

Física 2

1ª prova - 27/04/2019



INSTITUTO DE FÍSICA
Universidade Federal Fluminense

Instruções:

1- Assine seu nome de forma LEGÍVEL na folha do cartão de respostas.

2- Analise sua resposta. Ela faz sentido? Isso poderá ajudá-lo a encontrar erros.

3 - A não ser que seja instruído de forma diferente, assinale apenas uma das alternativas de cada questão.

4- A prova consiste em 15 questões objetivas de múltipla escolha.

5 - Marque as respostas das questões no CARTÃO RESPOSTA preenchendo integralmente o círculo (com caneta) referente a sua resposta.

6- A prova deverá ser feita em até 2 horas, portanto seja objetivo nas suas respostas.

7- É permitido o uso de calculadora científica simples, sem conectividade e sem gráficos.

8- Não é permitido portar celular (mesmo que desligado) durante a prova. O(A) estudante flagrado(a) com o aparelho terá a prova recolhida e ficará com nota zero neste exame.

Nome:

Matrícula:

Prof(a):

Turma:

A B C D E

1 ○ ○ ○ ○ ○

2 ○ ○ ○ ○ ○

3 ○ ○ ○ ○ ○

4 ○ ○ ○ ○ ○

5 ○ ○ ○ ○ ○

6 ○ ○ ○ ○ ○

7 ○ ○ ○ ○ ○

8 ○ ○ ○ ○ ○

9 ○ ○ ○ ○ ○

10 ○ ○ ○ ○ ○

A B C D E

11 ○ ○ ○ ○ ○

12 ○ ○ ○ ○ ○

13 ○ ○ ○ ○ ○

14 ○ ○ ○ ○ ○

15 ○ ○ ○ ○ ○

16 ○ ○ ○ ○ ○

17 ○ ○ ○ ○ ○

18 ○ ○ ○ ○ ○

19 ○ ○ ○ ○ ○

20 ○ ○ ○ ○ ○

Test Version: A ○ B ○ C ○ D ○

1ª questão - As cargas q_1 e q_2 encontram-se no interior da superfície Gaussiana representada pelo hexágono da figura, enquanto a carga q_3 encontra-se no exterior da superfície Gaussiana. Seja ϕ o fluxo de campo elétrico total através da superfície Gaussiana, enquanto ϕ_1 , ϕ_2 e ϕ_3 representam os fluxos de campo elétrico gerados individualmente pelas cargas 1, 2 e 3, respectivamente. A respeito dos fluxos de campo elétrico definidos, a alternativa CORRETA é:

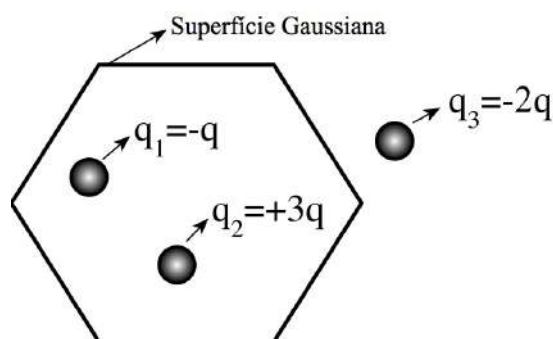
A) $\phi=0$ e $\phi_1 + \phi_2 = \phi_3$;

B) $\phi=2q/\epsilon_0$ e $\phi_3 = -2q/\epsilon_0$;

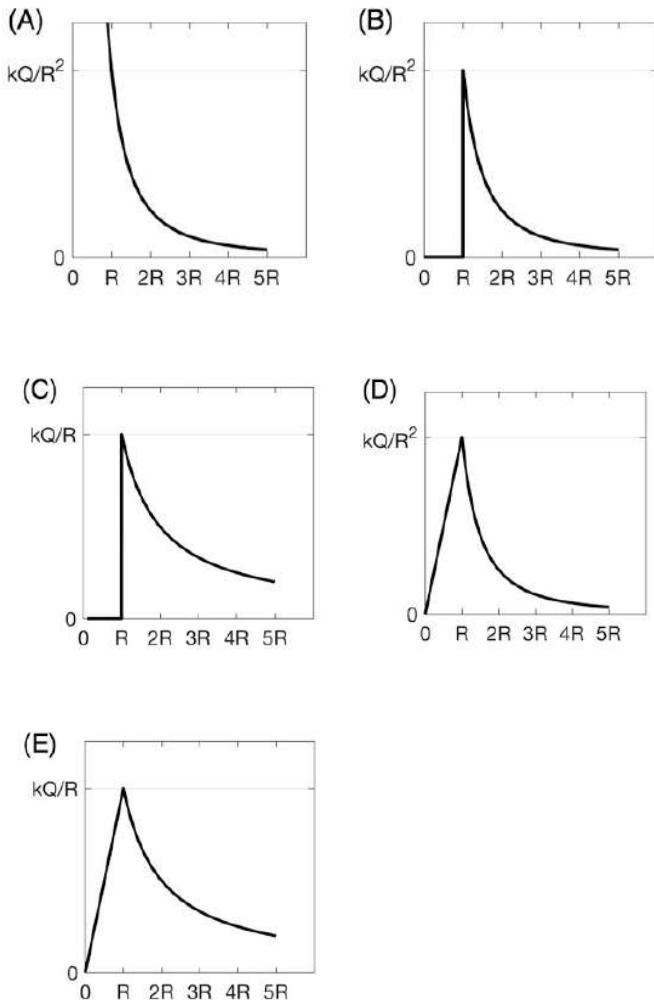
C) $\phi_2=3q/\epsilon_0$ e $\phi_3 = -2q/\epsilon_0$;

