

ΘΕΜΑ Α

Σε κάθε μία από τις επόμενες ερωτήσεις **A1 έως A4** να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

A1. Στην πειραματική διάταξη του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, η κινητική ενέργεια με την οποία τα φωτοηλεκτρόνια φτάνουν στην άνοδο αυξάνεται όταν αυξάνεται:

- α. Το έργο εξαγωγής του μετάλλου.
- β. Το μήκος κύματος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
- γ. Η ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.
- δ. Η διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου-καθόδου.

A2. Σε μία χορδή έχει σχηματιστεί στάσιμο κύμα. Η μικρότερη απόσταση ανάμεσα σε δυο κοιλίες με διαφορά φάσης μηδέν είναι:

- α. 2λ
- β. λ
- γ. $\frac{\lambda}{2}$
- δ. $\frac{\lambda}{4}$

A3. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Όταν η επιτάχυνση και η ταχύτητα του σώματος είναι ομόρροπες τότε:

- α. Το σώμα απομακρύνεται από τη θέση ισορροπίας.
- β. Αυξάνεται το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της ορμής του.
- γ. Αυξάνεται η κινητική του ενέργεια.
- δ. Αυξάνεται η ενέργεια της ταλάντωσης.

A4. Η δύναμη Lorentz που δέχεται ένα κινούμενο φορτισμένο σωματίδιο μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο:

- α. Είναι ανεξάρτητη από τη διεύθυνση κίνησης του σωματιδίου σε σχέση με τις δυναμικές γραμμές του πεδίου.
- β. Είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του σωματιδίου.
- γ. Παράγει έργο.
- δ. Μεταβάλλει πάντα το μέτρο της ταχύτητας του σωματιδίου.

Μονάδες 20

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στην κόλλα σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

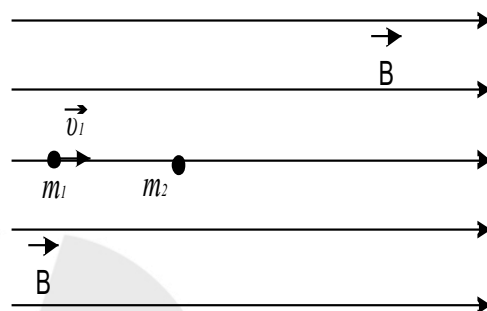
- α. Τα διαμήκη όπως και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται τόσο στην ύλη όσο και στο κενό.
- β. Η $H \cdot E \cdot \Delta$ από αυτεπαγωγή σε ένα πηνίο έχει μέτρο ανάλογο της έντασης του ρεύματος που το διαρρέει.
- γ. Η διαφορά φάσης δύο σημείων του ελαστικού μέσου στο οποίο έχει διαδοθεί τρέχον κύμα παραμένει χρονικά σταθερή.

ΜΕΘΟΔΙΚΟ

- δ. Ένα ηλεκτρόνιο εισέρχεται με ορμή p μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το μήκος κύματος de Broglie θα μεταβληθεί ανάλογα με τον αν η κίνηση γίνεται ομόρροπα ή αντίρροπα στις δυναμικές γραμμές.
- ε. Σε ένα μέλαν σώμα το μήκος κύματος αιχμής λ_{max} αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος.

Μονάδες 5

B1. Στοιχειώδες σωματίδιο (1) μάζας $m_1 = m$ και φορτίου q κινείται με ταχύτητα v_1 παράλληλα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης \vec{B} , όπως φαίνεται στο σχήμα. Το σωματίδιο (1) σκεδάζεται πλάγια και ελαστικά από ακίνητο στοιχειώδες σωματίδιο (2) μάζας $m_2 = 2m$, επίσης φορτίου q . Αμέσως μετά τη σκέδαση το σωματίδιο (1) εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση με ακτίνα R_1 , ενώ το σωματίδιο (2) εκτελεί ελικοειδή κίνηση με ακτίνα R_2 , περίοδο T και βήμα β .



