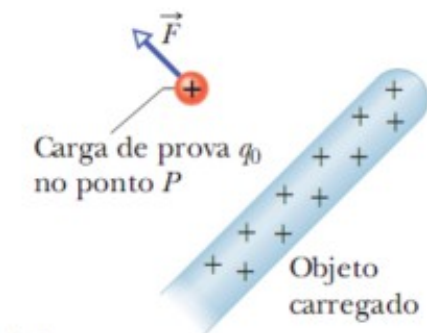


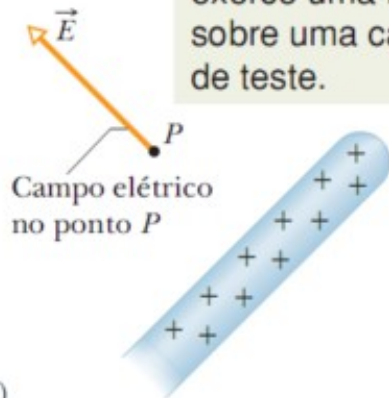
# **Campos Elétricos**

# 1 - O CAMPO ELÉTRICO



(a)

O campo elétrico criado pela barra exerce uma força sobre uma carga de teste.



(b)

(a) Uma carga de prova positiva  $q_0$  colocada em um ponto  $P$  nas proximidades de um objeto carregado. Uma força eletrostática  $\vec{F}$  age sobre a carga de prova. (b) O campo elétrico  $\vec{E}$  no ponto  $P$  produzido por um objeto carregado.

O campo elétrico é um *Campo VETORIAL*

O campo elétrico  $\mathbf{E}$  consiste em uma distribuição de vetores na região em torno de um objeto eletricamente carregado, como um bastão de vidro.

Podemos definir o campo elétrico em um ponto nas proximidades de um objeto carregado, como o ponto  $P$  da figura da seguinte forma:

- Uma carga de prova positiva  $q_0$ , colocada no ponto, experimenta uma força eletrostática  $\mathbf{F}$ .
- O campo elétrico no ponto  $P$  é dado pela equação

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (\text{campo elétrico})$$

A unidade de campo elétrico do SI é o Newton por Coulomb (N/C).

# 1 - O CAMPO ELÉTRICO

**Tabela 1**

## **Alguns Campos Elétricos**

Local ou Situação	Valor (N/C)
Superfície de um núcleo de urânio	$3 \times 10^{21}$
Átomo de hidrogênio, a uma distância de $5,29 \times 10^{-11}$ m do núcleo	$5 \times 10^{11}$
Ruptura dielétrica do ar	$3 \times 10^6$
Perto da superfície carregada de uma fotocopadora	$10^5$
Perto de um pente carregado	$10^3$
Atmosfera inferior	$10^2$
Interior de um fio de cobre de uma instalação residencial	$10^{-2}$

## 2 - LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO

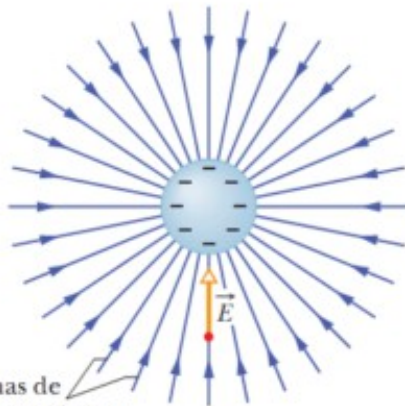


As linhas de campo elétrico se afastam das cargas positivas (onde começam) e se aproximam das cargas negativas (onde terminam).



$\vec{F}$   
Carga de  
prova positiva

(a)



