<u>ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ</u>

ΘΕΜΑ Α

A1: β

A1) ΑΔΟ: $m_1 \cdot v - m_2 \cdot v = m_2 \cdot v_2'$

$v_2' = \frac{2m_1}{m_1+m_2} \cdot v - \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2} \cdot v$ $\Big\}$ $\Rightarrow m_1 - m_2 = \frac{2m_1m_2 - m_2^2 + m_1m_2}{m_1+m_2} \Rightarrow$

$\Rightarrow (m_1-m_2)(m_1+m_2) = 2m_1m_2 - m_2^2 + m_1m_2 \Rightarrow m_1^{\cancel{2}} = 3\cancel{m_1}m_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 3 \rightarrow \left|\frac{p_A}{p_B}\right| = \frac{m_1 \cdot v'}{m_2 \cdot v'} = 3$ β) σωστό

A2: γ

A2) $B = \mu_0 \cdot n \cdot I$

$n = \frac{N}{\ell}$

$B' = \mu_0 n' I$

$n' = \frac{N'}{\ell'}$

$\ell = N \cdot 2\pi R$

$\ell' = \frac{N}{4} \cdot 2\pi R$ $\Big\}$ $\Rightarrow \ell' = \frac{\ell}{4}$

$n' = \frac{N'}{\ell'} = \frac{\frac{N}{4}}{\frac{\ell}{4}} = \frac{N}{\ell} = n$

I: ίδια γιατί $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ (R πηνίου δεν αλλάζει)

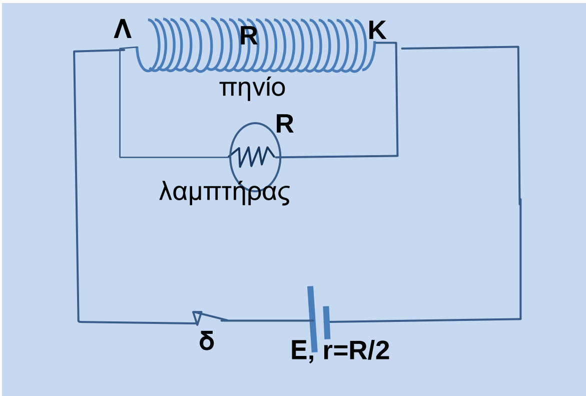
$B' = B$

γ) σωστό

A3: β **A4:** δ **A5:** **Σ-Λ-Λ-Σ-Λ.**

ΘΕΜΑ Β

B1: σωστή η **β**



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

το ρεύμα που διαρρέει την πηγή είναι

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

$I_L = \frac{I}{2} = \frac{E}{2R}$ 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: **2^{ος} Kirchhoff**:

$E_{αυτ.} - I_L \cdot R_{.} - I_L \cdot R_{.} = 0 \Rightarrow E_{αυτ.} = 2I_L \cdot R_{.} = 2\frac{E}{2R} \cdot R = E$

Β2. σωστή η **β**

Είναι $L = (N-1)\frac{\lambda}{2} \xRightarrow{\lambda=\frac{\upsilon}{f}} L = (N-1)\frac{\upsilon}{2f}$ (1)

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

Διαιρώντας κατά μέλη τις (1) και (2) έχουμε $0{,}8 = \frac{N'-1}{N-1}\cdot\frac{f}{f'} \Longrightarrow \frac{f'}{f} = \frac{N'-1}{N-1}\cdot\frac{1}{0.8} = \frac{9-1}{6-1}\cdot\frac{1}{0.8} = 2$

Β3. σωστή η **α.**

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

άξονας x: $\mathrm{p}_\lambda = \mathrm{p}_{\lambda'}\text{συνθ} + \mathrm{p}_{e-}\text{συνθ}$

άξονας y: $0 = \mathrm{p}_{\lambda'}\eta\mu\theta - \mathrm{p}_e\text{ημθ} \Longrightarrow$

$$\mathbf{p}_{\boldsymbol{\lambda'}} = \mathbf{p}_{\mathbf{e-}}$$

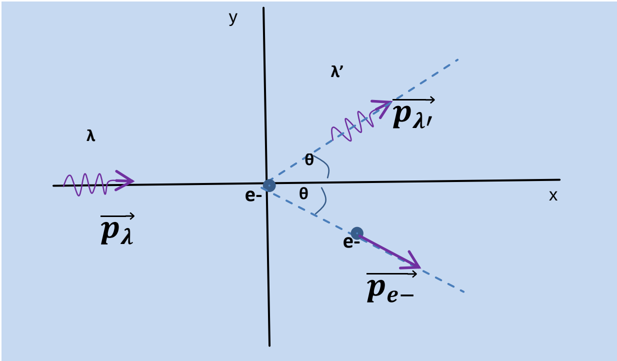
Άρα $\mathrm{p}_\lambda = 2\mathrm{p}_{\lambda'}\text{συνθ} \Longrightarrow \mathrm{p}_\lambda = 1{,}6\mathrm{p}_{\lambda'} \Longrightarrow$

