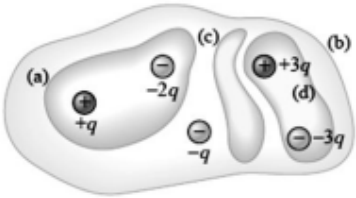
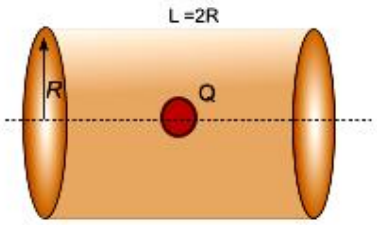
# Lista 01 – Parte II

## Capítulo 28

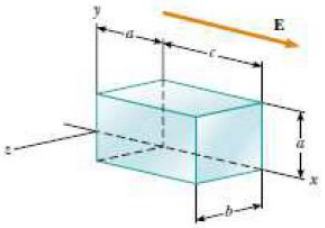
**01)** Qual é o fluxo elétrico através de cada uma das superfícies (a), (b), (c) e (d) presentes na figura abaixo?




**02)** Uma carga positiva Q está localizada no centro de um cilindro curto. O diâmetro deste cilindro é igual ao seu comprimento L. Qual é o fluxo total através da superfície deste cilindro?



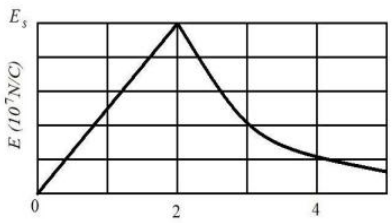

**03)** Uma superfície fechada com dimensões $a = b = 0{,}4$m e $c = 0{,}6$m está localizada como na figura ao lado. O campo elétrico nessa região é não-uniforme e é dado pela expressão $\vec{\mathbf{E}} = (3{,}0 + 2{,}0x^2)\times 10^{3}\ \hat{\mathrm{x}}$ N/C, onde $x$ está em metros. Calcule:



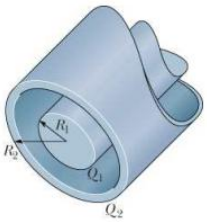

a) o fluxo do campo elétrico através da superfície fechada;

b) a carga elétrica total contida nesta superfície.

**04)** A figura mostra o módulo do campo elétrico do lado de dentro e do lado de fora de uma esfera (R=2,0cm) com uma distribuição de cargas positivas em função da distância ao centro da esfera. A escala do eixo vertical é definida por $E_s = 5{,}0\times10^{7}$ N/C. Qual a carga total da esfera?




**05)** Uma barra cilíndrica condutora muito longa de raio $R_1$ e comprimento L, carregada com carga $Q_1$=+q, é envolta por uma casca cilíndrica, de raio $R_2$ e mesmo comprimento L, carregada com uma carga $Q_2 = -2q$. Sabendo que $L>>R_2$ e que $\lambda=Q/L$, use a lei de Gauss para determinar:




a) o vetor campo elétrico a uma distância radial $r > R_2$ ;

b) o vetor campo elétrico a uma distância radial $R_1 < r < R2$ ;

c) a carga nas superfícies interna e externa da casca.

**06)** Uma carga está distribuída uniformemente através do volume de um cilindro muito longo de raio R.

a) mostre que para uma distância r do eixo do cilindro e com r < R, temos :

$$E = \frac{\rho r}{2\epsilon_0},$$

onde ρ é a densidade volumétrica de cargas no cilindro.

b) Escreva uma expressão para *E* quando r > R .

**07)** Considere uma esfera concêntrica com uma camada esférica, ambas condutoras. A camada externa é oca muito fina com raio *b* e tem inicialmente uma carga de −7Q. A esfera interna é maciça com raio *a* e tem carga de +2Q.

a) Como é a distribuição da carga na camada? Isto é, qual o valor da carga nas faces interna e externa da camada?

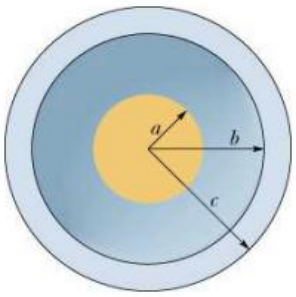
b) Calcule o campo entre elétrico entre a esfera e a camada.

c) Suponha que um fio condutor seja conectado entre a esfera e a camada. Após o equilíbrio eletrostático ser estabelecido, qual o valor da carga na camada esférica?

d) Aterrando-se a camada externa com um fio condutor (antes da conexão do item c) e, em seguida desconectando-a, qual o valor total da carga na camada esférica?

e) Quais serão os novos valores das cargas nas faces interna e externa da camada nos itens (c) e (d)?

