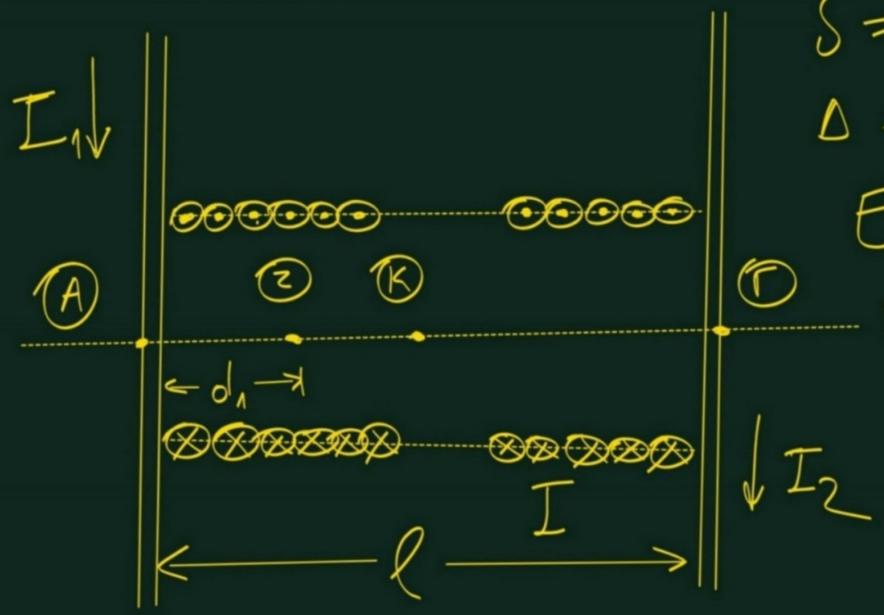
Ασκ. 2.259.



$L = 32\pi$ m

$S = 1$ mm

$\Delta = 4$ cm

$E = 3$ Volt

$r = 2{,}2\,\Omega$

$I = 80\pi$ A

$d_1 = 0{,}2$ m

α) $L = N \cdot \pi\Delta \Rightarrow$

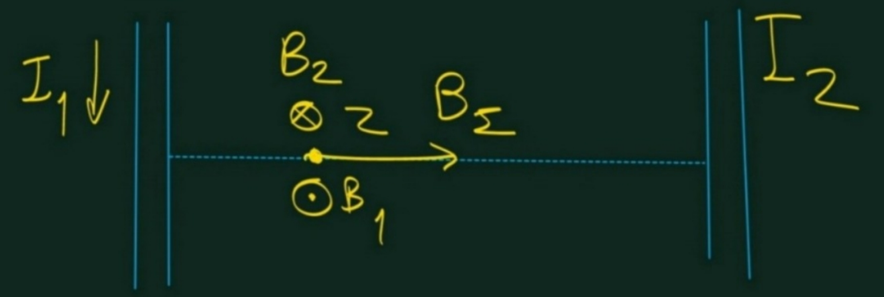
$32\pi = N \cdot \pi \cdot 4 \cdot 10^{-2} \Rightarrow$

$N = \dfrac{32}{4 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow N = 800$ σπείρες.

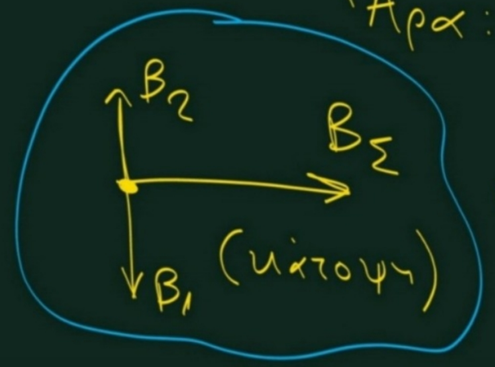
β) $\ell = N \cdot S \Rightarrow$

$\ell = 800 \cdot 10^{-3} = 0{,}8$ m

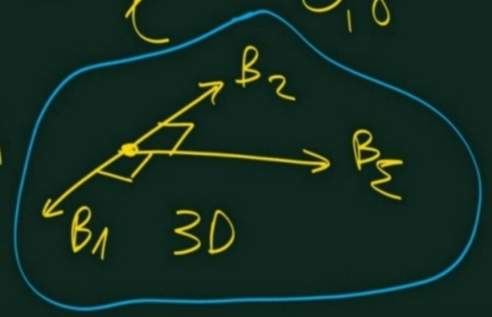
Άρα: $n = \dfrac{N}{\ell} = \dfrac{800}{0{,}8} = 10^3$ σπ/m



