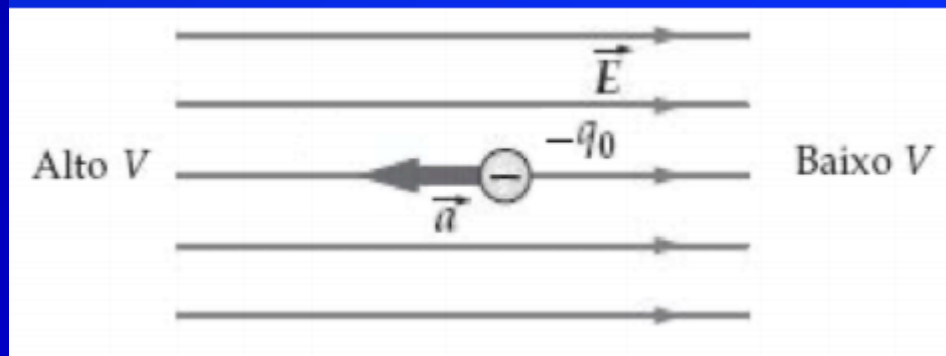


Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(2) Um elétron é deslocado para a esquerda em um campo elétrico uniforme que aponta para a direita. O elétron está se movendo no sentido que o potencial elétrico aumenta ou diminui? A energia potencial eletrostática do elétron está aumentando ou diminuindo?

Solução

(2) Um elétron é deslocado para a esquerda em um campo elétrico uniforme que aponta para a direita. O elétron está se movendo no sentido que o potencial elétrico aumenta ou diminui? A energia potencial eletrostática do elétron está aumentando ou diminuindo?



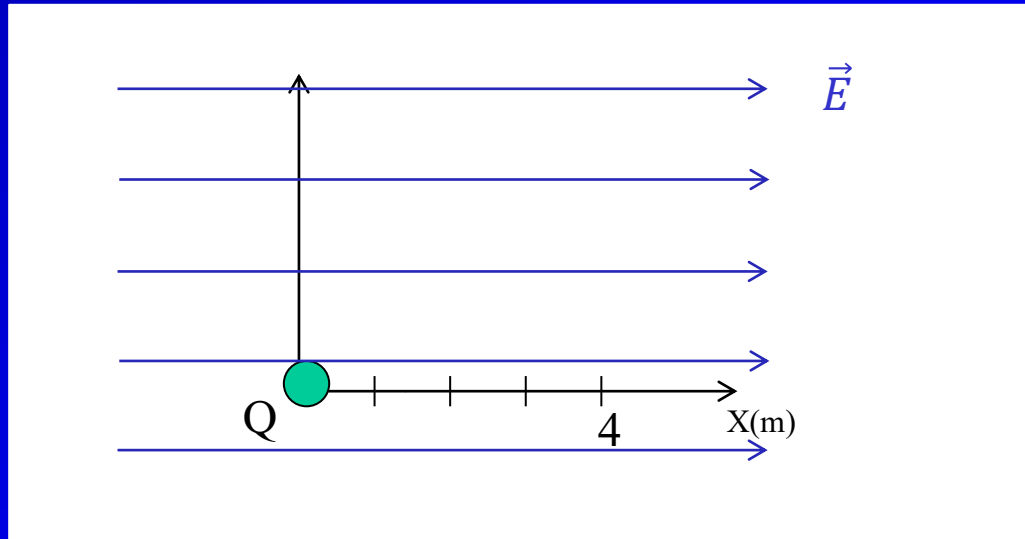
R= O elétron está se movendo para uma região de maior potencial elétrico. $U_f - U_i = q (V_f - V_i)$ onde $q < 0$, então a partícula será acelerada no sentido em que a energia potencial diminui e o potencial aumenta.

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

- (21) Um campo elétrico uniforme tem um módulo de $2,00 \text{ kV/m}$ e aponta na direção $+x$. (a) Qual é a diferença de potencial elétrico entre o plano $x = 0,00 \text{ m}$ e o plano $x = 4,00 \text{ m}$? Uma partícula puntiforme com carga de $+3,00 \text{ }\mu\text{C}$ é liberada do repouso na origem.
- (b) Qual é a variação na energia potencial elétrica da partícula enquanto ela viaja do plano $x = 0,00 \text{ m}$ até o plano $x = 4,00 \text{ m}$? (c) Qual é a energia cinética da partícula quando ela chega ao plano $x = 4,00 \text{ m}$? (d) Determine a expressão para o potencial elétrico $V(x)$ se seu valor for escolhido como zero em $x = 0$.

Solução

- (21) Um campo elétrico uniforme tem um módulo de $2,00 \text{ kV/m}$ e aponta na direção $+x$. (a) Qual é a diferença de potencial elétrico entre o plano $x = 0,00 \text{ m}$ e o plano $x = 4,00 \text{ m}$? Uma partícula puntiforme com carga de $+3,00 \text{ } \mu\text{C}$ é liberada do repouso na origem. (b) Qual é a variação na energia potencial elétrica da partícula enquanto ela viaja do plano $x = 0,00 \text{ m}$ até o plano $x = 4,00 \text{ m}$? (c) Qual é a energia cinética da partícula quando ela chega ao plano $x = 4,00 \text{ m}$? (d) Determine a expressão para o potencial elétrico $V(x)$ se seu valor for escolhido como zero em $x = 0$.

