

**ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ**

Επιμέλεια διαγωνίσματος: ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΑΡΗΣ

ΘΕΜΑ Α

I. A1. Γ $V_0 = \frac{hf}{e} - \frac{\varphi}{e}$ και θέτουμε $V_0=0$.

A2. Α $E_{επ} = \frac{B \cdot \omega \cdot L^2}{2}$ με αντικατάσταση $v_M = \omega \cdot \frac{L}{2}$

A3. Γ Θεωρία

A4. Δ Από τον νόμο του Ampere $B \cdot dl \cdot \sigmaυν\theta = \mu_0 \cdot I_{περ}$

II. 1) Λ Η Διαφορά δυναμικού επιταχύνει τα φωτοηλεκτρόνια

2) Σ Θεωρία

3) Λ Αντιστέκεται στο αίτιο που το προκαλεί

4) Σ Από την εξίσωση Compton : $\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e \cdot c} (1 - \sigmaυν\varphi)$

5) Λ Νόμος του Wien : $\lambda_{\max} \cdot T = \sigmaταθερό$

ΘΕΜΑ Β

B1. Η σωστή απάντηση είναι η (α).

Η ένταση της ακτινοβολίας δίνεται από τον τύπο :

$$I = \frac{P}{A} = \frac{\frac{W_\varphi}{t}}{A} = \frac{W_\varphi}{A \cdot t} = \frac{N_\varphi \cdot hf}{A \cdot t} = \left(\frac{N_\varphi}{t}\right) \cdot \frac{hf}{A} \quad (1)$$

Σύμφωνα με την εκφώνηση κάθε φωτόνιο μεταφέρει όλη του την ενέργεια σε ένα ηλεκτρόνιο του μετάλλου και το εξάγει απ' αυτό. Διπλασιάζοντας το πλήθος των φωτονίων

ανά μονάδα χρόνου $\frac{N_\varphi}{t}$ που προσπίπτουν στην κάθοδο διπλασιάζεται κι ο αριθμός των

ηλεκτρονίων που εξέρχονται στη μονάδα χρόνου. Η ένταση του φωτορεύματος δίνεται από

τη σχέση $i = \frac{q}{t} = \frac{N \cdot e}{t}$ και είναι ανάλογη του αριθμού των ηλεκτρονίων που εξέρχονται στη

μονάδα χρόνου, άρα διπλασιάζεται κι αυτή.

Επίσης η συχνότητα κατωφλίου είναι : $f_0 = \frac{\varphi}{h} \Leftrightarrow \varphi = h \cdot f_0$

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση για συχνότητα πρόσπτωσης f έχουμε :

$$K = h \cdot f - \varphi = h \cdot \frac{3}{2} f_0 - h \cdot f_0 = \frac{h \cdot f}{2} \Leftrightarrow K = \frac{h \cdot f}{2} \quad (1)$$

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση για συχνότητα πρόσπτωσης $2f$ έχουμε :

$$K' = h \cdot 2f - \varphi = h \cdot 3f_0 - h \cdot f_0 = 2h \cdot f_0 \Leftrightarrow K' = 2h \cdot f_0 \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) προκύπτει ότι η κινητική ενέργεια των εξερχομένων φωτοηλεκτρικών τετραπλασιάζεται.

B2. Σωστή η (β)

Καθώς ο αγωγός ΚΛ κατέρχεται αναπτύσσεται στα άκρα του τάση από επαγωγή αλλά το κύκλωμα είναι ανοιχτό οπότε δεν υπάρχει ρεύμα. Την στιγμή που κλείνουμε τον διακόπτη το κλειστό κύκλωμα διαρρέεται αμέσως από ρεύμα και ο αγωγός εκτός από το βάρος του δέχεται δύναμη Laplace με φορά αντίθετη της κίνησης.

Με θετική φορά προς τα κάτω η ολική δύναμη που δέχεται ο αγωγός είναι

$$\Sigma F = mg - F_L = mg - B \cdot I \cdot L = mg - B \cdot \frac{B \cdot u \cdot L}{2R} \cdot L = mg - \frac{B^2 \cdot u \cdot L^2}{2R}$$

Με αντικατάσταση της ταχύτητας που έχει ο αγωγός όταν κλείσουμε τον διακόπτη.

$$\Sigma F = mg - \frac{B^2 \cdot \frac{4mg \cdot R}{B^2 \cdot L^2} \cdot L^2}{2R} = mg - 2mg = -mg < 0$$

Ο αγωγός εκτελεί επιβραδυνόμενη κίνηση μέχρι να αποκτήσει οριακή ταχύτητα. Τότε η δύναμη Laplace γίνεται αντίθετη του βάρους του αγωγού.

