

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Δ' ΤΑΞΗΣ ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ
(ΟΜΑΔΑ Β')
ΤΡΙΤΗ 10 ΙΟΥΝΙΟΥ 2014
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (ΚΑΙ ΤΩΝ
ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

Θέμα Α

A1 → γ, A2 → β, A3 → γ, A4 → β

A5. α. → Σωστό, β. → Σωστό, γ. → Λάθος, δ. → Λάθος, ε. → Σωστό

Θέμα Β

B1. Σωστό το ii

$$\text{Είναι: } T_{\Delta} = 2 \text{ s} \Rightarrow f_{\Delta} = \frac{1}{T_{\Delta}} = \frac{1}{2} \Rightarrow f_{\Delta} = 0,5 \text{ Hz}$$

$$\text{Αλλά } f_{\Delta} = |f_1 - f_2| \xrightarrow{f_1 > f_2} f_{\Delta} = f_1 - f_2 \Rightarrow f_1 - f_2 = 0,5 \quad (1)$$

Είναι:

$$\omega = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} \Rightarrow 2\pi f = \frac{2\pi f_1 + 2\pi f_2}{2} \Rightarrow f = \frac{f_1 + f_2}{2} \Rightarrow \frac{N}{t} = \frac{f_1 + f_2}{2} \Rightarrow \frac{200}{2} = \frac{f_1 + f_2}{2} \Rightarrow f_1 + f_2 = 200 \quad (2)$$

$$\text{Από (1) + (2) παίρνουμε: } 2f_1 = 200,5 \Rightarrow f_1 = 100,25 \text{ Hz}$$

$$(1) \Rightarrow f_2 = f_1 - 0,5 \Rightarrow f_2 = 100,25 - 0,5 \Rightarrow f_2 = 99,75 \text{ Hz}$$

B2. Σωστό το iii

Μετά την πρώτη κρούση τους τα σώματα θα αποκτήσουν ταχύτητες:

$$u_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 \quad (1) \quad \text{και} \quad u_2' = \frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2} u_1 \quad (2)$$

Το σώμα m_2 θα συγκρουστεί ελαστικά με τον ακίνητο τοίχο όπου $m_{\text{τοιχ}} \gg m_2$. Οπότε θα αποκτήσει ταχύτητα u_2'' αντίθετη αυτής που είχε πριν την κρούση. Δηλ. θα ισχύει:

$$u_2'' = -u_2' \xrightarrow{(2)} u_2'' = -\frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2} u_1 \quad (3)$$

Για να παραμένει η απόστασή τους σταθερή θα πρέπει να έχουν ίσες ταχύτητες δηλ. θα πρέπει:

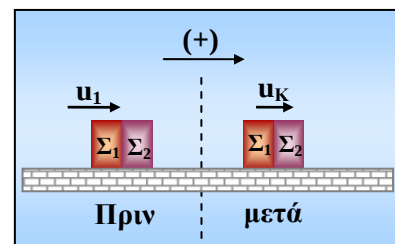
$$u_1' = u_2'' \xrightarrow{(1),(3)} \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 = -\frac{2 \cdot m_1}{m_1 + m_2} u_1 \Rightarrow m_1 - m_2 = -2m_1 \Rightarrow 3m_1 = m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

B3. Σωστό το i

Α.Δ.Ο για την κρούση:

$$\vec{p}_{\text{ολ. (πριν)}} = \vec{p}_{\text{ολ. (μετά)}} \Rightarrow m_1 \cdot u_1 = (m_1 + m_2) u_K \Rightarrow$$

$$m_1 \cdot u_1 = (m_1 + 3m_1) u_K \Rightarrow u_K = \frac{m_1 \cdot u_1}{4m_1} \Rightarrow u_K = \frac{u_1}{4}$$



$$\frac{|\Delta K|}{K_{\text{πριν.}}} 100\% = \frac{|K_{\text{μετά}} - K_{\text{πριν.}}|}{K_{\text{πριν.}}} 100\% = \frac{K_{\text{πριν.}} - K_{\text{μετά}}}{K_{\text{πριν.}}} 100\% = \left(1 - \frac{K_{\text{μετά}}}{K_{\text{πριν.}}}\right) 100\% = \left(1 - \frac{\frac{1}{2} 4m_1 \cdot u_k^2}{\frac{1}{2} m_1 \cdot u_1^2}\right) 100\% =$$

$$\left(1 - \frac{\frac{1}{2} 4m_1 \cdot u_k^2}{\frac{1}{2} m_1 \cdot u_1^2}\right) 100\% = 1 - 4 \cdot \left(\frac{u_k}{u_1}\right)^2 100\% = 1 - 4 \cdot \left(\frac{\frac{u_1}{4}}{u_1}\right)^2 100\% = \left(1 - \frac{1}{4}\right) \cdot 100\% = 75\%$$

