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

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α.1 **γ**
Α.2 **δ**
Α.3 **α**
Α.4 **δ**
Α.5 **α.** Λάθος
β. Σωστό
γ. Λάθος
δ. Σωστό
ε. Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β.1 **α.** Σωστό το (i)
β. Από Πυθαγόρειο θεώρημα στο τρίγωνο ΣΚΛ έχω $d_2^2 = d_1^2 + d^2 \rightarrow$

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

Αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα τότε επειδή η ταχύτητα διάδοσης του κύματος δεν αλλάζει έχω,

$$\upsilon = \sigma\tau\alpha\theta \rightarrow \lambda_1 \cdot f_1 = \lambda_2 \cdot f_2 \rightarrow \lambda_1 f_1 = \lambda_2 \cdot 2 \cdot f_1 \rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}$$

Άρα οι αποστάσεις του Σ από τις πηγές γίνονται $d_1 = 4 \cdot \lambda_2$ και $d_2 = 5 \cdot \lambda_2$ επομένως

$$|d_1 - d_2| = |4\lambda_2 - 5\lambda_2| = \lambda_2 = N \cdot \lambda \quad \text{ακέραιο πολλαπλάσιο} \quad \text{και}$$

$$A_\Sigma = \left|2A\sigma\upsilon\nu 2\pi \frac{d_1 - d_2}{2\lambda_2}\right| = \left|2A\sigma\upsilon\nu \frac{\pi}{\lambda_2} \cdot \lambda_2\right| = 2A$$

Άρα το σημείο Σ είναι σημείο ενισχυτικής συμβολής

Β.2 **α. Σωστό το iii**
β. Επειδή δεν υπάρχουν τριβές με το σωλήνα όπου διέρχεται το σχοινί ούτε με το οριζόντιο επίπεδο και επειδή ο φορέας της τάσης του νήματος διέρχεται από τον άξονα περιστροφής, δεν παράγει ροπή , έτσι η στροφορμή του συστήματος διατηρείται σταθερή.

$$L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\epsilon\lambda} \rightarrow I \cdot \omega = I' \cdot \omega' \rightarrow mR^2 \cdot \omega = m\left(\frac{R}{2}\right)^2 \cdot \omega' \rightarrow$$

$$R^2 \cdot \omega = \frac{R^2}{4}\omega' \rightarrow \omega' = 4\omega$$ **άρα**

$$W_F = \Delta K = K' - K = \frac{1}{2} I' \cdot \omega'^2 - \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$= \frac{1}{2} m\left(\frac{R}{2}\right)^2 (4\omega)^2 - \frac{1}{2} mR^2\omega^2 = \frac{1}{2} m\frac{R^2}{4} 16 \cdot \omega^2 - \frac{1}{2} mR^2\omega^2$$

$$= \frac{1}{2} mR^2\omega^2(4-1) = \frac{3}{2} mR^2\omega^2$$

Β.3 **α. Σωστό το (i)**

β. Από εξίσωση συνέχειας ανάμεσα στο Γ και Δ είναι $\Pi_\Gamma = \Pi_\Delta \rightarrow$

$$A_\Gamma \cdot \upsilon_\Gamma = A_\Delta \cdot \upsilon_\Delta \rightarrow 2A_\Delta \cdot \upsilon_\Gamma = A_\Delta \cdot \upsilon_\Delta \rightarrow \boldsymbol{\upsilon_\Delta = 2 \cdot \upsilon_\Gamma}$$

Για το τμήμα ΖΚ έχω οριζόντια βολή άρα

$$\Delta Z = h = \frac{1}{2} g t_{\pi\tau}^{\ 2} \rightarrow t_{\pi\tau} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \text{και} \quad ZK = 4h = \upsilon_\Delta \cdot t_{\pi\tau} \quad \text{άρα}$$

$$4h = U_\Delta \sqrt{\frac{2h}{g}} \rightarrow \upsilon_\Delta = 4h\sqrt{\frac{g}{2h}} = \sqrt{\frac{16h^2 g}{2h}} \rightarrow \upsilon_\Delta = \sqrt{8hg} \rightarrow \upsilon_\Delta^2 = 8hg \rightarrow hg = \frac{\upsilon_\Delta^2}{8}$$