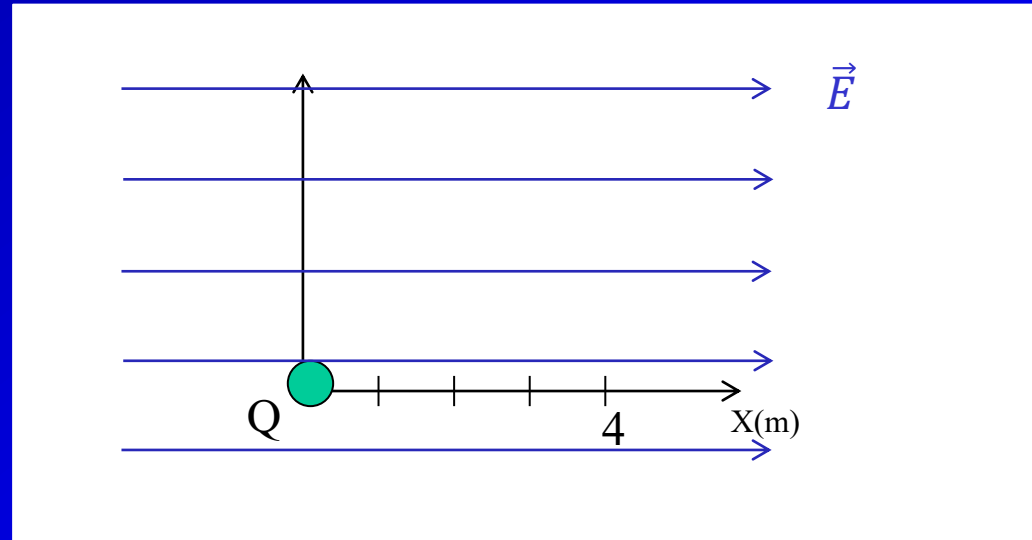


Solução

(21) Um campo elétrico uniforme tem um módulo de 2,00 kV/m e aponta na direção + x. (a) Qual é a diferença de potencial elétrico entre o plano $x = 0,00$ m e o plano $x = 4,00$ m?

Aplicando a definição de diferença de potencial

$$V(4.00 \text{ m}) - V(0) = -\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$



$$-\int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\int_0^{4.00 \text{ m}} E d\ell = -(2.00 \text{ kN/C})(4.00 \text{ m}) = \boxed{-8.00 \text{ kV}}$$

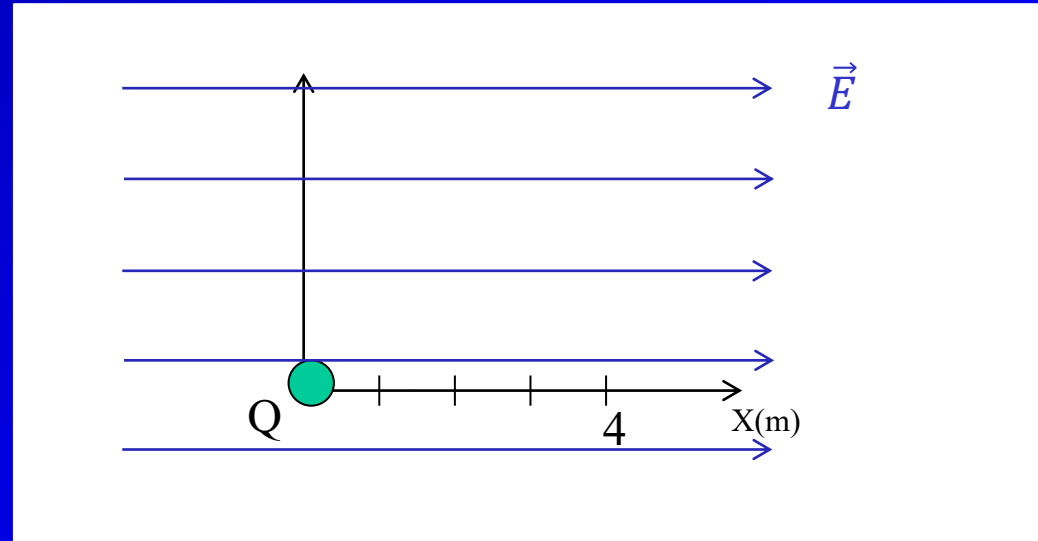
Solução

(21) Um campo elétrico uniforme tem um módulo de $2,00 \text{ kV/m}$ e aponta na direção $+x$. Uma partícula puntiforme com carga de $+3,00 \text{ } \mu\text{C}$ é liberada do repouso na origem. (b) Qual é a variação na energia potencial elétrica da partícula enquanto ela viaja do plano $x = 0,00 \text{ m}$ até o plano $x = 4,00 \text{ m}$?

$$\Delta U = q\Delta V$$

$$= (3.00 \text{ } \mu\text{C})(-8.00 \text{ kV})$$

$$= \boxed{-24.0 \text{ mJ}}$$



Solução

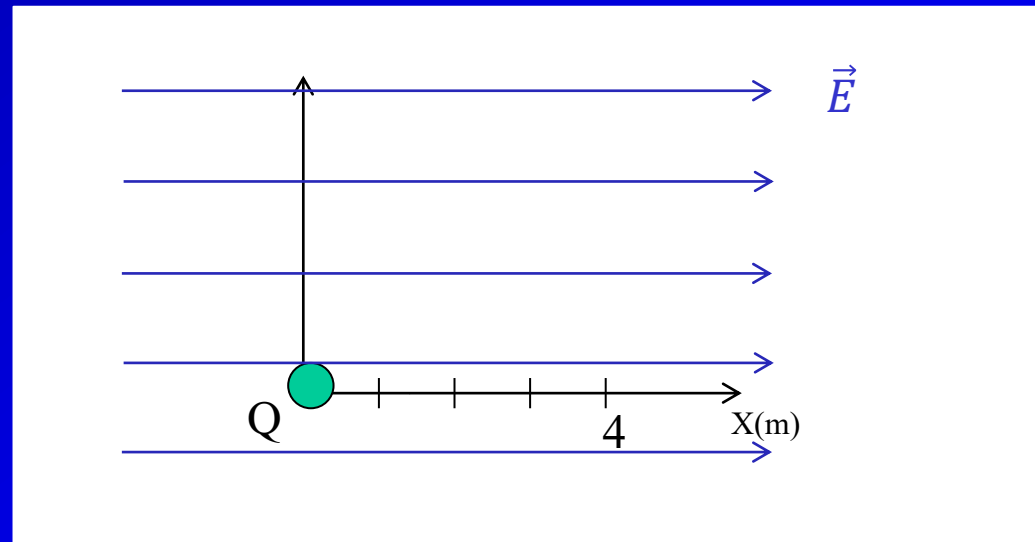
(21) Um campo elétrico uniforme tem um módulo de $2,00 \text{ kV/m}$. (c) Qual é a energia cinética da partícula quando ela chega ao plano $x = 4,00 \text{ m}$?

