

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ

ΘΕΜΑ Α

A1: β **A2:** γ **A3:** β **A4:** δ **A5:** Σ-Λ-Λ-Σ-Λ.

ΘΕΜΑ Β

B1: σωστή η γ

$$\delta = \text{κλειστός: } R_{ολ.} = r + \frac{R \cdot R}{R + R} = R$$

το ρεύμα που διαρρέει την πηγή είναι

$$I = \frac{E}{R_{ολ.}} = \frac{2E}{R} \text{ και το πηνίο}$$

$$I_L = \frac{I}{2} = \frac{E}{R} \text{ επειδή οι αντιστάσεις πηνίου λαμπτήρα είναι ίσες.}$$

Για $t=0$ ανοίγει ο διακόπτης. Το κύκλωμα πηνίου λαμπτήρα θα διαρρέεται με το ίδιο ρεύμα που είχαμε στο πηνίο όταν ο διακόπτης ήταν κλειστός. Την ίδια στιγμή θα έχουμε ΗΕΔ αυτεπαγωγής στο πηνίο

$$E_{αυτ.} = I_L \cdot R'_{ολ.} = \frac{E}{R} \cdot 2R = 2E$$

B2. σωστή η β

$$\text{Είναι } L = (N-1) \frac{\lambda}{2} \xrightarrow{\lambda = \frac{v}{f}} L = (N-1) \frac{v}{2f} \quad (1)$$

Ομοίως όταν ελαττώσουμε το μήκος της κατά 20%, και γίνει το μήκος της 0,8L τότε ο αριθμός των ακίνητων σημείων (δεσμοί) είναι N' και θα ισχύει: $0,8L = (N'-1) \frac{v}{2f'} \quad (2)$

$$\text{Διαιρώντας κατά μέλη τις (1) και (2) έχουμε } 0,8 = \frac{N'-1}{N-1} \cdot \frac{f}{f'} \Rightarrow \frac{f'}{f} = \frac{N'-1}{N-1} \cdot \frac{1}{0,8} = \frac{9-1}{6-1} \cdot \frac{1}{0,8} = 2$$

B3. σωστή η α.

Κατά τη σκέδαση του φωτονίου στο φαινόμενο Compton διατηρείται η **ορμή** και η **ενέργεια** του συστήματος, έτσι έχουμε

$$\text{άξονας x: } p_\lambda = p_{\lambda'} \cos \theta + p_{e-} \cos \theta$$

$$\text{άξονας y: } 0 = p_{\lambda'} \sin \theta - p_{e-} \sin \theta \Rightarrow$$

$$\mathbf{p_{\lambda'} = p_{e-}}$$

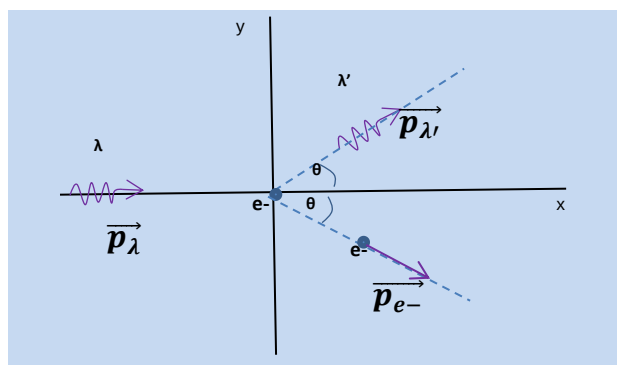
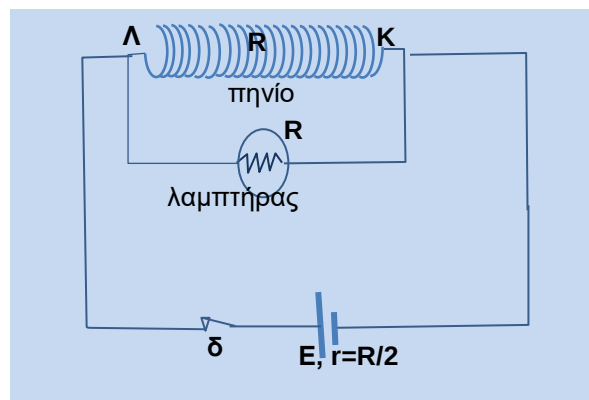
$$\text{Άρα } p_\lambda = 2p_{\lambda'} \cos \theta \Rightarrow p_\lambda = 1,6p_{\lambda'} \Rightarrow$$