B3. Σωστή η (γ)

Η αρχική ορμή του Σ1 είναι $p_1 = m \cdot 2u_0 = 2m \cdot u_0$

Η ορμή που μεταφέρεται από το Σ1 στο Σ2 κατά την κρούση είναι :

$$\Delta p_2 = p_2' - p_2 = 3m \cdot u_2' - 3m \cdot u_0$$

Η κρούση είναι κεντρική ελαστική οπότε με σύντομη απόδειξη

$$u_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot u_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \cdot u_2 = \frac{2m}{m + 3m} \cdot 2u_0 + \frac{3m - m}{m + 3m} \cdot u_0 = \frac{3}{2} u_0$$

Η προηγούμενη σχέση γράφεται : $\Delta p_2 = 3m \cdot \frac{3}{2} u_0 - 3m \cdot u_0 = \frac{3}{2} m \cdot u_0$

Το ποσοστό της ορμής του Σ1 που μεταφέρεται στο Σ2 κατά την κρούση είναι ίσο με:

$$\Pi\% = \frac{\Delta p_2}{p_1} \cdot 100\% = \frac{1,5m \cdot u_0}{2m \cdot u_0} \cdot 100\% = 75\%$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του πηνίου :

$$B_3 = \mu_0 \cdot n \cdot I \Leftrightarrow I = \frac{B_3}{\mu_0 \cdot n} \Leftrightarrow I = \frac{8\pi \cdot 10^{-4}}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 10^3} \Leftrightarrow I = 2A.$$

Στο κύκλωμα : $R_{ολ} = R^* \cdot d + R_2 + R_{II} + r = 4 + 2 + 3 + 1 = 10\Omega$

Νόμος του Ohm σε όλο το κύκλωμα : $I = \frac{E}{R_{ολ}} \Leftrightarrow E = I \cdot R_{ολ} \Leftrightarrow E = 2 \cdot 10V \Leftrightarrow E = 20V$

Γ2. Με εφαρμογή του κανόνα του δεξιού χεριού η ένταση του μαγνητικού πεδίου B_2 στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού λόγω του ρεύματος I_2 που τον διαρρέει, έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα ενώ η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο ίδιο σημείο λόγω του ρεύματος I που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό έχει την ίδια διεύθυνση με την ένταση B_2 αλλά αντίθετη φορά.

Για το μέτρο της ολικής έντασης στο σημείο K:

$$B_K = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I}{2a} - \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2\pi I_2}{a} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{4\pi} \cdot \frac{2}{0,1} - \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{4\pi} \cdot \frac{2\pi}{0,1} \Leftrightarrow B_K = 0$$

Γ3. Όταν μεταφέρουμε τον διακόπτη στη θέση (2) κλειστό κύκλωμα αποτελούν το πηνίο με την αντίστασή του και οι αντιστάτες R_1 και R_2 .

Στο πηνίο αναπτύσσεται αμέσως τάση από αυτεπαγωγή $E_{avt} = -L \cdot \frac{di}{dt}$ η οποία

αντιστέκεται στην απότομη μείωση του ρεύματος στο κύκλωμα.

Από την διατήρηση της ενέργειας στο κύκλωμα το ρεύμα από αυτεπαγωγή κάθε χρονική

στιγμή είναι $i = \frac{E_{avt}}{R_{ολ}} \Leftrightarrow i = \frac{L \cdot \frac{di}{dt}}{R_1 + R_2 + R_{II}}$

Την χρονική στιγμή $t=t_1$:

$$i = \frac{0,2 \cdot 45}{9} = 1A \text{ και η ισχύς στον αντιστάτη αντίστασης } R_2 \text{ είναι } P_2 = i^2 \cdot R_2 \Leftrightarrow P_2 = 2W$$