ή



ή



γ) $B_1 \cdot 2\pi d_1 = \mu_0 I_1 \Rightarrow$

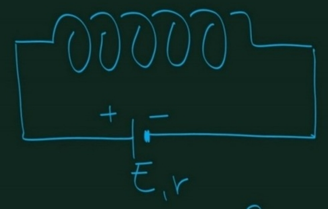
$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi d_1}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(\ell - d_1)}$$

$$B_1 = B_2 \Rightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{\ell - d_1} \Rightarrow \frac{80\pi}{0{,}2} = \frac{I_2}{0{,}8-0{,}2} \Rightarrow$$

$$\frac{80\pi}{0{,}2} = \frac{I_2}{0{,}6} \Rightarrow I_2 = 240\pi\ A.$$

δ)



$$R_\Sigma = \rho \cdot \frac{L}{A} = \frac{\rho L}{\frac{\pi \delta^2}{4}} \Rightarrow$$

$$R_\Sigma = \frac{4\rho L}{\pi \delta^2} \Rightarrow$$

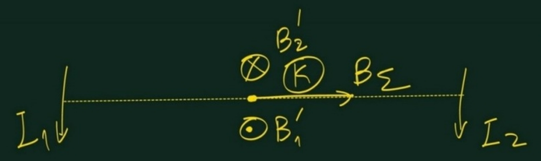
$$R_\Sigma = \frac{4 \cdot 10^{-7} \cdot 32\pi}{\pi \cdot 10^{-6}} = 128 \cdot 10^{-1} = 12{,}8\ \Omega$$

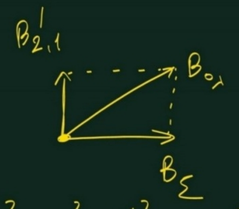
$$I = \frac{E}{R_\Sigma + r} = \frac{3}{2{,}2 + 12{,}8} = \frac{3}{15} \Rightarrow$$

$$I = 0{,}2\ A.$$

$$B_\Sigma = \mu_0 n \cdot I = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^{3} \cdot 0{,}2 = 0{,}8\pi \cdot 10^{-4} \Rightarrow$$

$$8\pi \cdot 10^{-5}\ \text{Tesla}$$





$B'_{2,1} = B'_2 - B'_1 =$

$8\pi \cdot 10^{-5}$ Tesla.

$B_\Sigma = 8\pi \cdot 10^{-5}$ T

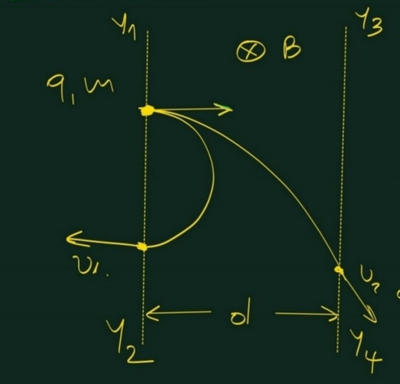
Άρα: $B_{o\lambda}^2 = B_\Sigma^2 + B_{2,1}'^2 = 2(8\pi \cdot 10^{-5})^2 \Rightarrow B_{o\lambda} = 8\sqrt{2}\pi \cdot 10^{-5}$ Tesla.

$$B'_1 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_1}{\frac{\ell}{2}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{2\pi} \cdot \frac{80\pi}{0{,}4} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot 200\pi = 4\pi \cdot 10^{-5} \text{ Tesla.}$$

$$B'_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \cdot \frac{I_2}{\frac{\ell}{2}} = 3B'_1 \quad (\text{αφού } I_2 = 3I_1)$$

Άρα: $B'_2 = 12\pi \cdot 10^{-5}$ Tesla

Ασκ. 3.82.



Ταχύτητα v_1 βγαίνει από το Y_1Y_2 σε χρονική διάρκεια

$$\Delta t_1 = \frac{T}{2}$$

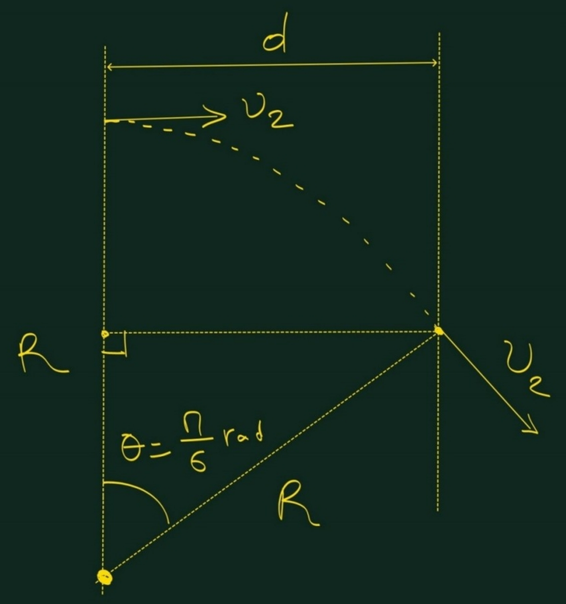
Ταχύτητα v_2 βγαίνει από το Y_3Y_4 σε χρόνο $\Delta t_2 = \frac{\Delta t_1}{6} = \frac{T}{12}$

$$T \rightarrow 2\pi \text{ rad}$$

$$\frac{T}{12} \rightarrow \frac{2\pi}{12} = \frac{\pi}{6} \text{ rad}$$

$$\frac{T}{2} \rightarrow \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rad}$$