D) $\phi=0$ e $\phi_3 = 0$;

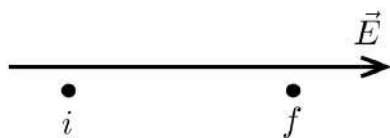
E) $\phi=2q/\epsilon_0$ e $\phi_3 = 0$.



2ª questão - Uma esfera maciça de raio R , feita de material **condutor**, está carregada com uma carga Q . Se $E(r)$ representa o módulo do campo elétrico gerado pela esfera carregada, onde ' r ' é a distância ao centro da esfera, o gráfico que reproduz a função $E(r)$ **CORRETAMENTE** é:



3ª questão - Um elétron se move do ponto i para o ponto f , na direção de um campo elétrico uniforme. Durante este posicionamento **trajeto**:

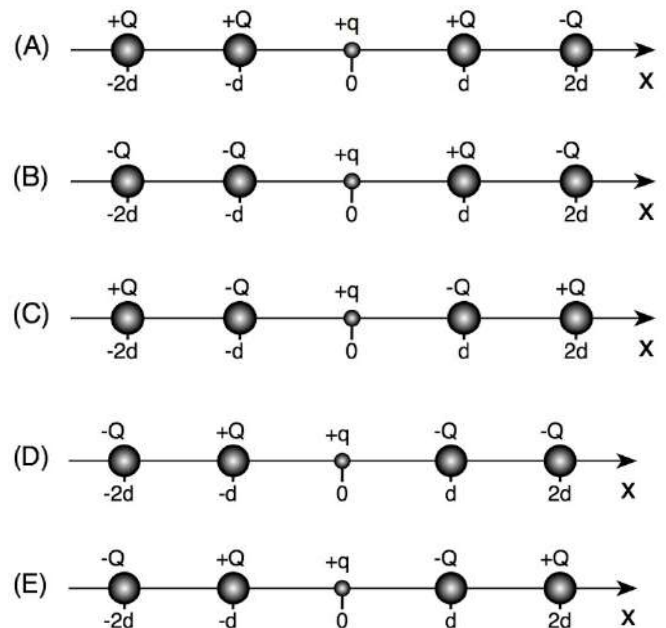


- A) o trabalho realizado pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema campo-elétron aumenta.
- B) o trabalho realizado pelo campo é negativo e a energia potencial do sistema campo-elétron aumenta.**
- C) o trabalho realizado pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema campo-elétron diminui.
- D) o trabalho realizado pelo campo é negativo e a energia potencial do sistema campo-elétron diminui.
- E) o trabalho realizado pelo campo é positivo e a energia potencial do sistema campo-elétron não muda.

4ª questão - Uma partícula com carga q deve ser trazida de longe para um ponto próximo a um dipolo elétrico. Nenhum trabalho é feito se a posição final da partícula estiver sobre:

- A) a linha através das cargas do dipolo.
- B) uma linha que faz um ângulo de 45° com o momento dipolar.
- C) uma linha perpendicular ao momento dipolar.**
- D) uma linha que faz um ângulo de 30° com o momento dipolar.
- E) nenhuma das alternativas acima.

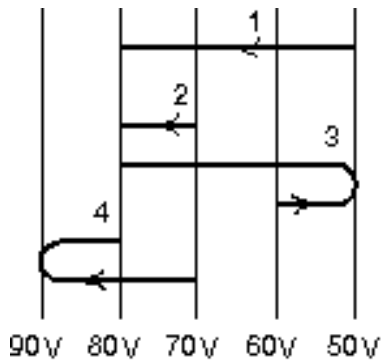
5ª questão - Quatro cargas de mesmo módulo ($Q > 0$) são dispostas de forma retilínea sobre o eixo de coordenadas x , enquanto uma carga de prova positiva ($+q$) encontra-se na origem ($x=0$). Assinale a alternativa para a combinação de sinais das cargas que gera **a maior componente positiva x** para a força de Coulomb que atua na carga de prova:



