

1. (Enem 2020)

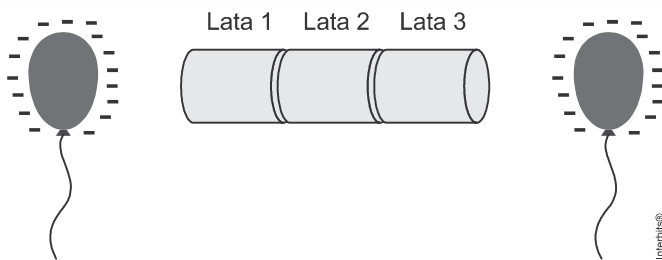


DAVIS, J. Disponível em: <http://garfield.com>. Acesso em: 10 fev. 2015.

Por qual motivo ocorre a eletrização ilustrada na tirinha?

- Troca de átomos entre a calça e os pelos do gato.
- Diminuição do número de prótons nos pelos do gato.
- Criação de novas partículas eletrizadas nos pelos do gato.
- Movimentação de elétrons entre a calça e os pelos do gato.
- Repulsão entre partículas elétricas da calça e dos pelos do gato.

2. (Fuvest 2021) Dois balões negativamente carregados são utilizados para induzir cargas em latas metálicas, alinhadas e em contato, que, inicialmente, estavam eletricamente neutras.



Conforme mostrado na figura, os balões estão próximos, mas jamais chegam a tocar as latas. Nessa configuração, as latas 1, 2 e 3 terão, respectivamente, carga total:

Note e adote:

O contato entre dois objetos metálicos permite a passagem de cargas elétricas entre um e outro. Suponha que o ar no entorno seja um isolante perfeito.

- 1: zero; 2: negativa; 3: zero.
- 1: positiva; 2: zero; 3: positiva.
- 1: zero; 2: positiva; 3: zero.
- 1: positiva; 2: negativa; 3: positiva.
- 1: zero; 2: zero; 3: zero.

3. (Unifesp) Em uma atividade experimental de eletrostática, um estudante verificou que, ao eletrizar por atrito um canudo de refresco com um papel toalha, foi possível grudar o canudo em uma parede, mas o papel toalha não.

Assinale a alternativa que pode explicar corretamente o que o estudante observou.

- O canudo se eletrizou, o papel toalha não se eletriza.
- Ambos se eletrizam, mas as cargas geradas no papel toalha escoam para o corpo do estudante.
- Ambos se eletrizam, mas as cargas geradas no canudo escoam para o corpo do estudante.
- O canudo e o papel toalha se eletrizam positivamente, e a parede tem carga negativa.
- O canudo e o papel toalha se eletrizam negativamente, e a parede tem carga negativa.

4. (Unesp 2010) Um dispositivo simples capaz de detectar se um corpo está ou não eletrizado, é o pêndulo eletrostático, que pode ser feito com uma pequena esfera condutora suspensa por um fio fino e isolante.

Um aluno, ao aproximar um bastão eletrizado do pêndulo, observou que ele foi repellido (etapa I). O aluno segurou a esfera do pêndulo com suas mãos, descarregando-a e, então, ao aproximar novamente o bastão, eletrizado com a mesma carga inicial, percebeu que o pêndulo foi atraído (etapa II). Após tocar o bastão, o pêndulo voltou a sofrer repulsão (etapa III). A partir dessas informações, considere as seguintes possibilidades para a carga elétrica presente na esfera do pêndulo:

Possibilidade	Etapa I	Etapa II	Etapa III
1	Neutra	Negativa	Neutra
2	Positiva	Neutra	Positiva
3	Negativa	Positiva	Negativa
4	Positiva	Negativa	Negativa
5	Negativa	Neutra	Negativa

Somente pode ser considerado verdadeiro o descrito nas possibilidades

- a) 1 e 3.
- b) 1 e 2.
- c) 2 e 4.
- d) 4 e 5.
- e) 2 e 5.

5. (Unifesp) Uma estudante observou que, ao colocar sobre uma mesa horizontal três pêndulos eletrostáticos idênticos, equidistantes entre si, como se cada um ocupasse o vértice de um triângulo equilátero, as esferas dos pêndulos se atraíram mutuamente. Sendo as três esferas metálicas, a estudante poderia concluir corretamente que

- a) as três esferas estavam eletrizadas com cargas de mesmo sinal.
- b) duas esferas estavam eletrizadas com cargas de mesmo sinal e uma com carga de sinal oposto.
- c) duas esferas estavam eletrizadas com cargas de mesmo sinal e uma neutra.
- d) duas esferas estavam eletrizadas com cargas de sinais opostos e uma neutra.
- e) uma esfera estava eletrizada e duas neutras.

6. (Famema 2021) Em determinado meio, uma carga elétrica q é colocada a uma distância de $1,2 \times 10^{-2}$ m de outra carga Q , ambas pontuais. A essa distância, a carga q é submetida a uma força repulsiva de intensidade 20 N. Se a carga q for reposicionada a $0,4 \times 10^{-2}$ m da carga Q no mesmo meio, a força repulsiva entre as cargas terá intensidade de

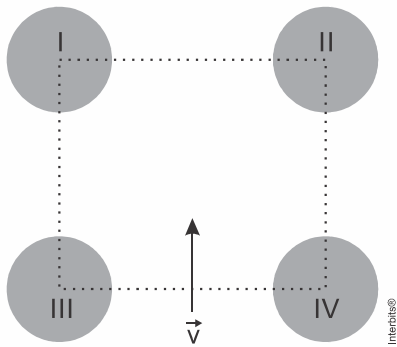
- a) 360 N.
- b) 480 N.
- c) 180 N.
- d) 520 N.
- e) 660 N.

