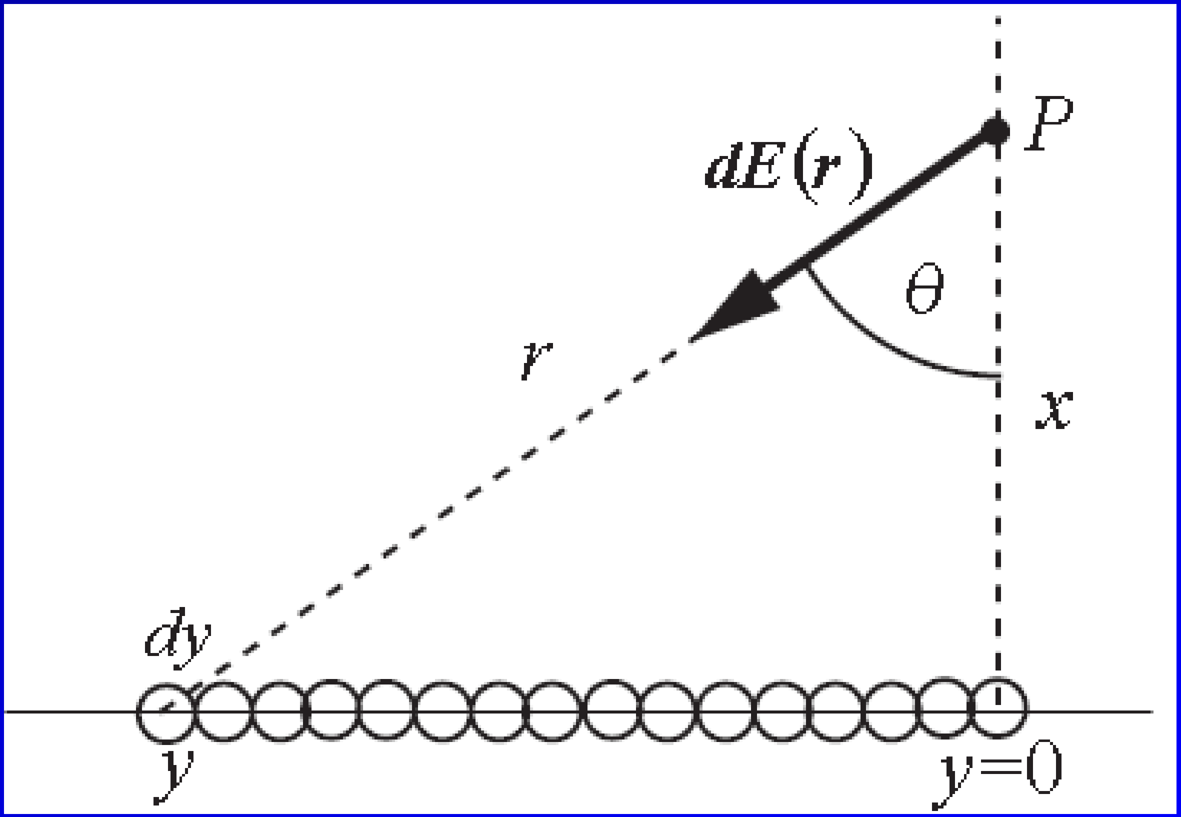
Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

(24) Calcule o campo elétrico a uma distância z de um plano não condutor infinito uniformemente carregado, considerando o plano como um contínuo de infinitas linhas retas de carga.

Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

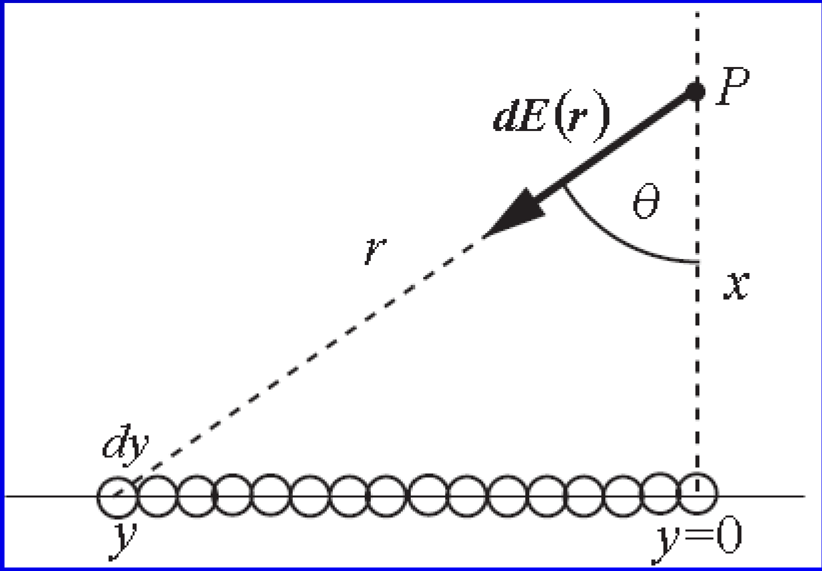
(24) Calcule o campo elétrico a uma distância z de um plano não condutor infinito uniformemente carregado, considerando o plano como um contínuo de infinitas linhas retas de carga.



Solução

Do exemplo 22-3, temos que o campo elétrico devido a uma linha de carga infinita é dado por $\vec{E} = \frac{2k\lambda}{r}\hat{r}$. Para resolver este exercício teremos que somar a contribuição das infinitas linhas infinitas para o campo elétrico. Portanto;

$$dE(r) = \frac{1}{2\pi\epsilon_0}\frac{d\lambda}{r}$$

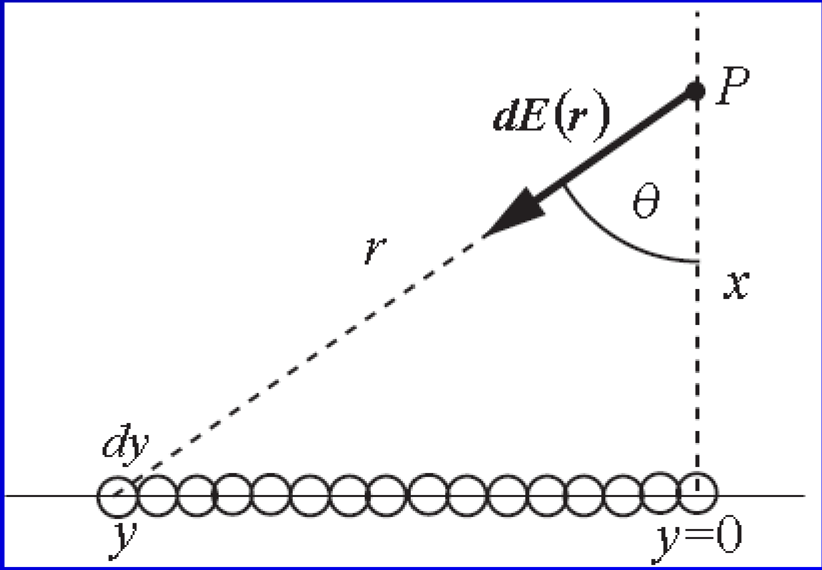


Podemos observar que, devido a simetria, as contribuições para o campo elétrico da componente y vão se cancelar. Então, somente as componentes perpendicular ao plano vão contribuir.

$$E = E_{\perp} = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} dE(r)\cos\theta$$

Solução

Da figura temos:



$$y = x\tan\theta \Rightarrow dy = x\sec^2\theta\, d\theta$$

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0}\int_{-\pi/2}^{\pi/2}\frac{\sigma\, dy}{r}\cos\theta$$

$$E = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0}\int_{-\pi/2}^{\pi/2}\frac{x\sec^2\theta\cos\theta\, d\theta}{r}$$

Mas, $\boldsymbol{\frac{x}{r} = cos\theta}$

$$E_\perp = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0}\int_{-\pi/2}^{\pi/2}\sec^2\theta\cos^2\theta\, d\theta$$