6ª questão - Uma partícula com uma carga de $5,5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ é fixada na origem. Uma segunda partícula com uma carga de $-2,3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$ é movida de $x = 3,5 \text{ cm}$ no eixo x para $y = 3,5 \text{ cm}$ no eixo y . A mudança na energia potencial do sistema deste sistema de duas cargas é:

- A) $3,2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$
- B) $-3,2 \cdot 10^{-4} \text{ J}$
- C) $9,3 \cdot 10^{-4} \text{ J}$
- D) $-9,3 \cdot 10^{-4} \text{ J}$
- E) 0

7ª questão - Um elétron vai de uma superfície equipotencial para outra ao longo de um dos quatro caminhos mostrados abaixo. Classifique os caminhos de acordo com o trabalho realizado pelo campo elétrico (W_1 , W_2 , W_3 e W_4), do menor ao maior **módulo**.

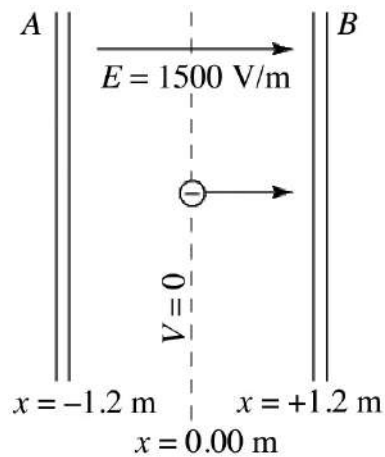


- A) $W_1 < W_2 < W_3 < W_4$
- B) $W_4 < W_3 < W_2 < W_1$
- C) $W_1 < W_3 < W_2 = W_4$
- D) $W_4 = W_2 < W_3 < W_1$
- E) $W_4 < W_3 < W_1 < W_2$

8ª questão - Um dipolo elétrico de momento dipolar $\mathbf{P} = (5 \times 10^{-10} \text{ C} \cdot \text{m}) \hat{i}$ é colocado em um campo elétrico $\mathbf{E} = (2 \times 10^6 \text{ N/C}) \hat{i} + (2 \times 10^6 \text{ N/C}) \hat{j}$. Qual é o módulo do torque experimentado por este dipolo?

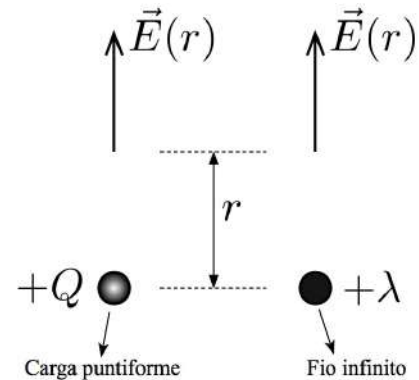
- A) $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$
- B) $1,40 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$
- C) $2,80 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$
- D) $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$
- E) $0 \text{ N} \cdot \text{m}$

9ª questão - Duas grandes placas paralelas condutoras A e B estão separadas por 2,4 m. Um campo uniforme de 1500 V/m, na direção x positiva, é produzido por cargas nas placas. O plano central a $x = 0,00$ m é uma superfície equipotencial na qual $V = 0$. Um elétron é projetado a partir de $x = 0,00$ m, com uma velocidade inicial de $1,0 \cdot 10^7$ m/s perpendicular às placas na direção x positiva, como mostrado na figura abaixo. Qual é a energia cinética do elétron quando atinge a placa A?



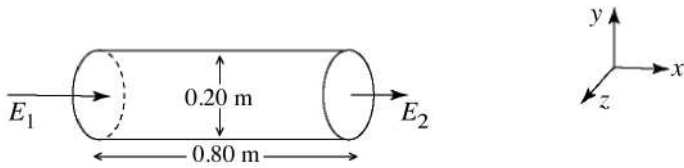
- A) $+2,4 \cdot 10^{-16}$ J
- B) $-2,4 \cdot 10^{-16}$ J
- C) $+3,3 \cdot 10^{-16}$ J
- D) $-2,9 \cdot 10^{-16}$ J
- E) $-3,3 \cdot 10^{-16}$ J

10ª questão - Uma carga puntiforme positiva +Q e um fio infinito carregado positivamente com densidade de carga $+\lambda$ estão ilustrados na figura. A direção do fio é perpendicular à folha de papel. Considere os campos elétricos gerados pelos dois objetos em função da distância 'r' de cada um deles. Para qual distância r os campos elétricos gerados são idênticos:



- A) $r = Q/(2\lambda)$
- B) $r = Q/(2\pi\lambda)$
- C) $r = [Q/(2\pi\lambda)]^{1/2}$
- D) $r = Q\lambda/(4\pi\epsilon_0)$
- E) $r = Q/\lambda$

11ª questão - Um campo elétrico não uniforme é direcionado ao longo do eixo x em todos os pontos no espaço. A magnitude do campo varia com x , mas não com respeito a y ou z . O eixo de uma superfície cilíndrica, com 0,80 m de comprimento e 0,20 m de diâmetro, é alinhado paralelamente ao eixo x , como mostrado na figura. Os campos elétricos E_1 e E_2 , nas extremidades da superfície cilíndrica, têm magnitudes de 6000 N/C e 1000 N/C, respectivamente, e são dirigidos como mostrado. Quanto vale, aproximadamente, o fluxo elétrico que passa pela superfície cilíndrica?



