

# Física III

## LISTA 6: Eletromagnetismo

**Código:** FSC 5194

**Professor:** Massayuki Kondo, sala 102, Dept. Física, UFSC

**Homepage:** [www.atomobrasil.com](http://www.atomobrasil.com)

### Problema 1

Uma região esférica feita de material isolante possui uma distribuição de cargas uniforme  $\rho$  por unidade de volume. Seja  $\vec{r}$  o vetor que conecta o centro da esfera a um ponto genérico P, dentro da esfera. A figura 1 mostra um diagrama da distribuição.

1. Mostre que o campo elétrico no ponto P é dado por  $\vec{E} = \frac{\rho r}{3\epsilon_0} \hat{r}$ .
2. Uma parte do material é retirado, e uma cavidade esférica vazia é criada à uma distância  $a$  do centro da esfera isolante, conforme a figura 1, mostre que o campo dentro desta cavidade é dado por  $E = \frac{\rho a}{3\epsilon_0}$ . Qual a dependência dos resultados com o raio das esferas.

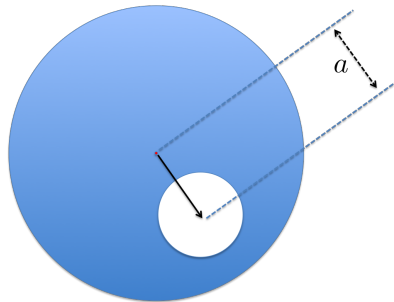


Figura 1: Distribuição linear de cargas no bastão, ponto P a uma distância  $a$  da borda direita do bastão.

### Problema 2

Três cargas elétricas são fixas mostradas nas posições mostradas na figura 2. Encontre o valor da distância  $x$  de forma que a energia potencial elétrica armazenada no sistema seja nula.

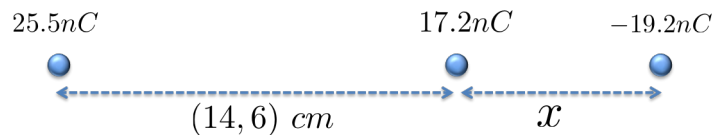


Figura 2: Sistema de cargas elétricas fixas no espaço.

**Resposta:**  $x \approx 20.525 \text{ cm}$

### Problema 3

Calcule (a) o potencial elétrico devido ao núcleo do átomo de hidrogênio a uma distância deste igual ao raio da primeira órbita no modelo de Bohr ( $r = 5.29 \times 10^{-11} \text{ m}$ ), (b) a energia potencial elétrica do átomo quando o elétron está a essa mesma distância do núcleo, e (c) a energia cinética do elétron, considerando que ele se move em uma órbita circular com centro no núcleo. (d) Quanta energia é necessária para ionizar o átomo de hidrogênio? Expresse as energias em eV (elétron Volts).

**Resposta:** (a)  $V = 27.22 \text{ V}$ , (b)  $U_e(r_{Bohr}) = -27.22 \text{ eV}$ ,  $K_e = 13.61 \text{ eV}$ ,  $E_{ion} = -13.6 \text{ eV}$

#### 27 Problema 4

28 No retângulo mostrado na figura 3, os lados têm comprimentos de  $5.0\text{ cm}$  e  $15.0\text{ cm}$ , respectivamente, e as  
29 cargas valem  $q_1 = -5.0\mu\text{C}$  e  $q_2 = +2.0\mu\text{C}$ . (a) Quais os potenciais elétricos nos vértices A e B? Quanto  
30 trabalho externo é necessário para mover uma terceira carga  $q_3 = +3.0\mu\text{C}$  de B para A ao longo da diagonal do retângulo?  
31 (c) Neste processo, o trabalho externo é convertido em energia potencial eletrostática ou  
32 vice-versa? Explique.



Figura 3: Sistema de cargas elétricas fixas no espaço.

34 **Resposta:** (a)  $V_B = 0.6 \times 10^5\text{V}$ ,  $V_A = -7.8 \times 10^5\text{V}$ , (b)  $W_{B \rightarrow A} = 2.52\text{ J}$ , (c) Neste caso a energia  
35 eletrostática é convertida em trabalho externo.

#### 36 Problema 5

37 O campo elétrico dentro de uma esfera não-condutora de raio  $R$ , cuja densidade de carga é uniforme, tem  
38 direção radial e módulo dado por:

$$E(r) = \frac{qr}{4\pi\epsilon_0 R^3}, \quad (1)$$

39 sendo  $q$  a carga total na esfera e  $r$  a distância ao centro desta. (a) Determine o potencial  $V(r)$  dentro  
40 da esfera, considerando  $V = 0$  em  $r = 0$ . (b) Qual a diferença de potencial elétrico entre um ponto na  
41 superfície e outro no centro da esfera? Se  $q$  for uma carga positiva, que ponto possui o maior potencial? (c)  
42 Mostre que o potencial à distância  $r$  do centro, sendo  $r < R$ , é dado por:

$$V = \frac{q(3R^2 - r^2)}{8\pi\epsilon_0 R^3} \quad (2)$$

onde o zero do potencial foi arbitrado em  $r = \infty$ .

