

F107- Física para Biologia —Lista 7 - 1º Semestre de 2019

1. (Giancoli, exercício 13 do capítulo 16, página 465). Seja o arranjo de cargas dado na Figura 9.

(a) Qual é magnitude e sentido da força resultante em cada uma das cargas?

Resposta

A força tem a magnitude de 83.7 N, o sentido depende de qual carga estamos falando: (a) a carga na parte de cima, o sentido é na direção para cima da folha. Para a carga da esquerda (direita) está a trinta graus abaixo (acima) da direção entre as duas cargas mais na parte de baixo da folha.

2. (Giancoli, exercício 35 do capítulo 16, página 466). Seja o arranjo de cargas dado na Figura 5.

(a) Qual é magnitude e sentido do campo elétrico resultante no ponto P? A distância x é entre o ponto médio entre as cargas e o ponto P.

Resposta

Assumindo que a direção positiva é no sentido do lado direito,

$$E = k \frac{Q}{(x+a)^2} - k \frac{Q}{(x-a)^2} = \frac{-4kQxa}{(x^2 - a^2)^2} \quad (1)$$

como é negativo então o campo elétrico é para esquerda.

3. (Giancoli Exemplo 14, página 622), Duas cargas estão dispostas conforme a Figura 1, com $q_A = q_B = 2.4 \times 10^{-9} \text{ C}$ e $r_A = r_B = 0.5 \text{ m}$. Ache o campo elétrico e o potencial elétrico no ponto médio entre as cargas.

(a) Qual é a direção dos campos elétricos individuais das duas cargas no ponto médio entre as cargas? Calcule o seu valor.

Resposta

Como as duas cargas são positivas, o campo elétrico devido a cada uma das cargas se afasta das cargas. Especialmente no ponto médio entre as cargas, os dois campos elétricos estão em direções opostas, um destes apontando na direção para a direita

e o outro apontando para a esquerda. O campo elétrico é

$$\begin{aligned} E_A &= \frac{kq_A}{r_A^2} = \frac{(8,99 \times 10^9)(2.4 \times 10^{-9})}{(0.25)^2} = 345 \text{N/C} \\ E_B &= \frac{kq_B}{r_B^2} = \frac{(8,99 \times 10^9)(2.4 \times 10^{-9})}{(0.25)^2} = 345 \text{N/C} \quad (2) \end{aligned}$$

(b) O campo elétrico resultante no ponto médio entre as cargas é positivo, negativo ou zero?

Resposta

Como no ponto mediano os valores dos campos elétricos E_A e E_B são iguais e opostos então o campo elétrico total é zero.

(c) O potencial elétrico resultante no ponto médio entre as cargas é positivo, negativo ou zero? Existe uma direção associada ao potencial elétrico?

Resposta

$$\begin{aligned} V_A &= \frac{kq_A}{r_A} = \frac{(8,99 \times 10^9)(2.4 \times 10^{-9})}{(0.25)} = 85 \text{V} \\ V_B &= \frac{kq_B}{r_B} = \frac{(8,99 \times 10^9)(2.4 \times 10^{-9})}{(0.25)} = 85 \text{V} \quad (3) \end{aligned}$$

(d) Existe uma direção associada ao potencial elétrico?

Resposta

Não existe direção associada ao potencial elétrico.

4. Uma parte importante do funcionamento de uma membrana biológica é a sua habilidade de selecionar paassar ou ions de sódio (Na^+), ou ions de potássio (K^+). através dos canais da membrana. Como estes íons tem a mesma carga ($+e$), a força eléctrica exercida neles pela membrana será muito parecida. Além disto ambos íons tem quase o mesmo tamanho, ($R_{\text{Na}^+} \sim 0.12 \text{ nm}$, $R_{\text{K}^+} \sim 0.15 \text{ nm}$). Como os canais entre as membrancas conseguem discriminar entre os dois? Um mecanismo que se propos é os íons atraem moléculas de água ao seu redor fazendo um esfera de água ao seu redor magnificando a pequena diferença de tamanho entre os dois íons. Isto 'e chamado *revesti mento da água*. Na Figura 2a , está representada o mecanismo de *revesti mento da água*. O cálculo do *revesti mento da água* é extremamente complexo, e efeitos da mecânica quântica precisam ser levados em conta. Para termos uma idéia do mecanismo assumiremos a disposição mostrada na Figura 2b, onde chamamos o íon por *A*, o oxigênio por *B*, e os átomos de hidrôgenio por *C* e *D*. Para simplificar o cálculo, assumiremos um *modelo simples*, em que o ion e os átomos de hidrôgenio tem cada um uma carga $+e$, e o oxigênio tem carga $-2e$. Trata cada um destes como se fosse uma partícula pontual.

