

F-328 – Física Geral III

Aula exploratória – Cap. 24


UNICAMP – IFGW

F328 – 1S2017

Pontos essenciais

- Energia potencial elétrica U  Sistema de cargas

Equivalente ao *trabalho* executado por um *agente externo* para trazer as cargas do *infinito* até a configuração desejada

- Diferença de potencial ΔV  Pontos no espaço

Energia potencial por unidade de carga

Ambos dependem de \vec{E}

Diferença de potencial

$$\Delta V \equiv \frac{\Delta U}{q_0}$$



$$\Delta V = V_f - V_i = - \int_{\vec{r}_i}^{\vec{r}_f} \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{s}$$



- Entre dois pontos do espaço
- \vec{s} vai de i a f
- Independente do caminho seguido
 - Força elétrica conservativa

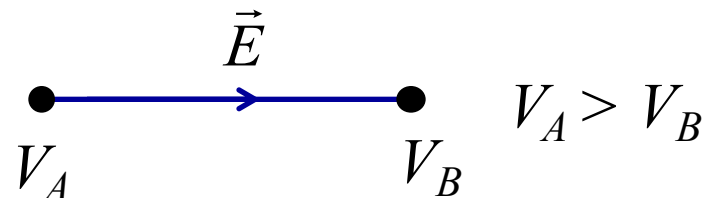
Potencial

$$V \equiv \frac{U}{q_0}$$

$$V(\vec{r}) = - \int_{\infty}^{\vec{r}} \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{s}$$

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} V$$

- Para cada ponto do espaço
- Referência no infinito
- Aumenta no **sentido oposto** das linhas de campo elétrico



V e U dependendo do sistema

Carga puntiforme

$$V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \quad \longrightarrow \quad U = q_0 V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_0 q}{r} \quad (V_i = 0 \text{ para } r_i \rightarrow \infty)$$

Sistema de cargas puntiformes

$$V = \sum_i \frac{q_i}{4\pi\epsilon_0 r_i} \quad \longrightarrow \quad U = \sum_{i < j} \frac{q_i q_j}{4\pi\epsilon_0 r_{ij}} \quad \text{Contar só uma vez cada par de carga, } U_{ij} = U_{ji}$$

Distribuição contínua finita de cargas

$$dV(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r} \quad \longrightarrow \quad V(\vec{r}) = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r}$$

Exercício Exploratório 01

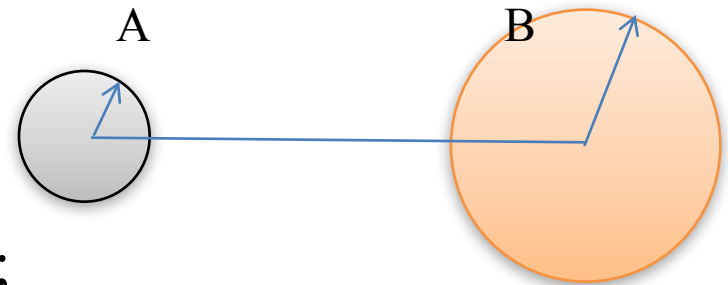
Um contador Geiger-Müller é um detector de radiação que consiste basicamente de um cilindro oco (o catodo) de raio r_A e um fio cilíndrico coaxial (o anodo) de raio r_B ambos com comprimento L ($L \gg r_A$). A carga por unidade de comprimento no anodo é $+\lambda$, enquanto que a carga por unidade de comprimento no catodo vale $-\lambda$. Mostre que o módulo da diferença de potencial entre o fio e o cilindro vale:

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

Questão 01

Considere duas esferas condutoras isoladas e de raios R_A e R_B , nominadas de esferas A e B, cada uma tendo a mesma carga líquida Q . A esfera B é maior que a esfera A ($R_A < R_B$). Assumir que as esferas estão muito afastadas uma da outra o bastante de forma que a presença de uma não afeta a distribuição de cargas da outra e que $V=0$ em $r=\infty$. Nestas condições o potencial nas esferas é:

