ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΔΕΥΤΕΡΑ 12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2024

ΦΥΣΙΚΗ

(Ενδεικτικές απαντήσεις)

ΘΕΜΑ Α

Α1. (δ)

Α2. (γ)

Α3. (γ)

Α4. (β)

Α5.

1) Σωστό
2) Λάθος
3) Σωστό
4) Σωστό
5) Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1. **Σωστή απάντηση (ii).**

Από την εξίσωση της φάσης: $\varphi_1 = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$ συγκρίνοντας με τα δεδομένα: $\varphi_1 = 2\pi\left(10^{15}t - \frac{10^7}{3}x\right)$ (S.I.) , έχουμε: $f_1 = 10^{15}$ Hz , $\lambda_1 = 3\cdot10^{-7}$ m.

Από τον νόμο μετατόπισης Wien: $\lambda_1 T_1 = \lambda_2 T_2 \Rightarrow \lambda_2 = 1{,}5\cdot10^{-7}$ m.

Επομένως: $f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = 2\cdot10^{15}$ Hz.

Επομένως η φάση φ_2 της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος αιχμής λ_{2max} είναι ίση με: $\varphi_2 = 2\pi\left(2\cdot10^{15}t - \frac{2\cdot10^7}{3}x\right)$

Β2. **Σωστή απάντηση (i).**

Από το 1ο πείραμα: $K_1 = \frac{hc}{\lambda_1} - \varphi \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 = \frac{hc}{\lambda_1} - \varphi$ *(1)*

Από το 2ο πείραμα: $K_2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \varphi \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 = \frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi$ *(2)*

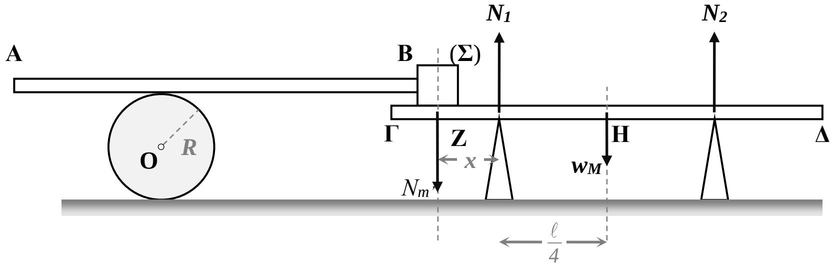
Από τη σχέση των στροφορμών:

$L_2 = 5L_1 \Rightarrow m\upsilon_2 R_2 = 5\, m\upsilon_1 R_1 \Rightarrow m\upsilon_2\cdot\frac{m\upsilon_2}{Bq_e} = 5\, m\upsilon_1\cdot\frac{m\upsilon_1}{Bq_e} \Rightarrow \upsilon_2^2 = 5\upsilon_1^2$.

Διαιρώντας κατά μέλη τις (2) και (1): $5 = \dfrac{\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi}{\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi} \Rightarrow \varphi = \frac{3}{4}\frac{hc}{\lambda_1} = 2{,}5$ eV.

Παρατήρηση: Αν υπολογίσουμε την ενέργεια ενός φωτονίου της προσπίπτουσας ακτινοβολίας στο πρώτο πείραμα θα παρατηρήσουμε ότι είναι μεγαλύτερη μόνο από το έργο εξαγωγής μόνο του βαρίου. Επομένως το 2ο πείραμα είναι περιττό.

Β3. **(α) Σωστή απάντηση (ii).**



Στο σώμα Σ ασκούνται, το βάρος του W_m και η δύναμη από τη ράβδο N_m. Από την ισορροπία του (Σ) στον άξονα y'y έχουμε $N_m = mg$.

Σύμφωνα με τον 3^o νόμο Νεύτωνα το (Σ) ασκεί στη ράβδο αντίθετη δύναμη $N_m' = N_m$. Επομένως, στην ράβδο ασκούνται, το βάρος της W_M, η $N_{m'}$, και οι δυνάμεις από τα 2 υποστηρίγματα N_1 και N_2.

