura de 250 m em relação ao solo e que a aceleração da gravidade no local era igual a 10 m/s^2. Desprezando os efeitos da resistência do ar, calcule:

a) A energia cinética do objeto ao atingir o solo.

b) A distância horizontal percorrida pelo objeto, medida em relação à posição no instante em que ele foi solto.



a) Trata-se de um lançamento horizontal. Assim, a velocidade horizontal inicial do objeto é a mesma do helicóptero. Vamos aplicar a conservação de energia mecânica ($200\ km/h = 55,5\ m/s$):

$$E_{Mi} = E_{MF}$$

$$\frac{m.V_o^2}{2} + m.g.h = E_{CF}$$

$$\frac{50.55,5^2}{2} + 50.10.250 = E_{CF}$$

$$77160,5 + 125000 = E_{CF}$$

$$E_{CF} \cong 202\ KJ$$

b) Para determinar o alcance primeiramente encontramos o tempo de queda:

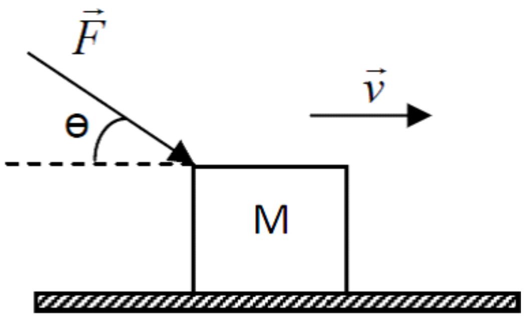
1b. **Tempo de queda:** $h = \frac{1}{2}g.t^2 \ \rightarrow 250 = \frac{1}{2}10.t^2 \ \rightarrow \ t = 5\sqrt{2}\ s.$

O alcance é determinado pela expressão: $x = V_x.t \ \rightarrow x = \frac{200}{3,6}.5\sqrt{2} = 392,84\ m.$

03. Um homem empurra uma caixa de massa M sobre um piso horizontal exercendo uma força constante $\vec{F}$, que faz um ângulo θ com a direção horizontal, conforme mostra a figura ao lado. Considere que o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e a superfície é μ e que a aceleração da gravidade é g.

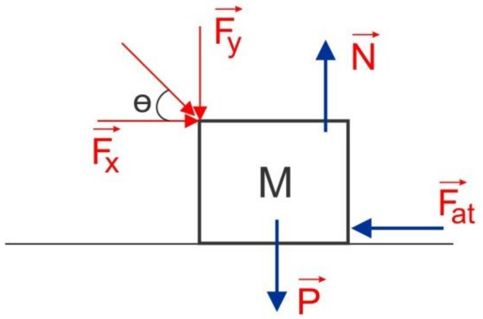
a) Utilizando as grandezas e símbolos apresentados no enunciado, deduza uma equação literal para o módulo da força $\vec{F}$ exercida pelo homem de modo que a caixa se movimente com velocidade escalar constante $\vec{V}$ para a direita.

b) Escreva a equação para o módulo da força $\vec{F}$, para o caso particular em que o ângulo θ é igual a zero, isto é, a força é paralela ao piso.



a) A velocidade é constante (equilíbrio dinâmico) e a força resultante é nula. Abaixo é apresentado o diagrama das forças:

DIAGRAMA DE CORPO LIVRE



Analisando o diagrama de corpo livre apresentado acima, determinamos as componentes da força $\vec{F}$:

$$F_x = F.\cos\theta \quad e \quad F_y = F.\sin\theta$$

1a. **Igualando as forças na direção vertical e isolando a força normal, temos:**

$$N = F_y + P \;\rightarrow N = F.\sin\theta + m.g$$

2a. **Igualando as forças na direção horizontal e substituindo o atrito por $F_{at} = \mu.N$.**