Άρα όταν εισέρχεται με ταχύτητα v_2 η επιβατική κινήνα διαγράφει τόξο που αντιστοιχεί σε επίκεντρη γωνία $\frac{\pi}{6}$ rad



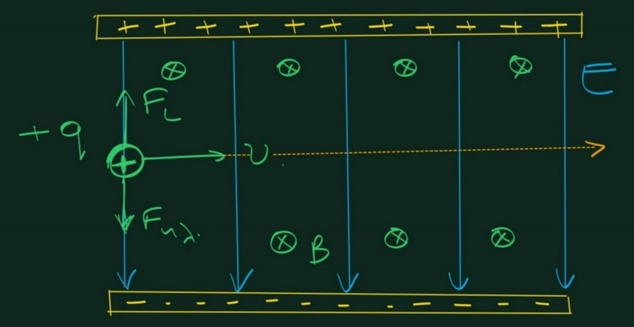
$$d = R\eta\mu\theta = R\eta\mu\frac{\pi}{6} = R\eta\mu 30^\circ = \frac{R}{2} \Rightarrow$$

$$R = 2d$$

$$\frac{mv_2^2}{R} = |q|v_2 B \Rightarrow$$

$$R = \frac{mv_2}{|q|B} \Rightarrow 2d = \frac{mv_2}{|q|\cdot B} \Rightarrow$$

$$d = \frac{mv_2}{2|q|B}$$ Σωστό το (S)



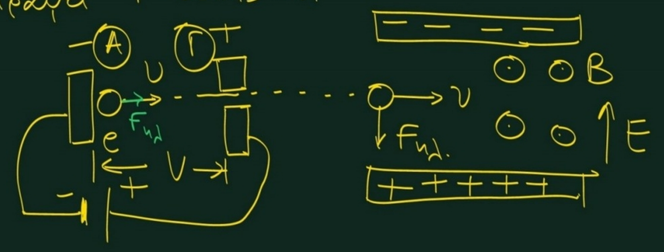
Αν ισχύει $F_L = F_{ηλ} \Rightarrow$

$$q\,\upsilon \cdot B = q \cdot E \Rightarrow$$

$$\upsilon B = E \Rightarrow \upsilon = \frac{E}{B}$$

η κίνηση του φορτισμένου σωματιδίου είναι ευθύγραμμη ομαλή (επιλογέας ταχυτήτων)

Πείραμα Thomson.



Από το ΘΜΚΕ μεταξύ των Α και Γ έχουμε:

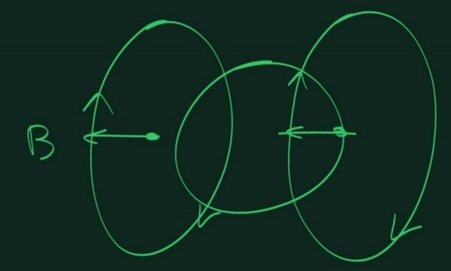
$$K_Γ - K_A = W_{F_{ηλ}} \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon^2 - 0 = F_{ηλ} \cdot AΓ$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon^2 = eE \cdot AΓ = eV$$

αφού $E = \frac{V}{AΓ}$

Άρα: $\frac{1}{2}mv^2 = eV \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$

$$v = \frac{E}{B} \Rightarrow \frac{E}{B} = \sqrt{\frac{2eV}{m}} \Rightarrow \frac{E^2}{B^2} = \frac{2eV}{m} \Rightarrow \boxed{\frac{e}{m} = \frac{E^2}{2V \cdot B^2}}$$



Η περιοχή γειτονεύει δύο δακτυλίων (πηνία Helmholtz) γειτόνεψε πολύ με ομογενές μαγνητικό πεδίο (εφόσον οι δακτύλιοι) διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα.

Φασματογράφος μάζας.

