

**F107 Física para Biologia**  
**Turma B**  
**1º Semestre de 2018**  
**Prova 4**

Nome:

RA:

Assinatura :

Dados:

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

$$EA_{\perp} = 4\pi kQ \quad E_{\text{plano infinito}} = 2\pi k\sigma \quad \sigma = \frac{Q}{A} \text{ densidade de carga superficial}$$

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

Fatores de conversao :

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} \quad 1e^{-} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \quad \rho_{\text{agua}} = 1000\text{kg/m}^3 = 1\text{g/cm}^3$$

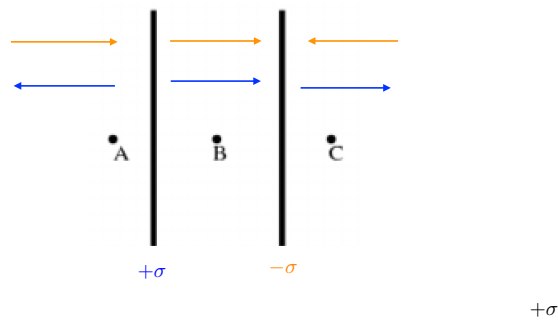


Figura 1: Resposta do item **a** da questão 3. Os campos eletricos em **laranja** são da carga negativa e os campos elétricos da carga positiva estão em **azul**. Os vetores mudam porque carga positivas repelem e cargas negativas atraem uma carga teste.

1. (2,4 pontos) Uma gota de água esférica de raio 0.018 mm permanece parada no ar.

(a) (0,4 pontos) Qual é a massa da gota de água?

**Resposta** A massa da gota é dado pela densidade vezes o volume. O raio em cm é  $R = 0.018 \text{ mm} = 1,8 \times 10^{-2} \text{ mm} = 1,8 \times 10^{-5} \text{ m} = 1,8 \times 10^{-3} \text{ cm}$

$$m = \rho V = 1 \text{ g/cm}^3 \left( \frac{4\pi R^3}{3} \right) = 1 \text{ g/cm}^3 \left( \frac{4\pi (1.8 \times 10^{-3})^3}{3} \right) = 2,4 \times 10^{-8} \text{ g}$$

(b) (0,6 pontos) Assuma que o valor de  $g$  é  $g=10 \text{ m/s}^2$ . Qual é a força peso que atua na gota?

**Resposta**

$$P = mg = 2,4 \times 10^{-8} \text{ kg} \times 10 = 2,4 \times 10^{-10} \text{ N}$$

(c) (1,0 pontos) Um campo elétrico dirigido para baixo no valor de 150 N/C faz a gota ficar equilibrada. Calcule quanta carga é necessária na gota para equilibrar a força peso?

**Resposta** A força elétrica irá equilibrar a força peso, será dada por

$$F_{\text{elétrica}} = qE = P \quad q = \frac{P}{E} = \frac{2,4 \times 10^{-10}}{150} = 1,6 \times 10^{-12} \text{ C}$$

sabemos o campo elétrico, e com o valor da força com isto tiramos a carga.

(d) (0,4 pontos) Quantos elétrons corresponde a carga calculada no item anterior?

**Resposta** Como 1 elétron tem  $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ , então

$$q = \frac{1,6 \times 10^{-12} \text{ C} (1,6 \times 10^{-19})}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{1,6 \times 10^{-12} (1,6 \times 10^{-19} \text{ C})}{1,6 \times 10^{-19}} = \frac{1,6 \times 10^{-12} (e^-)}{1,6 \times 10^{-19}} = 10^7 e^-$$

2. (1,7 pontos) Seja a Figura 2, que mostra as moléculas CO (carbono-oxigênio) e HN (hidrogênio-nitrogênio). O carbono (oxigênio) tem carga efetiva  $+0.40 e$  ( $-0.40 e$ ). O hidrogênio (nitrogênio) tem carga efetiva  $+0.20 e$  ( $-0.20 e$ ). A carga elétrica é igual à  $1.6 \times 10^{-19} C$ .

(a) (0,5 pontos) Qual é a carga total efetiva da molécula CO? E da molécula HN?

**Resposta** Dos dados temos que na molécula CO, o carbono tem  $+0.40 e$  de carga elétrica e o N tem  $-0.40 e$ , então a carga efetiva total é zero. O mesmo vale para a molécula de HN.

(b) (1,2 pontos) Calcule as forças elétricas da molécula CO sobre o átomo H. A força total é atrativa ou repulsiva?

**Resposta** A molécula CO tem dois íons, o carbono e o oxigênio. A força do carbono sobre o hidrogênio é

$$\begin{aligned} F_{C \rightarrow N} &= \frac{kq_C q_N}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(0.4e)(0.20e)}{(0.30nm)^2} \\ &= \frac{(9 \times 10^9)(0.4 \times 1.6 \times 10^{-19})(0.20 \times 1.6 \times 10^{-19})}{(0.30 \times 10^{-9} m)^2} = 2 \times 10^{-18} N \end{aligned}$$

da figura temos que a distância entre o oxigênio e o hidrogenio é de  $0.12 + (0.28 - 0.10) = 0.30$  nm. A força elétrica do oxigênio sobre o hidrogênio é

$$\begin{aligned} F_{O \rightarrow N} &= \frac{kq_O q_N}{r^2} = \frac{(9 \times 10^9)(-0.4e)(0.20e)}{(0.30nm)^2} \\ &= \frac{(9 \times 10^9)(0.4 \times 1.6 \times 10^{-19})(0.20 \times 1.6 \times 10^{-19})}{(0.18 \times 10^{-9} m)^2} = -5.5 \times 10^{-18} N \end{aligned}$$

da figura temos que a distância entre o oxigênio e o hidrogenio é de  $+(0.28 - 0.10) = 0.18$  nm. Como a força elétrica do oxigênio é mais forte do que a força do carbono, então a força total é atrativa.