$$F_x = F_{at}$$

$$F.\cos\theta = \mu.N$$

$$F.\cos\theta = \mu.(F.\sin\theta + m.g) = \mu.F.\sin\theta + \mu.m.g$$

$$F.\cos\theta - \mu.F.\sin\theta = \mu.m.g$$

$$F.(\cos\theta - \mu.\sin\theta) = \mu.m.g$$

$$F = \frac{\mu.m.g}{(\cos\theta - \mu.\sin\theta)}$$

b) Substituindo $\theta = 0$ na expressão acima, ficamos com a seguinte expressão reduzida:

$$F = \mu.m.g$$

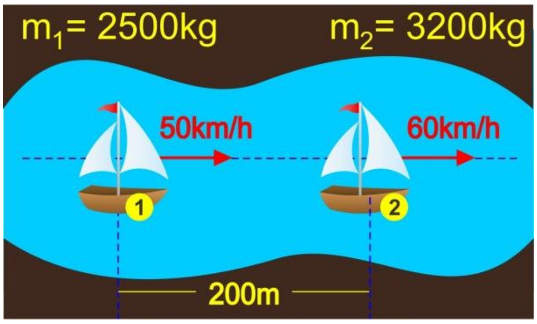
04. Dois barcos estão navegando alinhados numa mesma trajetória retilínea e ambos no mesmo sentido. O barco que está à frente possui uma massa de 2500 kg e move-se a uma velocidade constante de módulo 60 km/h; o que está atrás possui uma massa de 3200 kg e move-se a uma velocidade constante de módulo 50 km/h. Num dado instante, os barcos estão separados por 200 m. Para esse instante determine:

a) A posição do centro de massa do sistema formado pelos dois barcos, medida em relação ao barco de trás.

b) O módulo da velocidade do centro de massa do sistema, utilizando as informações do enunciado.

c) A quantidade de movimento do sistema a partir da massa total e da velocidade do centro de massa.

Vamos observar o esquema abaixo:



a) Como a trajetória é retilínea e os barcos movem-se alinhados, determinamos a posição do cento de massa da seguinte forma:

$$x = \frac{m_1.x_1 + m_2.x_2}{m_1 + m_2}$$

$$x = \frac{2500.200 + 3200.0}{2500 + 3200} = 87,72\ m\ (origem\ no\ barco\ 2)$$

b) Para a velocidade do centro de massa, temos:

$$V = \frac{m_1.V_1 + m_2.V_2}{m_1 + m_2}$$

$$V = \frac{2500.60 + 3200.50}{2500 + 3200} = 54,39\ km/h$$

c) Quantidade de movimento do sistema para a massa total e velocidade do centro de massa.

$$Q = m.V$$

$$Q = (2500 + 3200).\frac{54,39}{3,6} = 86117,5\ kg.m/s$$

Rua São Francisco, 308
Largo da Ordem | Curitiba | PR
Tel.: 41 3222 7979 | 41 3023 4880
Fax: 41 3023 4880

www.cursodominio.com.br

05. Sabemos que em nosso universo a força gravitacional entre uma estrela de massa M e um planeta de massa m varia com o inverso do quadrado da distância R entre eles. Considere a hipótese em que a força gravitacional variasse com o inverso do cubo da distância R e que os planetas descrevessem órbitas circulares em torno da estrela.

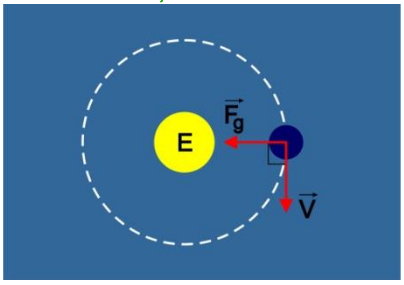
a) Deduza, para esse caso hipotético, uma equação literal análoga à terceira lei de Kepler.

b) Utilizando a resposta do item (a) e considerando dois planetas orbitando essa estrela, um deles com órbita de raio R_1 e o outro com órbita de raio $R_2 = 2R_1$, determine a razão entre os períodos de suas órbitas.

a) Com a segunda Lei de Newton $(F_R = m.a)$ e a expressão para a aceleração centrípeta $\left(a_C = \frac{V^2}{R}\right)$, temos a resultante centrípeta:

$$R_c = \frac{m.V^2}{R}$$

Quando um planeta orbita ao redor de uma estrela, a resultante centrípeta é igual à força gravitacional.



