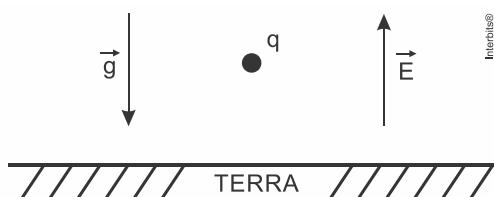


1. Uma partícula de carga q e massa 10^{-6} kg foi colocada num ponto próximo à superfície da Terra onde existe um campo elétrico uniforme, vertical e ascendente de intensidade $E = 10^5$ N/C.

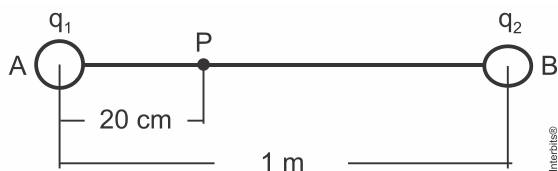


DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

Sabendo que a partícula está em equilíbrio, considerando a intensidade da aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, o valor da carga q e o seu sinal são respectivamente:

- $10^{-3} \mu\text{C}$, negativa
- $10^{-5} \mu\text{C}$, positiva
- $10^{-5} \mu\text{C}$, negativa
- $10^{-4} \mu\text{C}$, positiva
- $10^{-4} \mu\text{C}$, negativa

2. As cargas elétricas puntiformes $q_1 = 20 \mu\text{C}$ e $q_2 = 64 \mu\text{C}$ estão fixas no vácuo ($k_0 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$), respectivamente nos pontos A e B, conforme a figura a seguir.



O campo elétrico resultante no ponto P tem intensidade de:

- $3,0 \times 10^6$ N/C
- $3,6 \times 10^6$ N/C
- $4,0 \times 10^6$ N/C
- $4,5 \times 10^6$ N/C

3. No estudo da eletricidade e do magnetismo, são utilizadas as linhas de campo. As linhas de campo elétrico ou magnético são linhas imaginárias cuja tangente em qualquer ponto é paralela à direção do vetor campo. Sobre as linhas de campo, pode-se inferir que:

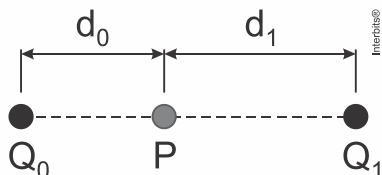
- As linhas de campo magnético e os vetores força magnética são sempre paralelos.
- As linhas de campo elétrico numa região do espaço onde existem cargas elétricas se dirigem de um ponto de menor potencial para um de maior potencial.
- As linhas de campo magnético no interior de um ímã se dirigem do polo norte do ímã para seu polo sul.
- As linhas de campo elétrico que representam o campo gerado por uma carga elétrica em repouso são fechadas.
- As linhas de força de um campo elétrico uniforme são linhas retas paralelas igualmente espaçadas e todas têm o mesmo sentido.

4. Imediatamente antes de um relâmpago, uma nuvem tem em seu topo predominância de moléculas com cargas elétricas positivas, enquanto sua base é carregada negativamente.

Considere um modelo simplificado que trata cada uma dessas distribuições como planos de carga paralelos e com distribuição uniforme. Sobre o vetor campo elétrico gerado por essas cargas em um ponto entre o topo e a base, pode-se inferir que:

- é vertical e tem sentido de baixo para cima.
- é vertical e tem sentido de cima para baixo.
- é horizontal e tem mesmo sentido da corrente de ar predominante no interior da nuvem.
- é horizontal e tem mesmo sentido no norte magnético da Terra.

