EXERCÍCIOS DE SALA – ELETROSTATICA 1

Uma moeda de cobre ($Z = 29$) tem massa de 3,10 gramas. Qual é a carga total de todos os elétrons da moeda?

SITUAÇÃO Os elétrons têm carga total dada pelo número de elétrons na moeda, N_e, multiplicado pela carga de um elétron, $-e$. O número de elétrons em um átomo de cobre é 29 (o número atômico do cobre). Portanto, a carga total dos elétrons é 29 elétrons multiplicado pelo número de átomos de cobre N_{at} na moeda. Para encontrar N_{at}, utilizamos o fato que um mol de qualquer substância tem o número de Avogadro ($N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$) de partículas (moléculas, átomos ou íons) e o número de gramas em um mol é a massa molar M, que é 63,5 g/mol para o cobre.

SOLUÇÃO

1. A carga total Q é o número de elétrons multiplicado pela carga: $Q = N_e(-e)$
2. O número de elétrons é Z multiplicado pelo número de átomos de cobre N_{at}: $N_e = ZN_{at}$
3. Calcule o número de átomos em 3,10 g de cobre: $N_{at} = (3{,}10\ \text{g})\dfrac{6{,}02 \times 10^{23}\ \text{átomos/mol}}{63{,}5\ \text{g/mol}} = 2{,}94 \times 10^{22}\ \text{átomos}$
4. Calcule o número de elétrons N_e: $N_e = ZN_{at} = (29\ \text{elétrons/átomo})(2{,}94 \times 10^{22}\ \text{átomos}) = 8{,}53 \times 10^{23}\ \text{elétrons}$
5. Utilize o valor de N_e para determinar a carga total: $Q = N_e \times (-e) = (8{,}53 \times 10^{23}\ \text{elétrons})(-1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{C/elétron}) = \boxed{-1{,}37 \times 10^5\ \text{C}}$

Exemplo 21.2

FORÇA ENTRE DUAS CARGAS PUNTIFORMES Duas cargas puntiformes, $q_1 = +25$ nC e $q_2 = -75$ nC, estão separadas por uma distância igual a 3,0 cm (Figura 21.12a). Determine o módulo, a direção e o sentido (a) da força elétrica que q_1 exerce sobre q_2; e (b) da força elétrica que q_2 exerce sobre q_1.

$$F_{1\ \text{em}\ 2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$
$$= (9{,}0 \times 10^9\ \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)\frac{|(+25 \times 10^{-9}\ \text{C})(-75 \times 10^{-9}\ \text{C})|}{(0{,}030\ \text{m})^2}$$
$$= 0{,}019\ \text{N}$$

Exemplo 21.3

SOMA VETORIAL PARA FORÇAS ELÉTRICAS COLINEARES Duas cargas puntiformes estão localizadas no lado positivo do eixo Ox de um sistema de coordenadas. A carga $q_1 = 1{,}0$ nC está localizada a 2,0 cm da origem, e a carga $q_2 = -3{,}0$ nC está localizada a 4,0 cm da origem. Qual é a força total exercida por essas duas cargas sobre uma carga $q_3 = 5{,}0$ nC localizada na origem? As forças gravitacionais são desprezíveis.

$$F_{1\,\text{em}\,3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{|q_1q_3|}{r^2}$$
$$= (9{,}0 \times 10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)\frac{(1{,}0 \times 10^{-9}\ \text{C})(5{,}0 \times 10^{-9}\ \text{C})}{(0{,}020\ \text{m})^2}$$
$$= 1{,}12 \times 10^{-4}\ \text{N} = 112\ \mu\text{N}$$

Essa força aponta para o lado negativo do eixo Ox porque a carga q_3 é repelida pela carga q_1 (ou seja, ela é empurrada para o sentido negativo do eixo Ox).

