ΘΕΜΑ Α

Α1. δ

Α2. γ

Α3. γ

Α4. β

Α5. α)Σ β)Λ γ) Σ δ)Σ ε)Λ

Επιμέλεια:

Χατζημιχαήλ Μαρίνα, Θιθίζογλου Πόπη, Κορίτσογλου Παναγιώτης, Τραμπάκος Εμμανουήλ, Μανούκα Δήμητρα, Πίσχινας Παναγιώτης, Λαζαρίδης Κωνσταντίνος, Γκίτρα Άρτεμις

και τα κέντρα ΔΙΑΚΡΟΤΗΜΑ: Πειραιάς, Κερατσίνι Ταμπούρια, Κερατσίνι Αμφιάλη, Νίκαια, Διαδικτυακό, Παγκράτι Κέντρο, Μοσχάτο, Περιστέρι Κέντρο

ΘΕΜΑ Β

Β1. ii

Η φάση είναι της μορφής

$$\phi = 2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right) \quad (1)$$

Από σύγκριση με $\phi_1 = 2\pi\left(10^{15}t - \frac{10^7 \cdot x}{3}\right)$, (S.I.)

έχουμε ότι:

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

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής ισχύει ότι $c = \lambda \cdot f$, με ίδια ταχύτητα. Άρα

$$\lambda_{1max} \cdot f_1 = \lambda_{2max} \cdot f_2 \quad (2)$$

και από νόμο Wien ισχύει:

$$\lambda_{1max} \cdot T_1 = \lambda_{2max} \cdot T_2 \xRightarrow{T_2 = 2T_1} \lambda_{1max} \cdot T_1 = \lambda_{2max} \cdot 2T_1$$

$$\Rightarrow \lambda_{2max} = \frac{\lambda_{1max}}{2} \Rightarrow \lambda_{2max} = \frac{3\cdot 10^{-7}}{2}\,m$$

$$(2) \Rightarrow \lambda_{1max} \cdot f_1 = \frac{\lambda_{1max}}{2} \cdot f_2 \Rightarrow f_2 = 2f_1 \Rightarrow f_2 = 2\cdot 10^{15}\,Hz$$

Με αντικατάσταση στη (1):

$$\phi = 2\pi\left(2\cdot 10^{15}t - \frac{2\cdot 10^7 x}{3}\right), \text{ (S.I.)}$$

Β2. i

Για το Πείραμα 1ο :

$K_1 = \frac{hc}{\lambda_1} - \phi$ (1) και $L_1 = m\upsilon_1 \cdot R_1$ (2)

και $R_1 = \frac{m\upsilon_1}{B|q|}$ (3)

Για το Πείραμα 2ο :

$K_2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \phi \Rightarrow K_2 = \frac{hc}{\frac{\lambda_1}{2}} - \phi \Rightarrow K_2 = \frac{2hc}{\lambda_1} - \phi$, (4)

και $L_2 = m\upsilon_2 R_2$ (5) και $R_2 = \frac{m \cdot \upsilon_2}{B \cdot |q|}$ (6)

$\frac{(3)}{(6)} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$, (7)

Επειδή ισχύει ότι $L_2 = 5L_1 \xRightarrow{(2),(5)}$

$\Rightarrow \upsilon_2 R_2 = 5\upsilon_1 R_1 \Rightarrow \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = 5\frac{R_1}{R_2} \xRightarrow{(7)}$

$\Rightarrow \frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = 5\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} \Rightarrow \upsilon_2^2 = 5\upsilon_1^2$, (8)

Για τις κινητικές ενέργειες:

$K_1 = \frac{1}{2}m\upsilon_1^2$ (9)

$K_2 = \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 = \frac{1}{2}m \cdot 5\upsilon_1^2 = 5 \cdot \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 \xRightarrow{(9)} K_2 = 5K_1$

Άρα (4), (1) $\Rightarrow$

$$5\left(\frac{1250}{\lambda_1} - \phi\right) = \frac{2500}{\lambda_1} - \phi \Rightarrow$$