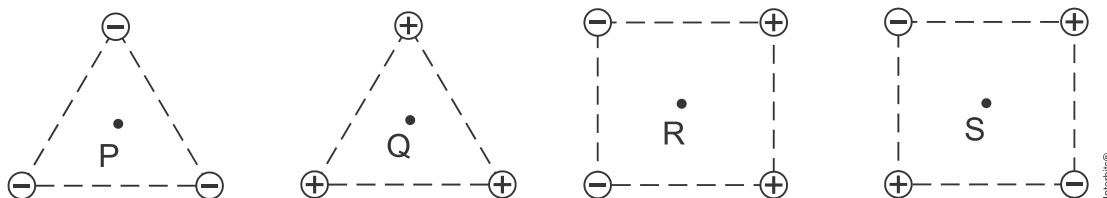
5. Analise a figura abaixo.



Duas cargas pontiformes desconhecidas (Q_0 , Q_1) estão fixas em pontos distantes, d_0 e d_1 , do ponto P , localizado sobre a reta que une as cargas (ver figura). Supondo que, se um elétron é cuidadosamente colocado em P e liberado do repouso, ele se desloca para direita (no sentido da carga Q_1), sendo assim, pode-se concluir que, se Q_0 e Q_1 :

- são positivas, então $d_1 < d_0$.
- são negativas, então $d_0 < d_1$.
- têm sinais contrários, Q_1 é a carga negativa.
- têm sinais contrários, Q_0 é a carga positiva.
- têm o mesmo sinal, o campo elétrico resultante em P aponta para a esquerda.

6. Os pontos P , Q , R e S são equidistantes das cargas localizadas nos vértices de cada figura a seguir:



Sobre os campos elétricos resultantes, pode-se concluir que:

- é nulo apenas no ponto R .
- são nulos nos pontos P , Q e S .
- são nulos apenas nos pontos R e S .
- são nulos apenas nos pontos P e Q .

7. Uma lâmina muito fina e minúscula de cobre, contendo uma carga elétrica q , flutua em equilíbrio numa região do espaço onde existe um campo elétrico uniforme de 20 kN/C , cuja direção é vertical e cujo sentido se dá de cima para baixo. Considerando que a carga do elétron seja de $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ e a aceleração gravitacional seja de 10 m/s^2 e sabendo que a massa da lâmina é de $3,2 \text{ mg}$, é possível afirmar que o número de elétrons em excesso na lâmina é:

- $3,0 \times 10^{12}$
- $1,0 \times 10^{13}$
- $1,0 \times 10^{10}$
- $2,0 \times 10^{12}$

e) $3,0 \times 10^{11}$

8. 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 = $+1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

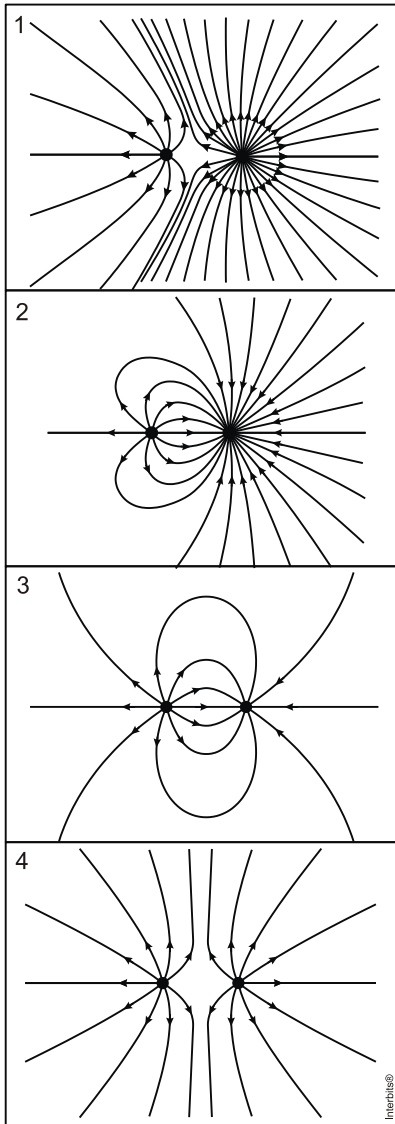
- aceleração local da gravidade = 10 m/s^2

- 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.

