

ΦΥΣΙΚΗ

θετικής τεχνολογικής κατεύθυνσης

ΘΕΜΑ Α

A1. γ.

A2. β.

A3. γ.

A4. β.

A5.

A. Σωστό

B. Σωστό

Γ. Λάθος

Δ. Λάθος

Ε. Σωστό



ΘΕΜΑ Β

B.1. Η ταχύτητα που έχει το αριστερό σώμα ακριβώς πριν την κρούση είναι:

$$u_1 = \omega_1 A_1 = \sqrt{\frac{\kappa}{m}} A_1$$

Στην κρούση ισχύει η αρχή διατήρησης της ορμής:

$$mu_1 = 2mV \Rightarrow V = \frac{u_1}{2} = \sqrt{\frac{\kappa}{m}} \frac{A_1}{2} \quad (1)$$

Όμως η ταχύτητα του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση είναι ίση με

$$V = \omega_2 A_2 = \sqrt{\frac{2\kappa}{2m}} A_2 \quad (2)$$

Άρα από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε ότι

$$\sqrt{\frac{\kappa}{m}} \frac{A_1}{2} = \sqrt{\frac{\kappa}{m}} A_2 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = 2$$

Άρα σωστή η απάντηση (iii).

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014

Ενδεικτικές Απαντήσεις

B.2. Η περίοδος του διακροτήματος είναι

$$T_{\delta} = \frac{1}{f_1 - f_2} = 2 \Rightarrow f_1 - f_2 = 0,5\text{Hz}(1)$$

Ο αριθμός των ταλαντώσεων σε ένα διακρότημα είναι ίσος με

$$N = \frac{T_{\delta}}{T_{\tau\alpha\lambda}} = 200 \Rightarrow T_{\tau\alpha\lambda} = \frac{T_{\delta\alpha\kappa}}{200} = 10^{-2} \text{ sec}$$

Η συχνότητα της σύνθετης ταλάντωσης είναι

$$f_{\tau\alpha\lambda} = \frac{1}{T_{\tau\alpha\lambda}} = \frac{f_1 + f_2}{2} = 100\text{Hz} \Rightarrow f_1 + f_2 = 200\text{Hz}(2)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (2) παίρνουμε

$$f_1 = 100,25\text{Hz}$$

$$f_2 = 99,75\text{Hz}$$

Σωστή η πρόταση (ii).



B.3. Επειδή η κρούση είναι ελαστική ισχύουν οι τύποι

$$u_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1(1)$$

$$u_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1(2)$$

Η κρούση της σφαίρας με τον τοίχο είναι ελαστική κρούση με σώμα πολύ μεγάλης μάζας επομένως το m_2 ανακρούει με ταχύτητα αντίθετη από την ταχύτητα πρόσπτωσης u_2' . Επομένως η ταχύτητα με την οποία ανακρούει η σφαίρα στον τοίχο είναι

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

Επειδή μετά τις κρούσεις η απόσταση ανάμεσα στα σώματα είναι σταθερή αυτό σημαίνει ότι τα μέτρα των ταχυτήτων είναι ίσα μετά την κρούση

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 = -\frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

Επομένως σωστή απάντηση είναι η (iii).

ΘΕΜΑ Γ

Γ.1. Από το διάγραμμα συμπεραίνω ότι το κύμα φθάνει από την πηγή 2 στο σημείο συμβολής σε χρόνο ίσο με $t_2=0,2\text{sec}$, ενώ η συμβολή ξεκινάει όταν φθάνει στο σημείο Σ και το κύμα που

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014

Ενδεικτικές Απαντήσεις

προέρχεται από την πηγή 1 το οποίο με βάση το διάγραμμα είναι την χρονική στιγμή $t_1=1,4\text{sec}$.
Επομένως οι αποστάσεις είναι:

$$r_1 = u \cdot t_1 = 7\text{m}$$

$$r_2 = u \cdot t_2 = 1\text{m}$$

Από το διάγραμμα μπορούμε να υπολογίσουμε την περίοδο των κυμάτων σε

$$2T = 0,8\text{sec} \Rightarrow T = 0,4\text{sec}$$

Ενώ το πλάτος του κάθε οδεύοντος κύματος είναι

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

Γ.2. Για να γράψουμε τις εξισώσεις της απομάκρυνσης με τον χρόνο διακρίνουμε τρεις περιπτώσεις:

- Για $t < 0,2\text{sec}$ είναι $\psi = 0$
- Για $0,2\text{sec} \leq t < 1,4\text{sec}$ είναι $\psi = 5 \cdot 10^{-3} \eta\mu 2\pi(2,5t - 0,5)(S.I.)$
- Για $1,4\text{sec} \leq t$ είναι $\psi = -10^{-2} \eta\mu 2\pi(2,5t - 2)(S.I.) = 10^{-2} \eta\mu(5\pi t - 3\pi)(S.I.)$

Γ.3. Επειδή το πλάτος ταλάντωσης του σημείου είναι μεγαλύτερο από του οδεύοντος κύματος θα έχουμε συμβολή. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας ταλάντωσης παίρνουμε ότι

$$E = K + U \Rightarrow \frac{1}{2} D A'^2 = \frac{1}{2} m u^2 + \frac{1}{2} D \psi^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow |u| = \omega \sqrt{A'^2 - \psi^2} = 2\pi f \sqrt{A'^2 - \psi^2} = 25\pi \cdot 10^{-3} \text{m/sec}$$



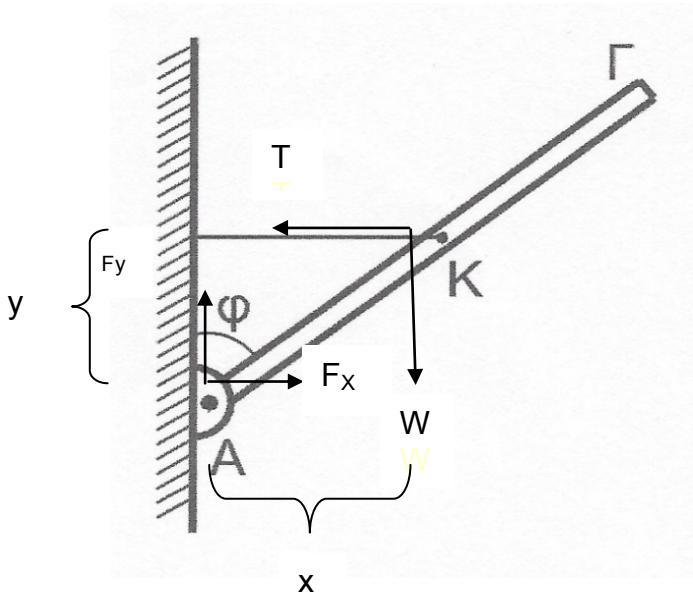
Γ.4. Υπολογίζω το νέο μήκος κύματος

$$u = u' \Rightarrow \lambda f = \lambda' f' \Rightarrow \lambda' = \frac{\lambda \cdot f}{f'} = \frac{9}{10} \lambda = 1,8\text{m}$$

Το πηλίκο των κινητικών ενεργειών είναι:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{\frac{1}{2} m u_{\max}^2}{\frac{1}{2} m u_{\max}'^2} = \left(\frac{\omega}{\omega'} \right)^2 \left(\frac{2A\omega\nu \frac{2\pi(r_1-r_2)}{2\lambda}}{2A\omega\nu \frac{2\pi(r_1-r_2)}{2\lambda'}} \right)^2 = \left(\frac{2\pi f}{2\pi f'} \right)^2 \left(\frac{2A\omega\nu \frac{2\pi(r_1-r_2)}{2\lambda}}{2A\omega\nu \frac{2\pi(r_1-r_2)}{2\lambda'}} \right)^2 \Rightarrow$$
$$\frac{K_1}{K_2} = \left(\frac{9}{10} \right)^2 \left(\frac{\omega\nu \frac{6\pi}{2}}{\omega\nu \frac{10\pi}{3}} \right)^2 = \frac{81}{25}$$

Δ.1.



Απαιτούμε η συνισταμένη ροπή ως προς το σημείο A να είναι μηδενική:

$$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow -Mgx + T\psi = 0(1)$$

Βρίσκω τις αποστάσεις x και ψ από το τρίγωνο

$$\eta\mu\phi = \frac{x}{\frac{l}{2}} \Rightarrow x = 0,3l = 0,6m$$

$$\sigma\nu\phi = \frac{\psi}{\frac{l}{2}} \Rightarrow \psi = 0,4l = 0,8m$$

Άρα από την σχέση(1) παίρνουμε

$$T = \frac{Mgx}{\psi} = 42\text{Newton}$$

Για να ισορροπεί η ράβδος θα πρέπει

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow F_x = T = 42N$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow F_y = Mg = 56N$$