**08)** Uma esfera sólida isolante de raio *a* está carregada uma com carga total +Q distribuída uniformemente em todo o seu volume. Concêntrica a esta esfera existe uma camada condutora neutra de raios interno *b* e externo *c*, conforme mostra a figura.




a) Calcule o vetor campo elétrico para as seguintes regiões: $r < a$, $a < r < b$, $b < r < c$ e $r > c$;

b) Determine a densidade superficial de carga induzida nas superfícies interna e externa da camada condutora.

## Capítulos 29 e 30

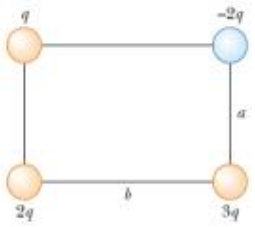
**09)** Duas cargas puntiformes $q_1 = 5{,}0$nC e $q_2 = -3{,}0$nC estão separadas por 35,0cm.

a) qual é a energia potencial do par? Qual é o significado do sinal algébrico da sua resposta?

b) qual é o potencial elétrico em um ponto a meio caminho entre as cargas?

**10)** 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 μC;

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




**11)** Os centros de duas esferas condutoras, ambas de 3,0 cm de raio estão separados por uma distância 20,0 m. A esfera 1 possui uma carga $q_1$ (=1,0×10$^{-8}$ C) e a esfera 2 uma carga $q_2$ (= –3,0×10$^{-8}$ C). Suponha que a distância entre as esferas seja suficiente para que se possa admitir que a carga das esferas seja distribuída uniformemente (ou seja, que a as esferas não se afetam mutuamente). Assumindo *V=0* no infinito, determine:

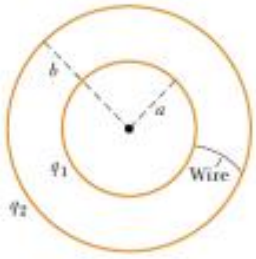
a) O potencial no ponto a meio caminho entre os centros das esferas;

b) O potencial na superfície da esfera 1;

**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 = 10μC é colocada no sistema: (*V=0* no infinito)

a) que carga ficará em cada esfera?

b) qual é o valor do potencial nos pontos da esfera de raio $a$ ?




**13)** 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;

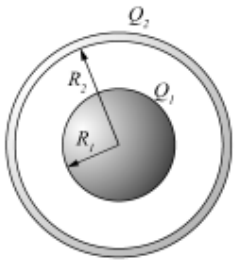
b) para r = R.

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

a) calcule o potencial *V (r)* a uma distância r do centro, para $r < R$ e para $r > R$;

b) discuta sobre a diferença de potencial entre o centro (*r=0)* da esfera e a superfície da esfera (*r=R):*

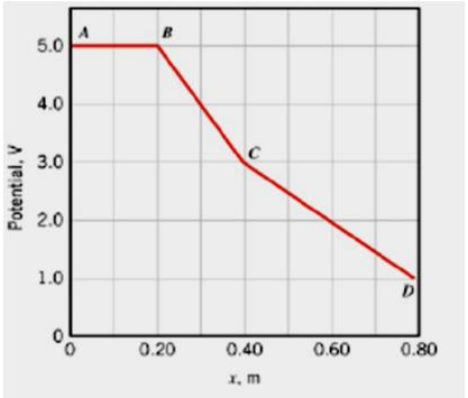
**15)** Uma esfera metálica de raio $R_1$, tendo uma carga positiva $Q_1$, está rodeada de uma casca esférica condutora muito fina de raio $R_2$, tendo uma carga negativa $Q_2$. Tomando $V=0$ no infinito, ache as expressões para $V(r)$ em todo o espaço, onde $r$ é a distância ao centro das esferas.



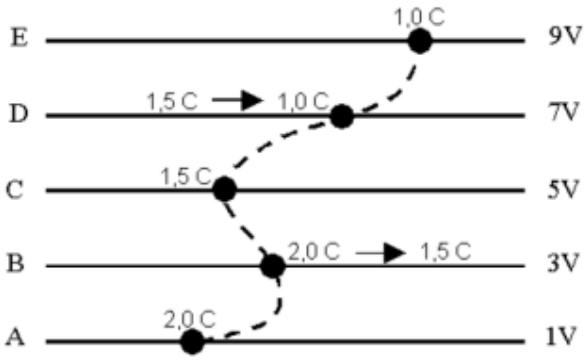

**16)** Um campo elétrico está dado pela expressão $\vec{\mathbf{E}} = \mathrm{bx}^3\ \hat{\imath}$, onde $\mathrm{b} = 2{,}0 \times 10^{3}\ \mathrm{V/m}^4$. a) Determine a diferença de potencial entre o ponto $x_i = 1{,}00\ m$ e o ponto $x_f = 2{,}00\ m$. b) Qual destes pontos está a um potencial mais alto?