7. (Unesp 2018) Suponha uma pequeníssima esfera contendo 12 nêutrons, 11 prótons e 10 elétrons, ao redor da qual gira um elétron a $1,6 \times 10^{-10}$ m de seu centro, no vácuo.

Considerando a carga elementar $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C e a constante eletrostática do vácuo $k_0 = 9 \times 10^9$ N·m²/C², a intensidade da força elétrica entre a esfera e o elétron é

- a) $5,6 \times 10^{-10}$ N.
- b) $9,0 \times 10^{-9}$ N.
- c) $1,4 \times 10^{-9}$ N.
- d) $1,4 \times 10^{-12}$ N.
- e) $9,0 \times 10^{-12}$ N.

8. (Fuvest 2016) Os centros de quatro esferas idênticas, I, II, III e IV, com distribuições uniformes de carga, formam um quadrado. Um feixe de elétrons penetra na região delimitada por esse quadrado, pelo ponto equidistante dos centros das esferas III e IV, com velocidade inicial \vec{v} na direção perpendicular à reta que une os centros de III e IV, conforme representado na figura.



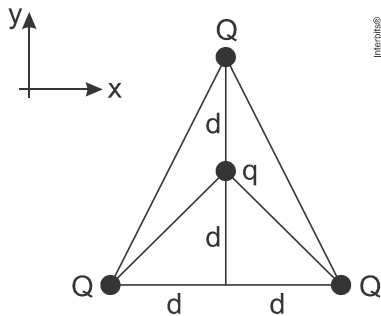
A trajetória dos elétrons será retilínea, na direção de \vec{v} , e eles serão acelerados com velocidade crescente dentro da região plana delimitada pelo quadrado, se as esferas I, II, III e IV estiverem, respectivamente, eletrizadas com cargas

Note e adote:

Q é um número positivo.

- a) $+Q, -Q, -Q, +Q$
- b) $+2Q, -Q, +Q, -2Q$
- c) $+Q, +Q, -Q, -Q$
- d) $-Q, -Q, +Q, +Q$
- e) $+Q, +2Q, -2Q, -Q$

9. (Fuvest 2019) Três pequenas esferas carregadas com carga positiva Q ocupam os vértices de um triângulo, como mostra a figura. Na parte interna do triângulo, está afixada outra pequena esfera, com carga negativa q . As distâncias dessa carga às outras três podem ser obtidas a partir da figura.



Sendo $Q = 2 \times 10^{-4} \text{ C}$, $q = -2 \times 10^{-5} \text{ C}$ e $d = 6 \text{ m}$, a força elétrica resultante sobre a carga q

Note e adote:

A constante k_0 da lei de Coulomb vale $9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

- a) é nula.
- b) tem direção do eixo y , sentido para baixo e módulo $1,8 \text{ N}$.
- c) tem direção do eixo y , sentido para cima e módulo $1,0 \text{ N}$.
- d) tem direção do eixo y , sentido para baixo e módulo $1,0 \text{ N}$.
- e) tem direção do eixo y , sentido para cima e módulo $0,3 \text{ N}$.

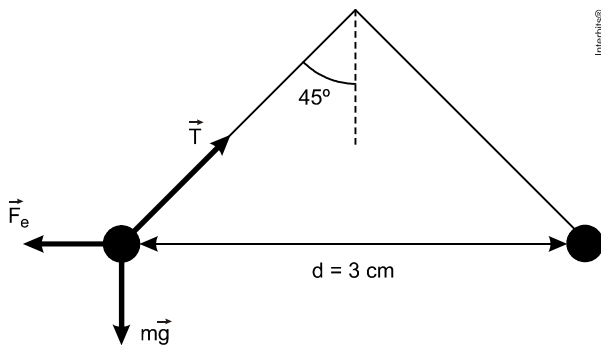
10. (Unicamp 2016) Sabe-se atualmente que os prótons e nêutrons não são partículas elementares, mas sim partículas formadas por três *quarks*. Uma das propriedades importantes do *quark* é o sabor, que pode assumir seis tipos diferentes: *top*, *bottom*, *charm*, *strange*, *up* e *down*. Apenas os *quarks up* e *down* estão presentes nos prótons e nos nêutrons. Os *quarks* possuem carga elétrica fracionária. Por exemplo, o *quark up* tem carga elétrica igual a $q_{up} = +2/3e$ e o *quark down* e o $q_{down} = -1/3e$, onde e é o módulo da carga elementar do elétron.

- a) Quais são os três *quarks* que formam os prótons e os nêutrons?
 b) Calcule o módulo da força de atração eletrostática entre um *quark up* e um *quark down* separados por uma distância $d = 0,2 \times 10^{-15}$ m. Caso necessário, use $K = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ e $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C.

11. (Unicamp 2013) Em 2012 foi comemorado o centenário da descoberta dos raios cósmicos, que são partículas provenientes do espaço.

- a) Os neutrinos são partículas que atingem a Terra, provenientes em sua maioria do Sol. Sabendo-se que a distância do Sol à Terra é igual a $1,5 \times 10^{11}$ m, e considerando a velocidade dos neutrinos igual a $3,0 \times 10^8$ m/s, calcule o tempo de viagem de um neutrino solar até a Terra.

- b) As partículas ionizam o ar e um instrumento usado para medir esta ionização é o eletroscópio. Ele consiste em duas hastes metálicas que se repelem quando carregadas. De forma simplificada, as hastes podem ser tratadas como dois pêndulos simples de mesma massa m e mesma carga q localizadas nas suas extremidades. O módulo da força elétrica entre as cargas é dado por $F_e = k \frac{q^2}{d^2}$, sendo $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$. Para a situação ilustrada na figura abaixo, qual é a carga q , se $m = 0,004$ g?



