

## **Sección 7 - Exercicios de autoavaliación**

### **ENUNCIADOS**

**1.-** Un televisor ten un canón de electróns de 10000V. A presentación en pantalla de dous puntos diferentes está separada 3 mm, e o canón está separado da pantalla 20cm. Supoñemos que a guía dos electróns prodúcese por un campo eléctrico transversal ó longo dos 20 cm de separación entre canón e pantalla.

- Calcula-lo campo eléctrico necesario para pasar dun punto a outro.
- Calcula-la velocidade coa que os electróns chegan á pantalla.

Datos: masa do electrón:  $9.10^{-31}\text{kg}$ ; carga do electrón:  $-1.6.10^{-19}\text{C}$

**2.-** Dúas cargas eléctricas de  $2.10^{-5}\text{C}$  e  $-1.7.10^{-4}\text{C}$  distan entre si 10 cm.

- ¿Qué traballo haberá que realizar sobre a segunda carga para afastala da primeira outros 40 cm na mesma dirección?.
- ¿Qué forza se exercerán mutuamente a esa distancia?.

**3.-** No punto A de coordenadas (0,15) hai unha carga de  $-6.10^{-5}\text{C}$ . Na orixe de coordenadas hai outra de  $1.5.10^{-4}\text{C}$ . Calcula:

- A intensidade do campo eléctrico resultante no punto P de coordenadas (36,0).
- O potencial resultante nese punto. (As coordenadas exprésanse en metros).

**4.-** Calcula:

a) O radio da órbita que describe un electrón nun campo magnético de intensidade  $B = 3\text{ weber/m}^2$ . que forma un ángulo de  $90^\circ$  co plano da súa traxectoria.

b) O tempo que tarda en dar unha volta se se move a unha velocidade de 9000 km/s.

Datos: Carga do electrón =  $1.6.10^{-19}\text{C}$  ; Masa do electrón =  $9.10^{-31}\text{kg}$

**5.-** Tres cargas puntuais iguais de 5 m C cada unha están situadas nos vértices dun triángulo equilátero de 1'5 m de lado.

- ¿Onde debe colocarse unha cuarta carga e cal debe se-lo seu valor para que o sistema formado polas catro cargas estea en equilibrio?.
- Calcula-lo traballo necesario para levar esa carga Q dende o centro do triángulo ata o centro dun lado.

Datos :  $K= 9.10^9\text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

**6.-** Un protón ten unha enerxía cinética de  $10^{-14}\text{J}$ . Segue unha traxectoria circular nun campo magnético  $B= 0.5\text{ T}$ . Calcula:

- O radio da traxectoria.
- A frecuencia coa que xira.

$$m_{\text{protón}} = 1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; q_{\text{protón}} = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

**7.-** Unha carga eléctrica de  $2'5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  colócase nun campo eléctrico uniforme de intensidade  $5 \cdot 10^4 \text{ N/C}$  dirixido cara arriba. ¿Cal é o traballo que o campo eléctrico efectúa sobre a carga cando esta se move:

- a. ¿45 cm cara a dereita?.
- b. ¿80 cm cara abaixo?.

**8.-** Dúas cargas de  $+1 \text{ mC}$  e  $-2 \text{ mC}$  están situadas en dous puntos, A e B, separados entre si 1 m. Considerando a recta de unión entre as cargas,

- a. Determina-lo punto en que se anula o campo eléctrico.
- b. Determina-lo punto ou os puntos nos que se anula o potencial eléctrico.

Datos :  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ .

**9.-** Dúas cargas negativas iguais, de  $1 \text{ mC}$ , atópanse sobre o eixe de abscisas, separadas unha distancia de 20 cm. A unha distancia de 50 cm sobre a vertical que pasa polo punto medio da liña que as une, abandónase unha carga de  $1 \text{ mC}$ , de masa 1g, inicialmente en repouso. Determinar :

- a. A velocidade que terá ó pasar polo punto medio da liña de unión.
- b. O valor do potencial eléctrico en dito punto medio.

Datos :  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ .

**10.-** Un electrón penetra perpendicularmente nun campo magnético de  $0'5 \text{ T}$  cunha velocidade de  $2000 \text{ km/s}$ .

- a. Calcula-lo radio da órbita que describe.
- b. Acha-lo número de voltas que dá en  $0,01 \text{ s}$ .

Datos :  $q_e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

**11.-** Un ciclotrón para acelerar protóns ten un campo magnético de intensidade  $0'4 \text{ teslas}$ , e o seu radio é  $0'8 \text{ m}$ . Calcular:

- a. Velocidade coa que saen os protóns do ciclotrón.
- b. Que voltaxe faría falta para que os protóns adquirisen esa velocidade partindo do repouso.

Datos:  $m_{\text{protón}} = 1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; q_{\text{protón}} = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

**12.-** Unha carga de  $10^{-5} \text{ C}$  crea un campo onde metemos outra carga de  $10^{-6} \text{ C}$

- a. Calcula-la distancia a que se atoparán se o potencial desta resulta ser  $1500 \text{ V}$
- b. Calcula-lo traballo necesario para que unha toque a outra, se teñen un radio, respectivamente, de  $0'1 \text{ m}$  e  $0'01 \text{ m}$

Datos :  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

**13.-** Un electrón lanzado a  $10000 \text{ kms}^{-1}$  atravesará un campo magnético de 1 T

- Calcula-lo radio da desviación máxima.
- Calcula-lo radio da desviación mínima que pode exercer.

Datos: masa do electrón:  $9.10^{-31} \text{ kg}$ ; carga do electrón:  $-1.6.10^{-19} \text{ C}$

**14.-** Un electrón (carga eléctrica =  $1.6.10^{-19} \text{ C}$ ) a unha velocidade de  $1000 \text{ ms}^{-1}$  entra nunha zona perpendicular a un campo magnético de 10 T

- Calcula-lo radio de xiro da súa órbita.
- Calcula-la intensidade dun campo eléctrico que anule o efecto do campo magnético.

Datos:  $q_e = -1.6.10^{-19} \text{ C}$ ;  $m_e = 9.10^{-31} \text{ kg}$

## **SOLUCIONS**

**1.-**

a) Os electróns saen impulsados por unha diferenza de potencial de 10000V, adquirindo entón unha velocidade de:

$$qV = \frac{1}{2}(mv^2) \Rightarrow 1.6.10^{-19} \cdot 10000 = 9.10^{-31} \cdot v^2/2$$

$v = 5.96.10^7 \text{ ms}^{-1}$ , que é a velocidade inicial coa que atravesan os 20 cm de separación á pantalla.

O tempo que tardan en atravesalos (movemento rectilíneo horizontal e uniforme) é:  
 $t = e/v$ ;  $t = 0.2/5.96.10^7 = 3.35.10^{-9} \text{ s}$ .

Nese tempo, débese lograr unha desviación en pantalla de 3 mm, a partir dun movemento acelerado debido ó campo entre as placas:

$$e = \frac{1}{2}(at^2) = \frac{1}{2}(qE/m)t^2$$

Despexando o campo, obtemos:

$$E = 2em/qt^2$$

$$\text{substituíndo, } E = 2.3.10^{-3} \cdot 0.9.10^{-30} / [1.6.10^{-19} \cdot (3.35.10^{-9})^2] = 2989 \text{ Vm}^{-1}$$

b) O segundo apartado soluciónase do mesmo xeito que se tivo que facer para achar a velocidade inicial dous electróns... en rigor, habería que achar a velocidade de desviación lateral e aplica-lo teorema de Pitágoras, nembargantes, a desviación lateral é demasiado pequena respecto á lonxitude percorrida como para introducir máis que unha pequena corrección na velocidade xa calculada ó comenzo:  $5.96.10^7 \text{ ms}^{-1}$

Comprobamos:

$$F_e = F_g \Rightarrow E \cdot q = ma \Rightarrow a = 5.31.10^{14} \text{ ms}^{-2}$$

$$v_y = at = 1.8.10^6 \text{ m/s} \Rightarrow v_{\text{total}} = 5.96.10^7 \text{ ms}^{-1}$$

## 2.-

a) O traballo, realizado pola forza do campo, para mover unha carga  $Q$  dende un punto de potencial  $V_1$  a outro de potencial  $V_2$  vale:  $W = Q (V_1 - V_2)$

Polo tanto, temos que calcula-lo potencial xerado pola primeira carga nos dous puntos onde se atopa a segunda, que é a que se move.