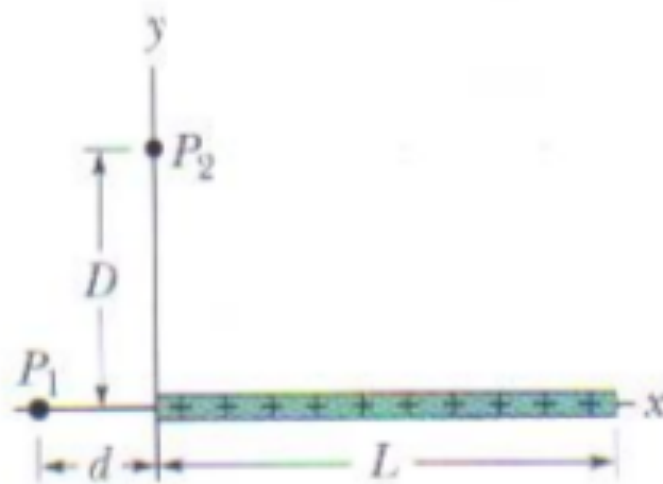
- a) maior na superfície da esfera A;
- b) maior na superfície da esfera B;
- c) o mesmo nos centros das duas esferas;
- d) menor no centro da esfera A do que no centro da esfera B;
- e) não temos elementos suficientes para decidir (saber).



Exercício Exploratório 02

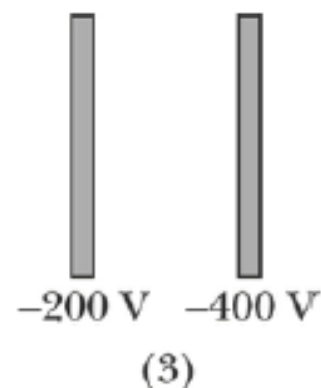
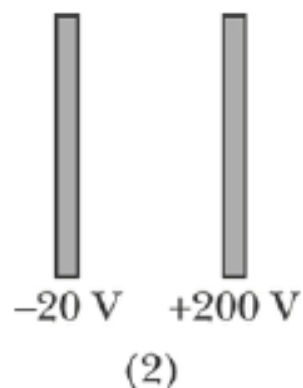
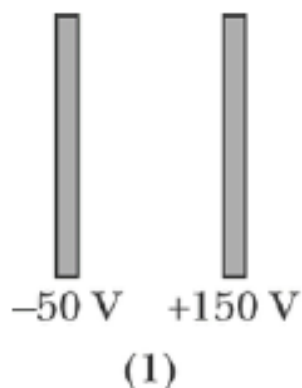
A figura mostra uma barra fina de plástico com comprimento L e densidade linear não uniforme dada por $\lambda = cx$. Assumindo que o potencial no infinito é nulo determine:

- a) o potencial elétrico no ponto P_1 ;
- b) o potencial elétrico no ponto P_2 .



Questão 02

A figura mostra três pares de placas paralelas, todas igualmente espaçadas, e os potenciais de cada placa. O campo elétrico é uniforme entre as placas e perpendicular a elas. Ordene os pares de acordo com o módulo do campo elétrico entre as placas, começando pelo maior.