A) -160 N · m²/C

B) -350 N · m²/C

C) 0,00 N · m²/C

D) +350 N · m²/C

E) +160 N · m²/C

12ª questão - Considere uma superfície gaussiana esférica de raio R centrada na origem. Uma carga Q é colocada dentro da esfera. Para maximizar a magnitude do fluxo do campo elétrico através da superfície gaussiana, a carga deve estar localizada

A) em $x = 0, y = 0, z = R/2$

B) na origem

C) em $x = R/2, y = 0, z = 0$

D) em $x = 0, y = R/2, z = 0$

E) em qualquer lugar, uma vez que o fluxo não depende da posição da carga, desde que esteja dentro da esfera.

13ª questão - Duas placas grandes, planas e orientadas horizontalmente são paralelas entre si, a uma distância d uma da outra. A meio caminho entre as duas placas, o campo elétrico tem magnitude E . Se a separação das placas é reduzida para $d/2$, qual é a magnitude do campo elétrico a meio caminho entre as placas?

A) $4E$

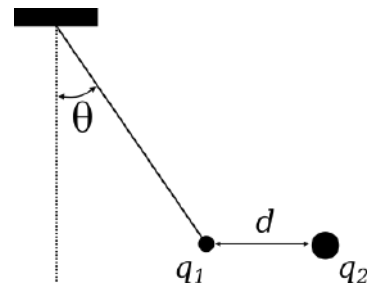
B) $2E$

C) E

D) 0

E) $E/2$

14ª questão - Na figura, uma pequena esfera de massa m e carga q_1 é pendurada por um fio fino de massa desprezível. Uma carga de carga q_2 é mantida a uma distância d da esfera, conforme a figura. Quanto vale $\tan(\theta)$?



A) $k \frac{q_1 q_2}{mgd^2}$

B) $k \frac{q_1 q_2}{d^2}$

C) $k \frac{q_1 q_2}{mgd}$

D) $\frac{mg}{kq_1 q_2 d^2}$

E) $\frac{mgd}{kq_1 q_2}$

15ª questão - Considere as seguintes afirmações

- I. Campos eletrostáticos gerados por quaisquer distribuições de carga são campos conservativos;
- II. A força decorrente da indução de um momento de dipolo elétrico em materiais condutores é atrativa, enquanto em materiais isolantes é repulsiva;
- III. Apenas campos elétricos gerados por cargas puntiformes obedecem ao princípio de superposição.

Marque a opção que contém as afirmações CORRETAS:

A) Todas as afirmações são corretas; **B) I;** C) I e II; D) I e III; E) II e III.

--- Fim da prova ---

Formulário - Física 2

- Constantes: a não ser que seja instruído de forma diferente, use

$$1T = 10^4 G; \quad g = 9,8 m/s^2; \quad m_{eletron} = 9,11 \times 10^{-31} kg; \quad m_{proton} = 1,67 \times 10^{-27} kg$$

$$e = 1,60 \times 10^{-19} C; \quad \epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} C^2/Nm^2;$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Tm/A; \quad k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,99 \times 10^9 N \cdot m^2/C^2.$$

- Fórmulas matemáticas

$$\int (u^2 + a^2)^{-1/2} u du = \sqrt{u^2 + a^2}; \quad \int (u^2 + a^2)^{-3/2} u du = -1/\sqrt{u^2 + a^2}$$

$$\int (u^2 + a^2)^{-1/2} du = \ln[u + \sqrt{u^2 + a^2}]; \quad \int (u^2 + a^2)^{-3/2} du = u/[a^2 \sqrt{u^2 + a^2}]$$

$$\text{Aprox. binomial: } (1+x)^n \approx 1+nx \quad \text{se } x \ll 1$$

- Fórmulas e leis físicas

$$\vec{F}_E = q\vec{E}; \quad \vec{E} = K \frac{q}{r^2} \hat{r}; \quad d\vec{E} = K \frac{dq}{r^2} \hat{r}; \quad V(r) = K \frac{q}{r}$$

$$\Delta U = q\Delta V; \quad \Delta V = -\frac{W_{eletrica}}{q} = -\int_i^f \vec{E} \cdot d\vec{l}; \quad \vec{E} = -\nabla V = -[\frac{\partial V}{\partial x} \hat{x} + \frac{\partial V}{\partial y} \hat{y} + \frac{\partial V}{\partial z} \hat{z}];$$

