ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ 2012

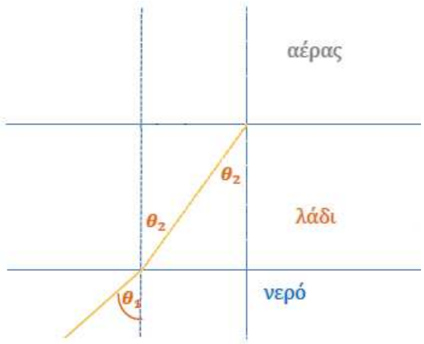
ΘΕΜΑ Α

Α1. γ
Α2. β
Α3. γ
Α4. γ
Α5. α) Σ **β)** Σ **γ)** Λ **δ)** Λ **ε)** Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή απάντηση: γ

Αιτιολόγηση: Έστω n_ν : ο δείκτης διάθλασης του νερού, n_λ : ο δείκτης διάθλασης του λαδιού. Είναι $\eta\mu\theta_1 = \dfrac{1}{n_\nu}$ (1)



Η ακτίνα προερχόμενη από το νερό θα περάσει στο λάδι και για τη γωνία διάθλασης θ_2 θα ισχύει: $n_\nu \cdot \eta\mu\theta_1 = n_\lambda \cdot \eta\mu\theta_2$ ή

$\eta\mu\theta_2 = \dfrac{n_\nu \cdot \eta\mu\theta_1}{n_\lambda}$ ή $\eta\mu\theta_2 = \dfrac{1}{n_\lambda}$ (2)

Για τη διαχωριστική επιφάνεια λαδιού – αέρα η κρίσιμη γωνία είναι θ'_{crit} και ισχύει:

$\eta\mu\theta'_{crit} = \dfrac{1}{n_\lambda}$ (3) . Από τις σχέσεις (2) και (3) παρατηρούμε ότι $\theta_2 = \theta'_{crit}$ επομένως η ακτίνα θα κινηθεί παράλληλα με τη διαχωριστική επιφάνεια λαδιού – αέρα.

Β2. Σωστή απάντηση: α

Αιτιολόγηση: Η θέση του πρώτου δεσμού είναι $x_{\Delta_1} = \dfrac{\lambda}{4}$. Το σημείο Κ βρίσκεται στη θέση $x_K = x_{\Delta_1} - \dfrac{\lambda}{6}$ ή $x_K = \dfrac{\lambda}{4} - \dfrac{\lambda}{6}$ ή $x_K = \dfrac{\lambda}{12}$.

Το σημείο Λ βρίσκεται στη θέση $x_\Lambda = x_{\Delta_1} + \dfrac{\lambda}{12}$ ή $x_\Lambda = \dfrac{\lambda}{4} + \dfrac{\lambda}{12}$ ή $x_\Lambda = \dfrac{\lambda}{3}$

Τα πλάτη των ταλαντώσεων των σημείων Κ και Λ είναι αντίστοιχα:

$A'_K = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\dfrac{2\pi x_K}{\lambda}\right| = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\dfrac{2\pi}{12}\right| = A\sqrt{3}$ και $A'_\Lambda = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\dfrac{2\pi x_\Lambda}{\lambda}\right| = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\dfrac{2\pi}{3}\right| = A$

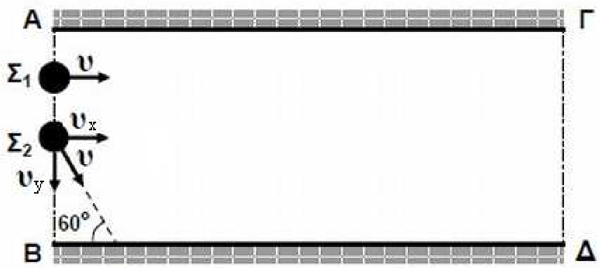
Είναι $\dfrac{\upsilon_K}{\upsilon_\Lambda} = \dfrac{\omega A'_K}{\omega A'_\Lambda}$ ή $\dfrac{\upsilon_K}{\upsilon_\Lambda} = \sqrt{3}$

Β3. Σωστή απάντηση: α

Αιτιολόγηση:

Για το χρόνο t_1 ισχύει :

$t_1 = \dfrac{(A\Gamma)}{\upsilon}$ (1)



Για την κίνηση του Σ_2:

$\upsilon_x = \upsilon\sigma\upsilon\nu\theta_2 = \dfrac{\upsilon}{2}$

Κατά τις διαδοχικές ανακλάσεις της σφαίρας Σ_2 η ταχύτητα υ_x δεν μεταβάλλεται διότι αυτή δέχεται δυνάμεις μόνο στη διεύθυνση $y'y$. Επομένως, για το χρόνο t_2 ισχύει:

$$t_2 = \frac{(\text{ΑΓ})}{\upsilon_x} \quad \text{ή} \quad t_2 = \frac{(\text{ΑΓ})}{\frac{\upsilon}{2}} \quad \text{ή} \quad t_2 = 2\frac{(\text{ΑΓ})}{\upsilon} \quad \text{ή} \quad t_2 = 2t_1$$

