

ΕΠΑ.Λ. Β' ΟΜΑΔΑΣ

ΦΥΣΙΚΗ ΙΙ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^ο

- 1 – β
2 – δ
3 – α
4 – γ

5. α – Λάθος
β – Σωστό
γ – Σωστό
δ – Σωστό
ε – Λάθος

ΘΕΜΑ 2^ο

1. **Σωστό το β.**
Έστω r_1 και r_2 με $r_1 > r_2$ οι αποστάσεις ενός τέτοιου σημείου απόσβεσης από τις δύο πηγές.

$$\text{Τότε } r_1 = v \cdot t_1 \quad (1)$$

$$\text{Και } r_2 = v \cdot t_2 \quad (2)$$

$$\text{Οπότε } r_1 - r_2 = v \cdot (t_1 - t_2) \Leftrightarrow r_1 - r_2 = v \cdot \Delta t \quad (3)$$

Για τα σημεία απόσβεσης ισχύει

$$r_1 - r_2 = (2N + 1) \frac{\lambda}{2} \stackrel{(3)}{\Leftrightarrow} v \cdot \Delta t = (2N + 1) \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow v \cdot \Delta t = (2N + 1) \frac{v \cdot T}{2} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \Delta t = (2N + 1) \frac{T}{2}$$

2. **Σωστό το α.**
Στο σώμα δρα το βάρος του (συντηρητική δύναμη) και η τριβή κύλισης της οποίας το έργο είναι μηδέν. Έτσι η μηχανική του ενέργεια διατηρείται σταθερή.

Στη θέση (1) η μηχανική ενέργεια είναι σε δυναμική μορφή. Άρα

$$E = U_{(1)} = 140 \text{ J.}$$

Στη θέση (2) έχουμε:

$$E = U_{(2)} + K_{\pi(2)} + K_{\mu(2)} \Leftrightarrow 140 = 35 + 30 + K_{\mu(2)} \Leftrightarrow K_{\mu(2)} = 75 \text{ J.}$$

Στην κύλιση όμως ισχύουν:

$$v_{cm} = \omega R \quad (1)$$

$$\text{και } \frac{K_{\mu}}{K_{\pi}} = \frac{\frac{1}{2}mv_{cm}^2}{\frac{1}{2}I\omega^2} = \frac{m\omega^2 R^2}{I\omega^2} = \frac{mR^2}{I} = \text{σταθ.} \quad (2)$$

$$\text{Επομένως ισχύει } \frac{K_{\mu(3)}}{K_{\pi(3)}} = \frac{K_{\mu(2)}}{K_{\pi(2)}} \Leftrightarrow \frac{K_{\mu(3)}}{K_{\pi(3)}} = \frac{75}{30} \Leftrightarrow K_{\mu(3)} = \frac{5}{2}K_{\pi(3)} \quad (3)$$

$$\text{Αλλά } K_{\mu(3)} + K_{\pi(3)} + U_{(3)} = E \Leftrightarrow \frac{5}{2}K_{\pi(3)} + K_{\pi(3)} + 14 = 140 \Leftrightarrow K_{\pi(3)} = 36 \text{ J}$$

$$\text{και από την (3) } K_{\mu(3)} = 90 \text{ J}$$

3. Σωστό το α.

$$\text{Ο ακίνητος παρατηρητής } A_1 \text{ ακούει ήχο συχνότητας } f_{A1} = \frac{v}{v+v_s} f_s \quad (1)$$

$$\text{ενώ ο κινούμενος παρατηρητής } A_2 \text{ ακούει ήχο συχνότητας } f_{A2} = \frac{v+v_2}{v+v_s} f_s \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) είναι $f_{A1} < f_{A2}$.

ΘΕΜΑ 3^ο

A. Η ελάχιστη οριζόντια απόσταση δύο σημείων με διαφορά φάσης $\Delta\phi = \pi \text{ rad}$

$$\text{είναι } \Delta x = \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 2\Delta x \Leftrightarrow \lambda = 2 \text{ m.}$$

Γνωρίζουμε ότι σε χρόνο T διέρχεται από τη Θ.Ι. 2 φορές.