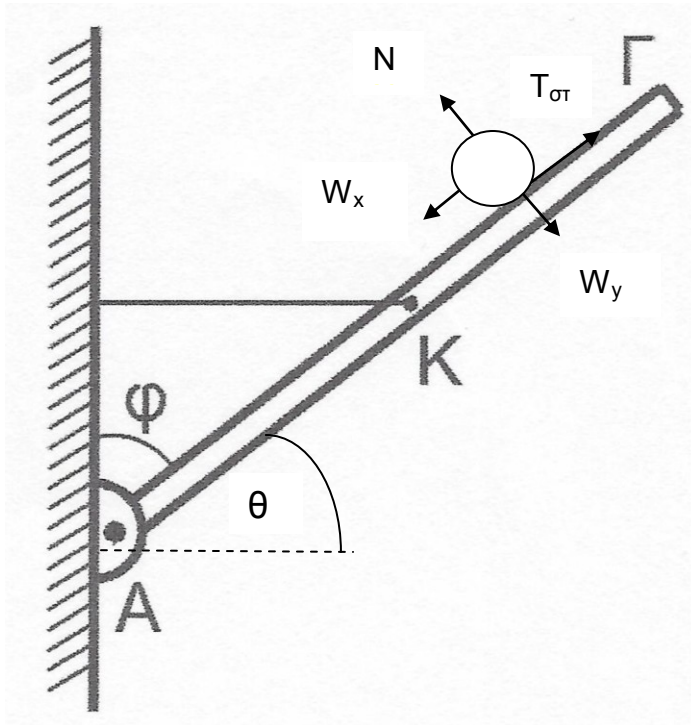
Εφαρμόζω το πυθαγόρειο θεώρημα

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{4900}N = 70N$$

Βρίσκω και την γωνία που σχηματίζει η δύναμη F με το οριζόντιο επίπεδο

$$\phi\theta = \frac{F_y}{F_x} = \frac{4}{3}$$

Δ.2.



Οι γωνίες ϕ και θ είναι συμπληρωματικές άρα $\eta\mu\theta = \sigma\upsilon\nu\phi = 0,8$, $\sigma\upsilon\nu\theta = \eta\mu\phi = 0,6$.

Εφαρμόζω τους νόμους του Νεύτωνα στην μεταφορική και στην περιστροφική κίνηση

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}_{cm} \Rightarrow T_{\sigma\tau} - mg\eta\mu\theta = -ma_{cm} \quad (1)$$

$$\Sigma \tau = I \cdot \alpha_{\gamma} \Rightarrow T_{\sigma\tau} \cdot r = \frac{2}{5}mr^2 \frac{a_{cm}}{r} \Rightarrow T_{\sigma\tau} = \frac{2}{5}ma_{cm} \quad (2)$$

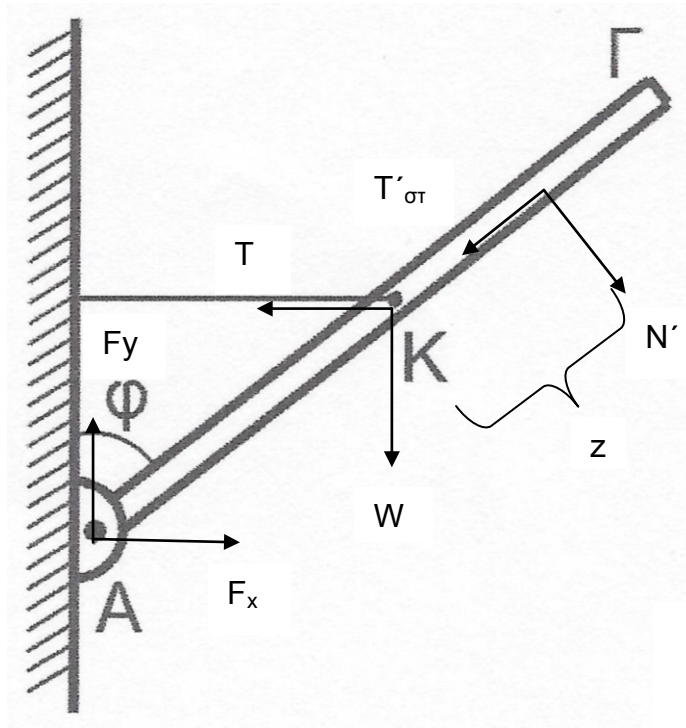
Από τις εξισώσεις (1) και (2) βρίσκω ότι

$$a_{cm} = \frac{5}{7}g\eta\mu\theta = \frac{40}{7}m/s^2$$

Άρα η γωνιακή επιβράδυνση είναι

$$a_{\gamma} = \frac{a_{cm}}{r} = -400r/sec^2$$

Δ.3.