$$sec^2\theta = \frac{1}{cos^2\theta}$$

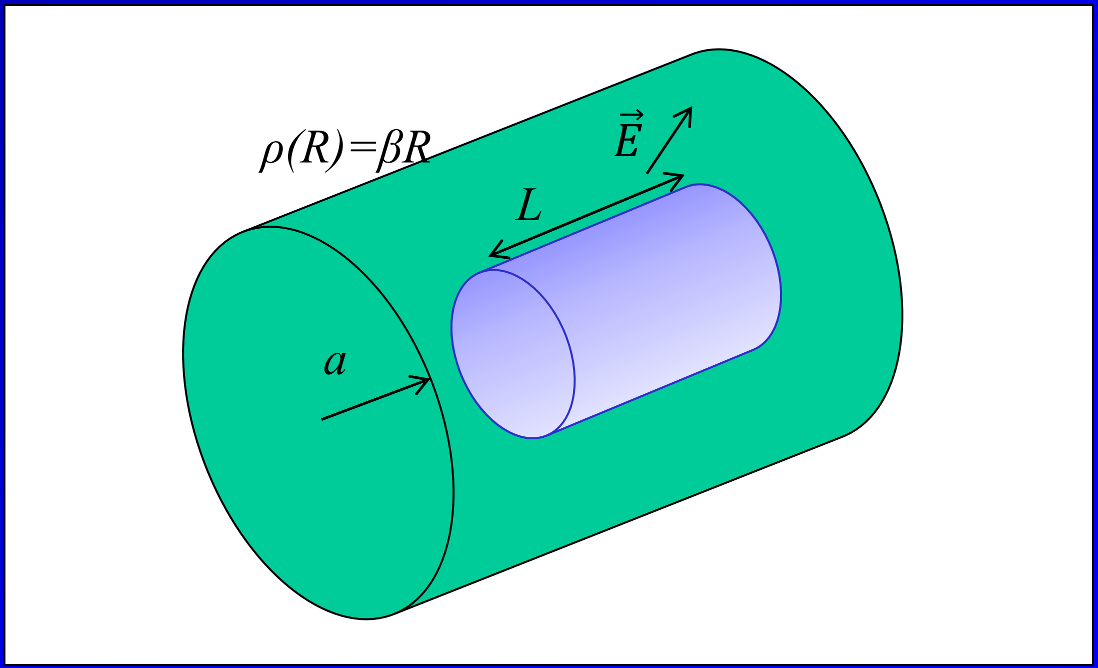
$$= \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0}\int_{-\pi/2}^{\pi/2} d\theta$$

$$= \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0}\left[\frac{\pi}{2} - \left(-\frac{\pi}{2}\right)\right]$$

$$E = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0}\int_{-\pi/2}^{\pi/2} d\theta = \frac{\sigma}{2\pi\epsilon_0}\pi = \boxed{\frac{\sigma}{2\epsilon_0}}$$

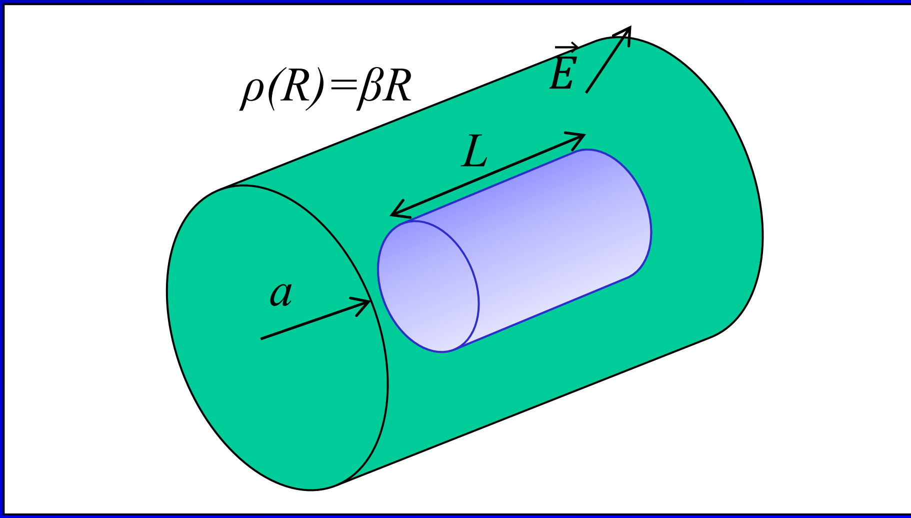
Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

(54) Um cilindro sólido não-condutor infinitamente longo de raio *a*, tem densidade volumétrica não uniforme de cargas. Esta densidade varia linearmente com *R*, a distância perpendicular ao seu eixo, de acordo com $\rho(R) = \beta R$, onde β é uma constante. (a) Mostre que a densidade linear de carga do cilindro é dada por $\lambda = 2\pi\beta a^3/3$. (b) Determine expressões para o campo elétrico para $R < a$ e $R > a$.



Solução

(54) (a) Mostre que a densidade linear de carga do cilindro é dada por $\lambda = 2\pi\beta a^3/3$.



A densidade linear de carga é dado por:

$$\lambda = \frac{q}{L} \qquad q = \int \rho(R)\,dV$$

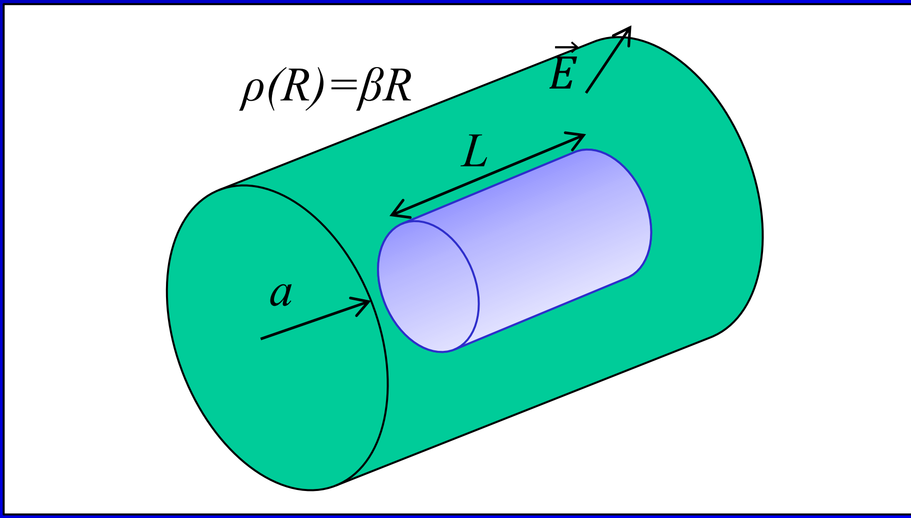
Substituindo *ρ*, e calculando *dV* como, $dV = 2\pi RLdR$

$$q = \int \beta R(2\pi RLdR)$$

$$\lambda = 2\pi\beta\int_0^a R^2 dR = \boxed{\frac{2\pi\beta a^3}{3}}$$

Solução

(54) (b) Determine expressões para o campo elétrico para *R* < *a* e *R* > *a*.



Devido a simetria do problema podemos ver que o campo elétrico nas tampas do cilindro são nulos pois é um cilindro infinito, não há fluxo de campo elétrico através delas. Aplicando uma superfície gaussiana dentro do cilindro que está concêntrico e a lei de Gauss referente a essa superfície, temos;

$$\oint_S E_n dA = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{inside}} \Rightarrow 2\pi R L E_n = \frac{Q_{\text{inside}}}{\epsilon_0}$$

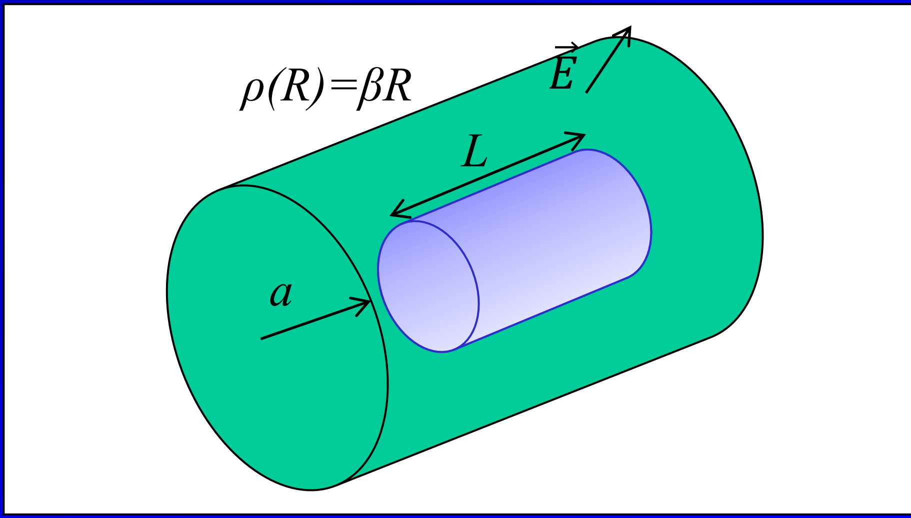
Onde, $E_n = E_R$

Solução

(54) (b) Determine expressões para o campo elétrico para *R* < *a* e *R* > *a*.

$$\oint_S E_n dA = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{inside}} \Rightarrow 2\pi R L E_n = \frac{Q_{\text{inside}}}{\epsilon_0}$$

$$E_R = \frac{Q_{\text{inside}}}{2\pi R L \epsilon_0}$$



Onde Q_{inside} é a carga no interior da superfície gaussiana.