Linhas de  
campo elétrico

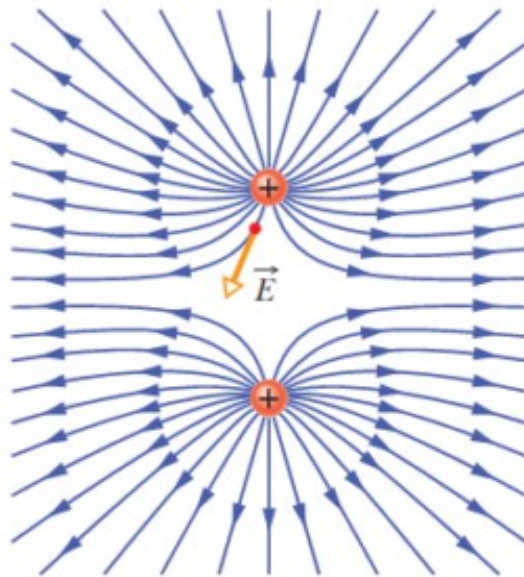
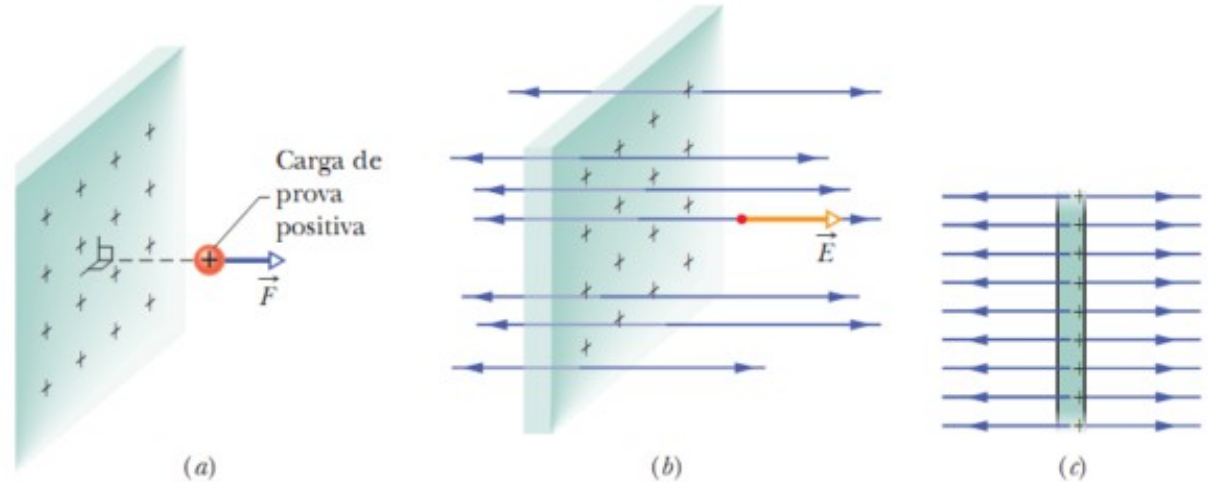
(b)

(a) Uma força eletrostática  $\vec{F}$  age sobre uma carga de prova positiva colocada nas proximidades de uma esfera que contém uma distribuição uniforme de cargas negativas. (b) O vetor campo elétrico  $\vec{E}$  na posição da carga de prova e as linhas de campo no espaço que cerca a esfera. As linhas de campo elétrico *terminam* na esfera negativamente carregada. (As linhas têm origem em cargas positivas distantes.)

- Em qualquer ponto, a orientação de uma linha de campo retilínea ou a orientação da tangente a uma linha de campo não retilínea é a orientação do campo  $\mathbf{E}$  nesse ponto.
- As linhas de campo são desenhadas de tal forma que o número de linhas por unidade de área, medido em um plano perpendicular às linhas, é proporcional ao módulo de  $\mathbf{E}$ .
- Assim,  $\mathbf{E}$  tem valores elevados nas regiões em que as linhas de campo estão próximas e valores pequenos nas regiões em que as linhas de campo estão afastadas.

## 2 - LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO

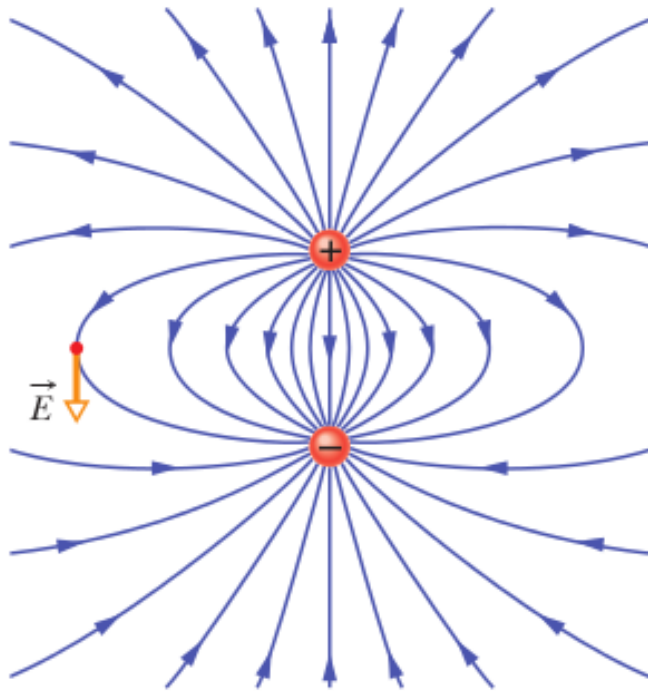
(a) Uma força eletrostática  $\vec{F}$  age sobre uma carga de prova positiva colocada nas proximidades de uma placa muito grande, não condutora, com uma distribuição uniforme de cargas positivas em uma das superfícies. (b) O vetor campo elétrico  $\vec{E}$  na posição da carga de prova e as linhas de campo nas vizinhanças da placa. As linhas de campo elétrico *começam* na placa positivamente carregada. (c) Vista lateral de (b).