$$\vec{p}_E = q\vec{d}; \quad U_E = -\vec{p}_E \cdot \vec{E}; \quad \vec{\tau}_E = \vec{p}_E \times \vec{E}; \quad \vec{E}_{dip}^{\parallel} \approx 2\vec{p}_E/4\pi\epsilon_0 r^3; \quad \vec{E}_{dip}^{\perp} \approx -\vec{p}_E/4\pi\epsilon_0 r^3;$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}; \quad \vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}; \quad d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{id\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}; \quad \vec{F}_{fio} = i\vec{l} \times \vec{B}; \quad \vec{\mu}_B = i\vec{A}; \quad U_B = -\vec{\mu}_B \cdot \vec{B};$$

$$\vec{\tau}_B = \vec{\mu}_B \times \vec{B}; \quad i = \int \vec{j} \cdot d\vec{A}; \quad \vec{j} = nq\vec{v}_d = \sigma\vec{E}; \quad \rho = 1/\sigma; \quad R = \frac{\rho L}{A}; \quad \rho(T) = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$B_{fio \infty} = \mu_0 i/2\pi d; \quad B_{arco} = \mu_0 i\varphi/4\pi d; \quad B_{espira} = \mu_0 iR^2/2(d^2 + R^2)^{3/2}$$

$$\Phi_E = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q_{int}/\epsilon_0; \quad \Phi_B = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0; \quad \oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i_{int}; \quad \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$[\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0(i + i_d); \quad i_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}]; \quad \vec{F}_{Lorentz} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\mathcal{E} = \frac{dW}{dq} \quad C = \frac{q}{\Delta V}; \quad \kappa = \frac{C}{C_0}; \quad L = \frac{N\Phi_B}{i}; \quad U_C = \frac{q^2}{2C} \therefore u_E = \frac{\epsilon_0 E^2}{2}; \quad U_L = \frac{Li^2}{2} \therefore u_B = \frac{B^2}{2\mu_0};$$

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_n; \quad \frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_n}; \quad L_{eq} = \sum_{i=1}^n L_n;$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_n}; \quad C_{eq} = \sum_{i=1}^n C_n; \quad \frac{1}{L_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{L_n};$$

$$q(t) = q_0 \exp[-t/RC]; \quad q(t) = q_{max}[1 - \exp[-t/RC]]; \quad \tau_C = RC; \quad V_C = q(t)/C$$

$$i(t) = i_0 \exp[-Rt/L]; \quad i(t) = i_{max}[1 - \exp[-Rt/L]]; \quad \tau_C = L/R; \quad V_L = -L \frac{di(t)}{dt}$$

$$x_{rms} = x_{max}/\sqrt{2}; \quad X_L = \omega L; \quad X_C = 1/\omega C; \quad \omega_0 = 1/\sqrt{LC}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}; \quad \varphi = \arctan[(X_L - X_C)/R]; \quad \langle P \rangle = i_{rms} \epsilon_{rms} \cos[\varphi]$$

$$\text{RLC- Abordagem do Halliday: } \varepsilon(t) = \varepsilon_0 \sin(\omega t); \quad q(t) = q_{max} \sin(\omega t + \varphi); \quad i(t) = I_{max} \sin(\omega t - \varphi)$$

$$v_R(t) = V_R \sin(\omega t); \quad v_L(t) = V_L \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}); \quad v_C(t) = V_C \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

$$\text{RLC- Abordagem do Randall: } \varepsilon(t) = \varepsilon_0 \cos(\omega t); \quad q(t) = q_{max} \cos(\omega t + \varphi); \quad i(t) = I_{max} \cos(\omega t - \varphi)$$

$$v_R(t) = V_R \cos(\omega t); \quad v_L(t) = V_L \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}); \quad v_C(t) = V_C \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

--- Fim do formulário ---

1ª Questão Lei de Gauss $\phi_e = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{int}}{\epsilon_0}$

Fluxo gerado por cada carga ($i=1,2,3$)

$$\phi_i = \oint \vec{E}_i \cdot d\vec{A} = \begin{cases} \frac{q_i}{\epsilon_0}, & \text{se carga } q_i \text{ está dentro da superfície} \\ 0, & \text{se carga } q_i \text{ está fora da superfície} \end{cases}$$

$$\phi_1 = \frac{-q}{\epsilon_0}$$

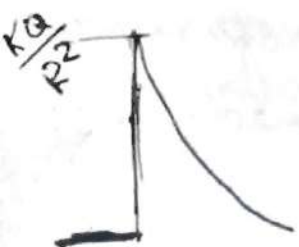
$$\phi_2 = \frac{+3q}{\epsilon_0} \Rightarrow \phi = \frac{2q}{\epsilon_0} \text{ e } \phi_3 = 0$$

$$\phi_3 = 0$$

Resposta.

