

Parte I (6 valores)

Cada uma das questões de escolha múltipla que se seguem pode ter mais do que uma resposta correcta. As respostas têm que ser sucintamente justificadas.

1. [1,5 val.] .] Um condutor em equilíbrio electrostático encontra-se carregado com a carga Q .

- A. a carga Q encontra-se uniformemente distribuída por todo o condutor
- B. a carga Q encontra-se distribuída à superfície do condutor
- C. o campo eléctrico é tangente à superfície do condutor
- D. o campo eléctrico não é constante no interior do condutor
- E. nenhuma das afirmações anteriores está correcta

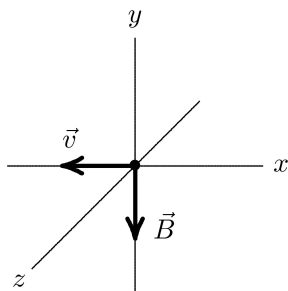
2. [1,5 val.] Um certo condensador tem uma capacidade de $5.0 \mu\text{F}$. O condensador é carregado com $5.0 \mu\text{C}$ e depois é isolado. Depois as placas são aproximadas até que a sua capacidade seja de $10 \mu\text{F}$. O trabalho realizado para aproximar as placas foi:

- A. zero
- B. $1.25 \times 10^{-6} \text{ J}$
- C. $-1.25 \times 10^{-6} \text{ J}$
- D. $8.3 \times 10^{-7} \text{ J}$
- E. $-8.3 \times 10^{-7} \text{ J}$

3. [1,5 val.] Um electrão que se move inicialmente no sentido negativo do eixo dos xx , fica sob acção de um campo de indução magnética com o sentido negativo do eixo dos yy .

A força magnética que actua sobre o electrão tem:

- A. direcção do eixo dos xx e sentido negativo
- B. direcção do eixo dos yy e sentido positivo
- C. direcção do eixo dos yy e sentido negativo
- D. direcção do eixo dos zz e sentido positivo
- E. direcção do eixo dos zz e sentido negativo



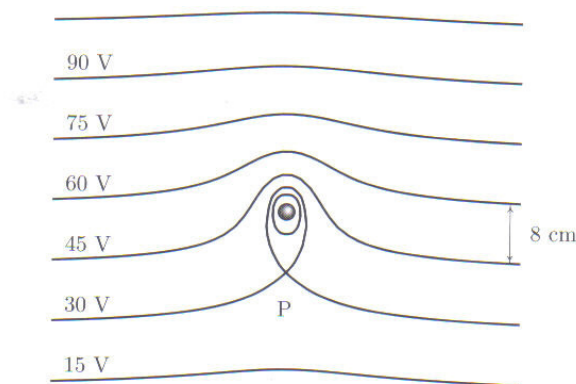
4. [1,5 val.] Um fio de cobre isolado é enrolado (100 voltas) em torno de um núcleo de ferro com 0.100 m^2 de secção recta. O circuito é fechado unindo as duas extremidades do fio através de uma resistência de 10Ω . No núcleo de ferro estabelece-se um campo magnético uniforme, inicialmente apontando no sentido positivo do eixo dos xx , que num certo intervalo de tempo inverte o sentido, variando uniformemente desde 1.00 T até -1.00 T . Neste intervalo de tempo a carga total que percorre a resistência vale:

- A. 10^{-2} C
- B. $2 \times 10^{-2} \text{ C}$
- C. 1 C
- D. 2 C
- E. 0.20 C

Parte II (14 valores)

Identifique todos os símbolos que utilizar e justifique cuidadosamente as suas respostas.

5. [3,5 val.] Uma carga pontual é colocada sob acção de um campo eléctrico uniforme (campo exterior, \vec{E}_{ext}), resultando um campo eléctrico cujas superfícies equipotenciais se representam na figura. Sabe-se que a grandes distâncias da carga pontual as superfícies equipotenciais são planos paralelos distanciados de 8 cm .