Usando a conservação da energia

$$\Delta K + \Delta U = 0$$

$$K_{4 \text{ m}} - K_0 + \Delta U = 0$$

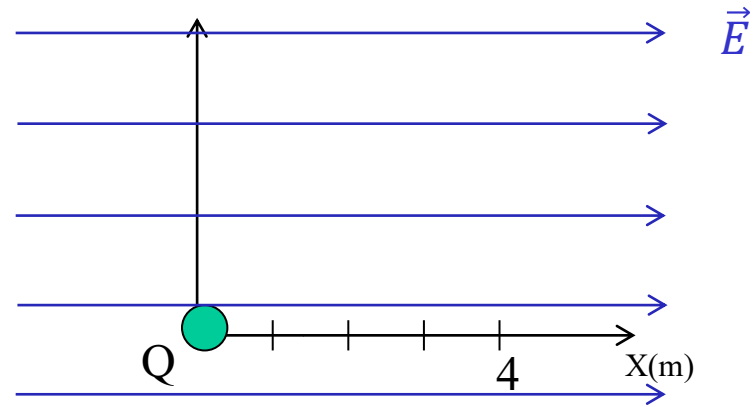
$$K_{4 \text{ m}} = -\Delta U = 24.0 \text{ mJ}$$



Solução

(21) (d) Determine a expressão para o potencial elétrico $V(x)$ se seu valor for escolhido como zero em $x = 0$.

$$V(x) - V(x_0) = -E_x(x - x_0)$$



$$V(x) - 0 = -(2.00 \text{ kV/m})(x - 0)$$

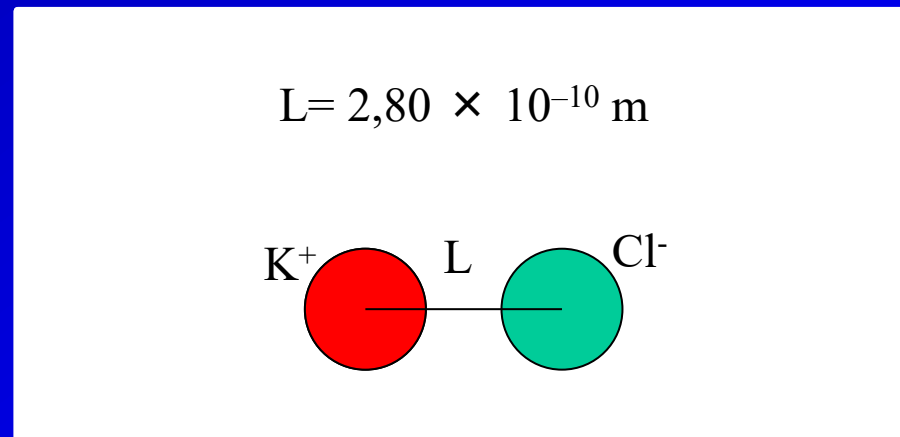
$$V(x) = \boxed{-(2.00 \text{ kV/m})x}$$

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(22) Em uma molécula de cloreto de potássio, a distância entre o íon potássio (K^+) e o íon cloro (Cl^-) é de $2,80 \times 10^{-10}$ m. (a) Calcule a energia (em eV) necessária para separar os dois íons até uma distância de separação infinita. (Modele os dois íons como duas partículas puntiformes inicialmente em repouso.) (b) Se fosse fornecido o dobro da energia determinada na Parte (a), qual seria a quantidade de energia cinética total que os dois íons teriam quando estivessem a uma distância infinita?

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

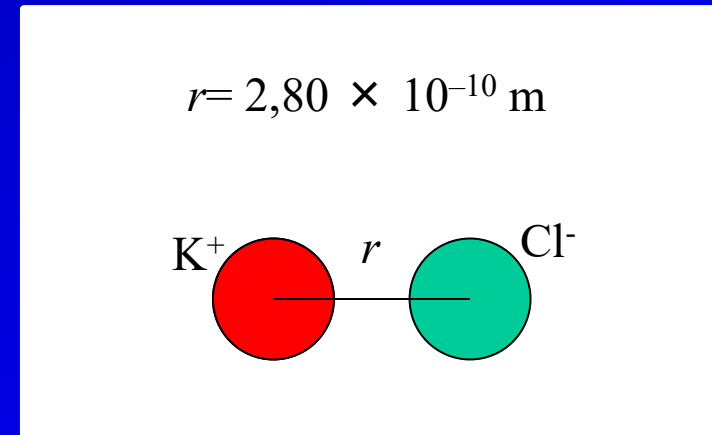
(22) Em uma molécula de cloreto de potássio, a distância entre o íon potássio (K^+) e o íon cloro (Cl^-) é de $2,80 \times 10^{-10}$ m. (a) Calcule a energia (em eV) necessária para separar os dois íons até uma distância de separação infinita. (Modele os dois íons como duas partículas puntiformes inicialmente em repouso.) (b) Se fosse fornecido o dobro da energia determinada na Parte (a), qual seria a quantidade de energia cinética total que os dois íons teriam quando estivessem a uma distância infinita?



Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(22) (a) Calcule a energia (em eV) necessária para separar os dois íons até uma distância de separação infinita. (Modele os dois íons como duas partículas puntiformes inicialmente em repouso.