**Resposta:** a)  $V(r) = -\frac{qr^2}{8\pi\epsilon_0 R^2}$ , b)  $\Delta V = -\frac{q}{8\pi\epsilon_0 R}$  o ponto no centro da esfera possui maior potencial,

$$c) V(r) = V(\infty) + \int_r^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

43 , tem que resolver essa integral obedecendo os limites de validade do campo elétrico  $\vec{E}$  para todo espaço  
44  $0 \leq r \leq \infty$ .

#### 45 Problema 6

46 Uma gota de água, com carga de  $32.0\text{ pC}$ , tem potencial de  $512\text{ Volts}$  na sua superfície. (a) Qual o raio  
47 da gota? (b) Se duas dessas gotas, com a mesma carga e o mesmo raio, se juntarem para uma única gota,  
48 também esférica, qual o potencial na superfície desta gota?

49 **Resposta:** (a)  $0.562\text{ mm}$ , (b)  $813\text{ V}$

#### 50 Problema 7

51 Um campo elétrico de aproximadamente  $100\text{ V/m}$  é frequentemente observado nas proximidades da super-  
52 fície terrestre. Se esse campo é constante sobre toda superfície, qual seria o potencial elétrico de um ponto  
53 dela?

54 **Resposta:**  $637\text{ MV}$

55 **Problema 8**

56 Uma carga pontual  $q_1 = +6e$  está fixada na origem de um sistema de coordenadas retangular, e uma segunda  
57 carga pontual  $q_2 = -10e$  está fixada em  $x = 9.60 \text{ nm}$ ,  $y = 0$ . O lugar geométrico de todos os pontos do  
58 plano  $xy$  onde  $V = 0 \text{ V}$  é um círculo centrado no eixo  $x$ . (a) Faça um desenho do problema, (b)  
59 Encontre o ponto  $x_c$  do centro deste círculo, (c) O ponto equipotencial de  $V = 5 \text{ V}$  também é um círculo?

60 **Resposta:** (a)  $-5.40 \text{ nm}$ , (b)  $9.00 \text{ nm}$

61 **Problema 9**

62 Uma quantidade total de carga positiva  $Q$  é espalhada sobre uma fita bidimensional na forma de um anel  
63 circular plano de raio interno  $a$  e raio externo  $b$ . A carga é distribuída de modo que a densidade de carga  
64 (carga por unidade de área) é dada por  $\sigma = k/r^3$ , onde  $r$  é a distância do centro do anel a um ponto na fita  
65 carregada. Mostre que o potencial no centro do anel é dado por:

66

$$V = \frac{Q}{8\pi\epsilon_0} \left( \frac{a+b}{ab} \right) \quad (3)$$

67 **Problema 10**

68 Para a configuração de cargas mostradas na figura 4, duas cargas positivas  $+q$  e uma negativa  $-q$  são  
69 dispostas segundo a figura. Qual o potencial elétrico criado pelas cargas no ponto  $P$  do eixo  $x$ ? Mostre  
70 que essa expressão pode ser aproximada utilizando uma expansão em série de Taylor em torno do ponto  $x$   
71 no caso em que  $x \gg d$  pela equação

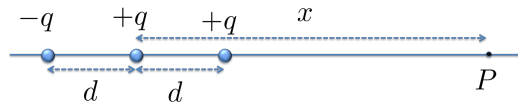


Figura 4: Sistema de cargas elétricas fixas no espaço.

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 x} \left( 1 + \frac{2d}{x} \right) \quad (4)$$

72 **Problema 11**

73 Uma esfera de cobre de  $1.08 \text{ cm}$  de raio tem um revestimento superficial muito fino de níquel radioativo.  
74 Alguns desses átomos decaem, cada um deles emitindo um elétron. Metade desses elétrons penetram  
75 na esfera de cobre, cada um depositando  $100 \text{ KeV}$  de energia. Outra metade escapa para o ambiente  
76 perdendo uma carga  $-e$  para cada decaimento. O revestimento de níquel possui atividade radioativa de  
77  $10 \text{ mCi}$  ( $= 10.0 \text{ milicuries} = 3.70 \times 10^8 \text{ decaimentos por segundo}$ ). A esfera está suspensa por um fio  
78 longo não-condutor e isolada da sua vizinhança. Quanto tempo leva para o potencial da esfera aumentar  
79  $1000 \text{ Volts}$ .

80 **Resposta:**  $t = 67.56 \text{ segundos}$

81 **Problema 12**

82 Uma esfera de metal condutora, carregada com uma carga de  $31.5 \text{ nC}$ , possui raio de  $16.2 \text{ cm}$ . a) Qual o  
83 potencial elétrico na superfície da esfera, b) A que distância da superfície da esfera o potencial diminui em  
84  $550 \text{ V}$ ? **Resposta:** a)  $1750 \text{ Volts}$ , b)  $7.4 \text{ cm}$

85 **Referências**

86 **bibliografia:** 1) Halliday/Resnick/Krane 4<sup>a</sup> edição. Observe atentamente os exercícios do capítulo correto,  
87 algumas versões do livro trazem os mesmos problemas em diferentes capítulos. 2) TIPLER, Volume 3,  
88 Eletricidade e Magnetismo, Terceira edição.