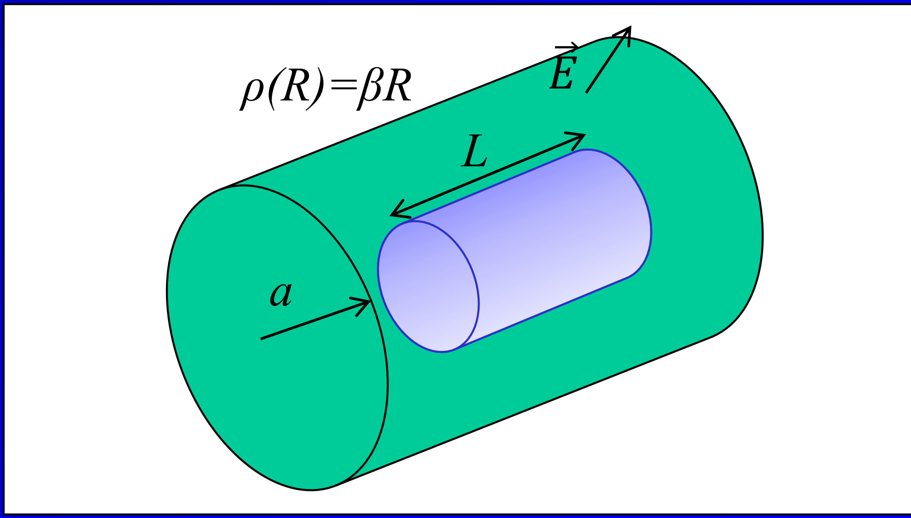
A carga dQ_{inside} dentro da superfície gaussiana, é

$$\begin{aligned} dQ_{\text{inside}} &= \rho(R)dV = \beta R(2\pi R L)dR \\ &= 2\pi\beta R^2 L dR \end{aligned}$$

Solução

(54) (b) Determine expressões para o campo elétrico para *R* < *a* e *R* > *a*.

O campo elétrico no interior do cilindro infinito, ou seja, para R=0 até R=r, no interior do cilindro



$$dQ_{\text{inside}} = \rho(R)dV = \beta R(2\pi RL)dR$$

$$= 2\pi\beta R^2 L dR$$

$$Q_{\text{inside}} = 2\pi\beta L\int_0^r R^2 dR = 2\pi aL\left[\frac{R^3}{3}\right]_0^r$$

$$= \frac{2\pi\beta L r^3}{3}$$

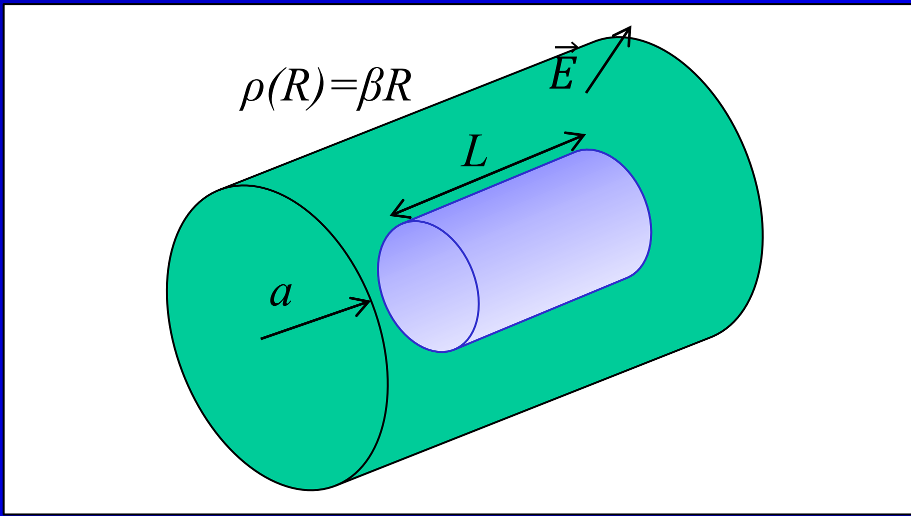
$$E_R = \frac{Q_{\text{inside}}}{2\pi RL \epsilon_0}$$

$$E_{R<a} = \frac{\frac{2\pi\beta L r^3}{3}}{2\pi \epsilon_0 Lr} = \boxed{\frac{\beta}{3\epsilon_0}r^2}$$

Solução

(54) (b) Determine expressões para o campo elétrico para *R* < *a* e *R* > *a*.

Para *R>a;*



$$dQ_{\text{inside}} = \rho(R)dV = \beta R(2\pi RL)dR = 2\pi\beta R^2 L dR$$

Do item (a);

$$\lambda = 2\pi\beta\int_0^a R^2 dR = \boxed{\frac{2\pi\beta a^3}{3}}$$

$$Q_{\text{inside}} = \lambda L = \frac{2\pi\beta L a^3}{3}$$

$$E_R = \frac{Q_{\text{inside}}}{2\pi RL\epsilon_0}$$

$$E_{R>a} = \frac{\frac{2\pi\beta L a^3}{3}}{2\pi r L\epsilon_0} = \boxed{\frac{\beta}{3r\epsilon_0}a^3}$$

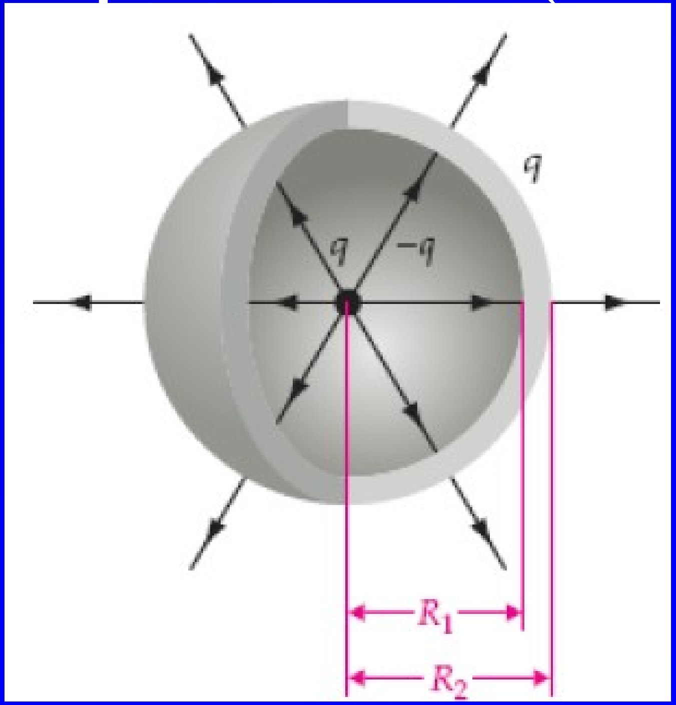
Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

(61) Uma casca esférica condutora que tem carga resultante nula tem raio interno R_1 e raio externo R_2. Uma carga puntiforme positiva q é colocada no centro da casca. (a) Use a lei de Gauss e as propriedades de condutores em equilíbrio eletrostático para encontrar o campo elétrico nas três regiões: $0 \leq r < R_1$, $R_1 < r < R_2$ e $r > R_2$, onde r é a distância do centro. (c) Determine a densidade de carga na superfície interna ($r = R_1$) e na superfície externa ($r = R_2$) da casca.

Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

(61) Uma casca esférica condutora que tem carga resultante nula tem raio interno R_1 e raio externo R_2. Uma carga puntiforme positiva q é colocada no centro da casca. (a) Use a lei de Gauss e as propriedades de condutores em equilíbrio eletrostático para encontrar o campo elétrico nas três regiões: $0 \leq r < R_1$, $R_1 < r < R_2$ e $r > R_2$, onde r é a distância do centro. (c) Determine a densidade de carga na superfície interna ($r = R_1$) e na superfície externa ($r = R_2$) da casca.

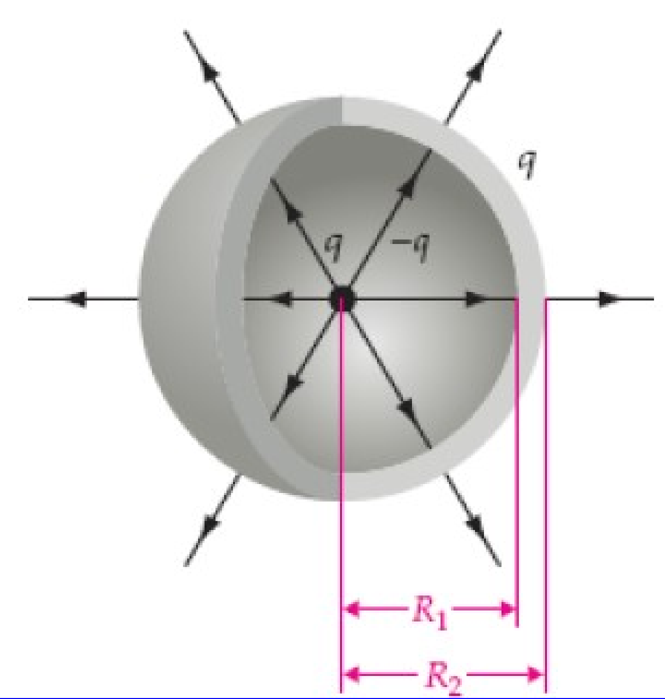
A carga no centro da casca induzirá cargas na superfície interna da casca.



Solução

(61) (a) Use a lei de Gauss e as propriedades de condutores em equilíbrio eletrostático para encontrar o campo elétrico nas três regiões: $0 \leq r < R_1$, $R_1 < r < R_2$ e $r > R_2$, onde r é a distância do centro.