Εφαρμόζουμε θεώρημα Bernoulli ανάμεσα στα σημεία Γ και Δ:

$$P_\Gamma + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 = P_\Delta + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Delta^2 + \rho g h$$

$$P_\Gamma - P_\Delta = \Delta P = \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Delta^2 - \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 + \rho g h \rightarrow$$

$$\Delta P = \frac{1}{2}\rho\left(\upsilon_\Delta^2 - \upsilon_\Gamma^2\right) + pgh = \frac{1}{2}\rho\left(4\upsilon_\Gamma^2 - \upsilon_\Gamma^2\right) + pgh$$

$$\Delta P = \frac{3}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 + \rho\frac{\upsilon_\Delta^2}{8} = \frac{3}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 + \frac{1}{8}\rho \cdot 4\upsilon_\Gamma^2 = \frac{3}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2$$

$$\boldsymbol{\Delta P = 2\rho\upsilon_\Gamma^2}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ.1 Είναι $\omega_1 = \sqrt{\frac{K_1}{m_1}} = \sqrt{\frac{50}{2}} \Rightarrow \omega_1 = 5\ \text{rad/s}$

Και αφού η κρούση γίνεται στη Θ.Ι. του Σ_1 που είναι και θέση ισορροπίας του Σ_2 άρα και θέση φυσικού μήκους και των δύο ελατηρίων έχω:

$$\upsilon_1 = \omega_1 \cdot A_1 = \omega_1 \cdot \Delta\ell = 5 \cdot 0{,}4 = 2\ \text{m/s}$$

Α.Δ.Ο.

$$P_{\alpha\rho\chi} = P_{\tau\varepsilon\lambda} \rightarrow \vec{P}_1 = \vec{P}_2$$

$$m_1\upsilon_1 = \left(m_1 + m_2\right) \cdot V \rightarrow m\upsilon_1 = 2m \cdot V \rightarrow V = \frac{\upsilon_1}{2} = 1\ \text{m/s}$$

Άρα λίγο πριν την κρούση: $f_1 = \dfrac{\upsilon_H - \upsilon_1}{\upsilon_H} f_S$

Λίγο μετά την κρούση: $f_2 = \dfrac{\upsilon_H - V}{\upsilon_H} f_S$

$\Rightarrow$ οπότε με διαίρεση κατά μέλη προκύπτει

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\upsilon_H - \upsilon_1}{\upsilon_H - V} \Leftarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{340-2}{340-1} \Rightarrow \mathbf{\frac{f_1}{f_2} = \frac{338}{339}}$$

Γ.2

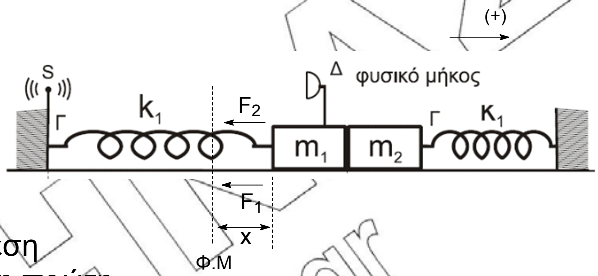
Στην τυχαία θέση x προς τα δεξιά είναι:

$$\Sigma F = -F_1 - F_2 = -k_1 x - k_2 x = -(k_1 + k_2)\cdot x \overset{k_1=k_2=k}{\Rightarrow}$$

$$\Sigma F = -2k \cdot x = -Dx \qquad \text{άρα} \quad D = 2k = 100\ N/m$$

Γ.3 Είναι $T' = \dfrac{2\pi}{\omega'} = \dfrac{2\pi}{5} s$

Σε χρόνο $\Delta t = \dfrac{T'}{4} = \dfrac{\pi}{10} s$



Το συσσωμάτωμα μεταβαίνει από τη θέση ισορροπίας του στην θετική ακραία θέση πρώτη φορά.