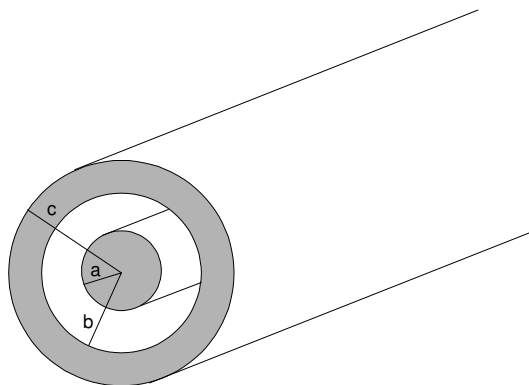
- a) Determine o módulo, a direcção e o sentido do campo exterior \vec{E}_{ext} .
- b) Diga se a carga pontual é positiva ou negativa. Justifique.
- c) Qual é a direcção e o sentido da força sobre a carga pontual?
- d) Sabendo que a distância entre a carga pontual e o ponto P é de 9 cm, calcule o valor da carga pontual.

6. [4,5 val.] A figura abaixo é um esquema de um sistema constituído por dois dieléctricos lineares imersos no vácuo: um dieléctrico cilíndrico central de raio a e constante dieléctrica (relativa) ϵ_{r1} e um dieléctrico tubular, coaxial com o primeiro dieléctrico, de constante dieléctrica (relativa) ϵ_{r2} , e raios interior e exterior b e c , respectivamente. O comprimento dos cilindros é muito grande, podendo ser considerado, em boa aproximação, como infinito. O dieléctrico central está electrizado com uma carga (verdadeira) distribuída continuamente, mas não uniformemente, em volume. A correspondente densidade volúmica de carga, ρ , varia com o raio, r , de acordo com $\rho = kr$, onde k é uma constante. O dieléctrico exterior tem carga total nula.

- a) Mostre que a carga por unidade de comprimento do cilindro central vale

$$\frac{Q}{L} = \frac{2\pi}{3} ka^3.$$

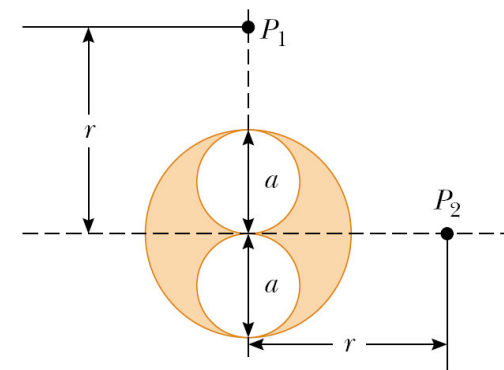
- b) Determine o vector campo eléctrico nas quatro regiões $r < a$, $a < r < b$, $b < r < c$ e $r > c$.
- c) Determine as densidades de carga de polarização distribuídas em volume e nas superfícies dos dois dieléctricos.



7. [3,0 val.]

a) Uma corrente de intensidade I percorre um cilindro condutor muito comprido cuja secção recta tem raio a ; sabe-se que a corrente é estacionária e está distribuída uniformemente ao longo da secção recta. Utilize o teorema de Ampère para determinar o campo magnético \vec{B} em função da distância r ao eixo do cilindro nas regiões $r > a$ (fora do cilindro) e $r < a$ (dentro do cilindro)

b) Considere agora que o cilindro, percorrido pela mesma corrente I , tem duas cavidades cilíndricas de diâmetro a , como se ilustra na figura com um corte transversal do sistema, e que a corrente aponta para fora da página. Determine a intensidade, direcção e sentido do campo magnético \vec{B} no ponto P_1 .



8. [3,0 val.] As proposições (a), (b) e (c) listadas abaixo enunciam importantes propriedades que estão na base do electromagnetismo. Explique como pode inferir essas propriedades a partir das equações de Maxwell.

- a) O campo eléctrico não é, em geral, conservativo, mas no caso particular da electrostática é conservativo
- b) Existem cargas eléctricas isoladas, mas não existem “cargas magnéticas” (monopolos magnéticos).
- c) A carga eléctrica conserva-se.