Linhas de campo para duas cargas pontuais positivas iguais. As cargas se repelem. (As linhas terminam em cargas negativas distantes.) Para visualizar o padrão tridimensional das linhas de campo, gire mentalmente a figura em torno de um eixo passando pelas cargas. O padrão tridimensional das linhas de campo e o campo elétrico que as linhas representam possuem *simetria rotacional* em relação a esse eixo. A figura mostra também o vetor campo elétrico em um ponto do espaço; o vetor é tangente à linha de campo que passa pelo ponto.



## 2 - LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO



Linhas de campo para uma carga pontual positiva e uma carga pontual negativa de mesmo valor absoluto situada nas proximidades. As cargas se atraem. O padrão tridimensional de linhas de campo e o campo elétrico que as linhas representam possuem simetria rotacional em relação a um eixo passando pelas cargas. A figura mostra também o vetor campo elétrico em um ponto do espaço; o vetor é tangente à linha de campo que passa pelo ponto.

### 3 - CAMPO ELÉTRICO PRODUZIDO POR UMA CARGA PONTUAL

Para determinar o campo elétrico produzido a uma distância  $r$  de uma carga pontual  $q$ , colocamos uma carga de prova positiva  $q_0$  nesse ponto.

O sentido de  $\vec{F}$  é para longe da carga pontual, se  $q$  for positiva, e na direção da carga pontual, se  $q$  for negativa. O vetor campo elétrico é dado por

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r} \quad (\text{carga pontual})$$

O campo elétrico total produzido por várias cargas pontuais pode ser determinado usando o princípio da superposição. Se uma carga de teste positiva  $q_0$  é colocada nas proximidades de  $n$  cargas pontuais  $q_1, q_2, \dots, q_n$ , a carga de prova é submetida a uma força resultante  $\vec{F}$  dada por

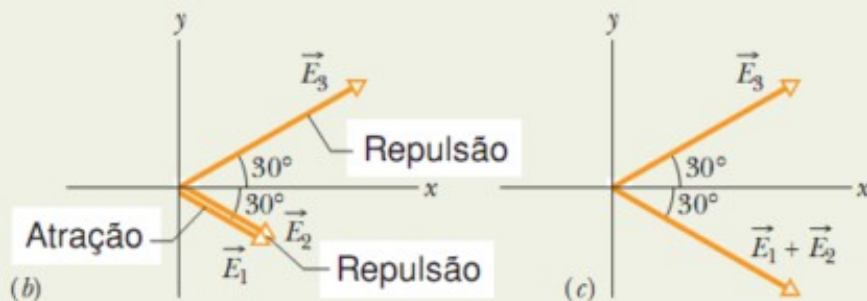
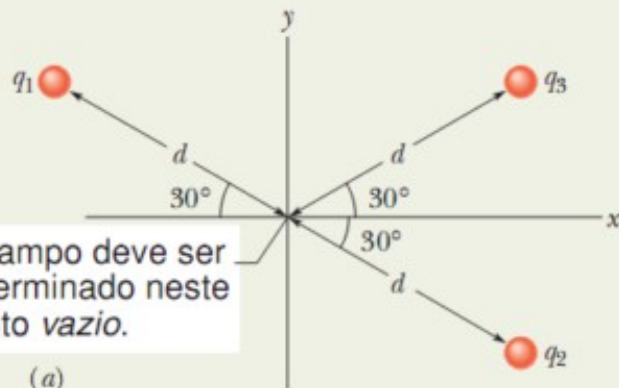
$$\vec{F}_0 = \vec{F}_{01} + \vec{F}_{02} + \dots + \vec{F}_{0n}$$

