

F107 Física para Biologia
Turma A
1º Semestre de 2019
Prova 4

Nome:

RA:

Assinatura :

Dados:

$$F_{q_1 \rightarrow q_2} = \frac{kq_1q_2}{r^2} \quad E_{q_1} = \frac{kq_1}{r^2} \quad V_{q_1} = \frac{kq_1}{r} \quad k = 9 \times 10^9 \text{ N/m}^2\text{C}^2$$

$$EA_{\perp} = 4\pi kQ \quad E_{\text{capacitor}} = 4\pi k\sigma \quad \sigma = \frac{Q}{A} \quad \text{densidade de carga superficial}$$

$$V = Ed \quad q = CV \quad C = \frac{\kappa A}{(4\pi k)d}$$

$$V_{\text{esfera}} = \frac{4\pi r^3}{3} \quad A_{\text{esfera}} = 4\pi r^2$$

Fatores de conversao :

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} \quad 1e^{-} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

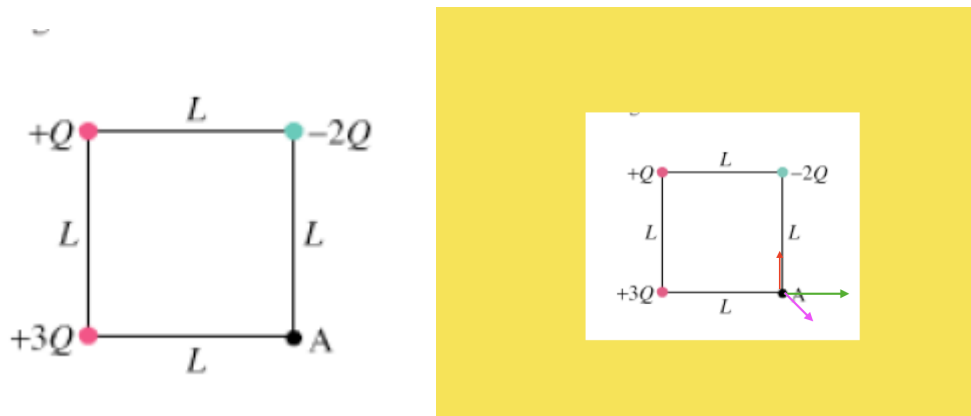


Figura 1: Seja um arranjo de cargas, com cargas em três dos quatros cantos do quadrado. O quadrado tem lado L .

1. (3,0 pontos) No arranjo de cargas mostrado na Figura ?? assuma que $|Q| = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ e $L = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$.

(a) (1,0 pontos) Qual é a magnitude e a direção dos campos elétricos devidos a cada uma das três cargas no ponto A?

Resposta

$$E_{-2Q} = \frac{9 \times 10^9 * (2 * 1.602 * 10^{-19})}{(1 \times 10^{-6})^2} \text{ N/C} = 3 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_{3Q} = \frac{9 \times 10^9 * (3 * 1.602 * 10^{-19})}{(1 \times 10^{-6})^2} \text{ N/C} = 4 \times 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_Q = \frac{9 \times 10^9 * (1 * 1.602 * 10^{-19})}{(1 \times 10^{-6})^2 + (1 \times 10^{-6})^2} \text{ N/C} = 7 \times 10^2 \text{ N/C}$$

(1)

O campo elétrico E_{-2Q} , E_{3Q} e E_Q tem as direções mostradas na Figura ?? respectivamente pela flecha vermelha, verde e magenta.

(b) (1,0 pontos) Se colocarmos uma carga negativa $-Q$ no ponto A. Qual é a magnitude e a direção da força elétrica devidos a cada uma das três cargas sobre esta carga negativa que está no ponto A?

Resposta

$$\begin{aligned}
F_{-2Q \rightarrow -Q} &= \frac{9 \times 10^9 * 2 * (1.602 * 10^{-19})^2}{(1 \times 10^{-6})^2} \text{ N} = 5 \times 10^{-16} \text{ N} \\
F_{3Q \rightarrow -Q} &= \frac{9 \times 10^9 * 3 * (1.602 * 10^{-19})^2}{(1 \times 10^{-6})^2} \text{ N} = 7 \times 10^{-16} \text{ N} \\
F_{Q \rightarrow -Q} &= \frac{9 \times 10^9 * (1.602 * 10^{-19})^2}{(1 \times 10^{-6})^2 + (1 \times 10^{-6})^2} \text{ N} = 1 \times 10^{-16} \text{ N}
\end{aligned}
\tag{2}$$

As forças elétricas $F_{-2Q \rightarrow -Q}$, $F_{3Q \rightarrow -Q}$ e $F_{Q \rightarrow -Q}$ tem as direções opostas as direções mostradas na Figura ?? dos respectivamente campos elétricos E_{-2Q} , E_{3Q} e E_Q

(c) (1,0 pontos) Qual é a magnitude do potencial elétrico devido a cada uma das três cargas no ponto A? Qual é o potencial elétrico total no ponto A?