Επίσης δόθηκε ότι σε χρόνο 2 s διέρχεται από τη Θ.Ι. 20 φορές.

$$\text{Άρα } \frac{T}{2} = \frac{2}{20} \Leftrightarrow T = \frac{1}{5} \Leftrightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{5} \Leftrightarrow f = 5 \text{ Hz.}$$

$$v = \lambda f \Leftrightarrow v = 2 \cdot 5 \Leftrightarrow v = 10 \text{ m/s.}$$

B.1. $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 5 \Leftrightarrow \omega = 10\pi \text{ rad/s}$

$$v_{\max} = 2\pi \Leftrightarrow \omega A = 2\pi \Leftrightarrow 10\pi A = 2\pi \Leftrightarrow A = 0,2 \text{ m.}$$

Αφού για $t = 0$ τα κύματα φθάνουν στο $O(x = 0)$ και αυτό έχει εξίσωση απομάκρυνσης εξαιτίας και του ενός και του άλλου κύματος την εξίσωση:

$$y = A\eta\mu \frac{2\pi}{T} t$$

τότε για το κύμα που διαδίδεται προς τη θετική φορά η εξίσωση είναι:

$$y_1 = A\eta\mu \left(\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi}{\lambda} x \right) \Leftrightarrow y_1 = 0,2\eta\mu(10\pi t - \pi x) \text{ (S.I.)} \quad (1)$$

και το κύμα που διαδίδεται προς την αρνητική φορά η εξίσωση είναι:

$$y_2 = A\eta\mu\left(\frac{2\pi}{T}t + \frac{2\pi}{\lambda}x\right) \Leftrightarrow y_2 = 0,2\eta\mu(10\pi t + \pi x) \text{ (S.I.) (2)}$$

B.2. Τα κύματα έφθασαν στο $O(x = 0)$ τη χρονική στιγμή $t = 0$. Έτσι τη χρονική στιγμή $t = 0,2$ s έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα στην περιοχή του μέσου

$$-v_1 t_1 \leq x \leq v_1 t_1 \Leftrightarrow -10 \cdot 0,2 \leq x \leq 10 \cdot 0,2 \Leftrightarrow -2 \text{ m} \leq x \leq 2 \text{ m}$$

Έτσι το μήκος του μέσου από το σημείο με $x = -2$ m ως το σημείο με $x = 2$ m είναι $D = 4$ m.

B.3. Η θέση των δεσμών είναι

$$x = (2N + 1)\frac{\lambda}{4} \Leftrightarrow x = (2N + 1)\frac{2}{4} \Leftrightarrow x = (2N + 1)\frac{1}{2} \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Άρα } -2 \leq x \leq 2 &\Leftrightarrow -2 \leq (2N + 1)\frac{1}{2} \leq 2 \Leftrightarrow -4 \leq 2N + 1 \leq 4 \Leftrightarrow -5 \leq 2N \leq 3 \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow -2,5 \leq N \leq 1,5 \end{aligned}$$

Επομένως $N = -2, -1, 0, 1$, δηλαδή 4 δεσμοί.

B.4. Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι:

$$y = 2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi}{\lambda}x \cdot \eta\mu\frac{2\pi}{T}t \Leftrightarrow y = 0,4\sigma\upsilon\nu\pi x \cdot \eta\mu 10\pi t \text{ (S.I.) (3)}$$

Γ. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,2$ s έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα στην περιοχή του μέσου $-2 \text{ m} \leq x \leq 2 \text{ m}$

Επομένως στο σημείο $K(x_K = 2,25 \text{ m})$ δεν έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα και επομένως η σχέση (3) δεν ισχύει για το σημείο αυτό την δεδομένη χρονική στιγμή $t_1 = 0,2$ s. Στο σημείο $K(x_K = 2,25 \text{ m})$ έχει φθάσει μόνο το κύμα που διαδίδεται προς την αρνητική φορά του άξονα. Η απομάκρυνση του σημείου αυτού θα υπολογιστεί από την εξίσωση (2) η οποία δίνει:

$$y_K = 0,2\eta\mu(10\pi \cdot 0,2 + \pi \cdot 2,25) \Leftrightarrow y_K = 0,1\sqrt{2} \text{ m}.$$

ΘΕΜΑ 4^ο

A.1. Για την ισορροπία του σώματος Σ_2 ισχύει:

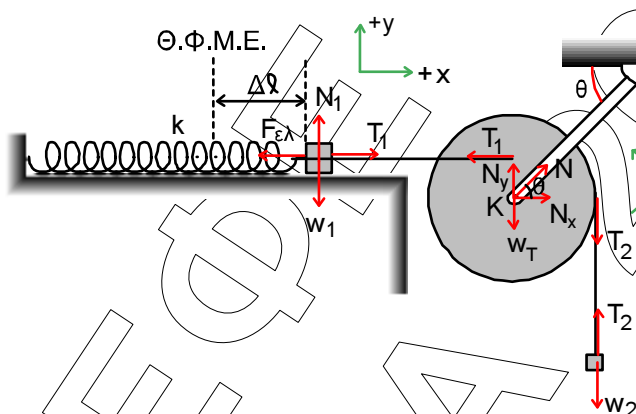
$$\Sigma \vec{F}_y = 0 \Leftrightarrow T_2 - w_2 = 0 \Leftrightarrow T_2 = 20 \text{ N.}$$