ΘΕΜΑ Γ

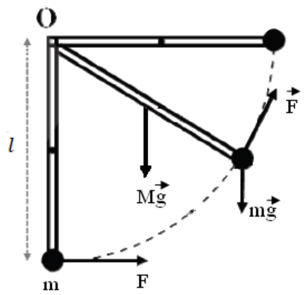
Γ1. $I_{(O)} = I_{cm} + M\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + m\ell^2 = \frac{1}{12}M\ell^2 + \frac{1}{4}M\ell^2 + \frac{1}{2}M\ell^2 = \frac{5}{6}M\ell^2$ ή

$I_{(O)} = \frac{5}{6}\cdot 6\cdot 0,09$ ή $\boxed{I_{(O)} = 0,45\text{kgm}^2}$

Γ2. Η δύναμη $\vec{F}$ έχει σταθερή ροπή τ σε όλη τη διάρκεια της κίνησης. Το έργο της είναι:

$W_F = \tau\cdot\theta$ ή $W_F = F\cdot\ell\cdot\frac{\pi}{2}$ ή $W_F = \frac{120}{\pi}\cdot 0,3\cdot\frac{\pi}{2}$ ή $\boxed{W_F = 18\text{J}}$

Γ3. Εφαρμόζουμε θεώρημα έργου – ενέργειας για την μετατόπιση της δοκού από την κατακόρυφη ως την οριζόντια θέση. $K_{τελ} - K_{αρχ} = W_F + W_{Mg} + W_{mg}$ ή

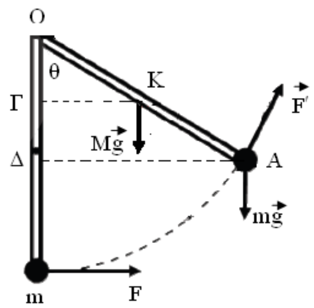


$\frac{1}{2}I\omega^2 - 0 = W_F - Mg\frac{\ell}{2} - mg\ell$ ή

$\omega^2 = \frac{2W_F - (M+2m)g\ell}{I}$ ή $\omega^2 = \frac{2\cdot 18 - 12\cdot 10\cdot 0,3}{0,45}$ ή

$\omega = 0$

Γ4. Αρχικά, η στροφική κίνηση της δοκού είναι επιταχυνόμενη εξαιτίας της ροπής της δύναμης $\vec{F}'$. Όσο όμως η δοκός περιστρέφεται, οι ροπές των δυνάμεων, οι οποίες αντιστέκονται στην κίνηση $M\vec{g}$ και $m\vec{g}$ αυξάνονται. Η δοκός θα αποκτήσει μέγιστη γωνιακή ταχύτητα στη θέση όπου η συνισταμένη ροπή είναι $\Sigma\tau = 0$. Έχουμε, ως προς Ο:

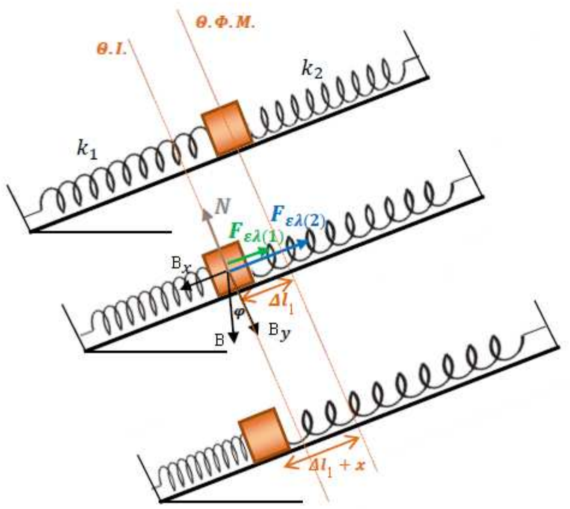


$\Sigma\tau = 0$ ή $F'(\text{ΟΑ}) - Mg(\text{ΚΓ}) - mg(\text{ΑΔ}) = 0$ ή

$F'\ell - Mg\frac{\ell}{2}\eta\mu\theta - \frac{M}{2}g\ell\eta\mu\theta = 0$ ή $\eta\mu\theta = \frac{2F'}{2Mg}$ ή

$\eta\mu\theta = \frac{30\sqrt{3}}{60}$ ή $\boxed{\theta = 60^o}$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Στη θέση ισορροπίας Θ.Ι. του σώματος, τα ελατήρια έχουν ίσες παραμορφώσεις $\Delta\ell_1$ από το φυσικό τους μήκος.