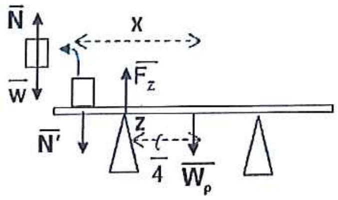
$$\Rightarrow \frac{6250}{\lambda_1} - 5\phi = \frac{2500}{\lambda_1} - \phi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4\phi = \frac{6250-2500}{375} \Rightarrow \phi = \frac{3750}{4 \cdot 375} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \phi = 2{,}5\,eV$$

Β3-α): Σωστό το ii

Ονομάζουμε x την απόσταση που έχει κάνει το Σ τη στιγμή που χάνει επαφή με το στήριγμα Λ. Στο σώμα Σ ασκούνται το βάρος και η αντίδραση από τη ράβδου .



Ισχύει: $\Sigma Fy = 0 \Leftrightarrow N = w = mg \xrightarrow[\text{3ο νόμο Νεύτωνα}]{\text{από}} N' = mg (1)$

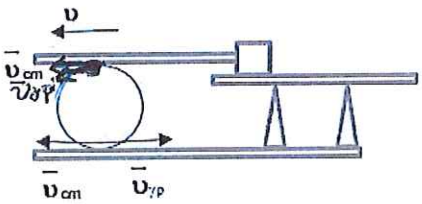
Εκείνη τη στιγμή η ράβδος δέχεται τη δύναμη από το σώμα Σ, το βάρος της και τη δύναμη από το στήριγμα Ζ. Η ράβδος ισορροπεί οριακά ,οπότε ισχύει:

$$\Sigma\vec{\tau}(Z) = 0 \Rightarrow \vec{\tau}_{w\rho} + \vec{\tau}_{N'} = 0 \Rightarrow -W\rho.\frac{\ell}{4} + N'\left(x - \frac{\ell}{4}\right) = 0 \Rightarrow N'\left(x - \frac{\ell}{4}\right) = W\rho.\frac{\ell}{4} \xrightarrow{(1)} mg\left(x - \frac{\ell}{4}\right) = \frac{m}{2}g.\frac{\ell}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x - \frac{\ell}{4} = \frac{\ell}{8} \Rightarrow x = \frac{\ell}{8} + \frac{\ell}{4} \Rightarrow \boxed{x = \frac{3\ell}{8}}$$

Β3-b): Σωστό το i

Η ταχύτητα του σώματος Σ είναι ίδια με την ταχύτητα της ράβδου.



Ο δίσκος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση, οπότε ισχύει :

$\upsilon_{\kappa\alpha\tau\acute{\omega}\tau\epsilon\rho o\upsilon} = 0 \Rightarrow u_{cm} = \omega.R (2)$

Η ταχύτητα του ανώτερου σημείου του δίσκου είναι ίση με :

$\upsilon_{\alpha\nu} = u_{cm} + u_{\gamma\rho} = u_{cm} + \omega.R \xrightarrow{(2)} \upsilon_{\alpha\nu} = 2u_{cm}$

Η ταχύτητα του ανώτερου σημείου είναι ίδια με αυτής της ράβδου οπότε:

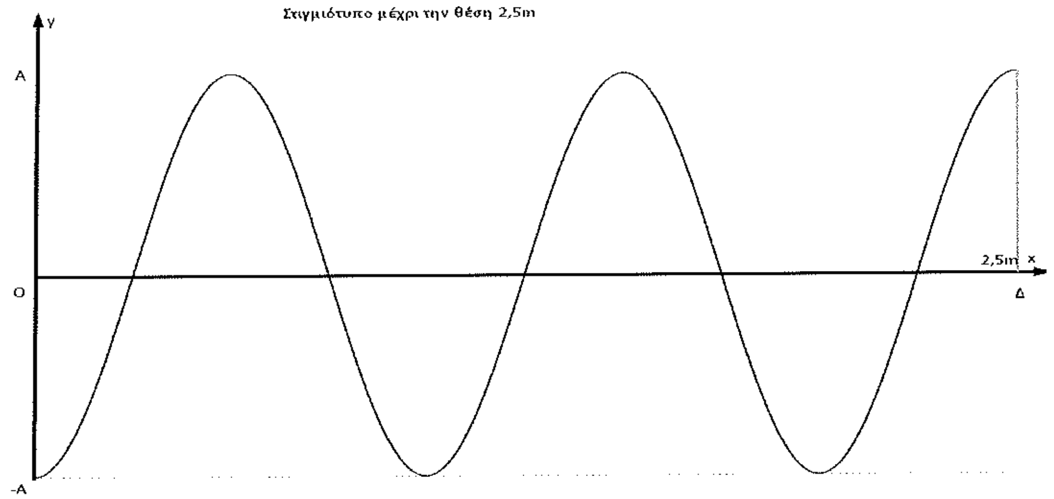
$$\upsilon = 2u_{cm} \xrightarrow[\text{ταχύτητα}]{\text{σταθερή}} \frac{x}{\Delta t} = 2\frac{\Delta x_{cm}}{\Delta t} \Rightarrow 2\Delta x_{cm} = x \Rightarrow \Delta x_{cm} = \frac{x}{2} \Rightarrow \Delta x_{cm} = \frac{3\ell}{16}$$

Γ1.

Το υλικό σημείο διέρχεται 60 φορές το λεπτό από τη θέση ισορροπίας του άρα σε ένα λεπτό εκτελεί 30 ταλαντώσεις. Η συχνότητα του είναι $f = \frac{N}{60} = 0{,}5Hz$

Και έχει περίοδο T=2s.

Σχεδιάζουμε ένα στιγμιότυπο στο οποίο το σημείο Ο βρίσκεται στην ακραία αρνητική απομάκρυνση και το σημείο Δ στη μέγιστη θετική ενώ ενδιάμεσα υπάρχουν δύο όρη



παρατηρούμε ότι: $\frac{10\lambda}{4} = x_{\Delta} \Rightarrow \frac{10\lambda}{4} = 2{,}5 \Rightarrow \lambda = 1m$

Η ταχύτητα του κύματος είναι $\upsilon = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \upsilon = 0{,}5\ m/s$

Για να φτάσει το κύμα στο σημείο Δ χρειάζεται χρόνο $\Delta t = \frac{\Delta x}{\upsilon} = 5s$

Το σημείο Ο εκτελεί $N_1 = \frac{\Delta t}{T} = 2{,}5$ ταλαντώσεις και διανύει διάστημα $S = N_1 \cdot 4A = 2m \Rightarrow$ $A = 0{,}2m$

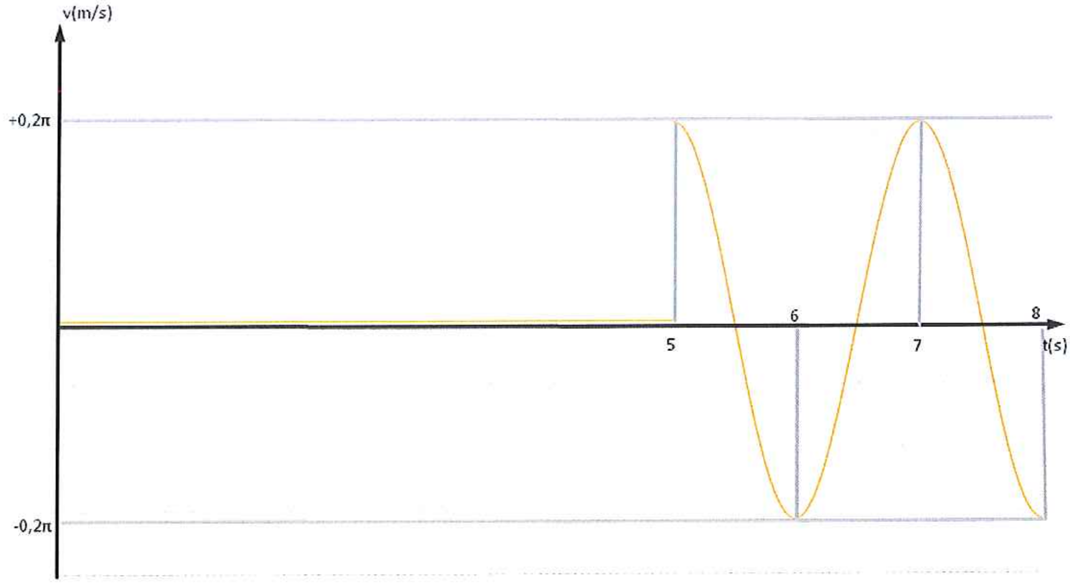
Γ2.