Considerando que neste caso a força gravitacional é inversamente proporcional ao cubo do raio, temos:

$$F_g = R_c$$

$$\frac{G.M.m}{R^3} = \frac{m.V^2}{R} \quad (onde\ M\ \text{é}\ a\ massa\ da\ estrela)$$

Simplificando a massa e raio e substituindo a velocidade por $V = \frac{2.\pi.R}{T}$, temos:

$$\frac{G.M}{R^2} = \frac{4.\pi^2.R^2}{T^2}$$

$$T^2 = \frac{4.\pi^2}{G.M}.R^4$$

A expressão destacada acima apresenta apenas constantes. Assim, substituindo os valores por K, temos:

$$T^2 = K.R^4$$

b) Isolando K na expressão acima:

$$\frac{T_1^2}{R_1^4} = \frac{T_2^2}{R_2^4}$$

$$\frac{T_1^2}{R_1^4} = \frac{T_2^2}{(2.R_1)^4}$$

$$\frac{T_1^2}{R_1^4} = \frac{T_2^2}{16.R_1^4}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{1}{16}} = \frac{1}{4}$$

06. Num experimento no laboratório de Física, uma mola de constante elástica k tem uma de suas extremidades presa a um suporte e fica dependurada em repouso na vertical. Ao suspender um objeto de massa m na sua extremidade inferior, o peso deste objeto faz com que ela sofra um alongamento igual a y. Em seguida divide-se a mola ao meio e, para uma das metades prende-se uma das extremidades no suporte e na outra é suspenso o mesmo objeto. Observa-se neste caso que, ao suspender o mesmo objeto em uma das metades, a elongação é a metade da elongação produzida com a mola inteira. Quando o sistema formado pela mola e pela massa é posto a oscilar verticalmente, em cada uma das duas situações (antes da mola ser dividida e após ela ser dividida), constata-se que as frequências de oscilação são diferentes. Com base nos conceitos de oscilações e nas observações feitas no experimento:

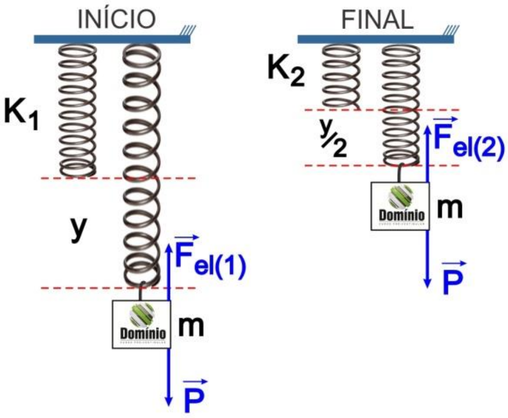
a) Obtenha a razão entre as frequências de oscilação do sistema antes de a mola ser dividida e após ela ser dividida.

b) Utilizando o resultado obtido no item (a), a frequência de oscilação será maior antes da divisão da mola ou depois da sua divisão?

a) Quando o objeto oscila preso à mola, realiza um movimento harmônico simples (MHS). A frequência desse oscilador é dada no formulário.

$$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$$

Analisando a expressão acima não devemos nos preocupar com a massa, uma vez que o objeto suspenso nas duas situações é o mesmo. Assim, de acordo com exercício, ocorreu uma alteração na constante elástica da mola durante a realização do experimento.