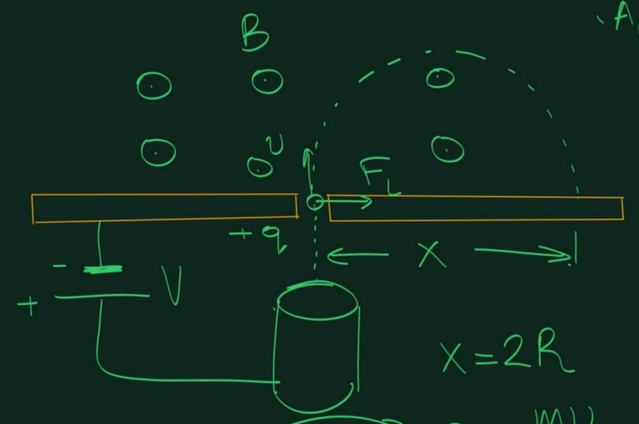
1° μαγνητικό πεδίο (επιλογέας ταχυτήτων)

$$v = \frac{E}{B}$$

2° μαγνητικό πεδίο (υπολογισμός ακτίνας)

$$R = \frac{mv}{|q|B} \Rightarrow R = \frac{mE}{|q|BB'} \Rightarrow \frac{m}{|q|} = \frac{RBB'}{E}$$

Ασκ. 4.58 | σελ. 178



Τα ιόντα επιταχύνονται από τάση V.

Άρα: $q \cdot V = \frac{1}{2} m v^2$

και $q = e$ (θετικά ιόντα με φορτίο ενός ηλεκτρονίου)

Άρα: $eV = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$

$X = 2R$

$R = \frac{mv}{eB} \Rightarrow \frac{X}{2} = \frac{m}{eB}\sqrt{\frac{2eV}{m}} \Rightarrow \frac{X^2}{4} = \frac{m^2}{e^2B^2} \cdot \frac{2eV}{m} \Rightarrow$

$\frac{X^2}{8} = m \frac{V}{eB^2} \Rightarrow m = \frac{eB^2X^2}{8V}$

Ασκ. 4.59 (σελ. 179)

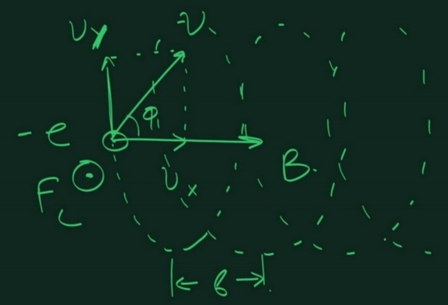
$\upsilon = 10^7\ m/s$

$\varphi = 60^\circ$

$x = 1\ m$

$m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ kg$

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$



$\ell = \upsilon_x \cdot T = \upsilon_x \cdot \dfrac{2\pi m}{eB}$ (βήμα έλικας)

$x = N \cdot \ell$

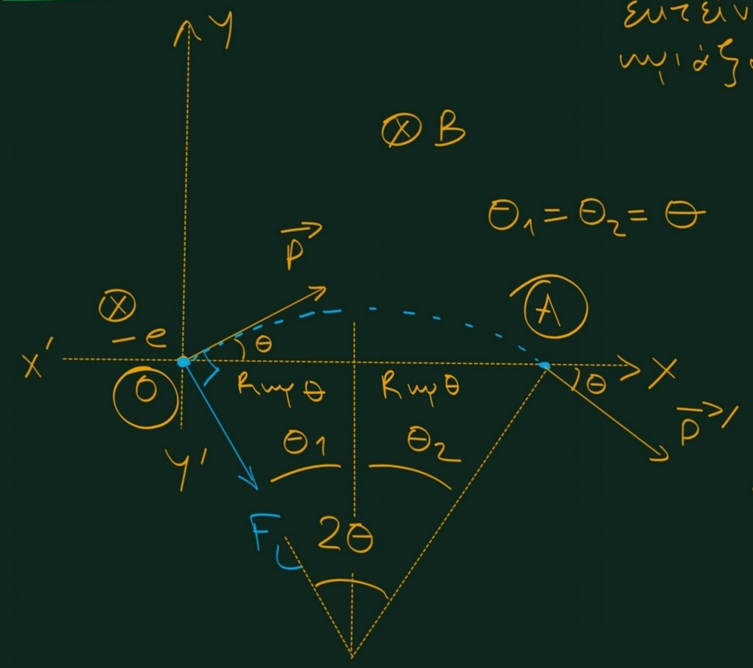
Ο αριθμός των βημάτων της ελικοειδούς τροχιάς είναι ίσος με τον αριθμό των κυκλικών τροχιών.

