

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Δ' ΤΑΞΗΣ ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β')
ΔΕΥΤΕΡΑ 23 ΜΑΪΟΥ 2016
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ)

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1 – δ

A2 – γ

A3 – δ

A4 – γ

A5. α – Σ, β – Λ, γ – Λ, δ – Λ, ε – Σ.

ΘΕΜΑ Β

B1. Σωστό το ii.

Θέλουμε η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου να είναι μέγιστη.

$$U_B = U_{B_{\max}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i = \pm I.$$

Γνωρίζουμε όμως από τη θεωρία ότι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών τιμών της έντασης του ρεύματος, από την τιμή $i = -I$ έως την τιμή $i = +I$ είναι

$$\Delta t = \frac{1}{2} T = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{\omega} \sqrt{LC} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = \pi \sqrt{LC}.$$

B2. Σωστό το iii.

Ταχύτητα διάδοσης του κύματος: $v = \lambda \cdot f$ (1)

Μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης: $v_{\max} = \omega \cdot A$ (2)

Από τη σχέση που δόθηκε έχουμε:

$$\begin{matrix} (1) \\ v = 2v_{\max} \Rightarrow \\ (2) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} (1) \\ \Rightarrow \lambda \cdot f = 2\omega \cdot A \Rightarrow \\ (2) \end{matrix}$$

$$\Rightarrow \lambda \cdot \frac{1}{T} = 2 \frac{2\pi}{T} \cdot A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda = 4\pi A.$$

B3. Σωστό το ii.

Επειδή οι γωνίες είναι οξείες ισχύει:

$$\theta_3 > \theta_1 > \theta_2 \Rightarrow \eta\mu\theta_3 > \eta\mu\theta_1 > \eta\mu\theta_2 \quad (1)$$

Εφαρμόζουμε το νόμο του Snell:

Για τη διάθλαση από το μέσο (1) στο μέσο (2): $\frac{\eta\mu\theta_1}{\eta\mu\theta_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$

Για τη διάθλαση από το μέσο (2) στο μέσο (3): $\frac{\eta\mu\theta_2}{\eta\mu\theta_3} = \frac{n_3}{n_2} \quad (3)$

Με πολλαπλασιασμό κατά μέλη των (2) και (3) έχουμε:

$$\frac{\eta\mu\theta_1}{\eta\mu\theta_2} \cdot \frac{\eta\mu\theta_2}{\eta\mu\theta_3} = \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{n_3}{n_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\eta\mu\theta_1}{\eta\mu\theta_3} = \frac{n_3}{n_1} \quad (4)$$

Από την (1) έχουμε:

$$\eta\mu\theta_3 > \eta\mu\theta_1 \Rightarrow \frac{\eta\mu\theta_1}{\eta\mu\theta_3} < 1 \quad (5)$$

Από τις (4) και (5) προκύπτει:

$$\frac{n_3}{n_1} < 1 \Rightarrow n_1 > n_3$$

B4. Σωστό το iii.

Κατά τη διάρκεια της κίνησής του το κέρμα στρέφεται περί το κέντρο μάζας του. Η μόνη δύναμη που ασκείται είναι το βάρος του που εφαρμόζει στο κέντρο μάζας. Επομένως δεν έχει ροπή και έτσι η στροφορμή του διατηρείται:

$$\Sigma \tau_{cm} = 0 \Rightarrow L = \text{σταθερή} \Rightarrow I \cdot \omega = \text{σταθερή} \Rightarrow \omega = \text{σταθερή}$$

ΘΕΜΑ Ι

Γ1. Επειδή η ράβδος είναι ομογενής το βάρος της w εφαρμόζει στο μέσο της K .