I. Ο λόγος $\frac{R_1}{R_2}$ είναι ίσος με:

- α. 1
β. $\sqrt{2}$
γ. 2

A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

II. Αν σε χρόνο T το σωματίδιο (2) διανύει διάστημα S , τότε ο λόγος $\frac{\beta}{S}$ είναι ίσος με:

- α. $\frac{1}{2}$
β. $\frac{\sqrt{2}}{2}$
γ. $\frac{\sqrt{3}}{2}$

A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

B2. Διαθέτουμε δύο συσκευές μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

Η πρώτη έχει στην επιφάνεια της καθόδου της επίστρωση από αλκαλιμέταλλο A και η δεύτερη αντίστοιχα επίστρωση από αλκαλιμέταλλο B . Δίνεται ότι $f_B = 2f_A$, όπου f_A και f_B οι συχνότητες κατωφλίου για τα αλκαλιμέταλλα A και B αντίστοιχα. Φωτόνια ορμής μέτρου p προσπίπτουν στην κάθοδο του αλκαλιμετάλλου A οπότε η τάση αποκοπής είναι V_o . Φωτόνια ορμής μέτρου $2p$ προσπίπτουν στην κάθοδο του αλκαλιμετάλλου B οπότε η τάση αποκοπής είναι V_o' . Η σχέση που συνδέει τις τάσεις αποκοπής V_o και V_o' είναι:

- α. $V_o' = V_o$
β. $V_o' = 2V_o$

γ. $V_{o'} = \frac{V_o}{2}$

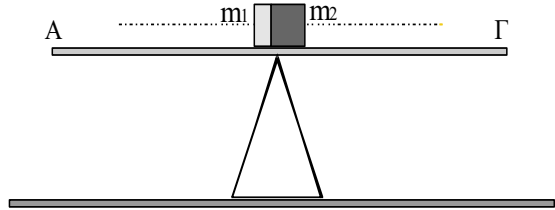
A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

B3.I. Ομογενής δοκός (ΑΓ) ισορροπεί οριζόντια με τη βοήθεια στηρίγματος που έρχεται σε επαφή με αυτή στο μέσον της. Στο ίδιο σημείο πάνω στη δοκό ισορροπεί μία βόμβα μάζας $m_1 + m_2$. Δίνεται ότι $m_1 < m_2$. Με μία ακαριαία έκρηξη η βόμβα χωρίζεται σε δύο θραύσματα με μάζες m_1 και m_2 που αμέσως μετά την έκρηξη κινούνται οριζόντια και αντίρροπα πάνω στη δοκό χωρίς τριβές. Η δοκός:



- α. Αμέσως μετά την έκρηξη θα περιστραφεί προς το μέρος του θραύσματος μάζας m_2 αφού $m_1 < m_2$.
- β. Αμέσως μετά την έκρηξη θα περιστραφεί προς το μέρος του θραύσματος μάζας m_1 γιατί αυτό έχει μεγαλύτερη ταχύτητα από το θραύσμα μάζας m_2 .
- γ. Θα ισορροπεί για όσο χρόνο και τα δύο θραύσματα κινούνται πάνω σε αυτή.

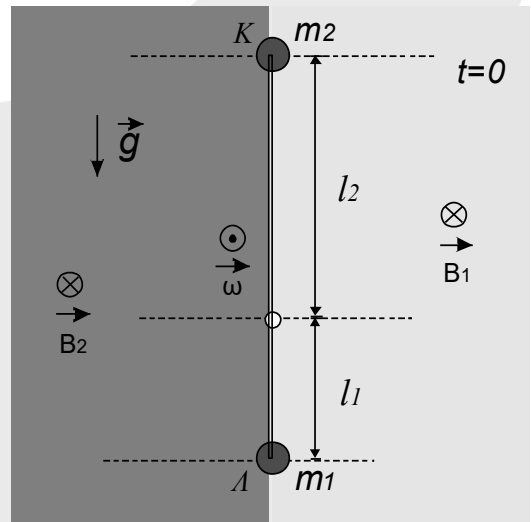
A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