Γ.4 $$\left|\frac{d\vec{P}}{dt}\right|_{max} = \left|\overrightarrow{\Sigma F}_{max}\right| = D \cdot A' = 100 \cdot 0,2 = 20\ kg\ m/s^2$$

ΘΕΜΑ Δ

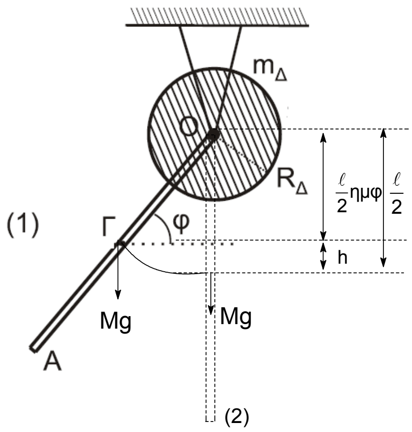
Δ.1 Για τη ροπή αδράνειας της ράβδου, εφαρμόζουμε το θεώρημα Steiner

$$I_\rho = I_{cm} + M\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 = \frac{1}{12}M\ell^2 + \frac{1}{4}M\ell^2 = \frac{1}{3}M\ell^2$$

Άρα

$$I_{\sigma\upsilon\sigma\tau} = I_\rho + I_\Delta = \frac{1}{3}M\cdot\ell^2 + \frac{1}{2}m_\Delta R_\Delta^2 =$$

$$= \frac{1}{3}\cdot 8 \cdot 3^2 + \frac{1}{2}\cdot 4 \cdot \frac{1}{2} = 24 + 1 = \mathbf{25\ kg \cdot m^2}$$



Δ.2 Μετά το κόψιμο του νήματος, το σύστημα ράβδου δίσκου περιστρέφεται λόγω της ροπής του βάρους της ράβδου. Άρα

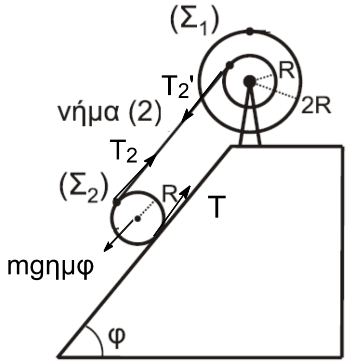
$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \overrightarrow{\Sigma\tau}_{\varepsilon\xi} \quad \text{άρα} \quad \frac{dL}{dt} = Mg\frac{\ell}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi = 8\cdot 10 \cdot \frac{3}{2}\cdot 0,6 = \mathbf{72\ \ kg\ m^2\ /\ s^2}$$

Δ.3 Εφαρμόζουμε ΑΔΜΕ από τη θέση (1) ως τη θέση (2) με επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας το κέντρο μάζας της ράβδου στη θέση (2):

$$\cancel{K_{(1)}}^{0} + U_{(1)} = K_{(2)} + U_{(2)} \Rightarrow m_\Delta \cdot g\frac{\ell}{2} + Mgh = K_{(2)} + m_\Delta \cdot g\frac{\ell}{2} + 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_{(2)} = Mgh = Mg\left(\frac{\ell}{2} - \frac{\ell}{2}\eta\mu\varphi\right) = Mg\frac{\ell}{2}(1-\eta\mu\varphi) = 8 \cdot 10 \cdot \frac{3}{2}\left(1-0{,}8\right) \Rightarrow K_{(2)} = \mathbf{24\,J}$$

