ΦΥΣΙΚΗΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

<u>ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ 2024</u>

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ

Α2. γ

Α3. γ

Α4. β

Α5. α) Σ **β)** Λ **γ)** Σ **δ)** Σ **ε)** Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. *(Σωστή η ii)*

Ισχύει ότι:

$\lambda_{1,max} \cdot T_1 = \lambda_{2,max} \cdot T_2 \to \lambda_{1,max} \cdot T_1 = \lambda_{2,max} \cdot 2T_1 \to \lambda_{1,max} = 2\lambda_{2,max} \to \lambda_{2,max} = \frac{\lambda_{1,max}}{2}$ (1)

Επίσης ισχύει ότι $\lambda_{1,max} \cdot f_1 = \lambda_{2,max} \cdot f_2 \xrightarrow{(1)} f_2 = 2f_1$ (2)

Είναι $\varphi_1 = 2\pi(f_1 \cdot t - \frac{x}{\lambda_{1,max}})$ και $\varphi_2 = 2\pi(f_2 \cdot t - \frac{x}{\lambda_{2,max}})$

οπότε από (1) και (2) : $\varphi_2 = 2\pi\left(2 \cdot 10^{15}t - 2\frac{10^7}{3}x\right)$ (S.I.).

Β2. *(Σωστή η i)*

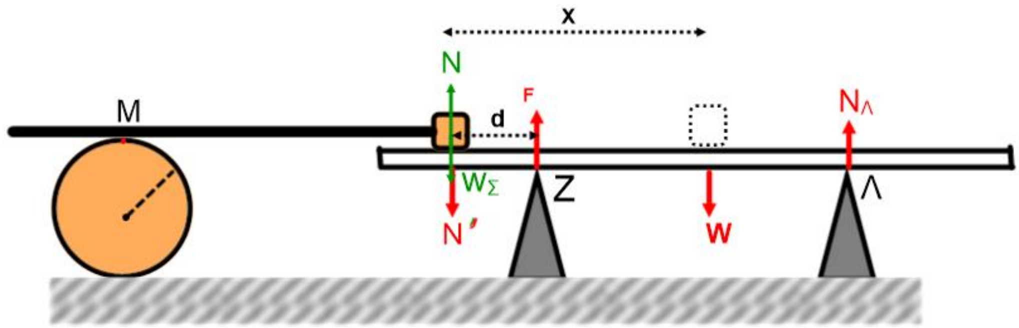
Για τις ακτινοβολίες στα δύο πειράματα ισχύει: $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} \to \frac{\upsilon}{f_2} = \frac{u}{2f_1} \to f_2 = 2f_1$ (1)

$$L_2 = 5L_1 \to m \cdot u_2 \cdot r_2 = 5m \cdot u_1 \cdot r_1 \to u_2 \cdot \frac{m \cdot u_2}{B \cdot |q|} = 5 \cdot u_1 \cdot \frac{m \cdot u_1}{B \cdot |q|} \to u_2^2 = 5u_1^2 \to$$

$$K_2 = 5K_1 \to hf_2 - \varphi = 5(hf_2 - \varphi) \xrightarrow{(1)} 2hf_1 - \varphi = 5hf_1 - 5\varphi \to 4\varphi = 3hf_1 \to$$

$$\varphi = \frac{3}{4}\,hf_1 \rightarrow \ \varphi = \frac{3}{4}\,\frac{hc}{\lambda_1} \rightarrow \ \varphi = \frac{3}{4}\,\frac{1250\ eV\cdot nm}{375} = 2{,}5eV$$

Β3.



α) (*Σωστή Απάντηση: ii)*

Για το σώμα μάζας m:

ΣF_y= 0 ⟹ $N - W$ = 0 ⟹ $W = N = mg$ (1)

Από τον 3^{o} Νόμο Νεύτωνα:

$N = N'$

Από (1): $N' = mg$

Στο οριακό χάσιμο επαφής (N_Λ=0), για την δοκό $\Gamma\Delta$ έχουμε:

$\Sigma\tau(z)=0 \Longrightarrow N'\,d - Mg\frac{l}{4}=0 \Longrightarrow d=\frac{l}{8}$.

Άρα $x=\frac{l}{4}+\frac{l}{8}=\frac{3l}{8}$

Β) *(Σωστή Απάντηση: i)*

Για την δοκό έχουμε: $u_M = 2u_{cm}$

Επειδή η ράβδος δεν ολισθαίνει πάνω στη δοκό:

$u = u_M = 2u_{cm}$ και αντίστοιχα ισχύει $S_M = 2S_{cm}$

Κάθε χρονική στιγμή ισχύει ότι $\upsilon_B = \upsilon_A = 2u_{cm}$.