Como $F_{el} = k.x$, onde x é a deformação da mola, igualamos essa força com a força peso do objeto suspenso:

$$P = K_1.y \quad e \quad P = K_2.\frac{y}{2}$$

$$K_1.y = K_2.\frac{y}{2}$$

$$K_2 = 2.K_1$$

Realizando a razão entre as frequências:

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{1}{2\pi}.\sqrt{\frac{K_1}{m}}}{\frac{1}{2\pi}.\sqrt{\frac{K_2}{m}}} \rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\frac{K_1}{m}}{\frac{2.K_1}{m}}} \rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{1}{2}}$$

b) Analisando a expressão acima percebemos que $f_2 = \sqrt{2}.f_1$. Dessa forma, a frequência é maior com a mola dividida.

Rua São Francisco, 308
Largo da Ordem I Curitiba I PR
Tel.: 41 3222 7979 I 41 3023 4880
Fax: 41 3023 4880

www.cursodominio.com.br

07. Um recipiente esférico possui um volume interno igual a 8,0 L. Suponha que se queira encher esse recipiente com gás nitrogênio, de modo que a pressão interna seja igual a 2,0 atm a uma temperatura de 27ºC. Considerando a massa molecular do nitrogênio igual a 28 g/mol, a constante universal dos gases como 8,0 J/(K.mol) e 1atm=1x10^5, calcule a massa desse gás que caberia no recipiente sob as condições citadas.

Com os dados fornecidos usamos a equação de Clapeyron para determinar o número de mols presentes no recipiente esférico. Devemos tomar cuidado com as unidades corretas, ou seja, temperatura em Kelvin, volume em m^3 e pressão em Pa.

$$P.V = n.R.T$$

$$2.10^5.8.10^{-3} = n.8.300$$

$$n = \frac{2}{3} mols$$

Como temos 28 g para cada mol (valor fornecido no enunciado), basta multiplicar esse valor pelo resultado encontrado acima:

$$m = 28.\frac{2}{3} = 18,67g$$

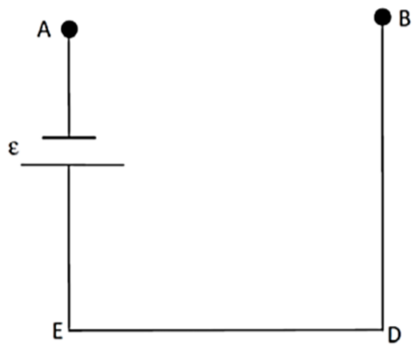
Domínio
CURSO PRÉ VESTIBULAR
Rua São Francisco, 308
Largo da Ordem | Curitiba | PR
Tel.: 41 3222 7979 | 41 3023 4880
Fax: 41 3023 4880
www.cursodominio.com.br

08. Dispõe-se de três resistores iguais, cada um com uma resistência R. Os três resistores podem ser conectados de modo a formar uma associação em série ou então uma associação em paralelo. A associação dos três resistores deve ser ligada aos terminais A e B de uma fonte de força eletromotriz, mostrados na figura ao lado. Considerando estas informações:

a) Determine a resistência equivalente R_s para a associação em série e a resistência equivalente R_p para a associação em paralelo, ambas em termos de R.

b) Determine a potência P_s dissipada em cada um dos resistores quando eles estão associados em série e a potência P_p dissipada em cada um deles quando associados em paralelo, ambas em termos de ε e R.

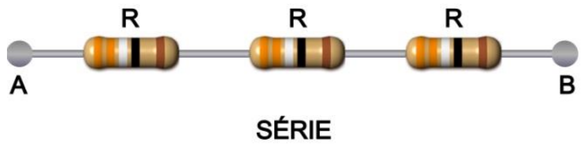
c) Calcule a razão entre P_p e P_s.



a) Para a associação em série usamos a expressão:

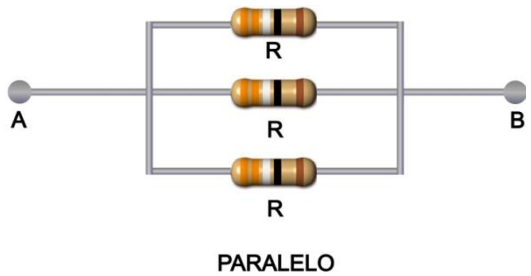
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{eq} = R + R + R = 3R$$



Para a associação em paralelo usamos a expressão $R_{eq} = \frac{R}{n}$, uma vez que todos os resistores são iguais.

$$R_{eq} = \frac{R}{3}$$



b) Na associação em série a ddp divide entre os componentes. Como temos três resistores iguais, a ddp de cada resistor é um terço da ddp total $\left(\frac{\varepsilon}{3}\right)$. Aplicando a expressão para a potência, temos:

$$P_s = \frac{U_s^2}{R} \quad \rightarrow \quad P_s = \frac{\left(\frac{\varepsilon}{3}\right)^2}{R} \quad \rightarrow \quad P_s = \frac{\varepsilon^2}{9R}$$

Na associação em paralelo todos os componentes estão submetidos à mesma ddp (ε).

$$P_p = \frac{U_p^2}{R} \quad \rightarrow \quad P_p = \frac{\varepsilon^2}{R}$$

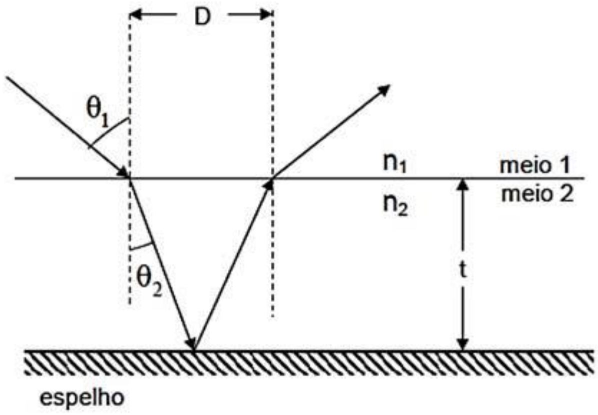
c) A razão entre as potências fica:

$$\frac{P_p}{P_s} = \frac{\frac{\varepsilon^2}{R}}{\frac{\varepsilon^2}{9R}} \quad \rightarrow \quad \frac{P_p}{P_s} = 9$$

Rua São Francisco, 308
Largo da Ordem I Curitiba I PR
Tel.: 41 3222 7979 I 41 3023 4880
Fax: 41 3023 4880

www.cursodominio.com.br

09. Dependendo das condições do ambiente onde os espelhos devem ser utilizados, eles são fabricados com um material transparente recobrindo a superfície espelhada, com o objetivo de protegê-la. Isto aumenta a vida útil do espelho, mas introduz um deslocamento no ponto onde a luz refletida emerge, se comparado a um espelho não recoberto. A figura ao lado representa o caminho percorrido por um raio luminoso monocromático ao incidir sobre um espelho recoberto superficialmente por um material transparente com espessura t = 2 mm e índice de refração n_2. O meio 1 é o ar, com índice de refração n_1 = 1 e o meio 2 possui índice de refração $n_2 = \sqrt{2}$. Na situação mostrada na figura, $\theta_1 = 45°$.



Considere $\text{sen } 45° = \cos 45° = \sqrt{2}/2$, $\text{sen } 30° = 1/2$ e $\cos 30° = \sqrt{3}/2$.

Utilizando estes dados, calcule a distância D entre a entrada do raio luminoso no meio 2 e sua saída, assim como está indicada na figura.