Em geral, o trabalho realizado por um agente externo na separação dos dois íons altera suas energias cinética e potencial. Como sua energia potencial também é zero quando eles estão infinitamente distantes, a energia necessária para separar os íons a uma distância infinita é o negativo de sua energia potencial quando eles estão a uma distância r separados.



$$W_{ext} = K_f - K_i + U_f - U_i$$

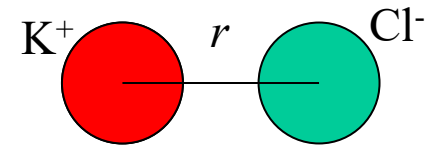
$$W_{ext} = \Delta K + \Delta U = 0 - U_i$$

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(22) (a) Calcule a energia (em eV) necessária para separar os dois íons até uma distância de separação infinita. (Modele os dois íons como duas partículas puntiformes inicialmente em repouso.)

$$\begin{aligned} W_{\text{ext}} &= \Delta K + \Delta U = 0 - U_i \\ &= -\frac{kq_-q_+}{r} = -\frac{k(-e)e}{r} = \frac{ke^2}{r} \end{aligned}$$

$$r = 2,80 \times 10^{-10} \text{ m}$$



$$W_{\text{ext}} = \frac{(8.988 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(1.602 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{2.80 \times 10^{-10} \text{ m}} = 8.238 \times 10^{-19} \text{ J}$$

Convertendo para eV:

$$\begin{aligned} W_{\text{ext}} &= (8.238 \times 10^{-19} \text{ J}) \left(\frac{1 \text{ eV}}{1.602 \times 10^{-19} \text{ J}} \right) \\ &= \boxed{5.14 \text{ eV}} \end{aligned}$$

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(22) (b) Se fosse fornecido o dobro da energia determinada na Parte (a), qual seria a quantidade de energia cinética total que os dois íons teriam quando estivessem a uma distância infinita?

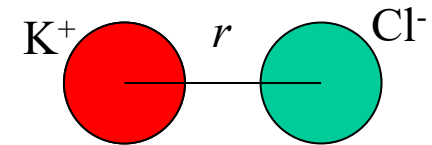
$$2W_{\text{ext}} = \Delta K + \Delta U = K_f - U_i$$

$$K_f = 2W_{\text{ext}} + U_i$$

Do item (a): $U_i = -W_{\text{ext}}$

$$K_f = 2W_{\text{ext}} - W_{\text{ext}} = W_{\text{ext}} = \boxed{5.14\text{eV}}$$

$$r = 2,80 \times 10^{-10} \text{ m}$$

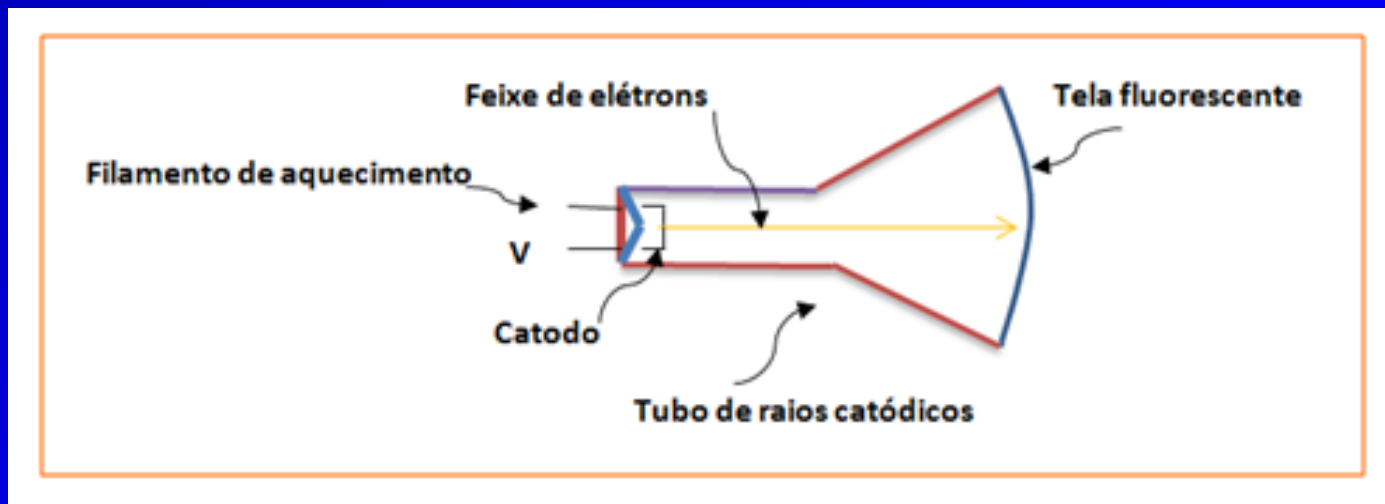


Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(24) O tubo de imagem de um aparelho de televisão era, até recentemente, invariavelmente um tubo de raios catódicos. Em um tubo típico de raios catódicos, uma configuração do tipo “canhão” de elétrons é usada para acelerar elétrons do repouso até a tela. Os elétrons são acelerados através de uma diferença de potencial de 30,0 kV. (a) Qual região está em um maior potencial elétrico, a tela ou onde os elétrons estão inicialmente? Explique sua resposta. (b) Qual é a energia cinética (em eV e em joules) de um elétron quando ele atinge a tela?