9. Duas cargas pontuais $q_1 = 3,0 \mu\text{C}$ e $q_2 = 6,0 \mu\text{C}$ são colocadas a uma distância de 1,0 m entre si. Calcule a distância, em metros, entre a carga q_1 e a posição, situada entre as cargas, onde o campo elétrico é nulo. Considere $k_c = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

- a) 0,3
- b) 0,4
- c) 0,5
- d) 0,6
- e) 2,4

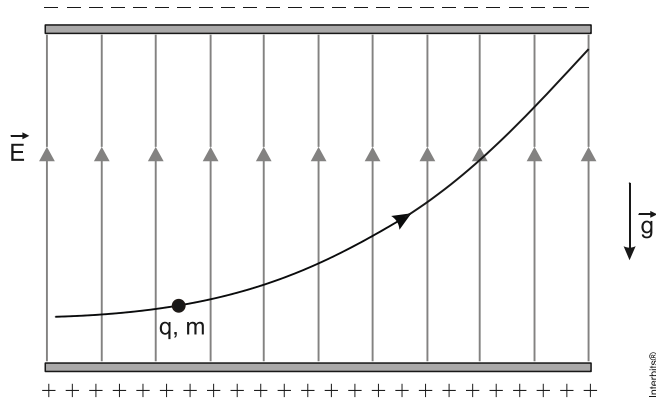
10. Na figura abaixo, está mostrada uma série de quatro configurações de linhas de campo elétrico.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas da sentença abaixo, na ordem em _____ que _____ aparecem. Nas figuras _____, as cargas são de mesmo sinal e, nas figuras _____, as cargas têm magnitudes distintas.

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

11. 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) $m \cdot (E - g)$.

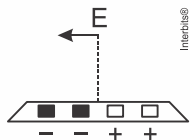
12. Em um campo elétrico uniforme, uma partícula carregada positivamente com $20 \mu\text{C}$ está sujeita a uma força elétrica de módulo 10 N. Reduzindo pela metade a carga elétrica dessa partícula, a força, em newtons, que atuará sobre ela será igual a:

- a) 2,5.
- b) 5,0.
- c) 10.
- d) 15.

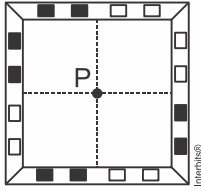
13. A carga elétrica de uma partícula com 2,0 g de massa, para que ela permaneça em repouso, quando colocada em um campo elétrico vertical, com sentido para baixo e intensidade igual a 500 N/C , é:

- a) + 40 nC
- b) + 40 μC
- c) + 40 mC
- d) - 40 μC
- e) - 40 mC

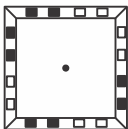
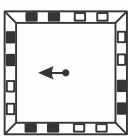
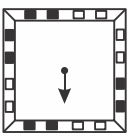
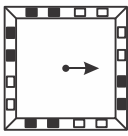
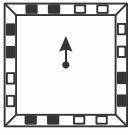
14. Uma barra isolante possui quatro encaixes, nos quais são colocadas cargas elétricas de mesmo módulo, sendo as positivas nos encaixes claros e as negativas nos encaixes escuros. A certa distância da barra, a direção do campo elétrico está indicada na figura a seguir.



Uma armação foi construída com quatro dessas barras, formando um quadrado, como representado na figura abaixo.

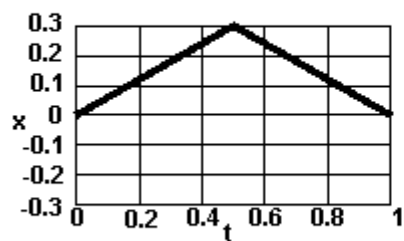


Se uma carga positiva for colocada no centro P da armação, a força elétrica que agirá sobre a carga terá sua direção e sentido indicados por:
Desconsidere eventuais efeitos de cargas induzidas.