Για την ισορροπία της τροχαλίας ισχύει:

$$\Sigma \vec{\tau}_{(K)} = 0 \Leftrightarrow T_1 \cdot d - T_2 \cdot R = 0 \Leftrightarrow T_1 = T_2 \frac{R}{d} \Leftrightarrow T_1 = 20 \frac{0,2}{0,1} \Leftrightarrow T_1 = 40 \text{ N.}$$

$$\Sigma \vec{F}_x = 0 \Leftrightarrow N_x - T_1 = 0 \Leftrightarrow N_x = 40 \text{ N.}$$

$$\Sigma \vec{F}_y = 0 \Leftrightarrow N_y - w_T - T_2 = 0 \Leftrightarrow N_y = w_T + T_2 \Leftrightarrow N_y = 40 \text{ N.}$$



$$N = \sqrt{N_x^2 + N_y^2} \Leftrightarrow N = \sqrt{40^2 + 40^2} \Leftrightarrow N = 40\sqrt{2} \text{ N.}$$

2. Αφού η ράβδος KA δεν στρέφεται θα πρέπει $\Sigma \tau_{(A)} = 0$.

Επομένως η συνισταμένη των δυνάμεων που η δέχεται η ράβδος στο K έχει την διεύθυνσή της (KA). Έτσι η δύναμη αντίδρασης N που ασκεί αυτή στον άξονα της τροχαλίας βρίσκεται πάνω της. Η γωνία θ που σχηματίζει η ράβδος KA με την οροφή είναι ίση με τη γωνία που σχηματίζει η N με την οριζόντια συνιστώσα της N_x . Έτσι έχουμε

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{N_y}{N_x} = \frac{40}{40} = 1 \Leftrightarrow \theta = \frac{\pi}{4} \text{ rad ή } \theta = 45^\circ.$$

B.1. Για την ισορροπία της m_1 πριν την κοπή του νήματος ισχύει:

$$\Sigma \vec{F}_x = 0 \Leftrightarrow T_1 - F_{ελ} = 0 \Leftrightarrow k \cdot \Delta l = T_1 \Leftrightarrow \Delta l = \frac{T_1}{k} = \frac{40}{100} \Leftrightarrow \Delta l = 0,4 \text{ m.}$$

Μετά την κοπή του νήματος το σώμα Σ_1 εκτελεί Α.Α.Τ. με

$D = k = 100 \text{ N/m}$, πλάτος $A = \Delta l = 0,4 \text{ m}$ και

$$D = k = m_1 \omega^2 \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}} \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{100}{4}} \Leftrightarrow \omega = 5 \text{ rad/s.}$$

Η εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης είναι:

$$\left. \begin{aligned} x &= A\eta\mu(\omega t + \varphi_0) \\ \text{Για } t=0 \text{ είναι } x &= +A \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow A = A\eta\mu(\omega \cdot 0 + \varphi_0) \Leftrightarrow \eta\mu\varphi_0 = 1 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$$

$$\text{Άρα } x = 0,4\eta\mu\left(5t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ (S.I.)}$$

B.2. Επειδή το νήμα ξετυλίγεται χωρίς να ολισθαίνει, ισχύουν:

$$v_{\text{cm}} = v_{\gamma\rho} = \omega R \quad (1)$$

$$a_{\text{cm}} = a_{\gamma\rho} = \alpha_{\gamma\omega\nu} R \quad (2)$$

Για την μεταφορική κίνηση του Σ_2 ισχύει:

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{F} = m a_{\text{cm}} &\Leftrightarrow w_2 - T'_2 = m_2 a_{\text{cm}} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow T'_2 = 20 - 2a_{\text{cm}} \quad (3) \end{aligned}$$

Για τη στροφική κίνηση της τροχαλίας ισχύει:

$$\Sigma \vec{\tau}_{(K)} = I \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Leftrightarrow T'_2 \cdot R = \frac{1}{2} MR^2 \alpha_{\gamma\omega\nu} \Leftrightarrow T'_2 = \frac{1}{2} 2R \alpha_{\gamma\omega\nu} \Leftrightarrow T'_2 = a_{\text{cm}} \quad (4)$$

Από την επίλυση του συστήματος των εξισώσεων (3) και (4) έχουμε:

$$\alpha_{\text{cm}} = \frac{20}{3} \text{ m/s}^2 \text{ και } T'_2 = \frac{20}{3} \text{ N.}$$

Η χρονική στιγμή που το Σ_1 περνάει από τη θέση ισορροπίας του για 2^η φορά είναι:

$$t = \frac{3}{4} T = \frac{3}{4} \cdot \frac{2\pi}{\omega} \Leftrightarrow t = \frac{3\pi}{10} \text{ s.}$$