Considerando uma superfície gaussiana esférica concêntrica à esfera ao lado. Aplicando a lei de Gauss



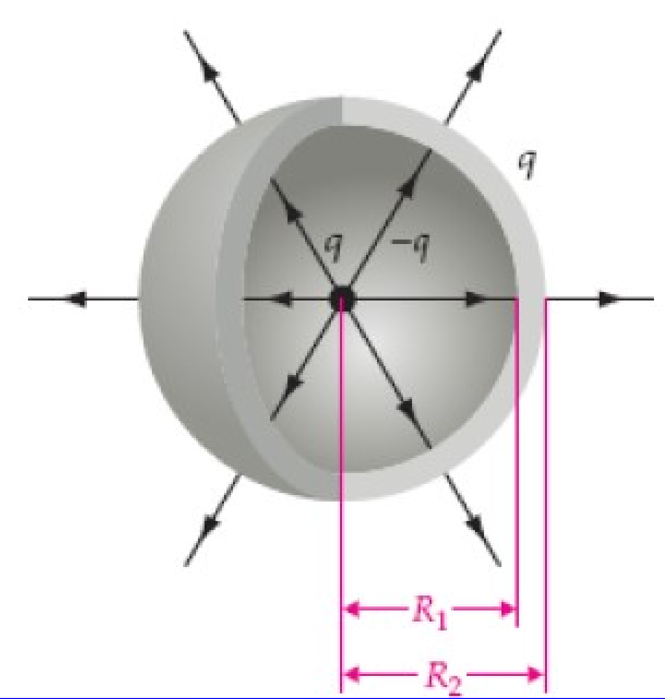
$$\oint_S E_n \, dA = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{inside}} \Rightarrow 4\pi r^2 E_n = \frac{Q_{\text{inside}}}{\epsilon_0}$$

Por simetria $E_n = E_r$

$$E_r = \frac{Q_{\text{inside}}}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

Solução

(61) (a) Use a lei de Gauss e as propriedades de condutores em equilíbrio eletrostático para encontrar o campo elétrico nas três regiões: $0 \leq r < R_1$, $R_1 < r < R_2$ e $r > R_2$, onde r é a distância do centro.



Para $0 \leq r < R_1$, temos:

$$E_r = \frac{Q_{\text{inside}}}{4\pi r^2 \epsilon_0} \qquad Q_{\text{inside}} = q$$

$$E_{r<R_1} = \frac{q}{4\pi r^2 \epsilon_0} = \boxed{\frac{kq}{r^2}}$$

Para $R_1 < r < R_2$, como dentro da superfície gaussiana nessa região a carga é zero, temos que;

$$E_{R_1<r<R_2} = \boxed{0}$$

Solução

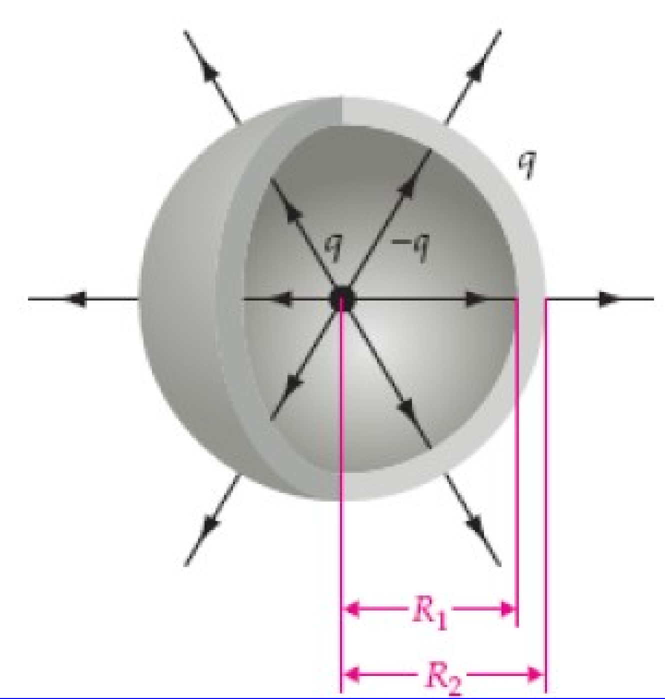
(61) (a) Use a lei de Gauss e as propriedades de condutores em equilíbrio eletrostático para encontrar o campo elétrico nas três regiões: $0 \leq r < R_1$, $R_1 < r < R_2$ e $r > R_2$, onde r é a distância do centro.

Para $r > R_2$, temos:

$$E_r = \frac{Q_{\text{inside}}}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

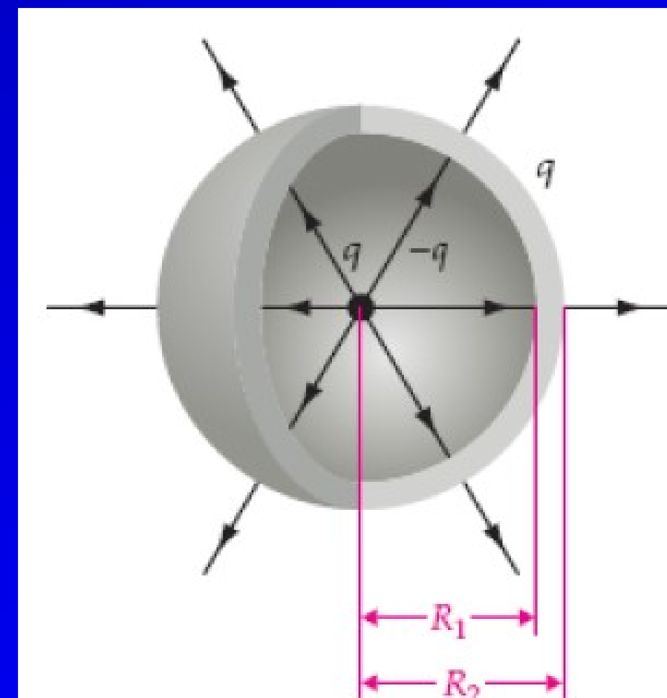
$$Q_{\text{inside}} = q$$

$$E_{r>R_2} = \frac{q}{4\pi r^2 \epsilon_0} = \boxed{\frac{kq}{r^2}}$$



Solução

(61) (c) Determine a densidade de carga na superfície interna ($r = R_1$) e na superfície externa ($r = R_2$) da casca.



Usando a definição de densidade superficial de carga;

$$\sigma_{\text{inner}} = \boxed{-\frac{q}{4\pi R_1^2}}$$

Na superfície interna

$$\sigma_{\text{outer}} = \boxed{\frac{q}{4\pi R_2^2}}$$

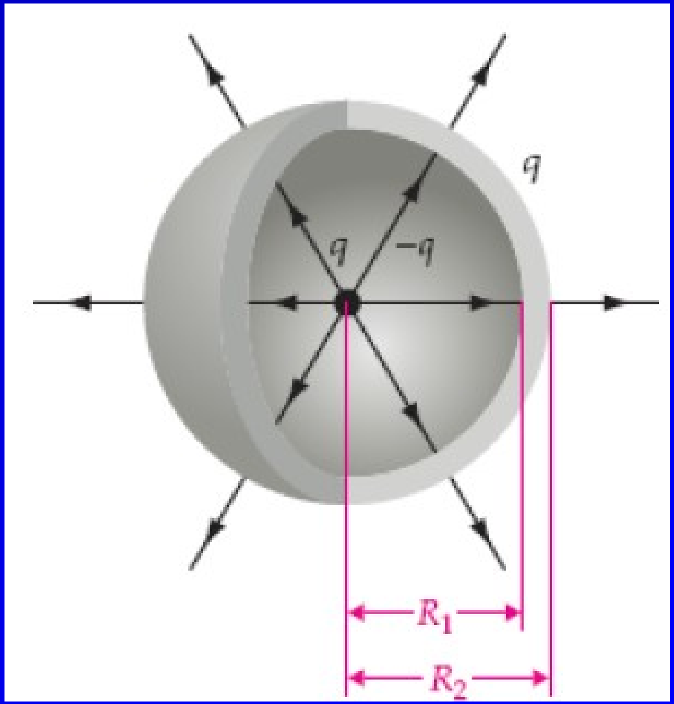
Na superfície externa

Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (a) Determine as densidades de carga nas superfícies interna e externa da casca e a carga total em cada superfície. (b) Determine o campo elétrico em todas as regiões. (c) Repita a Parte (a) e a Parte (b) com uma carga resultante de +3,5 μC colocada na casca.

Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

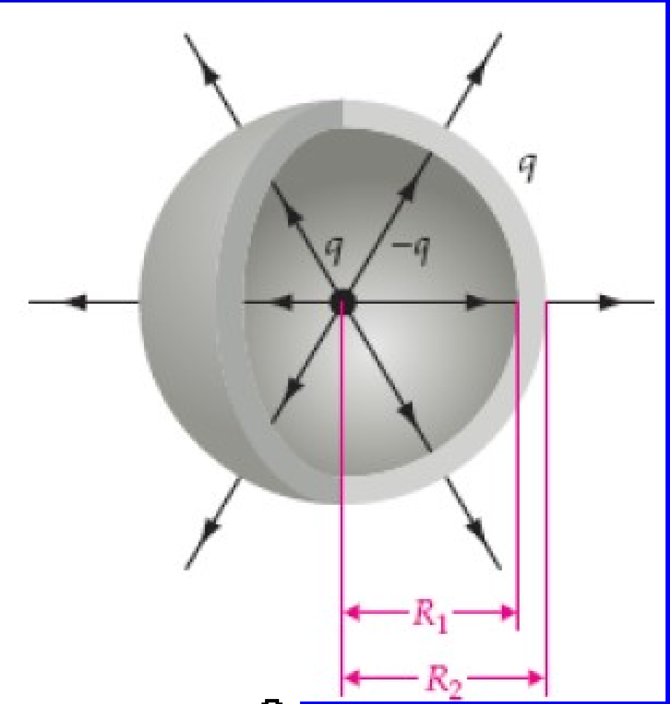
(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (a) Determine as densidades de carga nas superfícies interna e externa da casca e a carga total em cada superfície. (b) Determine o campo elétrico em todas as regiões. (c) Repita a Parte (a) e a Parte (b) com uma carga resultante de +3,5 μC colocada na casca.



