Θέμα Α:

Α1. δ

Α2. γ

Α3. Γ

Α4. β

Α5. α) Σωστό β) Λάθος γ) Σωστό δ) Σωστό ε) Λάθος

Θέμα Β:

Β1. α) Σωστή είναι η απάντηση ii.

β)

Η φάση δίνεται από την εξίσωση:

$$\varphi = 2\pi\,(t/T - x/\lambda)\ (1)$$

Από τη δοθείσα σχέση:

$$\varphi_1 = 2\pi\,(10^{15}\,t - 10^{7}\,x/3\,)$$

Και συγκρίνοντας την με την (1) καταλαβαίνουμε ότι:

$f_1 = 10^{15}$ Hz και $\lambda_{1,max} = 3 \cdot 10^{-7}$ m

Ισχύει από τον Νόμο του Wien

$$\lambda_{1,max}\,T_1 = \lambda_{2,max}\,T_2$$

$$3 \cdot 10^{-7} T_1 = \lambda_{2,max}\,2T_1$$

$$\lambda_{2,max} = 1{,}5 \cdot 10^{-7}\ \text{m}$$

Ισχύει ότι: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s οπότε:

$$f_2 = c/\lambda_{2,max}$$

$$f_2 = 3 \cdot 10^8 / 1{,}5 \cdot 10^{-7}\ \text{Hz}$$

Άρα:

$$f_2 = 2 \cdot 10^{15}\ \text{Hz}$$

Οπότε η φάση δίνεται από την εξίσωση:

$$\varphi_2 = 2\pi\,(2 \cdot 10^{15} - 2 \cdot 10^{7}\,x/3\,)\ (\text{S. I.})$$

Β2. Α) Σωστή είναι η απάντηση i.

Β) Σύμφωνα με τη φωτοηλεκτική εξίσωση:

$E_1 = K_1 + \varphi$

$hf_1 = K_1 + \varphi$

$hc/\lambda_1 = K_1 + \varphi$ (1)

Για το δεύτερο πείραμα:

$E_2 = K_2 + \varphi$

$hf_2 = K_2 + \varphi$(2)

Το ηλεκτρόνιο όταν θα μπει στο μαγνητικό πεδίο θα εκτελέσει κυκλική κίνηση με ακτίνα:

$R = m\upsilon/eB$

Θα έχει επίσης στροφορμή ίση με:

$L = m\upsilon R$

$L = m\upsilon \cdot m\upsilon/eB$

$L = m^2\upsilon^2/eB$

$L = 2mK/eB$

Καθώς όμως : $L_2 = 5L_1$

$2mK_2/eB = 5 \cdot 2mK_1/eB$

$K_2 = 5K_1$ (3)

από την εξίσωση (2) και (3) :

$hc/\lambda_2 = 5K_1 + \varphi$ (4)

Από τις σχέσεις (1) και (4) προκύπτει:

$2hc/\lambda_1 = 5\,(hc/\lambda_1 - \varphi) + \varphi$

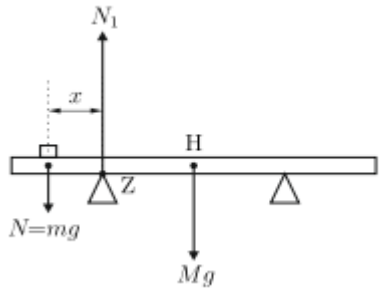
$2hc/\lambda_1 = 5hc/\lambda_1 + 4\varphi$

$\varphi = 3hc/4\lambda_1$

$\varphi = (3 \cdot 1250)$ eV $\cdot$ nm$/4 \cdot 375$ nm

$\varphi = 2{,}5$ eV

Β3. Α) Σωστή απάντηση είναι το ii.