Δ.4 **α' τρόπος**



Αφού το νήμα είναι αβαρές και μη εκτατό, $T_2 = T_2'$

Για την τροχαλία: εφαρμόζουμε το θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης

$$\Sigma\vec{\tau} = I_{\tau\rho o\chi} \cdot \vec{\alpha}_{\gamma\omega\nu,\tau\rho o\chi} \Rightarrow T_2 \cdot R = I_{\tau\rho} \cdot \frac{\alpha_{\varepsilon\pi\iota\tau\rho}}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 \cdot R = I_{\tau\rho o\chi} \cdot \frac{2\alpha_{cm}}{R} \Rightarrow T_2 = I_{\tau\rho o\chi} \cdot \frac{2\alpha_{cm}}{R^2} \quad (1)$$

Όπου $\alpha_{\gamma\omega\nu,\tau\rho o\chi} \cdot R = \alpha_{\varepsilon\pi\iota\tau\rho}$ αφού το νήμα δεν ολισθαίνει και $\alpha_{\varepsilon\pi\iota\tau\rho} = 2\,\alpha_{cm}$ αφού ούτε στον κύλινδρο έχουμε ολίσθηση.

Για τον κύλινδρο, με εφαρμογή του θεμελιώδους νόμου της στροφικής κίνησης, έχουμε:

$$\Sigma\vec{\tau} = I_{\kappa\upsilon\lambda} \cdot \alpha_{\gamma_{\kappa\upsilon\lambda}} \Rightarrow T \cdot R - T_2 \cdot R = I_{\kappa\upsilon\lambda} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu,\kappa\upsilon\lambda} \Rightarrow T \cdot \cancel{R} - T_2 \cdot \cancel{R} = \frac{1}{2}mR^{\cancel{2}} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu,\kappa\upsilon\lambda}$$

$$\Rightarrow T - T_2 = \frac{1}{2}m \cdot \alpha_{cm} \quad (2)$$

Και από το θεμελιώδη νόμο για τη μεταφορική κίνηση, έχουμε:

$$\Sigma\vec{F} = m \cdot \vec{\alpha}_{cm} \Rightarrow m \cdot g \cdot \eta\mu\varphi - T_2 - T = m \cdot \alpha_{cm} \quad (3)$$

Από (1) και (2) , με πρόσθεση κατά μέλη, προκύπτει:

$$T = I_{\tau\rho} \cdot \frac{2\alpha_{cm}}{R^2} + \frac{1}{2}m \cdot \alpha_{cm} \quad (4) \quad \text{και}$$

$$(3) \underset{(4)}{\overset{(1)}{\rightarrow}} mg \cdot \eta\mu\varphi - I_{\tau\rho}\frac{2\alpha_{cm}}{R^2} - I_{\tau\rho} \cdot \frac{2\alpha_{cm}}{R^2} - \frac{1}{2}m \cdot \alpha_{cm} = m \cdot \alpha_{cm}$$

$$\Rightarrow mg \cdot \eta\mu\varphi = \alpha_{cm}\left(2\frac{I_{\tau\rho}}{R^2} + 2\frac{I_{\tau\rho}}{R^2} + \frac{1}{2}m + m\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{cm} = \frac{m \cdot g\eta\mu\varphi}{\frac{4I_{\tau\rho o\chi}}{R^2} + \frac{3}{2}m} = \frac{30 \cdot 10 \cdot 0{,}8}{\frac{4 \cdot 1{,}95}{0{,}04} + \frac{3}{2} \cdot 30} = \frac{240}{240} = \mathbf{1\,m/s^2}$$

Μετά από διάστημα S=2m που έχει διανύσει ο κύλινδρος στο κεκλιμένο επίπεδο,

$$\left.\begin{aligned} s &= \frac{1}{2}\alpha_{cm} \cdot t^2 \\ \upsilon_{cm} &= \alpha_{cm} \cdot t \end{aligned}\right\} \text{ και με απαλοιφή του χρόνου , προκύπτει } \upsilon_{cm} = \sqrt{2\alpha_{cm} \cdot s} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 1 \cdot 2} \Rightarrow \mathbf{\upsilon_{cm} = 2\,m/s}$$