Τη στιγμή που η ράβδος ΓΔ χάνει την επαφή της με το υποστήριγμα (2) έχουμε $N_2 = 0$. Εκείνη τη στιγμή το Σ βρίσκεται αριστερά του Ζ κατά x.

Από την ισορροπία ροπών ως προς το Ζ: $\Sigma\tau = 0 \Rightarrow \tau_{N_{m'}} = \tau_{W_\rho} \Rightarrow$
$Mgx = mgl/4 \Rightarrow x = \frac{l}{8}$.

Επομένως το (Σ) έχει μετατοπιστεί οριζόντια κατά: $d = \frac{l}{4} + \frac{l}{8} = \frac{3l}{8}$.

(β) Σωστή απάντηση (i).

Το σημείο επαφής του δίσκου με τη ράβδο ΑΒ έχει ταχύτητα ίση με υ. Καθώς εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση $\upsilon = 2\upsilon_{cm}$, όπου υ_{cm} η ταχύτητα της μεταφορικής κίνησης του δίσκου.

Οι παραπάνω ταχύτητες είναι σταθερές. Επομένως:

Για τη σανίδα: $d = \upsilon t \Rightarrow d = 2\upsilon_{cm}t$.

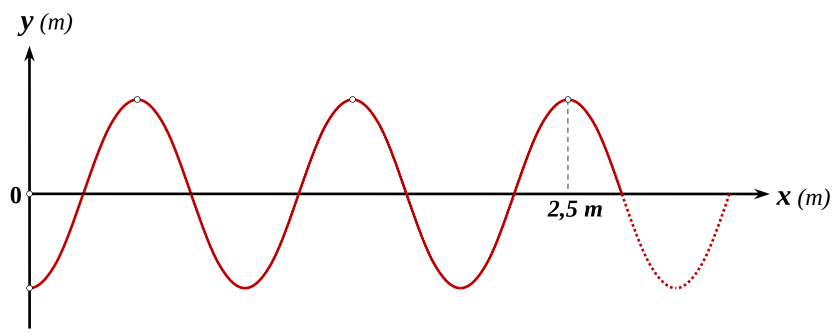
Για το δίσκο: $x_\delta = \upsilon_{cm}t$.

Διαιρώντας κατά μέλη τις παραπάνω σχέσεις: $\frac{d}{x_\delta} = 2 \Rightarrow x_\delta = \frac{3l}{16}$.

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Κάθε σημείο του ελαστικού μέσου περνά από τη θέση ισορροπίας του 2 φορές στη διάρκεια μιας περιόδου. Επομένως, καθώς το Ο περνά από τη θέση ισορροπίας του 60 φορές σε t = 1min, εκτελεί 30 ταλαντώσεις στο παραπάνω χρονικό διάστημα. Επομένως η συχνότητα ταλάντωσής του είναι ίση με: $f = \frac{30}{60}$ Hz = 0,5 Hz και η περίοδος ταλάντωσης $T = \frac{1}{f} \Rightarrow$ **T = 2 s.**

Το στιγμιότυπο του κύματος όπου για το Ο, $y_O = -A$ και για το Δ, $y_\Delta = +A$ δίνεται παρακάτω. Από το σχήμα: $x_\Delta = 2{,}5\lambda$ οπότε **λ = 1 m**.



Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι: $\upsilon = \lambda f \Rightarrow$ **υ = 0.5 m/s.**

Ο χρόνος που απαιτείται για να διαδοθεί το κύμα από το Ο στο Δ είναι ίσος με $t_{ΟΔ}$. Από τη σχέση $υ = \frac{x_Δ}{t_{ΟΔ}}$ έχουμε $t_{ΟΔ}$ = 5 s = 2,5T , όπου T η περίοδος του κύματος.

Το διάστημα που διανύει το Ο στη διάρκεια μιας περιόδου T είναι ίσο με 4Α, όπου Α το πλάτος ταλάντωσής του. Επομένως σε χρόνο t = 2,5T το διάστημα είναι ίσο με 10Α. Αρα 10Α = 2 m ⇒ **Α = 0,2 m**.

Γ2. Το σημείο Ο ταλαντώνεται στον άξονα y'y σύμφωνα με την εξίσωση: y = Αημωt.

