

**ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ' ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΤΕΤΑΡΤΗ 13 ΙΟΥΝΙΟΥ 2018
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ:
ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1) γ

A2) δ

A3) α

A4) δ

A5) $\Lambda \Sigma \Lambda \Sigma \Lambda$

ΘΕΜΑ Β

B1.

α) Σωστή απάντηση το i)

β) Από το πυθαγόρειο θεώρημα στο τρίγωνο $\Pi_1\Pi_2\Sigma$ έχουμε

$$d_2 = \sqrt{4\lambda_1^2 + \frac{9}{4}\lambda_1^2} = \frac{5}{2}\lambda_1$$

Επειδή η ταχύτητα διάδοσης δε μεταβάλλεται, από τη θεμελιώδη εξίσωση κυματικής το μήκος κύματος υποδιπλασιάζεται, δηλαδή $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}$.

Το πλάτος ταλάντωσης του σημείου Σ μετά τη συμβολή των κυμάτων σε αυτό θα είναι

$$A' = 2A \left| \sin \left(2\pi \frac{d_1 - d_2}{2\lambda_2} \right) \right| = 2A \left| \sin \left(2\pi \frac{\frac{5}{2}\lambda_1 - 2\lambda_1}{\lambda_1} \right) \right| = 2A |\sin \pi| = 2A.$$

Επομένως, το σημείο Σ είναι σημείο ενίσχυσης.

B2.

α) Σωστή απάντηση το iii)

β) Από την Α.Δ.Σ. έχουμε

$$L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\epsilon\lambda} \Leftrightarrow mvR = mv' \frac{R}{2} \Leftrightarrow v' = 2v.$$

Από το Θ.Μ.Κ.Ε. έχουμε

$$\begin{aligned} W_F = \Delta K &= K_{\tau\epsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = \frac{1}{2}m v'^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m 4v^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \\ &= \frac{3}{2}mv^2 = \frac{3}{2}m\omega^2 R^2. \end{aligned}$$

B3.

α) Σωστή απάντηση το i)

β) Από εξίσωση συνέχειας

$$\Pi_{\Gamma} = \Pi_{\Delta} \Leftrightarrow A_{\Gamma}v_{\Gamma} = A_{\Delta}v_{\Delta} \Leftrightarrow 2A_{\Delta}v_{\Gamma} = A_{\Delta}v_{\Delta} \Leftrightarrow v_{\Delta} = 2v_{\Gamma}$$

Μια στοιχειώδης μάζα του υγρού που εξέρχεται από το στόμιο Δ εκτελεί οριζόντια βολή. Συνεπώς ισχύει $4h = v_{\Delta}\sqrt{\frac{2h}{g}} \Leftrightarrow v_{\Delta}^2 = 8gh$.

Από την εξίσωση Bernoulli για τα σημεία Γ και Δ έχουμε

$$P_{\Gamma} + \frac{1}{2}\rho v_{\Gamma}^2 = P_{\Delta} + \frac{1}{2}\rho v_{\Delta}^2 + \rho gh \Leftrightarrow P_{\Gamma} - P_{\Delta} = \frac{1}{2}\rho 4v_{\Gamma}^2 - \frac{1}{2}\rho v_{\Gamma}^2 + \frac{\rho v_{\Delta}^2}{8} \Leftrightarrow$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho 4v_{\Gamma}^2 - \frac{1}{2}\rho v_{\Gamma}^2 + \frac{\rho 4v_{\Gamma}^2}{8} \Leftrightarrow \Delta P = 2\rho v_{\Gamma}^2.$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

Το σώμα μάζας m_1 εκτελεί πριν την κρούση ΑΑΤ και λίγο πριν από αυτή έχει ταχύτητα μέτρου $v_1 = \omega_1 \Delta l$ και φορά προς τα δεξιά όπου

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k_1}{m_1}} = \sqrt{\frac{50}{2}} = 5 \text{ m/s}.$$

Άρα $v_1 = 5 \cdot 0,4 = 2 \text{ m/s}$.