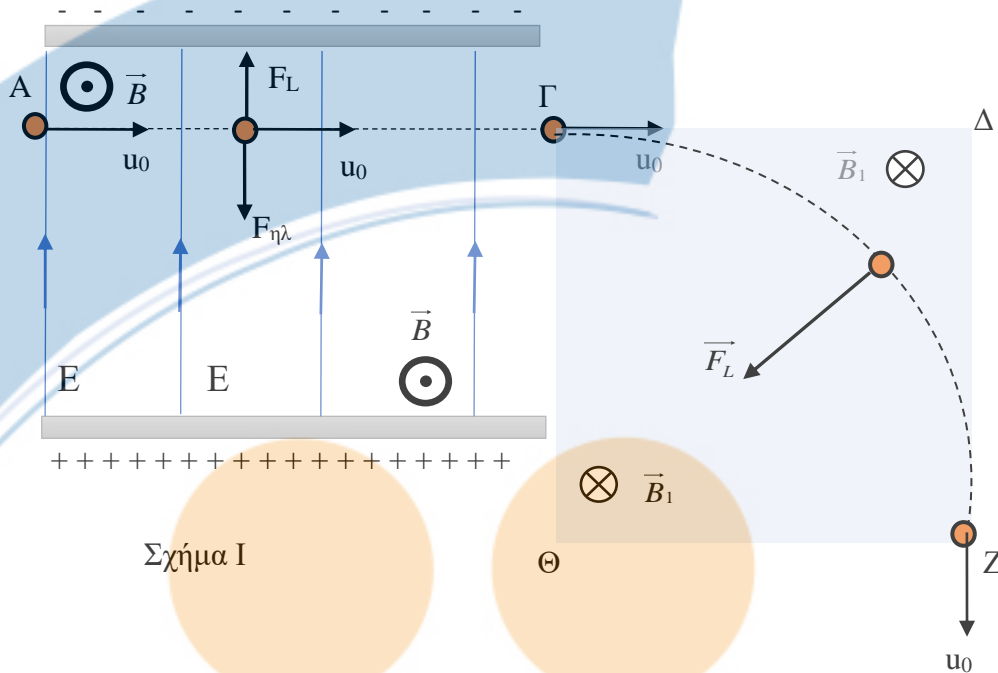
Γ4. Από την διατήρηση της ενέργειας η ζητούμενη θερμότητα είναι ίση με την μείωση της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου στο χρονικό διάστημα από $t=0$ μέχρι $t=t_1$

$$\text{Τη χρονική στιγμή } t=0: U_B = \frac{1}{2} L \cdot I^2 = \frac{1}{2} 0,2 \cdot 2^2 = 0,4J$$

$$\text{Τη χρονική στιγμή } t=t_1: U_B' = \frac{1}{2} L \cdot i^2 = \frac{1}{2} 0,2 \cdot 1^2 = 0,1J$$

$$Q = U_B - U_B' \Leftrightarrow Q = 0,3J$$

ΘΕΜΑ Δ



Σχήμα Ι

Δ1. α) Όταν τα ηλεκτρόνια εισέρχονται στον επιλογέα ταχυτήτων δέχονται δυο δυνάμεις που έχουν την ίδια κατακόρυφη διεύθυνση αλλά αντίθετη φορά, όπως φαίνεται στο σχήμα. Αυτά που διέρχονται ανεπηρέαστα δέχονται αντίθετες δυνάμεις :

$$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow F_{\eta\lambda} - F_L = 0 \Leftrightarrow E \cdot |q| = B \cdot u_0 \cdot |q| \cdot \eta\mu 90^\circ \Leftrightarrow B = \frac{E}{u_0} \Leftrightarrow B = \frac{8 \cdot 10^5}{8 \cdot 10^5} = 1T \Leftrightarrow B = 1T$$

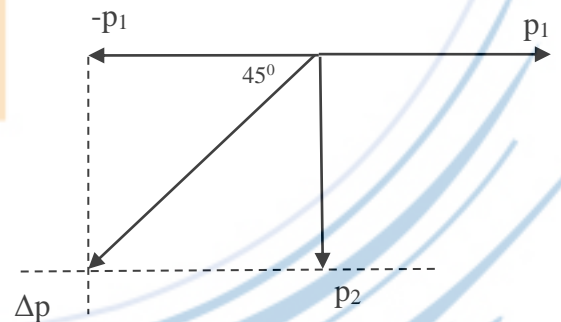
Με εφαρμογή του κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, επειδή η δύναμη Lorentz έχει φορά προς τα πάνω, οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου έντασης B έχουν φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

β) Επειδή τα ηλεκτρόνια ταχύτητας u_0 εξέρχονται στο σημείο Z, η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που διαγράφουν εντός του πεδίου είναι ίση με την πλευρά α του τετραγώνου.

$$\text{Είναι: } R = a = \frac{m \cdot u_0}{B_1 \cdot |q|} = \frac{9 \cdot 10^{-31} \cdot 0,8 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^{-5} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} m \Leftrightarrow a = 15cm$$