B3.II. Στα άκρα μιας κατακόρυφης μεταλλικής ράβδου (ΚΛ) αμελητέας μάζας έχουμε στερεώσει μικρά σφαιρίδια με μάζες m_1 και m_2 . Το σύστημα ράβδος σφαιρίδια είναι αρχικά ακίνητο και μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές γύρω από ένα σταθερό οριζόντιο άξονα που απέχει από τα σφαιρίδια με μάζες m_1 και m_2 αποστάσεις l_1 και l_2 αντίστοιχα. Εκατέρωθεν του άξονα της ράβδου υπάρχουν δύο οριζόντια ομογενή μαγνητικά πεδία με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα με μέτρα B_1 και B_2 όπως φαίνεται στο σχήμα. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ δίνουμε στο σύστημα γωνιακή ταχύτητα ω με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη, οπότε αρχίζει να περιστρέφεται ομαλά σε κατακόρυφο επίπεδο. Αν γνωρίζουμε ότι η επαγόμενη Η.Ε.Δ. στα άκρα της ράβδου (ΚΛ) είναι μηδενική μέχρι το σύστημα να εκτελέσει μισή περιστροφή, ισχύει:



- α. $\frac{B_1}{B_2} = \frac{m_1}{m_2}$
- β. $\frac{B_1}{B_2} = \left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2$
- γ. $\frac{B_1}{B_2} = \left(\frac{m_1}{m_2}\right)^3$

A. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 1

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 4

ΘΕΜΑ Γ

Μια πηγή O ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, αρχίζει τη χρονική στιγμή $t = 0$ να εκπέμπει ηλεκτρομαγνητικά κύματα, χωρίς αρχική φάση, τα οποία διαδίδονται στον αέρα με ταχύτητα $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Η ακτινοβολία φωτίζει κατάλληλα μεταλλική επιφάνεια για τη πραγματοποίηση πειράματος φωτοηλεκτρικού φαινομένου με τη συνιστώσα του ηλεκτρικού πεδίου του κύματος να είναι της μορφής:

$$E = 6 \cdot 10^{-2} \eta \mu 2\pi (ft - x/\lambda)$$

Η τιμή του μέτρου της ορμής των προσπίπτοντων φωτονίων, $p_0 = 1,65 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg m}}{\text{s}}$, είναι η ελάχιστη δυνατή ώστε να εξέρχονται φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο.

Η σταθερά Planck έχει τιμή $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.

Γ1. Να υπολογιστεί το έργο εξαγωγής του μετάλλου σε Joule.

Μονάδες 3

Γ2. Να γραφεί η συνάρτηση $B = B(x, t)$ για τη συνιστώσα του μαγνητικού πεδίου του ηλεκτρομαγνητικού κύματος.

Μονάδες 4

Στη συνέχεια τα εξερχόμενα ηλεκτρόνια αφού επιταχυνθούν σε ηλεκτρικό πεδίο προσκρούουν σε μεταλλικό στόχο παράγοντας φωτόνια ακτίνων X. Η μονοχρωματική ακτινοβολία X που παράγεται με μήκος κύματος $\lambda = 2\lambda_c$, όπου $\lambda_c = \frac{h}{m_e \cdot c}$ προσπίπτει σε λεπτή επιφάνεια γραφίτη όπου σκεδάζεται από πρακτικά ακίνητα ηλεκτρόνια. Κατά τη σκέδαση η εκατοστιαία μεταβολή του μέτρου της ορμής του φωτονίου είναι $\pi\% = -50\%$. Να υπολογίσετε:

Γ3. Τη γωνία φ που σχηματίζουν οι κατευθύνσεις του σκεδαζόμενου και του προσπίπτοντος φωτονίου.

Μονάδες 3

Γ4.

α. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής του φωτονίου κατά τη σκέδαση.

Μονάδες 4

β. Την κινητική ενέργεια του ηλεκτρονίου μετά τη σκέδαση.

Μονάδες 3

γ. Να δείξετε ότι το μήκος κύματος de Broglie που έχει το ηλεκτρόνιο μετά τη σκέδασή του δίνεται από τη σχέση $\lambda_e = \frac{4h}{3m_e c}$.

Μονάδες 3

Γ5. Μετά τη σκέδαση το ηλεκτρόνιο επιβραδύνεται σε ισχυρό ηλεκτρικό πεδίο αποκτώντας ταχύτητα πολύ μικρότερη της ταχύτητας του φωτός και μήκος κύματος de Broglie $\lambda'_e = \frac{100\lambda_e}{\pi}$. Αν σε σχετικό πείραμα η αβεβαιότητα στη μέτρηση της θέσης του βρέθηκε ίση με λ'_e να υπολογιστεί η ελάχιστη αβεβαιότητα στη μέτρηση της ταχύτητάς του.