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

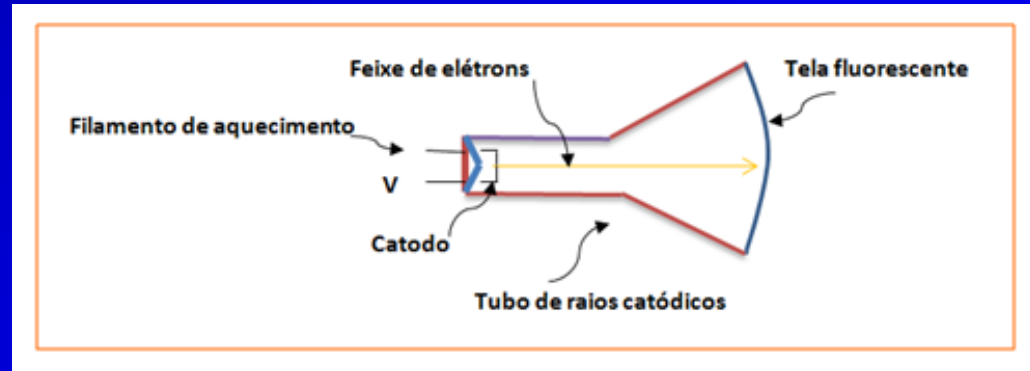
(24) O tubo de imagem de um aparelho de televisão era, até recentemente, invariavelmente um tubo de raios catódicos. Em um tubo típico de raios catódicos, uma configuração do tipo “canhão” de elétrons é usada para acelerar elétrons do repouso até a tela. Os elétrons são acelerados através de uma diferença de potencial de 30,0 kV. (a) Qual região está em um maior potencial elétrico, a tela ou onde os elétrons estão inicialmente? Explique sua resposta. (b) Qual é a energia cinética (em eV e em joules) de um elétron quando ele atinge a tela?



Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(24) (a) Qual região está em um maior potencial elétrico, a tela ou onde os elétrons estão inicialmente? Explique sua resposta. (b) Qual é a energia cinética (em eV e em joules) de um elétron quando ele atinge a tela?

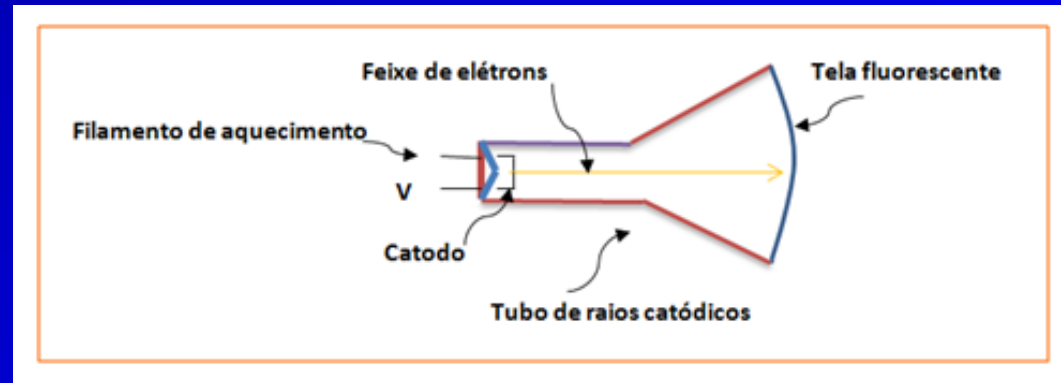
Como objetos carregados positivamente são acelerados de regiões com potencial mais alto para regiões com potencial mais baixo, a tela deve estar no potencial elétrico mais alto para acelerar os elétrons em sua direção.



Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(24) (...)diferença de potencial de 30,0 kV. (b) Qual é a energia cinética (em eV e em joules) de um elétron quando ele atinge a tela?

O trabalho realizado nos elétrons pelo campo elétrico altera sua energia cinética.



Usando o teorema trabalho-energia cinética:

$$W = \Delta K = K_f = -\Delta U = -(-e\Delta V) \quad K_f = e\Delta V$$

$$K_f = (1e)(30.0 \text{ kV}) = 3.00 \times 10^4 \text{ eV}$$

$$K_f = (3.00 \times 10^4 \text{ eV}) \left(\frac{1.602 \times 10^{-19} \text{ J}}{\text{eV}} \right) = 4.81 \times 10^{-15} \text{ J}$$

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(30) Duas cargas pontuais q e q' estão separadas por uma distância a . Em um ponto a uma distância $a/3$ de q e ao longo da linha que une as duas cargas, o potencial é zero. (Considere que o potencial seja zero bem distante de todas as cargas.)

(a) Qual das afirmativas a seguir é verdadeira?

(1) As cargas têm o mesmo sinal.

(2) As cargas têm sinais opostos.

(3) Os sinais relativos das cargas não podem ser determinados usando as informações dadas.

(b) Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

(1) $q > q'$.

(2) $q < q'$.

(3) $q = q'$.

(4) As magnitudes relativas das cargas não podem ser determinadas usando as informações dadas.

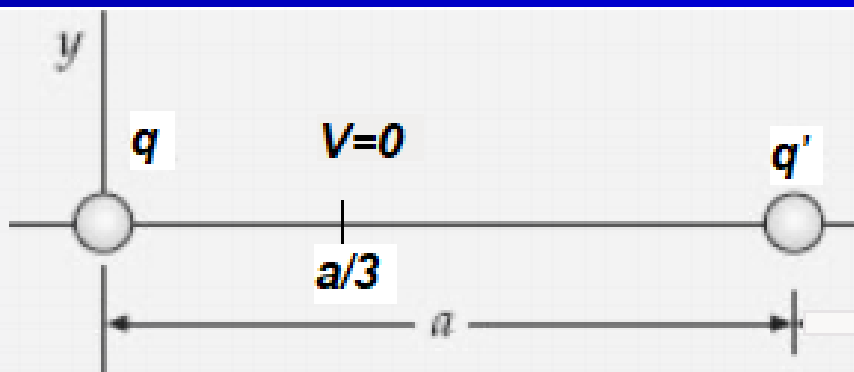
(c) Encontre a razão q/q' .

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(30) Duas cargas pontuais q e q' estão separadas por uma distância a . Em um ponto a uma distância $a/3$ de q e ao longo da linha que une as duas cargas, o potencial é zero. (Considere que o potencial seja zero bem distante de todas as cargas.)

(a) Qual das afirmativas a seguir é verdadeira?