Είναι:

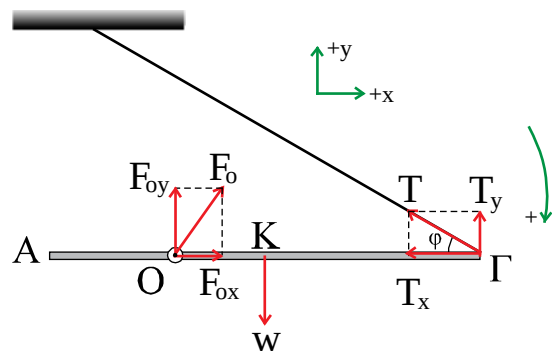
$$(KO) = (KA) - (OA) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (KO) = \frac{\ell}{2} - \frac{\ell}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (KO) = \frac{\ell}{6} \text{ και}$$

$$(GO) = (GA) - (OA) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (GO) = \ell - \frac{\ell}{3} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow (ΓΟ) = \frac{2\ell}{3}.$$

Επειδή η ράβδος δεν στρέφεται ισχύει:

$$\Sigma \tau_{(O)} = 0 \Rightarrow +w \cdot (ΚΟ) - T_y \cdot (ΓΟ) = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_y \cdot \frac{2\ell}{3} = M \cdot g \cdot \frac{\ell}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_y = \frac{M \cdot g}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_y = \frac{1 \cdot 10}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_y = 2,5 \text{ N.}$$

$$\text{Αλλά } T_y = T \cdot \eta\mu\phi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2,5 = T \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = 5 \text{ N.}$$

Γ2.α. Εφαρμόζουμε το θεώρημα των παραλλήλων αξόνων του Steiner.

$$I_O = I_{cm} + M \cdot (ΚΟ)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_O = \frac{1}{12} \cdot M \cdot \ell^2 + M \cdot \left(\frac{\ell}{6}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_O = \frac{3}{36} \cdot M \cdot \ell^2 + \frac{1}{36} M \cdot \ell^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_O = \frac{4}{36} \cdot M \cdot \ell^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_O = \frac{1}{9} \cdot M \cdot \ell^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_O = \frac{1}{9} \cdot 1 \cdot 1,2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_O = \frac{1,44}{9} \Rightarrow$$

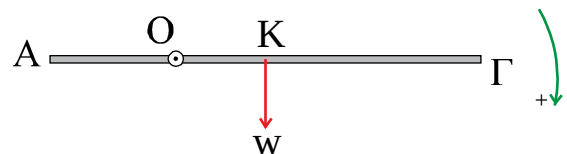
$$\Rightarrow I_O = 0,16 = 16 \cdot 10^{-2} \text{ Kgm}^2.$$

β. Από τον θεμελιώδη νόμο για τη στροφική κίνηση τη στιγμή που κόβουμε το νήμα, έχουμε:

$$\Sigma \tau_{(O)} = I_O \cdot \alpha_{γων} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow w \cdot (ΚΟ) = I_O \cdot \alpha_{γων} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M \cdot g \cdot \frac{\ell}{6} = \frac{1}{9} \cdot M \cdot \ell^2 \cdot \alpha_{γων} \Rightarrow$$



$$\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{3 \cdot g}{2 \cdot \ell} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{3 \cdot 10}{2 \cdot 1,2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{30}{2,4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = 12,5 \text{ rad/s}^2.$$

Γ3. Εφαρμόζουμε θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας από την αρχική οριζόντια θέση της ράβδου μέχρι την κατακόρυφη θέση.

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_w \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot I_O \cdot \omega^2 = M \cdot g \cdot (KO) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{9} \cdot M \cdot \ell^2 \cdot \omega^2 = M \cdot g \cdot \frac{\ell}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3 \cdot g}{\ell}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3 \cdot 10}{1,2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3 \cdot 10}{1,2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{25} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = 5 \text{ rad/s}.$$