Ο χρόνος που απαιτείται για να διαδοθεί το κύμα από το Ο στο Δ είναι ίσος με $t_{ΟΔ} = \frac{x_Δ}{υ}$.

Επομένως η μαθηματική σχέση που περιγράφει την ταλάντωση του Δ είναι: $y = Αημω(t - t_{ΟΔ}) = Αημ\frac{2π}{T}(t - \frac{x_Δ}{υ})$. Καθώς: λ = υT:

$$\boldsymbol{y = Αημ2π(\frac{t}{T} - \frac{x_Δ}{λ})}.$$

Γ3. Από το Γ2 η εξίσωση απομάκρυνσης για το (Δ) είναι η παρακάτω:

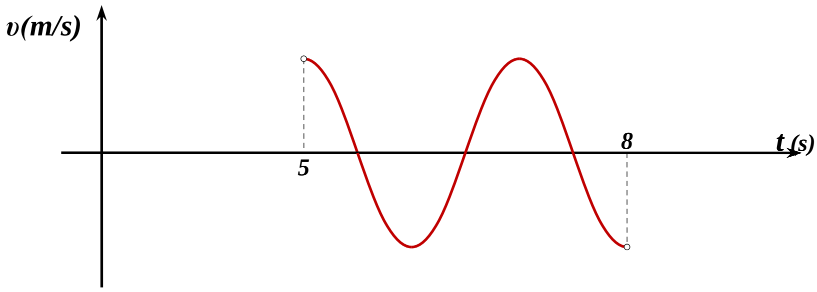
y = 0,2ημ2π(0,5t – 2,5) (S.I.)

Επομένως η εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσής του είναι η:

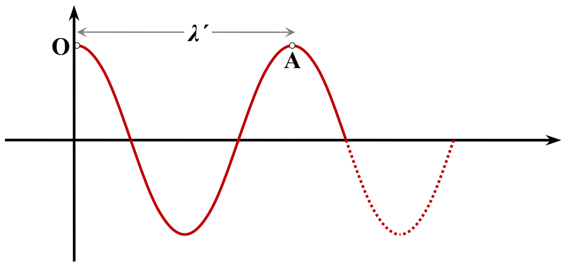
$υ_τ = υ_{max}συν2π(0,5t – 2,5)$ (S.I.), για $t \geq t_{ΟΔ}$, όπου $υ_{max} = ωΑ = 0,2π$ m/s και

$t_{ΟΔ} = \frac{x_Δ}{υ}$ = 5s.

Το χρονικό διάστημα Δt = 8 s – 5 s = 3 s αντιστοιχεί σε 1,5T, όπου T η περίοδος ταλάντωσης του κύματος.



Γ4. Ένα στιγμιότυπο του κύματος με τη νέα του συχνότητα δίνεται παρακάτω.



Παρατηρούμε ότι η οριζόντια απόσταση ΟΔ είναι ίση με το νέο μήκος κύματος λ'. Άρα $\lambda' = 2{,}5$ m.

Καθώς η ταχύτητα του κύματος παραμένει σταθερή:

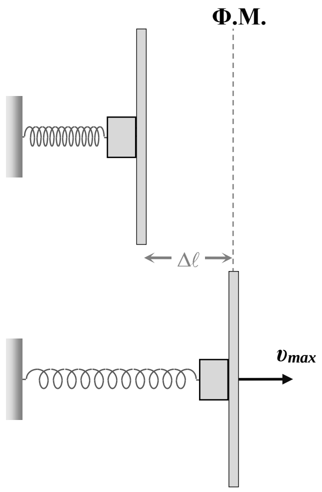
$\lambda f = \lambda' f' \Rightarrow f' = 0{,}2$ Hz.

Επομένως η μεταβολή της συχνότητας του κύματος είναι ίση με:

$|\Delta f| = 0{,}5 \text{ Hz} - 0{,}2 \text{ Hz} \Rightarrow \mathbf{\Delta f = 0{,}3 \text{ Hz}}$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. α) Καθώς αφήνουμε τα σώματα Σ και ράβδο ελεύθερα να κινηθούν, αυτά εκτελούν γ.α.τ. σταθεράς D = K, κυκλικής συχνότητας ω_o και πλάτους $A_o = \Delta l = 0{,}4$ m.