2ª Questão

O campo elétrico no interior de materiais condutores em equilíbrio eletrostático é nulo. Para uma esfera condutora, E decai com r^{-2} .



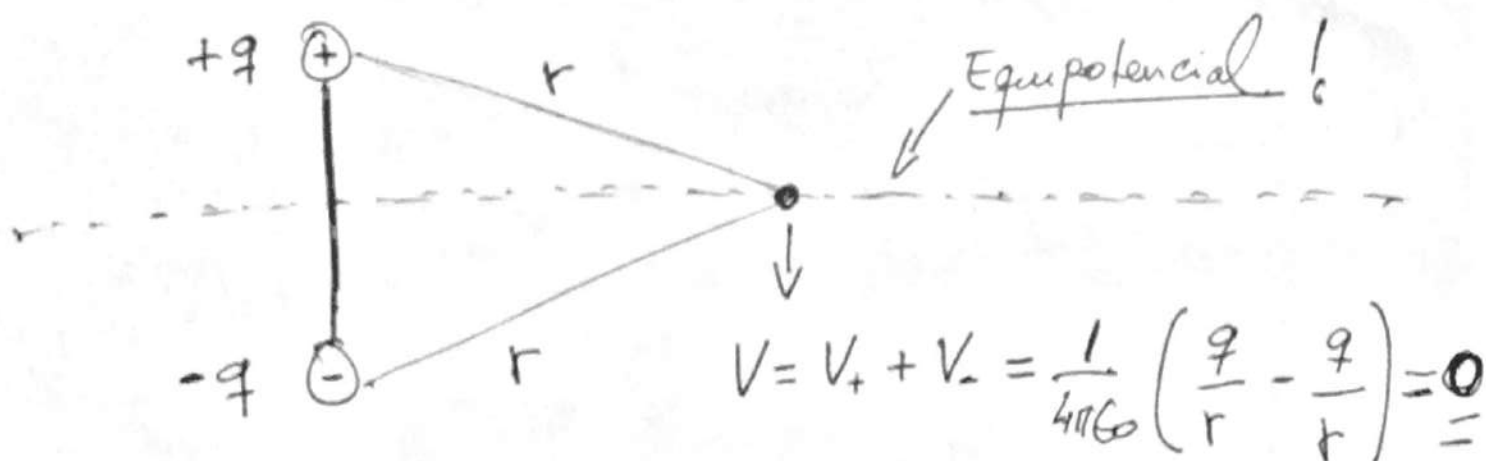
3ª Questão

Um elétron (carga negativa) sofre força elétrica CONTRÁRIA à direção de $\vec{E}$.

$$\vec{F} = q\vec{E} = -e\vec{E}. \text{ Portanto } W < 0$$

$$\Delta U = -W > 0$$

4ª Questão

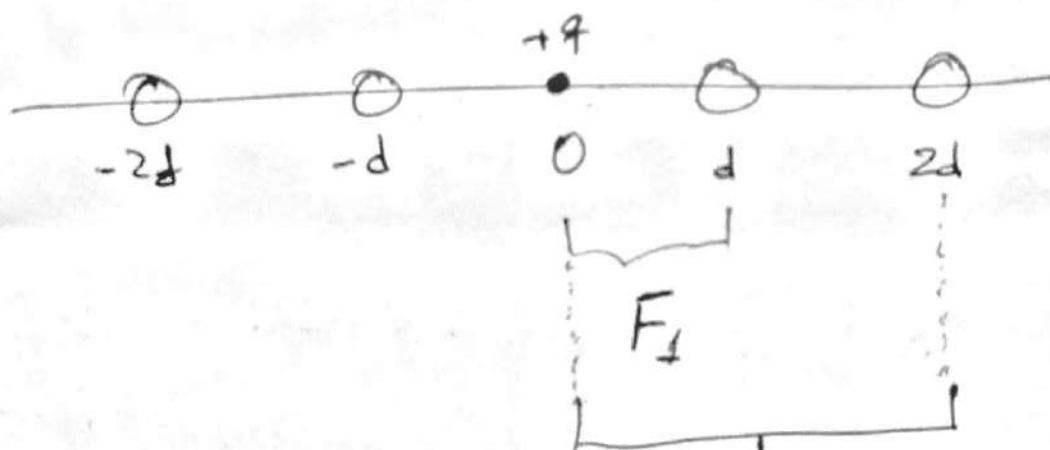


5ª Questão

Força de Coulomb

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2}$$

módulo



$$F_2 = F_1 / 4$$

força 4 vezes menor em módulo.

