UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

Eletricidade e Magnetismo I
Prova 2 – 23/10/2020

Observações:

- A prova tem duração de 2,0 horas.
- Preencha todas as folhas de resposta com seu nome e número USP de forma legível.
- Esta prova pode ser realizada com consulta. Justifique, no entanto, todas as suas respostas com comentários, fórmulas e cálculos intermediários. Não esqueça das unidades das grandezas físicas pedidas.

$$\vec{F}_{21}=k\,q_1 q_2 \frac{\vec{r}_2-\vec{r}_1}{\left|\vec{r}_2-\vec{r}_1\right|^3} \qquad k=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}=9\times 10^9\,\frac{N\,m^2}{C^2} \qquad \vec{E}=\frac{\vec{F}}{q}$$

$$V(r_2)-V(r_1)=-\int_{r_1}^{r_2}\vec{E}\cdot\vec{dl} \qquad V=\frac{U}{q} \qquad \oint \vec{E}\cdot d\vec{A}=\frac{q}{\epsilon_0} \qquad \vec{\mu}=I\,\vec{A}$$

$$V(\vec{r})=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_i \frac{Q_i}{\left|\vec{r}_i-\vec{r}\right|} \qquad \varepsilon=-\frac{d\,\phi_B}{d\,t} \qquad \oint \vec{B}\cdot\vec{dl}=\mu_0 I \qquad u=\frac{\varepsilon_0 E^2}{2}$$

$$I=Avne=\frac{\sigma AV}{L}=\frac{V}{R} \qquad J=\frac{I}{A}=\sigma E \qquad R=\frac{L}{A}\rho \qquad \phi_B=\int \vec{B}\cdot\vec{dS}$$

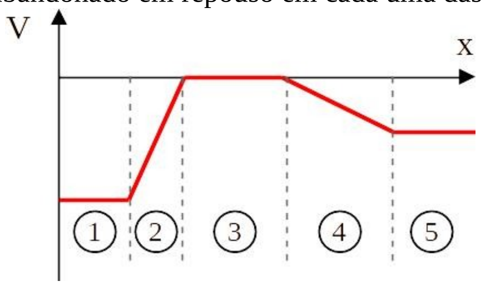
$$\vec{F}=q\left(\vec{E}+\vec{v}\times\vec{B}\right) \qquad \vec{dF}=I\,\vec{dl}\times\vec{B} \qquad \vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\int\frac{I\,\vec{dl}\times\hat{r}}{r^2} \qquad \vec{\tau}=\vec{\mu}\times\vec{B}$$

$$\mu_0=4\pi\times 10^{-7}\,Tm/A \qquad \epsilon_0=8{,}854\times 10^{-12}\,\frac{C^2}{N\,m^2} \qquad e=1{,}6\times 10^{-19}\,c \qquad F_c=\frac{mV^2}{R}$$

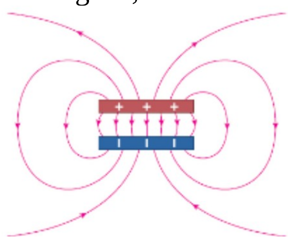
$$\vec{E}=-\nabla V$$

Questão 1. Responda o que se pede, justificando sempre suas afirmações.

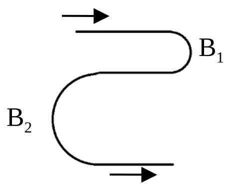
[0,5] a) Observe o potencial representado no gráfico abaixo. Indique o sentido do movimento ao longo do qual um elétron se moverá se for abandonado em repouso em cada uma das regiões (1), (2), (3), (4) e (5).



[0,5] b) Utilizando o conceito de diferença de potencial, explique porque deve haver campo elétrico não nulo nas regiões fora das placas de um capacitor carregado, como mostra a figura abaixo.

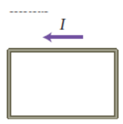


[0,5] c) Um elétron passa por duas regiões contendo campos magnéticos uniformes de intensidade B_1 e B_2, conforme a figura abaixo; O tempo gasto pelo elétron na região de B_1 será maior, menor ou igual ao tempo em B_2?