Άρα: $x = N \cdot \upsilon \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi \cdot \dfrac{2\pi m}{eB} \Rightarrow$

$\Leftarrow x = N \cdot \ell \Rightarrow$ $N = \dfrac{eBx}{2\pi m \upsilon \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi}$

$$N = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 \cdot 1}{2\pi \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 10^7 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}}{9{,}1\pi \cdot 10^{-24}} = \frac{1{,}6}{9{,}1\pi} \cdot 10^5 = \frac{160}{9{,}1\pi} \cdot 10^3 \simeq 5{,}6 \cdot 10^3 \text{ περιστροφές.}$$

Ασκ. 3.80)



Το μαγνητικό πεδίο εκτείνεται στον θετικό ημιάξονα y.

Άρα το ηλεκτρόνιο διαγράφει τόξο που αντιστοιχεί σε επίκεντρη γωνία $2\theta = 60^\circ \longrightarrow \frac{\pi}{3}$.

$$\frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{6} \rightarrow \frac{T}{6}.$$

Άρα ο χρόνος παραμονής είναι

$$t_1 = \frac{T}{6} = \frac{1}{6} \cdot \frac{2\pi m_e}{eB} = \frac{\pi m_e}{3eB}$$

Η τεταγμένη του Α είναι:

$$x = 2R\eta\mu\theta = 2R\eta\mu 30^\circ = R.$$

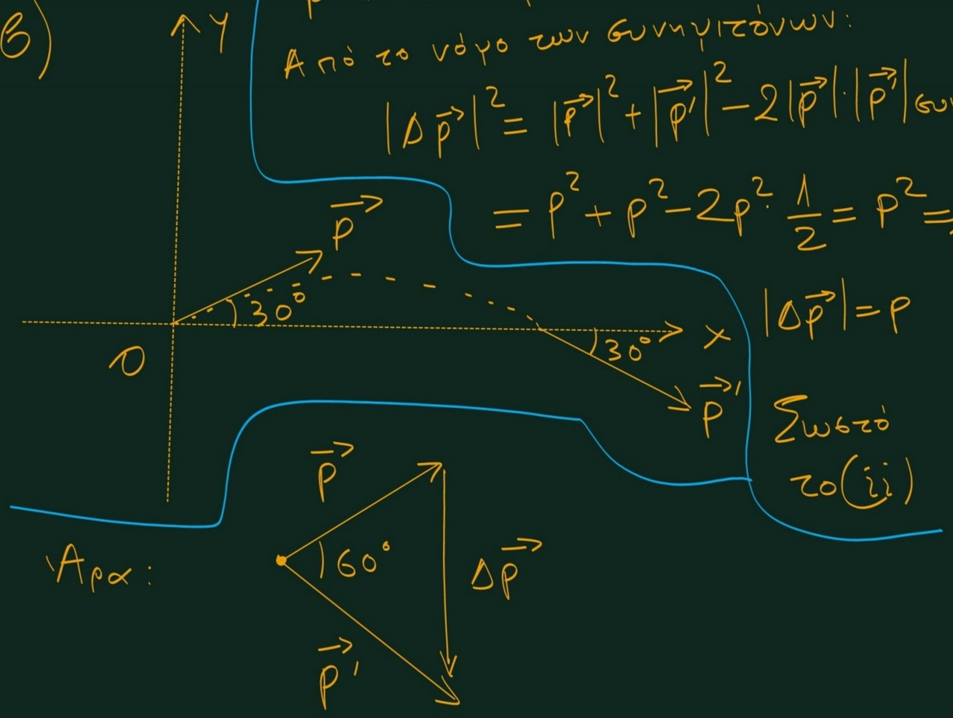
Άρα εξέρχεται τη στιγμή

$$t_1 = \frac{\pi m_e}{3eB}$$

από το σημείο $A(R,0)$ του άξονα $x'x$.

Σωστό το (i).

β)



$$\vec{p} + \Delta\vec{p} = \vec{p}'$$

Από το νόμο των συνημιτόνων:

$$|\Delta\vec{p}|^2 = |\vec{p}|^2 + |\vec{p}'|^2 - 2|\vec{p}|\cdot|\vec{p}'|\sigma\upsilon\nu 60^\circ$$