Resposta

$$\begin{aligned}
V_{-2Q} &= \frac{9 \times 10^9 * (-2 * 1.602 * 10^{-19})}{(1 \times 10^{-6})} \text{ V} = -2.9 \times 10^{-3} \text{ V} \\
V_{3Q} &= \frac{9 \times 10^9 * (+3 * 1.602 * 10^{-19})}{(1 \times 10^{-6})} \text{ V} = 4.3 \times 10^{-3} \text{ V} \\
V_Q &= \frac{9 \times 10^9 * (+1 * 1.602 * 10^{-19})}{\sqrt{(1 \times 10^{-6})^2 + (1 \times 10^{-6})^2}} \text{ V} = 1 \times 10^{-3} \text{ V} \\
V_{\text{total}} &= V_{-2Q} + V_{3Q} + V_{-Q} = 2.4 \times 10^{-3} \text{ V}
\end{aligned}
\tag{3}$$

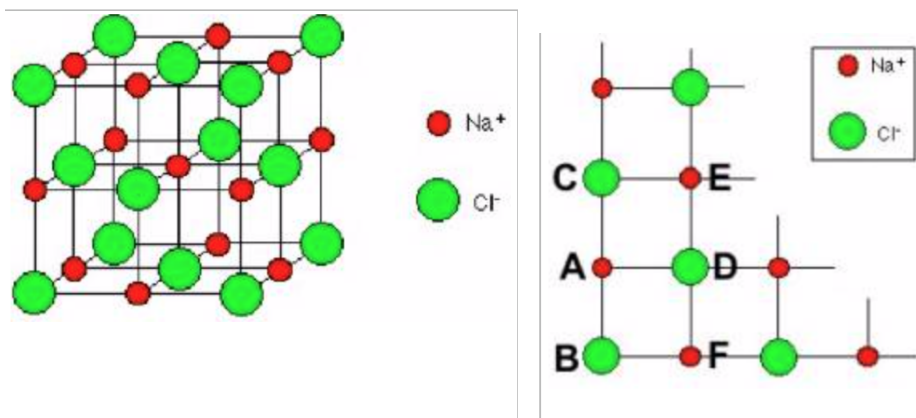


Figura 2: Figura da esquerda: Estrutura tridimensional do cloreto de sódio, as bolinhas menores (vermelhas) são íons de sódio Na^+ e as bolinhas maiores (verdes) são de cloro Cl^- . Figura da direita: Um dos planos da figura tridimensional, os pontos marcados A , E e F são íons de sódio e os pontos marcados B, C e D são íons de cloro.

2. (3,0 pontos) O cristal de sal, cloreto de sódio (NaCl) tem a sua estrutura tridimensional mostrada na Figura ???. Assuma que $d = 17 \text{ nm}$.

(a) (0,8 pontos) Considere a força entre o íon de sódio em A e o íon de cloro em B . Se a carga de cada dos íons tem a módulo de carga igual a $|1e| = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ e se a distância entre dois íons vizinhos é d , escreva a magnitude da força, F_0 , em termos de e , d e de quaisquer outros constantes. A força neste caso é atrativa ou repulsiva?

Resposta

$$F_0 = \frac{kq^2}{d^2} \quad (4)$$

A força é atrativa entre o sódio e o cloro.

(b) (1,0 pontos) Agora considere que o íon de sódio localizado em A e sua interação com os três íons de cloro vizinhos, chamados B , C e D . Determine a magnitude e direção de cada uma das três forças.

Resposta

Devemos calcular três forças

$$\begin{aligned}F_{C \rightarrow A} &= \frac{kq^2}{d^2} \\F_{D \rightarrow A} &= \frac{kq^2}{d^2} \\F_{B \rightarrow A} &= \frac{kq^2}{d^2}\end{aligned}\tag{5}$$

(c) (0,8 pontos) Calcule a força total das três cargas e compare com a força F_0 achada no item (a). A força total dos três ions é atrativa ou repulsiva?