Θέμα Γ

Γ1. Από το διάγραμμα βλέπουμε πως:

$$A = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$A_{\Sigma'} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Ο χρόνος για να φτάσει το κύμα από την Π₂ είναι t₂ = 0,2 s και από την Π₁ είναι t₁ = 1,4 s.

Επίσης: 1,4 - 0,2 = 3T ⇒ 1,2 = 3T ⇒ T = 0,4 s και f = $\frac{1}{T} = \frac{1}{0,4} \Rightarrow f = 2,5 \text{ Hz}$

Οπότε: r₂ = u · t₂ = 5 · 0,2 ⇒ **r₂ = 1 m** και r₁ = u · t₁ = 5 · 1,4 ⇒ **r₁ = 7 m**

Γ2. Είναι: ω = 2πf = 5π rad/s

Η εξίσωση ταλάντωσης κάθε πηγής θα είναι:

$$y_1 = y_2 = A \eta \mu \omega t \Rightarrow \mathbf{y_1 = y_2 = 5 \cdot 10^{-3} \eta \mu 5\pi t, (S.I)}$$

Γ3. Για το Σ: r₁ - r₂ = 7 - 1 = 6 = 3 · 2 ⇒ r₁ - r₂ = 3 · λ δηλ. στο Σ έχουμε ενισχυτική συμβολή των κυμάτων.

Οπότε η εξίσωση της ταλάντωσης του Σ θα είναι:

▪ 0 ≤ t < 0,2 s: **y = 0**

▪ 0,2s ≤ t < 1,4 s έχει φτάσει το κύμα μόνο από την Π₂. Οπότε:

$$y = A \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_2}{\lambda} \right) = 5 \cdot 10^{-3} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{0,4} - \frac{1}{2} \right) \Rightarrow \mathbf{y = 5 \cdot 10^{-3} \eta \mu (5\pi t - \pi), (S.I)},$$

▪ t ≥ 1,4 s φτάνει και το κύμα από την Π₁ και γίνεται συμβολή, οπότε:

$$y = 2A \sigma \nu 2\pi \frac{r_1 - r_2}{2\lambda} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda} \right) = 2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \sigma \nu 2\pi \frac{7-1}{4} \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{0,4} - \frac{7+1}{4} \right) \Rightarrow$$

$$\mathbf{y = -10^{-2} \eta \mu (2\pi t - 4\pi), (S.I)}$$

Γ4. Στο σημείο Σ γίνεται ενισχυτική συμβολή και αυτό ταλαντώνεται με πλάτος A_{Σ'} = 10⁻² m.

Για να είναι y₁ = 5√3 · 10⁻³ m δηλ. 5√3 · 10⁻³ m < y₁ < 10⁻² m, θα πρέπει στο σημείο Σ να έχει γίνει ήδη η συμβολή των κυμάτων.

Για την ενέργεια ταλάντωσης του φελλού θα ισχύει:

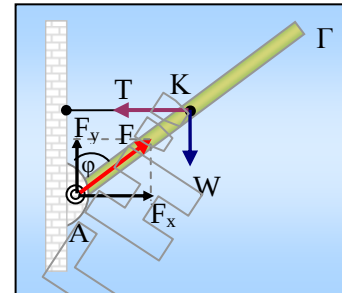
$$E_{\text{ταλ.}} = K + U_{\text{ταλ.}} \Rightarrow \frac{1}{2} D \cdot (2A)^2 = \frac{1}{2} D \cdot y_1^2 + \frac{1}{2} m \cdot v_1^2 \Rightarrow m \cdot \omega^2 4A^2 = m \cdot \omega^2 y_1^2 + m \cdot v_1^2 \Rightarrow$$

$$v_1^2 = \omega^2 (4A^2 - y_1^2) \Rightarrow |v_1| = \omega \sqrt{4A^2 - y_1^2} = 5\pi \sqrt{10^{-4} - 75 \cdot 10^{-6}} = 5\pi \sqrt{(100 - 75) \cdot 10^{-6}} \Rightarrow$$

$$|v_1| = 5\pi \sqrt{25 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \mathbf{v_1 = 25\pi \cdot 10^{-3} \text{ m/s}}$$

