

ΜΑΘΗΜΑ

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΛΥΣΕΙΣ

ΤΑΞΗ

Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΞΕΤΑΣΤΕΑ ΥΛΗ:

ΚΥΜΑΤΑ, ΚΒΑΝΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ, ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ, Η/Μ ΕΠΑΓΩΓΗ

ΘΕΜΑ Α

A.1. δ A.2. γ A.3. α A.4. β A.5. α. Σ, β. Σ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Σ

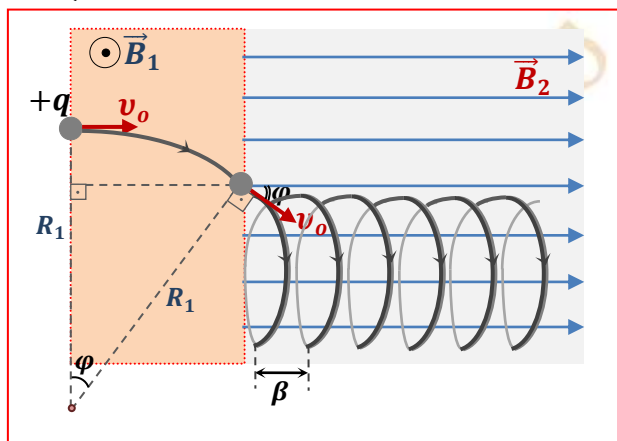
ΘΕΜΑ Β

B.1. α

$$f' = f + \frac{50}{100}f \Rightarrow f' = 1,5f \quad (1) \quad \text{και} \quad K'_e = K_e + \frac{75}{100}K_e \Rightarrow K'_e = 1,75K_e \quad (2)$$

Φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein: $K'_e = hf' - \varphi \xrightarrow{(1),(2)} 1,75K_e = h(1,5f) - \varphi \Rightarrow$
 $\Rightarrow 1,75K_e = 1,5(hf) - \varphi \xrightarrow{(\Phi.E.Einstein)} 1,75K_e = 1,5(K_e + \varphi) - \varphi \Rightarrow$
 $\Rightarrow 1,75K_e = 1,5K_e + 1,5\varphi - \varphi \Rightarrow 0,25K_e = 0,5\varphi \Rightarrow \boxed{\varphi = K_e/2}$

B.2. γ



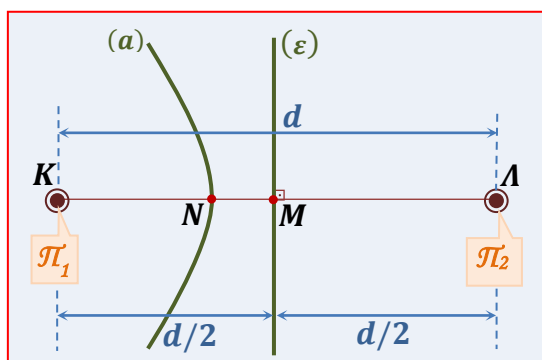
$$\Delta t_1 = \frac{\varphi}{2\pi} \cdot T_1 \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{\pi/3}{2\pi} \cdot \frac{2\pi m}{B_1 q} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{\pi m}{3B_1 q} \quad (1)$$

$$s = 4\beta \Rightarrow v_0 \Delta t_2 = 4v_0 T_2 \Rightarrow v_0 \Delta t_2 = 4v_0 \sin \varphi T_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t_2 = 4 \sin(\pi/3) \cdot \frac{2\pi m}{B_2 q} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{4\pi m}{B_2 q} \quad (2)$$

$$(2) \div (1) \rightarrow \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1} = \frac{\frac{4\pi m}{B_2 q}}{\frac{\pi m}{3B_1 q}} \xrightarrow{(B_1=B_2)} \boxed{\Delta t_2 = 12\Delta t_1}$$

B.3. γ



Για το σημείο ενίσχυσης N ισχύει: $x_1 - x_2 = \kappa \lambda \xrightarrow{(\kappa=-2)}$

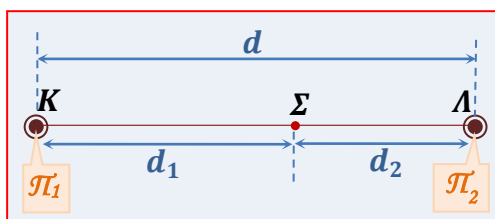
$$\Rightarrow (KN) - (LN) = -2\lambda \Rightarrow (KN) - 2(KN) = -2\lambda \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -(KN) = -2\lambda \Rightarrow (KN) = 2\lambda \quad (1)$$

Επίσης ισχύει ότι: $(KN) + (LN) = (KL) \Rightarrow$

$$\Rightarrow (KN) + 2(KN) = d \Rightarrow 3(KN) = d \xrightarrow{(1)} d = 6\lambda \quad (2)$$