O potencial xerado por unha carga  $Q$  a unha distancia  $r$  vale:

$$V = K Q/r$$

$$\text{dánnos } Q = 2 \cdot 10^{-5} \text{ C, } r_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m, } r_2 = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{Substituíndo e operando, obtemos: } V_1 = 1'8 \cdot 10^6 \text{ V, } V_2 = 3'6 \cdot 10^5 \text{ V}$$

Agora podemos calcula-lo traballo necesario para move-la carga

$$Q' = - 1'7 \cdot 10^{-4} \text{ C}$$

$$W_{\text{Fcampo1-2}} = -W_{\text{Fext.1-2}}; W_{\text{Fext.1-2}} = - 1'7 \cdot 10^{-4} \cdot (1'8 \cdot 10^6 - 3'6 \cdot 10^5) = -2'45 \cdot 10^2 \text{ J}$$

O traballo é negativo, o que quere dicir que teñen que realizalo forzas exteriores ó campo, xa que as forzas existentes entre esas dúas cargas, por ser de distinto signo, son atractivas.

b) Para determina-la forza que se exercen mutuamente dúas cargas eléctricas situadas a unha certa distancia unha da outra empregaremos a Lei de Coulomb, a que nos di que o módulo de dita forza é directamente proporcional ó produto das cargas e inversamente proporcional ó cadrado da distancia que as separa  $F = K Q_1 \cdot Q_2 / d^2$

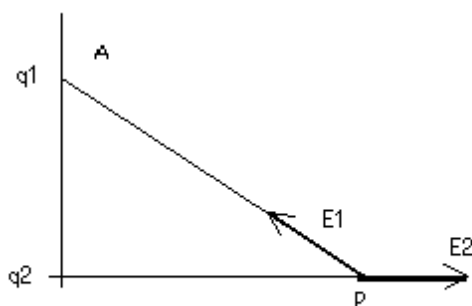
Substituíndo os datos que temos quedanos  $F = 122'4 \text{ N}$  (onde a forza existente entre as dúas cargas é de tipo atractivo)

## 3.-

a) A intensidade do campo creado por unha carga  $Q$  a distancia  $d$  é unha magnitude vectorial que calcularemos a partir da expresión:

$$\mathbf{E} = K (Q/d^2) \cdot \mathbf{r}_0$$

onde  $\mathbf{E}$  e  $\mathbf{r}_0$  están escritas en negriña para indica-lo seu carácter vectorial.  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$



$Q$  = carga creadora do campo

$d$  = módulo do vector de posición  $r$ , que marcaría a posición do punto, no que buscámo-la intensidade do campo, respecto ó punto en que se atopa a carga creadora do campo. As compoñentes deste vector de posición obtémolas restándolle ás coordenadas do extremo do vector (punto no que buscámo-la intensidade do campo), as da orixe (punto no que se atopa a carga creadora do campo).

$\mathbf{r}_0$  = vectores unitarios do vector de posición que se determinan dividindo cada un dos vectores de posición polo seu módulo  $= r/d$

As cargas  $q_1$  e  $q_2$  crean cada unha delas un campo no punto  $P$  e a intensidade total do campo creado polo conxunto das dúas cargas obterémolo como a suma vectorial das intensidades dos campos creados por cada unha delas.