Resposta

A força total é a soma das forças

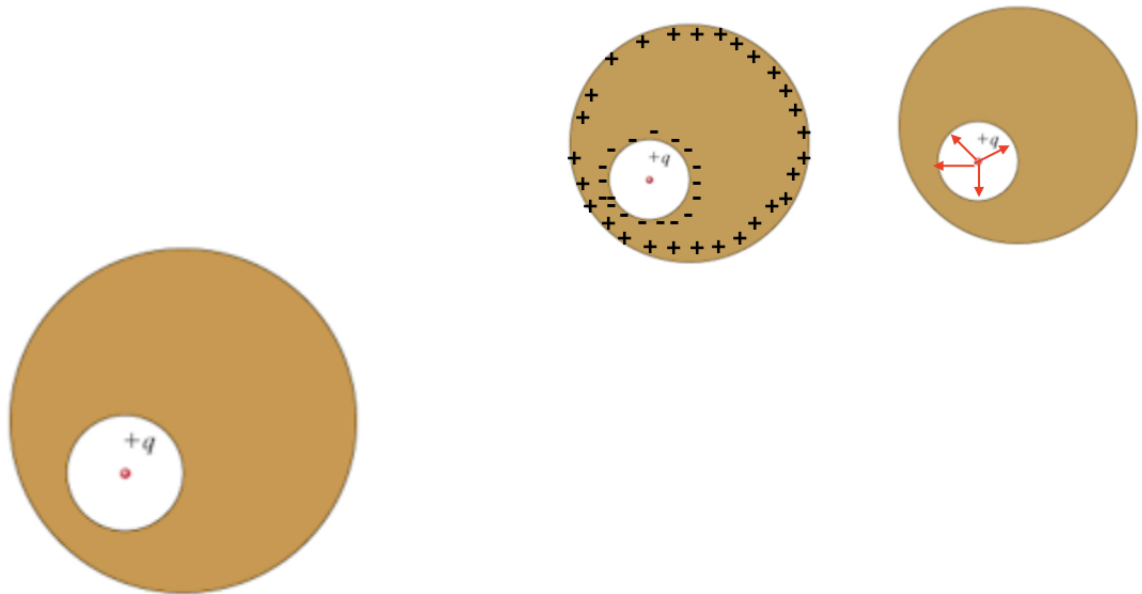
$$F_{\text{total}} = F_{C \rightarrow A} + F_{D \rightarrow A} + F_{B \rightarrow A} = \frac{kq^2}{d^2} - \frac{kq^2}{d^2} + \frac{kq^2}{d^2} = \frac{kq^2}{d^2}\tag{6}$$

A força total é também atrativa entre o sódio e o cloro e também com a mesma magnitude do item (a).

(c) (0,4 pontos) Nos itens anteriores foi considerado apenas os ions que são os vizinhos mais próximos. Tente explicar o porquê foi feito isto e tente achar se é uma aproximação razoável. Justifique a resposta.

Resposta

Os outros íons que são mais longe tem efeito menor devido que a força elétrica cai da forma $1/r^2$. Então esta aproximação é boa. Teria sido melhor se incluísse também os ions de sódio ao redor do íon de sódio no ponto A.



condutoroco-efield

Figura 3: Condutor parcialmente oco com um carga $+q$ em seu interior.

3. (1,6 pontos) Um condutor está mostrado na Figura ?? com uma carga $+q$ no seu interior.

(a) (0,8 pontos) Como é o arranjo de cargas elétricas que existirá no material condutor devido a presença da carga $+q$? Você deverá mostrar se existem excesso ou falta de cargas negativas em alguma região do condutor.

Resposta

O arranjo de cargas está mostrado na figura acima.

(b) (0,4 pontos) Qual é a direção do campo elétrico na parte oca do condutor devido a presença da carga $+q$?

Resposta

O arranjo de cargas está mostrado na figura acima.

(c) (0,4 pontos) Qual é a magnitude do campo elétrico dentro da parte sólida do condutor devido a presença da carga $+q$?

Resposta

Não existe campos eletrínco no interior de um condutor..

4. (2,4 pontos) A membrana que circunda um certo tipo de célula viva tem uma área superficial de $5.0 \times 10^{-9} \text{ m}^2$ e uma espessura de $1.0 \times 10^{-8} \text{ m}$. Assuma que a membrana se comporta como um capacitor de placa paralela e tem uma constante dielétrica, κ , igual a 5.0.

(a) (1,0 pontos) Qual é a capacitância deste sistema?

Resposta

$$C = \frac{\kappa A}{(4\pi k)d} = \frac{5(5 \times 10^{-9})}{(4\pi 9 \times 10^9)1 \times 10^{-8}} = 22.1 \times 10^{-12} \text{ F} \quad (7)$$

(b) (1,0 pontos) O potencial na parte externa da membrana é 60 mV maior do que o potencial na parte interna. Quanta carga fica na superfície externa?

Resposta

Usando

$$q = CV = 22.1 \times 10^{-12} 60 \times 10^{-3} = 1.32 \times 10^{-12} \text{ C} \quad (8)$$

(c) (0,4 pontos) Quantos ions positivos são presentes na superfície externa? Considerando que sejam ions de Sódio então:

$$n_0 = \frac{q}{e} = \frac{1.32 \times 10^{-12}}{1.602 \times 10^{-19}} = 8.3 \times 10^6 \text{ ions} \quad (9)$$