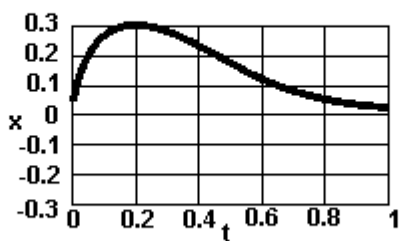
- a)  Força nula
- b) 
- c) 
- d) 
- e) 

15. Uma partícula carregada negativamente está se movendo na direção $+x$ quando entra em um campo elétrico uniforme atuando nessa mesma direção e sentido. Considerando que sua posição em $t = 0$ s é $x = 0$ m, qual gráfico representa melhor a posição da partícula como função do tempo durante o primeiro segundo?

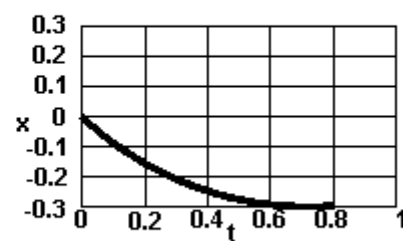
a)



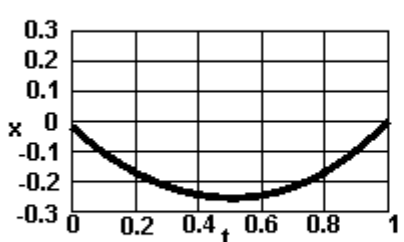
b)



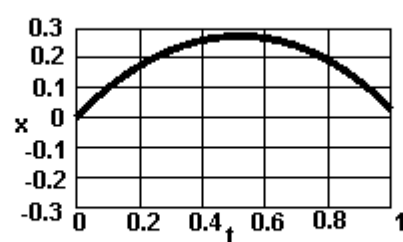
c)



d)

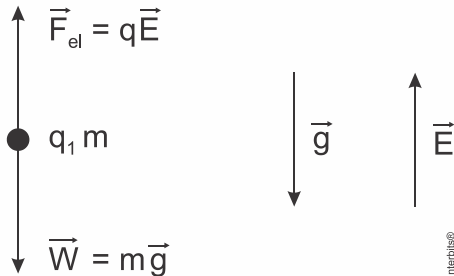


e)



Gabarito:

Resposta [D] da questão 1:



A partícula está em equilíbrio sob ação de duas forças: a força elétrica \vec{F}_{el} , provocada pelo campo \vec{E} ; e a força peso \vec{W} .

Para que \vec{F}_{el} equilibre \vec{W} , é necessário que seja vertical e ascendente, conforme a figura.

Assim, \vec{F}_{el} e \vec{E} possuem mesmo sentido, do que se conclui que $q > 0$.

Do equilíbrio das forças, tem-se que:

$$F_{el} = W \Rightarrow qE = mg \Rightarrow q = \frac{mg}{E} \quad (1)$$

Substituindo-se os valores numéricos em (1), tem-se que:

$$q = \frac{10^{-6} \times 10}{10^5} = 10^{-10} \text{ C}$$

Convertendo-se o valor para μC , tem-se:

$$q = 10^{-10} \text{ C} \times \frac{10^6 \mu\text{C}}{1 \text{ C}} = 10^{-4} \mu\text{C}$$

Resposta [B] da questão 2:

Cálculo do campo elétrico \vec{E}_1 no ponto P gerado pela carga q_1 :

$$E_1 = \frac{k_0 \cdot q_1}{d_1^2} \Rightarrow E_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 20 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(2 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2)^2} \Rightarrow$$

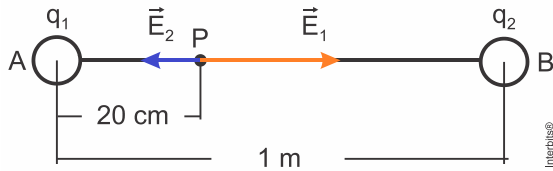
$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 20 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} \Rightarrow E_1 = 45 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ de intensidade e sentido para direita de } q_1.$$

Cálculo do campo elétrico \vec{E}_2 no ponto P gerado pela carga q_2 :

$$E_2 = \frac{k_0 \cdot q_2}{d_2^2} \Rightarrow E_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 64 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(8 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2)^2} \Rightarrow$$

$$E_2 = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 64 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{64 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} \Rightarrow E_2 = 9 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ de intensidade e sentido para esquerda de } q_2.$$