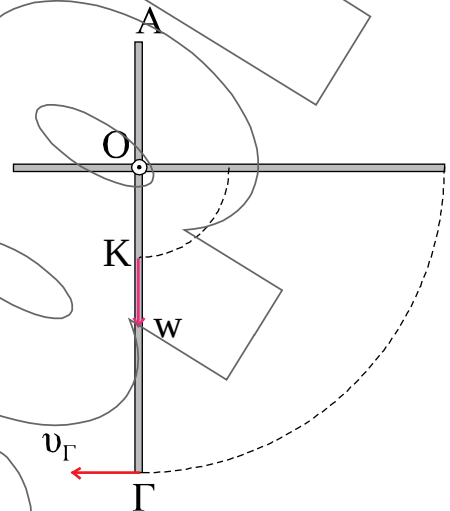
Έτσι η ταχύτητα του σημείου Γ (γραμμική ταχύτητα) είναι:

$$v_{\Gamma} = \omega \cdot (O\Gamma) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\Gamma} = \omega \cdot \frac{2\ell}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\Gamma} = 5 \cdot \frac{2 \cdot 1,2}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\Gamma} = 4 \text{ m/s}.$$



Γ4. Όταν η ράβδος διέρχεται από την κατακόρυφη θέση ο φορέας του βάρους διέρχεται από τον άξονα περιστροφής, οπότε δεν έχει ροπή. Άρα

$$\frac{dL}{dt} = \Sigma \tau_{(O)} = 0$$

Επομένως το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής είναι:

$$\left| \frac{dL}{dt} \right| = 0.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από το σχήμα το πλάτος της ταλάντωσης είναι $A = d = 0,4 \text{ m}$.

Γνωρίζουμε ότι το σύστημα ελατήριο – σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k = 100 \text{ N/m}$. Έτσι η κυκλική συχνότητα του συστήματος είναι:

$$D = (m_1 + m_2) \cdot \omega^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 100 = (1 + 3) \cdot \omega^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega^2 = 25 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = 5 \text{ rad/s}.$$

Στην τυχαία θέση (A) της ταλάντωσης σχεδιάζουμε τις δυνάμεις στο σώμα (Σ_2) που πρόκειται να αποσπαστεί. Η δύναμη $F_{1,2}$ ασκείται από το σώμα Σ_1 στο σώμα Σ_2 . Επειδή το σώμα αυτό εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, ισχύει γι' αυτό:

$$\Sigma F_x = m_2 \cdot a \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{1,2} = m_2 \cdot (-\omega^2 \cdot x) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{1,2} = -3 \cdot 5^2 \cdot x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{1,2} = -75x \text{ (S.I.)}, \quad -A \leq x \leq A \Leftrightarrow -0,4 \text{ m} \leq x \leq 0,4 \text{ m}.$$

Στη θέση απόσπασης η δύναμη $F_{1,2}$ μηδενίζεται. Άρα

$$F_{1,2} = 0 \Rightarrow -75x = 0 \Rightarrow x = 0.$$

Δηλαδή η απόσπαση γίνεται στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης που ταυτίζεται με τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.

Δ2. Τη στιγμή της αποκόλλησης τα δύο σώματα έχουν ταχύτητα την μέγιστη ταχύτητα της ταλάντωσης.

$$v_{1\max} = \omega \cdot A = 5 \cdot 0,4 \Rightarrow$$

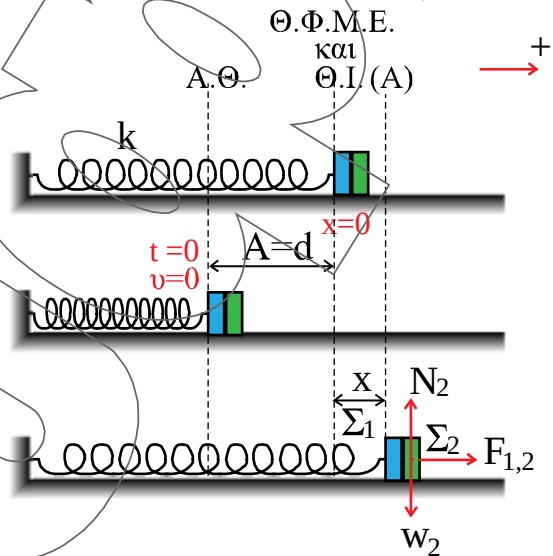
$$\Rightarrow v_{1\max} = 2 \text{ m/s}.$$

