ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

4ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ (Εφ' όλης της ύλης) - ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1α. α **Α1β.** δ

Α2α. β **Α2β.** β

Α3α. γ **Α3β.** γ

Α4α. β **Α4β.** δ

Α5. Λ, Σ, Λ, Σ, Σ

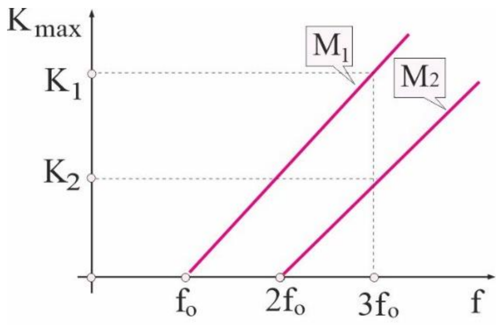
ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή είναι η απάντηση (**α**).

Η φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein είναι:

$$K_{max} = hf - \varphi$$

όπου K_{max} η μέγιστη κινητική ενέργεια εξόδου των ηλεκτρονίων από την επιφάνεια του μετάλλου, h η σταθερά του Planck, f η συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, και φ το έργο εξαγωγής.



Αντικαθιστώντας στην παραπάνω εξίσωση για κάθε μέταλλο K_{max}=0 βρίσκουμε το έργο εξαγωγής από κάθε μέταλλο.

Για το μέταλλο M_1, προκύπτει $hf_o = \varphi_1$ και για το μέταλλο M_2, $2hf_o = \varphi_2$.

Για f=3f$_o$ έχουμε: $K_1 = 3hf_o - \varphi_1 \Rightarrow K_1 = 2hf_o$ και $K_2 = 3hf_o - \varphi_2 \Rightarrow K_2 = hf_o$. Άρα $\frac{K_1}{K_2} = 2$.

Β2. Σωστή είναι η απάντηση (**β**).

Μετά την κεντρική και ελαστική κρούση, η κινητική ενέργεια της Σ_2 εννεαπλασιάζεται, επομένως

$$K_2' = 9K_2 \Rightarrow \frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2 = 9\frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2 \Rightarrow \upsilon_2'^2 = 9\upsilon_2^2 \Rightarrow \upsilon_2' = \pm 3\upsilon_2, \quad (1)$$

Η ταχύτητα υ_2' μετά την κεντρική και ελαστική κρούση δίνεται από τη σχέση

$$\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1+m_2}\upsilon_1 + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\upsilon_2 \quad , \quad (2)$$

Παίρνουμε θετικά προς τα αριστερά.

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση όπου $\upsilon_2{}' = 3\upsilon_2$, παίρνουμε:

$$3\upsilon_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}(-2\upsilon_2) + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\cdot\upsilon_2 \Rightarrow 3(m_1+m_2) = -4m_1 + (m_2-m_1) \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = -4.$$

Το παραπάνω αποτέλεσμα είναι άτοπο.

Αντικαθιστώντας στην παραπάνω σχέση όπου $\upsilon_2{}' = -3\upsilon_2$, παίρνουμε:

$$-3\upsilon_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}(-2\upsilon_2) + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\upsilon_2 \Rightarrow -3(m_1+m_2) = -4m_1 + (m_2-m_1) \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = 2.$$

Β3. Σωστή είναι η απάντηση (**α**).

Όταν ο τροχός - διεγέρτης περιστρέφεται με συχνότητα f_1, το πλάτος ταλάντωσης είναι A_1 και η μέγιστη ταχύτητα του ταλαντωτή δίνεται από τη σχέση

$$\upsilon_{max} = \omega_1 A_1 \quad , \quad (1)$$

Κατά το συντονισμό, η μέγιστη ταχύτητα του ταλαντωτή δίνεται από τη σχέση

$\upsilon_{o(max)} = \omega_o A_{max} = \omega_o 2A_1 \quad , \quad (2)$ όπου $\omega_o = 2\pi f_o$ είναι η κυκλική συχνότητα κατά τον συντονισμό.