(a) Desenhe na Figura 2c, desenhe as direções e as magnitudes da força que o íon exerce em cada um dos três átomos *B*, *C* e *D*.

Resposta

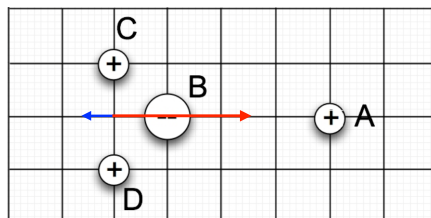


Figura 1: A seta azul é a força devido as moléculas *C* e *D*, e a seta vermelha devido a molécula *B*.

(b) Assuma que a molécula da água mantém o seu formato, sem se deformar. A força resultante que A exerce na molécula de água é atrativa, repulsiva ou zero?

Resposta

A força elétrica devido no átomos C e D, será no sentido se afastando do ion C, a força devido no átomo B será se aproximando do ion C. Como a carga B é duas vezes maior do que a carga C, então haverá uma força resultante aproximará a água do ion C. Assumimos que não existe diferença de distância entre as moléculas B,C e D.

(c) Assuma que a separação entre a grade na Figura 2c é de 1nm (10^{-9} m), qual é a magnitude da força de que o ion A exerce em cada uma das moléculas e a força total? Valores típicos são da ordem de picoNewton (10^{-12} N). Lembre que você precisa levar em conta que as forças são vetores. Compare com a força que a água exerce no íon.

Resposta

Lembre $1e^- = 1.6 \times 10^{-19}$ C. Assumindo que o centro do sistema é o ponto médio entre as cargas, então a carga q_A está na posição $r_A = (x_A, y_A) = (4 \times (1\text{nm}), 0) = (4 \times 10^{-9} \text{ m}, 0 \text{ m})$, e que $r_C = (x_C, y_C) = (0, 1 \times (1\text{nm})) = (0 \text{ m}, 1 \times 10^{-9} \text{ m})$ então $r_{AC} = (4 \times 10^{-9} \text{ m}, -1 \times 10^{-9} \text{ m})$ então

$r_{AC} = \sqrt{(4 \times 10^{-9})^2 + (1 \times 10^{-9})^2} = 4.12 \times 10^{-9} \text{ m}$. Da mesma forma, $r_D = (x_D, y_D) = (0, -1 \times (1\text{nm})) = (-1 \times 10^{-9} \text{ m}, 0 \text{ m})$ e portanto $r_{AD} = (4 \times 10^{-9} \text{ m}, +1 \times 10^{-9} \text{ m})$ e $r_{AD} = \sqrt{(4 \times 10^{-9})^2 + (-1 \times 10^{-9})^2} = 4.12 \times 10^{-9} \text{ m}$. Também $r_B = (x_B, y_B) = (1 \times (1\text{nm}), 0) = (1 \times 10^{-9} \text{ m}, 0)$ e $r_{AB} = ((4-1) \times 10^{-9} \text{ m}, 0 \times 10^{-9} \text{ m}) = (3 \times 10^{-9} \text{ m}, 0 \times 10^{-9} \text{ m}) = \sqrt{(3 \times 10^{-9})^2 + (0)^2} = 3 \times 10^{-9} \text{ m}$

$$\begin{aligned}
 F_{A \rightarrow C} &= \frac{kq_A q_C}{r_{AC}} = \frac{(8,99 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})(1.6 \times 10^{-19})}{(4.12 \times 10^{-9})^2} \\
 F_{A \rightarrow D} &= \frac{kq_A q_D}{r_{AD}} = \frac{(8,99 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})(1.6 \times 10^{-19})}{(4.12 \times 10^{-9})^2} \\
 F_{A \rightarrow B} &= \frac{kq_A q_B}{r_{AB}} = \frac{(8,99 \times 10^9)(1.6 \times 10^{-19})(2 \times 1.6 \times 10^{-19})}{(3 \times 10^{-9})^2}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

As duas primeiras linhas se referem a seta azul da Figura 7 e a

terceira linha a seta vermelha da Figura 7. A força $F_{A \rightarrow B}$ ganha das duas outras forças, $F_{A \rightarrow C}$ e $F_{A \rightarrow D}$, então a força resultante é atrativa.

5. Sabemos que dentro das medidas atuais a carga absoluta do elétron e do próton são iguais, mas com sinais contrários $Q_{e^-} = -Q_p$. Suponha por um momento que o valor absoluto da carga do próton é maior do que o valor absoluto da carga do elétron. Encontre uma página confiável que tenha a informação de o número de elétrons e de prótons num átomo de cobre e a massa do átomo de cobre. Destes dados, estime o número de prótons e elétrons numa moeda de cinco centavos.

