ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΟΝΣΗΣ Γ΄ΛΥΚΕΙΟΥ

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Πανελλήνιες 2014

ΘΕΜΑ Α

Α.1. γ

Α.2. β

Α.3. γ

Α.4. β

Α.5. α. Σ

β. Σ

γ. Λ

δ. Λ

ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

Β. 1. →(iii)

Για το $\Sigma_1 : U_{\max} = K_{\max}$

$$\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mu_1^2 \Rightarrow u_1 = d\sqrt{\frac{k}{m}}\ (1)$$

ΑΔΟ για την κρούση

$$\vec{P}_{\text{ολ}(\text{πριν})} = \vec{P}_{\text{ολ}(\text{μετά})}$$

$$mu_1 = (m_1 + m_2)V$$

$$V = \frac{mu_1}{2m} = \frac{u_1}{2}$$

Για το συσσωμάτωμα $\frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 = \frac{1}{2}2kA_2^2$

$$2m\cdot(\frac{u_1}{2}) = 2kA_2^2 \rightarrow \frac{mu_1^2}{2} = 2kA_2^2$$

$$\frac{1}{2}kd^2 = 2kA_2^2 \rightarrow A_2 = \frac{d}{2}$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{d}{d/2} = 2$$

B.2. →(ii)

$$F_{\tau\alpha\lambda} = \frac{N_{\tau\alpha\lambda}}{\Delta t} = \frac{200}{2} = 100Hz$$

$$F_{\Delta} = \frac{1}{T_{\Delta}} = 0{,}5Hz$$

$$F_{\tau\alpha\lambda} = \frac{f_1 + f_2}{2} \Rightarrow f_1 + f_2 = 200Hz$$

$$f\delta = f_1 - f_2 \Rightarrow f_1 - f_2 = 0{,}5Hz$$

Από την επίλυση του συστήματος προκύπτει:

f_1=100,25Hz και f_2=99,75Hz

B3. →(iii)

Η απόσταση των m_1 και m_2 παραμένει σταθερή, άρα: $\upsilon_1' = \upsilon_2''$

Λόγω της ελαστικής κρούσης της m_2 με τον τοίχο, ισχύει: $\upsilon_2'' = -\upsilon_2'$

Άρα $\upsilon_1' = -\upsilon_2'$

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot \upsilon_1 = -\frac{2m_1\upsilon_1}{m_1 + m_2} \Rightarrow 3m_1 = m_2 \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{3}$$

ΘΕΜΑ Γ

Από το διάγραμμα προκύπτουν τα εξής:

$A_{ΠΗΓΩΝ}=5 \cdot 10^{-3}$m

t_2=0,2s

t_1=1,4s

Γ.1

$$\upsilon = \frac{r_1}{t_1} \Rightarrow r_1 = \upsilon \cdot t_1 = 5 \cdot 1{,}4 = 7m$$

$$\upsilon = \frac{r_2}{t_2} \Rightarrow r_2 = \upsilon \cdot t_2 = 5 \cdot 0{,}2 = 1m$$

Γ2. Στο χρονικό διάστημα $0{,}2s \leq t < 1{,}4s$ το Σ εκτελεί 3 πλήρεις ταλαντώσεις, άρα

$$f = \frac{N\tau\alpha\lambda}{\Delta t} = \frac{3}{1{,}2} = 2{,}5Hz$$

Θεμελιώδης εξίσωση κυματικής $\upsilon = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{\upsilon}{f} = \frac{5}{2{,}5} = 2m$

Για $0 \leq t < 0{,}2s$: κανένα κύμα δεν έχει φτάσει στο σημείο Σ, άρα $y_\Sigma=0$

Για $0{,}2 \leq t < 1{,}4s$: μόνο το κύμα από την Π_2 έχει φτάσει στο σημείο Σ, άρα

$$Y_\Sigma = \mathrm{A} \cdot \eta\mu 2\pi (ft - \frac{r_2}{\lambda})$$

$$Y_\Sigma = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \eta\mu 2\pi (2{,}5t - 0{,}5)(SI)$$