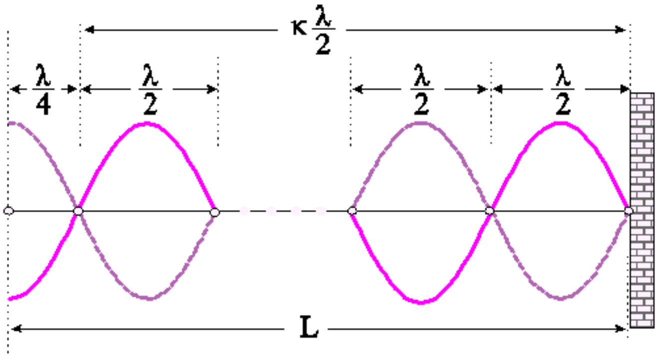
Σύμφωνα με την εκφώνηση

$$\upsilon_{o(max)} = \upsilon_{max} + \frac{20}{100}\upsilon_{max} \Rightarrow \upsilon_{o(max)} = 1{,}2\upsilon_{max} \xrightarrow{(1),(2)} \omega_o 2A_1 = 1{,}2\omega_1 A_1 \Rightarrow 2\pi f_o \cdot 2A_1 = 1{,}2\cdot 2\pi f_1 A_1 \Rightarrow$$

$$f_o = 0{,}6 f_1 \Rightarrow f_1 = \frac{5}{3} f_o.$$

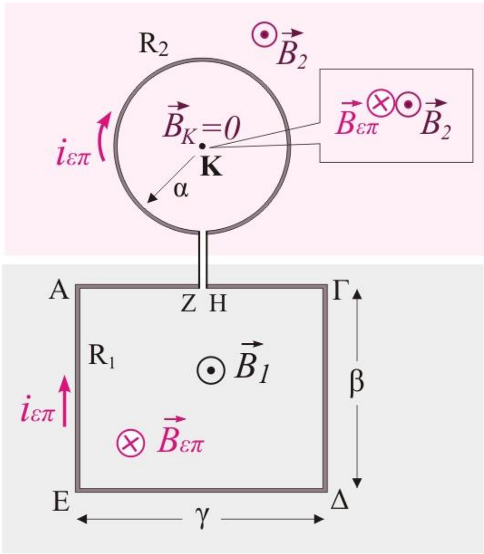
Β4. Σωστή είναι η απάντηση (**β**).

Γνωρίζουμε ότι η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών σε ένα στάσιμο είναι $\frac{\lambda}{2}$. Επίσης γνωρίζουμε ότι η απόσταση μεταξύ ενός δεσμού και της πλησιέστερης κοιλίας είναι $\frac{\lambda}{4}$. Σύμφωνα με την εκφώνηση στο ένα άκρο της χορδής υπάρχει δεσμός και στο άλλο κοιλία. Άρα το συνολικό μήκος L της χορδής θα είναι ίσο με $L = \kappa\frac{\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4}$, όπου κ ένας ακέραιος θετικός αριθμός.



ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Το πλαίσιο ΑΓΔΕ και ο κυκλικός αγωγός αποτελούν ένα κλειστό κύκλωμα στο οποίο η μαγνητική ροή μεταβάλλεται μόνο στο πλαίσιο. Καθώς το μέτρο του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}_1$ αρχίζει να μεταβάλλεται, αυξάνεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από το πλαίσιο ΑΓΔΕ και εμφανίζεται επαγωγική τάση.



0,0 - 0,5 s

Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε το μαγνητικό του πεδίο (δευτερογενές μαγνητικό πεδίο) να αντιτίθεται στο αίτιο που το προκάλεσε, δηλαδή στην αύξηση της μαγνητικής ροής. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει να έχει τις δυναμικές του γραμμές με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού, η φορά του επαγωγικού ρεύματος $i_{επ}$ να είναι αυτή της φοράς των δεικτών του ρολογιού. Στον κυκλικό αγωγό, λόγω του $i_{επ}$ έχουμε στο κέντρο Κ την ένταση του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}_{επ}$ με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Σύμφωνα με την εκφώνηση, η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο Κ είναι μηδέν, άρα η ένταση του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}_2$ έχει φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

Γ2. Το επαγωγικό ρεύμα στο κλειστό πλαίσιο δίνεται από τη σχέση $i_{επ}=\dfrac{E_{επ}}{R_{ολ}}$, όπου η ολική αντίσταση είναι $R_{ολ}=R_1+R_2=0{,}12\Omega+0{,}04\Omega \Rightarrow R_{ολ}=0{,}16\Omega$.