Η ταχύτητα του Σ_2 την ίδια χρονική στιγμή είναι:

$$v_{\text{cm}} = \alpha_{\text{cm}} \cdot t = \frac{20}{3} \cdot \frac{3\pi}{10} \Leftrightarrow v_{\text{cm}} = 2\pi \text{ m/s}$$

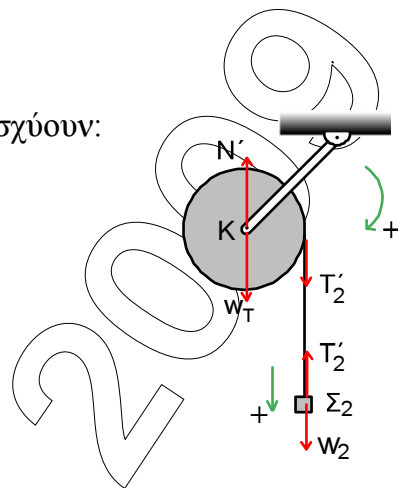
Από την σχέση (1) έχουμε: $\omega = \frac{v_{\text{cm}}}{R} = \frac{2\pi}{0.2} \Leftrightarrow \omega = 10\pi \text{ rad/s}$

Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_2 είναι

$$\frac{dK}{dt} = P_{\Sigma F} = \Sigma F \cdot v_{\text{cm}} = m_2 a_{\text{cm}} v_{\text{cm}} = 2 \cdot \frac{20}{3} \cdot 2\pi \Leftrightarrow \frac{dK}{dt} = \frac{80\pi}{3} \text{ J/s.}$$

Το μέτρο της στροφορμής της τροχαλίας είναι

$$L = I\omega = \frac{1}{2} MR^2 \omega = \frac{1}{2} 2 \cdot 0,2^2 \cdot 10\pi \Leftrightarrow L = 0,4\pi \text{ Kg m}^2/\text{s.}$$



Απάντηση Προτεινόμενου Θέματος :**ΘΕΜΑ 2^ο****3. Σωστό το γ.**

Ο ακίνητος παρατηρητής A_1 ακούει ήχο συχνότητας $f_{A1} = \frac{v}{v+v_s} f_s$ (1)

ενώ ο κινούμενος παρατηρητής A_2 ακούει ήχο συχνότητας $f_{A2} = \frac{v+v_2}{v+v_s} f_s$ (2)

Από τις (1) και (2) είναι $f_{A1} < f_{A2}$.

Το μήκος κύματος πίσω από την κινούμενη ηχητική πηγή (όχημα) είναι:

$$\lambda_o = \lambda_s + v_s T_s \Leftrightarrow \lambda_o = \lambda_s + \frac{v_s}{f_s} \Leftrightarrow (3)$$

1^{ος} τρόπος

Η μέτρηση μήκους δεν εξαρτάται από το αν ο παρατηρητής είναι ακίνητος ή κινούμενος, οπότε και οι δύο παρατηρητές μετρούν το ίδιο μήκος κύματος λ_o , το οποίο είναι μεγαλύτερο του λ_s , όπως φαίνεται από την (3).

2^{ος} τρόπος

Η (3) γράφεται και ως $\lambda_o = \frac{v}{f_s} + \frac{v_s}{f_s} \Leftrightarrow \lambda_o = \frac{v+v_s}{f_s}$ (4)

Ο ακίνητος παρατηρητής A_1 δέχεται τον ήχο με ταχύτητα v , ακούει συχνότητα f_{A1} και ερμηνεύοντας τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής ακούει ήχο μήκους κύματος

$$\lambda_{A1} = \frac{v}{f_{A1}} \Leftrightarrow \lambda_{A1} = \frac{v}{\frac{v}{v+v_s} f_s} \Leftrightarrow \lambda_{A1} = \frac{v+v_s}{f_s} (5)$$

Ο κινούμενος προς την ηχητική πηγή παρατηρητής A_2 δέχεται τον ήχο αντίθετα προς την κίνησή του. Έτσι η ταχύτητα που αντιλαμβάνεται γι' αυτόν είναι

$$v' = v + v_2 (6)$$

Ερμηνεύοντας και αυτός τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής ακούει ήχο μήκους κύματος λ_{A2} και η (6) γίνεται:

$$\lambda_{A2} \cdot f_{A2} = v + v_2 \Leftrightarrow \lambda_{A2} = \frac{v+v_2}{f_{A2}} \Leftrightarrow \lambda_{A2} = \frac{v+v_2}{\frac{v+v_2}{v+v_s} f_s} \Leftrightarrow \lambda_{A2} = \frac{v+v_s}{f_s} (7)$$

Από τις (3),(4),(5) και (7) έχουμε $\lambda_{A1} = \lambda_{A2} > \lambda_s$.