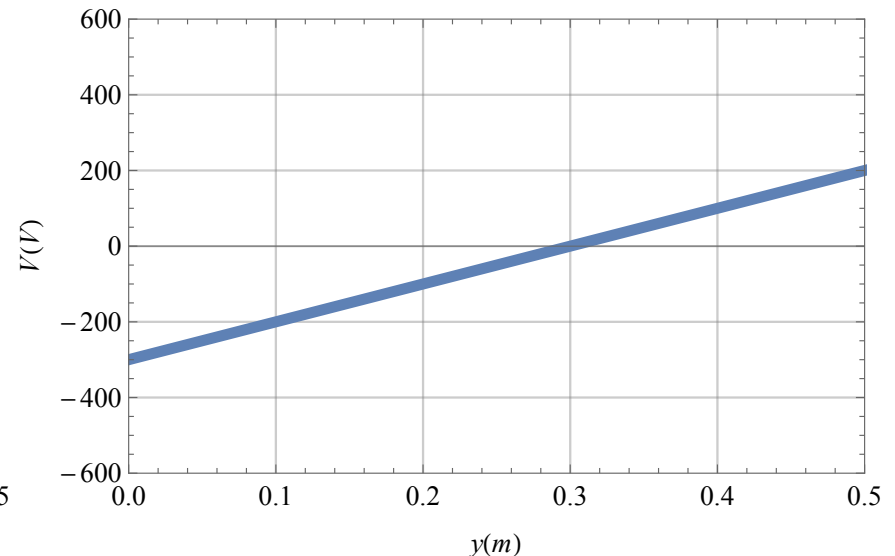
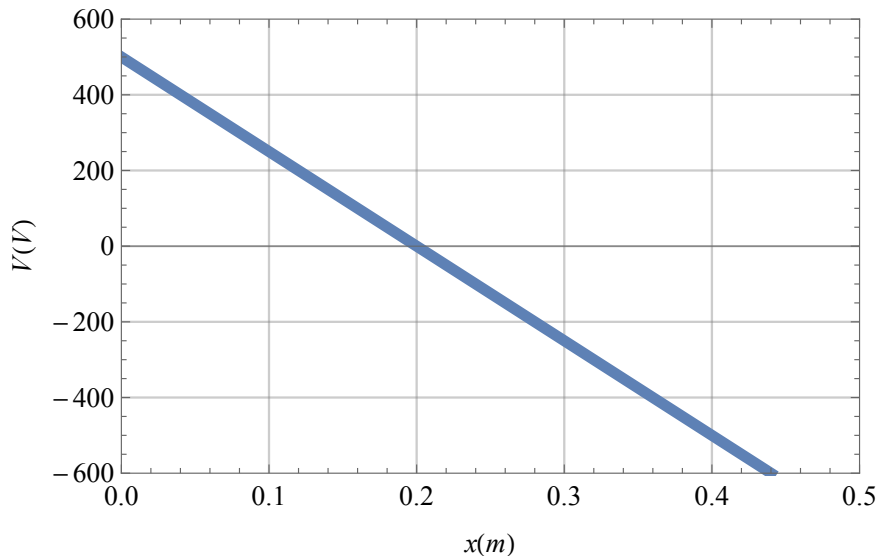


Escolha uma:

- ☐ a. 2, depois 1 e 3 empatados;
- ☐ b. 1, 3, 2;
- ☐ c. 1, 2, 3;
- ☐ d. 2, 3, 1;
- ☐ e. 3, 2, 1;

Exercício Exploratório 03

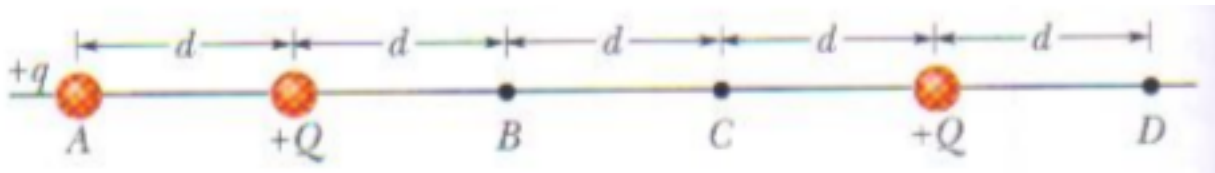
Um elétron é colocado no plano xy , onde o potencial elétrico varia com x e y de acordo com os gráficos (o potencial não depende de z). Em termos dos vetores unitários, qual é a força a que é submetido o elétron? A escala do eixo vertical é definida por $V_s = 500$ V



Exercício Prático 01

A figura abaixo mostra um conjunto de três partículas carregadas. Se a partícula de carga $+q$ for deslocada do ponto A para o ponto D por uma força externa, determine se as grandezas a seguir são positivas, negativas ou nulas:

- (a) a variação da energia potencial elétrica;
- (b) o trabalho realizado pela força eletrostática sobre a partícula que foi deslocada;
- (c) o trabalho realizado pela força externa.
- (d) Quais são as repostas dos itens (a), (b) e (c) se a partícula é deslocada do ponto B para o ponto C?