Η επαγωγική τάση δίνεται από τη σχέση

$$E_{επ}=-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=-\frac{\Delta(B_1\cdot A_{πλ})}{\Delta t}=-\frac{\Delta B_1\cdot(\beta\cdot\gamma)}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$E_{επ}=-0{,}2\frac{\Delta B_1}{\Delta t}, \ (SI)$$

$$0s-0{,}5s: \ \frac{\Delta B_1}{\Delta t}=\frac{0{,}4T-0{,}2T}{0{,}5s-0s}=0{,}4\frac{T}{s}$$

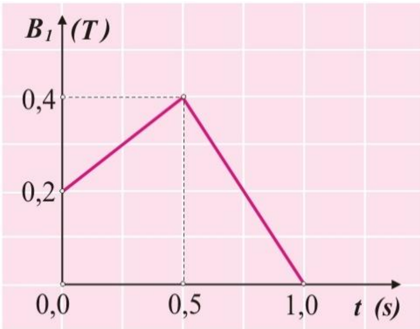
$$E_{επ}=-(0{,}2m^2)\cdot\left(0{,}4\frac{T}{s}\right)\Rightarrow E_{επ}=-0{,}08V$$

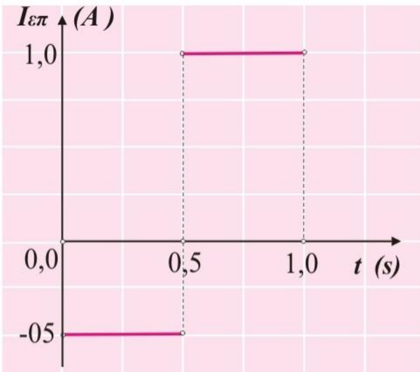
$$I_{επ}=\frac{E_{επ}}{R_{ολ}}=\frac{-0{,}08V}{0{,}16\Omega}\Rightarrow I_{επ}=-0{,}5A$$

$$0{,}5s-1{,}0s: \ \frac{\Delta B_1}{\Delta t}=\frac{0T-0{,}4T}{1{,}0s-0{,}5s}=-0{,}8\frac{T}{s}$$

$$E'_{επ}=-(0{,}2m^2)\cdot(-0{,}8\frac{T}{s})\Rightarrow E'_{επ}=+0{,}16V$$

$$I'_{επ}=\frac{E_{επ}}{R_{ολ}}=\frac{0{,}16V}{0{,}16\Omega}\Rightarrow I'_{επ}=1{,}0A$$





Η γραφική παράσταση της έντασης του επαγωγικού ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο για το χρονικό διάστημα 0 έως 1s δείχνεται στο διπλανό σχήμα.

Γ3. Στο χρονικό διάστημα (0s-0,5s) η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο Κ είναι μηδέν, επομένως τα μέτρα των B_2 και $B_{επ}$ είναι ίσα.

$$|B_2| = |B_{\varepsilon\pi}| \;\Rightarrow\; |B_2| = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2\pi\cdot|I_{\varepsilon\pi}|}{\alpha} = 10^{-7}\frac{N}{A^2}\frac{2\pi\cdot 0{,}5A}{0{,}2m} \;\Rightarrow\; |B_2| = 5\pi\cdot 10^{-7}T$$

Στο χρονικό διάστημα (0,5s-1,0s) το μαγνητικό πεδίο του $\vec{B}_1$ ελαττώνεται και σύμφωνα με τον κα-νόνα του Lenz το επαγωγικό ρεύμα, $I_{επ}$, έχει αντίθετη φορά από αυτήν που έχει στο χρονικό διάστημα (0s-0,5s). Αυτό έχει ως συνέπεια την αλλαγή της φοράς των μαγνητικών γραμμών του $\vec{B}_{\varepsilon\pi}$. Τώρα στο Κ, τα δύο μαγνητικά πεδία έχουν τις δυναμικές γραμμές ομόρροπες και η συνολι-κή ένταση στο Κ δίνεται από τη σχέση

$$|B_K| = |B_2| + |B'_{\varepsilon\pi}| = 5\pi\cdot 10^{-7}T + \left(10^{-7}\frac{N}{A}\right)\cdot\frac{2\pi\cdot 1A}{0{,}2m} \;\Rightarrow\; |B_K| = 15\pi\cdot 10^{-7}T$$

Γ4. Πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε το συνολικό ποσό της θερμότητας που εκλύεται από τη διά-ταξη για το χρονικό διάστημα (0-1s).

$$Q_{o\lambda} = Q_{(0-0{,}5s)} + Q_{(0{,}5-1s)} = I_{\varepsilon\pi}^2 R_{o\lambda}\cdot\Delta t_1 + I'^2_{\varepsilon\pi} R_{o\lambda}\cdot\Delta t_2 = (0{,}5\mathrm{A})^2\cdot(0{,}16\Omega)\cdot(0{,}5s) + (1\mathrm{A})^2\cdot(0{,}16\Omega)\cdot(0{,}5s) \Rightarrow$$
$$Q_{o\lambda} = 0{,}02J + 0{,}08J \;\Rightarrow\; Q_{o\lambda} = 0{,}1J$$