Από τη σχέση: $K = (M + m)\omega_o^2$ έχουμε $\omega_o = 2{,}5$ rad/s.

Το σημείο ισορροπίας της ταλάντωσής τους ταυτίζεται με το φυσικό μήκος του ελατηρίου. Η ταχύτητα με την οποία κινούνται στη θέση αυτή είναι:

$\upsilon_{max} = \omega_o A_o = 1$ m/s.

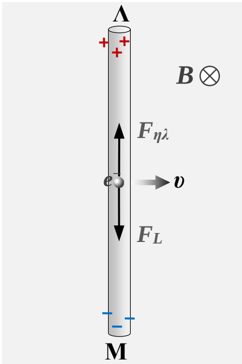
Στη ράβδο ασκείται η δύναμη F_Σ από το Σ. Επομένως η F_Σ είναι για τη ράβδο η δύναμη επαναφοράς. $F_\Sigma = -D_\rho x$ όπου $D_\rho = M_\rho \omega_o^2$.

Τη στιγμή που η ράβδος αποχωρίζεται από το Σ, $F_\Sigma = 0$, οπότε $x = 0$. Επομένως **τα 2 σώματα θα αποχωριστούν στο σημείο ισορροπίας της ταλάντωσης που βρίσκεται στη θέση όπου το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος.**

β) Στη συνέχεια το Σ εκτελεί ταλάντωση με το ίδιο σημείο ισορροπίας και σταθερά $D = K$. Επομένως η νέα κυκλική συχνότητα ταλάντωσής του υπολογίζεται από τη σχέση: $K = m\omega^2 \Rightarrow \omega = 5$ rad/s.

Η υ_{max} παραμένει σταθερή καθώς δεν μεταβάλλεται το σημείο ισορροπίας της ταλάντωσης του Σ. Αρα: $\upsilon_{max} = \omega A \Rightarrow$ **$A = 0{,}2$ m**.

Δ2. Καθώς η ράβδος κινείται με ταχύτητα κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ασκούνται στα ελεύθερα ηλεκτρόνιά της δυνάμεις Lorentz με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί συσσώρευση αρνητικού φορτίου στο άκρο της Μ και πλεόνασμα θετικού στο άκρο της Λ. Τα φορτία αυτά δημιουργούν στο εσωτερικό του αγωγού ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με αποτέλεσμα τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να δέχονται από το ηλεκτρικό πεδίο μία νέα δύναμη την $F_{ηλ}$ αντίρροπη της F_L. Η συσσώρευση ηλεκτρονίων στο κάτω άκρο της ράβδου θα σταματήσει όταν οι δύο δυνάμεις αποκτήσουν ίσα μέτρα. Όταν συμβεί αυτό, **το δυναμικό στο άνω άκρο της ράβδου Λ είναι μεγαλύτερο από το δυναμικό στο Μ, οπότε έχουμε μια διαφορά δυναμικού $V_{ΛΜ}$.**



Δ3. Καθώς ο διακόπτης Δ είναι ανοικτός στην ράβδο ασκείται μόνο η σταθερή δύναμη F οπότε η ράβδος εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση μέτρου $α = \frac{F}{M_ρ} = 2{,}5\ m/s^2$.

Η F ασκείται στο σώμα για το χρονικό διάστημα Δt = 3s – 1s = 2s. Για το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα η αρχική ταχύτητα κίνησης της ράβδου είναι η $υ_{max}$ που υπολογίσαμε στο Δ1β.