Για ένα τυχαίο σημείο Σ της ευθείας (ΚΛ), στο οποίο έχει γίνει αποσβετική συμβολή, και απέχει αποστάσεις d_1 και d_2 από τις πηγές Π_1 και Π_2 , αντίστοιχα, ισχύει:



$$|d_1 - d_2| < d \Rightarrow -d < d_1 - d_2 < d \Rightarrow$$

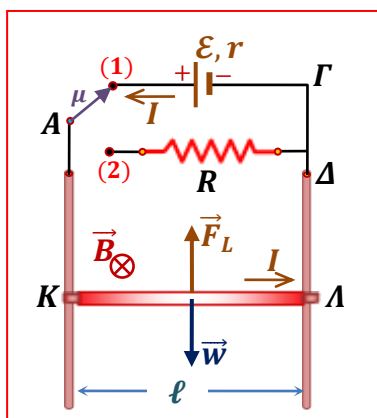
$$\Rightarrow -d < (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{2} < d \xRightarrow{(2)} -6\lambda < (2\kappa + 1) \frac{\lambda}{2} < 6\lambda \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -12 < 2\kappa + 1 < 12 \Rightarrow -13 < 2\kappa < 11 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -6,5 < \kappa < 5,5 \Rightarrow \kappa = -6, \dots, 0, \dots, 5 \Rightarrow \boxed{n = 12 \text{ κροσσοί}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ.1.

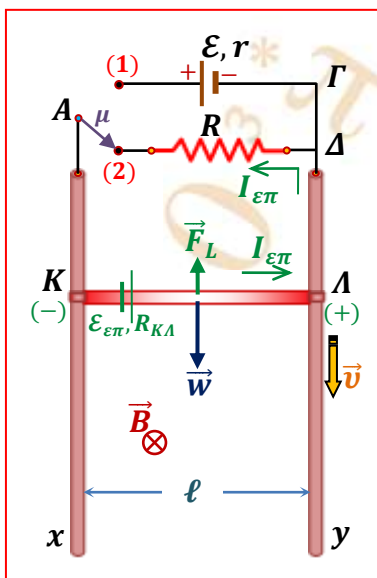


Ισορροπία αγωγού: $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_L = w \Rightarrow BI\ell = mg \Rightarrow B = \frac{mg}{I\ell}$ (1)

όπου $I = \frac{\varepsilon}{R_{KA} + r} \Rightarrow I = \frac{2}{(1 + 1)} A \Rightarrow I = 1 A$ (2)

Επομένως (1) $\xrightarrow{(2)} B = \frac{mg}{I\ell} \Rightarrow \boxed{B = 0,1 T}$

Γ.2.



Τη στιγμή $t_0 = 0$ καταργείται το ρεύμα που διέρρεε τον αγωγό ΚΛ, άρα και η δύναμη Laplace. Έτσι ο αγωγός ξεκινά να κατέρχεται, οπότε έχουμε μεταβολή της μαγνητικής ροής και εμφάνιση ΗΕΔ από επαγωγή. Μέσω του νόμου Faraday, υπολογίζουμε το μέτρο της:

$$\varepsilon_{\varepsilon\pi} = \frac{|d\Phi|}{dt} = \frac{B \cdot dS}{dt} = \frac{B \cdot \ell \cdot dy}{dt} = Bv\ell$$
 (3)

Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό, έχει ένταση:

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{KA} + R} \xRightarrow{(3)} I_{\varepsilon\pi} = \frac{Bv\ell}{R_{KA} + R}$$
 (4)

Επίσης το επαγωγικό ρεύμα λόγω του κανόνα Lenz θα έχει τέτοια φορά, ώστε να δημιουργεί νέα δύναμη Laplace που να αντισταθεί στην κίνηση του αγωγού, το μέτρο της οποίας

υπολογίζεται από τη σχέση:

$$F_L = BI_{\varepsilon\pi}\ell \xRightarrow{(4)} F_L = B \frac{Bv\ell}{R_{KA} + R} \ell \Rightarrow F_L = \frac{B^2 \ell^2}{R_{KA} + R} \cdot v$$
 (5)