O módulo $F_{2\,\text{em}\,3}$ da força que q_2 exerce sobre q_3 é

$$F_{2\,\text{em}\,3} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{|q_2q_3|}{r^2}$$
$$= (9{,}0 \times 10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)\frac{(3{,}0 \times 10^{-9}\ \text{C})(5{,}0 \times 10^{-9}\ \text{C})}{(0{,}040\ \text{m})^2}$$
$$= 8{,}4 \times 10^{-5}\ \text{N} = 84\ \mu\text{N}$$

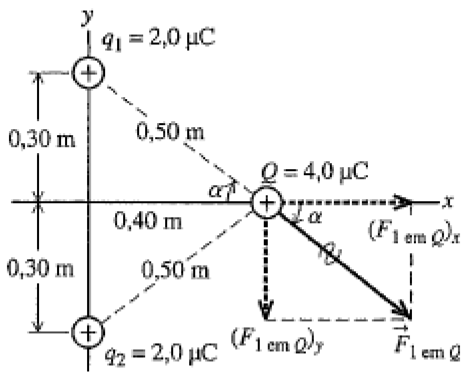
Essa força aponta para o lado positivo do eixo Ox porque a carga q_3 é atraída pela carga q_2 (ou seja, ela é puxada para o sentido positivo do eixo Ox). A soma dos componentes x dessas forças é dada por

$$F_x = -112\ \mu\text{N} + 84\ \mu\text{N} = -28\ \mu\text{N}$$

Exemplo 21.4

SOMA VETORIAL PARA FORÇAS ELÉTRICAS EM UM PLANO Duas cargas puntiformes positivas iguais $q_1 = q_2 = 2{,}0\ \mu\text{C}$ estão localizadas em $x = 0$, $y = 0{,}30$ m e $x = 0$, $y = -0{,}30$ m, respectivamente. Determine o módulo, a direção e o sentido da força elétrica total (resultante) que essas cargas exercem sobre uma terceira carga puntiforme $Q = 4{,}0\ \mu\text{C}$ em $x = 0{,}40$ m, $y = 0$.

$$F_{1\,\text{em}\,Q} = (9{,}0 \times 10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)\frac{(4{,}0 \times 10^{-6}\ \text{C})(2{,}0 \times 10^{-6}\ \text{C})}{(0{,}50\ \text{m})^2}$$
$$= 0{,}29\ \text{N}$$



O ângulo α está abaixo do eixo Ox, de modo que os componentes dessa força são dados por

$$(F_{1\,\text{em}\,Q})_x = (F_{1\,\text{em}\,Q})\cos\alpha = (0{,}29\ \text{N})\frac{0{,}40\ \text{m}}{0{,}50\ \text{m}} = 0{,}23\ \text{N}$$

$$(F_{1\,\text{em}\,Q})_y = -(F_{1\,\text{em}\,Q})\,\text{sen}\,\alpha = -(0{,}29\ \text{N})\frac{0{,}30\ \text{m}}{0{,}50\ \text{m}} = -0{,}17\ \text{N}$$

A carga inferior q_2 exerce uma força de mesmo módulo, porém formando um ângulo α que está *acima* do eixo Ox. Usando um raciocínio de simetria vemos que o componente x é o mesmo que o da carga superior, porém o componente y possui sentido contrário ao da carga superior. Logo, os componentes da força total $\vec{F}$ sobre Q são dados por

$$F_x = 0{,}23\ \text{N} + 0{,}23\ \text{N} = 0{,}46\ \text{N}$$

$$F_y = -0{,}17\ \text{N} + 0{,}17\ \text{N} = 0$$

A força total sobre Q aponta para o sentido $+x$ e possui módulo igual a 0,46 N.

Em um átomo de hidrogênio, o elétron está separado do próton por uma distância média de aproximadamente $5{,}3 \times 10^{-11}$ m. Calcule a intensidade da força eletrostática de atração exercida pelo próton no elétron.

SITUAÇÃO Considere o próton como q_1 e o elétron como q_2. Use a lei de Coulomb para determinar a intensidade da força de atração eletrostática exercida pelo próton no elétron.

SOLUÇÃO

1. Esboce o elétron e o próton e identifique cada um com símbolos apropriados (Figura 21-7):

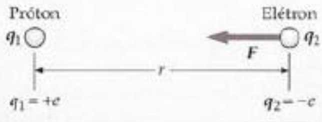


FIGURA 21-7

2. Use a informação fornecida na Equação 21-2 (lei de Coulomb) para calcular a força eletrostática:

$$F = \frac{k|q_1q_2|}{r^2} = \frac{ke^2}{r^2} = \frac{(8{,}99 \times 10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(1{,}60 \times 10^{-19}\ \text{C})^2}{(5{,}3 \times 10^{-11}\ \text{m})^2}$$

$$= \boxed{8{,}2 \times 10^{-8}\,\text{N}}$$