12. (Fuvest 2016) Duas pequenas esferas, E_1 e E_2 , feitas de materiais isolantes diferentes, inicialmente neutras, são atritadas uma na outra durante 5 s e ficam eletrizadas. Em seguida, as esferas são afastadas e mantidas a uma distância de 30 cm, muito maior que seus raios. A esfera E_1 ficou com carga elétrica positiva de 0,8 nC. Determine

- a) a diferença N entre o número de prótons e o de elétrons da esfera E_1 , após o atrito;
 b) o sinal e o valor da carga elétrica Q de E_2 , após o atrito;
 c) a corrente elétrica média I entre as esferas durante o atrito;
 d) o módulo da força elétrica F que atua entre as esferas depois de afastadas.

Note e adote:

$$1\text{nC} = 10^{-9}\text{C}$$

$$\text{Carga do elétron} = -1,6 \times 10^{-19}\text{C}$$

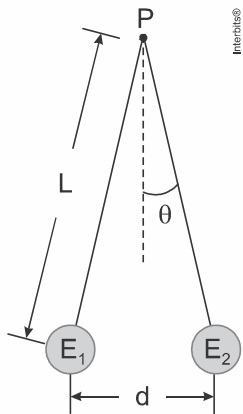
$$\text{Constante eletrostática: } K_0 = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

Não há troca de cargas entre cada esfera e o ambiente.

13. (Fuvest 2018) Um grupo de alunos, em uma aula de laboratório, eletriza um canudo de refrigerante por atrito, com um lenço de papel. Em seguida, com o canudo, eles eletrizam uma pequena esfera condutora, de massa 9 g, inicialmente neutra, pendurada em um fio de seda isolante, de comprimento L , preso em um ponto fixo P . No final do processo, a esfera e o canudo estão com cargas de sinais opostos.

a) Descreva as etapas do processo de eletrização da esfera.

Em seguida, os alunos colocam a esfera eletrizada (E_1) em contato com outra esfera (E_2), idêntica à primeira, eletricamente neutra e presa na extremidade de outro fio de seda isolante, também de comprimento L , fixo no ponto P . O sistema adquire a configuração ilustrada na figura, sendo $d = 8$ cm.



Para o sistema em equilíbrio nessa configuração final, determine

- b) o módulo da tensão \vec{T} em um dos fios isolantes;
- c) o módulo da carga q_2 da esfera E_2 ;
- d) a diferença N entre o número de elétrons e de prótons na esfera E_2 após a eletrização.

Note e adote:

Para a situação descrita, utilize: $\cos \theta = 1$ e $\sin \theta = 0,1$.

Aceleração da gravidade: 10 m/s^2 .

Força elétrica entre duas cargas puntiformes Q_1 e Q_2 , distantes r uma da outra: $K Q_1 Q_2 / r^2$

$K = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$.

Carga do elétron: $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Ignore a massa dos fios.

14. (Fuvest 2015) Em uma aula de laboratório de Física, para estudar propriedades de cargas elétricas, foi realizado um experimento em que pequenas esferas eletrizadas são injetadas na parte superior de uma câmara, em vácuo, onde há um campo elétrico uniforme na mesma direção e sentido da aceleração local da gravidade. Observou-se que, com campo elétrico de módulo igual a $2 \times 10^3 \text{ V/m}$, uma das esferas, de massa $3,2 \times 10^{-15} \text{ kg}$, permanecia com velocidade constante no interior da câmara. Essa esfera tem

Note e adote:

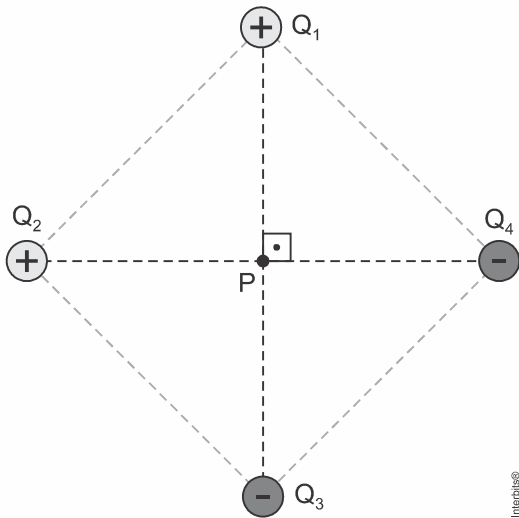
- carga do elétron = $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- carga do próton = $+1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- aceleração local da gravidade = 10 m/s^2

- a) o mesmo número de elétrons e de prótons.
- b) 100 elétrons a mais que prótons.
- c) 100 elétrons a menos que prótons.
- d) 2000 elétrons a mais que prótons.
- e) 2000 elétrons a menos que prótons.

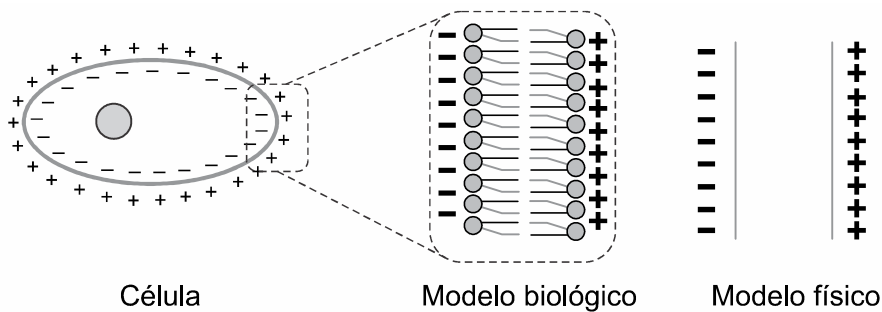
15. (Famerp 2017) Quatro cargas elétricas pontiformes, Q_1, Q_2, Q_3 e Q_4 , estão fixas nos vértices de um quadrado, de modo que $|Q_1| = |Q_2| = |Q_3| = |Q_4|$. As posições das cargas e seus respectivos sinais estão indicados na figura.