Solução

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (a) Determine as densidades de carga nas superfícies interna e externa da casca e a carga total em cada superfície.

Nos itens (a) e (b) é bem parecida com a questão anterior, porém aqui são dados valores.



A carga no centro da casca induzirá cargas na superfície interna da casca.

A relação entre a carga pontual e a carga induzida na superfície interna é

$q + q_{int} = 0$

$q = -q_{int}$

Dentro do condutor: $q_{outer} + q_{inner} = 0$

Solução

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (a) Determine as densidades de carga nas superfícies interna e externa da casca e a carga total em cada superfície.

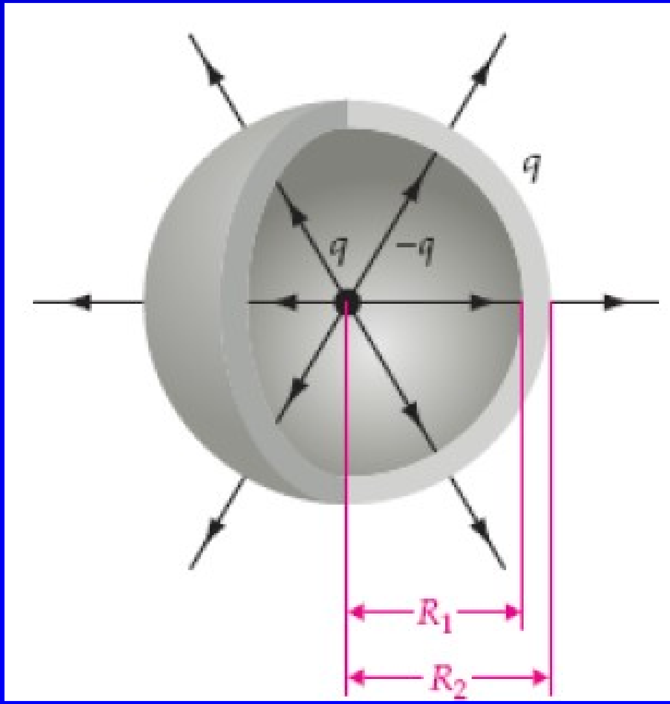
Como visto na questão anterior

$$\sigma_{\text{inner}} = \boxed{-\frac{q}{4\pi R_1^2}}$$

Na superfície interna

$$\sigma_{\text{outer}} = \boxed{\frac{q}{4\pi R_2^2}}$$

Na superfície externa

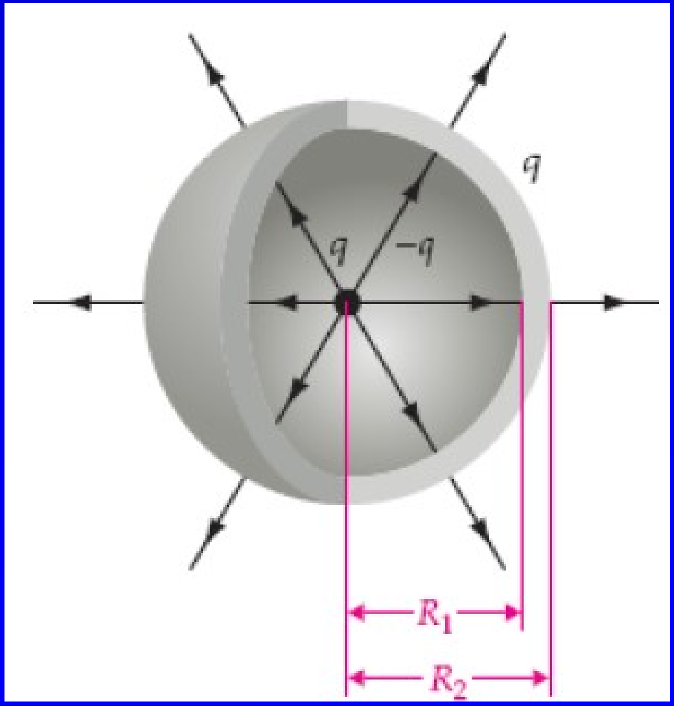


Solução

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (a) Determine as densidades de carga nas superfícies interna e externa da casca e a carga total em cada superfície.

$$\sigma_{\text{inner}} = \boxed{-\frac{q}{4\pi R_1^2}}$$

Na superfície interna



$$\sigma_{\text{inner}} = \frac{-2.5\ \mu\text{C}}{4\pi(0.60\ \text{m})^2} = \boxed{-0.55\ \mu\text{C/m}^2}$$

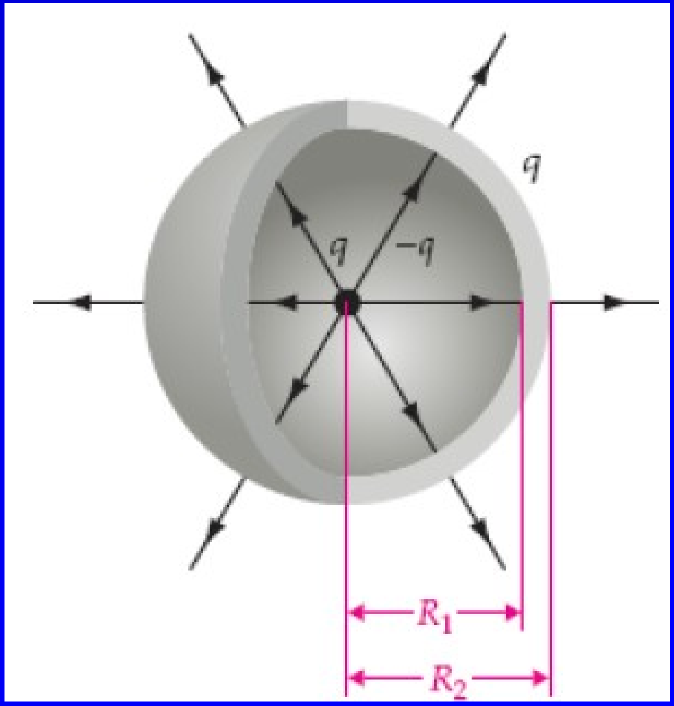
Solução

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (a) Determine as densidades de carga nas superfícies interna e externa da casca e a carga total em cada superfície.

$$\sigma_{\text{outer}} = \boxed{\frac{q}{4\pi R_2^2}}$$

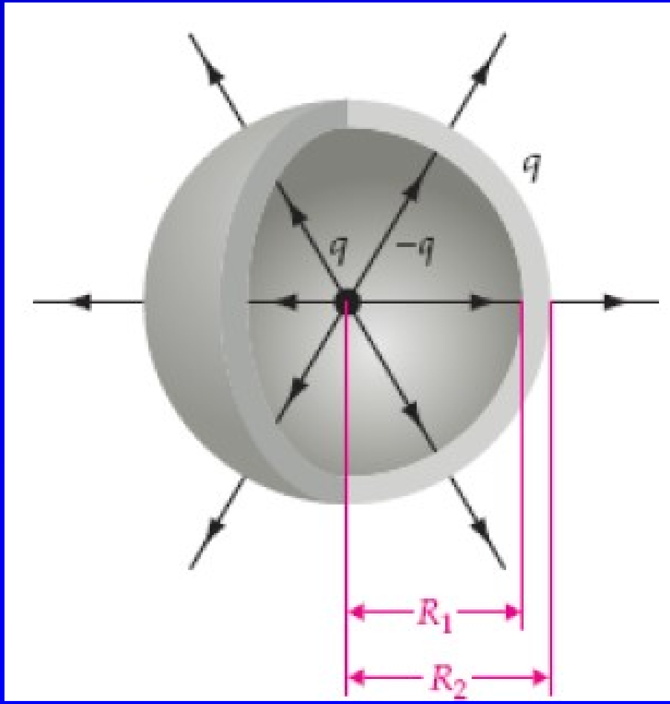
Na superfície externa

$$\sigma_{\text{outer}} = \frac{2.5\,\mu\text{C}}{4\pi(0.90\,\text{m})^2} = \boxed{0.25\,\mu\text{C/m}^2}$$



Solução

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (b) Determine o campo elétrico em todas as regiões.



