

LISTA DO CAPÍTULO 24

Exercícios da lista para serem entregues: 3, 7, 9, 12, 15, 17.

1) Qual é a diferença de potencial entre as posições $\vec{r}_A = (\hat{i} - 2\hat{j})m$ e $\vec{r}_B = (2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k})m$ em um campo elétrico

- uniforme, com $\vec{E} = (2\hat{i} - 3\hat{j})N/C$?
- não uniforme, com $\vec{E} = (2x\hat{i} - 3y^2\hat{j})N/C$?

2) Uma carga puntiforme $q_1 = -4 \mu C$ está situada em (3, 0) cm e uma carga $q_2 = 3,2 \mu C$ está situada em (0, 5) cm. Ache:

- o potencial criado por q_2 no ponto onde está q_1 ;
- o potencial criado por q_1 no ponto onde está q_2 ;
- a energia potencial do par de cargas. Qual é o significado do sinal algébrico da sua resposta?

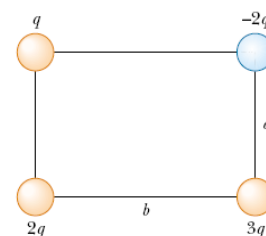
3) Sejam duas cargas puntiformes positivas iguais a Q localizadas em (0, a) e (0, $-a$).

- determine o potencial $V(x)$ num ponto (x , 0);
- usar $V(x)$ para achar o campo elétrico no eixo x ;
- determine o potencial $V(y)$ num ponto (0, y) para $y > a$;
- usar $V(y)$ para achar o campo elétrico no eixo y .

4) a) calcule a energia necessária para reunir o sistema de cargas mostrado na figura ao lado, onde $a = 0,2$ m, $b = 0,4$ m e

$$q = 6,0 \mu C;$$

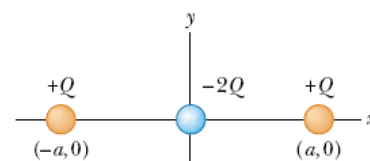
b) qual é o valor do potencial no centro do retângulo?



5) O sistema de cargas mostrado na figura ao lado é conhecido como um quadrupolo elétrico linear.

a) mostre que o potencial em um ponto do eixo x para $x > a$ é

$$V = \frac{Qa^2}{2\pi\epsilon_0(x^3 - xa^2)}$$



b) mostre que para $x \gg a$ a expressão obtida em a) se reduz a $V = \frac{Qa^2}{2\pi\epsilon_0 x^3}$

c) use o resultado do item a) para achar o campo elétrico em qualquer ponto $x > a$ do eixo do quadrupolo.

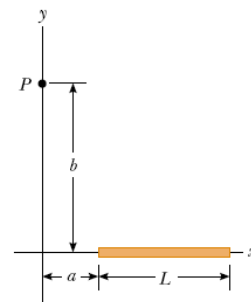
6) O modelo de Bohr do átomo de hidrogênio afirma que o elétron pode existir somente em certas órbitas em torno do próton. O raio de cada órbita de Bohr é $r = n^2 \cdot 0,0529$ nm, onde $n = 1, 2, 3, \dots$. Calcule a energia potencial elétrica de um átomo de hidrogênio quando o elétron:

LISTA DO CAPÍTULO 24

- a) está na primeira órbita permitida;
- b) está na segunda órbita permitida;
- c) escapou do átomo ($r = \infty$). Expresse suas respostas em elétron-volts (eV).

7) A figura ao lado mostra uma barra fina de plástico de comprimento L , sobre o eixo x , carregada com densidade uniforme de carga λ . Com $V=0$ no infinito:

- a) calcule o potencial elétrico no ponto P sobre o eixo y ;
- b) determine a componente E_y do campo elétrico em P;
- c) por que a componente E_x do campo elétrico neste ponto não pode ser calculada usando o resultado do item a)?
- d) calcule o potencial na origem do sistema de coordenadas;
- e) faça de novo o item d), mas tomando $\lambda = C(x-a)$, com C constante.



8) Temos uma diferença de potencial V entre duas placas infinitas carregadas e paralelas, separadas de uma distância d . Um elétron inicialmente no repouso sai da placa com o potencial menor e atravessa completamente o espaço separando as duas placas.

- a) qual é o módulo do campo elétrico entre as placas?
- b) qual trabalho vai fazer a força elétrica sobre o elétron?
- c) qual é a variação de potencial a qual o elétron está submetido?
- d) qual é a variação de energia potencial do elétron?

9) Dois grandes planos, paralelos e não-condutores, têm densidades de cargas iguais e opostas, com densidade σ . Os planos têm área A e são separados por uma distância d .

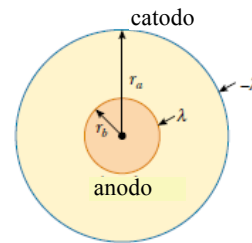
- a) determine a diferença de potencial entre os planos;
- b) uma lâmina condutora de espessura a ($a < d$) e mesma área A , é inserida paralelamente entre os dois planos originais. A lâmina está descarregada. Determine a nova diferença de potencial entre os planos e faça um esquema indicando as linhas de campo elétrico na região entre eles.