Θέμα Δ

Δ1. Στη ράβδο ασκούνται οι δυνάμεις που φαίνονται στο σχήμα, δηλ. W , T και η δύναμη από τον άξονα περιστροφής F . Για να ισορροπεί, θα πρέπει να ισχύει η συνθήκη ισορροπίας στερεού σώματος, δηλ. $\Sigma\tau = 0$ και $\Sigma F = 0$. Η συνθήκη $\Sigma\tau = 0$ πρέπει να ισχύει ως προς οποιοδήποτε άξονα, άρα και ως προς άξονα που περνάει από το K . Τότε όμως για να είναι $\Sigma\tau_{(K)} = 0$, θα πρέπει η διεύθυνση της F να είναι η διεύθυνση της ράβδου, αφού οι ροπές των W , T είναι μηδέν ως προς αυτόν τον άξονα.



$$\text{Είναι: } \Sigma F = 0 \Rightarrow \begin{cases} \Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_y = W \Rightarrow F \sin \varphi = W \Rightarrow F \cdot 0,8 = Mg = 56 \Rightarrow F = 70 \text{ N} \\ \Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_x = T \Rightarrow T = F \cos \varphi \Rightarrow T = 70 \cdot 0,6 \Rightarrow T = 42 \text{ N} \end{cases}$$

Δ2. Για τη μεταφορική κίνηση εφαρμόζουμε το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής και έχουμε: $\Sigma F = m \cdot a_{cm} \Rightarrow T_{στ.} - W_x = m \cdot a_{cm} \Rightarrow T_{στ.} - m \cdot g \cdot \sin \varphi = m \cdot a_{cm}$ (1)

Για τη στροφική κίνηση εφαρμόζουμε το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής και έχουμε:

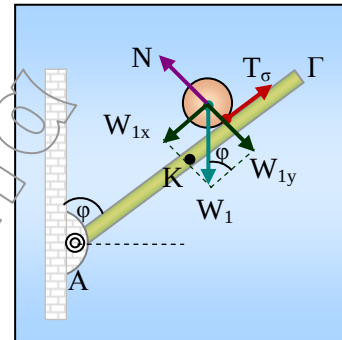
$$\Sigma \tau = I_{σφ.} \cdot \alpha_{γων} \Rightarrow -T_{στ.} \cdot r = I_{σφ.} \cdot \alpha_{γων} \Rightarrow -T_{στ.} \cdot r = \frac{2}{5} m \cdot r^2 \cdot \alpha_{γων}$$

Αλλά αφού εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση θα ισχύει: $\alpha_{cm} = \alpha_{γων} \cdot r$

$$\text{Οπότε: } -T_{στ.} = \frac{2}{5} m \cdot a_{cm} \quad (2)$$

$$\text{Με πρόσθεση των (1), (2) έχουμε: } -m \cdot g \cdot \sin \varphi = m \cdot a_{cm} + \frac{2}{5} m \cdot a_{cm} \Rightarrow a_{cm} = -\frac{5g \sin \varphi}{7}$$

$$\text{Άρα: } \alpha_{γων.} = \frac{a_{cm}}{r} = \frac{-\frac{5g \sin \varphi}{7}}{r} = \frac{-5g \sin \varphi}{7 \cdot r} = \frac{-5 \cdot 10 \cdot 0,8}{7 \cdot \frac{1}{70}} \Rightarrow \alpha_{γων.} = -400 \text{ rad/s}^2$$



Δ3. Οι δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο όταν η σφαίρα βρίσκεται σε μια τυχαία θέση που απέχει απόσταση x από το K φαίνονται στο διπλανό σχήμα. (Δεν σχεδιάσαμε την F από την άρθρωση, γιατί η ροπή της ως προς A είναι μηδέν και συνεπώς δεν θα χρησιμοποιηθεί παρακάτω.)