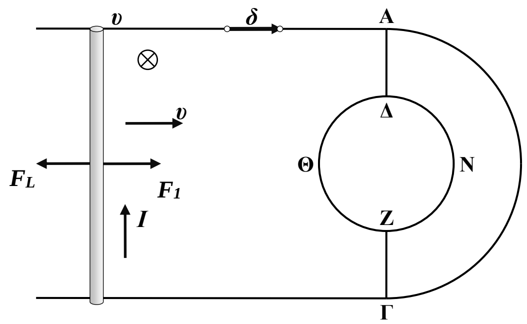
Αρα: $υ = υ_{max} + αΔt \Rightarrow$ **υ = 6 m/s.**

Δ4. (α) Τα 2 ημικύκλια του κυκλικού αγωγού ΔΘΖΝΔ έχουν την ίδια αντίσταση $R_{ΔΘΖ} = R_{ΔΝΖ} = \frac{R_2}{2} = 5\ Ω$.

Η ολική ωμική αντίσταση του κυκλώματος είναι υπολογίζεται παρακάτω:

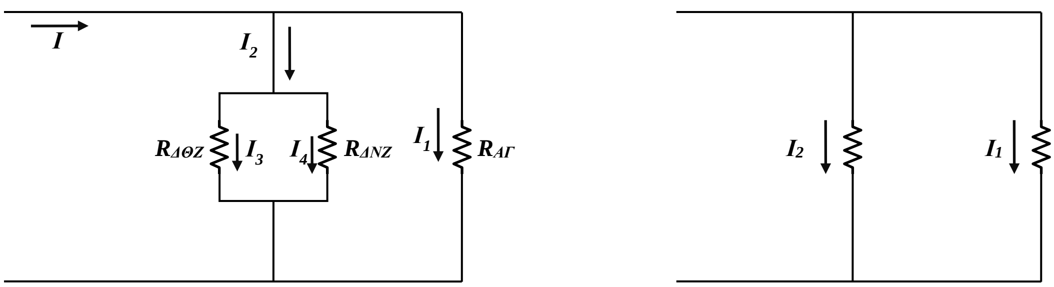
$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_{ΔΘΖ}} + \frac{1}{R_{ΔΝΖ}} + \frac{1}{R_1} \Rightarrow R_{ολ} = 2\ Ω$.

Στα άκρα της ράβδου αναπτύσσεται: $E_{επ} = BυL = 6\ V$ και η ένταση του ρεύματος που τη διαρρέει είναι: $I = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} = 3A$.



Στη ράβδο ασκείται δύναμη Laplace $F_L = BIL = 3N$, αντίρροπη της ταχύτητάς του, οπότε η συνισταμένη των δυνάμεων που της ασκούνται είναι:

$\mathbf{\Sigma F = F - F_L = 0}$. Επομένως η ράβδος κινείται ευθύγραμμα ομαλά.



(β) Η ράβδος διαρρέεται από I = 3 A. Για το τμήμα ΑΗΓ: $\mathbf{I_1 = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_1} = 0,6\ A.}$

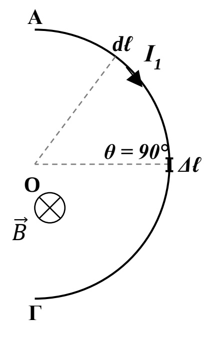
Αρα: $I_2 = I - I_1 = 2,4$ A.

Για το ΔΘΖ: $\mathbf{I_3 = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{\Delta\Theta Z}} = 1,2\ A.}$

Για το ΔΝΖ: $\mathbf{I_4 = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{\Delta NZ}} = 1,2\ A.}$

Δ5. (α) Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί το ημικύκλιο ΑΓ στο Ο υπολογίζεται παρακάτω:

$$\mathbf{B_O = \sum \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{I_1 \Delta l}{r_1^2}\eta\mu 90^o = \frac{\mu_o I_1}{4\pi r_1^2}\sum \Delta l = \frac{\mu_o I_1}{4\pi r_1^2}\pi r_1 = 1,2\pi \cdot 10^{-7}\ T.}$$



(β) Ο κυκλικός αγωγός του σχήματος χωρίζεται σε 2 ημικύκλια που διαρρέονται από ρεύματα ίσων εντάσεων I_3 και I_4. Επομένως τα μαγνητικά πεδία που δημιουργούν τα 2 ημικύκλια στο Ο είναι αντίθετα και εξουδετερώνονται.

Τελικά στο Ο: $\mathbf{B_{o\lambda} = B_O = 1,2\pi \cdot 10^{-7}\ T.}$