Acharemos entón as intensidades dos campos creados polas cargas  $q_1$  e  $q_2$  :

En primeiro lugar, determinaremos los vectores de posición  $\mathbf{r}_1$  e  $\mathbf{r}_2$  do punto  $P$  respecto a cada unha das cargas:

$$\mathbf{r}_1 = r_{1x} + r_{1y}$$

$$r_{1x} = \text{coordenada X do punto P} - \text{coordenada X do punto A} = 36 - 0 = 36$$

$$r_{1y} = \text{coordenada Y do punto P} - \text{coordenada Y do punto A} = 0 - 15 = -15$$

de maneira que o vector  $\mathbf{r}_1$  será,  $\mathbf{r}_1 = 36 \mathbf{i} - 15 \mathbf{j} \text{ m}$

$$\text{o seu módulo } d_1 = (36^2 + 15^2)^{1/2} = 39 \text{ m}$$

$$\text{o seu vector unitario } \mathbf{r}_{01} = (36 \mathbf{i} - 15 \mathbf{j})/39$$

O vector de posición de  $P$  respecto á orixe será,  $\mathbf{r}_2 = r_{2x} + r_{2y}$

$$r_{2x} = 36 - 0 = 36, r_{2y} = 0 - 0 = 0, \mathbf{r}_2 = 36 \mathbf{i}$$

$$\text{o seu módulo } , d_2 = (36^2)^{1/2} = 36 \text{ m}$$

$$\text{o seu vector unitario, } \mathbf{r}_{02} = 36 \mathbf{i}/36 = \mathbf{i}$$

Entón o vector intensidade de campo creado pola carga  $q_1 = -6 \cdot 10^{-5} \text{ C}$  no punto P obterémolo substituíndo tódolos datos na expresión

$$\mathbf{E} = K (Q/d^2) \cdot \mathbf{r}_0, \text{ e quedará}$$

$$\mathbf{E}_1 = -327'72 \mathbf{i} + 136'55 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

Facendo o mesmo para a carga  $q_2 = 1'5 \cdot 10^{-4} \text{ C}$  obteremos

$$\mathbf{E}_2 = 1041'67 \mathbf{i} \text{ N/C}$$

O campo total será a suma vectorial de  $\mathbf{E}_1$  e  $\mathbf{E}_2$

$$\mathbf{E} = (-327'72 \mathbf{i} + 136'55 \mathbf{j}) + (1041'67 \mathbf{i}) = 713'95 \mathbf{i} + 136'55 \mathbf{j} \text{ N/C}$$

o seu módulo será

$$E = (713'95^2 + 136'55^2)^{1/2} = 726'89 \text{ NC}^{-1}$$

b) O potencial eléctrico creado por unha carga nun punto do seu campo é unha magnitude escalar directamente proporcional á carga creadora e inversamente proporcional á distancia do punto a carga e vén dado pola expresión:  $V = KQ/d$

Cando sobre ese punto actúan dúas cargas cada unha crea o seu propio potencial e en consecuencia o potencial total será a suma dos potenciais, é dicir coma no caso das forzas aplícase o principio de superposición, coa diferenza de que, como neste caso os potenciais son magnitudes escalares, a suma será alxebrica.

O potencial creado pola carga

$$q_1 = -6 \cdot 10^{-5} \text{ C} \text{ será } V_1 = 9 \cdot 10^9 \cdot (-6 \cdot 10^{-5}) / 39 = -13846'15 \text{ V}$$

e o creado pola carga

$$q_2 = 1'5 \cdot 10^{-4} \text{ C} \text{ será } V_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 1'5 \cdot 10^{-4} / 36 = 37500 \text{ V}$$

de maneira que o potencial total será

$$V = V_1 + V_2 = -13846'15 + 37500 = 23653'85 \text{ V}$$

#### 4.-

a) Primeiro teremos que achar a forza exercida polo campo magnético sobre o electrón.