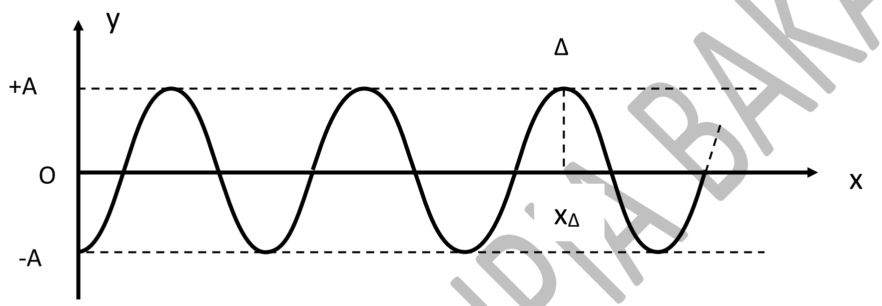
Οπότε όταν $x = \frac{3L}{8}$ είναι $S_{cm} = S = \frac{x}{2} = \frac{3L}{16}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Το σημείο Ο διέρχεται 60 φορές το λεπτό από τη θέση ισορροπίας του, άρα εκτελεί 30 ταλαντώσεις το λεπτό. Τότε:

$$f = \frac{N}{t} = \frac{30}{60} = 0{,}5\,Hz \quad \kappa\alpha\iota \quad T = \frac{1}{f} \rightarrow \boldsymbol{T = 2\,s}$$

Από την εκφώνηση προκύπτει το παρακάτω τμήμα στιγμιοτύπου:



Έτσι προκύπτει:

$$x_\Delta = 2{,}5\lambda \rightarrow \boldsymbol{\lambda = 1m} \qquad \kappa\alpha\iota \quad \upsilon_\delta = \frac{\lambda}{T} \rightarrow \boldsymbol{\upsilon_\delta = 0{,}5\,m/s}$$

Εφόσον $x_\Delta=2{,}5\lambda$, το κύμα φτάνει στο σημείο Δ τη χρονική στιγμή $t_\Delta=2{,}5T=5\,s$, άρα σε αυτό το χρονικό διάστημα το Ο έχει διανύσει διάστημα ίσο με:

$$s = 2{,}5 \cdot 4A = 10A \rightarrow A = \frac{2}{10} \rightarrow \boldsymbol{A = 0{,}2m}$$

Γ2. Η εξίσωση ταλάντωσης του Δ είναι :

$$y_\Delta = A\eta\mu\omega(t - t_\Delta) = A\eta\mu\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x_\Delta}{\upsilon_\delta}\right) = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\upsilon_\delta T}\right) \rightarrow$$

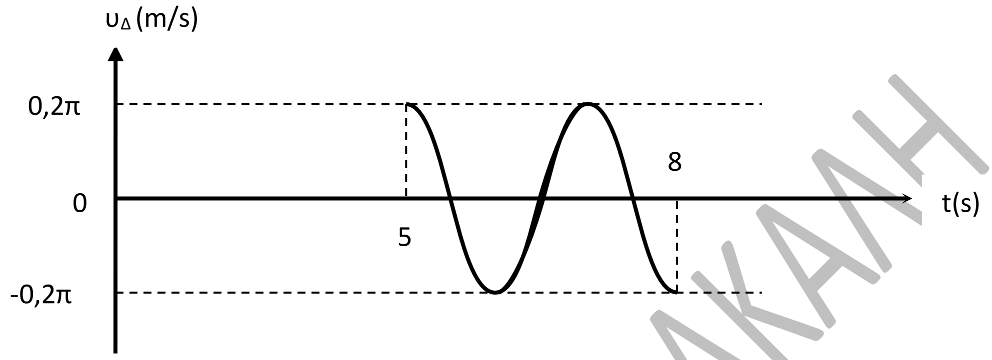
$$\boldsymbol{y_\Delta = A\eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda})}$$

Γ3. Είναι $\omega=2\pi f=\pi\ rad/s$ και η εξίσωση ταχύτητας του Δ είναι:

$$\upsilon_\Delta = \omega A\sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda}\right) \rightarrow \upsilon_\Delta = 0{,}2\pi\sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{2{,}5}{1}\right) \rightarrow$$

$$\boldsymbol{\upsilon_{\Delta} = 0,2\pi\sigma\upsilon\nu(\pi t - 5\pi)\ (S.I.),\quad \mu\varepsilon\ t \geq 5s}$$

