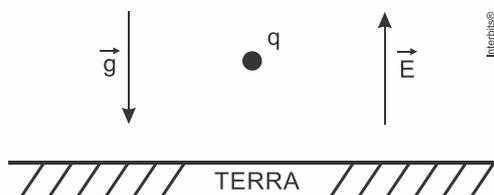


## Campo Elétrico

1. (Espcex (Aman) 2017) 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:

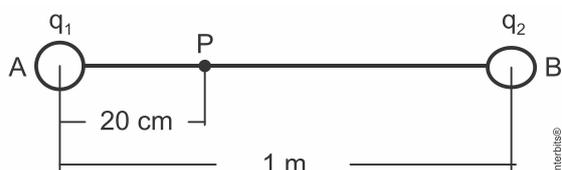
- $10^{-3} \mu\text{C}$ , negativa
- $10^{-5} \mu\text{C}$ , positiva
- $10^{-5} \mu\text{C}$ , negativa
- $10^{-4} \mu\text{C}$ , positiva
- $10^{-4} \mu\text{C}$ , negativa

2. (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  $2 \times 10^3$  V/m, uma das esferas, de massa  $3,2 \times 10^{-15}$  kg, permanecia com velocidade constante no interior da câmara. Essa esfera tem

Note e adote:

- carga do elétron =  $-1,6 \times 10^{-19}$  C
  - carga do próton =  $+1,6 \times 10^{-19}$  C
  - aceleração local da gravidade =  $10 \text{ m/s}^2$
- o mesmo número de elétrons e de prótons.
  - 100 elétrons a mais que prótons.
  - 100 elétrons a menos que prótons.
  - 2000 elétrons a mais que prótons.
  - 2000 elétrons a menos que prótons.

3. (G1 - ifsul 2017) 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

- a)  $3,0 \times 10^6$  N/C
- b)  $3,6 \times 10^6$  N/C
- c)  $4,0 \times 10^6$  N/C
- d)  $4,5 \times 10^6$  N/C

4. (Pucrj 2013) 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.

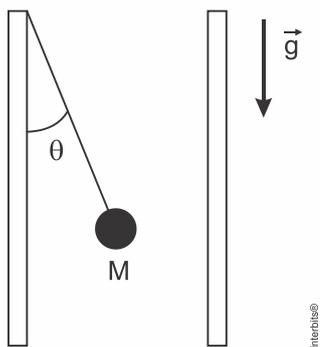
Considere  $k_C = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

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

5. (Espcex (Aman) 2016) Uma pequena esfera de massa M igual a 0,1 kg e carga elétrica  $q = 1,5 \mu\text{C}$  está, em equilíbrio estático, no interior de um campo elétrico uniforme gerado por duas placas paralelas verticais carregadas com cargas elétricas de sinais opostos. A esfera está suspensa por um fio isolante preso a uma das placas conforme o desenho abaixo. A intensidade, a direção e o sentido do campo elétrico são, respectivamente,

Dados:  $\cos\theta = 0,8$  e  $\sin\theta = 0,6$

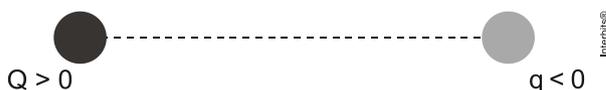
intensidade da aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$



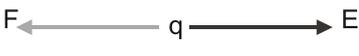
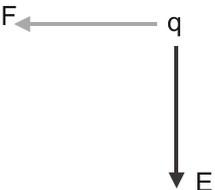
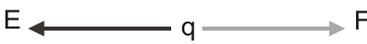
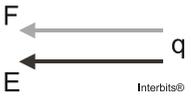
desenho ilustrativo - fora de escala

- a)  $5 \cdot 10^5$  N/C, horizontal, da direita para a esquerda.
- b)  $5 \cdot 10^5$  N/C, horizontal, da esquerda para a direita.
- c)  $9 \cdot 10^5$  N/C, horizontal, da esquerda para a direita.
- d)  $9 \cdot 10^5$  N/C, horizontal, da direita para a esquerda.
- e)  $5 \cdot 10^5$  N/C, vertical, de baixo para cima.

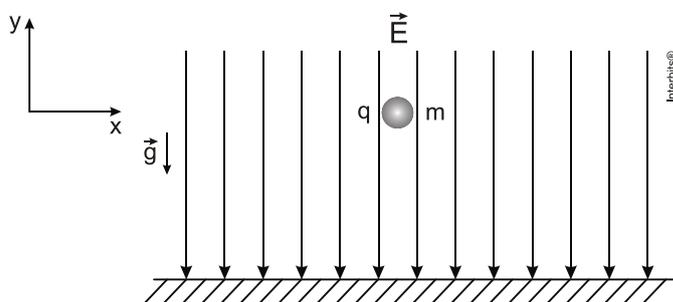
6. (Uea 2014) Duas cargas elétricas puntiformes, Q e q, sendo Q positiva e q negativa, são mantidas a uma certa distância uma da outra, conforme mostra a figura.