(a) Estime a carga líquida de uma moeda de cinco centavos, se carga absoluta do próton é maior do que a carga absoluta do elétron em um parte por milhão.

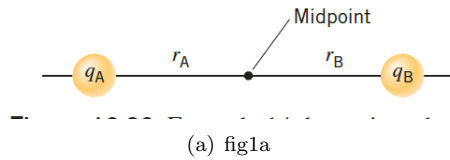
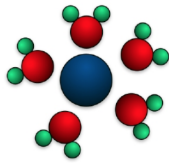
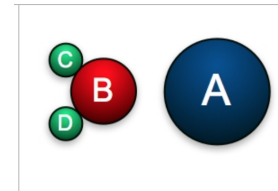


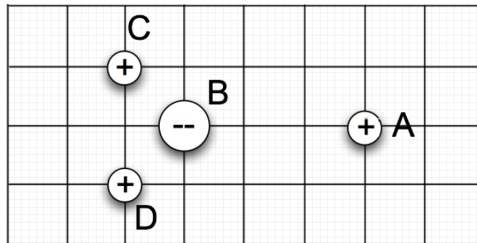
Figura 2: Arranjo de cargas, com cargas iguais $q_A = q_B$ e distâncias iguais, $r_A = r_B$.



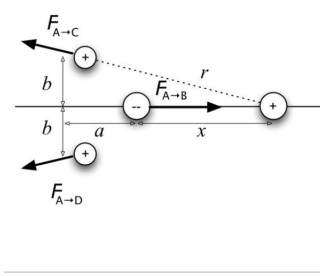
(a) Representação do revestimento em geral.



(b) Representação do revestimento do ion pela água.



(c) Mapa das posições das moléculas



(d) Mapa mais realístico das posições das moléculas.

6. Seja os diferentes condutores feitos mostrados na Figura 6 onde cada um tem uma carga líquida Q conforme mostrada pelos sinais negativos e positivos.

(a) Qual dessas figuras mostra a forma correta das cargas num condutor?

Resposta

Os arranjos a e b mostram a carga na parte interna do condutor, o que não está correto pois as cargas dos condutores ficam na superfície. O arranjo c mostra as cargas negativas na parte

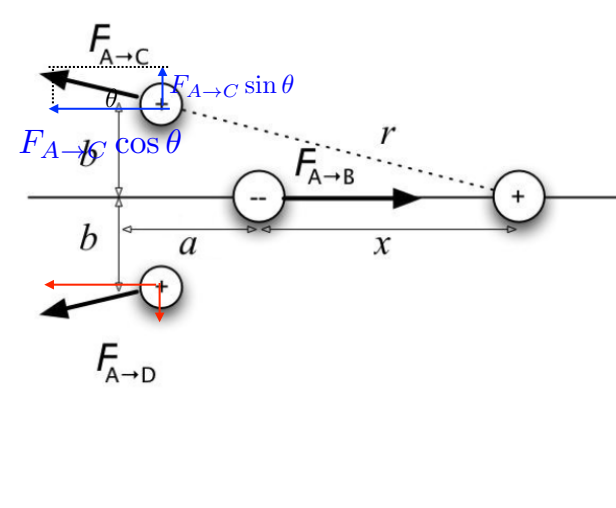


Figura 3: A seta azul é a força devido as moléculas C e D, e a seta vermelha devido a molécula B.

mais interna, mas ainda as cargas não estão na superfície mais externa. então este arranjo não está correto. O único arranjo correto é o d.

- Seja um condutor electricamente neutro e com uma carga $+q$ em seu interior conforme mostrado na Figura 7. Quais dos possíveis arranjos de carga dado na figura 8 são as corretas para o condutor da Figura 7?

Resposta

Os arranjos (a) e (b) na figura 8 não podem ser corretos, pois a carga líquida seria zero, e do enunciado é dito que o condutor é eletricamente neutro. Como a carga está na parte oca do condutor, então gerará um campo elétrico na parte oca. As cargas do condutor serão atraídas na direção da carga e portando terá um acúmulo de cargas negativas na parte interna do condutor,

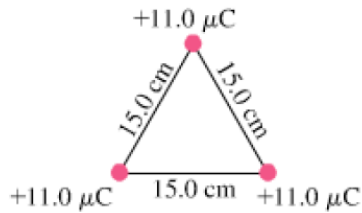


Figura 4: Arranjo de cargas.