Μέχρι τη χρονική στιγμή t_1=0,5s εκλύεται ποσό θερμότητας 0,02J, άρα απομένουν

$$Q_2 = Q_{(o\lambda/2)} - Q_{(0-0{,}5s)} = 0{,}03J$$

$$Q_2 = I'^2_{\varepsilon\pi} R_{o\lambda}\cdot\Delta t_3 \;\Rightarrow\; \Delta t_3 = \frac{Q_2}{I'^2_{\varepsilon\pi} R_{o\lambda}} = \frac{0{,}03J}{(1\mathrm{A})^2\cdot 0{,}16\Omega} \;\Rightarrow\; \Delta t_3 = 0{,}1875s$$

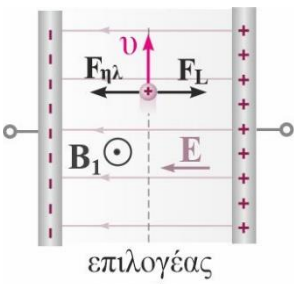
Επομένως θα εκλυθεί ποσό θερμότητας ίσο με $Q_{(ολ/2)}$ τη χρονική στιγμή

$$t_{(Q_{o\lambda}/2)} = t_{(0-0{,}5s)} + \Delta t_2 = 0{,}5s + 0{,}1875s \;\Rightarrow\; t_{(Q_{o\lambda}/2)} = 0{,}6875s$$

$$t_{(Q_{o\lambda}/2)} = t_{(0-0{,}5s)} + \Delta t_3 = 0{,}5s + 0{,}1875s \;\Rightarrow\; t_{(Q_{o\lambda}/2)} = 0{,}6875s$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στον επιλογέα των ταχυτήτων τα ιόντα δεν εκτρέπονται, άρα ΣF=0 οπότε $F_L = F_{\eta\lambda.} \Rightarrow B_1 \upsilon q = Eq \Rightarrow \upsilon = \dfrac{E}{B_1} = 10^4 m/s$



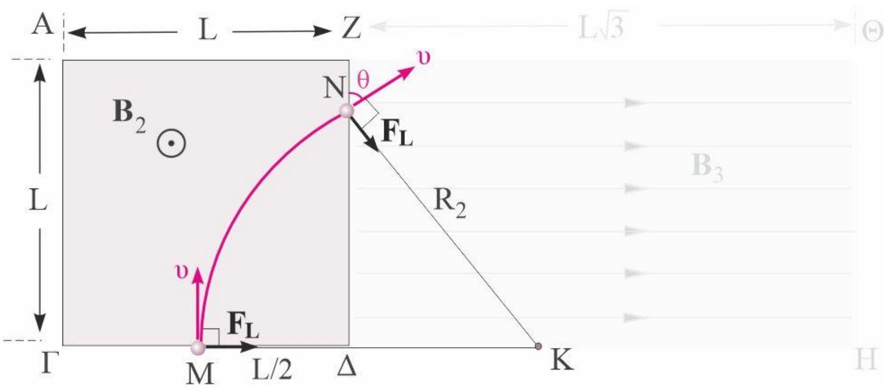
επιλογέας ταχυτήτων

Εφαρμόζουμε το θεώρημα έργου-ενέργειας στον επιταχυντή κι έχουμε:

$$\mathrm{K}-0=W_{\eta\lambda.\pi\varepsilon\delta.}\Rightarrow\frac{1}{2}m\upsilon^2=qV\Rightarrow V=\frac{m\upsilon^2}{2q}$$ ή

$$V=\frac{3,2\cdot10^{-27}kg\cdot10^{8}m^2/s^2}{2\cdot1,6\cdot10^{-19}C}\Rightarrow V=1Volt$$

Δ2.



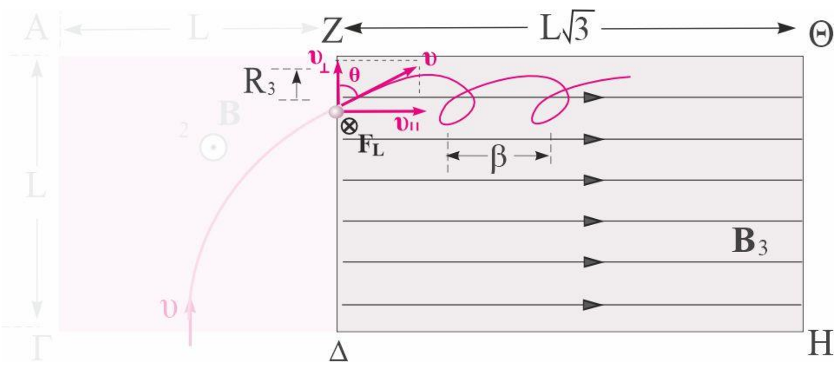
Είναι $R_2=\frac{m\upsilon}{B_2q_2}=\frac{3,2\cdot10^{-27}kg\cdot10^{4}m/s}{10^{-3}T\cdot1,6\cdot10^{-19}C}\Rightarrow R_2=0,2m=L$