Cálculo do campo elétrico resultante de acordo com o esquema abaixo:



Logo, o campo resultante tem direção horizontal, no sentido de A para B, cuja intensidade é dada pela soma vetorial dos campos de cada carga em P:

$$E_r = E_1 + E_2 = 45 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} - 9 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} = 36 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \therefore E_r = 3,6 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

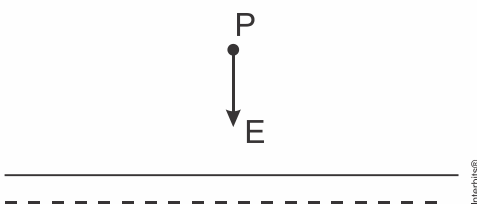
Resposta da questão 3: [E]

- O vetor indução magnética é tangente à linha de indução magnética em cada ponto do campo, e no mesmo sentido que ela: do polo norte para o polo sul fora do ímã e do sul para o norte dentro do ímã.
- Quando uma partícula eletrizada desloca-se num campo magnético, com velocidade não paralela às linhas, surge sobre ela uma força magnética cuja direção é perpendicular à do vetor indução magnética em cada ponto.
- As linhas de força do campo elétrico são linhas abertas, originadas em cargas positivas ou no infinito e terminando em cargas negativas ou no infinito, sempre orientadas no sentido dos potenciais decrescentes.
- No campo elétrico uniforme, as linhas de força são retas paralelas, igualmente espaçadas e todas orientadas no sentido dos potenciais decrescentes.

Resposta da questão 4: [B]

Segundo os conceitos sobre vetor Campo Elétrico, cargas positivas geram um campo elétrico de afastamento e cargas negativas um campo elétrico de aproximação. Analisando a questão em um ponto P entre o topo e a base da nuvem, tem-se o topo da nuvem, por ser positivo, irá exercer um campo elétrico de afastamento, direção vertical e com orientação para baixo. Como a base da nuvem é negativa, esta irá exercer um campo elétrico que irá corroborar com o exercido com o topo.

+++++



Logo, o vetor campo elétrico gerado por essas cargas em um ponto entre o topo e a base é vertical e tem sentido de cima para baixo.

Resposta
[E]

da

questão

5:

A força elétrica sobre carga negativa é oposta ao campo elétrico. Então, se o elétron deslocar-se para a direita, o campo elétrico resultante em P aponta para a esquerda.

As possibilidades são:

$$\left. \begin{array}{l} 1^a) Q_0 > 0 \text{ e } Q_1 > 0, \text{ sendo } \frac{Q_0}{(d_0)^2} < \frac{Q_1}{(d_1)^2} \\ 2^a) Q_0 < 0 \text{ e } Q_1 < 0, \text{ sendo } \frac{|Q_0|}{(d_0)^2} > \frac{|Q_1|}{(d_1)^2} \\ 3^a) Q_0 < 0 \text{ e } Q_1 > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \boxed{E}$$

Resposta
[B]

da

questão

6:

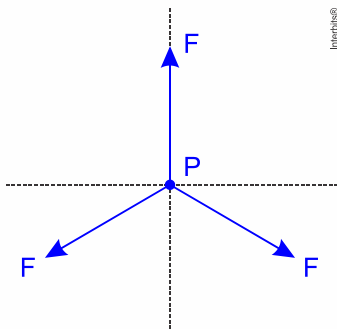
Sabendo que o campo elétrico é dado por:

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

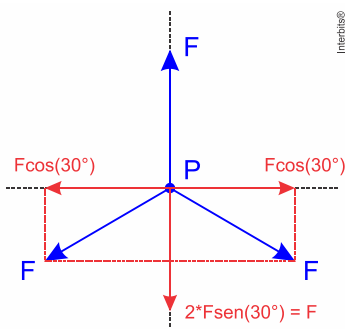
Pode-se afirmar que se as contribuições de cada uma das cargas se anularem mutuamente, não existirá força agindo no ponto a ser analisado e, conseqüentemente, não haverá campo elétrico.