O campo elétrico na posição da carga é

$$\begin{aligned} \vec{E} &= \frac{\vec{F}_0}{q_0} = \frac{\vec{F}_{01}}{q_0} + \frac{\vec{F}_{02}}{q_0} + \dots + \frac{\vec{F}_i}{q_0} + \dots + \frac{\vec{F}_n}{q_0} \\ &= \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_i + \dots + \vec{E}_n \end{aligned}$$

# EXEMPLO 1: CAMPO ELÉTRICO PRODUZIDO POR TRÊS CARGAS

A Fig. (a) mostra três partículas de cargas  $q_1 = +2Q$ ,  $q_2 = -2Q$  e  $q_3 = -4Q$ , todas situadas a uma distância  $d$  da origem. Determine o campo elétrico total  $\vec{E}$  produzido na origem pelas três partículas.



(a) Três partículas com cargas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$ , situadas à mesma distância  $d$  da origem. (b) Os vetores campo elétrico  $\vec{E}_1$ ,  $\vec{E}_2$  e  $\vec{E}_3$  produzidos na origem pelas três partículas. (c) O vetor campo elétrico  $\vec{E}_3$  e a soma vetorial  $\vec{E}_1 + \vec{E}_2$  na origem.

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q}{d^2}$$

$$\begin{aligned} E_1 + E_2 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q}{d^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2Q}{d^2} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4Q}{d^2} \end{aligned}$$

Observando a Fig. (c), vemos que as componentes  $y$  dos dois vetores se cancelam e as componentes  $x$  são iguais e se somam. Assim, o campo elétrico total na origem está orientado no sentido do semieixo  $x$  positivo e o módulo do vetor é

$$\begin{aligned} E &= 2E_{3x} = 2E_3 \cos 30^\circ \\ &= (2) \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4Q}{d^2} (0,866) = \frac{6,93Q}{4\pi\epsilon_0 d^2} \end{aligned}$$



# 4 - CAMPO ELÉTRICO PRODUZIDO POR UMA LINHA DE CARGAS

Quando lidamos com distribuições contínuas de cargas, é conveniente expressar a carga de um objeto em termos de uma *densidade de cargas* em vez da carga total. No caso de uma linha de cargas, por exemplo, usamos a *densidade linear de cargas* (ou carga por unidade de comprimento)  $\lambda$ , cuja unidade no SI é o coulomb por metro. A Tabela (2) mostra outras densidades de cargas que também são usadas.

**Tabela 2**

**Algumas Medidas de Carga Elétrica**

Nome	Símbolo	Unidade do SI
Carga	$q$	C
Densidade linear de cargas	$\lambda$	C/m
Densidade superficial de cargas	$\sigma$	C/m <sup>2</sup>
Densidade volumétrica de cargas	$\rho$	C/m <sup>3</sup>

## 6 - UMA CARGA PONTUAL NUM CAMPO ELÉTRICO

Na presença de um campo elétrico  $\vec{E}$ , uma partícula de carga  $q$  é submetida a uma força dada por:

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

Equação 1

Isso significa que:



A força eletrostática  $\vec{F}$  que age sobre uma partícula carregada submetida a um campo elétrico  $\vec{E}$  tem o mesmo sentido que  $\vec{E}$  se a carga  $q$  da partícula for positiva e o sentido oposto se a carga  $q$  for negativa.



# **TESTES DE MÚLTIPLA ESCOLHA**

1. O campo elétrico está diretamente relacionado:

- A) ao momento de uma carga de prova;
- B) à energia cinética de uma carga de prova;
- C) à energia potencial de uma carga de prova;
- D) à força que age sobre uma carga de prova;
- E) à carga de uma carga de prova.

2. Na definição de campo elétrico, a carga de prova:

- A) tem carga zero;
- B) tem um valor absoluto de  $1\text{C}$ ;
- C) tem um valor absoluto de  $1,6 \times 10^{-19}\text{C}$ ;
- D) deve ser um elétron;
- E) Nenhuma das respostas acima.

3. O experimentador A usa uma carga de prova  $q_0$  e o experimentador B usa uma carga de prova  $2q_0$  para medir o campo elétrico produzido por uma carga estacionária. O valor do campo medido por A:

- A) é igual ao valor do campo medido por B;
- B) é maior que o valor do campo medido por B;
- C) é menor que o valor do campo medido por B;
- D) pode ser maior ou menor que o valor do campo medido por B, dependendo da massa das cargas de prova;
- E) pode ser maior ou menor que o valor do campo medido por B, dependendo da aceleração das cargas de prova.