Ο αγωγός ΚΛ, από τη στιγμή $t_0 = 0$ που μεταφέρεται ο μεταγωγός μ στη θέση (2), εκτελεί επιταχυνόμενη κίνηση με φθίνουσα επιτάχυνση. Κάποια στιγμή, καθώς η ταχύτητα αυξάνεται άρα και η $\vec{F}_L$, θα έχουμε:

$$v = v_{op} \rightarrow a = 0 \rightarrow \Sigma F_y = 0 \Rightarrow w - F_{Lop} = 0 \stackrel{(5)}{\Rightarrow} mg = \frac{B^2 \ell^2}{R_{K\Lambda} + R} \cdot v_{op} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{op} = \frac{mg(R_{K\Lambda} + R)}{B^2 \ell^2} \Rightarrow v_{op} = \frac{0,1 \cdot 2}{0,01} \text{ m/s} \Rightarrow \boxed{v_{op} = 20 \text{ m/s}}$$

Γ.3. $F_{L1} = BI_{\varepsilon\pi 1} \ell \Rightarrow F_{L1} = 0,05 \text{ N}$

2ος Ν.Ν.: $\Sigma F_y = ma \Rightarrow w - F_{L1} = ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{mg - F_{L1}}{m} \Rightarrow a_1 = \frac{0,1 - 0,05}{0,01} \text{ m/s}^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \boxed{a_1 = 5 \text{ m/s}^2}$$

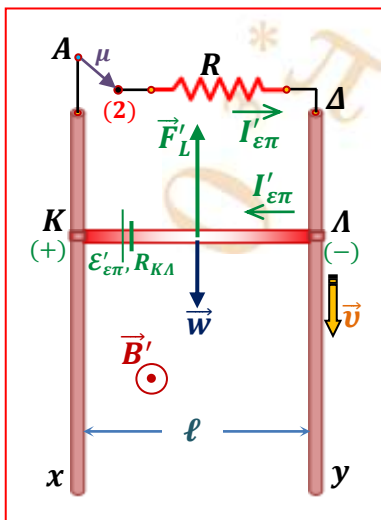
Γ.4.

$$|V_{K\Lambda op}| = I_{\varepsilon\pi op} R \stackrel{(4)}{\Rightarrow} |V_{K\Lambda op}| = \frac{Bv_{op} \ell}{R_{K\Lambda} + R} R \Rightarrow |V_{K\Lambda op}| = \frac{0,1 \cdot 20}{2} \text{ V} \Rightarrow \boxed{|V_{K\Lambda op}| = 1 \text{ V}}$$

(ή αλλιώς: $V_{K\Lambda} = \mathcal{E}_{\varepsilon\pi} - IR_{K\Lambda}$)

$$P_R = I_{\varepsilon\pi}^2 R \stackrel{(4)}{\Rightarrow} P_R = \left(\frac{Bv_{op} \ell}{R_{K\Lambda} + R} \right)^2 R \Rightarrow \boxed{P_R = 1 \text{ W}}$$

Γ.5. Όταν αντιστρέφουμε τη φορά του μαγνητικού πεδίου η φορά της δύναμης Laplace δεν αλλάζει, αφού λόγω του κανόνα Lenz θα συνεχίσει να αντιστέκεται στην κίνηση του αγωγού. Η φορά του επαγωγικού ρεύματος αντιστρέφεται, γεγονός που μπορούμε να το διαπιστώσουμε και μέσω του κανόνα των τριών δακτύλων για τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του αγωγού, που δέχονται δύναμη Lorentz από το μαγνητικό πεδίο και συσσωρεύονται στο άκρο Λ του αγωγού.

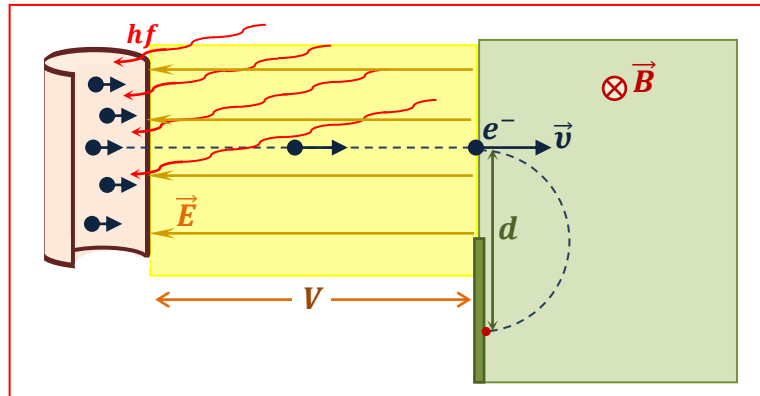


$$\Sigma F'_y = w - F'_L = mg - B' I'_{\varepsilon\pi} \ell = mg - \frac{B'^2 \ell^2 v}{R_{K\Lambda} + R} \quad (6)$$