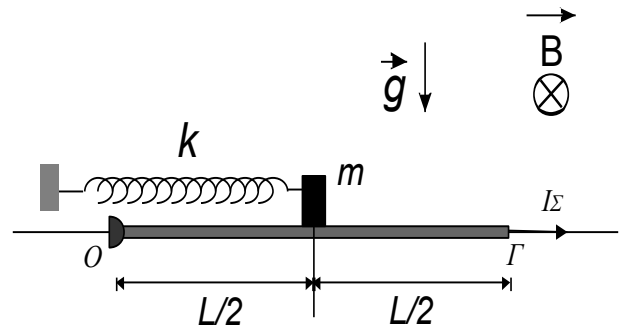
Μονάδες 5

ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Για τις πράξεις στα ερωτήματα Γ4.Ι και Γ4.ΙΙ, δίνεται $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

ΘΕΜΑ Δ

Μια οριζόντια αβαρής μεταλλική ράβδος ($ΟΓ$) μήκους $l = 0,5 \text{ m}$, είναι αρθρωμένη στο αριστερό της άκρο ($Ο$). Πάνω από το μέσον της είναι ακίνητο σώμα μικρών διαστάσεων μάζας $m = 0,1 \text{ kg}$ το οποίο έχει συνδεθεί με οριζόντιο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k = 40 \text{ N/m}$ με το άλλο άκρο του να έχει στερεωθεί σε ακλόνητο τοίχο. Το μικρό σώμα μπορεί να κινείται πάνω στη ράβδο χωρίς τριβές και είναι ηλεκτρικά μονωμένο με αυτή. Η ράβδος διαρρέεται από σταθερό συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_{\Sigma} = 2 \text{ A}$ με φορά όπως στο σχήμα και για να διατηρείται σε οριζόντια θέση βρίσκεται εντός ενός οριζόντιου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου B με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



Δ1. Να βρεθεί το μέτρο B της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, θέτουμε το μικρό σώμα σε οριζόντια απλή αρμονική ταλάντωση χωρίς αρχική φάση, πλάτους $A = L/2$ με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Ταυτόχρονα διαβιβάζουμε στη ράβδο και δεύτερο ρεύμα που είναι εναλλασσόμενο με χρονική εξίσωση έντασης της μορφής $i_E = I \cdot \eta \mu \omega t$. Παρατηρούμε ότι η ράβδος συνεχίζει να διατηρείται οριζόντια και ακίνητη.

Δ2. Να βρεθεί η ενεργός ένταση και η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος i_E .

Μονάδες 6

Δ3. Αν γνωρίζουμε ότι σε χρονικό διάστημα Δt λόγω του φαινομένου *Joule* παράγει συνολικά στη μεταλλική ράβδο ($ΟΓ$) θερμότητα $Q = 3 \text{ J}$ να βρεθούν τα ποσά θερμότητας Q_{Σ} και Q_E που οφείλονται στα ρεύματα i_E και i_{Σ} αντίστοιχα, αν ξέρουμε ότι ισχύει $Q = Q_{\Sigma} + Q_E$.

Μονάδες 7

Δ4. Να βρεθεί η χρονική στιγμή που για πρώτη φορά μετά την έναρξη της ταλάντωσης του μικρού σώματος οι δυνάμεις που η ράβδος δέχεται από την άρθρωση και από το μαγνητικό πεδίο είναι ίσες.

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Μονάδες 6

ΜΕΘΟΔΙΚΟ



Υπολογισμός Μορίων Πανελλαδικών 2026

Χρησιμοποιήστε την Εφαρμογή για να **υπολογίσετε Μόρια** για κάθε Πανεπιστημιακό Τμήμα / Σχολή!