Λίγο πριν ανατραπεί η ράβδος η δύναμη από το υποστήριγμα (2) μηδενίζεται και η ράβδος ισορροπεί οριακά οπότε:

$$\Sigma\tau_Z = 0$$

$$mgx - Mg\ell/4 = 0$$

$$mgx = mg\ell/8$$

$$x = \ell/8$$

Άρα η απόσταση που έχει διανύσει το σώμα:

$$s = \ell/4 + x$$

$$s = \ell/4 + \ell/8$$

$$s = 3\ell/8$$

Β) Σωστή απάντηση είναι το i.

Η ράβδος επειδή δεν γλιστρά πάνω στον κύλινδρο έχει την ίδια ταχύτητα με το ανώτερο σημείο του κυλίνδρου η οποία είναι 2υ δηλαδή:

$$\upsilon\Sigma = 2\upsilon$$

Ο χρόνος που χρειάζεται για να διανύσει το σώμα την απόσταση s είναι:

$$t = s/\upsilon\Sigma$$

$$t = 3\ell/8 * 2\upsilon$$

$$t = 3\ell/16\upsilon$$

Θέμα Γ:

Γ1. Επειδή το υλικό σημείο διέρχεται από τη θέση ισορροπίας 60 φορές σε ένα λεπτό θα έχει εκτελέσει 30 ταλαντώσεις σε ένα λεπτό άρα:

$$f = N/t\backslash$$

f = 30 ταλαντώσεις/1 min

f = 0,5 Hz

Και η περίοδος του κύματος είναι:

$T = 1/f$

T = 2 s

Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος θα είναι:

$\upsilon = \lambda f$

υ = 0,5 m/s

Η απόσταση του σημείου Δ από την πηγή είναι :

$x_\Delta = 2\lambda + \lambda/2 = 5\lambda/2 = 1$m

το σημείο Ο έχει εκτελέσει 2,5 ταλαντώσεις όταν το σώμα φτάνει στο Δ άρα έχει διανύσει:

$S_{ολ} = 8A + 2A = 10A$

$10A=2$

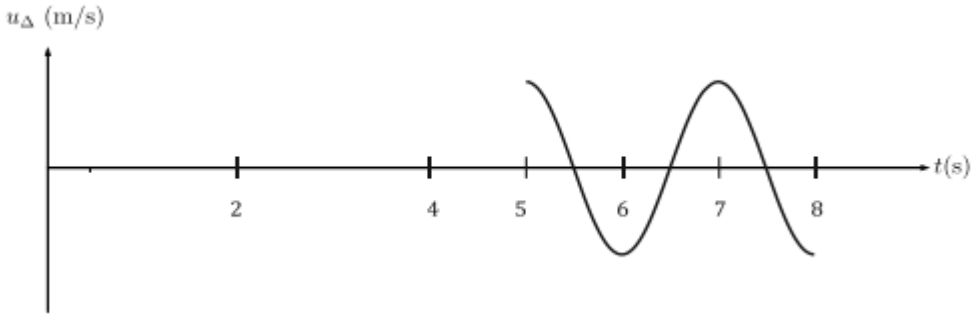
$A=0,2$ m

Γ2. Από το σχολικό βιβλίο σελ. 46 Τεύχος Γ η απόδειξη.

Γ3.

$u = \omega A$ συν $2\pi/T(t - x_\Delta/\lambda)$

$u = 0{,}2\pi$ συν $\pi(t - 5)$ (S. I.), t≥ 5s.



Γ4. Επειδή το σημείο Δ και η πηγή Ο είναι δυο διαδοχικά σημεία με την ίδια απομάκρυνση και την ίδια ταχύτητα σημαίνει πως η απόστασή τους είναι ίση με ένα μήκος κύματος δηλαδή

