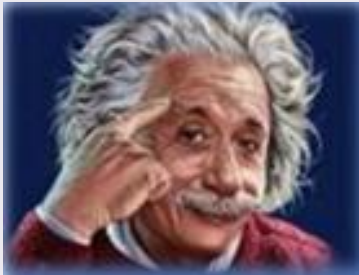


ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ



**GOOD
LUCK
WITH
EXAM
RESULTS**

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ

Α2. β

Α3. α

Α4. γ

Α5.

α. Σωστό

β. Σωστό

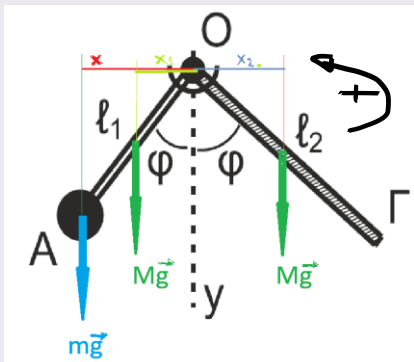
γ. Λάθος

δ. Λάθος

ε. Σωστό

ΘΕΜΑ Β**B1.** Αρχικά $L = 3\lambda_1/4$ Μετά την αλλαγή της περιόδου $L = 5\lambda_2/4$ Άρα $3\lambda_1/4 = 5\lambda_2/4 \xRightarrow{\lambda = uT} 3T_1 = 5T_2$ ή $T_1/T_2 = 5/3$

Σωστή η (iii)

B2. Αρχικά $F = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2}{r} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I \cdot 2I}{r} = \frac{\mu_0 I^2}{\pi r} \quad (1)$ Μετά τις αλλαγές $F_2 = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I_1 I_2'}{r+d} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I \cdot 4I}{3r/2} = \frac{\mu_0}{\pi} \frac{4I^2}{r} \quad (2)$ Άρα $\frac{F_1}{F_2} = \frac{\mu_0 I^2 / \pi r}{\mu_0 4I^2 / 3r} = \frac{3}{4} \quad (i)$ **B3.**

$$\begin{aligned} \sum \tau_O &= 0 \\ \therefore \tau_{mg} + \tau_{Mg_1} &= \tau_{Mg_2} \\ mgx + Mg x_1 &= Mg x_2 \\ \frac{M}{2} l_1 \sin \phi + M \frac{l_1}{2} \sin \phi &= M \frac{l_2}{2} \sin \phi \\ 2l_1 &= l_2 \rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{1}{2} \quad (ii) \end{aligned}$$

ΘΕΜΑ Γ**Γ1.** Για το φαινόμενο Compton:

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_c(1 - \cos\phi)$$

Για $\phi = 180^\circ$ και $\cos 180^\circ = -1$:

$$\lambda' - \lambda = \lambda_c(1 + 1) = 2\lambda_c$$

$$\text{Δίνεται: } \lambda = 8\lambda_c$$

$$\text{Άρα: } \lambda' = 8\lambda_c + 2\lambda_c \text{ άρα } \lambda' = 10\lambda_c = 10 h/m_e c = 10hc/mc^2 = \frac{10 \cdot 1200 \text{ eV} \cdot nm}{5 \cdot 10^5 \text{ eV}} = 2.4 \cdot 10^{-2} nm = 2.4 \cdot 10^{-11} m$$

Γ2. Η ενέργεια φωτονίου:

$$E = hf \text{ ή } E = hc/\lambda$$

Προσπίπτον φωτόνιο

$$E\phi = hc/8\lambda_c \text{ Επειδή } \lambda_c = h/m_e c \text{ προκύπτει: } E\phi = \frac{hc}{8h \frac{m_e c}{h}} \rightarrow E\phi = m_e c^2/8$$

Σκεδαζόμενο φωτόνιο

$$E\phi' = hf' \text{ ή } E\phi' = hc/\lambda'$$

$$\text{Επειδή } \lambda' = 10\lambda_c \text{ και } \lambda_c = h/m_e c, E\phi' = hc/10\lambda_c \rightarrow E\phi' = m_e c^2/10$$

Κινητική ενέργεια ηλεκτρονίου

Από διατήρηση ενέργειας:

$$E\phi = E\phi' + K_{\eta\lambda} \rightarrow K_{\eta\lambda} = E\phi - E\phi' \rightarrow K_{\eta\lambda} = m_e c^2/8 - m_e c^2/10 = 2m_e c^2/80 = m_e c^2/40 = 5 \cdot 10^5 \text{ eV}/40 = 1.25 \cdot 10^4 \text{ eV}$$