Aplicando a lei de Gauss;

$$\oint_S E_n dA = \frac{1}{\epsilon_0} Q_{\text{inside}} \Rightarrow 4\pi r^2 E_n = \frac{Q_{\text{inside}}}{\epsilon_0}$$

$$E_n = E_r$$

$$E_r = \frac{Q_{\text{inside}}}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

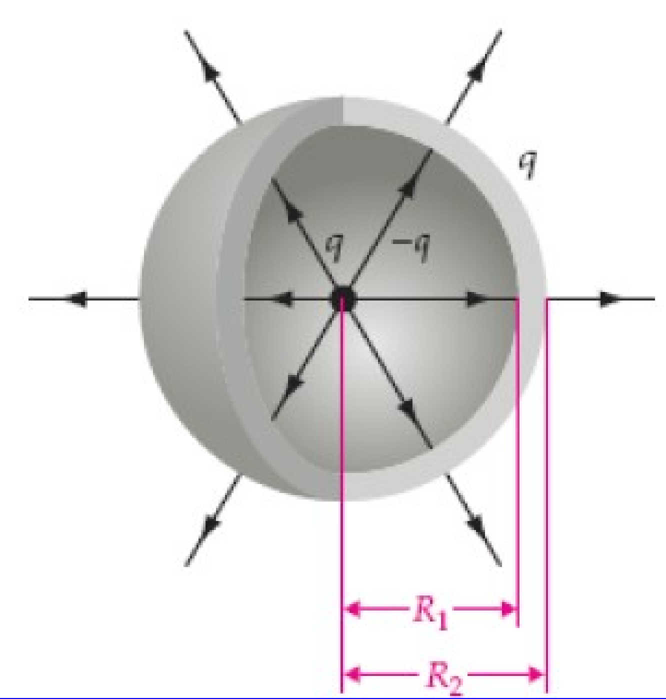
O campo dentro da casca esférica;

$$E_{r<60\,\text{cm}} = \frac{q}{4\pi r^2 \epsilon_0} = \frac{kq}{r^2}$$

$$E_{r<60\,\text{cm}} = \frac{(8.988\times10^9\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.5\ \mu\text{C})}{r^2} = \boxed{(2.2\times10^4\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C})\frac{1}{r^2}}$$

Solução

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (b) Determine o campo elétrico em todas as regiões.



Aplicando a lei de Gauss;

$$E_r = \frac{Q_{\text{inside}}}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

O campo dentro do condutor

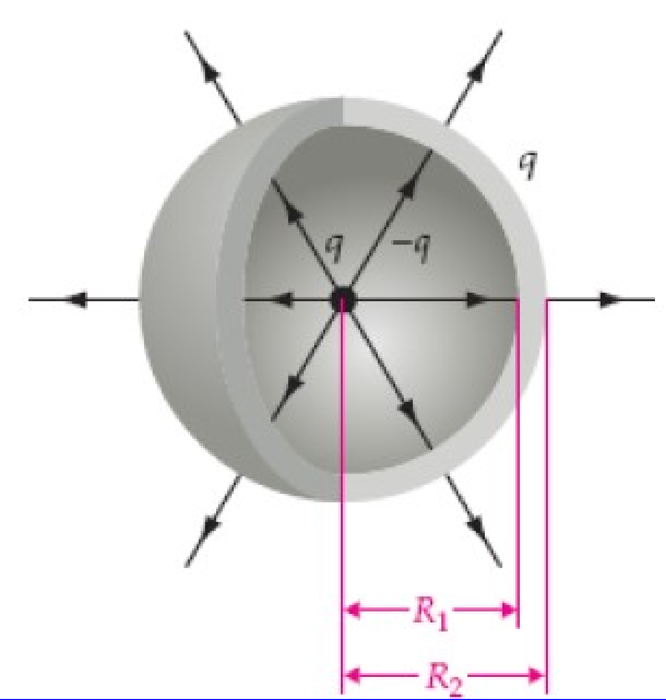
$$E_{60\,\text{cm}<r<90\,\text{cm}} = \boxed{0}$$

O campo fora da casca

$$E_{r>90\,\text{cm}} = \frac{kq}{r^2} = \boxed{\left(2.3\times10^4\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}\right)\frac{1}{r^2}}$$

Solução

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (c) Repita a Parte (a) e a Parte (b) com uma carga resultante de +3,5 μC colocada na casca.



No interior da casca continua sendo:

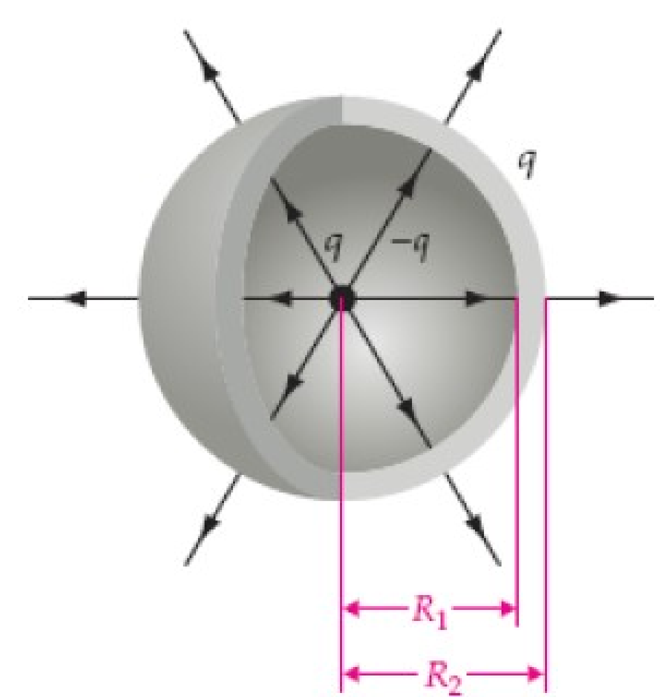
$$q_{\text{inner}} = -2.5\ \mu\text{C}$$

$$\sigma_{\text{inner}} = \boxed{-0.55\ \mu\text{C/m}^2}$$

Para o item (a), dentro do condutor ainda será induzida uma carga de -2,5μC na superfície interna, portanto dentro do condutor *E=0*. Com isso,

Solução

(63) Uma carga puntiforme positiva de 2,5 μC está no centro de uma casca esférica condutora que tem uma carga resultante nula, um raio interno igual a 60 cm e um raio externo igual a 90 cm. (c) Repita a Parte (a) e a Parte (b) com uma carga resultante de +3,5 μC colocada na casca.



A relação entre as cargas nas superfícies interna e externa fica:

$$q_{outer} + q_{inner} = 3.5\ \mu C$$

Onde q_{outer} é a carga na superfície externa e q_{inner} é a carga na superfície interna, como vimos;

$$q_{inner} = -2.5\ \mu C$$

$$q_{outer} = 3.5\ \mu C - q_{inner} = 6.0\ \mu C$$

$$\sigma_{outer} = \frac{6.0\ \mu C}{4\pi(0.90\ \mathrm{m})^2} = \boxed{0.59\ \mu C/m^2}$$

Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

(83) Uma esfera sólida não condutora e uniformemente carregada com raio *R*, tem seu centro na origem e tem uma densidade de carga de volumétrica de ρ. (a) Mostre que em um ponto no interior da esfera a uma distância *r* do centro $\vec{E} = \frac{r}{3\varepsilon_0} r\vec{r}$. (b) É removido material da esfera formando uma cavidade esférica de raio *b = R/2* e seu centro em *x = b* no eixo x (Figura 22-46). Calcule o campo elétrico nos pontos 1 e 2 mostrados na Figura 22-46. ***Dica: Considere a esfera com cavidade como duas esferas uniformes com densidades de carga iguais, com sinais contrários.***

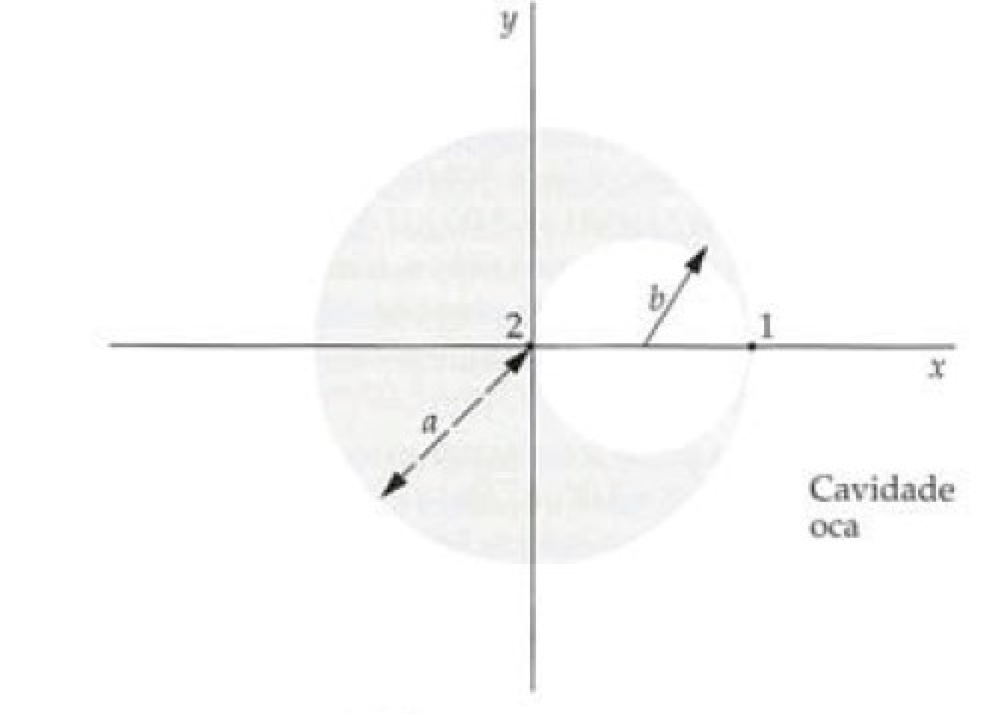


FIGURA 22-46 Problemas 83 e 85

Solução

(83) (a) Mostre que em um ponto no interior da esfera a uma distância *r* do centro $\vec{E} = \frac{r}{3\varepsilon_0} r\vec{r}$.