A força elétrica  $F$ , que a carga negativa  $q$  sofre, e o campo elétrico  $E$ , presente no ponto onde ela é fixada, estão corretamente representados por

- a) 
- b) 
- c) 
- d) 
- e) 

7. (Ufjf 2010) Junto ao solo, a céu aberto, o campo elétrico da Terra é  $E = 150 \text{ N/C}$  e está dirigido para baixo como mostra a figura. Adotando a aceleração da gravidade como sendo  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e desprezando a resistência do ar, a massa  $m$ , em gramas, de uma esfera de carga  $q = -4 \mu\text{C}$ , para que ela fique em equilíbrio no campo gravitacional da Terra, é:



- a) 0,06.  
b) 0,5.  
c) 0,03.  
d) 0,02.  
e) 0,4.

8. (Udesc 2011) 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  $500 \text{ N/C}$ , é:

- a) + 40 nC  
b) + 40  $\mu\text{C}$   
c) + 40 mC  
d) - 40  $\mu\text{C}$   
e) - 40 mC

9. (Upf 2012) Uma pequena esfera de 1,6 g de massa é eletrizada retirando-se um número  $n$  de elétrons. Dessa forma, quando a esfera é colocada em um campo elétrico uniforme de  $1 \times 10^9 \text{ N/C}$ , na direção vertical para cima, a esfera fica flutuando no ar em equilíbrio. Considerando que a aceleração gravitacional local  $g$  é  $10 \text{ m/s}^2$  e a carga de um elétron é  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , pode-se afirmar que o número de elétrons retirados da esfera é:

- a)  $1 \times 10^{19}$
- b)  $1 \times 10^{10}$
- c)  $1 \times 10^9$
- d)  $1 \times 10^8$
- e)  $1 \times 10^7$

10. (G1 - cftmg 2011) Em um campo elétrico uniforme, uma partícula carregada positivamente com  $20 \mu\text{C}$  está sujeita a uma força elétrica de módulo  $10 \text{ N}$ . 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.

11. (Upf 2015) 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  $20 \text{ kN/C}$ , 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  $10 \text{ m/s}^2$  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:

- a)  $3,0 \times 10^{12}$
- b)  $1,0 \times 10^{13}$
- c)  $1,0 \times 10^{10}$
- d)  $2,0 \times 10^{12}$
- e)  $3,0 \times 10^{11}$

12. (Uece 2015) 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, é correto afirmar que

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

13. (Upf 2014) Durante uma experiência em um laboratório de física, um balão (desses usados em festas de aniversário) cheio de ar, de massa total  $m = 1 \text{ g}$ , carregado eletricamente com uma carga  $q$  negativa, flutua estaticamente numa região do espaço onde existe um campo elétrico uniforme na direção vertical e no sentido de cima para baixo. Desprezando-se o empuxo sobre o balão e considerando que a aceleração gravitacional local é  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e que o valor do campo elétrico é de  $50 \text{ N/C}$ , pode-se afirmar que a carga elétrica do balão é de:

- a)  $200 \mu\text{C}$
- b)  $2 \text{ mC}$
- c)  $2 \times 10^{-1} \text{ C}$
- d)  $5 \text{ mC}$
- e)  $5 \mu\text{C}$

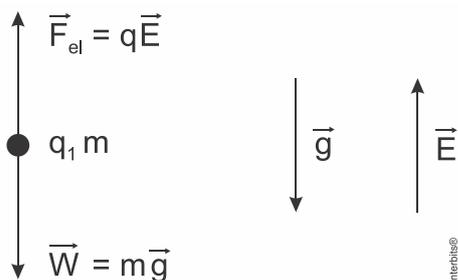
14. (Pucrs 2014) Uma pequena esfera de peso  $6,0 \cdot 10^{-3} \text{ N}$  e carga elétrica  $10,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  encontra-se suspensa verticalmente por um fio de seda, isolante elétrico e de massa desprezível. A esfera está no interior de um campo elétrico uniforme de  $300 \text{ N/C}$ , orientado na vertical e para baixo. Considerando que a carga elétrica da esfera é, inicialmente, positiva e,

posteriormente, negativa, as forças de tração no fio são, respectivamente,

- a)  $3,5 \cdot 10^{-3}$  N e  $1,0 \cdot 10^{-3}$  N
- b)  $4,0 \cdot 10^{-3}$  N e  $2,0 \cdot 10^{-3}$  N
- c)  $5,0 \cdot 10^{-3}$  N e  $2,5 \cdot 10^{-3}$  N
- d)  $9,0 \cdot 10^{-3}$  N e  $3,0 \cdot 10^{-3}$  N
- e)  $9,5 \cdot 10^{-3}$  N e  $4,0 \cdot 10^{-3}$  N