Για t $\geq 1{,}4s$: συμβαίνει ενισχυτική συμβολή των κυμάτων στο σημείο Σ

$$Y = 2A \cdot \sigma\upsilon\nu \frac{\pi(r_1 - r_2)}{\lambda} \cdot \eta\mu 2\pi (ft - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda})$$

$$Y = -10^{-2} \cdot \eta\mu 2\pi (2{,}5t - 2)(SI)$$

Γ. 3 . $y_1 = 5\sqrt{3} \cdot 10^{-3} m > 5 \cdot 10^{-3} m = A$

Άρα έχει συμβεί ήδη η συμβολή των κυμάτων, οπότε $t_A > 1{,}4s$ και το Σ ταλαντώνεται με πλάτος $A' = \cdot 10^{-2} m$

ΑΔΕ για την ταλάντωση του Σ.

$$K + U = E \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Dy^2 = \frac{1}{2}DA'^2 \Rightarrow mv^2 + m\omega^2 y^2 = m\omega^2 A'^2$$

$$\Rightarrow |v| = \omega\sqrt{A'^2 - y^2} \Rightarrow |v| = 5\pi\sqrt{100 \cdot 10^{-6} - 75 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow |v| = 25\pi \cdot 10^{-3} m/s$$

Γ. 4. $f' = \frac{10}{9} f = \frac{10}{9} - 2{,}5 = \frac{25}{9} Hz$

Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων εξαρτάται από το μέσο διάδοσης, άρα παρέμεινε σταθερή.

$$\upsilon = \lambda' f' \Rightarrow \lambda' = \frac{\upsilon}{f'} = \frac{5}{\frac{25}{9}} = \frac{45}{25} = \frac{9}{5} = 1{,}8m$$

Το νέο πλάτος ταλάντωσης του σημείου Σ μετά τη συμβολή θα είναι:

$$A' = 2A \cdot \left| \sigma\upsilon\nu \, \frac{(r_1 - r_2)}{\lambda'} \right| = 10^{-2} \cdot \left| \sigma\upsilon\nu \, \frac{10\pi}{3} \right| = 10^{-2} \cdot \left| \sigma\upsilon\nu (2\pi + \frac{4\pi}{3}) \right| = 10 \cdot 10^{-3} \cdot \left| (-\frac{1}{2}) \right| = 5 \cdot 10^{-3} m$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{\frac{1}{2} mV^2 \max_{(1)}}{\frac{1}{2} mV^2 \max_{(2)}} = \frac{(\omega \cdot \mathrm{A})^2}{(\omega' \cdot \mathrm{A}')^2} = (\frac{f \cdot A}{f' \cdot A'})^2 = (\frac{9}{10} \cdot \frac{10 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-3}})^2 = \frac{81}{25} = \frac{324}{100} = 3{,}24$$

Για τη σφαίρα $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N = mg \cdot \eta\mu\phi = 2{,}4\mathrm{N}$

$\mathrm{N}' = \mathrm{N} = 2{,}4\mathrm{N}$ λόγω του 3συν.Νεύτωνα

$$(4) \Rightarrow \mathrm{T} \cdot 1 \cdot 0{,}8 - 56 \cdot 1 \cdot 0{,}6 - 2{,}4(1 + x) = 0 \Rightarrow T = 56 \cdot \frac{6}{2} + -(1 + x) \Rightarrow T = 72 + 3 + 3x$$