**17)** O potencial elétrico de uma placa de vidro isolada muito grande é $V_0$. Ela tem uma distribuição de carga uniforme sobre sua superfície com uma densidade $\eta(\mathrm{C/m}^2)$. Determine o potencial $V$ a uma distância $x$ da placa. Considere que o ponto $x$ está longe das bordas e assumir que $x$ é muito menor que as dimensões da placa.

**18)** O potencial elétrico ($V$) como uma função da distância é graficado na figura. Determine a magnitude do campo elétrico nas regiões (a) entre A e B; (b) entre B e C e (c) entre C e D.



**19)** Na figura abaixo, são apresentadas cinco linhas equipotenciais, A - E, com os respectivos valores do potencial elétrico.




Inicialmente, um aglomerado de partículas com carga total igual a 2,0 C está sobre a equipotencial A. Esse aglomerado é deslocado para a equipotencial B. Em B o aglomerado sofre uma mudança estrutural e sua carga passa de 2,0 C para 1,5 C. Esse novo aglomerado de 1,5 C é deslocado para a equipotencial C e, em seguida, para D, conservando-se a carga de 1,5 C. Em D ocorre uma nova mudança estrutural e sua carga passa para 1,0 C. Por último, esse aglomerado de 1,0 C é deslocado para a equipotencial E. Considerando as afirmações apresentadas no enunciado acima, calcule o trabalho realizado sobre o aglomerado para deslocá-lo de A para E.

## Respostas

**01)** a) $\Phi_a=-q/\varepsilon_0$ b) $\Phi_b=-2q/\varepsilon_0$ c) $\Phi_c=0$ d) $\Phi_d=0$; **02)** $\Phi=Q/\varepsilon_0$; **03)** a) $\Phi\approx+0{,}27\times10^3\text{N.m}^2/\text{C}$ b) $q\approx 2{,}39\text{nC}$; **04)** $Q\approx2{,}2\mu\text{C}$; **05)** a) $\vec{E}=-(\lambda/2\pi\varepsilon_0 r)\,\hat{r}$ b) $\vec{E}=+(\lambda/2\pi\varepsilon_0 r)\,\hat{r}$ c) Carga na parede interna = carga na parede externa = –q; **06)** b) $\vec{E}=+(\rho R^2/2\varepsilon_0 r)\,\hat{r}$ ; **07)** a) face interna = –2Q e face externa = –5Q b) $E=+Q/2\pi\varepsilon_0 r^2$ c) q = –5Q d) q = –2Q e) iten (c): interna→q=0 e externa→q=–5Q, item (d): interna→q=–2Q e externa→q=0; **08)** a) $E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qr}{R^3}\ (r<a)$, $E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\ (a<r<b)$, $E=0\ (b<r<c)$, $E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\ (r>c)$ b) $\eta_{int}=-\frac{Q}{4\pi b^2}$ e $\eta_{ext}=+\frac{Q}{4\pi c^2}$ ; **09)** a) $U\approx-386$ nJ, o sinal negativo indica que o sistema está ligado, ou seja, é necessário realizar trabalho para separar estas cargas. b) $V_P\approx103\text{V}$; **10)** a) $U\approx-4{,}0\text{J}$ b) $V_P\approx9{,}7\times10^5\text{ V}$; **11)** a) $V_P\approx-18\text{ V}$ b) $V_P\approx2987\text{ V}$; **12)** a) esfera de raio $a$→q=0 e esfera de raio $b$→$q=10\mu\text{C}$ b) $V_P\approx1{,}8\times10^5\text{ V}$ ; **13)** a) $V\left(\frac{R}{2}\right)=-\frac{kq}{8R}$ b) $V(R)=-\frac{kq}{2R}$ ; **14)** a) $V(r)=\frac{kq}{r}\ (r\geq R)$, $V(r)=\frac{kq}{2R}\left(3-\frac{r^2}{R^2}\right)\ (r\leq R)$ b) O potencial no centro da esfera $\left(=\frac{3kq}{2R}\right)$ é maior de $\frac{kq}{2R}$ que o valor sobre a superfície da esfera$\left(=\frac{kq}{R}\right)$, como tem que ser já que o potencial toma o valor zero no infinito; **15)** $V=\frac{k(Q_1+Q_2)}{r}\ (r>R_2)$, $V=\frac{kQ_1}{r}+\frac{kQ_2}{R_2}\ (R_1<r<R_2)$, $V=\frac{kQ_1}{R_1}+\frac{kQ_2}{R_2}\ (r<R_1)$; **16)** a) $\Delta V=-7500V$ b) O ponto de maior potencial é $x_i$=*1,0m*; **17)** $V(x)=V_0-\frac{\eta x}{2\varepsilon_0}$ ; **18)** a) $E=0$ b) $\text{E}=10\text{ V/m}$ c) $\text{E}=5\text{ V/m}$; **19)** $\text{W}=12$ J.