**Gabarito:**
**Resposta da questão 1:**

[D]



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  $\mu\text{C}$ , tem-se:

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

**Resposta da questão 2:**

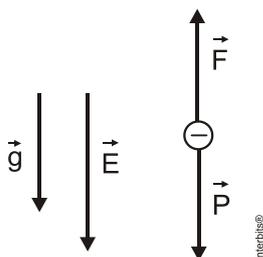
[B]

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 3:

[B]

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

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

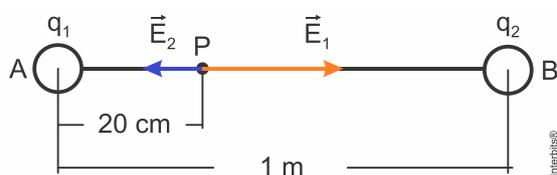
$$E_1 = \frac{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \cdot 20 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2} \Rightarrow E_1 = 45 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ de intensidade e sentido para direita de } q_1.$$

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:



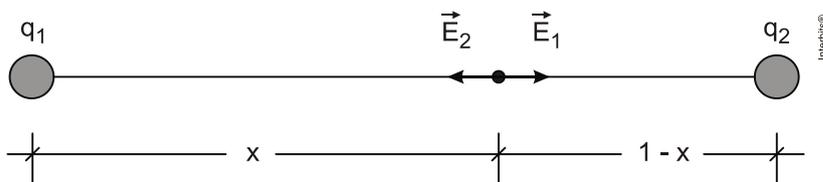
Logo, o campo resultante tem direção horizontal, no sentido de A para B, cuja intensidade é dada pela soma vetorial dos campos de cada carga em P :

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

### Resposta da questão 4:

[B]

Observe a figura abaixo.



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

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

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{1}{x^2}} = \sqrt{\frac{2}{(1-x)^2}} \Rightarrow |x\sqrt{2}| = |1-x|$$

De onde obtemos:

$$x\sqrt{2} = 1-x \quad x\sqrt{2} = -1+x$$

$$x(\sqrt{2}+1) = 1 \quad \text{ou} \quad x(\sqrt{2}-1) = -1$$

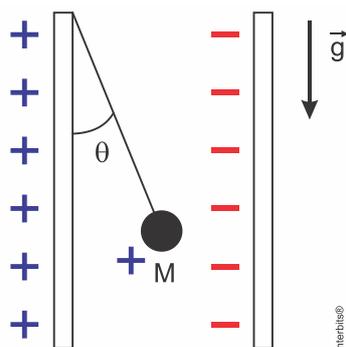
$$x \cong 0,4 \text{ m} \quad x \cong -2,5 \text{ m (não convém)}$$

Portanto,  $x = 0,4 \text{ m}$ .

### Resposta da questão 5:

[B]

Como a carga é positiva (enunciado), as polaridades das placas só podem ser conforme figura abaixo, para que a placa da esquerda “empurre” a carga para a direita.



Assim, podemos dizer que a força elétrica atuando na carga é da esquerda para a direita.

Como para uma carga positiva o campo elétrico e a força elétrica têm a mesma direção e sentido, o campo elétrico terá direção horizontal.

Assim, utilizando as relações de um triângulo, podemos dizer que as forças atuando na esfera eletrizada, são:

$$\frac{F_e}{P} = \text{tg}(\theta) = \frac{\text{sen}(\theta)}{\text{cos}(\theta)}$$

$$\frac{E \cdot q}{m \cdot g} = \frac{0,6}{0,8}$$

$$E = \frac{0,6 \cdot 0,1 \cdot 10}{0,8 \cdot (1,5 \cdot 10^{-6})}$$

$$E = 5 \cdot 10^5 \text{ N/C}$$

**Resposta da questão 6:**

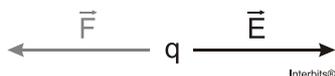
[B]

**Nota:** o enunciado apresenta falhas, pois a força elétrica e o vetor campo elétrico deveriam ter notação vetorial, como destacado abaixo:

“A força elétrica  $\vec{F}$ , que a carga negativa  $q$  sofre, e o campo elétrico  $\vec{E}$ , presente...”