A forza que actúa sobre unha carga eléctrica de  $Q$  coulombios, que se move cunha velocidade de  $v \text{ m/s}$ , a través dun campo magnético de  $B \text{ weber/m}^2$ , cando o ángulo que forman a dirección de movemento da carga e o campo magnético é igual a  $\alpha$ , vale:  $F = Q v B \sin \alpha$

neste caso:

$$Q = \text{carga do electrón} = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; v = 9000 \text{ km/s} = 9 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$B = 3 \text{ weber/m}^2; \alpha = 90^\circ; \sin \alpha = 1$$

Substituíndo, obtemos:

$$F = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 9 \cdot 10^6 \text{ m/s} \cdot 3 \text{ weber/m}^2 \cdot 1 = 4'32 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

Esta forza será a forza centrípeta causante do movemento circular do electrón, que vale  $F = (mv^2)/r$

$$F = 4'32 \cdot 10^{-12} \text{ N} ; m = \text{masa do electrón} = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg} ;$$

$$v = 9000 \text{ km/s} = 9 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Substituíndo e despexando r, obtemos:

$$r = m \cdot v^2 / F = 9 \cdot 10^{-31} \cdot (9 \cdot 10^6)^2 / (4'32 \cdot 10^{-12}) = 16'875 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 16'875 \text{ nm}$$

b) Sabemos, ademais, que  $v = \text{espacio/tempo}$

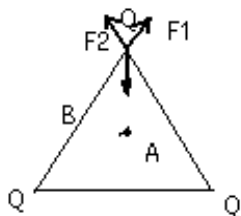
O tempo necesario para dar unha volta será  $t = 2\pi r/v$

Substituíndo os valores de v e r, obtemos  $t = 11'775 \cdot 10^{-12} \text{ segundos}$

5.-

a) Por simetría debe estar no centro do triángulo. A carga debe ser negativa para producir unha forza de tipo atractivo que iguale as forzas das outras cargas en cada un dos vértices.

Para que haxa equilibrio debe cumprirse que, nos tres vértices do triángulo:



$$\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 = 0$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot (q_1 q_2 / r^2)$$

$$F_1 = F_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6} / 1,5^2 = 0'1 \text{ N}$$

$$\mathbf{F}_1 = 0'1 \cdot \cos 60^\circ \mathbf{i} + 0'1 \cdot \sin 60^\circ \mathbf{j}$$

$$\mathbf{F}_2 = -0'1 \cdot \cos 60^\circ \mathbf{i} + 0'1 \cdot \sin 60^\circ \mathbf{j}$$

$$\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = 0'2 \cdot \sin 60^\circ \mathbf{j} = 0,17 \text{ N } \mathbf{j}$$

$$\mathbf{F}_3 = -0,17 \text{ N } \mathbf{j} \Rightarrow 0,17 = 9 \cdot 10^9 \cdot Q \cdot q_3 / r_3^2$$

$$\text{Como } r_3 = 0,75 / \cos 30^\circ \Rightarrow 0,17 = 9 \cdot 10^9 \cdot Q \cdot 5 \cdot 10^{-6} / (0,87^2)$$

$$Q = 2'83 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

De onde:  $F_3 = -0,17 \text{ j (N)}$  (a carga debe ser negativa para que a forza resulte negativa e sexa de tipo atractivo).

Por iso:  $Q_3 = -2,83 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ .

b) O traballo realizado pola forza do campo para levar unha carga dende un punto A ata outro B vén definido, nun campo conservativo por :

$$W_A^B = -\Delta E_P = E_{PA} - E_{PB} = Q(V_A - V_B)$$

$$V = Kq/r$$

Haberá que calcula-lo valor do potencial para cada un dos puntos debido as cargas  $q_1$ ,  $q_2$  e  $q_3$ .

$$V_A = 9 \cdot 10^9 [(5 \cdot 10^{-6}/0,87) + (5 \cdot 10^{-6}/0,87) + (5 \cdot 10^{-6}/0,87)] = 155884 \text{ V}$$

$$V_B = 9 \cdot 10^9 [(5 \cdot 10^{-6}/0,75) + (5 \cdot 10^{-6}/0,75) + (5 \cdot 10^{-6}/1,30)] = 154615 \text{ V}$$

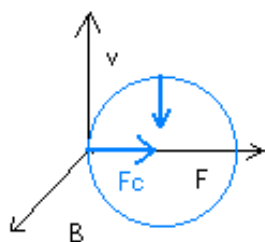
$$V_A - V_B = 1'27 \cdot 10^3 \text{ V}$$

O valor do traballo realizado é

$$W_{\text{Fext} \cdot A}^B = Q(V_A - V_B) = -2'83 \cdot 10^{-6} \cdot 1269 = -3'6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

O signo negativo indica que é un traballo realizado por unha forza exterior, en contra do campo, que provoca un incremento da enerxía potencial.