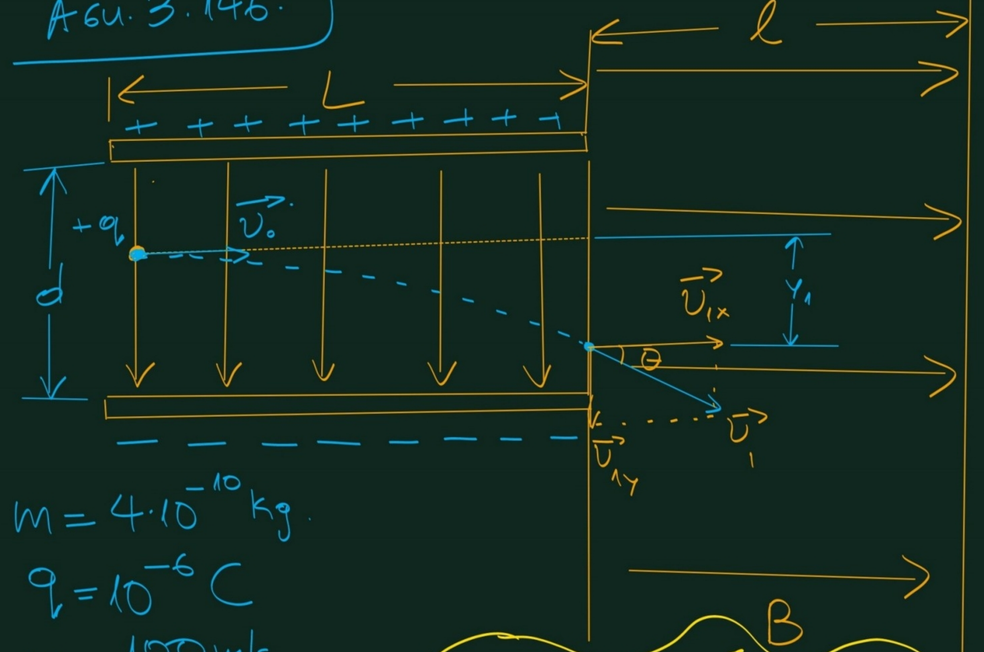
$$= p^2 + p^2 - 2p^2\cdot\frac{1}{2} = p^2 \Rightarrow$$

$$|\Delta\vec{p}| = p$$

Σωστό το (ii)

Άρα:

Ασκ. 3.146.



$m = 4\cdot 10^{-10}\,kg$

$q = 10^{-6}\,C$

$\upsilon_0 = 100\,m/s$

$V = 1\,Volt = V_+ - V_-$

α) Η κατακόρυφη απόσταση είναι

$$y_1 = \frac{1}{2}\alpha t_1^2$$

$t_1 = \frac{L}{\upsilon_0}$ (χρόνος παραμονής στο ηλεκτρικό πεδίο).

$$m\alpha = qE \Rightarrow m\alpha = q\frac{V}{d} \Rightarrow$$

$$\alpha = \frac{qV}{md} = \frac{10^{-6}\cdot 1}{4\cdot 10^{-10}\cdot 10\cdot 10^{-2}} = \frac{10^{-6}}{4\cdot 10^{-11}} = \frac{10^5}{4}\,m/s^2$$

$$t_1 = \frac{L}{\upsilon_0} = \frac{20\cdot 10^{-2}}{100} = 2\cdot 10^{-3}\,sec$$

Άρα: $y_1 = \frac{1}{2}\cdot\frac{10^5}{4}\cdot 4\cdot 10^{-6} = \frac{10^{-1}}{2}\,m = 0{,}05\,m = 5\,cm$

B

β) $U_{1y} = a t_1 = \frac{10^5}{4} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = \frac{200}{4} = 50 \, m/s.$

$U_1^2 = U_{1x}^2 + U_{1y}^2 = 100^2 + 50^2 =$

$= 50^2 (4+1) \Rightarrow$

$U_1 = 50\sqrt{5} \, m/s.$

γ) Η κυκλική τροχιά στο μαγν. πεδίο οφείλεται στη συνιστώσα U_{1y}

Άρα: $R = \frac{m U_{1y}}{q \cdot B} = \frac{4 \cdot 10^{-10} \cdot 50}{10^{-6} \cdot 1} = \frac{2 \cdot 10^{-8}}{10^{-6}} = 2 \cdot 10^{-2} m = 2 cm.$

$\cancel{S = N \cdot 2\pi R = 10 \cdot 2\pi \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 0000}$

$\cancel{= 0,4\pi \, m}$ (μήκος ελικοειδούς τροχιάς)

$B = U_{1x} \cdot T$

$T = \frac{2\pi m}{q \cdot B} = \frac{2\pi \cdot 4 \cdot 10^{-10}}{10^{-6} \cdot 1} \Rightarrow$

$T = 8\pi \cdot 10^{-4} sec$

$B = U_0 T = 100 \cdot 8\pi \cdot 10^{-4} \Rightarrow$

$B = 8\pi \cdot 10^{-2} m.$

δ) $N = \frac{\ell}{B} = \frac{0,8\pi}{8\pi \cdot 10^{-2}} = \frac{80}{8} = 10$ περιφορές.

Το σωματίδιο μπαίνει στο μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα $\upsilon_1 = 50\sqrt{5}$ m/s που είναι σταθερή κατά μέτρο.