Υπολογίστε Μόρια, δείτε τα **Τμήματα Επιτυχίας** (με τις περσινές βάσεις), τις **Ελάχιστες Βάσεις Εισαγωγής** για κάθε Ειδικό Μάθημα και για κάθε Πανεπιστημιακό Τμήμα

μέσα από την [ιστοσελίδα του ΜΕΘΟΔΙΚΟΥ](#) ή την **Android Εφαρμογή: [mobile app](#)**

Ενδεικτικές Απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α

- A1. δ. A2. β. A3. γ. A4. β.
A5. α. Λάθος
β. Λάθος
γ. Σωστό
δ. Λάθος
ε. Λάθος

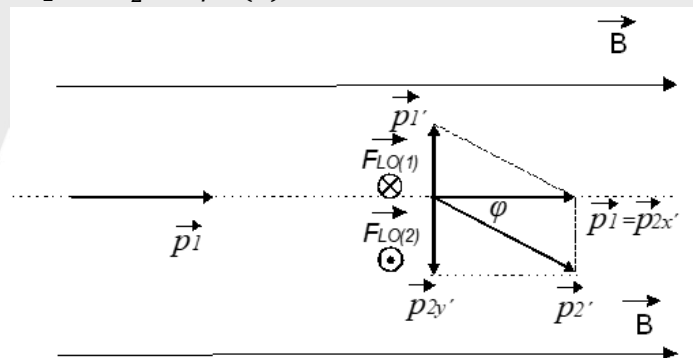
ΘΕΜΑ Β

B1. Ι. Σωστή απάντηση: α.

Εφόσον η κίνηση που εκτελεί το σωματίδιο (1) μετά τη σκέδαση είναι ομαλή κυκλική αυτό σημαίνει ότι φεύγει κάθετα στην αρχική διεύθυνση κίνησής του. Έτσι η ταχύτητά του v'_1 θα γίνει γραμμική ταχύτητα της ομαλής κυκλικής κίνησης και η F_{LO} θα είναι κάθετη στην ταχύτητα με κατεύθυνση από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Εφαρμόζοντας την Α.Δ.Ο. στον $x'x$ έχουμε:

$$mv_1 = 2mv'_2 \sin \varphi \Rightarrow v_1 = 2v'_2 \sin \varphi \quad (1)$$



Εφαρμόζοντας την Α.Δ.Ο. στον $y'y$ έχουμε:

$$mv'_1 = 2mv'_2 \eta \mu \varphi \Rightarrow v'_1 = 2v'_2 \eta \mu \varphi \quad (2)$$

ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Η συνιστώσα ταχύτητας $v_2 \eta \mu \varphi$ είναι με τη σειρά της η γραμμική ταχύτητα της ομαλής κυκλικής κίνησης (τμήμα της ελικοειδούς κίνησης) που θα εκτελέσει το σωματίδιο (2). Ο λόγος $\frac{R_1}{R_2}$ είναι ίσος με:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{mv'_1}{Bq}}{\frac{2mv'_2 \eta \mu \varphi}{Bq}}$$

η οποία λόγω της (2) δίνει:

$$\frac{R_1}{R_2} = 1$$

B1. II. Σωστή απάντηση: γ.

Παρατηρώντας το σχήμα της διανυσματικής εφαρμογής της Α.Δ.Ο. διακρίνουμε:

$$p_2'^2 = p_1^2 + p_1'^2 \Rightarrow (m_2 v_2')^2 = (m_1 v_1)^2 + (m_1 v_1')^2$$

επειδή $m_2 = 2m_1$ έχουμε:

$$4v_2'^2 = v_1^2 + v_1'^2 \quad (3)$$

Η κρούση όμως είναι ελαστική, άρα διατηρείται η κινητική ενέργεια του συστήματος.

$$K_1 = K_1' + K_2' \Rightarrow v_1^2 = v_1'^2 + 2v_2'^2 \quad (4)$$

Το σύστημα των (3) & (4) δίνει:

$$|v_1| = \sqrt{3} v_2'$$

και:

$$|v_1'| = |v_2'|$$

Άρα:

$$\sigma \nu \nu \varphi = \frac{|p_1|}{|p_2'|} \Rightarrow \sigma \nu \nu \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ και } \varphi = 30^\circ$$

Τέλος:

$$\frac{\beta}{S} = \frac{v'_{2x} T}{v'_2 T} = \frac{v'_{2x}}{v'_2} = \sigma \nu \nu \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

B2. Σωστή απάντηση: β.