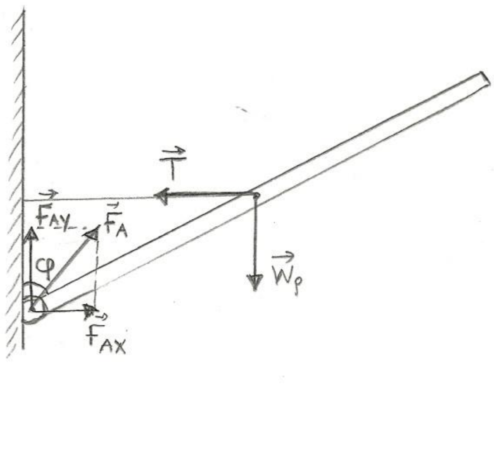
$\Rightarrow T = 45 + 3x \ (SI)$ όπου $0 \le x \le 1m$

ΘΕΜΑ Δ

Δ.1 Ισορροπία ροπών για τη ράβδο, ως προς Α

$$\Sigma \tau_{(\mathrm{A})} = 0 \Rightarrow Mg \frac{l}{2} \cdot \eta\mu\phi - \mathrm{T} \cdot \frac{l}{2} \sigma\upsilon\nu\phi = 0$$

$$\Rightarrow T = Mg \cdot \frac{\eta\mu\phi}{\sigma\upsilon\nu\phi} = 7 \cdot \frac{0{,}6}{0{,}8} = 42\mathrm{N}$$



Ισορροπία δυνάμεων με τη ράβδο:

$$\Sigma F_X = 0 \Rightarrow F_{AX} = T = 42N$$

$$\Sigma F_Y = 0 \Rightarrow F_{AY} = Mg = 56N$$

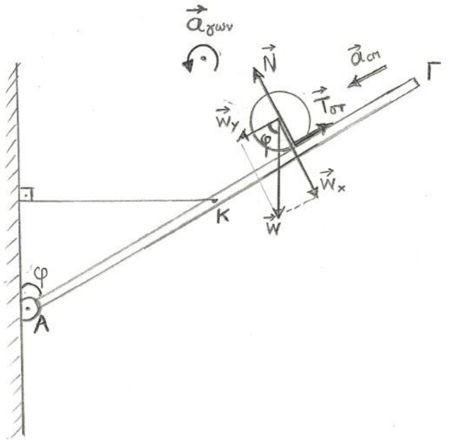
$$F_A = \sqrt{F_{AX}^2 + F_{AY}^2} = \sqrt{(3 \cdot 14)^2 + (4 \cdot 14)^2} = 14 \cdot 5 = 70N$$

$$\varepsilon\phi\theta = \frac{56}{42} = \frac{4}{3} \qquad \theta = 90^0 - \phi$$

θ είναι η γωνία της F_A με την οριζόντια διεύθυνση

Παρατήρηση: Ισχύει θ=90^0-φ άρα η $\vec{F}_A$ έχει τη διεύθυνση της ράβδου.

Δ.2. Η σφαίρα κυλάει χωρίς να ολισθαίνει, άρα ισχύει $\alpha_{cm}=\alpha_{\gamma\omega\nu}\cdot r$ (1)



Θεμελιώδης νόμος για τη μεταφορική κίνηση:

$$\Sigma F_X = m \cdot a_{CM} \Rightarrow W_X - T_{\sigma\tau} = m \cdot a_{CM} \text{ (2)}$$

Θεμελιώδης νόμος για τη στροφική κίνηση:

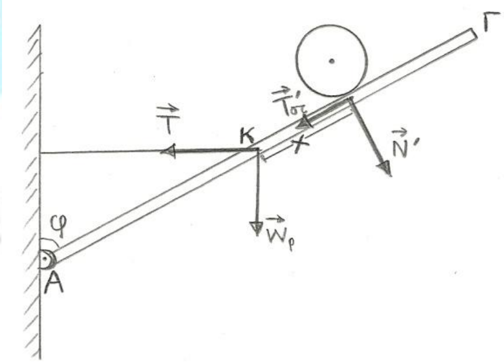
$$\Sigma \mathrm{T} = \mathrm{I}\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \mathrm{T}_{\sigma\tau} \cdot r = \frac{2}{5} m r^2 \cdot a_{\gamma\omega\nu} \overset{(1)}{\Rightarrow} \mathrm{T}_{\sigma\tau} = \frac{2}{5} m \cdot a_{CM} \text{ (3)}$$

