

## Física 2n de Batxillerat

### Crèdit 3. Camp Elèctric i camp magnètic

A

- 1.- (4p) Una càrrega de  $-60\mu\text{C}$  es troba situada al punt (6,0) i una de  $-40\mu\text{C}$  al punt (0,-8)
- Dibuixa i calcula el mòdul del camp creat per cada càrrega per separat al punt P(-6,0)
  - Si en al punt P hi situem una càrrega de  $q' = 7\text{mC}$ , calcula l'energia potencial que té i la força que rep.
  - Quin treball fa el camp en desplaçar la càrrega  $q'$  del punt P al punt Q(0,0)?

Dades: Càrregues al buit  $k_0=9\cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ , distàncies en metres.

- 3.- (3p) Un camp magnètic uniforme fa que un protó giri en una òrbita circular estacionària de 10 mm de radi i amb una freqüència de  $10^7$  Hz. Calcula el mòdul del camp i l'energia cinètica del protó en eV. Dibuixa en un esquema la trajectoria del protó i el camp. Ha de quedar clar el sentit de gir del protó i la direcció del camp.

$q_p = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

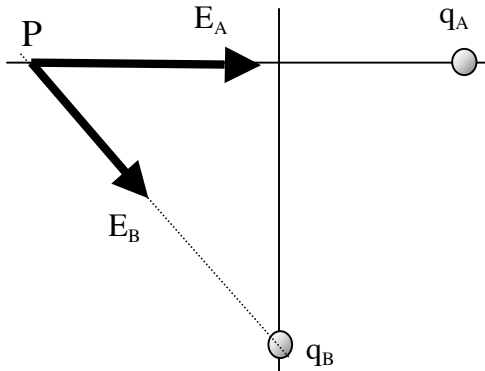
- 4.- (3p) Un conductor rectilini es troba situat sobre l'eix x i transporta una intensitat de 40 A en el sentit positiu de l'eix, un altre conductor rectilini es troba situat sobre l'eix y i transporta una intensitat de 40 A en el sentit negatiu de l'eix.

- Determina el camp total creat pels dos conductors en el punt (0.3,0.1,0) en metres. Expresseu el resultat en forma de vector.
- Si en aquest punt una càrrega es desplaçés en la direcció del eix z, hi actuaria alguna força? i si es desplaçés en la direcció de l'eix x?

Dades:  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$

**Solucions.**

1.-



$$E_A = k \frac{q_A}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{60 \cdot 10^{-6}}{12^2} = 3.75 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

$$E_B = k \frac{q_B}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{40 \cdot 10^{-6}}{10^2} = 3.6 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

El camp total serà la suma vectorial dels camps creats per les dues càrregues per separat al punt P. Per trobar l'expressió vectorial de cada camp utilitzarem l'esquema del dibuix. El camp  $E_A$  es troba sobre l'axi x i el camp  $E_B$  caldrà descomposar-lo en components:

$$\vec{E}_A = (3.75, 0) \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_B = 3.6 \cdot 10^3 (\cos -53.13, \sin -53.13) = (2.16, -2.88) \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_A + \vec{E}_B = (2.16, -2.88) \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

La seva energia potencial serà la suma de les energies potencials de la càrrega q' respecte de les càrregues A i B:

$$E_P = 9 \cdot 10^9 \frac{7 \cdot 10^{-3} (-60) \cdot 10^{-6}}{12} + 9 \cdot 10^9 \frac{7 \cdot 10^{-3} (-40) \cdot 10^{-6}}{10} = -5.67 \cdot 10^2 \text{ J}$$

La força que experimentarà la càrrega en aquest punt seria el producte de la carrega pel camp total en el punt:

$$\vec{F} = q' \cdot \vec{E}_T = 7 \cdot 10^{-3} \cdot (2.16, -2.88) \cdot 10^3 = (4.14, -2.02) \text{ N}$$

El treball que fa el camp és igual a la diferència d'energia potencial de la càrrega entre els punts inicial i final:

$$W = -\Delta E_P = E_{P_i} - E_{P_f} = -5.67 \cdot 10^2 - (-9.45 \cdot 10^2) = 3.78 \cdot 10^2 \text{ J}$$

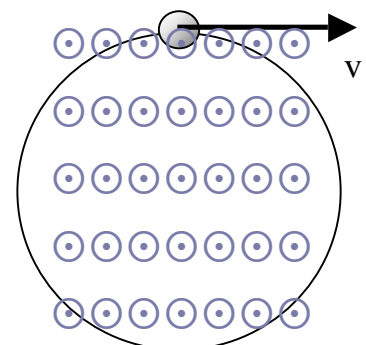
$$E_{P_i} = -5.67 \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$E_{P_f} = E_P = 9 \cdot 10^9 \frac{7 \cdot 10^{-3} (-60) \cdot 10^{-6}}{6} + 9 \cdot 10^9 \frac{7 \cdot 10^{-3} (-40) \cdot 10^{-6}}{8} = -9.45 \cdot 10^2 \text{ J}$$

2.- Com que el protó segueix un moviment circular, conegut el radi i la freqüència de gir podem trobar la velocitat:

$$v = \varpi \cdot R = 2\pi \cdot f \cdot R = 6.28 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

La força que actua sobre el protó és la de Lorentz que és una força centrípeta:

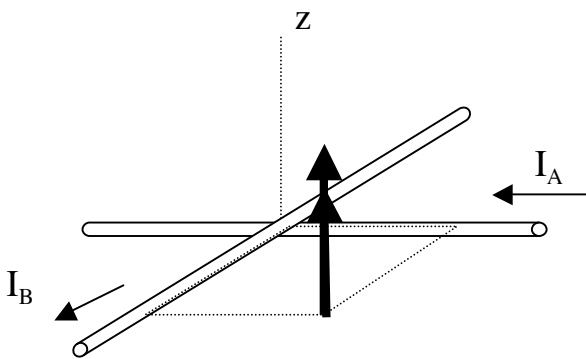


$$\left. \begin{aligned} F &= m \frac{v^2}{R} \\ F &= qvB \sin \alpha \end{aligned} \right\} \rightarrow B = \frac{mv}{qR} = 0.65 T$$

L'energia cinètica:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m_p v^2 \frac{1eV}{1.602 \cdot 10^{-19}} = 2.06 \cdot 10^3 eV$$

3.- Els camps creats per cada conductor per separat tenen la mateixa direcció i sentit que l'eix z.



Per tant el camp total serà la suma directa dels dos camps:

$$\left. \begin{aligned} B_A &= \frac{\mu I_A}{2\pi d} = \frac{40\mu}{2\pi \cdot 0.1} = 63,33\mu T & \bar{B}_A &= (0,0,63.66)\mu T \\ B_B &= \frac{\mu I_B}{2\pi d} = \frac{40\mu}{2\pi \cdot 0.3} = 21,22\mu T & \bar{B}_B &= (0,0,21.22)\mu T \end{aligned} \right\}$$

$$\bar{B}_T = (0,0,1.04 \cdot 10^{-4}) T$$

Si la càrrega es desplaça en la direcció de l'eix z, no experimentarà cap força ja que l'angle entre la velocitat i el vector camp és zero. Si es desplaçés en la direcció de l'eix x, apareixeria una força que estaria situada sobre el pla xy i el protó, en conseqüència faria un moviment circular.