Δ2. α) Διανυσματικά $\vec{\Delta p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1 = \vec{p}_2 + (-\vec{p}_1)$ όπου \vec{p}_2 η ορμή ενός ηλεκτρονίου όταν εξέρχεται στο σημείο Z και \vec{p}_1 η ορμή του όταν εισέρχεται στο σημείο Γ. Οι ορμές αυτές έχουν το ίδιο μέτρο

$$p = p_1 = p_2 = m \cdot u_0 = 9 \cdot 10^{-31} \cdot 0,8 \cdot 10^6 = 7,2 \cdot 10^{-25} kg \frac{m}{s}$$



Η μεταβολή της ορμής έχει μέτρο : $\Delta p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = \sqrt{p^2 + p^2} = \sqrt{2p^2} = 7,2 \cdot \sqrt{2} \cdot 10^{-25} \text{ kg } \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Το διάνυσμα της μεταβολής της ορμής σχηματίζει γωνία 45° με την οριζόντια διεύθυνση, όπως φαίνεται στο σχήμα.

β) Η στροφορμή ενός ηλεκτρονίου έχει διεύθυνση την ευθεία που είναι κάθετη στο επίπεδο περιστροφής και η οποία διέρχεται από το σημείο Θ .

Η φορά της στροφορμής είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Το μέτρο της στροφορμής είναι :

$$L = m \cdot u_0 \cdot r = m \cdot u_0 \cdot a = 9 \cdot 10^{-31} \cdot 0,8 \cdot 10^6 \cdot 15 \cdot 10^{-2} = 10,8 \cdot 10^{-27} \text{ kg } \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Δ3. Ένα ηλεκτρόνιο ταχύτητας u_0 που εξέρχεται από το σημείο M διαγράφει ημικύκλιο εντός του μαγνητικού πεδίου με διάμετρο τροχιάς $\Gamma M = \alpha/2$ οπότε η ακτίνα της κυκλικής του τροχιάς είναι $\alpha/4$. Για την νέα τιμή της έντασης του μαγνητικού πεδίου B_1 έχουμε :

$$R = \frac{\alpha}{4} = \frac{m \cdot u_0}{B_1 \cdot |q|} \Leftrightarrow B_1 = \frac{4m \cdot u_0}{\alpha \cdot |q|} \Leftrightarrow B_1 = \frac{4 \cdot 9 \cdot 10^{-31} \cdot 0,8 \cdot 10^6}{1,5 \cdot 10^{-1} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} T \Leftrightarrow B_1 = 12 \cdot 10^{-5} T$$

$$\Delta 4. \text{ Είναι } K_2 = \frac{1}{2} m \cdot u_0^2 = \frac{1}{2} 9 \cdot 10^{-31} \cdot (0,8 \cdot 10^6)^2 = 9 \cdot 0,32 \cdot 10^{-19} J = \frac{0,9 \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} J}{1,6 \cdot 10^{-19} \frac{J}{eV}} = 1,8 eV$$

Εφαρμόζουμε ΘΜΚΕ για ένα ηλεκτρόνιο το οποίο εξέρχεται από την κάθοδο με κινητική ενέργεια K_1 και φτάνει στην κάθοδο με K_2

$$W_{K \rightarrow A}^F = K_2 - K_1 \Leftrightarrow q \cdot (V_K - V_A) = K_2 - K_1 \Leftrightarrow -e \cdot 2V = 1,8 eV - K_1 \Leftrightarrow K_1 = 3,8 eV$$

Δ5. Από την εκφώνηση η συχνότητα κατωφλίου είναι $f_0 = \frac{1}{2} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

Για το έργο εξαγωγής του μετάλλου έχουμε :

$$K_e = hf - \varphi \Leftrightarrow 0 = hf_0 - \varphi \Leftrightarrow \varphi = hf_0 \Leftrightarrow \varphi = 6,4 \cdot 10^{-34} \cdot 0,5 \cdot 10^{15} = 3,2 \cdot 10^{-19} J \Leftrightarrow$$

$$\varphi = \frac{3,2 \cdot 10^{-19} J}{1,6 \cdot 10^{-19} J / eV} = 2 eV$$

Πάλι από την φωτοηλεκτρική εξίσωση :

$$K_1 = E_\varphi - \varphi \Leftrightarrow E_\varphi = K_1 + \varphi = 3,8 eV + 2 eV \Leftrightarrow E_\varphi = 5,8 eV$$