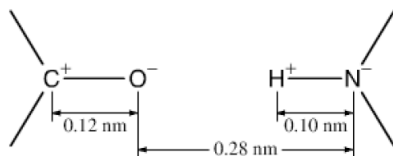


Figura 2: Arranjo das moléculas CO e HN.

3. (3,2 pontos) Seja dois planos infinitos de carga, conforme mostrado na Figura 4, que estão separados por uma distância  $d$ .

(a) (1,2 pontos) Seja o plano do lado esquerdo (direito) com uma densidade de carga por área  $+\sigma$  ( $-\sigma$ ). Qual é o campo elétrico total dos dois planos infinitos de carga nos pontos A, B e C (lado esquerdo da Figura 4)?

**Resposta**

Do formulário sabemos que o campo elétrico de um plano infinito é dado por  $E = 2\pi k\sigma$ , onde  $\sigma$  é a densidade de carga superficial. Neste caso temos dois planos então temos dois campos elétricos, a disposição dos dois campos elétricos esta na Figura . Então disto sabemos

- na **região do ponto A** que na região os campos elétricos devido ao plano de cargas negativo se cancela com o campo elétrico devido as cargas positivas. Então  $E=0$ .
- na **região do ponto C** que na região os campos elétricos devido ao plano de cargas negativo se cancela com o campo elétrico devido as cargas positivas. Então  $E=0$ .
- na **região do ponto B** que na região os campos elétricos devido ao plano de cargas negativo se soma ao campo elétrico devido as cargas positivas. Então  $E = 4\pi k\sigma$  na direção apontada na figura .

(b) (1,2 pontos) Assuma que um condutor foi colocado no meio entre os planos, com a mesma distribuição de cargas do item (a), conforme o lado direito da Figura 4. Calcule os campos elétricos na região II e III.

**Resposta** Na região II, nada muda e o campo é exatamente igual. Na região III agora tem um condutor, então o campo elétrico é zero.

(c) (0,8 pontos) Existem cargas elétricas dentro do condutor? Se sim, que cargas elétricas, positivas ou negativas, e aonde estão distribuídas?

**Resposta** Não existem cargas elétricas dentro do condutor, devido que as cargas ficaram na superfície do condutor. Como existem uma carga positiva do lado esquerdo então existirá um acúmulo de cargas negativas na face do condutor

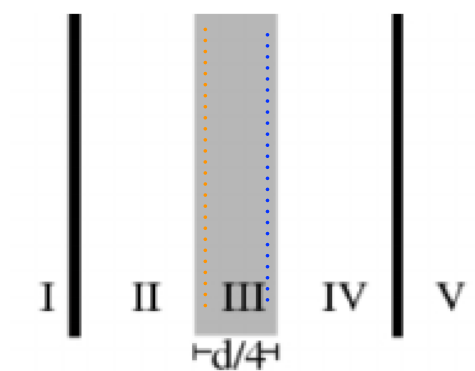


Figura 3: Resposta do item c da questão 3. A cor **laranja** representa o acúmulo de cargas negativas, e a **azul** representa o acúmulo de cargas negativas.



Figura 4: Lado esquerdo: Dois planos infinitos. Lado direito: Dois planos infinitos com um condutor no meio.

4. (2,7 pontos) Seja uma esfera condutora com **carga líquida  $-Q$**  de raio interno  $a$  e raio externo  $b$  conforme mostrada na Figura 5. No centro da esfera, tem uma carga pontual de valor  $+2Q$ .

(a) (1,0 pontos) Qual é o valor do campo elétrico dentro do condutor?

**Resposta** O campo elétrico dentro do condutor é zero.

(b) (1,2 pontos) Qual é o campo elétrico para distâncias menores do que o raio interno do condutor,  $r < a$ ?

**Resposta** Existem duas cargas  $-Q$  no condutor e  $+2Q$  no centro do condutor. Se pede o campo elétrico dentro do condutor, então a carga  $-Q$  não irá fazer contribuição. então temos apenas a carga  $+2Q$ .

$$EA_{\perp} = 4\pi k 2Q$$

A área da esfera é  $4\pi r^2$  então temos que

$$EA_{\perp} = 4\pi k 2Q \quad E = \frac{4\pi k 2Q}{4\pi r^2}$$

e o campo elétrico aponta para fora em todas as direções, isto é radial.

(c) (0,5 pontos) Qual é o campo elétrico para distâncias maiores do que o raio externo do condutor,  $r > b$ ?

**Resposta** Nesta região temos a contribuição das duas cargas  $-Q$  e  $+2Q$ . então a carga líquida é  $+Q$ .

$$EA_{\perp} = 4\pi k 2Q = E(4\pi r^2) = 4\pi k Q \quad E = \frac{4\pi k Q}{4\pi r^2}$$

o campo elétrico aponta para fora em todas as direções, isto é radial.

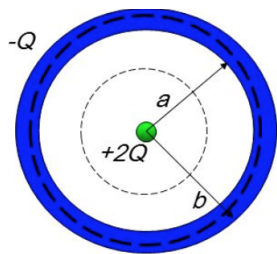


Figura 5: Esfera condutora com carga líquida  $-Q$  de raio interno  $a$  e raio externo  $b$ .