Μετά την αποκόλληση το Σ_2 κινείται με την ίδια ταχύτητα, αφού δεν υπάρχουν τριβές. Δηλαδή

$$\Rightarrow v_2 = v_{1\max} = 2 \text{ m/s}.$$

Το Σ_1 παραμένει δεμένο στο ελατήριο και εκτελεί νέα απλή αρμονική ταλάντωση με $D = k = 100 \text{ N/m}$ και νέα κυκλική συχνότητα ω' .

$$D = m_1 \cdot \omega'^2 \Rightarrow$$



$$\Rightarrow 100 = 1 \cdot \omega'^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega' = 10 \text{ rad/s.}$$

Επειδή το ελατήριο είναι οριζόντιο η απόσπαση της μάζας m_2 δεν αλλάζει τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης της m_1 . Αυτό σημαίνει ότι η $v_{1\max}$ είναι μέγιστη ταχύτητα και της νέας ταλάντωσης της m_1 , αφού είναι ταχύτητα στη θέση ισορροπίας. Άρα:

$$v_{2\max} = v_{1\max} = 2 \text{ m/s.}$$

Επομένως το νέο πλάτος A' της ταλάντωσης είναι:

$$v_{2\max} = \omega' \cdot A' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A' = \frac{v_{1\max}}{\omega'} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A' = \frac{2}{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A' = 0,2 \text{ m.}$$

Δ3. Από τη διατήρηση της ορμής κατά την πλαστική κρούση των σωμάτων Σ_2 και Σ_3 έχουμε:

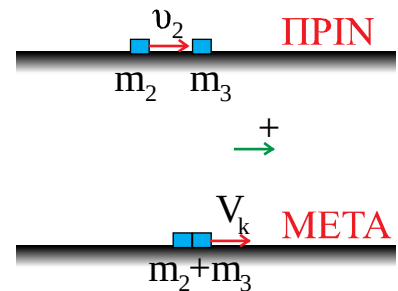
$$\vec{p}_{\text{πριν}} = \vec{p}_{\text{μετά}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_2 \cdot v_2 = (m_2 + m_3) \cdot V_k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_k = \frac{m_2 \cdot v_2}{m_2 + m_3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_k = \frac{3 \cdot 2}{3 + 2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_k = 1,2 \text{ m/s.}$$



Δ4. Για την κινητική ενέργεια του συστήματος έχουμε:

$$\text{Πριν την κρούση: } K_{\text{πριν}} = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_{\text{πριν}} = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_{\text{πριν}} = 6 \text{ J.}$$

$$\text{Μετά την κρούση: } K_{\text{μετά}} = \frac{1}{2} (m_2 + m_3) V_k^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_{\text{μετά}} = \frac{1}{2} \cdot (2 + 3) \cdot 1,2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow K_{\text{μετά}} = 3,6 \text{ J.}$$

Απώλεια κινητικής ενέργειας (παραγόμενη θερμότητα Q):

$$Q = |\Delta K| = |K_{\text{μετά}} - K_{\text{πριν}}| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = |3,6 - 6| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q = 2,4 \text{ J.}$$

Ποσοστό κινητικής ενέργειας του συστήματος που μετατράπηκε σε θερμότητα:

$$\alpha\% = \frac{Q}{K_{\text{πριν}}} 100\% \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha\% = \frac{2,4}{6} 100\% \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha\% = 40\%.$$

ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ Σ. ΘΕΟΔΩΡΟΣ
ΦΥΣΙΚΟΣ – ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΣ – ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ
ΚΑΛΑΪΤΖΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ
ΦΥΣΙΚΟΣ – ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΣ

SCIENCE PRESS Στοιχειοθεσίες επιστημονικών κειμένων τηλ. 6974547422