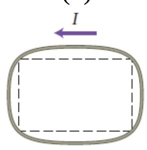


[1,0] d) Considere um retângulo de material flexível que pode girar e se flexionar para qualquer direção. Inicialmente o retângulo está orientado como mostrado abaixo. Indique a direção e sentido do campo magnético que devemos aplicar para obter as configurações 1, 2, 3 e 4, caso elas sejam possíveis.

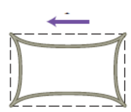
Configuração inicial:



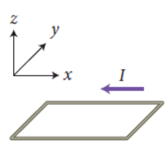
(1)



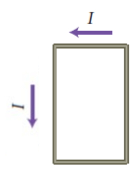
(2)



(3)



(4)



Questão 2. Dois pequenos objetos de formatos irregulares e condutores, um carregado pela carga +q e outro, pela carga -q, são colocados sobre o eixo x nas posições x=-4m e x=4m, respectivamente. O campo elétrico sobre o eixo x entre os dois objetos é dado pela expressão $E(x) = a\,q\,(x^2 + b)$, onde a e b são constantes.

[0,5] a) Quais são as unidades de a e b?

[1,0] b) Determine a diferença de potencial entre os dois objetos.

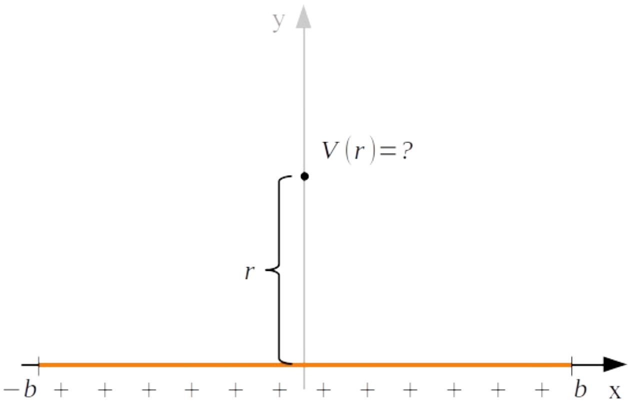
Questão 3. Potencial elétrico.

[1,0] a) Calcule o potencial elétrico a uma distância “r” de um fio infinito com densidade linear de carga uniforme λ. Use V(r=r_0) = 0, onde r_0 é uma distância arbitrária do fio.

[0,5] b) Discuta qual seria a consequência se escolhêssemos V(r=∞) = 0.

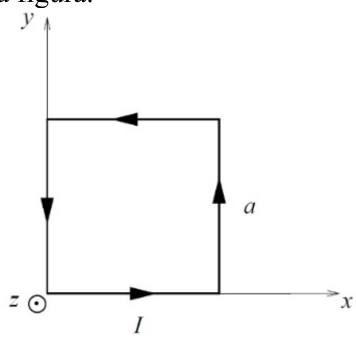
[1,0] c) Calcule agora o potencial elétrico a uma distância “r” de um cilindro metálico maciço de raio R<r, carregado com carga Q.

[1,0] d) Calcule o potencial elétrico a uma distância “r” de um fio finito com densidade linear de carga uniforme λ, como na figura abaixo. Use V(r=r_0) = 0, onde r_0 é uma distância arbitrária do fio.



[0,5] e) Faça o limite b→ ∞ no resultado obtido no item anterior e compare com o resultado do item (a).

Questão 4. Uma espira condutora quadrada de lado *a* está no plano z = 0 conforme mostra a figura abaixo. A corrente I circula no sentido indicado na figura.



Calcule:

[0,5] a) O momento magnético $\vec{\mu}$ da espira.

[0,5] b) O torque exercido por um campo magnético uniforme $\vec{B}=B_0\,\hat{j}$ sobre a espira.

[1,0] c) Suponha agora que B seja um campo <u>não uniforme</u>, cuja dependência espacial é dada por: $\vec{B}(y,z)=B_0\left(1-\frac{2y}{a}\right)\hat{j}+B_0\frac{z}{a}\hat{k}$. Calcule a força magnética sobre cada um dos lados e determine a força resultante sobre a espira.