Αφού f_A η συχνότητα κατωφλίου για το αλκαλιμέταλλο A και f_B η συχνότητα κατωφλίου για το αλκαλιμέταλλο B , ισχύει:

$f_A = \frac{\varphi_A}{h}$ και $f_B = \frac{\varphi_B}{h}$ όπου φ_A και φ_B τα έργα εξαγωγής για τις επιφάνειες των μετάλλων A και B . Καθώς $f_A = 2f_B$ έχουμε $\varphi_A = 2\varphi_B$ (1)

Για τα φωτόνια ορμής p , μήκους κύματος λ_1 και συχνότητας f_1 που προσπίπτουν στη διάταξη του μετάλλου A έχουμε:

$$p = \frac{h}{\lambda_1} = h \cdot \frac{f_1}{c} \Rightarrow f_1 = p \cdot \frac{c}{h}$$

Για τα φωτόνια ορμής $2p$, μήκους κύματος λ_2 και συχνότητας f_2 που προσπίπτουν στη διάταξη του μετάλλου B έχουμε:

$$2p = \frac{h}{\lambda_2} = h \cdot \frac{f_2}{c} \Rightarrow f_2 = 2p \cdot \frac{c}{h}$$

Επομένως: $f_2 = 2f_1$ (2)

ΜΕΘΟΔΙΚΟ

Έστω K_A η μέγιστη κινητική ενέργεια των εξερχόμενων φωτοηλεκτρονίων από την μεταλλική επίστρωση A . Αν μεταξύ ανόδου και καθόδου της συσκευής εφαρμόσουμε τάση αποκοπής V_o τα φωτοηλεκτρόνια φτάνουν στην άνοδο με μηδενική κινητική ενέργεια. Για να υπολογίσουμε την τάση αποκοπής V_o εφαρμόζουμε το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας (Θ.Μ.Κ.Ε.) για την κίνηση των ηλεκτρονίων ανάμεσα στην άνοδο και την κάθοδο.

$$\Delta K = W_{F\eta\lambda} \Rightarrow 0 - K_A = -|q_e| \cdot V_o$$

όπου q_e το φορτίο των φωτοηλεκτρονίων.

Άρα:

$$V_o = \frac{K_A}{|q_e|}$$

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση Einstein:

$$V_o = \frac{h \cdot f_1 - \varphi_A}{|q_e|}$$

Αντίστοιχα, η τάση αποκοπής V'_o για την τα ηλεκτρόνια που εξέρχονται από την μεταλλική επίστρωση B είναι:

$$V'_o = \frac{h \cdot f_2 - \varphi_B}{|q_e|}$$

Με τη βοήθεια των σχέσεων (1) και (2) έχουμε:

$$V'_o = \frac{h \cdot 2f_1 - 2\varphi_A}{|q_e|} = 2 \frac{h \cdot f_1 - \varphi_A}{|q_e|} \Rightarrow V'_o = 2V_o$$

B3. I. Σωστή απάντηση: γ.

Από την Αρχή Διατήρησης της Ορμής για τη διάσπαση της βόμβας έχουμε:

$$0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \Rightarrow \vec{p}_1 = -\vec{p}_2 \Rightarrow m_1|v_1| = m_2|v_2|$$

Η συνισταμένη ροπή ως προς το κέντρο της δοκού θα είναι:

$$\Sigma \tau = w_1x_1 - w_2x_2 = m_1g|v_1|t - m_2g|v_2|t = (m_1|v_1| - m_2|v_2|)gt = 0$$

Επομένως για όσο χρονικό διάστημα και τα δύο σώματα βρίσκονται πάνω στη δοκό αυτή θα ισορροπεί.

B3. II. Σωστή απάντηση: β.