6.-



a) Unha partícula cargada que penetra perpendicularmente a un campo magnético describe unha traxectoria circular.

Por isto a forza magnética (Lei de Lorentz) será a forza centrípeta que producirá o movemento circular.

$$F = Q v B \sin \alpha$$

$$F_c = mv^2/R$$

$$Q v B = m v^2/R \Rightarrow R = (mv)/(Q B)$$

$$\text{Como } E_c = (1/2)mv^2 \Rightarrow v = (2E_c/m)^{1/2} \Rightarrow$$

$$V = 3'46 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$R = (1'67 \cdot 10^{-27} \cdot 3'46 \cdot 10^8)/(1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,5) = 0'072 \text{ m.}$$

$$\text{Radio de xiro} = 0'072 \text{ m.}$$

b) Aplicando as ecuacións propias do movemento circular poderemos calcula-la frecuencia coa que xira:  $v = \omega R = 2\pi n R \Rightarrow n = v/(2\pi R) \Rightarrow n = 7'65 \cdot 10^8 \text{ Hz}$



A frecuencia é de  $7'65 \cdot 10^8$  Hz

7.-

a) Como sabemos  $W = \mathbf{F} \cdot \mathbf{r} = F r \cos \alpha$  e  $F = Eq$

$$W = 5 \cdot 10^4 \cdot 2'5 \cdot 10^{-8} \cdot 0'45 \cdot \cos 90^\circ = 0$$

$$b) W = 5 \cdot 10^4 \cdot 2'5 \cdot 10^{-8} \cdot 0'8 \cdot \cos 180^\circ = -0'001 \text{ J}$$

8.-

a) As cargas eléctricas de distinto signo producen campos eléctricos de sentidos contrarios, logo o campo eléctrico nunca poderá ser nulo nun punto intermedio a elas.

Como a intensidade do campo é:  $E = KQ/r^2$

Para que os dous campos poidan te-lo mesmo módulo será preciso que o punto estea máis afastado da carga maior.

$d$  = distancia de A (carga de 1 mC)

$$9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-3} / d^2 + 9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-3}) / (1+d)^2 = 0$$

$d = 2'41$  m á esquerda de A

b) Como o potencial é unha magnitude escalar  $V = K \cdot Q/r$  só temos-la suma escalar, polo tanto terá que estar máis preto da carga menor, pero pode estar entre elas ou non, así que temos dúas posibilidades

$$1^\circ) \text{ a esquerda de A: } 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-3} / d + 9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-3}) / (1+d) = 0$$

$$d = 0'5 \text{ m}$$

$$2^\circ) \text{ no medio delas: } 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-3} / d + 9 \cdot 10^9 \cdot (-2 \cdot 10^{-3}) / (1-d) = 0$$

$$d = 0'33 \text{ m a dereita de A}$$

9.-

a) As dúas cargas eléctricas negativas crean un potencial no punto onde se atopa a carga positiva, e outro no punto medio da recta que as une, de maneira que o deixar ceibe a carga positiva, esta se moverá adquirindo unha enerxía cinética que será igual o traballo que realizan as cargas negativas para trasladala.