Considerando que as cargas em cada um dos vértices são iguais e que em cada caso a distância do vértice ao ponto seja igual, a força elétrica que cada uma das cargas exercerá no ponto será igual a F.

Assim, analisando o ponto P, temos as seguintes forças atuando nele:



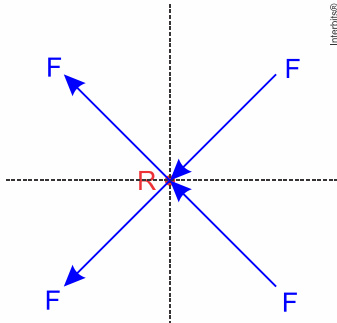
Decompondo as forças, tem-se que:



Assim, a força no ponto P é nula e, por conseguinte, o campo elétrico também é.

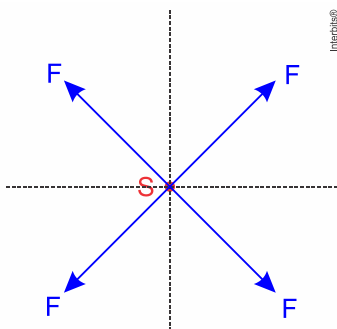
De forma análoga, pode-se chegar à conclusão que no ponto Q tem-se o mesmo resultado que o ponto P.

No ponto R, temos que:



Fazendo a decomposição dos vetores, é fácil de verificar que a força no Ponto R não será nula, existindo assim um campo elétrico nele.

Por fim, no ponto S, temos que:



Percebe-se que, as forças irão anular-se e, portanto, não haverá campo elétrico.

Desta forma, nos pontos P, Q e S os campos elétricos são nulos.

Resposta da questão 7: [C]

Estando a lâmina em equilíbrio, significa que a força elétrica é igual à força gravitacional (peso) e estão em oposição:

$$F_e = P$$

Usando as equações correspondentes à essas forças:

$$F_e = E \cdot q \quad \text{e} \quad P = m \cdot g$$

Ficamos com

$$E \cdot q = m \cdot g$$

Mas a carga total em um corpo eletrizado é dada pelo produto do número (n) individual de portadores de carga (no caso os elétrons) e a carga unitária (e) dessas partículas.

$$q = n \cdot e$$

Então

$$E \cdot n \cdot e = m \cdot g$$

Isolando a quantidade de partículas

$$n = \frac{m \cdot g}{E \cdot e}$$

Substituindo os valores com as unidades no Sistema Internacional, temos:

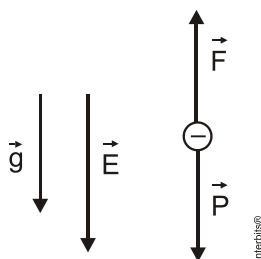
$$n = \frac{m \cdot g}{E \cdot e} = \frac{3,2 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{20 \cdot 10^3 \text{ N/C} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 1,0 \cdot 10^{10} \text{ elétrons}$$

Resposta [B] da questão 8:

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.



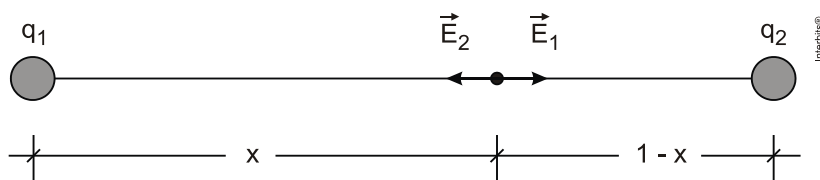
Sendo n o número de elétrons a mais, temos:

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

$$n = 100.$$

Resposta [B] da questão 9:

Observe a figura abaixo.