Se E for o módulo do campo elétrico no ponto P , centro do quadrado, devido à carga Q_1 , o campo elétrico resultante no ponto P , devido à presença das quatro cargas, terá módulo

- a) zero
- b) $4 \cdot E$
- c) $\sqrt{2} \cdot E$
- d) $2 \cdot \sqrt{2} \cdot E$
- e) $4 \cdot \sqrt{2} \cdot E$

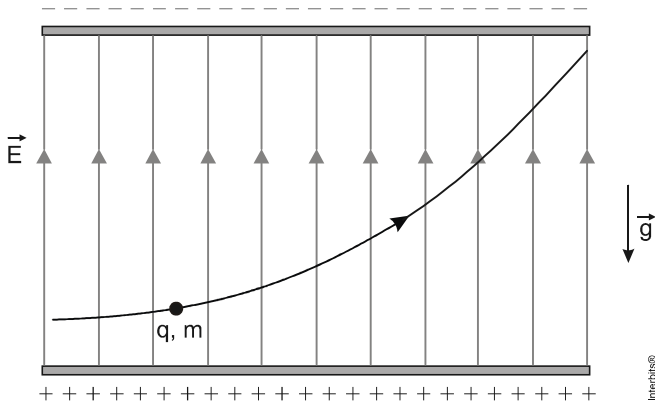
16. (Famerp 2020) Nas Ciências, muitas vezes, se inicia o estudo de um problema fazendo uma aproximação simplificada. Um desses casos é o estudo do comportamento da membrana celular devido à distribuição do excesso de íons positivos e negativos em torno dela. A figura mostra a visão geral de uma célula e a analogia entre o modelo biológico e o modelo físico, o qual corresponde a duas placas planas e paralelas, eletrizadas com cargas elétricas de tipos opostos.



(<http://bioquimica.org.br>. Adaptado.)

- Com base no modelo físico, considera-se que o campo elétrico no interior da membrana celular tem sentido para
- a) fora da célula, com intensidade crescente de dentro para fora da célula.
 - b) dentro da célula, com intensidade crescente de fora para dentro da célula.
 - c) dentro da célula, com intensidade crescente de dentro para fora da célula.
 - d) fora da célula, com intensidade constante.
 - e) dentro da célula, com intensidade constante.

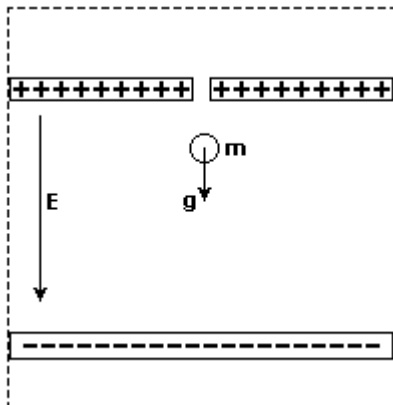
17. (Unesp 2013) Uma carga elétrica $q > 0$ de massa m penetra em uma região entre duas grandes placas planas, paralelas e horizontais, eletrizadas com cargas de sinais opostos. Nessa região, a carga percorre a trajetória representada na figura, sujeita apenas ao campo elétrico uniforme \vec{E} , representado por suas linhas de campo, e ao campo gravitacional terrestre \vec{g} .



É correto afirmar que, enquanto se move na região indicada entre as placas, a carga fica sujeita a uma força resultante de módulo

- a) $q \cdot E + m \cdot g$.
- b) $q \cdot (E - g)$.
- c) $q \cdot E - m \cdot g$.
- d) $m \cdot q \cdot (E - g)$.
- e) $m \cdot (E - g)$.

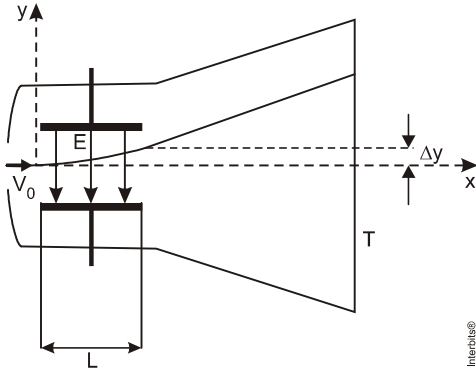
18. (Unesp) Um dispositivo para medir a carga elétrica de uma gota de óleo é constituído de um capacitor polarizado no interior de um recipiente convenientemente vedado, como ilustrado na figura.



A gota de óleo, com massa m , é abandonada a partir do repouso no interior do capacitor, onde existe um campo elétrico uniforme E . Sob ação da gravidade e do campo elétrico, a gota inicia um movimento de queda com aceleração $0,2 g$, onde g é a aceleração da gravidade. O valor absoluto (módulo) da carga pode ser calculado através da expressão

- a) $Q = 0,8 mg/E$.
- b) $Q = 1,2 E/mg$.
- c) $Q = 1,2 m/gE$.
- d) $Q = 1,2 mg/E$.
- e) $Q = 0,8 E/mg$.

19. (Fuvest 2013) Um equipamento, como o esquematizado na figura abaixo, foi utilizado por J.J.Thomson, no final do século XIX, para o estudo de raios catódicos em vácuo. Um feixe fino de elétrons (cada elétron tem massa m e carga e) com velocidade de módulo v_0 , na direção horizontal x , atravessa a região entre um par de placas paralelas, horizontais, de comprimento L . Entre as placas, há um campo elétrico de módulo constante E na direção vertical y . Após saírem da região entre as placas, os elétrons descrevem uma trajetória retilínea até a tela fluorescente T .