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

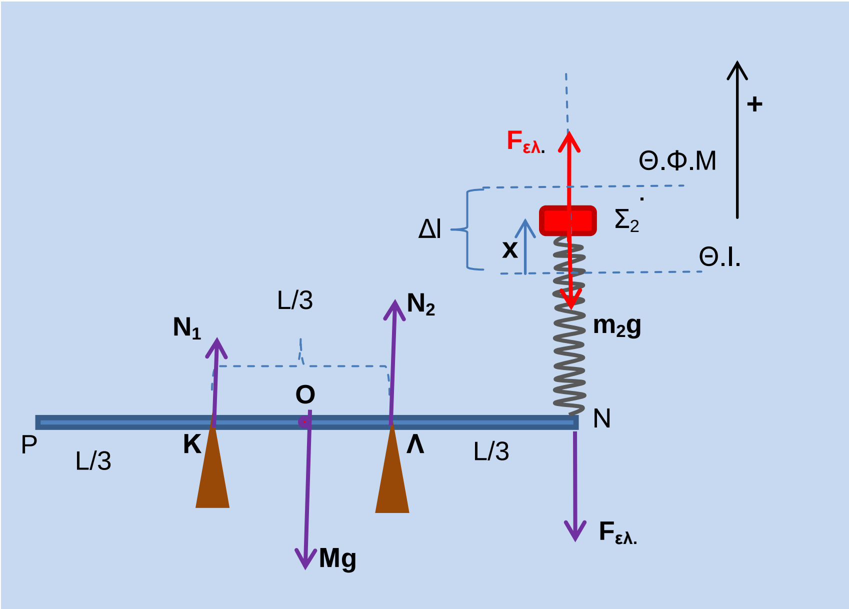
$E_\lambda = E_{\lambda'} + K_{e-} \Longrightarrow$

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

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



ΘΕΜΑ Γ



Γ₁.

Α.Δ.Μ.Ε. για το Σ_1 :$m_1 g h = \frac{1}{2} m_1 \upsilon_1^2 \Longrightarrow \upsilon_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.45} = 3\frac{m}{s}$

Κεντρική ελαστική κρούση: $\upsilon'_2 = \frac{2m_1\upsilon_1}{m_1+m_2} = \frac{2\cdot1\cdot3}{4} = 1.5 m/s$ (μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης).

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

$\upsilon'_2 = \omega \cdot A \Longrightarrow A = \frac{\upsilon'_2}{\omega} = 0.3m$, αρχική φάση π , αφού για t=0 είναι x=0=Αημφ$\Longrightarrow \varphi = 0$ ή π $και\ επειδή\ \upsilon'_2 < 0 \Longrightarrow \varphi = \pi$

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

Γ₂ . Έχουμε στιγμιαίο χάσιμο επαφής της ράβδου από το στήριγμα στο Κ, αν η αντίδραση N_1 στο Κ μηδενιστεί. Θα υπολογίσουμε το μέγιστο πλάτος Α' για το οποίο δεν θα είχαμε χάσιμο επαφής στο Κ.

Αυτό θα μπορούσε να γίνει στην κατώτερη θέση ταλάντωσης του Σ_2, οπότε η δύναμη του ελατηρίου θα έχει μέτρο

$F_{\varepsilon\lambda.} = k(\Delta l + A') = k\Delta l + kA' = m_2 g + kA' = 30 + 75A'$