Θεωρία σχολικό βιβλίο, τεύχος Γ', σελίδα 46

Γ3.

Η εξίσωση της ταχύτητας του σημείου Δ είναι

$$\upsilon_\Delta = \omega A \sigma \upsilon \nu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda}\right) \gamma \iota \alpha t \geq \frac{x_\Delta}{\upsilon} \Rightarrow \upsilon = 0{,}2\pi \sigma \upsilon \nu 2\pi \left(\frac{t}{2} - 2{,}5\right) (S.I)\ \gamma \iota \alpha\ t \geq 5s$$



Γ4.

Μεταβάλλουμε τη συχνότητα της πηγής και η απόσταση ΟΔ γίνεται ίση με ένα μήκος κύματος. Η Νέα συχνότητα είναι:$f' = \frac{\upsilon}{\lambda'} = 0{,}2\ Hz$

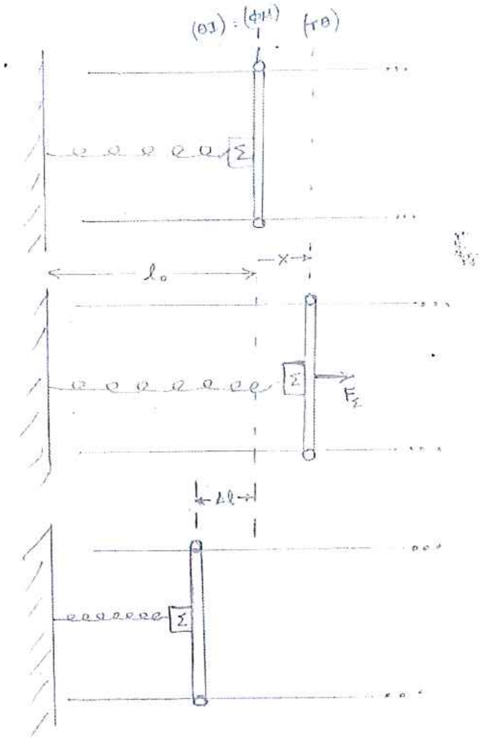
Η μεταβολή της συχνότητας είναι $\Delta f = f' - f = -0{,}3\ Hz$

Δ1.

α) Τα δύο σώματα ξεκινούν την κοινή τους ταλάντωση από την ακραία θέση .

Για την ράβδο είναι $\Sigma f = -D_P \cdot x \Rightarrow F_\Sigma = -D_P \cdot x$ (όπου F_Σ η δύναμη που ασκεί το σώμα στον αγωγό)

οπότε όταν x=0 στη Θ.Ι. αλλά και φυσικό μήκος είναι $F_\Sigma=0$ οπότε χάνεται η επαφή στη θέση φυσικού μήκους.