Γ3. Από αρχή διατήρησης της ενέργειας κατά το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο:

$$E\phi = \phi + K_{\max} \text{ ή } hf = \phi + K_{\max}$$

Για να είναι η συχνότητα f ίση με την συχνότητα κατωφλίου f_0 , θέτω στην παραπάνω εξίσωση $K_{\max} = 0$ άρα:

$$hf_0 = \phi \text{ και επομένως}$$

$$f_0 = \phi/h = \frac{1.4 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19}}{6.4 \cdot 10^{-34}} = 3.5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Γ4. Για $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$

Από την εξίσωση Einstein:

$$K_{\max} = E_{1\phi} - \phi$$

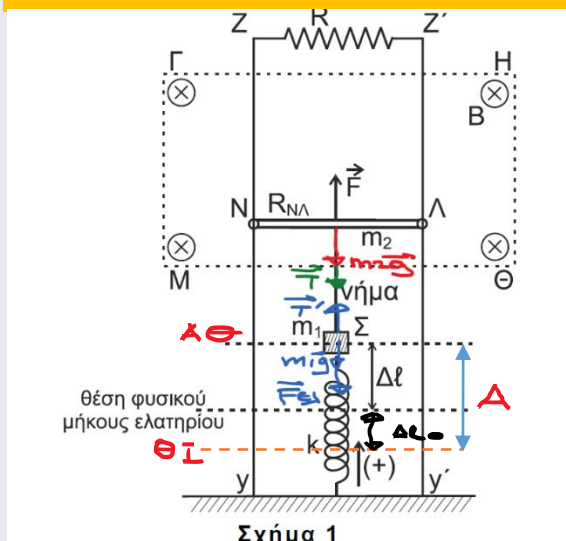
Το δυναμικό αποκοπής V_0

Κατά την κίνηση των ηλεκτρονίων μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο θα ισχύει:

$$W_{F\eta\lambda} = K_{\text{τελ}} - K_{\max} \text{ ή } -eV = K_{\text{τελ}} - E_{1\phi} + \phi \text{ Για να είναι } V = V_0 \text{ πρέπει } K_{\text{τελ}} = 0$$

$$\text{Άρα } eV_0 = E_{1\phi} - \phi \text{ ή } eV_0 = hc/\lambda_1 - \phi \text{ ή } eV_0 = (1200 \text{ eV} \cdot 10^{-9} \text{ m}) / (400 \cdot 10^{-9} \text{ m}) - 1,4 \text{ eV} \text{ ή } V_0 = 1,6 \text{ V}$$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Ισορροπία της ράβδου

$$\cdot \Sigma F_y = 0$$

$$F = T + m_2 g$$

$$T = F - m_2 g$$

$$T = 2 \text{ N}$$

$$\cdot T' = T = 2 \text{ N} \text{ (κίβλα αβαρής και μη εκτατός)}$$

Ισορροπία της m_1

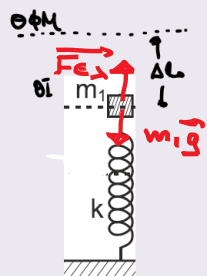
$$\cdot \Sigma F_y' = 0$$

$$T' = m_1 g + F_{\text{ελ}}$$

$$F_{\text{ελ}} = T' - m_1 g$$

$$k \Delta \ell = T' - m_1 g$$

$$\Delta \ell = \frac{T' - m_1 g}{k} = 0,1 \text{ m}$$



Μετά το «κόψιμο του νήματος»

• Το σύστημα ελασμορίθμου βρίσκεται σε ΑΘ.

• Βρίσκουμε παραμόρφωση $\Delta \ell_0$ του ελασμορίου σε ΘΙ: $\Sigma F_y'' = 0$

$$F_{\text{ελ}} = m_1 g \rightarrow k \Delta \ell_0 = m_1 g \rightarrow \Delta \ell_0 = \frac{m_1 g}{k} = 0,1 \text{ m}$$

• Από $\omega = 6\pi \text{ rad/s}$ $A = \Delta \varrho + \Delta \varrho \omega = 0,2 \text{ m}$.

• $k = m \cdot \omega^2 \rightarrow \omega = \sqrt{k/m} = 10 \text{ rad/s}$

• Αρχική φάση: Την $t=0$, $x = +A$, $v = 0$

Επειδή $x = A \sin(\omega t + \phi_0)$, εφαρμόζοντας τις αρχικές συνθήκες $\psi \phi_0 = \frac{x}{A} = \frac{A}{A} = 1$

Άρα $\psi \phi_0 = \sin \frac{\pi}{2} \rightarrow \phi_0 = 2k\pi + \pi/2$ ή $\phi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$

Η εξίσωση απομάκρυνσης από τη ΘΙ

$x = 0.2 \sin(10t + \pi/2) \text{ (S.I.)}$

Δ2. Από τη Διατήρηση της Ενέργειας στην ταλάντωση (Θεώρημα Διατήρησης Μηχανικής Ενέργειας):