(A) $1 + 4 - 4 + 1 = +2$

(B) $-1 - 4 - 4 + 1 = -8$

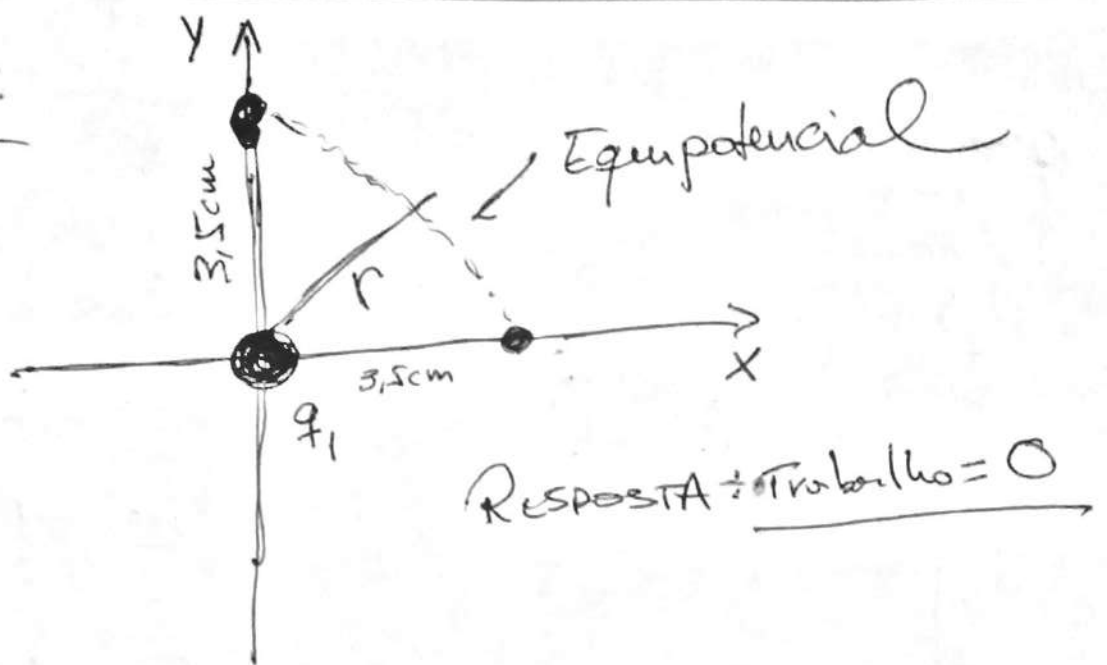
(C) $+1 - 4 + 4 - 1 = 0$

(D) $-1 + 4 + 4 + 1 = +8$

(E) $-1 + 4 + 4 - 1 = +6$

Resposta D.

6ª Questão:



7ª Questão

Módulo dos trabalhos:

$$W_1 = 30V, W_2 = 10V, W_3 = 20V, W_4 = 10V$$

$$W_2 = W_4 < W_3 < W_1$$

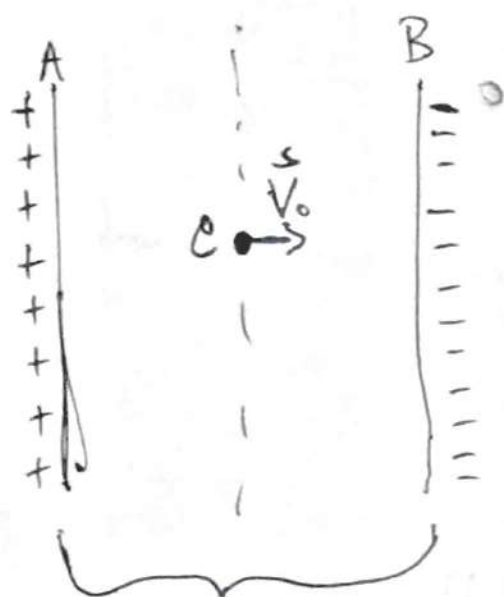
8ª Questão

$$\vec{p} = p_x \hat{i} \text{ e } \vec{E} = E_x \hat{i} + E_y \hat{j}$$

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ p_x & 0 & 0 \\ E_x & E_y & 0 \end{vmatrix} = p_x E_y \hat{k} = 5 \times 10^{-10} \text{ Cm} \times 2 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{C}} \hat{k}$$

$$|\vec{\tau}| = 10 \times 10^{-4} \text{ Nm} \\ = \underline{1,0 \times 10^{-3} \text{ Nm}}$$

9ª Questão



Energia inicial:

$$E_i = K_i = \frac{1}{2} m_e v_0^2$$

$$E_i = \frac{1}{2} (9.1 \times 10^{-31}) (10^7)^2$$

$$E_i = 4.55 \times 10^{-17} \text{ J}$$

$$|\Delta V| = E d = 1500 \frac{\text{V}}{\text{m}} \times 2.4 \text{ m} = 3600 \text{ V}$$

$$|\Delta U| = e \Delta V = 3600 \text{ V} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = 5.76 \times 10^{-16} \text{ J}$$