- (1) As cargas têm o mesmo sinal.
- (2) As cargas têm sinais opostos.
- (3) Os sinais relativos das cargas não podem ser determinados usando as informações dadas.



A única maneira de o potencial ser zero em $a/3$ é se q e q' tiverem sinais opostos. 2 está correto.

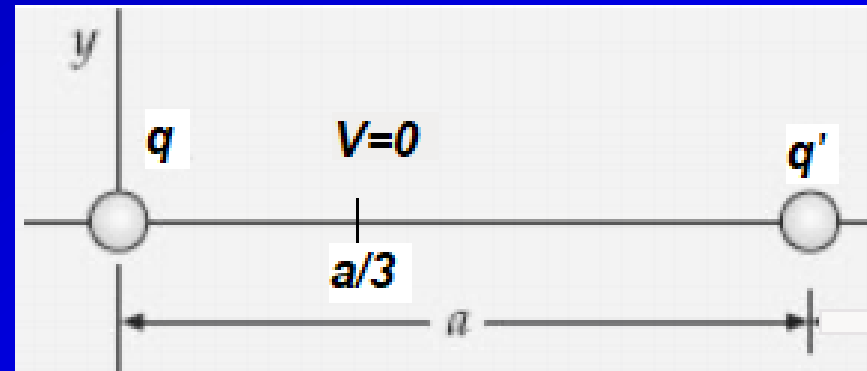
Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(30) Duas cargas pontuais q e q' estão separadas por uma distância a . Em um ponto a uma distância $a/3$ de q e ao longo da linha que une as duas cargas, o potencial é zero. (Considere que o potencial seja zero bem distante de todas as cargas.)

(b) Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- (1) $q > q'$.
- (2) $q < q'$.
- (3) $q = q'$.
- (4) As magnitudes relativas das cargas não podem ser determinadas usando as informações dadas.

(c) Encontre a razão q/q' .



O potencial no ponto de interesse é igual a soma dos potenciais individuais das cargas no ponto

$$V = k \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{r_i}$$

$$\frac{kq}{\frac{1}{3}a} + \frac{kq'}{\frac{2}{3}a} = 0$$

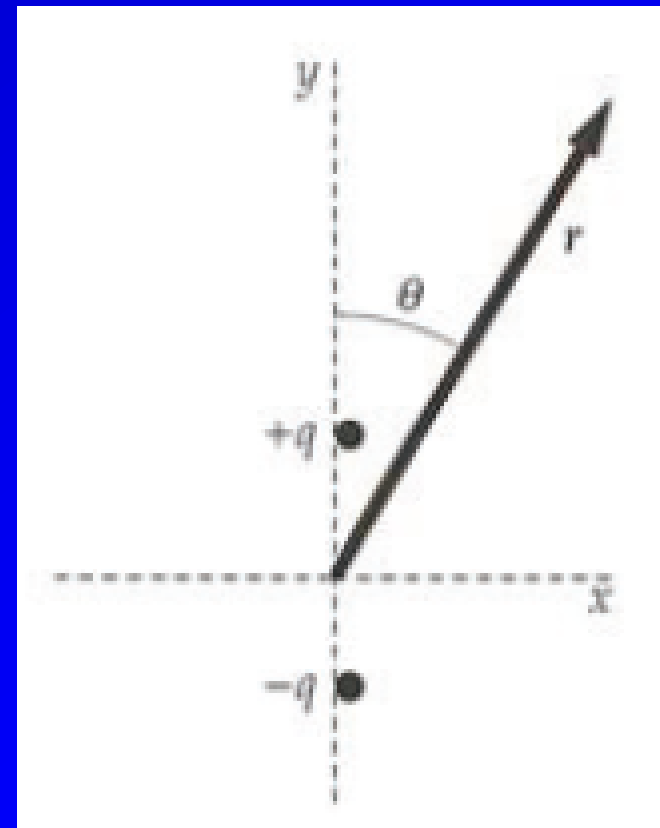
$$q + \frac{q'}{2} = 0 \Rightarrow \frac{q}{q'} = \boxed{-\frac{1}{2}}$$

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(33) Um dipolo consiste em cargas iguais com sinais opostos, $+q$ e $-q$. Ele está localizado de forma tal que seu centro está na origem e seu eixo está alinhado com o eixo y (Figura 23-32). A distância entre as cargas é L . Seja \vec{r} o vetor desde a origem até um ponto arbitrário de campo e θ , o ângulo que \vec{r} faz com a direção $+y$. (a) Mostre que a grandes distâncias do dipolo (ou seja, para $r \gg L$), o potencial elétrico do dipolo é dado por

$$V(r, \theta) \approx \frac{k\vec{p} \cdot \hat{r}}{r^2} = \frac{kpcos\theta}{r^2}, \text{ onde } \vec{p}$$

é o momento de dipolo do dipolo e θ é o ângulo entre \vec{r} e \vec{p} . (b) Em que pontos da região $r \gg L$, além do infinito, o potencial elétrico é zero?