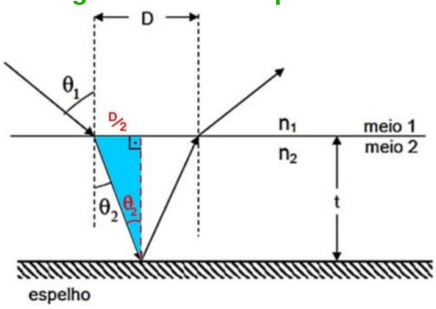
Aplicando a Lei de Snell para a refração podemos determinar o valor de θ_2.

$$n_1 . \sin \theta_1 = n_2 . \sin \theta_2$$

$$1 . \sin 45° = \sqrt{2} . \sin \theta_2 \quad \rightarrow \quad \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} . \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = \frac{1}{2} \quad \rightarrow \quad \theta_2 = 30°$$

Com o valor de θ_2 podemos utilizar o triângulo destacado para encontrar o valor de D.

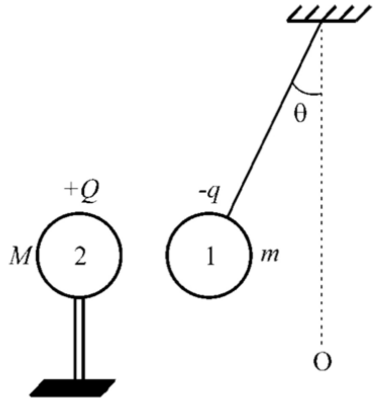


$$\tan \theta_2 = \frac{\frac{D}{2}}{t} \quad \rightarrow \quad \frac{\sin \theta_2}{\cos \theta_2} = \frac{D}{2.t}$$

$$\frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{D}{2.2} \quad \rightarrow \quad D = \frac{4\sqrt{3}}{3} \, mm$$

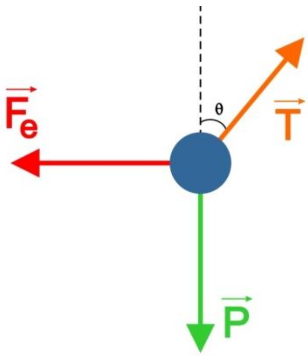
Domínio
CURSO PRÉ VESTIBULAR
Rua São Francisco, 308
Largo da Ordem I Curitiba I PR
Tel.: 41 3222 7979 I 41 3023 4880
Fax: 41 3023 4880
www.cursodominio.com.br

10. Uma esfera condutora, indicada pelo número 1 na figura, tem massa m = 20 g e carga negativa -q. Ela está pendurada por um fio isolante de massa desprezível e inextensível. Uma segunda esfera condutora, indicada pelo número 2 na figura, com massa M = 200 g e carga positiva Q = 3 μC, está sustentada por uma haste isolante. Ao aproximar a esfera 2 da esfera 1 ocorre atração. Na situação de equilíbrio estático, o fio que sustenta a esfera 1 forma um ângulo θ = 27º com a vertical e a distância entre os centros das esferas é de 10 cm. Calcule a carga –q da esfera 1.

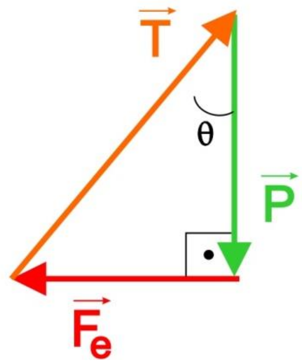


Para a resolução deste problema considere g = 10 m/s^2, k = 9 x 10^9 Nm^2 /C^2 e tan 27º = 0,5.

Vamos analisar o diagrama de forças na esfera 1:



Como a esfera está em equilíbrio a força resultante é nula. Assim, temos o polígono fechado abaixo:



Aplicando tangente no triângulo para um ângulo $\theta = 27°$, temos:

$$\tan 27° = \frac{F_E}{P}$$

$$\frac{1}{2}.m.g = K\frac{q_1.q_2}{d^2}$$

$$\frac{1}{2}.20.10^{-3}.10 = 9.10^9.\frac{3.10^{-6}.q}{(1.10^{-1})^2}$$

$$1.10^{-1}.10^{-2} = 27.10^3.q$$

$$q = 3{,}7.10^{-8}\ C$$