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

$\tau_{\beta\alpha\rho.(\Lambda)} = Mg \cdot \frac{L}{6} = 110 \cdot 0.5 Nm = 55 Nm\ ενώ\ \tau_{\varepsilon\lambda.(\Lambda)} = -F_{\varepsilon\lambda.} \cdot \frac{L}{3} = -(30 + 75A) = -52{,}5\ Nm\ \ ή\ αλλιώς:$

$$\Sigma\tau(\Lambda) = 0 \Longrightarrow \tau_{\beta\alpha\rho.(\Lambda)} + \tau_{\varepsilon\lambda.(\Lambda)} = 0 \Longrightarrow 55 - 30 - 75A' = 0 \Longrightarrow A' = 0{,}333 > 0.3m$$

$$συμπεραίνουμε\ ότι\ δεν\ γίνεται\ ανατροπή.$$

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 $F_{\varepsilon\lambda.} = k(\Delta l + |x|) = 30 + 75 \cdot 0.15\sqrt{3} = 49{,}5N$

$\Sigma F = 0 \Longrightarrow N_1 + N_2 - Mg - F_{\varepsilon\lambda.} = 0 \Longrightarrow N_1 + N_2 = 159{,}5N$

$\Sigma\tau(\Lambda) = 0 \Longrightarrow -N_1 \cdot 1 + 110 \cdot 0.5 - F_{\varepsilon\lambda.} \cdot 1 = 0 \Longrightarrow N_1 = 5{,}5N\ και\ N_2 = 154N$

ΘΕΜΑ Δ

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

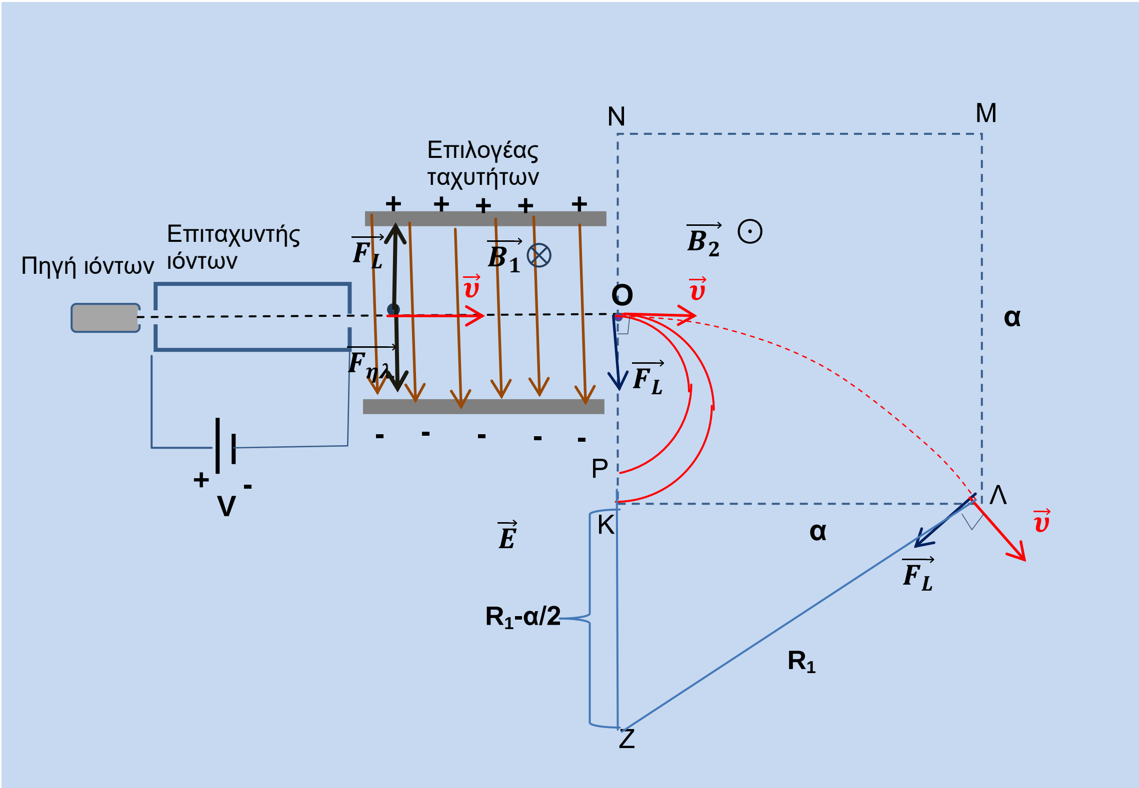
Στον επιλογέα ταχυτήτων η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλή, άρα ΣF=0 ή $F_L = F_{\eta\lambda.} \Longrightarrow B\upsilon_2 q = Eq \Longrightarrow$

$B_1 = B_2 = B = \frac{E}{\upsilon_2}$ (2) Η φορά των δυναμικών γραμμών του B_1 είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα, ενώ του B_2 από τη σελίδα προς τον αναγνώστη, λόγω της δύναμης Lorenz και τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού.