4. A unidade de campo elétrico do SI é:

- A)  $N \times C^2$ ;
- B)  $C/N$ ;
- C)  $N$ ;
- D)  $N/C$ ;
- E)  $C/m^2$ .

5. O campo elétrico pode ser medido em:

- A)  $J/(C \cdot m)$ ;
- B)  $J/C$ ;
- C)  $J \cdot C$ ;
- D)  $J/m$ ;
- E) Nenhuma das respostas acima.

6. As linhas de campo elétrico . . .

- A) são trajetórias de uma carga de prova;
- B) são vetores na direção do campo elétrico;
- C) são curvas fechadas;
- D) se cruzam na região entre duas cargas pontuais.
- E) Nenhuma das respostas acima.

7. Duas cascas esféricas finas, uma de raio  $R$  e a outra de raio  $2R$ , envolvem uma partícula carregada pontual. A razão entre o número de linhas de campo que atravessam a casca maior e o número de linhas que atravessam a casca menor é:

- A) 1;
- B) 2;
- C) 4;
- D)  $\frac{1}{2}$ ;
- E)  $\frac{1}{4}$ .

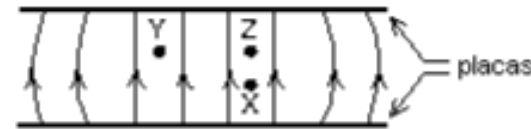
8. Um livro de física mostra uma região do espaço. Nessa região, duas linhas de campo elétrico se cruzam. Concluimos que:

- A) pelo menos duas cargas pontuais estão presentes;
- B) um condutor elétrico está presente;
- C) um isolante está presente;
- D) o campo aponta em duas direções no mesmo lugar;
- E) o autor cometeu um erro.

9. Indique a afirmação correta em relação às linhas de campo elétrico:

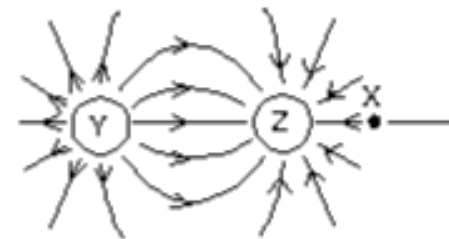
- A) As linhas de campo elétrico podem se cruzar;
- B) A concentração de linhas de campo elétrico é maior nas regiões em que o campo é mais intenso;
- C) As linhas de campo apontam para longe de cargas negativas;
- D) Uma carga pontual liberada a partir do repouso se move ao longo de uma linha de campo;
- E) Nenhuma das afirmações acima está correta.

10. A figura mostra as linhas de campo elétrico que existem entre duas placas metálicas carregadas. Concluimos que:



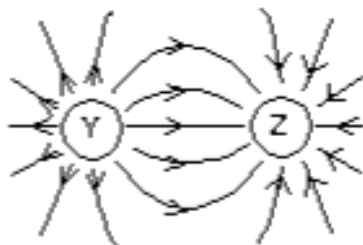
- A) a placa de cima está positiva em relação à placa de baixo;
- B) um próton colocado no ponto X é submetido à mesma força que se estivesse no ponto Y;
- C) um próton colocado no ponto X é submetido a uma força maior que se estivesse no ponto Z;
- D) um próton colocado no ponto X é submetido a uma força menor que se estivesse no ponto Z;
- E) um elétron colocado no ponto X pode ter seu peso equilibrado pela força elétrica.

11. A figura mostra as linhas de campo elétrico numa região do espaço que contém duas pequenas esferas carregadas, Y e Z. Podemos afirmar que:



- A) Y é uma carga negativa e Z é uma carga positiva;
- B) o módulo do campo elétrico é o mesmo em todos os pontos da região;
- C) o campo elétrico é mais intenso a meio caminho entre as esferas;
- D) o campo elétrico é diferente de zero em todo o espaço (a não ser a uma distância infinita das duas esferas);
- E) Y e Z são cargas de mesmo sinal.

12. A figura mostra as linhas de campo elétrico em uma região do espaço que contém duas pequenas esferas carregadas, Y e Z. Podemos afirmar que:



- A) Y é uma carga negativa e Z é uma carga positiva;
- B) o módulo do campo elétrico é o mesmo em todos os pontos da região;
- C) o campo elétrico é mais intenso a meio caminho entre as esferas;
- D) Y é uma carga positiva e Z é uma carga negativa;
- E) Y e Z são cargas de mesmo sinal.

