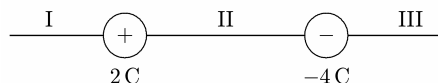


**Parte I (6 valores)**

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. [3 val.] Duas partículas carregadas encontram-se separadas como se ilustra na figura abaixo.



Em qual das regiões se deve colocar uma partícula com carga +1 C de modo que a força resultante que sobre ela actua seja nula?

- A. apenas na região I
- B. apenas nas regiões I e II
- C. apenas na região III
- D. apenas nas regiões I e III
- E. apenas na região II

2. [3 val.] O potencial eléctrico numa certa região do espaço é dado por $V = -7.5x^2 + 3x$, onde V e x estão expressos em volt e metro, respectivamente. Nesta região as superfícies equipotenciais são:

- A. planos paralelos ao eixo dos x
- B. planos paralelos ao plano yz
- C. esferas concêntricas centradas na origem
- D. cilindros coaxiais com eixo segundo x
- E. desconhecidas, a não ser que seja dada a distribuição de carga

Parte II (14 valores)

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

3. [7 val.]

a) O campo eléctrico no interior de um átomo pode ser grosseiramente descrito (em coordenadas esféricas) pela expressão

$$\vec{E} = A \frac{1 + \lambda r}{r^2} e^{-\lambda r} \vec{u}_r$$

onde A e λ são constantes.

a) Mostre que este campo é conservativo.

b) Determine a densidade da distribuição volúmica de carga que dá origem a este campo.

4. [7 val.] Em 1959, Lyttleton e Bondi sugeriram que a expansão do universo podia ser explicada com base na Mecânica Newtoniana, se a matéria tivesse carga não nula. Imagine que o universo pode ser descrito por um volume esférico V , de dimensões astronómicas, que contem hidrogénio atómico não ionizado e uniformemente distribuído. Seja N o número de átomos de hidrogénio por metro cúbico. Suponha que a carga do protão e_p é $(1+y)e$, em que e é o valor absoluto da carga do electrão.

a) Admitindo uma distribuição contínua e uniforme de carga e massa no volume esférico, determine o campo eléctrico e o campo gravítico em função da distância r ao centro da esfera.

b) Mostre que se y for da ordem de 10^{-18} a repulsão eléctrica iguala a atracção gravítica. (Note que se $y > 10^{-18}$ o gás se expande.)