Όταν το σύστημα ράβδος σφαιρίδια στραφεί κατά γωνία φ με $0 < \varphi < \pi$ και εφόσον στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα θα ισχύει:

$$\Sigma \tau_{(0)} = 0 \Rightarrow w_2l_2\eta\mu\varphi = w_1l_1\eta\mu\varphi \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{l_2}{l_1} \quad (1)$$

Επιπλέον:

$$V_{K\Lambda} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}B_2\omega l_2^2 = \frac{1}{2}B_1\omega l_1^2 \Rightarrow B_2l_2^2 = B_1l_1^2 \Rightarrow \frac{B_1}{B_2} = \left(\frac{l_2}{l_1}\right)^2 \quad (2)$$

Από (1) και (2):

$$\frac{B_1}{B_2} = \left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2$$

ΜΕΘΟΔΙΚΟ

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Εφόσον η ορμή του φωτονίου είναι η ελάχιστη δυνατή για την πραγματοποίηση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου, ελάχιστη θα είναι και η ενέργεια του και θα αντιστοιχεί ακριβώς στο έργο εξαγωγής του ηλεκτρονίου.

Γ2. Ισχύει:

$$p_0 = \frac{h}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{h}{p_0} \Rightarrow \lambda_0 = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Επίσης,

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = \frac{3}{4} \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Ενώ:

$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{6 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 10^8} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ T}$$

Άρα:

$$B = 2 \cdot 10^{-10} \cdot \eta\mu 2\pi \left(\frac{3}{4} \cdot 10^{15} t - \frac{x}{4 \cdot 10^{-7}} \right) \quad \text{S.I.}$$

Γ3. Αρχικά:

$$p' = \frac{50}{100} p \Rightarrow \frac{h}{\lambda'} = \frac{1}{2} \cdot \frac{h}{\lambda} \Rightarrow \lambda' = 2\lambda = 4\lambda_c$$

Από τον τύπο Compton θα είναι:

$$\lambda' - \lambda = \lambda_c (1 - \cos\varphi) \Rightarrow 2\lambda_c = \lambda_c (1 - \cos\varphi) \Rightarrow \cos\varphi = -1$$

γωνία σκέδασης 180° .

Γ4.

α. $|\Delta \vec{p}_x| = |\vec{p}_{\lambda'} - \vec{p}_\lambda| = \left| -\frac{h}{4\lambda_c} - \frac{h}{2\lambda_c} \right| = \frac{3}{4} \cdot \frac{h}{\lambda_c} = \frac{3}{4} m_e c = \frac{81}{4} \cdot 10^{-23} \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

β. $K_e = \frac{h_c}{2\lambda_c} - \frac{h_c}{4\lambda_c} = \frac{h_c}{4\lambda_c} = \frac{1}{4} m_e c^2 = \frac{81}{4} \cdot 10^{-15} \text{ J}$

γ. Η Α.Δ.Ο. δίνει ορμή για το ηλεκτρόνιο μετά την αλληλεπίδραση ίση κατά μέτρο με τη μεταβολή της ορμής του φωτονίου.

$$P_e = \frac{3}{4} m_e c \Rightarrow \frac{h}{\lambda_e} = \frac{3}{4} m_e c \Rightarrow \lambda_e = \frac{4h}{3m_e c}$$

Γ5. Η σχέση απροσδιοριστίας δίνει:

$$\Delta p_e \cdot \Delta x \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow m_e \cdot \Delta v \cdot \frac{100}{\pi} \cdot \frac{4h}{3m_e c} \geq \frac{h}{2\pi} \Rightarrow \Delta v \geq \frac{3c}{800}$$

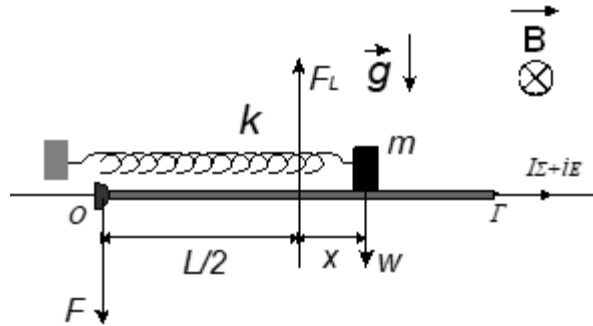
με ελάχιστη τιμή απροσδιοριστίας την $\Delta v = \frac{3c}{800} \text{ m/s}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από την ισορροπία της ράβδου έχουμε:

$$\begin{aligned} \Sigma \tau(O) = 0 &\Rightarrow \tau_{F_L} - \tau_W = 0 \Rightarrow F_L \frac{L}{2} = mg \frac{L}{2} \Rightarrow F_L = mg \Rightarrow B I_\Sigma L = mg \Rightarrow \\ B &= \frac{mg}{I_\Sigma L} \Rightarrow B = 1 \text{ T} \end{aligned}$$