β) Το πλάτος της κοινής τους ταλάντωσης είναι A=Δl=0,4m

και $D = m_{ολ} \cdot \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{D}{m_{ολ}}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{K}{m+Mp}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{10}{0{,}4+1{,}2}} \Rightarrow \omega = 2{,}5$ rad/s

Η ταχύτητα που έχει το σύστημα των δύο σωμάτων όταν περνά από τη Θ.Ι. (ΦΜ) είναι η μέγιστη και είναι $\upsilon_{max} = \omega \cdot A$

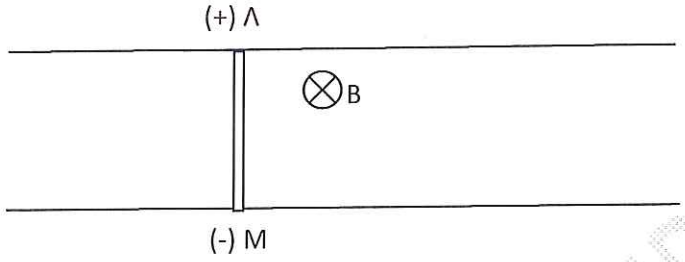
$\upsilon_{max} = 2{,}5 \cdot 0{,}4 \Rightarrow \upsilon_{max} = 1$ m/s

Όταν χάνεται η επαφή , το κάθε σώμα ξεκινάει τη δική του κίνηση με αρχική ταχύτητα την υ=1m/s

Το m ξεκινάει την ταλάντωση του με $υ_{max}$=1m/s και $ω'=\sqrt{\frac{K}{m}} \Rightarrow ω'=\sqrt{\frac{10}{0,4}} \Rightarrow ω'=5$ rad/s

Οπότε $υ_{max} = A' \cdot ω' \Rightarrow A'=\frac{υ_{max}}{ω'} \Rightarrow A'=0,2$ m το πλάτος της ταλάντωσης του m .

Δ2. Καθώς ο αγωγός εισέρχεται στο Ο.Μ.Π αναπτύσσεται στα άκρα του τάση από επαγωγή $E_{επ} = BUl$

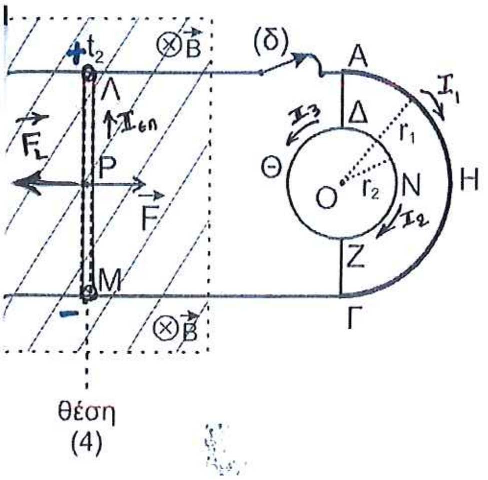


Η δύναμη Lorenz που δέχονται τα θετικά φορτία στο εσωτερικό του αγωγού, από τον κανόνα των τριών δακτύλων καταλήγουν στο Λ οπότε η πολικότητα είναι όπως στο σχήμα.

Είναι $E_{επ} = BUl \Rightarrow E_{επ} = 1.1.1 \Rightarrow E_{επ} = 1V$

Δ3. Από (3) ως (4) εκτελεί ο αγωγός ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με $υ_0$=1 m/s με την επίδραση της σταθερής F.
Είναι $ΣF=M_p \cdot α \Rightarrow F= M_p \cdot α \Rightarrow α=\frac{F}{M_P} \Rightarrow α=2,5$ m/s^2
και η ταχύτητα που αποκτά τη στιγμή t_2 είναι $υ=υ_0+α\,Δt \Rightarrow υ=1+2,5 \cdot 2 \Rightarrow υ=6$m/s

Δ4.