Το χρονικό διάστημα Δt=8s-5s=3s είναι ίσο με 1,5T, οπότε η αντίστοιχη γραφική παράσταση είναι:



Γ4. Με τη νέα συχνότητα, τα σημεία Ο και Δ είναι δύο διαδοχικά σημεία που έχουν κάθε χρονική στιγμή ίδια ταχύτητα και ίδια απομάκρυνση, άρα η απόστασή τους είναι ίση με ένα μήκος κύματος. Έτσι:

$$x_{\Delta} = \lambda' \to \lambda' = 2,5\ m$$

Όμως, καθώς το ελαστικό μέσο είναι το ίδιο, η ταχύτητα διάδοσης θα είναι επίσης η ίδια. Άρα:

$$\upsilon_{\delta} = \lambda' f' \to f' = \frac{\upsilon_{\delta}}{\lambda'} = \frac{0,5}{2,5} \to f' = 0,2\ Hz$$

Τότε ισχύει:

$$|\Delta f| = |f' - f| = 0,3\ Hz$$

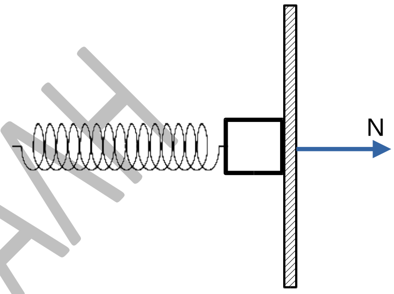
Επομένως, η συχνότητα της πηγής μειώθηκε κατά ***0,3 Hz.***

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. **α)** Όσο τα σώματα Σ-ράβδος βρίσκονται σε επαφή εκτελούν Α.Α.Τ. με

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m + M_P}} = \sqrt{\frac{10}{0{,}4 + 1{,}2}} = \sqrt{\frac{10}{1{,}6}} \rightarrow \omega = 2{,}5\,rad/s$$

Για την ράβδο ισχύει:



$$\Sigma\vec{F} = M_P\vec{a} = -M_P\omega^2\vec{x} \rightarrow \vec{N} = -M_P\omega^2\vec{x}$$

όπου $\vec{N}$ η δύναμη επαφής ανάμεσα στην ράβδο και στο σώμα Σ.
Όταν χαθεί η επαφή ισχύει $\vec{N} = 0$ για $x = 0$ δηλαδή στη Θ.Ι. η οποία ταυτίζεται με τη Θ.Φ.Μ. του ελατηρίου.

β) Επειδή συσπειρώνουμε το ελατήριο κατά Δl = 0,4m και αφήνουμε το σύστημα σωμάτων ελεύθερο να κινηθεί, ξεκινάει την ταλάντωση του χωρίς αρχική ταχύτητα δηλαδή από ακραία θέση. Επομένως:

$$A = \Delta l = 0{,}4m$$

Στη Θ.Φ.Μ. τα σώματα έχουν την μέγιστη ταχύτητα τους δηλαδή:

Μετά την απώλεια επαφής το σωμα Σ συνεχίζει να εκτελεί ταλάντωση Α.Α.Τ με νέα γωνιακή συχνότητα ω_1

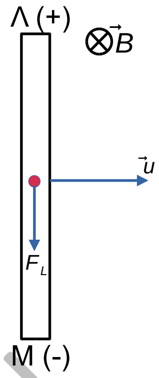
$$u_{max} = \omega A = 2{,}5 \cdot 0{,}4 \rightarrow u_{max} = 1\,m/s\,.$$

Η μέγιστη ταχύτητα του σώματος παραμένει σταθερή οπότε:

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m_1}} = \sqrt{\frac{10}{0}},4 = \sqrt{25} \rightarrow \omega_1 = 5\,rad/s\,u_{max} = \omega' A' \rightarrow 1 = 5 \cdot A' \rightarrow$$