$x_\Delta = \lambda$

λ = 2,5 m

Επειδή η ταχύτητα διάδοσης του κύματος παραμένει σταθερή

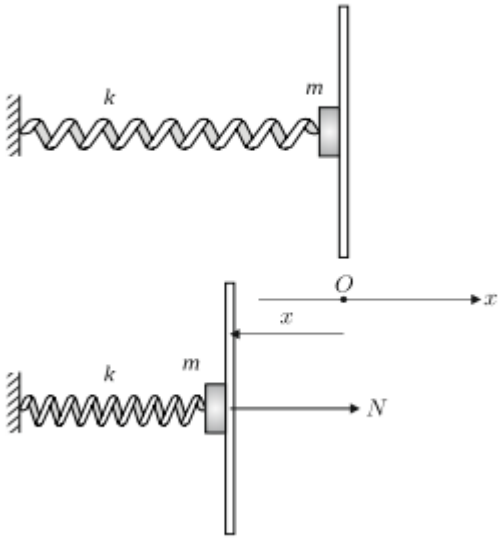
$\upsilon = \lambda' f$

f' = 0,5/2,5

f = 0,2 Hz

Άρα η συχνότητα της πηγής πρέπει να ελαττωθεί κατά 0,3 Hz.

Θέμα Δ:



Δ1.

Α) Το σύστημα σώμα και ράβδος εκτελεί α.α.τ. αφού ισχύει η συνθήκη:

$\Sigma F = -kx$

D=k

Όταν τα σώματα βρίσκονται σε επαφή εκτελούν ταλάντωση με κυκλική συχνότητα:

$\omega = \sqrt{k/m + M\rho} = \sqrt{10/1,2 + 0,4} = 2,5$ rad/

Η ράβδος δέχεται δύναμη N από το σώμα και εκτελεί α.α.τ. οπότε

$N = -M\rho\omega^2 x$

Για να μην χάνεται η επαφή θα πρέπει

$N > 0$

$-M\rho\omega 2x > 0$

$x < 0$

Οπότε η ράβδος θα αποχωριστεί από το σώμα στην θέση ισορροπίας της που είναι και το φυσικό μήκος του ελατηρίου.

Β) Η ταχύτητα που έχει η ράβδος (και το σώμα) την στιγμή της αποχώρισης είναι:

$$\upsilon = \omega A$$

$$\upsilon = \omega \Delta \ell$$

$$\upsilon = 2{,}5 \cdot 0{,}4 \text{ m/s}$$

$$\upsilon = 1 \text{ m/s}$$

Το σώμα όταν θα αποχωρήσει από την ράβδο θα εκτελέσει ταλάντωση με σταθερά ταλάντωσης k και κυκλικής συχνότητας

$$\omega' = \sqrt{k/m}$$

$$\omega' = 5 \text{ rad/s}$$

Ακόμα θα ισχύει ότι:

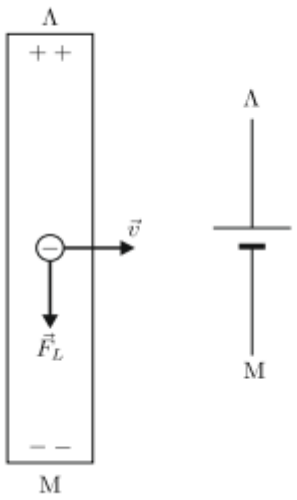
$$\upsilon = \omega' A'$$

$$A' = \upsilon/\omega'$$

$$A' = 1/5 \text{ m}$$

$$A' = 0{,}2 \text{ m}$$

Δ2.



Εξήγηση με βάση τον κανόνα του Lenz ή εναλλακτικά η εξήγηση είναι:

Η πολικότητα της ΗΕΔ καθορίζεται με βάση τη φορά της δύναμης Lorentz που ασκείται σε κάθε ηλεκτρόνιο της ράβδου (κανόνας τριών δακτύλων) .