Τη στιγμή που ο αγωγός έχει αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα, η δύναμη Laplace ισούται με το βάρος του. Αυτόματα, διπλασιάζοντας το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου, η δύναμη Laplace τετραπλασιάζεται (αφού $F'_L = B'^2 \ell^2 v / R_{o\lambda}$) οπότε από τη σχέση (6) $\rightarrow \Sigma F'_y < 0$. Από τη στιγμή αυτή και μετά ο αγωγός επιβραδύνεται με φθίνουσα επιβράδυνση, έως ότου $\Sigma F'_y = 0 \Rightarrow \alpha' = 0 \Rightarrow v = v'_{op}$. Επομένως:

$$\Sigma F'_y = 0 \stackrel{(6)}{\Rightarrow} mg - \frac{B'^2 \ell^2 v'_{op}}{R_{K\Lambda} + R} = 0 \Rightarrow v'_{op} = \frac{mg(R_{K\Lambda} + R)}{B'^2 \ell^2} \Rightarrow \boxed{v'_{op} = 5 \text{ m/s}}$$

ΘΕΜΑ Δ



Δ.1.

$$c = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{16}/11} \text{ m} = 33 \cdot 10^{-8} \text{ m} \Rightarrow \lambda = 330 \cdot 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \boxed{\lambda = 330 \text{ nm}}: \text{Υπεριώδης}$$

$$p_\phi = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{33 \cdot 10^{-8}} \text{ kg} \cdot \text{m/s} \Rightarrow \boxed{p_\phi = 2 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$$

Δ.2.

$$E_\phi = hf = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{10^{16}}{11} \text{ J} \Rightarrow E_\phi = 6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Φωτοηλεκτρική εξίσωση:

$$E_\phi = K_e + \phi \xrightarrow{(K_e=2\phi)} E_\phi = 3\phi \Rightarrow \phi = E_\phi/3 \Rightarrow \phi = 2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Συχνότητα κατωφλίου:

$$E_\phi = K_e + \phi \xrightarrow{(K_e=0)} hf_o = \phi \Rightarrow f_o = \frac{\phi}{h} \Rightarrow f_o = \frac{2 \cdot 10^{-19}}{6,6 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} \Rightarrow f_o = \frac{1}{3,3} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Μήκος κύματος κατωφλίου:

$$c = \lambda_o f_o \Rightarrow \lambda_o = \frac{c}{f_o} = \frac{3 \cdot 10^8}{\frac{1}{3,3} \cdot 10^{15}} \text{ m} = 9,9 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow \lambda_o = 990 \cdot 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \boxed{\lambda_o = 990 \text{ nm}}$$

Δ.3. Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε. για κάθε ηλεκτρόνιο που εξέρχεται από το μέταλλο με $K_e = 2\phi = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, επιταχύνεται από την τάση V του ηλεκτρικού πεδίου και εξέρχεται από αυτό (οπότε εισέρχεται στον φασματογράφο) με K'_e :

$$K'_e - K_e = W_{F_{\eta\lambda}} \Rightarrow K'_e - K_e = -e \cdot (-V) \Rightarrow K'_e = K_e + e \cdot V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K'_e = [4 \cdot 10^{-19} + (1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 7,5)] \text{ J} \Rightarrow K'_e = (4 \cdot 10^{-19} + 12 \cdot 10^{-19}) \text{ J} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K'_e = 16 \cdot 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow \frac{1}{2} m_e v^2 = 16 \cdot 10^{-19} \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 10^{-31} \cdot v^2 = 16 \cdot 10^{-19} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{16}{9} \cdot 2 \cdot \frac{10^{-19}}{10^{-31}} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow v^2 = \frac{16}{9} \cdot 2 \cdot 10^{12} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \Rightarrow \boxed{v = \frac{4}{3} \sqrt{2} \cdot 10^6 \text{ m/s}}$$

Δ.4. Εντός του φασματογράφου, τα ηλεκτρόνια διαγράφουν ημικυκλική τροχιά ακτίνας $R = \frac{d}{2} \Rightarrow R = 3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \text{ m}$.

$$R = \frac{m_e \cdot v}{B \cdot e} \Rightarrow B = \frac{m_e \cdot v}{R \cdot e} \Rightarrow B = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot \frac{4}{3} \sqrt{2} \cdot 10^6}{3\sqrt{2} \cdot 10^{-2} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} T \Rightarrow B = \frac{3 \cdot 4\sqrt{2} \cdot 10^{-25}}{3\sqrt{2} \cdot 16 \cdot 10^{-22}} T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B = \frac{1}{4} \cdot 10^{-3} T \Rightarrow \boxed{B = 2,5 \cdot 10^{-4} T}$$

Δ.5. Τάση αποκοπής:

$$K_e = eV_o \Rightarrow V_o = \frac{K_e}{e} \Rightarrow V_o = \frac{4 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} V \Rightarrow V_o = \frac{4}{1,6} V \Rightarrow \boxed{V_o = 2,5 V}$$