Ο χρόνος διαμονής του είναι $\Delta t = 10T$ και επειδή το διάνυσμα της ταχύτητας είναι εφαπτόμενο στην ελικοειδή τροχιά έχουμε:

$$S = \upsilon_1 \cdot \Delta t = 50\sqrt{5} \cdot 10 \cdot 8\pi \cdot 10^{-4} = 40\pi\sqrt{5} \cdot 10^{-2} = 0,4\pi\sqrt{5}\ m.$$

β) Από το σχήμα βλέπουμε ότι:

$$d = R \cdot \eta\mu\theta \Rightarrow d = 0,4\,\eta\mu 45^\circ \Rightarrow$$

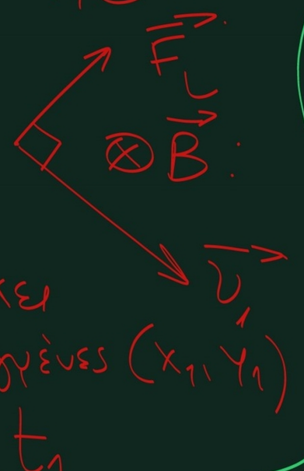
$$d = 0,2\sqrt{2}\ m.$$

Ασκ. 3.152

Ασκ. 3.152.

Κινείται αρχικά οριζόντια με ταχύτητα $\vec{\upsilon}_0$ κατά τη θετική φορά του x'ox

$E = 400\,N/C$



Το Α έχει συντεταγμένες (x_1, y_1)

