

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.] .] Na cavidade de um condutor encontra-se uma partícula carregada, sem tocar na parede interior do condutor. Considere as seguintes possíveis situações no que diz respeito à carga da partícula e carga total do condutor:

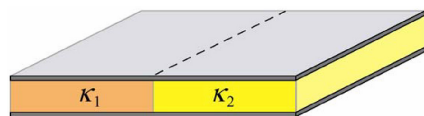
situação	carga da partícula (na cavidade)	carga total do condutor
(1)	$+4q$	0
(2)	$-6q$	$+10q$
(3)	$+16q$	$-12q$

Ordene os casos por ordem decrescente da carga (carga positiva primeiro) na superfície exterior do condutor.

- A. (1); (2); (3)
- B. (2); (1); (3)
- C. (1); (3); (2)
- D. (1) e (2) iguais; (3)
- E. (1), (2) e (3) todos iguais

2. [1,5 val.] Um condensador de placas paralelas, de área A e separadas de uma pequena distância d , é preenchido com dois dielétricos, de permissividade relativa κ_1 e κ_2 , cada um deles ocupando metade do espaço entre as armaduras, como se mostra na figura. A capacidade deste condensador é dada por:

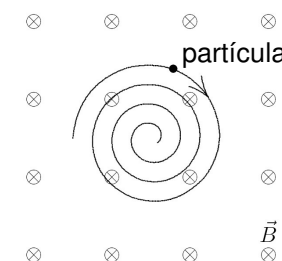
- A. $C = \epsilon_0 A (\kappa_1 + \kappa_2) / (2d)$
- B. $C = \epsilon_0 A (\kappa_1 - \kappa_2) / (2d)$
- C. $C = 2\epsilon_0 A (\kappa_1 \kappa_2) / (d(\kappa_1 + \kappa_2))$
- D. $C = 2\epsilon_0 A (\kappa_1 \kappa_2) / (d(\kappa_1 - \kappa_2))$
- E. $C = \epsilon_0 A (\kappa_1 + \kappa_2) / d$



3. [1,5 val.] Uma partícula carregada que se desloca no plano da folha, numa região onde existe um campo magnético perpendicular ao plano da folha e no sentido de fora para dentro, descreve um movimento em espiral no sentido dos ponteiros do relógio, como se ilustra na figura.

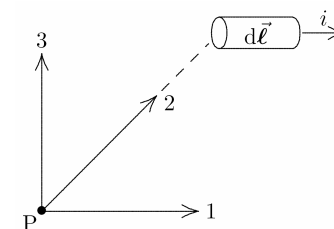
Admitindo que a partícula pode estar sujeita a outras forças para além da força magnética, uma possível explicação para o que está a acontecer é:

- A. a partícula tem carga positiva e o módulo da sua velocidade está a diminuir
- B. a partícula tem carga negativa e o módulo da sua velocidade está a diminuir
- C. a partícula tem carga positiva e o módulo da sua velocidade está a aumentar
- D. a partícula tem carga negativa e o módulo da sua velocidade está a aumentar
- E. nenhuma das explicações anteriores está correcta



4. [1,5 val.] O elemento de corrente $id\vec{l}$, o ponto P e os três vectores (1, 2, e 3) mostrados na figura estão todos no plano da folha. No ponto P o campo de indução magnética, $d\vec{B}$, devido a este elemento de corrente tem:

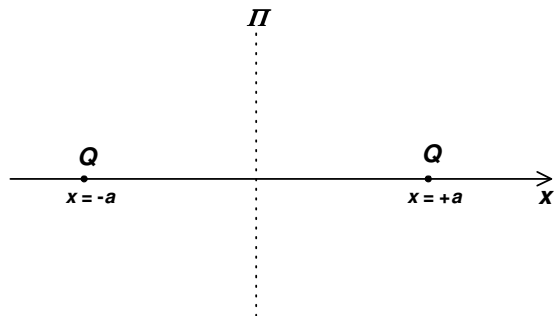
- A. direcção e sentido do vector "1"
- B. direcção e sentido do vector "2"
- C. direcção e sentido do vector "3"
- D. direcção perpendicular à folha e aponta para fora
- E. direcção perpendicular à folha e aponta para dentro



Parte II (14 valores)

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

5. [3 val.] Duas cargas iguais, positivas, Q , estão fixas no eixo dos xx nos pontos $x = -a$ e $x = +a$ (separadas da distância $2a$). Considere um plano Π a meia distância entre as cargas e perpendicular à linha que as une.



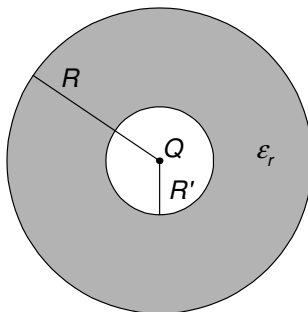
a) Esboce um esquema com as forças eléctricas aplicadas sobre uma carga de prova q , positiva, colocada num ponto genérico P do plano Π . A partir desse esquema mostre que a resultante dessas forças é sempre paralela ao plano.

b) Seja y a distância do ponto P (sobre o plano Π) à origem. Calcule o potencial e o campo eléctrico nesse ponto devido às cargas situadas no eixo dos xx .

c) Determine o trabalho realizado pela força eléctrica no deslocamento da carga q sobre o plano Π desde a origem até ao ponto $y = a$. Considere $Q = +10 \mu\text{C}$, $q = +1 \mu\text{C}$. e $a = 1 \text{ cm}$

6. [4,5 val.] Uma carga pontual, Q , é colocada no centro de uma cavidade esférica de raio R' , concêntrica com uma esfera isolante, feita de dieléctrico linear, isótropo e homogêneo, de raio R e permitividade relativa ϵ_r .

a) Determine os vectores: deslocamento eléctrico (\vec{D}), campo eléctrico (\vec{E}) e polarização (\vec{P}), em função da distância ao centro do sistema, r .



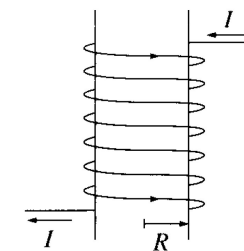
b) Mostre que não existem cargas de polarização distribuídas no volume do dieléctrico.

c) Calcule a densidade de cargas de polarização nas duas superfícies (interna e externa) do dieléctrico.

d) Mostre que a carga total contida numa esfera de raio $R' < r < R$, vale $Q' = Q/\epsilon_r$.

7. [3 val.] Um fio é densamente enrolado em torno de um cilindro (de raio R e comprimento $l \gg R$) feito de um material paramagnético (de permeabilidade magnética μ), de modo a constituir uma bobina muito longa com n espiras por unidade de comprimento.

a) Utilizando o teorema de Ampère, determine o campo de indução magnética \vec{B} no interior do cilindro, quando a bobina é percorrida por uma corrente estacionária de intensidade I . Justifique todas as aproximações que efectuar.



b) Considere agora que a bobina é percorrida por uma corrente variável no tempo, mas em regime quase estacionário. Determine o coeficiente de auto-indução (ou indutância) desta bobina.

8. [3,5 val.] As proposições (a), (b) e (c) listadas abaixo constituem três 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.