Energia ao colidir com placa A:

$$E_f = E_i \Rightarrow K_f + U_f = K_i$$

$$K_f + qV_f = K_i$$

$$K_f - eV_f = K_i$$

$$K_f = K_i + eV_f$$

$$K_f = 0.46 \times 10^{-16} + \underbrace{1.6 \times 10^{-19} \times 1500 \text{ V} \times 1.2 \text{ m}}_{2.88 \times 10^{-16} \text{ J}}$$

$$\boxed{K_f = 3.3 \times 10^{-16} \text{ J}}$$

10ª Questão

Campo carga pontual

$$E_Q = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

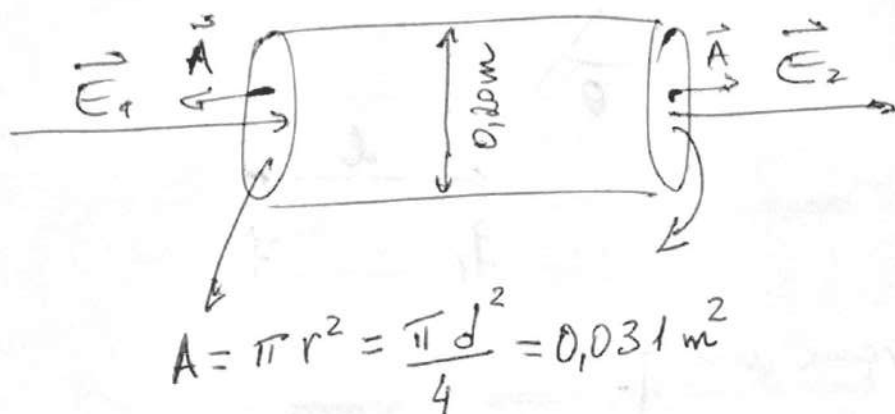
Campo fio infinito

$$E_\lambda = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$$

$$\Rightarrow E_Q = E_\lambda \Rightarrow \frac{\lambda}{r} = \frac{1}{2} \frac{Q}{r^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{r = \frac{Q}{2\lambda}}$$

11ª Questão



$$\phi_1 = -E_1 A = -188,5 \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ m}^2 ; \phi_2 = E_2 A = 31,4 \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ m}^2$$

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 = -160 \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ m}^2$$

12ª Questão

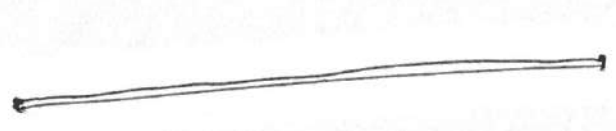
O fluxo gerado por uma carga q dentro de uma superfície gaussiana é q/ϵ_0 independente da posição da carga dentro da superfície.

13ª Questão

Campo de um plano infinito $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$



$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}$



$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}$

Campos não dependem da distância.

15ª Questão

I: Correto

II: Incorreta (é sempre atrativa)

III: Incorreta (Campos elétricos gerados por quaisquer distribuições de carga obedecem ao princípio da superposição)

14ª Questão

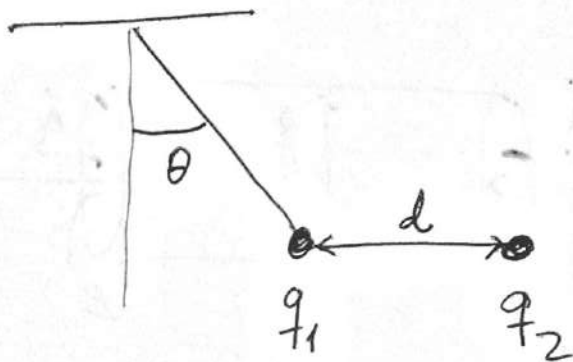
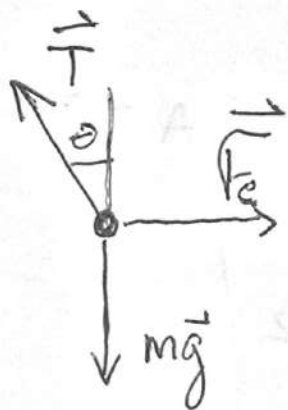


Diagrama de forças em q_1 :



$$\text{Equilíbrio } \sum \vec{F}_i = 0$$

$$T \cos \theta = mg \quad (1)$$

$$T \sin \theta = F_e \quad (2)$$

$$\frac{(2)}{(1)} \Rightarrow \tan \theta = \left(\frac{mg}{F_e} \right)^{-1} = \frac{F_e}{mg}$$

$$F_e \text{ é força de Coulomb: } F_e = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

Portanto



$$\boxed{\tan \theta = \frac{k q_1 q_2}{mg d^2}}$$