Η συχνότητα που καταγράφει ο δέκτης λίγο πριν την κρούση είναι ίση με

$$f_1 = \frac{v_{\eta\chi} - v_1}{v_{\eta\chi}} f_s$$

Από την ΑΔΟ για την πλαστική κρούση έχουμε (V η ταχύτητα του συσσωματώματος)

$$P_{ολ,πριν} = P_{ολ,μετά} \Leftrightarrow m_1 v_1 = (m_1 + m_2)V \Leftrightarrow V = 1 \text{ m/s}$$

Η συχνότητα που καταγράφει ο δέκτης λίγο μετά την κρούση είναι ίση με

$$f_2 = \frac{v_{\eta\chi} - V}{v_{\eta\chi}} f_s$$

Ο ζητούμενος λόγος είναι ίσος με

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{v_{\eta\chi} - v_1}{v_{\eta\chi} - V} = \frac{338}{339}$$

Γ2.

Στην τυχαία θέση έχουμε:

$$\begin{aligned}\Sigma F &= F_{\varepsilon\lambda 1} + F_{\varepsilon\lambda 2} = -k_1x - k_2x \Rightarrow \\ \Rightarrow \Sigma F &= -k_1x - k_2x = -(k_1 + k_2)x,\end{aligned}$$

Παρατηρούμε ότι η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα είναι της μορφής $\Sigma F = -Dx$, επομένως όντως σε αυτή την περίπτωση το σώμα εκτελεί Α.Α.Τ. με σταθερά επαναφοράς $D = k_1 + k_2 = 2k = 100\text{N/m}$.

Αμέσως μετά την κρούση το συσσωμάτωμα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του με ταχύτητα $v_{\max} = \omega' A'$, όπου

$$\omega' = \sqrt{\frac{D}{m_1 + m_2}} = \sqrt{\frac{100}{4}} = 5\text{rad/s}$$

η νέα γωνιακή συχνότητα.

Επομένως, $A' = \frac{v_{\max}}{\omega'} = 0,2\text{m}$.

Γ3.

Ο δέκτης καταγράφει για πρώτη φορά συχνότητα ίση με τη συχνότητα f s που εκπέμπει η ηχητική πηγή όταν μηδενίζεται η ταχύτητα του συσσωματώματος, δηλαδή σε χρόνο

$$\Delta t = \frac{T'}{4} = \frac{2\pi/\omega'}{4} = \frac{2\pi}{20} = \frac{\pi}{10}\text{s}.$$

Γ4.

Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του συσσωματώματος είναι ίσος με τη συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο συσσωμάτωμα, που είναι ίση με τη δύναμη επαναφοράς.

$$\frac{dP}{dt} = \Sigma F = -Dx$$

Επομένως, γίνεται μέγιστος κατά μέτρο στις ακραίες θέσεις και τότε ισούται με

$$\left. \frac{dP}{dt} \right|_{max} = DA' = 100 \cdot 0,2 = 20kg \cdot \frac{m}{s^2}.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

Η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής Ο προκύπτει από το θεώρημα Steiner:

$$I_{\rho} = I_{cm(\rho)} + M \left(\frac{l}{2} \right)^2 = \frac{1}{3} M l^2 = 24 \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

Η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής Ο είναι ίση με

$$I_{\delta} = I_{cm(\Delta)} = \frac{1}{2} m_{\Delta} R_{\Delta}^2 = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

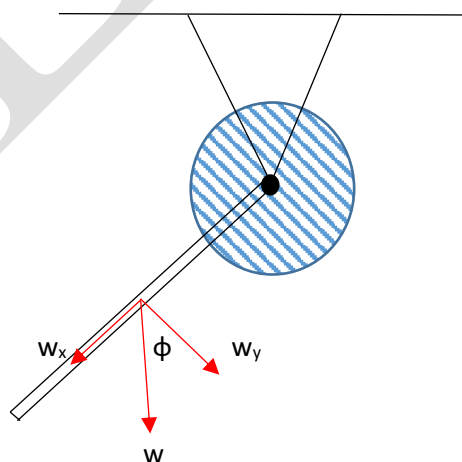
Η ροπή αδράνειας του συστήματος των δύο σωμάτων ράβδου-δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής Ο είναι ίση με

$$I_{\sigma\tau} = I_{\rho} + I_{\delta} = 25 \text{ kg} \cdot \text{m}^2.$$

Δ2.