Determine

- o módulo a da aceleração dos elétrons enquanto estão entre as placas;
- o intervalo de tempo Δt que os elétrons permanecem entre as placas;
- o desvio Δy na trajetória dos elétrons, na direção vertical, ao final de seu movimento entre as placas;
- a componente vertical v_y da velocidade dos elétrons ao saírem da região entre as placas.

Note e adote: Ignore os efeitos de borda no campo elétrico; Ignore efeitos gravitacionais.

20. (Unesp) Um feixe de partículas eletricamente carregadas precisa ser desviado utilizando-se um capacitor como o mostrado na figura 1. Cada partícula deve entrar na região do capacitor com energia cinética K , em uma direção cuja inclinação θ , em relação à direção x , é desconhecida inicialmente, e passar pelo ponto de saída P com velocidade paralela à direção x . Um campo elétrico uniforme e perpendicular às placas do capacitor deve controlar a trajetória das partículas.

Se a energia cinética de cada partícula no ponto P for $\frac{K}{4}$, a sua carga for Q e desprezando o efeito da gravidade,

calcule

- o ângulo θ .
- o campo elétrico que deve ser aplicado para desviar o feixe conforme requerido, em termos de Q , h e K .

Dados (fig. 2)

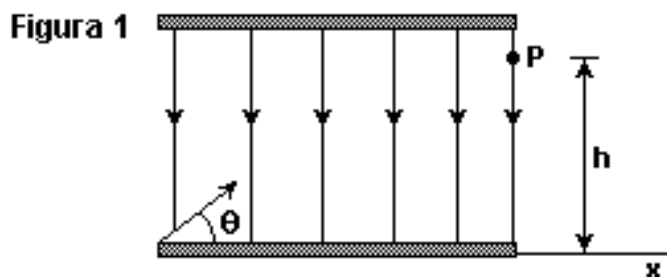
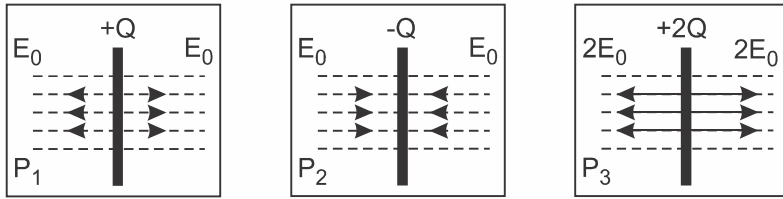


Figura 2

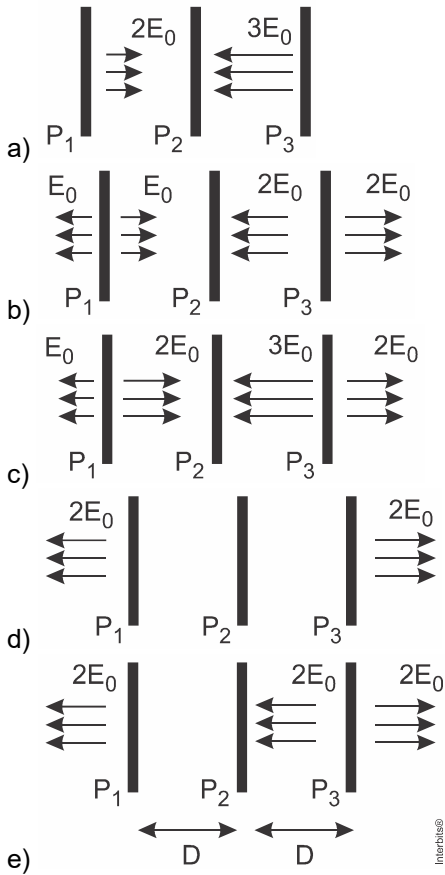
θ	$\text{sen } \theta$	$\text{cos } \theta$	$\text{tg } \theta$
30°	$1/2$	$\sqrt{3}/2$	$\sqrt{3}/3$
45°	$\sqrt{2}/2$	$\sqrt{2}/2$	1
60°	$\sqrt{3}/2$	$1/2$	$\sqrt{3}$

21. (Fuvest) Três grandes placas P_1, P_2 e P_3 , com, respectivamente, cargas $+Q, -Q$ e $+2Q$, geram campos elétricos uniformes em certas regiões do espaço. A figura a seguir mostra intensidade, direção e sentido dos campos criados pelas respectivas placas P_1, P_2 e P_3 , quando vistas de perfil.



Colocando-se as placas próximas, separadas pela distância D indicada, o campo elétrico resultante, gerado pelas três placas em conjunto, é representado por

Nota: onde não há indicação, o campo elétrico é nulo



Gabarito:

Resposta da questão 1:

[D]

Quando o gato se esfrega na calça, ocorre o processo de eletrização por atrito, havendo movimento de elétrons entre ambos.

Resposta da questão 2:

[D]

Devido à indução eletrostática, as latas 1 e 3 ficam eletrizadas com cargas positivas (pois estão próximas aos balões carregados negativamente), ficando a lata 2 eletrizada com carga negativa.

Resposta da questão 3:

[B]

Resposta da questão 4:

[E]

Etapa I: como houve repulsão, a esfera pendular e o bastão tinham cargas de mesmo sinal, respectivamente: [(+),(+)] ou [(-),(-)].