13. Se  $k = 1/(4\pi\epsilon_0)$ , o módulo do campo elétrico a uma distância  $r$  de uma carga pontual  $q$  é:

- A)  $kq/r$ ;
- B)  $kr/q$ ;
- C)  $kq/r^3$ ;
- D)  $kq/r^2$ ;
- E)  $kq^2/r^2$ .

14. O campo elétrico a uma distância de 10cm de uma carga pontual de  $2 \times 10^{-9} \text{C}$  é:

- A) 1,8N/C;
- B) 180N/C;
- C) 18N/C;
- D) 1800N/C;
- E) Nenhuma das respostas acima.

15. Uma carga pontual produz um campo elétrico de módulo  $E$  em um ponto situado a 2m de distância. Um ponto no qual o módulo do campo é  $E/4$  está:

- A) a 1m de distância da carga;
- B) a 0,5m de distância da carga;
- C) a 2m de distância da carga;
- D) a 4m de distância da carga;
- E) a 8m de distância da carga.

16. Uma partícula pontual produz um campo elétrico de módulo  $E$  em um ponto situado a 2m de distância. Em um ponto situado a 1m de distância da partícula, o módulo do campo elétrico é:

- A)  $E$ ;
- B)  $2E$ ;
- C)  $4E$ ;
- D)  $E/2$ ;
- E)  $E/4$ .



17. Dois prótons,  $p_1$  e  $p_2$ , estão no eixo x, como mostra a figura. A orientação do campo elétrico nos pontos 1, 2 e 3, nessa ordem, é:

- A)  $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ ;
- B)  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ ;
- C)  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ ,  $\rightarrow$ ;
- D)  $\leftarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\leftarrow$ ;
- E)  $\leftarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$ .

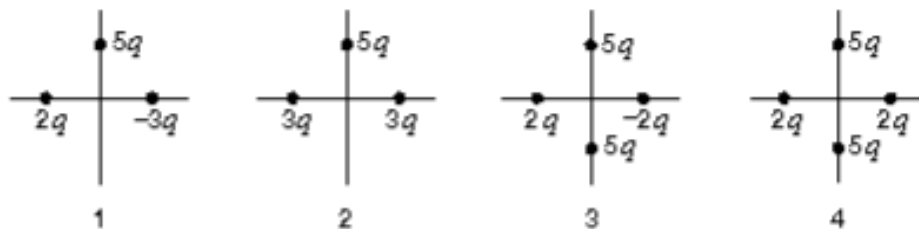


18. Duas cargas pontuais,  $q_1$  e  $q_2$ , estão a uma distância  $r$  uma da outra. O campo elétrico é nulo em um ponto P do segmento de reta que liga as cargas. Podemos concluir que:

- A)  $q_1$  e  $q_2$  têm o mesmo valor absoluto e o mesmo sinal;
- B) P é o ponto médio do segmento de reta que liga as cargas;
- C)  $q_1$  e  $q_2$  têm o mesmo sinal, mas não necessariamente o mesmo valor absoluto;
- D)  $q_1$  e  $q_2$  têm o mesmo valor absoluto e sinais opostos;
- E)  $q_1$  e  $q_2$  têm sinais opostos e podem ter valores absolutos diferentes.

19. A figura mostra quatro distribuições de cargas. As cargas estão todas à mesma distância da origem. O campo elétrico na origem:

- A) é maior na distribuição 1;
- B) é maior na distribuição 3;
- C) é nulo na distribuição 3;
- D) aponta verticalmente para baixo na distribuição 1;
- E) aponta verticalmente para baixo na distribuição 3.



20. A figura mostra uma carga pontual positiva  $Q$  e uma carga pontual negativa  $-Q$ . A orientação do campo elétrico no ponto  $P$ , situado na mediatriz do segmento de reta que liga as duas cargas, é:

- A)  $\uparrow$ ;
- B)  $\downarrow$ ;
- C)  $\rightarrow$ ;
- D)  $\leftarrow$ ;
- E) O campo elétrico é nulo no ponto  $P$ .



22. Duas partículas pontuais, uma de carga  $+8 \times 10^{-9} \text{C}$  e outra de carga  $-2 \times 10^{-9} \text{C}$ , estão separadas por uma distância de 4m. O campo elétrico no ponto médio do segmento de reta que liga as duas cargas, em N/C, é

- A)  $9 \times 10^9$ ;
- B) 13.500;
- C) 135.000;
- D)  $36 \times 10^9 \text{C}$ ;
- E) 22,5.