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

Δ2. Θεωρούμε ελεύθερο ηλεκτρόνιο μέσα στη ράβδο, το οποίο κινείται με την ίδια ταχύτητα u με αυτή της ράβδου, μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης Β. Οπότε το ελεύθερο ηλεκτρόνιο επειδή κινείται με ταχύτητα u μέσα σε μαγνητικό πεδίο θα δεχτεί δύναμη Lorentz F_L = B u q η φορά της οποίας σύμφωνα με το κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού θα έχει φορά προς το Μ. Η δύναμη αυτή προκαλεί την κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων προς το άκρο Μ του αγωγού και έτσι δημιουργείται συσσώρευση αρνητικού φορτίου στο άκρο Μ, και πλεόνασμα θετικού φορτίου στο άκρο Λ. Τα φορτία αυτά δημιουργούν στο χώρο του αγωγού ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης Ε με φορά από το Λ προς το Μ και τα ηλεκτρόνια τώρα δέχονται τώρα μια ακόμη δύναμη $F_{ΗΛ}$ = E q αντίθετης φοράς από τη μαγνητική. Όσο η δύναμη Lorentz είναι μεγαλύτερη από την ηλεκτρική, η συσσώρευση φορτίων συνεχίζεται, με όλο και μικρότερο ρυθμό. Έτσι, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου αυξάνεται και σε πολύ λίγο χρόνο τα μέτρα των δυο δυνάμεων γίνονται ίσα. Τότε παύει η μετακίνηση φορτίου και το σημείο Λ βρίσκεται σε υψηλότερο δυναμικό από το Μ.



Δ3. Την t=0 ο αγωγός (ΛΜ) εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα:

$$u_0 = u_{max} = 1\, m/s$$

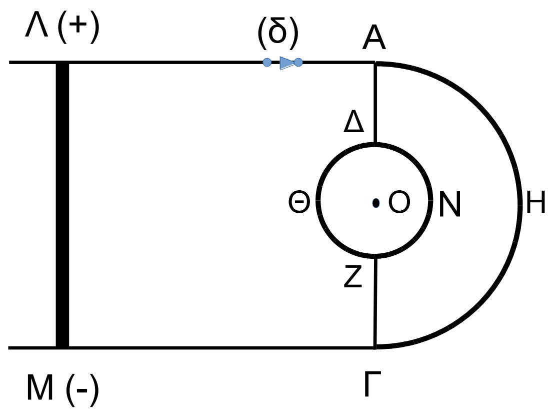
Μέχρι την χρονική στιγμή t_1 = 1 s ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Την t_1 δέχεται δύναμη F=3N και η κίνηση του μετατρέπεται σε ομαλά επιταχυνόμενη με επιτάχυνση:

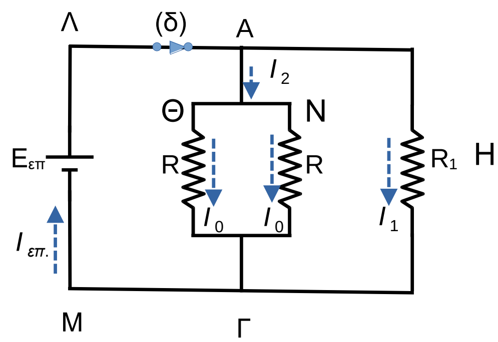
$$ΣF = M_P α \to F = M_P α \to α = \frac{F}{M_P} = \frac{3}{1{,}2} \to α = 2{,}5\, m/s^2$$

έτσι η ταχύτητα της ράβδου στο τέλος του χρονικού διαστήματος $t_2 - t_1$ θα είναι:

$$u_P = u_0 + aΔt = 1 + 2{,}5(3-1) \to u_P = 6\, m/s$$

Δ4. α) Την χρονική στιγμή ο διακόπτης κλείνει οπότε το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα. Το ισοδύναμο κύκλωμα όπου οι ημικυκλικοί αγωγοί έχουν αντικατασταθεί από τις αντιστάσεις τους φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:





Το κάθε ημικυκλικό κομμάτι ΔΝΖ και ΖΘΔ έχει την ίδια αντίσταση R που είναι ίση με την μισή αντίσταση του R_2 (επειδή μιλάμε για το ίδιο σύρμα, με ίδιο μήκος) οπότε:

$$R = \frac{R_2}{2} = \frac{10}{2} \rightarrow R = 5\Omega$$

Οπότε τα δύο τμήματα του κυκλικού αγωγού είναι συνδεδεμένα παράλληλα μεταξύ τους, και η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλικού αγωγού είναι:

$$R_{κυκλ.} = \frac{RR}{R+R} = \frac{R}{2} = \frac{5}{2} \rightarrow R_{κυκλ.} = 2{,}5\Omega$$

Ο ημικυκλικός αγωγός είναι παράλληλα συνδεδεμένος με τον κυκλικό αγωγό οπότε:

$$R_{ολ.} = \frac{R_{κυκλ.}R_1}{R_{κυκλ.} + R_1} = \frac{10 \cdot 2{,}5}{10 + 2{,}5} \rightarrow R_{ολ.} = 2\Omega$$