Para que o campo elétrico no ponto assinalado seja nulo, $|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$. Portanto:

$$\frac{kq_1}{x^2} = \frac{kq_2}{(1-x)^2} \rightarrow \frac{3}{x^2} = \frac{6}{(1-x)^2} \rightarrow \frac{1}{x^2} = \frac{2}{1-2x+x^2}$$

$$2x^2 = x^2 - 2x + 1 \rightarrow x^2 + 2x - 1 = 0$$

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{2^2 - 4 \times 1 \times (-1)}}{2} = \frac{-2 \pm \sqrt{8}}{2} = \frac{-2 + 2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} - 1 \cong 0,4\text{m}$$

Resposta da questão 10:
[A]

Na figura 1 as linhas de força emergem das duas cargas, demonstrando que elas são positivas. Observe que o número de linhas de força emergente da carga da direita é maior do que as que “morrem” na carga da esquerda evidenciando que o módulo da carga da direita é maior

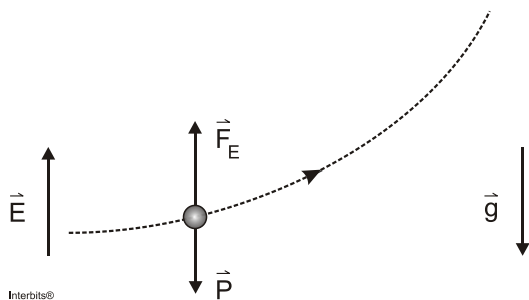
Na figura 2 as linhas de força emergem da carga da esquerda (positiva) e “morrem” na carga da direita (negativa). Observe que o número de linhas de força “morrendo” na carga da direita é maior do que as que emergem da carga da esquerda evidenciando que o módulo da carga da direita é maior

Na figura 3 as linhas de força emergem da carga da esquerda (positiva) e “morrem” na carga da direita (negativa). Observe que o número de linhas de força “morrendo” na carga da direita é igual àquele do que as que emergem da carga da esquerda evidenciando que os módulos das cargas são iguais.

Na figura 4 as linhas de força emergem de ambas as cargas evidenciando que elas são positivas. Observe que o número de linhas de força que emergem das cargas é igual evidenciando que os módulos das cargas são iguais.

Resposta da questão 11:
[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:
 $F_R = F_E - P \Rightarrow F_R = q E - m g.$

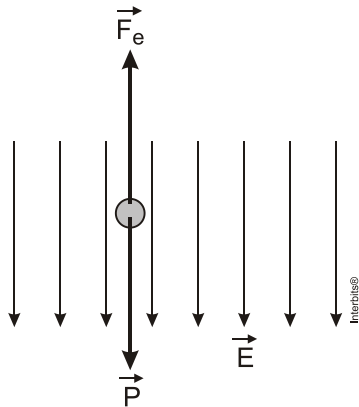
Resposta da questão 12:
[B]

O campo é uma propriedade do ponto e não muda pela presença de uma carga elétrica nele colocada. Mede-se a intensidade do campo pela expressão $E = \frac{F}{q}$.

Como a intensidade do campo não muda, podemos escrever:
 $\frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2} \rightarrow \frac{10}{20} = \frac{F_2}{10} \rightarrow F_2 = 5,0\text{N}.$

Resposta da questão 13:
[D]

A figura mostra o campo elétrico e as forças que agem na partícula. Observe que a carga deve ser negativa.



Para haver equilíbrio é preciso que:

$$F_e = P \rightarrow |q|E = mg \rightarrow |q| = \frac{mg}{E} = \frac{2 \times 10^{-3} \times 10}{500} = 4 \times 10^{-5} \text{ C} = 40 \mu\text{C}$$

$$q = -40 \mu\text{C}$$

Resposta [B] da questão 14:

A carga positiva colocada em P será mais repelida pelo canto superior direito do que pelo canto inferior esquerdo. Além disso, será mais atraída pelo canto superior esquerdo do que pelo canto inferior direito. Assim, a resultante deverá estar apontando para a esquerda.

Resposta [E] da questão 15:

Se a partícula é carregada negativamente e está se movendo na direção e sentido do campo elétrico existe uma força constante de sentido oposto atuando sobre a partícula. Desta forma a partícula apresentará uma aceleração constante e negativa, o que está caracterizado no diagrama de aparência parabólica de concavidade para baixo.