A) Τη στιγμή που κλείνει ο διακόπτης, ο αγωγός έχει υ =6m/s

Άρα η τάση στα άκρα του είναι $E_{επ}$= BUl ⇒ $E_{επ}$=6V

Το ρεύμα εκείνη τη στιγμή έχει ένταση $I_{επ}=\frac{E_{επ}}{R_{ολ}}$

Όμως η ολική αντίσταση του κυκλώματος αποτελείται από την R_1 και τα 2 τμήματα που χωρίζεται ο κυκλικός αγωγός ώστε όλα αυτά να είναι παράλληλα άρα $\frac{1}{R_{ολ}}=\frac{1}{R_{ΔθZ}}+\frac{1}{R_{ΔNZ}}+\frac{1}{R_1}$

Όμως $R_{ΔθZ}=R_{ΔNZ}=\frac{R_2}{2}$ γιατί ο κυκλικός αγωγός έχει σταθερή διατομή οπότε η αντίσταση του κάθε τμήματος είναι ανάλογη του μήκους (από R=ρ$\frac{l}{s}$)

Άρα $\frac{1}{R_{ολ}}=\frac{1}{\frac{R_2}{2}}+\frac{1}{\frac{R_2}{2}}+\frac{1}{R_1}$ ⇒ $R_{ολ}=2\,Ω$

Άρα $I_{επ}=\frac{E_{επ}}{R_{ολ}}$ ⇒ $I_{επ}=\frac{6}{2}$ ⇒ $I_{επ}$= 3^A

Ο ρευματοφόρος πλέον αγωγός δέχεται δύναμη Laplace από το Ο.Μ.Π. που έχει φορά προς τα αριστερά από τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού .

Είναι F_L=B· $I_{επ}$· l ⇒ F_L= 3N

Όμως ΣF=F-F_L⇒ ΣF=3-3 ⇒ ΣF=0

άρα ο αγωγός εκτελεί ΕΟΚ

β) Οι τρεις αντιστάσεις R_1, $R_{ΔNZ}$ και $R_{ΔθZ}$ έχουν κοινά άκρα τα άκρα του αγωγού οπότε
$E_{επ}$= $V_{ΛΜ}$=V_1=V_2=V_3=6V

Όπου V_1=$V_{ΑΗΓ}$, V_2=$V_{ΔΝΖ}$, V_3=$V_{ΔΘΖ}$,

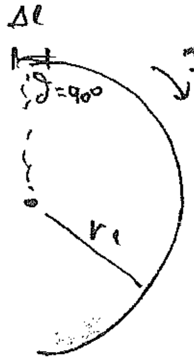
Άρα $I_1=\frac{V_1}{R_1}$ ⇒ $I_1=\frac{6}{10}$ I_1=0,6A

$I_2=\frac{V_2}{\frac{R_2}{2}}$ ⇒ I_2= 1,2 A

$I_3=\frac{V_3}{\frac{R_2}{2}} \Rightarrow I_3= 1,2\ A$

Δ5

(α)



Είναι $\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1 \Delta \ell}{r_1^2}\cdot \eta\mu\theta$

$$\xrightarrow[\eta\mu 90=1]{\theta=90^\circ} \Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1\cdot\Delta\ell}{r_1^2}$$

οπότε για όλο το $B_1 = \Delta B_1 + \Delta B_2 + \dots$

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1}{r_1^2}(\Delta\ell_1+\Delta\ell_2+\dots)$$

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1}{r_1^2}\cdot\pi r_1$$

$$B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\pi I_1}{r_1} \Rightarrow B_1 = 1{,}2\pi\cdot10^{-7}\ T$$

προς τα μέσα (⊗) από τον κανόνα του δεξιού χεριού.

(β) Στα δύο τμήματα του κυκλικού αγωγού υπάρχουν ρεύματα με ίσες εντάσεις αλλά αντίθετης φοράς.

Άρα από τον προηγούμενο τύπο, τα μέτρα τους είναι

$$B_{ANZ} = B_{\Delta\Theta Z} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{\pi I}{r_2}$$ όπου $I = I_2 = I_3 = 1{,}2\ A$

Οπότε και τα δύο αυτά B έχουν αντίθετες φορές, το πρώτο ⊗ το δεύτερο ⊙

Άρα $\vec B_{ολ} = \vec B_1 + \vec B_{ANZ} + \vec B_{\Delta\Theta Z} \Rightarrow$

$$B_{ολ} = B_1 = 1{,}2\pi\cdot10^{-7}\ T$$ ⊗ προς τα μέσα.