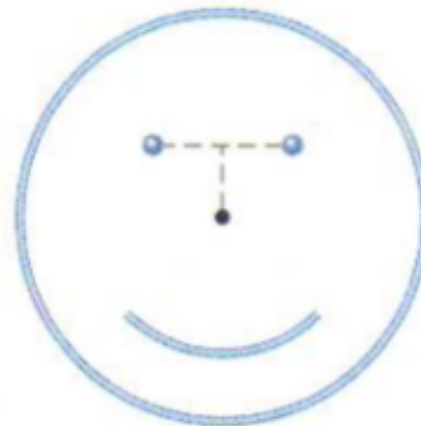


Exercício Prático 02

O rosto sorridente da figura abaixo é formado por três elementos:

- 1) uma barra fina com carga de $-3,0 \mu\text{C}$ e a forma de uma circunferência completa com $6,0 \text{ cm}$ de raio;
- 2) uma segunda barra fina com uma carga de $2,0 \mu\text{C}$ e a forma de um arco de circunferência com $4,0 \text{ cm}$ de raio, concêntrico com o primeiro elemento, que subtende um ângulo de 90° ;
- 3) um dipolo elétrico com um momento dipolar na direção perpendicular ao diâmetro do primeiro elemento que passa pelo centro do segundo elemento, cujo módulo é $1,28 \times 10^{-21} \text{ C} \cdot \text{m}$.

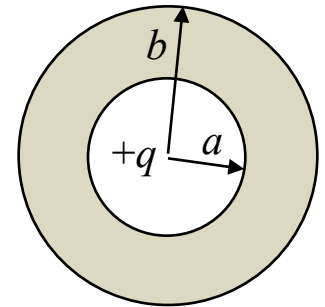
Determine o potencial elétrico no centro da figura.



Exercício Prático 03

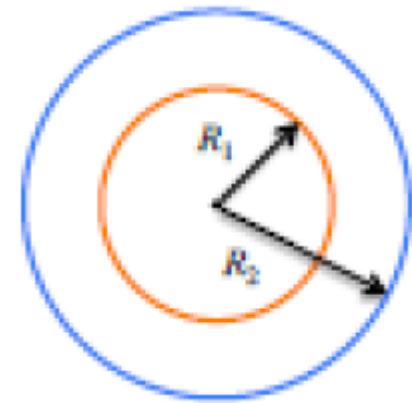
Uma camada esférica condutora oca, descarregada, tem raio interno a e externo b . Uma carga puntiforme positiva $+q$ é colocada no centro da cavidade. Determine:

- a) A carga em cada superfície do condutor;
- b) O potencial elétrico $V(r)$ em qualquer posição, isto é, $r > b$, $a < r < b$ e $r < a$, admitindo-se $V = 0$ em $r = \infty$.
- c) O trabalho necessário para transportar uma carga, Q , de um ponto fora da casca esférica ($r > b$) para um ponto dentro da casca ($a < r < b$).



Exercício Extra 01

Duas cascas condutoras, concêntricas e isoladas, de raios R_1 e R_2 , estão carregadas com cargas q_1 e q_2 . Tomando $V=0$ no infinito, ache as expressões para $E(r)$ e $V(r)$, onde r é a distância ao centro das esferas. Esboce os gráficos $E(r)$ e $V(r)$.



Resp:

$$r > R_2 \rightarrow E(r) = \frac{q_1 + q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} ; V(r) = \frac{q_1 + q_2}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$R_1 < r < R_2 \rightarrow E(r) = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r^2} ; V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r} + \frac{q_2}{R_2} \right)$$

$$r < R_1 \rightarrow E(r) = 0 ; V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{R_1} + \frac{q_2}{R_2} \right)$$

Exercício Extra 02

Seja um sistema de três cargas puntiformes: q_1 , $q_2 = -2q_1$ e $q_3 = 3q_1$, como no arranjo abaixo.

- a) Qual é o potencial elétrico no ponto P?
- b) Qual é a energia potencial elétrica da distribuição de cargas q_1 , q_2 e q_3 ?
- c) Qual trabalho que uma força externa precisa realizar para trazer uma carga $q_4 = 2,5 q_1$ do infinito até o ponto P, com velocidade constante?