$$\frac{h}{\lambda} = 1,6 \frac{h}{\lambda'} \Rightarrow \lambda' = 1,6\lambda$$

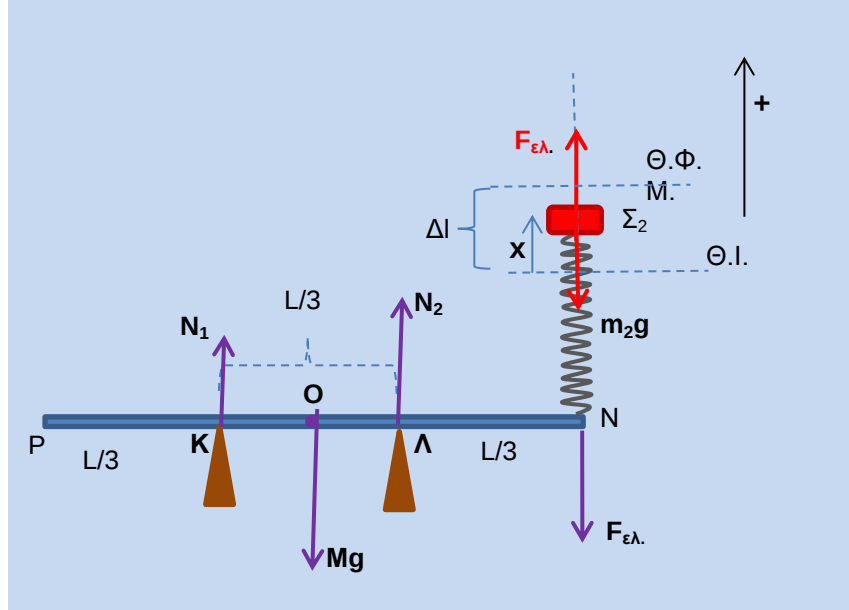
$$E_\lambda = E_{\lambda'} + K_{e-} \Rightarrow$$

$$K_{e-} = E_\lambda - E_{\lambda'} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda'} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{1,6\lambda} = \frac{0,6hc}{1,6\lambda}$$

$$K_{e-} = \frac{3hc}{8\lambda}$$



ΘΕΜΑ Γ



Γ₁.

Α.Δ.Μ.Ε. για το Σ₁: $m_1gh = \frac{1}{2}m_1v_1^2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.45} = 3 \frac{m}{s}$

Κεντρική ελαστική κρούση: $v'_2 = \frac{2m_1v_1}{m_1+m_2} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 3}{4} = 1.5 m/s$ (μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης).

Γωνιακή συχνότητα: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m_2}} = \sqrt{\frac{75}{3}} = 5 \text{ rad/s}$

$v'_2 = \omega \cdot A \Rightarrow A = \frac{v'_2}{\omega} = 0.3 m$, αρχική φάση π , αφού για $t=0$ είναι $x=0=A\eta\mu\phi \Rightarrow \phi = \pi$

άρα $x = A\eta\mu(\omega t + \phi) = 0.3 \cdot \eta\mu(5t + \pi) \text{ s. i.}$

Γ₂. Έχουμε ανατροπή αν η αντίδραση N_1 στο Κ μηδενιστεί. Θα υπολογίσουμε το μέγιστο πλάτος A' για το οποίο δεν θα είχαμε ανατροπή.

Αυτό θα μπορούσε να γίνει στην κατώτερη θέση ταλάντωσης του Σ₂, οπότε η δύναμη του ελατηρίου θα έχει μέτρο

$$F_{ελ.} = k(\Delta l + A') = k\Delta l + kA' = m_2g + kA' = 30 + 75A'$$

Πρέπει η ροπή του βάρους της ράβδου ως προς το Λ να είναι μεγαλύτερη ή ίση της ροπής της $F_{ελ.}$ ως προς το Λ.

$$\tau_{βαρ.(Λ)} = Mg \cdot \frac{L}{6} = 110 \cdot 0.5 Nm = 55 Nm \text{ ενώ } \tau_{ελ.(Λ)} = -F_{ελ.} \cdot \frac{L}{3} = -(30 + 75A')$$

$$\Sigma\tau(Λ) = 0 \Rightarrow \tau_{βαρ.(Λ)} + \tau_{ελ.(Λ)} = 0 \Rightarrow 55 - 30 - 75A' - 52.5 = 0 \Rightarrow A' = 0.333 > 0.3 m$$

συμπεραίνουμε ότι δεν γίνεται ανατροπή.

Γ₃.

Τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{3} = \frac{2\pi}{3\omega} = \frac{2\pi}{15} s$ η απομάκρυνση είναι $x = 0.3 \cdot \eta\mu\left(5 \cdot \frac{2\pi}{15} + \pi\right) = 0.3\eta\mu\left(\frac{5\pi}{3}\right) = -0.15\sqrt{3} m$

Τότε η δύναμη του ελατηρίου θα είναι $F_{ελ.} = k(\Delta l + |x|) = 30 + 75 \cdot 0.15\sqrt{3} = 49.5 N$

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow N_1 + N_2 - Mg - F_{ελ.} = 0 \Rightarrow N_1 + N_2 = 159.5 N$$

$$\Sigma\tau(Λ) = 0 \Rightarrow -N_1 \cdot 1 + 110 \cdot 0.5 - F_{ελ.} \cdot 1 = 0 \Rightarrow N_1 = 5.5 N \text{ και } N_2 = 154 N$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ₁, Δ₂. Από την επιταχυνόμενη κίνηση των ιόντων μάζας m_2 σε τάση V έχουμε $K_2 = q \cdot V$ (1)

Στον επιλογέα ταχυτήτων η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλή, άρα $\Sigma F = 0$ ή $F_L = F_{\eta\lambda.} \Rightarrow Bv_2q = Eq \Rightarrow$

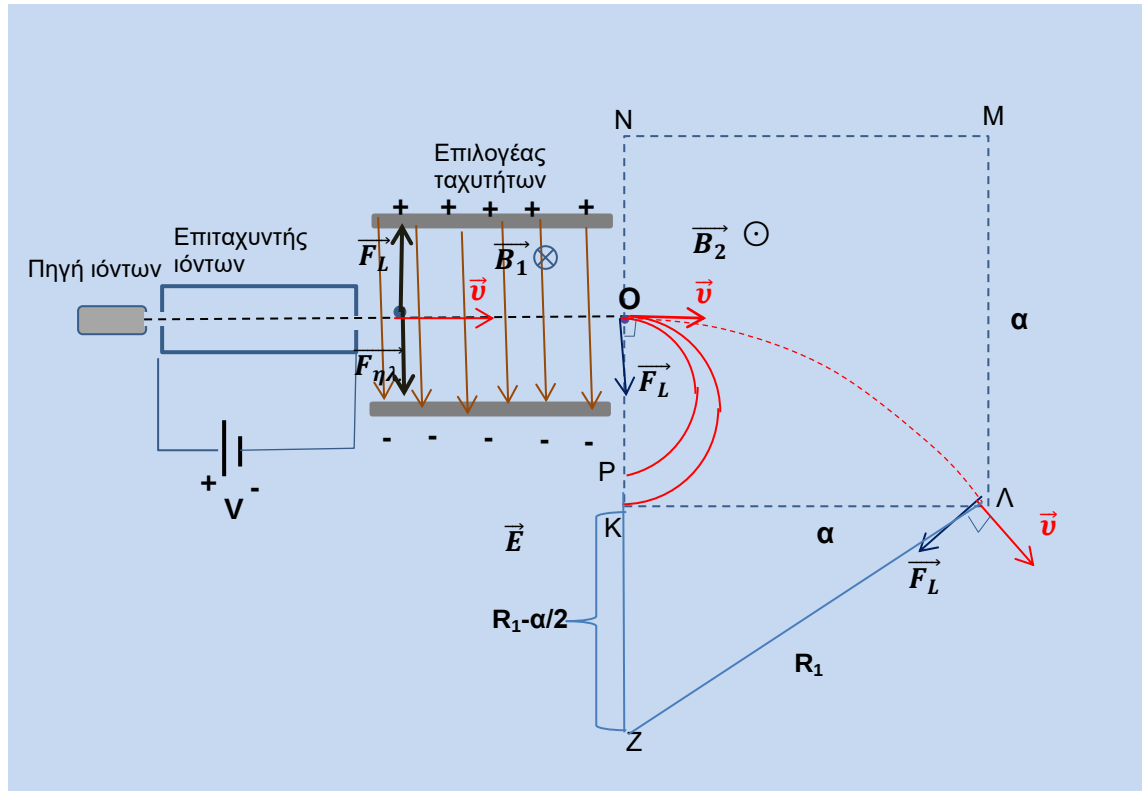
$$B_1 = B_2 = B = \frac{E}{v_2} \quad (2) \quad \text{Η φορά των δυναμικών γραμμών του } B_1 \text{ είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα,}$$

ενώ του B_2 από τη σελίδα προς τον αναγνώστη, λόγω της δύναμης Lorentz και τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού.