Etapa II: a esfera estava descarregada e o bastão continuou com a mesma carga: [(neutra),(+)] ou [(neutra), (-)]

Etapa III: ao entrar em contato com o bastão, a esfera adquiriu carga de mesmo sinal que ele, pois foi novamente repelida. As cargas da esfera e do bastão podiam ser, respectivamente: [(+),(+)] ou [(-),(-)].

Como o sinal da carga do bastão não sofreu alteração, a esfera apresentava cargas de mesmo sinal nas etapas I e III. Assim as possibilidades de carga são: [(+), (neutra) e (+)] ou [(-), neutra e (-)].

Resposta da questão 5:

[D]

Resposta da questão 6:

[C]

Para a primeira situação, temos:

$$20 = \frac{kQq}{(1,2 \cdot 10^{-2})^2} \Rightarrow kQq = 2,88 \cdot 10^{-3}$$

Após o reposicionamento, teremos:

$$F' = \frac{kQq}{(0,4 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{2,88 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-5}}$$

$$\therefore F' = 180 \text{ N}$$

Resposta da questão 7:

[B]

Dado que a esfera possui 11 prótons e 10 elétrons, sua carga efetiva é de $+1,6 \cdot 10^{-19}$ C e a força entre ela e o elétron será atrativa.

Cálculo da intensidade da força elétrica:

$$F = \frac{k \cdot q \cdot e}{d^2}$$

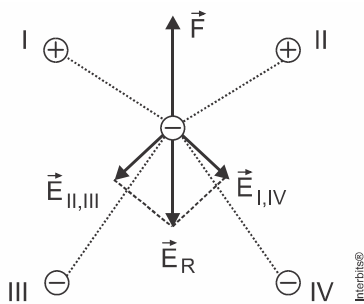
$$F = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{(1,6 \cdot 10^{-10})^2}$$

$$\therefore F = 9 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

Resposta da questão 8:

[C]

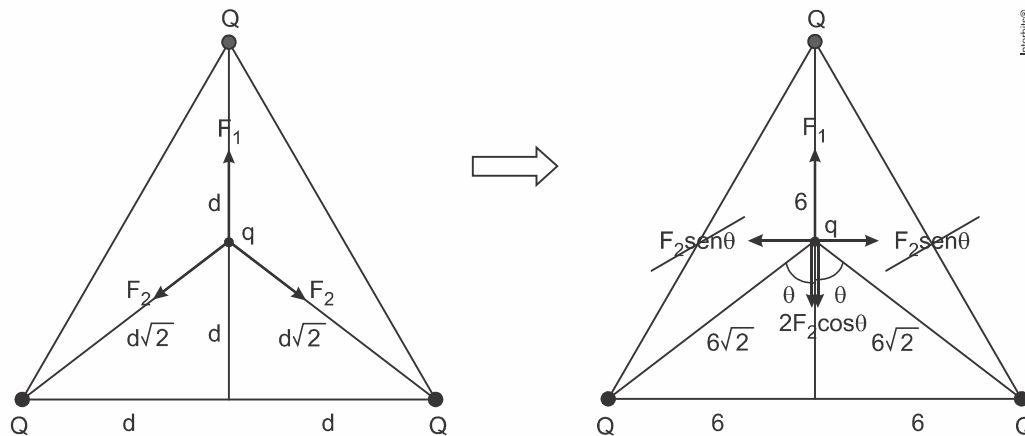
Para que o movimento do feixe de elétrons seja retilíneo e acelerado no interior do quadrado, a força elétrica deve ter o mesmo sentido da velocidade inicial. Como se trata de carga negativas (elétrons), o vetor campo elétrico resultante deve ter, então, sentido oposto ao da força. Isso somente é conseguido com a distribuição de cargas mostrada na figura. \vec{E}_R representa o vetor campo elétrico resultante num ponto da trajetória.



Resposta da questão 9:

[E]

Ilustrando as forças na carga q, temos:



Onde:

$$\cos \theta = \frac{6}{6\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

Pela lei de Coulomb, obtemos F_1 e F_2 :

$$F_1 = \frac{k_0 |Q||q|}{d^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{6^2} \Rightarrow F_1 = 1 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{k_0 |Q||q|}{(d\sqrt{2})^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{(6\sqrt{2})^2} \Rightarrow F_2 = 0,5 \text{ N}$$

Portanto, a força resultante sobre a carga q é de:

$$F_r = F_1 - 2F_2 \cos \theta = 1 - 2 \cdot 0,5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\therefore F_r \cong 0,3 \text{ N}$$

Na direção do eixo y e com sentido para cima.

Resposta da questão 10:

a) Dados: $q_{\text{up}} = \frac{2e}{3}$; $q_{\text{down}} = \frac{-e}{3}$; $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Analisando os dados, conclui-se que:

- o próton é formado por 2 quarks up e 1 quark down.

$$q_P = 2q_{\text{up}} + 1q_{\text{down}} \Rightarrow q_P = 2\frac{2e}{3} - \frac{e}{3} = 3\frac{e}{3} \Rightarrow q_P = e.$$

- o nêutron é formado por 1 quark up e 2 quarks down.

$$q_N = 1q_{\text{up}} + 2q_{\text{down}} \Rightarrow q_N = \frac{2e}{3} - 2\frac{e}{3} \Rightarrow q_N = 0.$$

b) Dados: $d = 0,2 \times 10^{-15} \text{ m}$; $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

A força de interação é dada pela lei de Coulomb:

$$F = K \frac{|q_{\text{up}}| |q_{\text{down}}|}{d^2} = K \frac{\frac{2e}{3} \times \frac{e}{3}}{d^2} = K \frac{2e^2}{9d^2} \Rightarrow \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times (1,6 \times 10^{-19})^2}{9(2 \times 10^{-16})^2} \Rightarrow$$