As figuras das alternativas também ficariam melhores se fossem usadas notações vetoriais.

Sendo  $Q > 0$ , ela gera campo elétrico de afastamento; como  $q < 0$ , ela sofre força em sentido oposto ao do campo, conforme ilustrado.



**Resposta da questão 7:**

[A]

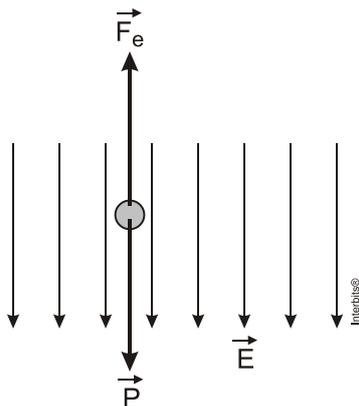
$$P = F_{\text{elet}} \Rightarrow m g = |q| E \Rightarrow m = \frac{|q| E}{g} = \frac{4 \times 10^{-6} \times 150}{10} = 60 \times 10^{-6} \text{ kg} = 6 \times 10^{-2} \text{ g} \Rightarrow$$

$$m = 0,06 \text{ g.}$$

**Resposta da questão 8:**

[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 da questão 9:**

[D]

Dados:  $m = 1,6 \text{ g} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ;  $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;  $E = 1 \times 10^9 \text{ N/C}$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

Como a esfera está em equilíbrio, a força eletrostática equilibra o peso:

$$F = P \Rightarrow |q|E = mg \Rightarrow neE = mg \Rightarrow n = \frac{mg}{eE} \Rightarrow$$

$$n = \frac{1,6 \times 10^{-3} \times 10}{1,6 \times 10^{-19} \times 10^9} \Rightarrow n = 1 \times 10^8.$$

**Resposta da questão 10:**

[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  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ .

Como a intensidade do campo não muda, podemos escrever:  $\frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2}$

$$\rightarrow \frac{10}{20} = \frac{F_2}{10} \rightarrow F_2 = 5,0N.$$

**Resposta da questão 11:**

[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:

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

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:

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

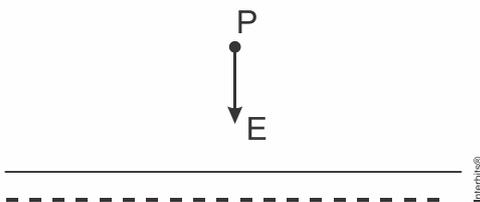
**Resposta da questão 12:**

[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 da questão 13:**

Sem resposta.

**Gabarito Oficial:** [A]

**Gabarito SuperPro®:** Sem resposta.

O próprio enunciado afirma que a carga do balão é negativa, mas não coloca o sinal (-) em nenhuma das opções, que apresentam apenas o **módulo** dessa carga.

Se o balão está em equilíbrio, a intensidade da força elétrica é igual à do peso.

$$F_{el} = P \Rightarrow |q|E = mg \Rightarrow |q| = \frac{mg}{E} = \frac{10^{-1} \cdot 10}{50} = 2 \times 10^{-4} \Rightarrow |q| = 200 \times 10^{-6} \text{ C} \Rightarrow$$

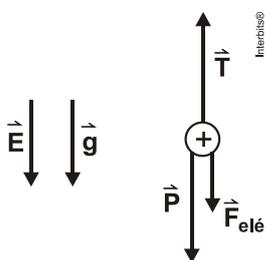
$$q = -200 \mu\text{C}.$$

**Resposta da questão 14:**

[D]

As duas situações são de equilíbrio, sendo nula a força resultante na pequena esfera.

Inicialmente:

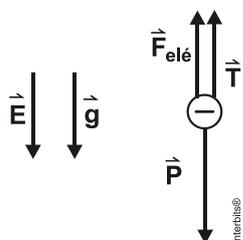


$$T = P + F_{elé} \Rightarrow T = P + |q|E \Rightarrow$$

$$T = 6 \times 10^{-3} + 10 \times 10^{-6} \times 300 = 6 \times 10^{-3} + 3 \times 10^{-3} \Rightarrow$$

$$T = 9 \times 10^{-3} \text{ N}.$$

Posteriormente:



$$T + F_{\text{elé}} = P \Rightarrow T + |q|E = P \Rightarrow$$

$$T = 6 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-6} \times 300 = 6 \times 10^{-3} - 3 \times 10^{-3} \Rightarrow$$

$$T = 3 \times 10^{-3} \text{ N.}$$

ig