Aplicando a lei de Gauss em uma superfície gaussiana no interior da esfera

$$\oint_S E_n dA = E_\rho\left(4\pi r^2\right) = \frac{Q_{inside}}{\epsilon_0}$$

Quanto vale a carga Q_{inside}?

$$\rho = \frac{Q_{inside}}{\frac{4}{3}\pi r^3} \Rightarrow Q_{inside} = \frac{4}{3}\rho\pi r^3$$

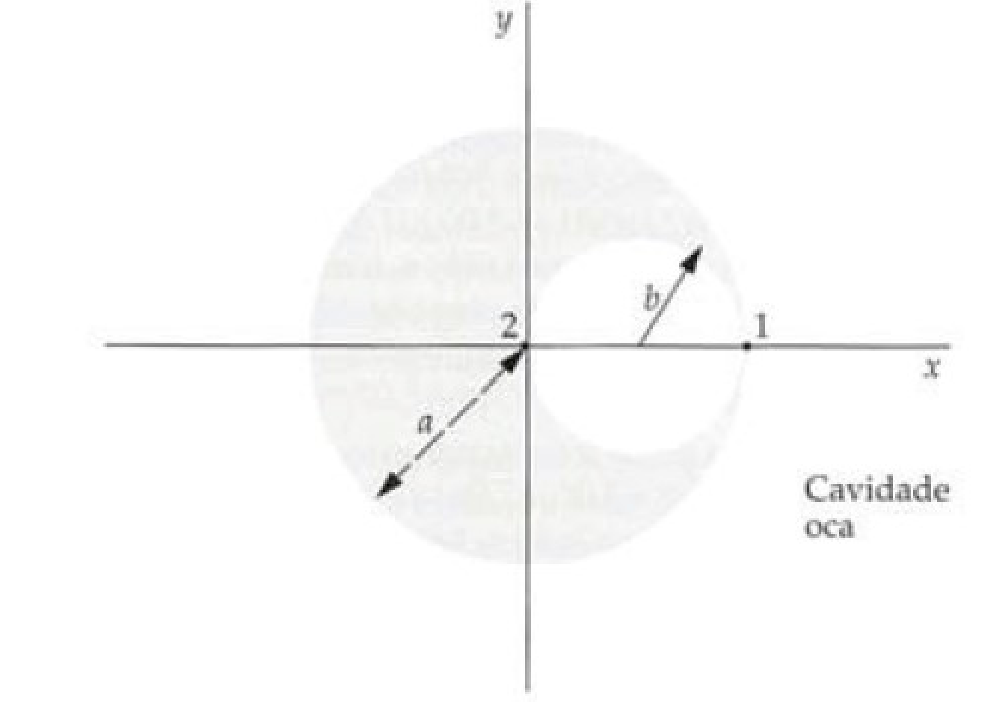


FIGURA 22-46 Problemas 83 e 85

$$E_\rho\left(4\pi r^2\right) = \frac{4\rho\pi r^3}{3\,\epsilon_0}$$

$$E_\rho = \frac{\rho r}{3\,\epsilon_0}$$

$$\vec{E}_\rho = \boxed{\frac{\rho}{3\,\epsilon_0} r\,\hat{\boldsymbol{r}}}$$

Solução

(83) (b) É removido material da esfera formando uma cavidade esférica de raio *b* = *R/2* e seu centro em *x* = *b* no eixo x (Figura 22-46). Calcule o campo elétrico nos pontos 1 e 2 mostrados na Figura 22-46. *Dica: Considere a esfera com cavidade como duas esferas uniformes com densidades de carga iguais, com sinais contrários.*

Utilizando a dica dado no exercício, vamos calcular o campo num ponto genérico devido a duas distribuições volumétricas de cargas, uma devido a esfera e outra devido a cavidade

$$\vec{E} = \vec{E}_{\rho} + \vec{E}_{-\rho} = E_{\rho}\hat{r} + E_{-\rho}\hat{r}'$$

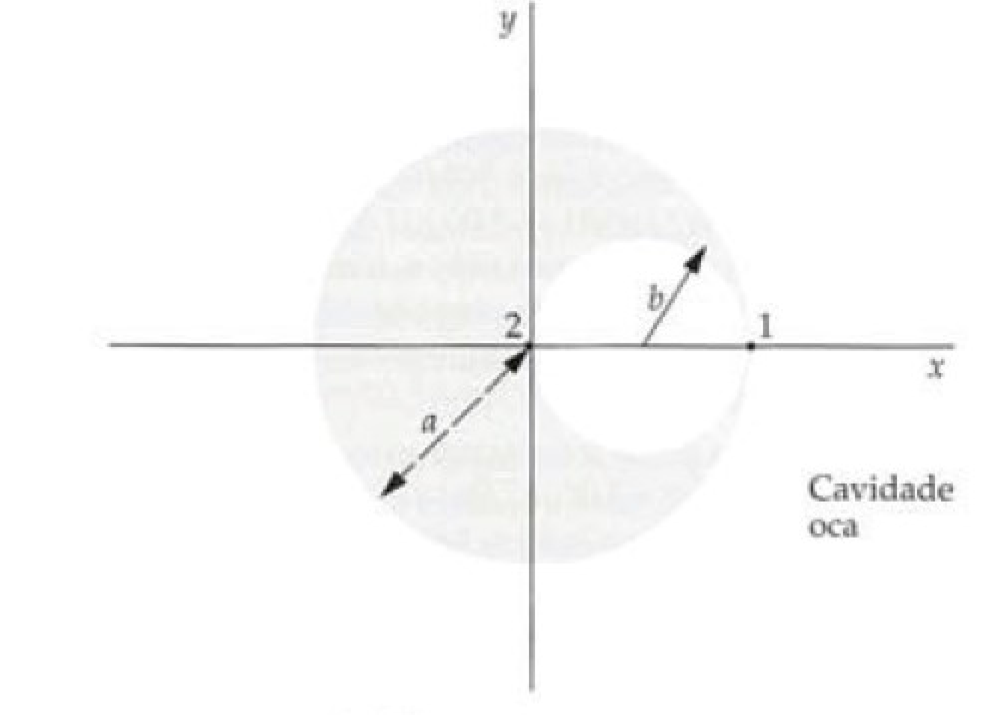


FIGURA 22-46 Problemas 83 e 85

Onde $\hat{r}'$ é o vetor unitário normal à superfície gaussiana centrada em x=b

Solução

(83) (b) É removido material da esfera formando uma cavidade esférica de raio *b* = *R/2* e seu centro em *x* = *b* no eixo x (Figura 22-46). Calcule o campo elétrico nos pontos 1 e 2.

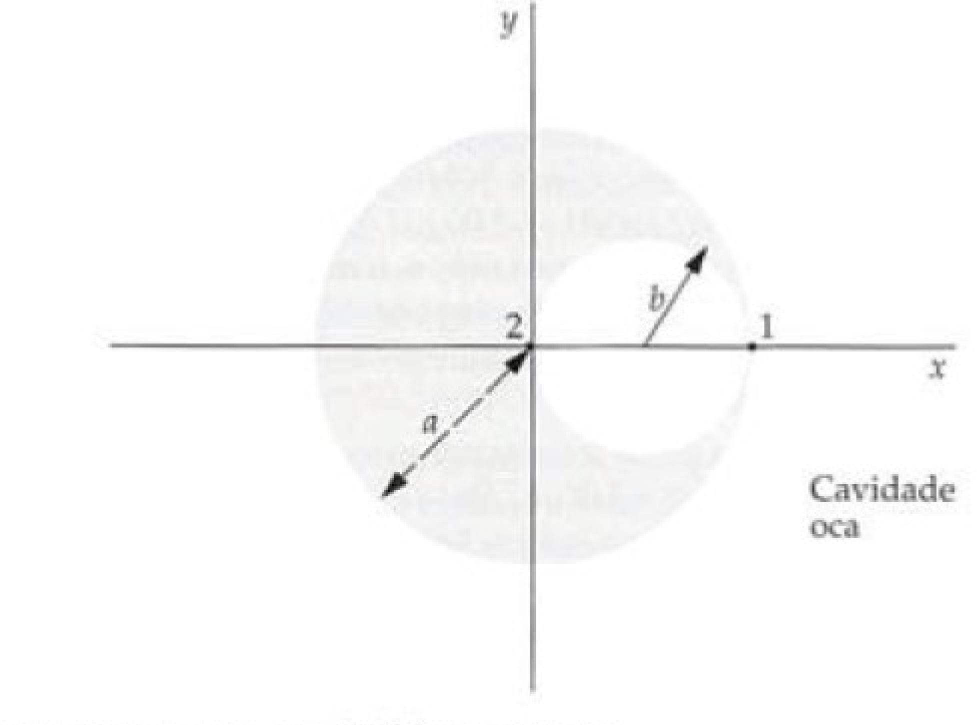


FIGURA 22-46 Problemas 83 e 85

Aplicando a lei de Gauss para a superfície esférica de raio *r'* centrada em x=b

$$\oint_S E_n dA = E_{-\rho}\left(4\pi r'^2\right) = \frac{Q_{\text{inside}}}{\epsilon_0}$$