10) Um contador Geiger-Muller é um detector de radiação que consiste basicamente de um cilindro oco (o catodo) de raio r_a e um fio cilíndrico coaxial (o anodo) de raio r_b . A carga por unidade de comprimento no anodo é λ , enquanto que a carga por unidade de comprimento no catodo é $-\lambda$.

- a) mostre que o módulo da diferença de potencial entre o fio e o cilindro é

$$\Delta V = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{r_a}{r_b}\right)$$

- b) mostre que o módulo do campo elétrico nesta região é dado por



LISTA DO CAPÍTULO 24

$$E = \frac{\Delta V}{\ln(r_a/r_b)} \left(\frac{1}{r}\right)$$

onde r é a distância do centro do anodo ao ponto onde o campo deve ser calculado.

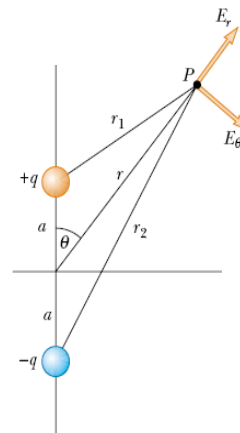
11) Um dipolo elétrico está ao longo do eixo z . No ponto P , longe do dipolo ($r \gg a$), o potencial elétrico é dado por:

$$V(r) = \frac{p \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

- a) calcule a componente radial E_r e a componente perpendicular E_θ do campo elétrico associado. Note que

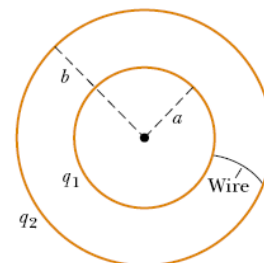
$$E_\theta = -\frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \text{ e } E_r = -\frac{\partial V}{\partial r}$$

- b) expresse V em termos de coordenadas cartesianas e calcule as componentes E_x e E_z do campo elétrico para $r \gg a$.



12) Duas cascas esféricas condutoras de raios $a = 0,4$ m e $b = 0,5$ m são conectadas por um fio condutor fino, como mostra a figura ao lado. Se uma carga total $Q = 10 \mu\text{C}$ é colocada no sistema:

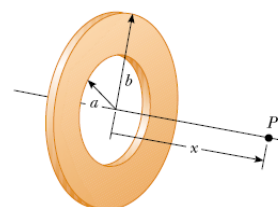
- a) que carga ficará em cada esfera?
b) qual é o valor do potencial nos pontos da esfera de raio a ?



13) O potencial de uma esfera metálica de raio 1 cm é igual a 10^4 V em comparação com o infinito.

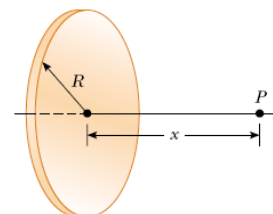
- a) qual é a densidade superficial de carga?
b) quantos elétrons foram retirados da esfera?
c) qual é o módulo do campo elétrico na superfície da esfera?

14) Calcule o potencial elétrico $V(x)$ no ponto P do eixo de um anel de raio externo b e raio interno a , como na figura. O anel tem uma densidade superficial de carga σ uniforme.



15) Um disco de raio R tem uma densidade superficial de carga não uniforme $\sigma = \sigma_0 r^2 / R^2$, onde σ_0 constante e r é medido a partir do centro do disco.

- a) determine a carga total no disco;
b) por integração direta, ache o potencial $V(x)$ no eixo do disco a uma distância x de seu centro.



16) Uma carga q está uniformemente distribuída em um volume esférico de raio R . Fazendo $V = 0$ no infinito:

LISTA DO CAPÍTULO 24

- a) calcule o potencial $V(r)$ a uma distância r do centro, para $r < R$ e para $r > R$;
 b) calcule a diferença de potencial entre um ponto da superfície e o centro da esfera.

- 17) Uma esfera não condutora de raio R tem uma carga q uniformemente distribuída por seu volume. Tome o potencial elétrico no centro da esfera como sendo $V = 0$. Determine o potencial $V(r)$:
- a) para $r = R/2$;
 b) para $r = R$.
 c) porque os valores de $V(r)$ calculados no item a) diferem dos calculados no exercício anterior?

18) **Desafio**

Uma gota líquida de raio R , uniformemente carregada com carga Q , divide-se em duas, de raios e cargas iguais, que se separam e se afastam até ficar a grande distância uma da outra.

- a) qual é a variação da energia potencial eletrostática nesse processo?
 b) se adotássemos esse modelo para a fissão do ^{235}U , qual seria a energia liberada na fissão, em MeV? Calcule o raio do núcleo pela fórmula: $R \approx 1,3 \times A^{1/3} \text{ F}$, onde $1 \text{ F (fermi)} = 10^{-13} \text{ cm}$ e A é o número de massa.