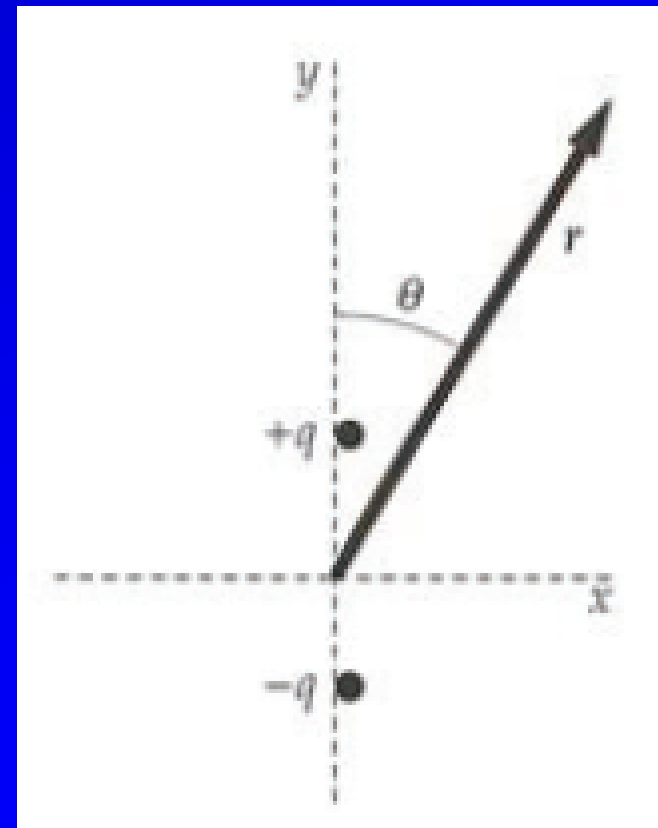


Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(33) (a) Mostre que a grandes distâncias do dipolo (ou seja, para $r \gg L$), o potencial elétrico do dipolo é dado por $V(r, \theta) \approx \frac{k\vec{p} \cdot \hat{r}}{r^2} = \frac{kpcos\theta}{r^2}$, onde \vec{p} é o momento de dipolo do dipolo e θ é o ângulo entre \vec{r} e \vec{p} .

Vamos calcular o potencial elétrico devido o dipolo em um ponto qualquer em uma posição \vec{r} com relação a origem.

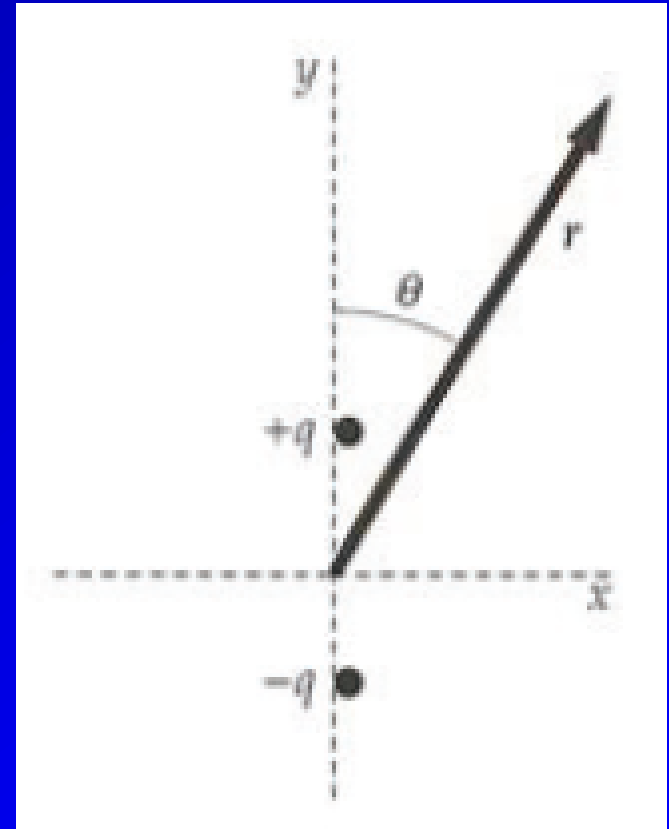
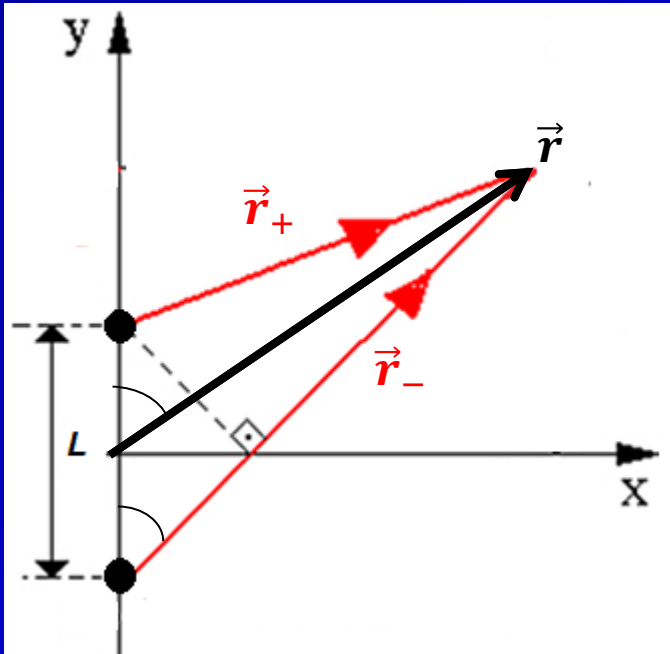
$$\begin{aligned} V &= V_+ + V_- = \frac{kq}{r_+} + \frac{k(-q)}{r_-} \\ &= kq \left(\frac{1}{r_+} - \frac{1}{r_-} \right) = kq \left(\frac{r_- - r_+}{r_+ r_-} \right) \end{aligned}$$



Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(33) (a) para $r \gg L$, o potencial elétrico do dipolo é dado por

$$V(r, \theta) \approx \frac{k\vec{p} \cdot \hat{r}}{r^2} = \frac{kpc\cos\theta}{r^2},$$



Observe que $r_- - r_+ = L\cos\theta$, e que $\vec{r}_- = \vec{L} + \vec{r}_+$ porém para $r \gg L$ temos que $\vec{r}_- \approx \vec{r}_+ \approx r$

$$V = kq \left(\frac{1}{r_+} - \frac{1}{r_-} \right) = kq \left(\frac{r_- - r_+}{r_+ r_-} \right)$$