Quanto vale a carga Q_{inside}?

$$-\rho = \frac{Q_{\text{inside}}}{\frac{4}{3}\pi r'^3} \Rightarrow Q_{\text{inside}} = -\tfrac{4}{3}\rho\pi r'^3$$

$$\vec{E} = \vec{E}_\rho + \vec{E}_{-\rho} = E_\rho \hat{r} + E_{-\rho}\hat{r}'$$

$$E_{-\rho}\left(4\pi r'^2\right) = -\frac{4\pi r'^3 \rho}{3\epsilon_0}$$

$$E_{-\rho} = -\frac{\rho}{3\epsilon_0} r'$$

Solução

(83) (b) É removido material da esfera formando uma cavidade esférica de raio $b = R/2$ e seu centro em $x = b$ no eixo x (Figura 22-46). Calcule o campo elétrico nos pontos 1 e 2.

$$\vec{E} = \vec{E}_{\rho} + \vec{E}_{-\rho} = E_{\rho}\hat{r} + E_{-\rho}\hat{r}'$$

Substituindo E_{ρ} e $E_{-\rho}$

$$\vec{E} = \frac{\rho}{3\epsilon_0} r\hat{r} - \frac{\rho}{3\epsilon_0} r'\hat{r}'$$

O vetor $\hat{r}'$ é um versor centrado em $x=b$

$$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

$$\vec{r}' = (x-b)\hat{i} + y\hat{j}$$

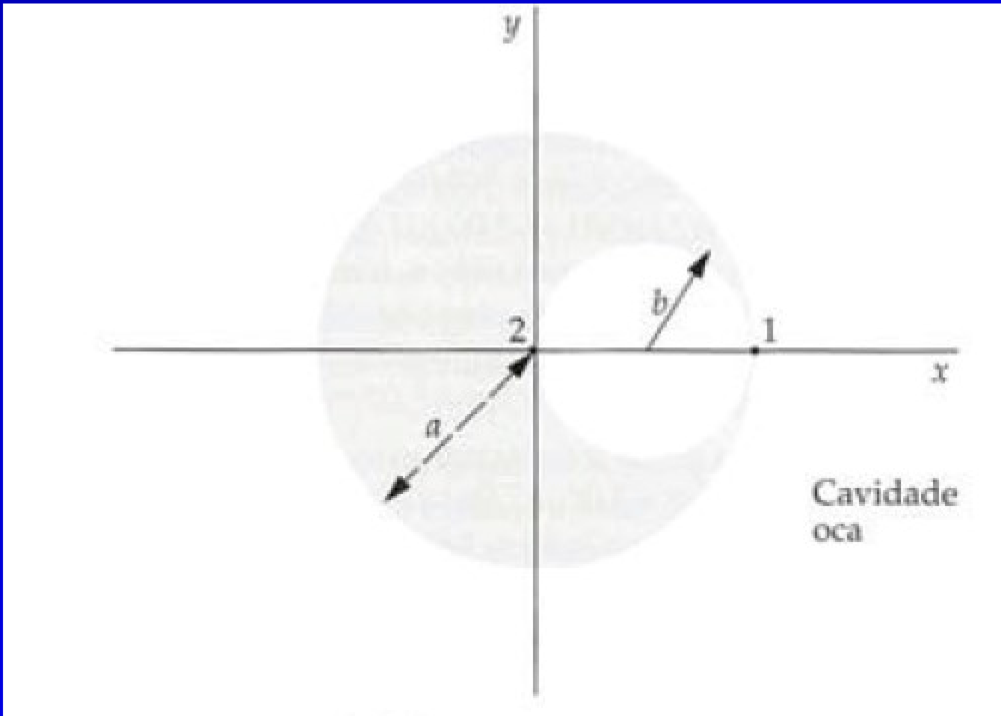


FIGURA 22-46 Problemas 83 e 85

Substituindo, teremos:

$$\vec{E} = \frac{\rho}{3\epsilon_0}\left(x\hat{i} + y\hat{j}\right) - \frac{\rho}{3\epsilon_0}\left[(x-b)\hat{i} + y\hat{j}\right] = \frac{\rho b}{3\epsilon_0}\hat{i}$$

Como $\vec{E}$ independe de x e y, temos que:

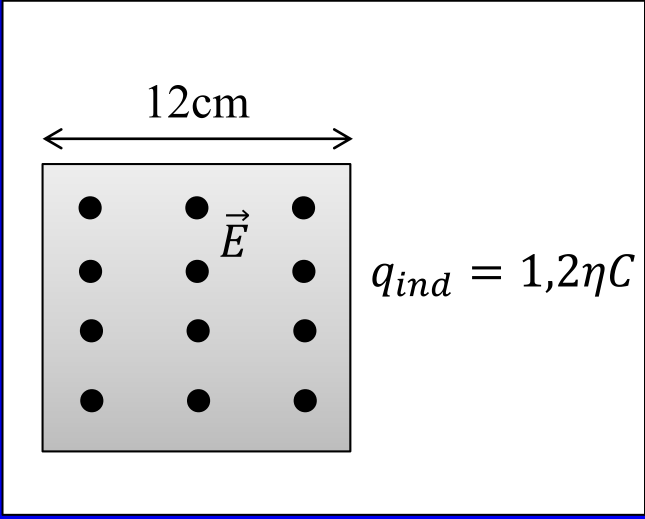
$$\vec{E}_1 = \vec{E}_2 = \boxed{\frac{\rho b}{3\epsilon_0}\hat{i}}$$

Exercícios do Capítulo 22 do Tipler

(59) Uma fina lâmina metálica tem carga resultante nula e tem faces quadradas com arestas de 12 cm. Ela está em uma região que tem um campo elétrico uniforme perpendicular às suas faces. A carga total induzida em uma das faces é de 1,2 nC. Qual é o módulo do campo elétrico?

Solução

(59) Uma fina lâmina metálica tem carga resultante nula e tem faces quadradas com arestas de 12 cm. Ela está em uma região que tem um campo elétrico uniforme perpendicular às suas faces. A carga total induzida em uma das faces é de 1,2 nC. Qual é o módulo do campo elétrico?



A placa terá cargas de sinais opostos induzidas em suas faces. A carga induzida σ está relacionada ao campo elétrico por

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

Onde E é o campo elétrico próximo à superfície de um condutor, visto na aula passada

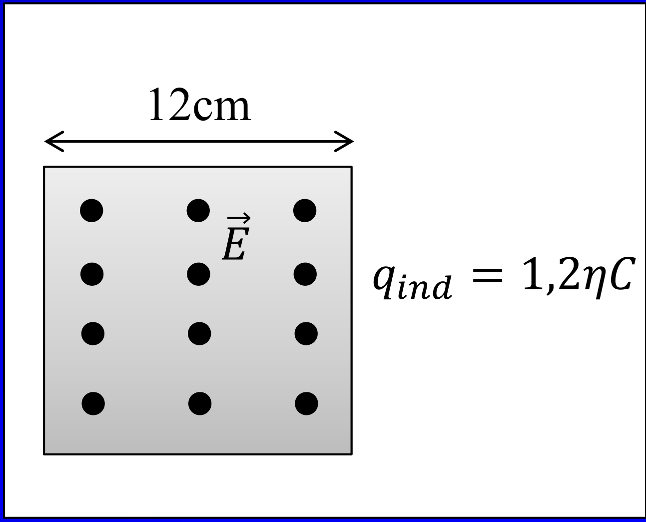
Usando a definição de densidade superficial de carga

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{L^2}$$

$$E = \frac{Q}{L^2 \epsilon_0}$$

Solução

(59) Uma fina lâmina metálica tem carga resultante nula e tem faces quadradas com arestas de 12 cm. Ela está em uma região que tem um campo elétrico uniforme perpendicular às suas faces. A carga total induzida em uma das faces é de 1,2 nC. Qual é o módulo do campo elétrico?



$$E = \frac{Q}{L^2\,\epsilon_0}$$

$$E = \frac{1.2\,\text{nC}}{(0.12\,\text{m})^2\left(8.854\times10^{-12}\,\text{C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2\right)}$$

$$= \boxed{9.4\,\text{kN/C}}$$