(2)+(3):

$$mg \cdot \eta\mu\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) = \frac{7}{5} m \cdot a_{CM} \Rightarrow a_{CM} = \frac{5}{7} \cdot g\sigma\upsilon\nu\phi \Rightarrow \alpha_{CM} = \frac{40}{7} m/s^2$$

$$(1) \Rightarrow a_{\gamma\omega\nu} = \frac{a_{CM}}{r} = \frac{40/7}{1/70} = 400 rad/s^2$$

Δ.3. Σε τυχαία θέση της σφαίρας, όταν έχει μετατοπιστεί κατά x και το κ, εφαρμόζουμε για τη ράβδο ισορροπία ροπών ως προς A:



$\Sigma\tau_{(A)}=0$

$$T \cdot \frac{l}{2} \cdot \sigma\upsilon\nu\phi - \mathrm{M}g \cdot \frac{l}{2} \cdot \eta\mu\phi - \mathrm{N}' \cdot \left(\frac{l}{2} + x\right) = 0 \text{ (4)}$$

Δ. 4. $\frac{dK}{dt} = \frac{dW_{\Sigma\mathrm{T}}}{dt} = \frac{\Sigma\tau \cdot d\theta}{dt} = \Sigma\tau \cdot \omega$ όπου

$$\Sigma\tau = Mg\frac{1}{2} \cdot \eta\mu\phi = 56 \cdot 1 \cdot 0{,}6 = 33{,}6 \mathrm{N} \cdot m$$

Εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ για τη ράβδο (από τη στιγμή κόπηκε το νήμα μέχρι τη θέση που φαίνεται στο σχήμα)

$$K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = W_{\beta\alpha\rho}$$

$$\frac{1}{2}\mathrm{I}\omega^2 = Mg \cdot 2\frac{l}{2} \cdot \sigma\upsilon\nu\phi$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3}Ml^2 \cdot \omega^2 = Mgl\sigma\upsilon\nu\phi \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{6g\sigma\upsilon\nu\phi}{l}}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{6 \cdot 8}{2}} = \sqrt{24} = 2\sqrt{6} rad/s$$

Άρα $\frac{dK}{dt} = \Sigma\tau \cdot \omega = 33{,}6 \cdot 2\sqrt{6} = 6{,}72\sqrt{6} J/s$

Δ. 5. ΑΔΣ για την κρούση

$$\vec{L}_{o\lambda(\pi\rho\iota\nu)} = \vec{L}_{o\lambda(\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha})}$$

$$\mathrm{I} \cdot \omega = \mathrm{I}' \cdot \omega'$$

$$\frac{\mathrm{M}l^2}{3} \cdot \omega = \left(\frac{\mathrm{M}l^2}{3} + \frac{\mathrm{M}'l^2}{3}\right)\omega'$$

$$\frac{\mathrm{M}l^2}{3} \cdot \omega = \frac{4\mathrm{M}l^2}{3} \cdot \omega' \Rightarrow \omega' = \frac{\omega}{4} = \frac{\sqrt{5}}{2} rad/\sec$$

Ποσοστό απώλειας κινητικής ενέργειας κατά την κρούση

$$\frac{|\Delta\mathrm{K}|}{\mathrm{K}_{o\lambda(\pi\rho\iota\nu)}} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}\mathrm{I}\omega^2 - \frac{1}{2}\mathrm{I}'\omega'^2}{\frac{1}{2}\mathrm{I}\omega^2} \cdot 100\% = [1 - 4 \cdot (\frac{\omega/4}{\omega})^2] \cdot 100\% = (1 - \frac{1}{4}) \cdot 100\% = 75\%$$