Από το ερώτημα Δ2 για τη σφαίρα είναι:

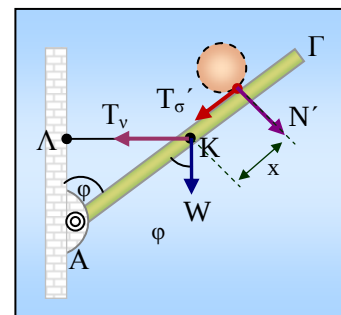
$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = W_{1y} \Rightarrow N = m \cdot g \cdot \eta \mu \varphi = 0,4 \cdot 10 \cdot 0,6 \Rightarrow N = 2,4 \text{ N}$$

Αλλά $N' = N$ (δράση - αντίδραση). Οπότε $N' = 2,4 \text{ N}$

Η ράβδος ισορροπεί, άρα:

$$\Sigma \tau_{(A)} = 0 \Rightarrow T_v \cdot (AA) - W \cdot (KA) - N' \cdot \left(\frac{\ell}{2} + x\right) = 0 \Rightarrow$$

$$T_v \cdot \frac{\ell}{2} \sin \varphi = M \cdot g \cdot \frac{\ell}{2} \eta \mu \varphi + N' \cdot \left(\frac{\ell}{2} + x\right) \Rightarrow$$



$$T_v \cdot 1,0,8 = 5,6 \cdot 10 \cdot 1,0,6 + 2,4 \cdot (1 + x) \Rightarrow T_v = \frac{56 \cdot 6}{8} + 3 \cdot (1 + x) \Rightarrow$$

$$T_v = 42 + 3 + 3x \Rightarrow T_v = 45 + 3x, (S.I) \quad (0 \leq x \leq 1) \text{ m}$$

Δ4. Εφαρμόζουμε Α.Δ.Μ.Ε για τη ράβδο από τη θέση (I) έως τη θέση (II)

$$E_{μηχ.(I)} = E_{μηχ.(II)} \Rightarrow K_{(I)} + U_{βαρ.(I)} = K_{(II)} + U_{βαρ.(II)} \Rightarrow U_{βαρ.(I)} = K_{(II)} \Rightarrow$$

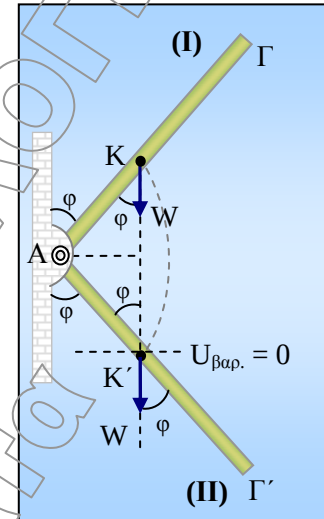
$$M \cdot g \cdot 2 \cdot \frac{\ell}{2} \sin \varphi = \frac{1}{2} \frac{1}{3} M \cdot \ell^2 \cdot \omega^2 \Rightarrow 10 \cdot 2 \cdot 0,8 = \frac{4}{6} \omega^2 \Rightarrow$$

$$\omega^2 = \frac{16 \cdot 6}{4} \Rightarrow \omega = 2\sqrt{6} \text{ rad/s}$$

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{\Delta W_{(\Sigma \tau)}}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{\Sigma \tau \cdot \Delta \theta}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma \tau \cdot \omega \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \tau_w \cdot \omega = W \frac{\ell}{2} \eta \mu \varphi \cdot \omega = M \cdot g \frac{\ell}{2} \eta \mu \varphi \cdot \omega \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = 5,6 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 2\sqrt{6} \Rightarrow \frac{\Delta K}{\Delta t} = 67,2\sqrt{6} \text{ J/s}$$



Επιμέλεια απαντήσεων:

Λογιώτης Σταύρος

Οικονόμου Θανάσης

Γρουσουζάκου Γιώτα

Φυσικοί

Φροντιστήριο Μ.Ε «ΕΠΙΛΟΓΗ» - Καλαμάτα

<http://www.epil.gr>