Δ3. Από την χρονική στιγμή t_1 μέχρι την χρονική στιγμή t_2 το κύκλωμα είναι ανοιχτό και δεν διαρρέεται από ρεύμα οπότε η μοναδική δύναμη που δέχεται η ράβδος είναι η δύναμη F. Άρα:

$$F = M\rho a$$

$a = 3/1{,}2\ \text{m/s}^2$

$a = 2{,}5\ \text{m/s}^2$

'Η ταχύτητα της ράβδου στο χρονικό διάστημα θα είναι:

$\upsilon = \upsilon_0 + \alpha\Delta t$

$\upsilon = (1 + 2{,}5 \cdot 2)$

$\upsilon = 6\ \text{m/s}$

Δ4. Α)Η ράβδος την t_2 έχει ΗΕΔ:

$\mathscr{E} = \upsilon B \ell$

$\mathscr{E} = 6\ \text{V}$

Τα δύο τμήματα του κυκλικού αγωγού και ο ημικυκλικός αγωγός συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα.

Η αντίσταση κάθε τμήματος του κυκλικού αγωγού είναι ίση με το μισό της αντίστασης ολόκληρου του αγωγού γιατί η αντίσταση είναι ανάλογη του μήκους.

$R\text{ΑΗΓ} = R\Delta\text{ΝΖ} = R_2/2 = 5\ \Omega$

Η ολική αντίσταση θα είναι

$1/R = 1/R_{\text{ΑΗΓ}} + 1/R_{\text{ΑΗΓ}} + 1/R_{\Delta\text{ΝΖ}}$

$1/R = 1/10 + 1/5 + 1/5$

$R = 2\ \Omega$

$I = \mathscr{E}/R$

$I = 3\ \text{A}$

Η δύναμη Laplace που δέχεται η ράβδος είναι\n'

$F_L = BI\ell$

$FL = 1 \cdot 3 \cdot 1$

$FL = 3\ \text{N}$

Άρα η συνισταμένη δύναμη που δέχεται ο αγωγός είναι μηδέν οπότε θα εκτελέσει ΕΟΚ.

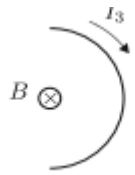
Β)Η αντίσταση κάθε τμήματος του κυκλικού αγωγού είναι $R_{\Delta\text{ΝΖ}} = R_{\Delta\Theta\text{Ζ}} = R2/2 = 5\ \Omega$

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τα δύο τμήματα του κυκλικού αγωγού είναι:

$I_1 = I_2 = \mathscr{E}/R_{\Delta\text{ΝΖ}} = 6/5 = 1{,}2\ \text{A}$

$I_3 = \mathscr{E}/R_{\text{ΑΗΓ}} = 6/10 = 0{,}6$ Α

Δ5. Α)



Από τον Νόμο του Biot-Savart :

$$\Delta B = (\mu_0/4\pi \cdot I\Delta\ell/r^2)\ \text{ημ}\theta$$

Για το ημικύκλιο

$$B = \sum \mu_0/4\pi \cdot I\Delta\ell/r^2\ \text{ημ}90°$$

$$B = \mu_0/4\pi \cdot I/r^2 \sum \Delta\ell$$

$$B = \mu_0/4\pi \cdot I/r^2 * \pi r$$

$$B = \mu_0/4\pi\ I/r\ \pi$$

Ο ημικυκλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα I_3 και έχει ακτίνα r_1 άρα:

$$B = \mu_0/4\pi \cdot I_3/r_1\ \pi$$

$$B = 10^{-7} \cdot 0{,}6/0{,}5\ \pi$$

$$B = 1{,}2\pi \cdot 10^{-7}\ \text{Τ}$$

Β)

Τα δύο τμήματα διαρρέονται από ίσα ρεύματα και δημιουργούν αντίθετα μαγνητικά πεδία. Επομένως η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Ο είναι\n'

$$B_{\text{ολ}} = B = 1{,}2\pi \cdot 10^{-7}\ \text{Τ}$$

Επιμέλεια θεμάτων

Παπαδημητοπούλου Χριστιάννα – Φυσικός.

Σουσάνη Φανίνα – Φυσικός M.Sc.,

Υποψήφια διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Πατρών.