β’ τρόπος

Το έργο της στατικής τριβής που ασκείται στον κύλινδρο είναι μηδέν. Επίσης τα έργα των τάσεων T_2 και $T_2{}'$ είναι αντίθετα άρα δεν υπάρχει απώλεια ενέργειας για το σύστημα τροχαλία – κύλινδρος. Η δυναμική ενέργεια βαρύτητας της τροχαλίας δεν μεταβάλλεται αφού δεν μεταφέρεται άρα:

$$K_{\pi,\tau\rho o\chi} + K_{\pi,\kappa\upsilon\lambda\iota\nu\delta\rho o\upsilon} + K_{M,\kappa\upsilon\lambda\acute{\iota}\nu\delta\rho o\upsilon} = \Delta U_{\beta\alpha\rho,\kappa\upsilon\lambda\acute{\iota}\nu\delta\rho o\upsilon}$$

$$\frac{1}{2}I_{\tau\rho o\chi}\cdot\omega^2_{\tau\rho o\chi} + \frac{1}{2}I_\kappa\cdot\omega_\kappa^2 + \frac{1}{2}mu_{cm}^2 = mg\cdot S\cdot \eta\mu\varphi$$

$$\left.\begin{aligned} U_{\epsilon\pi,\kappa\upsilon\lambda\acute{\iota}\nu\delta\rho o\upsilon} &= 2U_{cm,\kappa\upsilon\lambda\acute{\iota}\nu\delta\rho o\upsilon} \\ U_{\epsilon\pi,\tau\rho o\chi} &= U_{\epsilon\pi,\kappa\upsilon\lambda\acute{\iota}\nu\delta\rho o\upsilon}\end{aligned}\right\} U_{\epsilon\pi,\tau\rho o\chi} = U_{\epsilon\pi,\kappa\upsilon\lambda\acute{\iota}\nu\delta\rho o\upsilon} = 2\cdot U_{cm}$$

άρα $\omega_{\tau\rho o\chi}R = 2\cdot\omega_{\kappa\upsilon\lambda}R \rightarrow \omega_{\tau\rho o\chi} = 2\cdot\omega_{\kappa\upsilon\lambda} = 2\frac{U_{cm}}{R}$

Άρα:

$$\frac{1}{2}I_{\tau\rho o\chi}\left(2\cdot\frac{U_{cm}}{R}\right)^2 + \frac{1}{2}\frac{1}{2}mR^2\cdot\omega_\kappa^2 + \frac{1}{2}mU_{cm}^2 = mgS\eta\mu\varphi$$

$$\frac{1}{2}\cdot 1{,}95\cdot 4\frac{U_{cm}}{0{,}04}^2 + \frac{3}{4}\cdot 30U_{cm}^2 = 30\cdot 10\cdot 2\cdot 0{,}8$$

$$\frac{195}{2}U_{cm}^2 + \frac{45}{2}U_{cm}^2 = 480$$

$$\frac{240}{2}U_{cm}^2 = 480 \rightarrow U_{cm} = \sqrt{4} = 2\ m/s$$

Επίσης $\left.\begin{aligned} U_{cm} &= \alpha_{cm}t \\ S &= \frac{1}{2}\alpha_{cm}t^2\end{aligned}\right\} \rightarrow S = \frac{U_{cm}^2}{2\alpha_{cm}} \rightarrow \alpha_{cm} = \frac{U_{cm}^2}{2S} = \frac{4}{4} = 1\ m/s^2$

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΤΣΙΚΛΙΔΗ ΜΑΡΙΑ
ΘΑΝΟΥ ΕΦΗ
ΤΣΙΚΛΙΔΗΣ ΓΡΗΓΟΡΗΣ