$E = K + U_{\Delta}$

Μας δίνεται ότι: $K = 3E/4$

άρα $E = 3E/4 + U_{\Delta}$

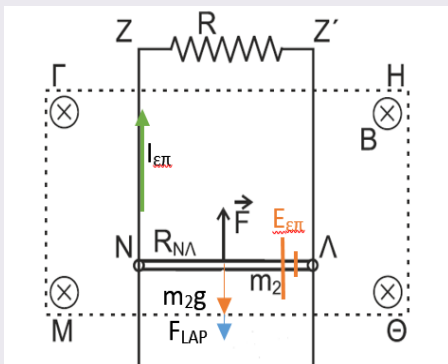
$U_{\Delta} = E/4$

$\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} k(A/2)^2$

$|x| = A/2$

Είναι $a = -\omega^2 x$ ή $|a| = \omega^2 |x|$ ή $a = 10 \text{ m/s}^2$

Δ3. Α. Περιγραφή της κίνησης του αγωγού



Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ που κόβεται το νήμα και επειδή δεν έχουν αρχίσει τα επαγωγικά φαινόμενα στον αγωγό ασκείται συνισταμένη δύναμη $\Sigma F = F - m_2 g = 3 - 1 = 2 \text{ N} > 0$. Άρα ο αγωγός αρχίζει να κινείται **προς τα πάνω επιταχυνόμενος**.

Καθώς κινείται προς τα πάνω με ταχύτητα v μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο B , αναπτύσσεται τάση λόγω του φαινομένου της επαγωγής:

$|E_{\text{επ}}| = BvL$



Το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_{\text{ΕΠ}} = \frac{E_{\text{ΕΠ}}}{R_{\text{ΟΛ}}} = \frac{BuL}{R + R_{\text{ΝΛ}}}$



Ο αγωγός ΚΛ δέχεται δύναμη Laplace $F_L = BI_{\text{ΕΠ}}L = \frac{B^2 u L^2}{R + R_{\text{ΝΛ}}}$

Από το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα

$$\Sigma F = m_2 a$$

$$F - m_2 g - F_{\text{LAP}} = m_2 a$$

$$a = \frac{F}{m_2} - g - \frac{B^2 u L^2}{m_2 (R + R_{\text{ΝΛ}})}$$

$$a = 30 - 10 - \frac{u}{0,1(1+1)}$$

$$a = 20 - 5u \text{ (S.I.)}$$

Άρα επιταχυνόμενη κίνηση με φθίνουσα επιτάχυνση μέχρι τη χρονική στιγμή που θα γίνει $a=0$ και ο αγωγός θα αποκτήσει οριακή ταχύτητα.

Θέτοντας στην παραπάνω εξίσωση $a=0$ βρίσκουμε την οριακή ταχύτητα :

$$0 = 20 - 5u_{\text{op}} \text{ , άρα } u_{\text{op}} = 4 \text{ m/s}$$

Δ4. Μετά την απόκτηση της οριακής ταχύτητας, ο αγωγός κινείται με **σταθερή ταχύτητα** $u_{\text{op}} = 4 \text{ m/s}$ για χρονικό διάστημα $\Delta t = 0,125 \text{ s}$.

Οι ενεργειακές μετατροπές που συμβαίνουν στο κύκλωμα είναι οι εξής: Η ενέργεια που προσφέρεται στον αγωγό μέσω του έργου της δύναμης F μεταβάλλει τη βαρυτική δυναμική του ενέργεια, ενώ ένα μέρος της μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο κλειστό κύκλωμα.

$$\text{Είναι } W_F = F \Delta x = F u_{\text{op}} \Delta t$$

Η ηλεκτρική ενέργεια που μετατρέπεται σε θερμότητα στους αντιστάτες είναι (επειδή το ρεύμα έχει σταθεροποιηθεί):

$$Q = I_{\text{ΕΠ}}^2 R_{\text{ΟΛ}} \Delta t$$

$$\text{Με } I_{\text{ΕΠ}} = \frac{B^2 u_{\text{op}} L^2}{R + R_{\text{ΝΛ}}} = 2 \text{ A}$$

Άρα το ζητούμενο ποσοστό:

$$\Pi\% = \frac{Q}{W_F} 100\% = \frac{I_{\text{ΕΠ}}^2 R_{\text{ΟΛ}} \Delta t}{F u_{\text{op}} \Delta t} 100\% = \frac{I_{\text{ΕΠ}}^2 R_{\text{ΟΛ}}}{F u_{\text{op}}} 100\% = \frac{4^2 \cdot 2}{3 \cdot 4} 100\% = \frac{200}{3} \%$$