Η επίκεντρη γωνία που αντιστοιχεί στο τόξο που διαγράφουν τα ιόντα μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης B_2 είναι ίση με τη γωνία εκτροπής θ, καθώς έχουν πλευρές κάθετες μεταξύ τους.

Στο τρίγωνο ΚΔΝ έχουμε: ΚΜ=ΚΝ=R_2 και $\sigma\upsilon\nu\theta=\frac{\mathrm{K\Delta}}{\mathrm{KN}}=\frac{R_2-\frac{L}{2}}{R_2}=\frac{1}{2}\Rightarrow\theta=\frac{\pi}{3}rad$

Όμως $\theta=\omega t\Rightarrow\frac{\pi}{3}=\frac{2\pi}{T}t\Rightarrow t=\frac{T}{6}=\frac{1}{6}\cdot\frac{2\pi m}{B_2q}=\frac{\pi m}{3B_2q}\Rightarrow t=\frac{\pi\cdot3,2\cdot10^{-27}kg}{3\cdot10^{-3}T\cdot1,6\cdot10^{-19}C}\Rightarrow t=\frac{2\pi}{3}\cdot10^{-5}s$

Δ3. Τα ιόντα εισέρχονται στο μαγνητικό πεδίο B_3 με γωνία $\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{3}=\frac{\pi}{6}$ ως προς τις δυναμικές γραμμές του, κάνοντας ελικοειδή κίνηση ακτίνας



$$R_3 = \frac{m \cdot \upsilon \cdot \eta\mu \frac{\pi}{6}}{B_3 \cdot q} = \frac{3,2 \cdot 10^{-27} kg \cdot 10^4 m/s \cdot \frac{1}{2}}{10^{-2} T \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C} \Rightarrow R_3 = 0,01m$$

και περιόδου $\mathrm{T}_3 = \frac{2\pi m}{B_3 q} = \frac{2\pi \cdot 3,2 \cdot 10^{-27} kg}{10^{-2} T \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} C} \Rightarrow \mathrm{T}_3 = 4\pi \cdot 10^{-6} s$

Το βήμα της έλικας είναι $\beta = s_x = \upsilon \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{\pi}{6} \cdot T_3$ ή $\beta = 10^4 m/s \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 4\pi \cdot 10^{-6} s \Rightarrow \beta = 0,02\sqrt{3}\pi\, m$.

Δ4. Η ταχύτητα $\vec{\upsilon}$ του ιόντος είναι διαρκώς εφαπτόμενη της τροχιάς και σταθερή κατά μέτρο, άρα το μήκος της τροχιάς θα είναι $s = \upsilon \cdot t_3$ όπου t_3 το χρονικό διάστημα κίνησής του στο μαγνητικό πεδίο B_3, που είναι

$$t_3 = \frac{L\sqrt{3}}{\upsilon \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{\pi}{6}} = \frac{0,2m\sqrt{3}}{10^4 m/s \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow t_3 = 4 \cdot 10^{-5} s \quad \text{άρα} \quad s = 10^4 \frac{m}{s} \cdot \left(4 \cdot 10^{-5} s\right) \Rightarrow s = 0,4m$$

Ο αριθμός των στροφών της ελικοειδούς τροχιάς είναι

$$\mathrm{N} = \frac{t_3}{\mathrm{T}_3} = \frac{4 \cdot 10^{-5} s}{4\pi \cdot 10^{-6} s/\sigma\tau\rho o\varphi\acute{\eta}} \Rightarrow \mathrm{N} = \frac{10}{\pi} \quad \text{στροφές}$$

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών:

Τα θέματα επιμελήθηκαν οι **Κορκίζογλου Πρόδρομος**, **Πετρίδης Παναγιώτης**, **Ποντικός Ηλίας** και **Χατζηθεοδωρίδης Στέλιος**, Φυσικοί.

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον **Παλόγο Αντώνιο**, Φυσικό.