



## Lista de Exercícios I

### — Questões —

Estude as questões do capítulo 21 do Young & Freedman.

### — Lei de Coulomb —

1) Um ser humano médio pesa cerca de 650 N. Se dois seres humanos assim carregassem, cada qual, 1,0 coulomb de excesso de carga, um positivo e outro negativo, qual deve ser a distância entre eles para que a atração elétrica seja igual aos seus pesos de 650 N?

2) Três cargas puntiformes estão dispostas em linha reta. A carga  $q_3 = 5,0$  nC está na origem. A carga  $q_2 = -3,0$  nC está em  $x = 4,0$  cm. A carga  $q_1$  está em  $x = 2,0$  cm. Determine  $q_1$  (módulo e sinal), quando a força resultante sobre  $q_3$  for igual a zero.

3) Quatro cargas idênticas  $Q$  são colocadas nos vértices de um quadrado de lado igual a  $L$ . (a) Faça um diagrama do corpo livre mostrando todas as forças que atuam sobre uma das cargas. (b) Determine o módulo, a direção e o sentido da força resultante exercida pelas outras três cargas sobre a carga considerada.

### — Campo Elétrico e Força Elétrica —

4) (a) Qual deve ser a carga (sinal e módulo) de uma partícula com 1,45 g para que ela permaneça em repouso quando colocada em um campo elétrico orientado para baixo cujo módulo é igual a 650 N/C? (b) Qual deve ser o módulo de um campo elétrico para que a força elétrica exercida sobre um próton seja igual ao módulo de seu peso?

5) Uma carga puntiforme está na origem. Considerando a carga uma fonte puntiforme, qual é o vetor unitário  $\hat{r}$  para um ponto do campo situado em (a)  $x = 0$  e  $y = -1,35$  m; (b)  $x = 12$  cm e  $y = 12$  cm; (c)  $x = -1,1$  m e  $y = 2,6$  m? Expresse os resultados em termos dos vetores unitários  $\hat{i}$  e  $\hat{j}$ .

6) (a) Um elétron se desloca no sentido do leste para o oeste em um campo elétrico uniforme de 1,5 N/C, que aponta do oeste para o leste. No ponto A, a velocidade do elétron é  $4,5 \times 10^5$  m/s no sentido do oeste para o leste. Qual é a velocidade escalar do elétron quando ele atinge o ponto B, que está a 0,375 m a leste do ponto A? (b) Um próton se desloca no campo elétrico uniforme do item (a). No ponto A, a velocidade do próton é  $1,9 \times 10^4$  m/s, para leste. Qual é a velocidade escalar do próton no ponto B?

### — Determinação do Campo Elétrico —

7) Duas cargas puntiformes  $q$  são colocadas sobre o eixo Ox, uma no ponto  $x = a$  e outra no ponto  $x = -a$ . (a) Determine o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico no ponto  $x = 0$ . (b) Deduza uma expressão para o campo elé-

trico entre  $-a$  e  $+a$ . Use seu resultado para fazer um gráfico do campo elétrico em função de  $x$  para valores de  $x$  compreendidos entre  $-a$  e  $+a$ .

8) Em um sistema de coordenadas ortogonais, uma carga puntiforme positiva  $q = 6,0 \times 10^{-9}$  C é colocada no ponto  $x = 0,15$  m e  $y = 0$ ; e outra carga idêntica é colocada no ponto  $x = -0,15$  m,  $y = 0$ . Estabeleça os componentes  $x$  e  $y$ , bem como o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico nos seguintes pontos: (a) a origem; (b)  $x = 0,3$  m e  $y = 0$ ; (c)  $x = 0,15$  m e  $y = -0,4$  m; (d)  $x = 0$  e  $y = 0,2$  m.

9) Repita o exercício 8 supondo que a carga situada no ponto  $x = +0,15$  m,  $y = 0$  seja positiva e que a outra carga seja negativa, cada qual com módulo  $6,0 \times 10^{-9}$  C.

### — Dipolo Elétrico —

10) A distância entre duas cargas puntiformes  $q_1 = -4,5$  nC e  $q_2 = +4,5$  nC é igual a 3,1 mm, formando um dipolo elétrico. (a) Calcule o momento de dipolo elétrico (módulo, direção e sentido). (b) As cargas elétricas estão no interior de um campo elétrico cuja direção faz um ângulo de  $36,9^\circ$  com o eixo que liga as cargas. Qual é o módulo desse campo elétrico, sabendo que o módulo do torque exercido sobre o dipolo elétrico é igual a  $7,2 \times 10^{-9}$  N.m?

11) Um dipolo elétrico com momento de dipolo  $\mathbf{p}$  está em um campo elétrico  $\mathbf{E}$ . (a) Determine as orientações do dipolo para as quais o torque sobre o dipolo é zero. (b) Qual das orientações do item (a) é estável e qual é instável? (c) Mostre que, para a orientação estável do item (b), o próprio campo elétrico do dipolo se tende a se opor ao campo externo.

### Respostas:

(1)  $3,71 \times 10^3$  m (2)  $+0,75$  nC (3) (b)  $kq^2(1+2(2)^{1/2})/2L^2$  (4) (a)  $-21,9$   $\mu$ C. (b)  $1,02 \times 10^{-7}$  N/C (5) (a)  $-\mathbf{j}$ . (b)  $(\mathbf{i} + \mathbf{j})/2^{1/2}$  N/C (6) (a)  $6,33 \times 10^5$  m/s (b)  $1,59 \times 10^4$  m/s (7) (a) 0. (b)  $E_x = -4 kq ax / (x^2 - a^2)^2$  (8) (a)  $E_x = E_y = E = 0$  (b)  $E_x = 2,66 \times 10^3$  N/C,  $E_y = 0$ ,  $E = 2,66 \times 10^3$  N/C, sentido  $+x$ . (c)  $E_x = 129$  N/C,  $E_y = -510$  N/C,  $E = 526$  N/C,  $284^\circ$  no sentido horário do eixo  $+x$ . (d)  $E_x = 0$ ,  $E_y = E = 1,38 \times 10^3$  N/C, sentido  $+y$ . (9) (a)  $E_x = -4,79 \times 10^3$  N/C,  $E_y = 0$ ,  $E = 4,79 \times 10^3$  N/C, sentido  $-x$ . (b)  $E_x = 2,13 \times 10^3$  N/C,  $E_y = 0$ ,  $E = 2,13 \times 10^3$  N/C, sentido  $+x$ . (10) (a)  $1,4 \times 10^{-11}$  C.m, de  $q_1$  para  $q_2$ . (b) 860 N/C. (11) (a) O torque é zero quando  $\mathbf{p}$  está alinhado no mesmo sentido de  $\mathbf{E}$ , ou em sentido contrário. (b) A orientação estável ocorre quando  $\mathbf{p}$  está alinhado no mesmo sentido de  $\mathbf{E}$ .