Από την κίνηση των ιόντων στο μαγνητικό πεδίο B_2 έχουμε $R_2 = \frac{m_2v_2}{Bq} = \frac{m_2}{Bq} \cdot \frac{E}{B} = \frac{m_2E}{B^2q}$

Άρα $R_2 = \frac{OK}{2} = \frac{\alpha}{4} = 0.06 m$ οπότε $B = \sqrt{\frac{m_2E}{R_2q}} \Rightarrow$

$$B = \sqrt{\frac{9.6 \cdot 10^{-27} \cdot 10^2}{6 \cdot 10^{-2} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}} = 0.01 T \text{ και η ταχύτητα είναι } v_2 = \frac{E}{B} = \frac{100}{0.01} = 10^4 \frac{m}{s}$$



λόγω της (1) έχουμε $K_2 = q \cdot V \Rightarrow V = \frac{K_2}{q}$

$$V = \frac{m_2 \cdot v_2^2}{2q} = \frac{9,6 \cdot 10^{-27} \cdot 10^8}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 3V$$

$$K_1 = K_2 = q \cdot V \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow v_1 = v_2 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = 10^4 \cdot \sqrt{\frac{9,6}{8}} = \sqrt{1,2} \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

Ομοίως για τα ιόντα m_1 έχουμε $B = \frac{E'}{v_1} \Rightarrow E' = v_1 \cdot B = 100\sqrt{1,2} \text{ V/m} \cong 110 \text{ V/m}$

Δ₃. Είναι $OP = 2R_1 = \frac{2m_1 v_1}{Bq} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-27} \cdot \sqrt{1,2} \cdot 10^4}{10^{-2} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 0,1\sqrt{1,2} \text{ m} \cong 0,11 \text{ m}$

άρα $KP = OK - OP = \frac{\alpha}{2} - OP = 0,12 - 0,11 = 0,01 \text{ m}$

Δ₄. $\Delta t = \frac{T_2}{2} - \frac{T_1}{2} = \frac{2\pi m_2}{2 \cdot Bq} - \frac{2\pi m_1}{2 \cdot Bq} = \frac{\pi(m_2 - m_1)}{Bq} = \frac{\pi(1,6)10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-2}} = \pi \cdot 10^{-6} \text{ s}$

Δ₅. Αν καταργηθούν τα πεδία B_1 και E από τον επιλογέα ταχυτήτων, τα ιόντα πρέπει να εξέλθουν από την πλευρά AM , όταν επιταχυνθούν από την νέα τάση V' . Έτσι θα έχουμε: $K_1 = K_2 = q \cdot V' \Rightarrow$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = q \cdot V' \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2qV'}{m_1}}, \quad v_2 = \sqrt{\frac{2qV'}{m_2}}$$

Οι ακτίνες των τροχιών τους θα είναι αντίστοιχα $R'_1 = \frac{m_1 v_1}{qB_2} = \frac{1}{B_2} \sqrt{\frac{2m_1 V'}{q}}$ και $R'_2 = \frac{m_2 v_2}{qB_2} = \frac{1}{B_2} \sqrt{\frac{2m_2 V'}{q}}$

Είναι $R'_2 > R'_1$, έτσι αν τα ελαφρύτερα ιόντα m_1 βγαίνουν από το άκρο Λ , τότε και τα βαρύτερα m_2 θα

βγαίνουν από κάποιο σημείο της AM . Η ελάχιστη τάση V' θα εξασφαλιστεί από την ακτίνα $R'_1 = \frac{1}{B_2} \sqrt{\frac{2m_1 V'}{q}}$

Το σημείο Z ως σημείο τομής των δυνάμεων Lorentz στα σημεία O και Λ , θα είναι το κέντρο της κυκλικής τροχιάς των m_1 . Από το τρίγωνο ZKL έχουμε: $R_1'^2 = a^2 + (R'_1 - \frac{a}{2})^2 \Rightarrow R_1'^2 = a^2 + R_1'^2 - aR'_1 + \frac{a^2}{4} \Rightarrow$

$$R'_1 = \frac{5a}{4} = 0,3 \text{ m}$$

Άρα $V'_{min.} = \frac{R_1'^2 \cdot B_2^2 \cdot q}{2m_1} \Rightarrow V'_{min.} = \frac{9 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 8 \cdot 10^{-27}} = 90 \text{ V}$

Κορκίζογλου Πρόδρομος

Καλή Ανάσταση