Η τάση από επαγωγή στα άκρα της ράβδου ειναι:

$$E_{επ.} = Bu_P L$$

Ενώ το ρεύμα που την διαρρέει θα είναι:

$$I_{επ.} = \frac{E_{επ.}}{R_{ολ.}} \rightarrow I_{επ.} = \frac{Bu_P L}{R_{ολ.}}$$

Η ράβδος δέχεται δύναμη Laplace το μέτρο της οποίας θα είναι:

$$F_{Lap.} = BI_{επ.}L = B \cdot \frac{Bu_P L}{R_{ολ.}} \cdot L = \frac{B^2L^2}{R_{ολ.}}u_P = \frac{1^2 \cdot 1^2}{2} \cdot 6 \rightarrow F_{Lap} = 3N$$

Η φορά της F_{Lap} με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού βρίσκουμε ότι είναι αντίθετη της εξωτερικής F οπότε:

$$\Sigma F = F - F_{Lap} = 3 - 3 = 0$$

Δηλαδή η ράβδος θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β) Από τις παραπάνω σχέσεις έχουμε ότι:

$$E_{\varepsilon\pi.} = 6V \ \kappa\alpha\iota \ I_{\varepsilon\pi.} = 3A$$

Από το ισοδύναμο κύκλωμα βλέπουμε ότι:

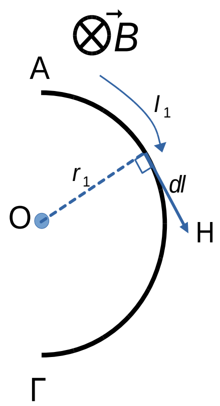
$$E_{\varepsilon\pi.} = V_{A\Gamma} = 6V \ \kappa\alpha\iota \ I_2 = \frac{V_{A\Gamma}}{R_{\kappa\upsilon\kappa\lambda.}} = \frac{6}{2{,}5} \rightarrow I_2 = 2{,}4A$$

Επίσης επειδή τα τμήματα του κυκλικού αγωγού έχουν ίδια αντίσταση:

$$I_0 = \frac{I_2}{2} = \frac{2{,}4}{2} = 1{,}2A$$

και τελικά:

$$I_{\varepsilon\pi.} = I_1 + I_2 \rightarrow 3 = I_1 + 2{,}4 \rightarrow I_1 = 0{,}6A$$



Δ5.α) Χωρίζουμε τον αγωγό ΑΗΓ σε πολύ μεγάλο πλήθος στοιχειωδών τμημάτων μήκους Δl. Το κάθε ένα από αυτά δημιουργεί στο κέντρο Ο μαγνητικό πεδίο έντασης dB το οποίο από τον νόμο των Biot – Savart είναι:

$$dB_i = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1 dl}{r^2}\eta\mu 90^o$$

Η συνολική ένταση υπολογίζεται αθροίζοντας τις παραπάνω στοιχειώδεις εντάσεις οπότε:

$$B_o = \sum dB_i = \sum \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1 dl}{r^2}\eta\mu 90^o = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1}{r^2}\sum dl = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1}{r^2}\cdot \pi r \rightarrow B_o = \frac{\mu_0}{4}\frac{I_1}{r}$$

Το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό είναι το I_1 επομένως η ένταση θα είναι:

$$B_o = \frac{\mu_0}{4}\frac{I_1}{r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{4}\cdot\frac{0{,}6}{0{,}5} \rightarrow B_o = 1{,}2\pi 10^{-7} T$$

Η φορά του μαγνητικού πεδίου είναι σύμφωνα με τον κανόνα του δεξιού χεριού από τον αναγνώστη προς την σελίδα. $B_o \otimes$

β) Τα τμήματα ΔΘΖ και ΔΝΖ του κυκλικού αγωγού δημιουργούν στο κέντρο Ο μαγνητικά πεδία αντίθετης έντασης και ίσου μέτρου γιατί τα ρεύματα που τους διαρρέουν είναι ίσα

$$B_{\Delta\Theta Z} = \frac{\mu_0}{4}\frac{I_0}{r_2} \ και\ B_{\Delta\Theta Z} \odot$$
$$B_{\Delta N Z} = \frac{\mu_0}{4}\frac{I_0}{r_2} \ και\ B_{\Delta N Z} \otimes$$
$$B_{κυκλ} = B_{\Delta\Theta Z} - B_{\Delta N Z} = 0$$

Επομένως στο κέντρο του κυκλικού αγωγού υπάρχει μόνο το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο ημικυκλικός, δηλαδή:

$$B_o = 1{,}2\pi 10^{-7} T \ και\ B_o \otimes$$