$F = 1280 \text{ N}.$

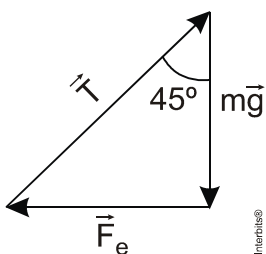
Resposta da questão 11:

a) Como $V = \frac{\Delta S}{\Delta t}$, teremos:

$$V = \frac{\Delta S}{\Delta t} \rightarrow 3,0 \times 10^8 = \frac{1,5 \times 10^{11}}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = 0,5 \times 10^3 \text{ s}$$

Resposta: $\Delta t = 5,0 \times 10^2 \text{ s}$

b) $\vec{T} + m\vec{g} + \vec{F}_e = 0$



$$\text{Tg}45^\circ = \frac{F_e}{mg} \rightarrow 1 = \frac{F_e}{mg} \rightarrow F_e = mg$$

Como $F_e = k \frac{q^2}{d^2}$:

$$F_e = mg \rightarrow k \frac{q^2}{d^2} = mg$$

De acordo com o enunciado:

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$$

$$d = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$m = 0,004 \text{ g} = 4 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

Substituindo os valores:

$$k \frac{q^2}{d^2} = mg \rightarrow \frac{9 \times 10^9 \cdot q^2}{(3 \times 10^{-2})^2} = 4 \times 10^{-6} \cdot 10 \rightarrow q^2 = 4 \times 10^{-18}$$

Resposta: $|q| = 2,0 \times 10^{-9} \text{ C}$

Resposta da questão 12:

a) Dados: $Q_1 = 0,8 \text{ nC} = 8 \times 10^{-10} \text{ C}$; $|e| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

$$Q_1 = N|e| \Rightarrow N = \frac{Q_1}{|e|} = \frac{8 \times 10^{-10}}{1,6 \times 10^{-19}} \Rightarrow \boxed{N = 5 \times 10^9}$$

b) Na eletrização por atrito, os corpos adquirem cargas de mesmo módulo e de sinais opostos.

Assim:

$$Q_2 = -Q_1 \Rightarrow \boxed{Q_2 = -8 \times 10^{-10} \text{ C}}$$

c) A intensidade média da corrente elétrica é dada por:

$$I = \frac{|Q|}{\Delta t} = \frac{8 \times 10^{-10}}{5} \Rightarrow \boxed{I = 1,6 \times 10^{-10} \text{ A}}$$

d) Dados: $k_0 = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$; $|Q_1| = |Q_2| = Q = 8 \times 10^{-10} \text{ C}$; $d = 30 \text{ cm} = 3 \times 10^{-1} \text{ m}$.

Aplicando a lei de Coulomb:

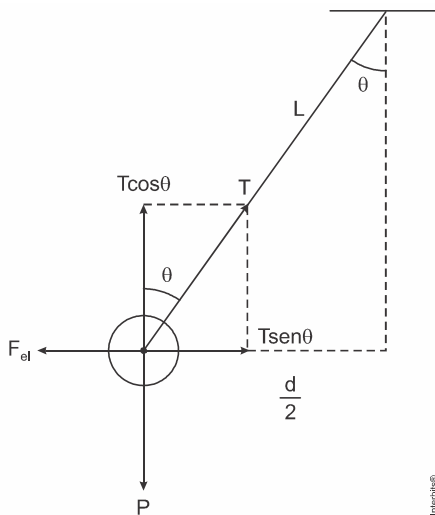
$$F = \frac{k_0 |Q_1| |Q_2|}{d^2} = \frac{k_0 Q^2}{d^2} = \frac{9 \times 10^9 \times (8 \times 10^{-10})^2}{(3 \times 10^{-1})^2} = \frac{64 \times 10^{-11}}{10^{-2}} \Rightarrow$$

$$\boxed{F = 6,4 \times 10^{-8} \text{ N}}$$

Resposta da questão 13:

a) O canudo eletrizado é aproximado da esfera sem que haja contato, esta é então atraída por ele por indução eletrostática, com as cargas de sinal contrário às do canudo concentradas no lado próximo a ele. Em seguida, aterra-se o lado oposto da esfera, fazendo com que ela perca ou receba elétrons. Após rompida a ligação, afasta-se o canudo, ficando ele e a esfera eletrizados com cargas de sinais opostos.

b) Na situação de equilíbrio, para uma das esferas, temos:



$$T \cos \theta = P$$

$$T \cdot 1 = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 10$$

$$\therefore T = 9 \cdot 10^{-2} \text{ N}$$

c) Teremos:

$$F_{el} = T \text{ sen } \theta$$

$$\frac{k|q_1||q_2|}{d^2} = T \text{ sen } \theta$$

$$\frac{9 \cdot 10^9 \cdot |q_2|^2}{(8 \cdot 10^{-2})^2} = 9 \cdot 10^{-2} \cdot 0,1 \quad (|q_1| = |q_2|)$$

$$\therefore |q_2| = 8 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

d) Teremos:

$$|q_2| = N \cdot e$$

$$8 \cdot 10^{-8} = N \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$\therefore N = 5 \cdot 10^{11}$$

Resposta da questão 14:

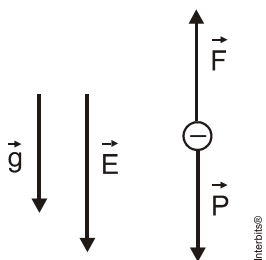
[B]

Dados:

$$|q| = e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}; \quad g = 10 \text{ m/s}^2; \quad E = 2 \times 10^3 \text{ N/m}; \quad m = 3,2 \times 10^{-15} \text{ kg}.$$

Como a velocidade é constante, a resultante das forças que agem sobre essa esfera é nula. Isso significa que o peso e a força elétrica têm mesma intensidade e sentidos opostos. Assim, a força elétrica tem sentido oposto ao do campo elétrico, indicando que a carga dessa esfera é negativa. Portanto, a esfera tem mais elétrons que prótons.