Ισχύει: $\Sigma F_x = 0$ ή $B_x = F_1 + F_2$ ή $m_1 g\eta\mu\phi = (k_1+k_2)\Delta\ell_1$ (1)

Αν το σώμα μετατοπισθεί από τη Θ.Ι. κατά τυχαίο x:

$\Sigma F = B_x - F_1' - F_2' = m_1 g\eta\mu\phi - k_1\left(\Delta\ell_1 + x\right) - k_2\left(\Delta\ell_1 + x\right)$ ή

$\Sigma F = m_1 g\eta\mu\phi - \left(k_1 + k_2\right)\Delta\ell_1 - \left(k_1 + k_2\right)x$ ή λόγω της (1): $\Sigma F = -\left(k_1 + k_2\right)x$

Επομένως το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k_1 + k_2$

Δ2. Το πλάτος της ταλάντωσης είναι $A = \Delta\ell_1$ διότι στην θέση αυτή (Θ.Φ.Μ.) το σώμα δεν είχε ταχύτητα. Από την (1): $\Delta\ell_1 = \dfrac{2\cdot 10\cdot\frac{1}{2}}{200}(m)$ ή $\Delta\ell_1 = 0,05m$

Η γωνιακή συχνότητα: $\omega = \sqrt{\dfrac{D}{m_1}}$ ή $\omega = 10 rad/s$

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το σώμα βρίσκεται στη θέση $x_0 = +A$. Η εξίσωση της απομάκρυνσης είναι $x = A\eta\mu\left(\omega t + \phi_0\right)$. Για $t = 0$ γίνεται $A = A\eta\mu\phi_0$ ή $\eta\mu\phi_0 = 1$ και επειδή $0 \le \phi_0 < 2\pi$ είναι $\phi_0 = \dfrac{\pi}{2}$. Επομένως η εξίσωση της απομάκρυνσης με το χρόνο θα είναι $x = 0,05\eta\mu\left(10t + \dfrac{\pi}{2}\right)$ (S.I.).

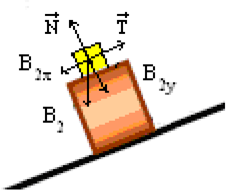
Δ3. Για την ταλάντωση του συστήματος Σ_1, Σ_2 η σταθερά επαναφοράς είναι $D_{1,2} = k_1 + k_2 = 200 N/m$. Η γωνιακή συχνότητα της νέας ταλάντωσης είναι $\omega' = \sqrt{\dfrac{D_{1,2}}{m_1 + m_2}}$ ή $\omega' = 5 rad/s$.

Επομένως, η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης του m_2: $D_2 = m_2\omega'^2$ ή $D_2 = 150 N/m$.

Το πλάτος A' της ταλάντωσης του συστήματος Σ_1, Σ_2 είναι ίσο με την παραμόρφωση $\Delta\ell_2$ των ελατηρίων στη θέση ισορροπίας του συστήματος θα είναι:

$\Sigma F_x = 0$ ή $(m_1 + m_2) g\eta\mu\phi = k_1\Delta\ell_2 + k_2\Delta\ell_2$ ή $\Delta\ell_2 = \dfrac{(m_1+m_2)g\eta\mu\phi}{k_1+k_2}$ ή $\Delta\ell_2 = \dfrac{8\cdot 10\cdot\frac{1}{2}}{200}$ ή $\Delta\ell_2 = 0,2m$

Οι δυνάμεις που δέχεται το m_2 στη διάρκεια της ταλάντωσής του είναι η συνιστώσα B_{2x} του βάρους του και η στατική τριβή. Στη διεύθυνση $y'y$ δέχεται τη συνιστώσα B_y και τη δύναμη στήριξης $\vec{N}$ από το m_1.



Είναι $\Sigma F_y = 0$ ή $N = B_{2y}$ ή $N = m_2 g\sigma\upsilon\nu\phi$ ή $N = 6\cdot 10\cdot\dfrac{\sqrt{3}}{2}$ ή $N = 30\sqrt{3}N$. Στη διεύθυνση $x'x$: $\Sigma F_x = -D_2\cdot x$ ή $T - B_2 x = -D_2\cdot x$ ή $T = m_2 g\eta\mu\phi - D_2\cdot x$ Η μέγιστη τιμή της στατικής τριβής που δέχεται εφόσον η απομάκρυνση x μεταβάλλεται μεταξύ των τιμών $-A'$ και A' θα είναι:

$$T_{max} = m_2 g ημφ + D_2 A' \text{ ή } T_{max} = 6 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} + 150 \cdot 0,2 \text{ ή } T_{max} = 60N$$

Πρέπει $T_{max} \leq μN$ ή $μ \geq \frac{T_{max}}{N}$ ή $μ \geq \frac{60}{30\sqrt{3}}$ ή $\boxed{μ \geq \frac{2\sqrt{3}}{3}}$

Επιμέλεια θεμάτων
Καστρινέλλης Ηλίας, φυσικός