Το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής του συστήματος των δύο σωμάτων ράβδου-δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής Ο τη χρονική στιγμή που κόβεται το νήμα ΖΓ είναι ίσο με

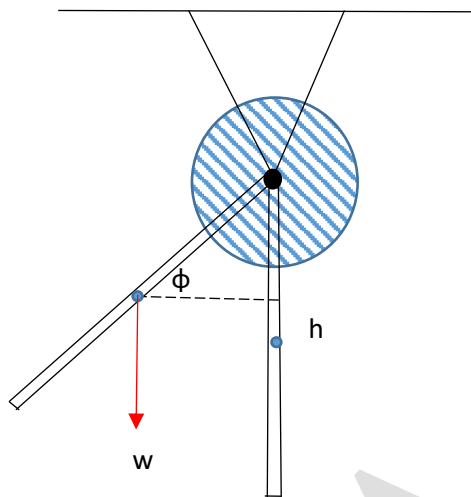
$$\left| \frac{dL}{dt} \right| = \Sigma \tau_{\varepsilon\xi(O)} = \tau_{w_{\rho}} = w_{\rho} \cdot \sin\varphi \cdot \frac{l}{2} = M g \sin\varphi \frac{l}{2} = 72 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$$



Δ3.

Η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων ράβδου-δίσκου τη χρονική στιγμή που η ράβδος γίνεται κατακόρυφη είναι ίση με τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας της ράβδου:

$$K_{ολ} = \Delta U = Mgh = Mg \left(\frac{l}{2} - \frac{l}{2} \cdot \eta \mu \varphi \right) = 24J.$$



Δ4.

Από το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα για τη μεταφορική κίνηση έχουμε

$$\Sigma F_x = ma_2 \Leftrightarrow m g \eta \mu \varphi - T - T_{\sigma\tau} = ma_2 \quad (1)$$

Από το 2^ο Νόμο του Νεύτωνα για τη στροφική κίνηση έχουμε

$$T_{\sigma\tau} R - TR = \frac{1}{2} m R^2 a_{\gamma\omega\nu,2} \quad (2)$$

Για την τροχαλία έχουμε

$$TR = I_{cm(\text{τροχαλίας})} \alpha_{\gamma\omega\nu,1} \quad (3)$$

Επειδή ο κύλινδρος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει το κατώτερο σημείο του θα πρέπει να έχει κάθε στιγμή μηδενική ταχύτητα και μηδενική εφαπτομενική επιτάχυνση. Άρα $\alpha_2 = a_{\gamma\omega\nu,2} R$ (4).

Επειδή το νήμα είναι μη εκτατό και δεν ολισθαίνει στα αυλάκια, συμπεραίνουμε ότι $\alpha_A = \alpha_B \Leftrightarrow 2\alpha_2 = a_{\gamma\omega\nu,1} R$ (5)

Από τις σχέσεις (1) – (5) προκύπτει ότι

$$\left(\frac{3}{2}m + \frac{4I_{cm}(\text{τροχαλίας})}{R^2}\right)a_2 = mg\eta\mu\phi \Leftrightarrow a_2 = 1\text{m/s}^2.$$

Η μεταφορική συνιστώσα της κίνησης είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη οπότε $v_{cm} = a_2 t \Leftrightarrow t = \frac{v_{cm}}{a_2}$.

Επίσης, $s = \frac{1}{2}a_2 t^2 \Leftrightarrow v_{cm} = \sqrt{2a_2 s} = 2\text{m/s}$.