23. Duas cargas pontuais estão situadas em dois dos vértices de um triângulo equilátero, e o campo elétrico no terceiro vértice é nulo. Podemos concluir que:

- A) as cargas têm sinais opostos e o mesmo valor absoluto;
- B) as cargas têm sinais opostos e valores absolutos diferentes;
- C) as cargas são iguais;
- D) as cargas têm o mesmo sinal e valores absolutos diferentes;
- E) existe pelo menos mais uma carga envolvida.

24. Duas cargas iguais estão situadas em dois dos vértices de um triângulo equilátero. Uma terceira carga é colocada em uma posição tal que o campo elétrico no terceiro vértice do triângulo é nulo. Para que isso aconteça, é preciso que a terceira carga . . .

- A) esteja na mediatriz do segmento de reta que liga as outras duas cargas;
- B) esteja no segmento de reta que liga as outras duas cargas;
- C) seja igual às outras duas cargas;
- D) tenha o mesmo valor absoluto que as outras duas cargas e o sinal oposto;
- E) esteja no centro do triângulo.

26. Uma carga total de  $6,3 \times 10^{-8} \text{C}$  está distribuída uniformemente em uma esfera com 2,7cm de raio. A densidade volumétrica de carga é:

- A)  $3,7 \times 10^{-7} \text{C/m}^3$ ;
- B)  $6,9 \times 10^{-6} \text{C/m}^3$ ;
- C)  $6,9 \times 10^{-6} \text{C/m}^2$ ;
- D)  $2,5 \times 10^{-4} \text{C/m}^3$ ;
- E)  $7,6 \times 10^{-4} \text{C/m}^3$ .

27. A superfície de uma esfera condutora com 2,7cm de raio é carregada com uma densidade superficial de carga uniforme de  $6,9 \times 10^{-6} \text{C/m}^2$ . A carga total da esfera é:

- A)  $5,6 \times 10^{-10} \text{C}$ ;
- B)  $2,1 \times 10^{-8} \text{C}$ ;
- C)  $4,7 \times 10^{-8} \text{C}$ ;
- D)  $6,3 \times 10^{-8} \text{C}$ ;
- E)  $9,5 \times 10^{-3} \text{C}$ .

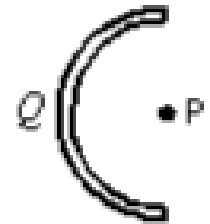
28. Uma casca esférica possui um raio interno de 3,7cm e um raio externo de 4,5cm. Se uma carga elétrica está distribuída uniformemente na casca com uma densidade volumétrica de  $6,1 \times 10^{-4} \text{C/m}^3$ , a carga total é:

- A)  $1,0 \times 10^{-7} \text{C}$ ;
- B)  $1,3 \times 10^{-7} \text{C}$ ;
- C)  $2,0 \times 10^{-7} \text{C}$ ;
- D)  $2,3 \times 10^{-7} \text{C}$ ;
- E)  $4,0 \times 10^{-7} \text{C}$ .

29. Se uma carga de  $6,1 \times 10^{-7} \text{C}$  está distribuída uniformemente em um cilindro com 2,1cm de raio e 8,8cm de altura, a densidade volumétrica de carga é:

- A)  $5,3 \times 10^{-5} \text{C/m}^3$ ;
- B)  $5,3 \times 10^{-5} \text{C/m}^3$ ;
- C)  $8,5 \times 10^{-4} \text{C/m}^3$ ;
- D)  $5,0 \times 10^{-3} \text{C/m}^3$ ;
- E)  $6,3 \times 10^{-2} \text{C/m}^3$ .

30. Uma carga positiva  $Q$  está distribuída uniformemente em uma barra semicircular. Qual é a orientação do campo elétrico no ponto P, o centro do semicírculo?

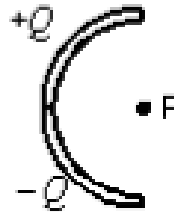


- A)  $\uparrow$ ;
- B)  $\downarrow$ ;
- C)  $\leftarrow$ ;
- D)  $\rightarrow$ ;
- E)  $\nearrow$ .