Ονομάζω z την απόσταση του φορέα της δύναμης επαφής από την σφαίρα στην ράβδο από το σημείο K , η δύναμη αυτή είναι ίση με mg συν θ από την απαίτηση να ισορροπεί η σφαίρα σε άξονα κάθετο στο κεκλιμένο επίπεδο-ράβδο. Στην συνέχεια απαιτώ η συνισταμένη ροπή ως προς το σημείο A να είναι μηδενική:

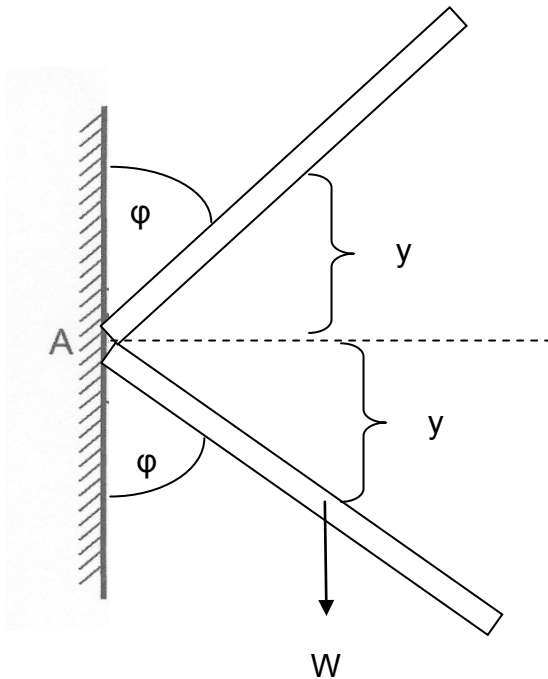
$$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow -Mgx + T \cdot y - N\left(\frac{l}{2} + z\right) = 0 \Rightarrow -Mgx + T \cdot y - mg \sin \theta \left(\frac{l}{2} + z\right) = 0 \Rightarrow$$

$$T = \frac{mg \sin \theta \left(\frac{l}{2} + z\right) + Mgx}{y} = 45 + 3z (S.I.)$$

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014

Ενδεικτικές Απαντήσεις

Δ.4.



Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας περιστροφής είναι ίσος με

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma \tau \cdot \omega$$

Υπολογίζω πρώτα την συνισταμένη ροπή ως προς το σημείο A

$$\Sigma \tau_A = Mgx = 33,6 N \cdot m$$

Υπολογίζω την γωνιακή ταχύτητα περιστροφής της ράβδου στην κατώτερη θέση από αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας

Α.Δ.Μ.Ε.

$$Mg2y + 0 = 0 + \frac{1}{2} I \omega^2 \Rightarrow Mg2y = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} Ml^2 \omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{12gy}{l^2}} = \sqrt{24} r / \text{sec}$$

Επομένως ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας της ράβδου είναι

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \Sigma \tau \cdot \omega = 67,2 \sqrt{6} \text{ Watt}$$

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2014

Ενδεικτικές Απαντήσεις

Δ.5. Υπολογίζω την νέα ροπή αδράνειας του συστήματος αμέσως μετά την κρούση

$$\frac{I}{I'} = \frac{\frac{1}{3} M l^2}{\frac{1}{3} M l'^2} = \frac{1}{3} \Rightarrow I' = 3I$$

Επομένως η ολική ροπή αδράνειας του συστήματος αμέσως μετά την κρούση είναι ίση με $I_{ολικη} = I + I' = 4I$.

Εφαρμόζω αρχή διατήρησης της στροφορμής ακριβώς πριν και ακριβώς μετά την κρούση των δύο ράβδων

$$I\omega = (I + I')\omega' \Rightarrow I\omega = 4I\omega' \Rightarrow \omega' = \frac{\omega}{4}$$

Το ποσοστό απώλειας της κινητικής ενέργειας του συστήματος κατά την κρούση

$$\frac{K_{αρχ} - K_{τελ}}{K_{αρχ}} 100\% = \frac{\frac{1}{2} I \omega^2 - \frac{1}{2} 4I \omega'^2}{\frac{1}{2} I \omega^2} 100\% = \frac{\omega^2 - \frac{\omega^2}{4}}{\omega^2} 100\% = 75\%$$

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΚΑΤΕΒΑΤΗΣ Χ. – ΜΑΝΟΥΣΑΚΗ Ε. – ΡΟΚΚΑ Ε.