$x_1 = \upsilon_0 t_1$

$y_1 = \frac{1}{2} \alpha t_1^2$

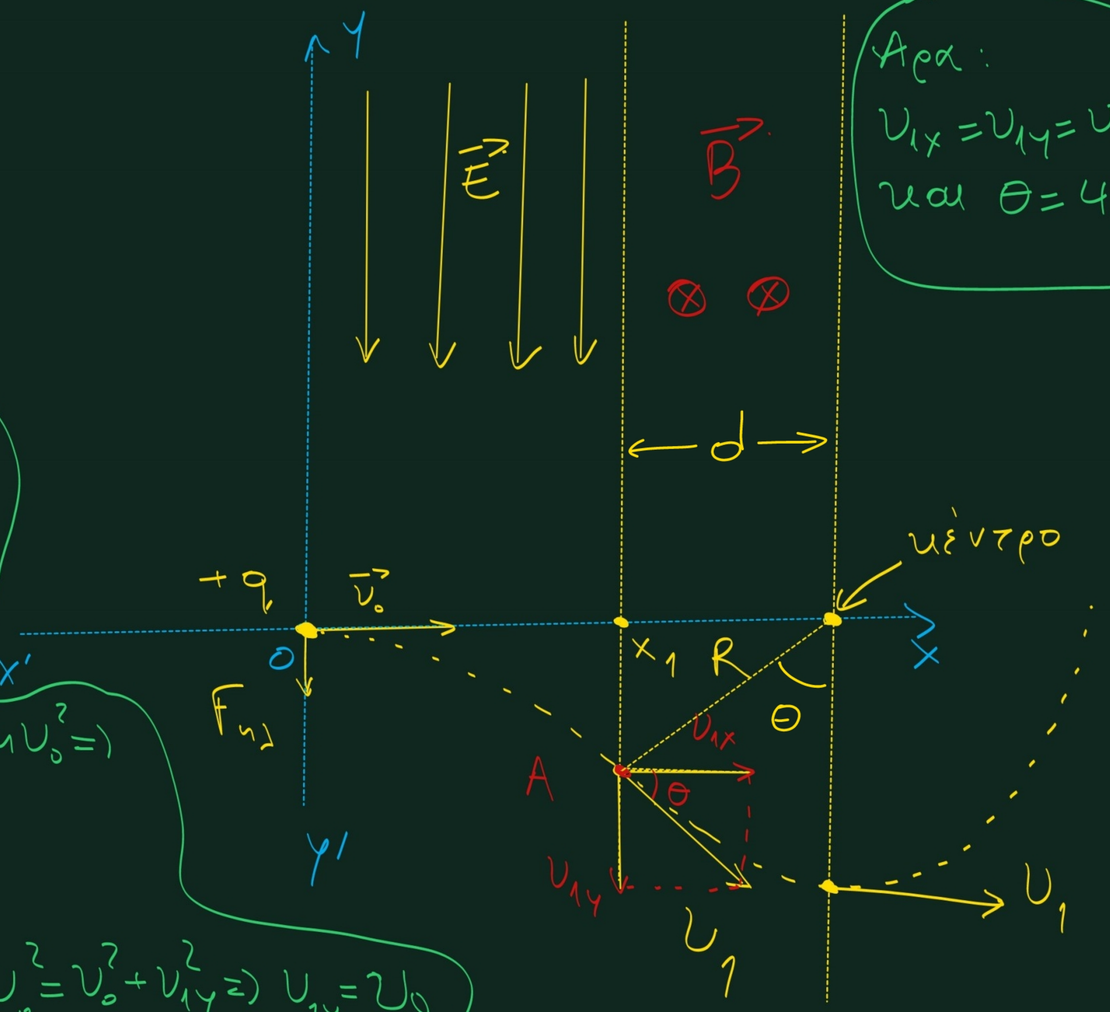
$R = \frac{m\upsilon_1}{q \cdot B}$

$K_1 = 2K_0 \Rightarrow$

$\frac{1}{2} m\upsilon_1^2 = 2 \cdot \frac{1}{2} m\upsilon_0^2 \Rightarrow$

$\upsilon_1^2 = 2\upsilon_0^2$

$\upsilon_1^2 = \upsilon_{1x}^2 + \upsilon_{1y}^2 \Rightarrow 2\upsilon_0^2 = \upsilon_0^2 + \upsilon_{1y}^2 \Rightarrow \upsilon_{1y} = \upsilon_0$



Άρα: $\upsilon_{1x} = \upsilon_{1y} = \upsilon_0$ και $\theta = 45^\circ$.

α) $x_1 = v_0 t_1$

$y_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 = \frac{1}{2} a t_1 \cdot t_1 = \frac{1}{2} v_{1y} t_1 =$

$= \frac{1}{2} v_0 t_1$

Άρα: $y_1 = \frac{1}{2} x_1 = 0{,}1\ m$.

Συνεπώς οι συντεταγμένες του Α είναι: $A(x_1, y_1) = A(0{,}2, -0{,}1)$

γ) $\frac{\Delta t_{\eta\lambda}}{\Delta t_{\gamma\alpha\gamma}} = ;$

$y_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 = \frac{1}{2} v_0 t_1$

$a = \frac{qE}{m}$

$\Delta t_{\eta\lambda} = t_1$

$\Delta t_{\gamma\alpha\gamma} = \frac{T}{8}$

αφού η γωνία που διαγράφει στο μαγν. πεδίο είναι

$\theta = \frac{\pi}{4} = \frac{2\pi}{8}$ Άρα: $\Delta t_{\gamma\alpha\gamma} = \frac{T}{8}$

$\Delta t_{\gamma\alpha\gamma} = \frac{\frac{2\pi m}{qB}}{8} = \frac{\pi m}{4qB}$

$R = \frac{m v_1}{qB} = \frac{m v_0 \sqrt{2}}{qB} = \frac{m\sqrt{2}}{qB} \cdot \frac{2y_1}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{2m\sqrt{2} \cdot y_1}{qBR}$

$$\Delta t_{\gamma\alpha\gamma} = \frac{\pi m}{4qB}$$

$$t_1 = \Delta t_{\eta\lambda} = \frac{2m\sqrt{2}\cdot y_1}{qBR}$$

Συνδιάζοντας έχουμε:

$$y_1 = \frac{1}{2}\cdot\frac{v_1}{BR}\cdot E\cdot\frac{x_1^2}{\left(v_1\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2}$$

(αφού $v_1\cdot\sigma\upsilon\nu\theta = v_0 \Rightarrow v_0 = v_1\frac{\sqrt{2}}{2}$)

Άρα:

$$\frac{\Delta t_{\eta\lambda}}{\Delta t_{\gamma\alpha\gamma}} = \frac{\frac{2m\sqrt{2}\cdot y_1}{q\cdot B\cdot R}}{\frac{\pi m}{4qB}} = \frac{8\sqrt{2}\,y_1}{\pi R} = \frac{8\sqrt{2}\cdot 0{,}1}{\pi\cdot 0{,}4} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}$$

δ)

$$R = \frac{mv_1}{q\cdot B} \Rightarrow$$

$$\frac{m}{q} = \frac{BR}{v_1} \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v_1}{BR}$$

$$y_1 = \frac{1}{2}\alpha t_1^2 = \frac{1}{2}\alpha\cdot\frac{x_1^2}{v_0^2} \Rightarrow y_1 = \frac{\alpha x_1^2}{2v_0^2} \Rightarrow y_1 = \frac{1}{2}\frac{qE}{m}\frac{x_1^2}{v_0^2}$$

$$y_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_1}{BR} \cdot E \cdot \frac{x_1^2}{\frac{v_1^2}{2}} \Rightarrow$$

$$y_1 = \frac{E}{BRv_1} \cdot x_1^2 \Rightarrow$$

$$v_1 = \frac{Ex_1^2}{BRy_1} = \frac{400 \cdot 0{,}2^2}{1 \cdot 0{,}4 \cdot 0{,}1} = \frac{400 \cdot 0{,}04}{0{,}04} = 400\,m/s$$