O traballo eléctrico realizado pola forza do campo é:  $W = (V_{\text{inic}} - V_{\text{final}})q$

Calculámo-los potenciais nos puntos inicial e final como a suma alxebrica dos potenciais creados en eses puntos por cada unha das cargas negativas

$$V_{\text{inicial}} = V_{1\text{inicial}} + V_{2\text{inicial}} = 9 \cdot 10^9 \cdot [-10^{-6} / (0'1^2 + 0'5^2)^{1/2}] \cdot 2 = -35301 \text{ V}$$

$$V_{\text{final}} = V_{1\text{final}} + V_{2\text{final}} = 9 \cdot 10^9 \cdot (-10^{-6} / 0'1) \cdot 2 = -180000 \text{ V}$$

$$W = [-35301 - (-180000)] \cdot 10^{-6} = 0'145 \text{ J}$$

Como a enerxía cinética é  $E_c = (1/2)mv^2$

$$(1/2) \cdot 10^{-3} \cdot v^2 = 0'145$$

$$v = 17 \text{ m/s.}$$

$$b) V_{\text{final}} = -180000 \text{ V}$$

#### 10.-

a) A forza magnética que actúa sobre o electrón  $F_m = q (\mathbf{v} \times \mathbf{B})$

de módulo  $F_m = q v B$  xa que  $v$  e  $B$  son perpendiculares.

O electrón describirá un movemento circular no cal a forza centrípeta é a magnética

$$q v B = mv^2 / r \Rightarrow r = (m \cdot v) / (q \cdot B)$$

$$r = 2'25 \cdot 10^{-5} \text{ m.}$$

$$b) \text{ O espacio que percorrerá nese tempo será } x = v t = 2 \cdot 10^6 \cdot 0'01 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

dividindo pola lonxitude da circunferencia obterémo-lo número de voltas

$$n^\circ \text{ de voltas} = 2 \cdot 10^{-4} / (2 \cdot \pi \cdot 2'25 \cdot 10^{-5}) = 14'1 \cdot 10^7 \text{ rev}$$

#### 11.-

a) Como a forza centrípeta no ciclotrón é a forza magnética

$$m v^2 / r = q v B \Rightarrow v = q B r / m ; v = 3 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

b) A enerxía cinética sería igual ó traballo eléctrico realizado

$$(1/2) m v^2 = DV q$$

$$DV = 0'5 \cdot 1'67 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^7)^2 / 1'6 \cdot 10^{-19} = 4'7 \cdot 10^6 \text{ V}$$

#### 12.-

a) Como o potencial creado por unha carga nun punto é:  $V = K q/r$  e nos din que o que crea a primeira carga no lugar que se atopa a outra é 1500 V temos  $1500 = 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5} / r$

$$r = 60 \text{ m}$$

b) Para que cheguen a tocarse teñen que queda-los centros das cargas a:  $d = 0'1 + 0'01 = 0'11 \text{ m}$

calculando logo o potencial que crea a esa distancia do seu centro, podemos logo calcula-lo traballo preciso

$$V_d = 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-5} / 0'11 = 818'18 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$W = (1500 - 818'18 \cdot 10^3) \cdot 10^{-6} = -0'82 \text{ J}$$

O signo negativo significa que ese traballo teñen que realizalo forzas exteriores

**13.-**

a) O electrón describirá unha traxectoria circular na que a forza centrípeta é a forza magnética  $F_c = F_m$

como o módulo da forza magnética é:  $F_m = q \cdot v \cdot B \cdot \sin a$ ; sendo  $a$  o ángulo que forman os vectores velocidade e campo magnético, o valor da  $F_m$  será máximo cando  $a = 90$  e mínimo cando  $a = 0$

$$m \frac{v^2}{r} = q v B (\sin a)$$

$$r = m v / (q B \sin a)$$

cando o  $\sin a = 1$  terá máximo valor, entón o radio será mínimo

$$r_{\min} = 9 \cdot 10^{-31} \cdot 10^7 / (1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 1) = 5.625 \cdot 10^{-5} \text{ m}$$

b) O radio máximo será para o mínimo valor do  $\sin a$ , e dicir ó aproximarse a 0

$$r_{\max} = 4$$

seguiría logo sen desviarse xa que  $v$  e  $B$  teñen a mesma dirección

**14.-**

a) Xa que  $F_c = F_m$ ; e como  $v$  e  $B$  son perpendiculares:

$$r = m v / (q B) = 5.625 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

b) Se  $F_e = F_m \Rightarrow E \cdot q = q v B$

$$E = v B = 10^3 \cdot 10 = 10^4 \text{ N/C}$$