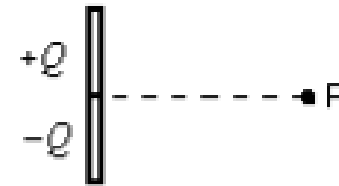
31. Uma carga positiva  $+Q$  está distribuída uniformemente na metade superior de uma barra semicircular, e uma carga negativa  $-Q$  está distribuída uniformemente na metade inferior. Qual é a orientação do campo elétrico no ponto P, o centro do semicírculo?

- A)  $\uparrow$ ;
- B)  $\downarrow$ ;
- C)  $\leftarrow$ ;
- D)  $\rightarrow$ ;
- E)  $\nearrow$ .



32. Uma carga positiva  $+Q$  está distribuída uniformemente na metade superior de uma barra, e uma carga negativa  $-Q$  está distribuída uniformemente na metade inferior. Qual é a orientação do campo elétrico no ponto P, situado na mediatriz da barra?

- A)  $\uparrow$ ;
- B)  $\downarrow$ ;
- C)  $\leftarrow$ ;
- D)  $\rightarrow$ ;
- E)  $\nearrow$ .



33. O campo elétrico produzido por uma casca esférica com uma distribuição uniforme de carga é 0 (zero):

- A) em todos os pontos do espaço;
- B) em nenhum ponto do espaço;
- C) apenas no centro da casca;
- D) apenas no interior da casca;
- E) apenas do lado de fora da casca.

34. Uma partícula carregada é colocada em uma região onde existe um campo elétrico não uniforme. A força exercida sobre a partícula é zero:

- A) nos pontos em que o campo elétrico é zero;
- B) nos pontos em que o módulo do campo elétrico é  $1/(1,6 \times 10^{-19}) \text{ N/C}$ ;
- C) se a partícula estiver se movendo ao longo de uma linha de campo elétrico;
- D) se a partícula estiver se movendo perpendicularmente às linhas de campo elétrico;
- E) se o campo for produzido por cargas de mesmo valor absoluto e sinais opostos.

35. O módulo da força exercida por um campo elétrico de  $400 \text{ N/C}$  em uma carga pontual de  $0,02 \text{ C}$  é:

- A)  $8,0 \text{ N}$ ;
- B)  $8 \times 10^{-5} \text{ N}$ ;
- C)  $8 \times 10^{-3} \text{ N}$ ;
- D)  $0,08 \text{ N}$ ;
- E)  $2 \times 10^{11} \text{ N}$ ;

36. Um campo elétrico de  $200 \text{ N/C}$  aponta no sentido positivo do eixo  $x$ . A força que o campo exerce sobre um elétron é:

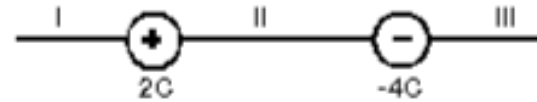
- A)  $200 \text{ N}$ , no sentido positivo do eixo  $x$ ;
- B)  $200 \text{ N}$ , no sentido negativo do eixo  $x$ ;
- C)  $3,2 \times 10^{-17} \text{ m/s}^2$ , no sentido positivo do eixo  $x$ ;
- D)  $3,2 \times 10^{-17} \text{ m/s}^2$ , no sentido negativo do eixo  $x$ ;
- E) 0.

37. Um elétron que está se movendo para o norte penetra em uma região na qual o campo elétrico é uniforme e aponta para o norte. Ao penetrar na região, o elétron:

- A) é acelerado;
- B) é freado;
- C) é desviado para leste;
- D) é desviado para oeste;
- E) continua a se mover com a mesma velocidade e na mesma direção.

39. Duas cargas pontuais estão dispostas como mostra a figura. Em que região uma terceira carga de  $+1\text{ C}$  deve ser colocada para que a força eletrostática a que é submetida seja nula?

- A) a região I;
- B) Na região I ou na região II;
- C) Na região III;
- D) Na região I ou na região III;
- E) Na região II.



41. Uma gota de óleo eletricamente carregada, com uma massa de  $2 \times 10^{-4}\text{ Kg}$ , é mantida suspensa por um campo elétrico, para baixo, de  $300\text{ N/C}$ . A carga da gota é:

- A)  $+1,5 \times 10^{-6}\text{ C}$ ;
- B)  $-1,5 \times 10^{-6}\text{ C}$ ;
- C)  $+6,5 \times 10^{-6}\text{ C}$ ;
- D)  $-6,5 \times 10^{-6}\text{ C}$ ;
- E) 0.

***FIM***