ΜΕΘΟΔΙΚΟ



Δ2. Εφόσον η ράβδος συνεχίζει να ισορροπεί:

$$\Sigma \tau(O) = 0 \Rightarrow$$

$$\tau_{F_L} - \tau_W = 0 \Rightarrow$$

$$B(I_\Sigma + i_E)L \frac{L}{2} = mg \left(\frac{L}{2} + x \right) \Rightarrow$$

$$BI_\Sigma L + Bi_E L = mg \left(1 + \frac{2x}{L} \right) \Rightarrow$$

$$BI_\Sigma L + Bi_E L = mg + \frac{2mg}{L} x \Rightarrow$$

$$Bi_E L = \frac{2mg}{L} x \Rightarrow$$

$$i_E = \frac{2mg}{BL^2} x$$

Από την Απλή Αρμονική Ταλάντωση έχουμε:

$$x = A \eta \mu \sqrt{\frac{k}{m}} t$$

Οπότε για τη συνάρτηση της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος προκύπτει:

$$i_E = \frac{2mg}{BL^2} A \eta \mu \sqrt{\frac{k}{m}} t$$

και για $A = \frac{L}{2}$ έχουμε:

$$i_E = \frac{mg}{BL} \eta \mu \sqrt{\frac{k}{m}} t \Rightarrow i_E = 2 \eta \mu 20 t \text{ (S.I.)}$$

Για την ενεργό ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος έχουμε:

$$I_{E\nu} = \frac{I}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} A$$

με συχνότητα:

$$f = \frac{10}{\pi} \text{ Hz}$$

Δ3. Είναι:

$$Q = Q_\Sigma + Q_E \Rightarrow 3J = Q_\Sigma + Q_E$$

με:

$$Q_\Sigma = I_\Sigma^2 R \Delta t$$

ΜΕΘΟΔΙΚΟ

και:

$$Q_E = I_{\epsilon\nu}^2 R \Delta t$$

οπότε:

$$\frac{Q_\Sigma}{Q_E} = \left(\frac{I_\Sigma}{I_{\epsilon\nu}}\right)^2 \Rightarrow \frac{Q_\Sigma}{Q_E} = 2 \Rightarrow Q_\Sigma = 2Q_E$$

Συνδυάζοντας τις παραπάνω σχέσεις βρίσκουμε:

$$Q_\Sigma = 2J \text{ και } Q_E = 1J$$

Δ4. Από την ισορροπία της ράβδου (ΟΓ) παίρνουμε:

$$\Sigma\tau(O) = 0 \Rightarrow$$

$$\tau_{F_L} - \tau_W = 0 \Rightarrow$$

$$F_L \frac{L}{2} = mg \left(\frac{L}{2} + x\right) \Rightarrow$$

$$F_L = w \left(1 + \frac{2x}{L}\right)$$

Επιπλέον:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F + F_L - W = 0 \Rightarrow F + F_L = W$$

Όμως:

$$F = F_L$$

Οπότε:

$$2F_L = W \Rightarrow$$

$$F_L = \frac{W}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{w}{2} = w \left(1 + \frac{2x}{L}\right) \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2} = \left(1 + \frac{2x}{L}\right) \Rightarrow$$

$$-\frac{1}{2} = \frac{2x}{L} \Rightarrow$$

$$x = -\frac{L}{4} \Rightarrow$$

$$\frac{L}{2} \eta \mu \omega t = -\frac{L}{4} \Rightarrow$$

$$\eta \mu \omega t = -\frac{1}{2}$$

1η λύση:

$$20t = 2k\pi - \frac{\pi}{6} \quad (v > 0, \text{ απορρίπτεται})$$

2η λύση:

$$20t = 2k\pi + \frac{7\pi}{6} \quad (v < 0, \text{ δεκτή})$$

Για 1η φορά $k = 0$:

$$t = \frac{7\pi}{120} \text{ sec}$$