A figura ilustra a situação.



Sendo n o número de elétrons a mais, temos:

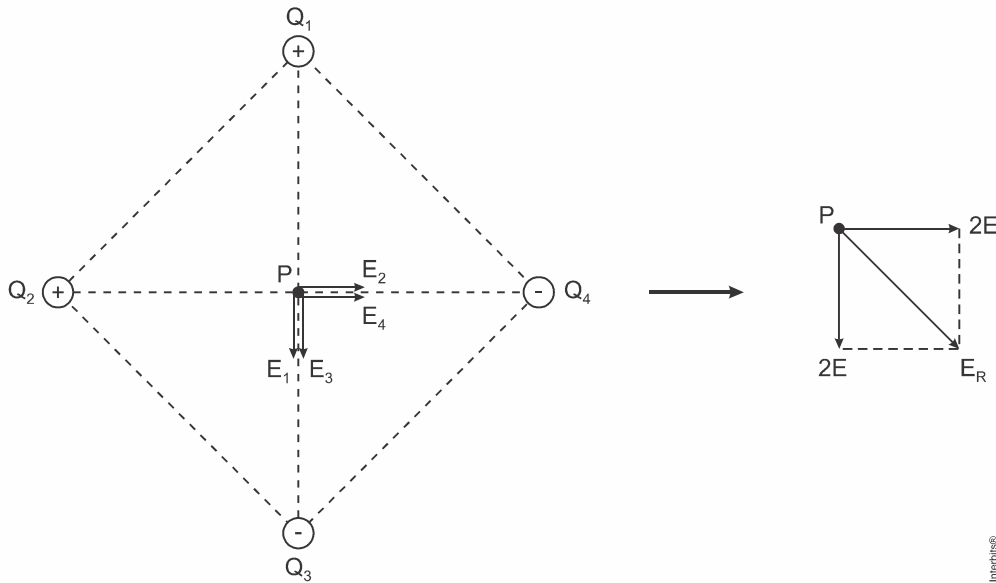
$$F = P \Rightarrow |q| E = m g \Rightarrow n e E = m g \Rightarrow n = \frac{m g}{e E} \Rightarrow n = \frac{3,2 \times 10^{-15} \times 10}{1,6 \times 10^{-19} \times 2 \times 10^3} \Rightarrow$$

$$n = 100.$$

Resposta da questão 15:

[D]

Vetores campo elétrico no ponto P :



Portanto:

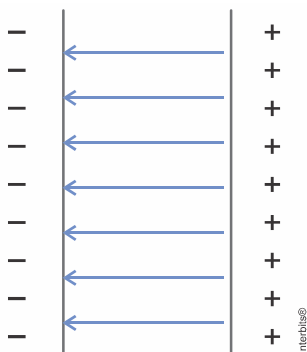
$$E_R^2 = (2E)^2 + (2E)^2$$

$$\therefore E_R = 2\sqrt{2}E$$

Resposta da questão 16:

[E]

O sentido do campo elétrico é da placa positiva para a placa negativa, como mostra a figura abaixo.

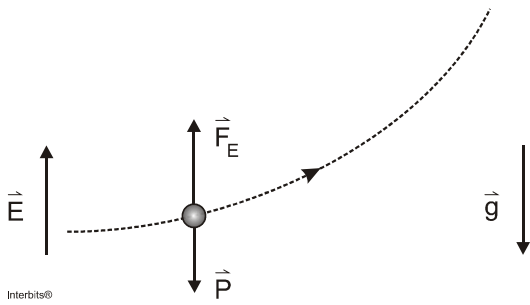


Assim, com base no modelo físico, a membrana celular é formada por campos elétricos uniformes (de intensidades constantes) que apontam para dentro da célula.

Resposta da questão 17:

[C]

Na partícula agem a força peso e a força elétrica, como mostrado na figura.



Se ela desvia para cima, a intensidade da força elétrica é maior que a intensidade do peso. Então, a resultante das forças é:

$$F_R = F_E - P \Rightarrow F_R = qE - mg.$$

Resposta da questão 18:

[A]

Resposta da questão 19:

Dados: $\Delta x = L$; $q = e \Rightarrow |q| = |e|$.

a) A força resultante sobre o elétron é a força elétrica:

$$F_{\text{res}} = F_{\text{elet}} \Rightarrow ma = |q|E \Rightarrow ma = |e|E \Rightarrow$$

$$a = \frac{|e|E}{m}.$$

b) Como a força elétrica atua apenas no eixo y , no eixo x a componente da velocidade permanece constante, igual a v_0 . Então:

$$\Delta x = v_0 \Delta t \Rightarrow L = v_0 \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{L}{v_0}.$$

c) No eixo y , o movimento é uniformemente variado. Sendo $v_{0y} = 0$:

$$\Delta y = \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow \Delta y = \frac{1}{2} \frac{|e|E}{m} \left(\frac{L}{v_0} \right)^2 \Rightarrow \Delta y = \frac{|e|E L^2}{2 m v_0^2}.$$

d) Aplicando a função horária da velocidade no eixo y , com $v_{0y} = 0$:

$$v_y = a t \Rightarrow v_y = \frac{|e|E}{m} \cdot \frac{L}{v_0} \Rightarrow v_y = \frac{|e|E L}{m v_0}.$$

Resposta da questão 20:

a) $\theta = 60^\circ$

b) $E = 0,75K/(Qh)$

Resposta da questão 21:

[E]