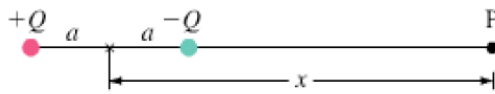


Figura 5: Arranjo de cargas.

como o condutor é neutro então haverá um acúmulo de cargas positivas na parte mais externa.

8. (Giancoli, exemplo 16-11 do capítulo 16, página 483) Uma casca esférica de raio r_0 conforme mostrada na figura 9 possui uma carga total Q que é uniformemente distribuída.

(a) Qual é o campo elétrico fora da casca esférica?

Resposta

Qualquer carga fictícia positiva colocada fora da casca esférica será repelida, portanto o campo elétrico se afasta radialmente da carga (isto não importa qual a direção, o campo elétrico será sempre para fora).

(1) Sabemos que o campo elétrico deve se afastar da carga, e isto para qualquer direção. Então temos que o campo elétrico é radial.

(2) Usando uma superfície na forma de uma esfera de raio r , com o nome na figura indicada por A_1 , então em todos os pontos o campo elétrico será ortogonal. Na figura 9 é a curva em verde. Então teremos

$$EA_{\text{esfera de raio } r} = E(4\pi r^2) \quad (5)$$

(3) A carga está na superfície da esfera de raio R , então

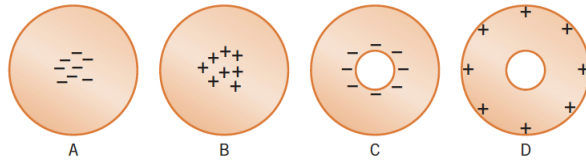


Figura 6: Diferentes arranjos de condutores.

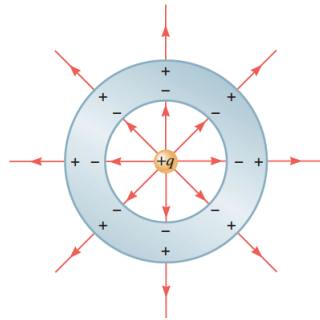


Figura 7: condutor oco com uma carga q no centro que é vazio.

podemos escrever uma densidade de carga por área, $\sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$.

$$4\pi kQ = 4\pi k(\sigma A_{\text{esfera de raio } R}) = 4\pi k(4\pi R^2) \quad (6)$$

(4) Combinando as duas, usando a lei de Gauss,
 $EA_{\perp} = 4\pi kQ$.

$$EA_{\text{esfera de raio } r} = E(4\pi r^2) = 4\pi kQ = 4\pi k(\sigma A_{\text{esfera de raio } R}) = 4\pi k(\sigma 4\pi R^2)$$

$$E = \frac{4\pi k(\sigma 4\pi R^2)}{4\pi r^2} = \frac{4\pi k\sigma R^2}{4\pi r^2} \quad r > R \quad (7)$$

(b) Qual é o campo elétrico dentro da casca esférica?

Resposta

Qualquer carga fictícia positiva colocada dentro da casca esférica será repelida, portanto o campo elétrico se afasta radialmente da carga (isto não importa qual a direção, o campo elétrico será sempre para fora).

(1) Sabemos que o campo elétrico deve se afastar da carga, e isto para qualquer direção. Então temos que o campo elétrico é radial.

	Interior Surface	Exterior Surface
(a)	$-q$	0
(b)	$-\frac{1}{2}q$	$-\frac{1}{2}q$
(c)	$+q$	$-q$
(d)	$-q$	$+q$

Figura 8: Possíveis respostas das configurações de cargas da Figura 7

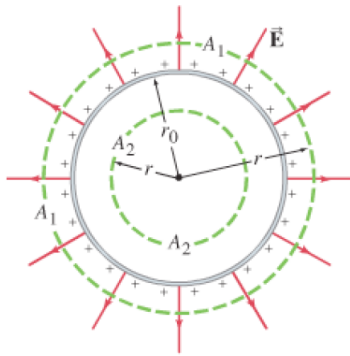


Figura 9: Casca esférica com uma carga total Q .

(2) Usando uma superfície na forma de uma esfera de raio r , então em todos os pontos o campo elétrico será ortogonal. Na figura 9 é a curva em verde com o nome A_2 . Então teremos

$$EA_{\text{esfera de raio } r} = E(4\pi r^2) \quad (8)$$

(3) Não existe carga dentro da esfera de raio r da curva verde com o nome na figura 9 indicada por A_2 . Então $Q=0$.

(4) Combinando as duas, usando a lei de Gauss, $EA_{\perp} = 4\pi kQ$.

$$\begin{aligned} EA_{\text{esfera de raio } r} &= E(4\pi r^2) = 0 \\ E &= 0 \quad r < R \end{aligned} \quad (9)$$