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(33) (a) para $r \gg L$, o potencial elétrico do dipolo é dado por

$$V(r, \theta) \approx \frac{k\vec{p} \cdot \hat{r}}{r^2} = \frac{kpcos\theta}{r^2},$$

$$V = kq \left(\frac{1}{r_+} - \frac{1}{r_-} \right) = kq \left(\frac{r_- - r_+}{r_+ r_-} \right)$$

$$r_- - r_+ = L \cos \theta$$

$$\vec{r}_- \approx \vec{r}_+ \approx r$$

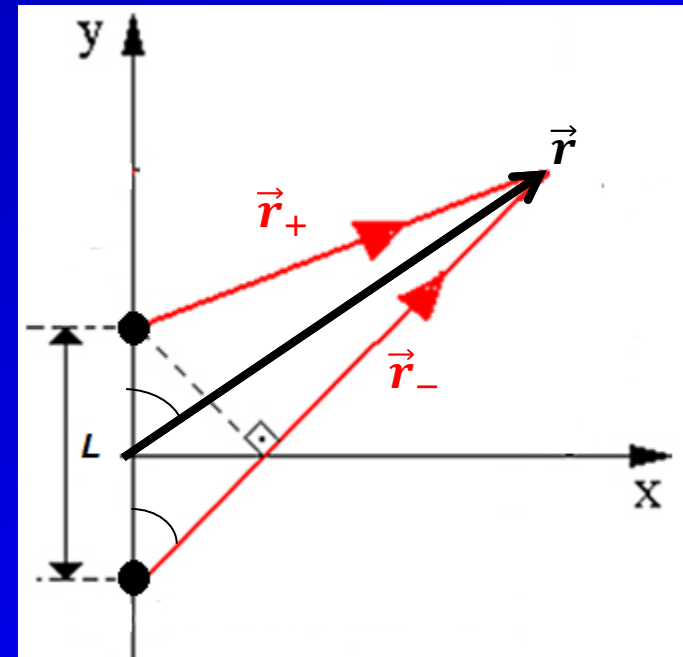
$$V(r, \theta) = kq \left(\frac{L \cos \theta}{r^2} \right) = \frac{kqL \cos \theta}{r^2}$$

$$p = qL$$

$$V(r, \theta) = \frac{kp \cos \theta}{r^2}$$

$$\vec{p} \cdot \hat{r} = p \cos \theta$$

$$V(r, \theta) = \boxed{\frac{k\vec{p} \cdot \hat{r}}{r^2}}$$



Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

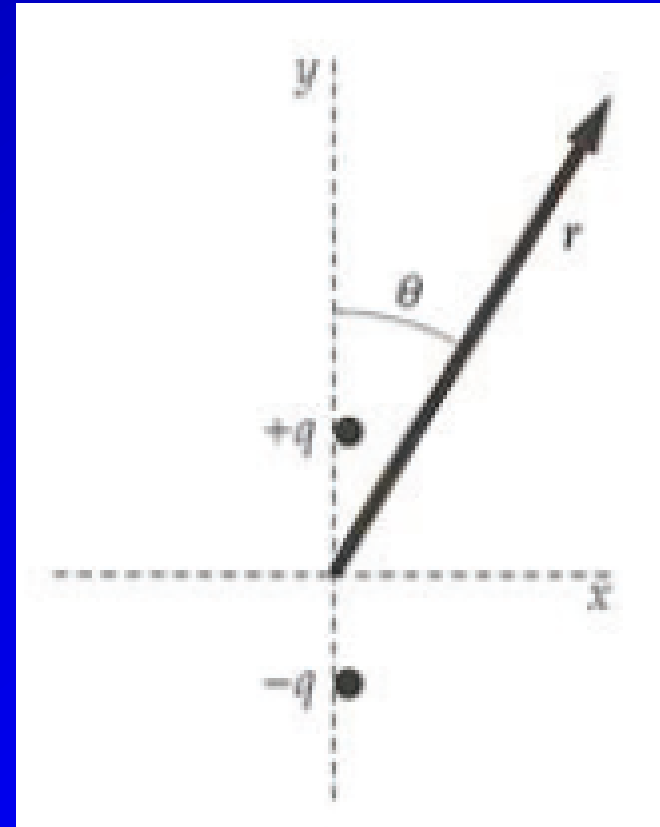
(33) (b) Em que pontos da região $r \gg L$, além do infinito, o potencial elétrico é zero?

Do item (a):

$$V(r, \theta) = \frac{kp \cos \theta}{r^2}$$

$V=0$ para $\cos\theta=0$, Logo $\theta=90^\circ$.

Observe que esses locais são equidistantes das duas extremidades do dipolo com cargas opostas.



Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(36) Um campo elétrico é dado pela expressão $\vec{E} = bx^3 \hat{i}$, onde $b = 2,00 \text{ kV/m}^4$. Determine a diferença de potencial entre o ponto em $x = 1,00 \text{ m}$ e o ponto em $x = 2,00 \text{ m}$. Qual desses pontos está com maior potencial?

Exercícios do Capítulo 23 do Tipler

(36) Um campo elétrico é dado pela expressão $\vec{E} = bx^3 \hat{i}$, onde $b = 2,00 \text{ kV/m}^4$. Determine a diferença de potencial entre o ponto em $x = 1,00 \text{ m}$ e o ponto em $x = 2,00 \text{ m}$. Qual desses pontos está com maior potencial?

Pela relação:

$$E_x = -dV/dx,$$

$$dV = -E_x dx = -\left(2.00x^3 \frac{\text{kV}}{\text{m}^4}\right) dx$$

$$\int_{V_1}^{V_2} dV = V_2 - V_1 = -\left(2.00 \frac{\text{kV}}{\text{m}^4}\right) \int_{1.00 \text{ m}}^{2.00 \text{ m}} x^3 dx = -\left(2.00 \frac{\text{kV}}{\text{m}^4}\right) \left[\frac{1}{4} x^4\right]_{1.00 \text{ m}}^{2.00 \text{ m}}$$

$$= -(2) \left[\frac{1}{4} 2^4 - \frac{1}{4} 1^4\right] = V_2 - V_1 = \boxed{-7.50 \text{ kV}}$$