Από την κίνηση των ιόντων στο μαγνητικό πεδίο B_2 έχουμε $R_2 = \frac{m_2\upsilon_2}{Bq} = \frac{m_2}{Bq} \cdot \frac{E}{B} = \frac{m_2 E}{B^2 q}$

Άρα $R_2 = \frac{OK}{2} = \frac{\alpha}{4} = 0{,}06m$ οπότε $B = \sqrt{\frac{m_2 E}{R_2 q}} \Longrightarrow$

$B = \sqrt{\frac{9.6\cdot10^{-27}\cdot10^2}{6\cdot10^{-2}\cdot1.6\cdot10^{-19}}} = 0.01T$ και η ταχύτητα είναι $\upsilon_2 = \frac{E}{B} = \frac{100}{0{,}01} = 10^4\frac{m}{s}$



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

$$V = \frac{m_2 \cdot \upsilon_2^2}{2q} = \frac{9{,}6 \cdot 10^{-27} \cdot 10^8}{2 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 3V$$

$$K_1 = K_2 = q \cdot V \Longrightarrow \frac{1}{2} m_1 \upsilon_1^2 = \frac{1}{2} m_2 \upsilon_2^2 \Longrightarrow \upsilon_1 = \upsilon_2 \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} = 10^4 \cdot \sqrt{\frac{9.6}{8}} = \sqrt{1.2} \cdot 10^4 m/s$$

Ομοίως για τα ιόντα m_1 έχουμε $B = \frac{E'}{\upsilon_1} \Longrightarrow E' = \upsilon_1 \cdot B = 100\sqrt{1.2}\, V/m \cong 110 V/m$

Δ₃. Είναι $OP = 2R_1 = \frac{2m_1\upsilon_1}{Bq} = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-27} \cdot \sqrt{1.2} 10^4}{10^{-2} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 0{,}1\sqrt{1.2} m \cong 0{,}11 m$

άρα $KP = OK - OP = \frac{\alpha}{2} - OP = 0.12 - 0.11 = 0.01m$

Δ₄. $\Delta t = \frac{T_2}{2} - \frac{T_1}{2} = \frac{2\pi m_2}{2 \cdot Bq} - \frac{2\pi m_1}{2 \cdot Bq} = \frac{\pi(m_2 - m_1)}{Bq} = \frac{\pi(1.6)10^{-27}}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{-2}} = \pi \cdot 10^{-6} s$

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

$$\frac{1}{2} m_1 \upsilon_1^2 = \frac{1}{2} m_2 \upsilon_2^2 = q \cdot V' \Longrightarrow \upsilon_1 = \sqrt{\frac{2qV'}{m_1}}\,, \qquad \upsilon_2 = \sqrt{\frac{2qV'}{m_2}}$$

Οι ακτίνες των τροχιών τους θα είναι αντίστοιχα $R'_1 = \frac{m_1 \upsilon_1}{qB_2} = \frac{1}{B_2}\sqrt{\frac{2m_1V'}{q}}$ και $R'_2 = \frac{m_2 \upsilon_1}{qB_2} = \frac{1}{B_2}\sqrt{\frac{2m_2V'}{q}}$

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 ΛΜ. Η ελάχιστη τάση V' θα εξασφαλιστεί από την ακτίνα $R'_1 = \frac{1}{B_2}\sqrt{\frac{2m_1V'}{q}}$

Το σημείο Ζ ως σημείο τομής των δυνάμεων Lorenz στα σημεία Ο και Λ, θα είναι το κέντρο της κυκλικής τροχιάς των m_1 . Από το τρίγωνο ΖΚΛ έχουμε:

$R'^2_1 = a^2 + (R'_1 - \frac{a}{2})^2 \Longrightarrow {}'^2_1 = a^2 + R'^2_1 - aR'_1 + \frac{a^2}{4} \Longrightarrow$

$R'_1 = \frac{5a}{4} = 0.3m$

Άρα $V'_{min.} = \frac{R'^2_1 \cdot B^{2\cdot}_2 \cdot q}{2m_1} \Longrightarrow V'_{min.} = \frac{9 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 8 \cdot 10^{-27}} = 90V$