ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2019
ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

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

ΘΕΜΑ Β

Β1. α) Σωστό το ii.
β) Πριν την κρούση και ενώ η πηγή απομακρύνεται από τον παρατηρητή , η συχνότητα f_1 που ακούει ο παρατηρητής, είναι :

$$f_1 = \frac{\upsilon_H}{\upsilon_{H+}\upsilon_s} f_s = \frac{\upsilon_H}{\upsilon_{H+}\frac{\upsilon_H}{20}} f_s = \frac{20}{21} f_s$$

Εφαρμόζω την Αρχή Διατήρησης της Ορμής για την πλαστική κρούση.

$$P_{\pi\rho\iota\nu} = P_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} \Rightarrow m\upsilon_s = (m+m)\upsilon_s' \Rightarrow \upsilon_s' = \frac{\upsilon_s}{2} = \frac{\upsilon_H}{40}$$

Μετά την κρούση και ενώ η πηγή συνεχίζει να απομακρύνεται από τον παρατηρητή , η συχνότητα f_2 που ακούει ο παρατηρητής, είναι :

$$f_2 = \frac{\upsilon_H}{\upsilon_{H+}\upsilon_s'} f_s = \frac{\upsilon_H}{\upsilon_{H+}\frac{\upsilon_H}{40}} f_s = \frac{40}{41} f_s$$

Ο λόγος των συχνοτήτων είναι :

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{20}{21} f_s}{\frac{40}{41} f_s} = \frac{41}{42}$$

Β2. α) Σωστό το iii.
β) Από την εξίσωση Bernoulli στα σημεία Δ και Γ , έχω :

$$P_\Delta + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Delta^2 = P_\Gamma + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2 \Rightarrow (P_{\alpha\tau\mu} + \rho g h) + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Delta^2 = P_{\alpha\tau\mu} + \frac{1}{2}\rho\upsilon_\Gamma^2$$

$$\Rightarrow gh = \frac{1}{2}\upsilon_\Gamma^2 - \frac{1}{2}\upsilon_\Delta^2$$

Από την εξίσωση συνέχειας στα σημεία Δ και Γ , έχω :

$$A_1\upsilon_\Delta = A_2\upsilon_\Gamma \Rightarrow 2A_2\upsilon_\Delta = A_2\upsilon_\Gamma \Rightarrow \upsilon_\Delta = \frac{\upsilon_\Gamma}{2}$$

Άρα $\quad gh = \frac{1}{2}\upsilon_\Gamma^2 - \frac{1}{2}\frac{\upsilon_\Gamma^2}{4} = \frac{3\upsilon_\Gamma^2}{8}$

Επειδή η ελεύθερη επιφάνεια του νερού στο δοχείο σταθεροποιείται, με το θεώρημα Torricelli βρίσκω την ταχύτητα εξόδου του νερού στο σημείο Ζ.

$$\upsilon_Z^2 = 2gH$$

Για να σταθεροποιηθεί η στάθμη του νερού, θα πρέπει η παροχή να είναι σταθερή, άρα από την εξίσωση συνέχειας στα σημεία Γ και Ζ , έχω :

$$A_3\upsilon_Z = A_2\upsilon_\Gamma \Rightarrow \frac{A_2}{2}\upsilon_Z = A_2\upsilon_\Gamma \Rightarrow \upsilon_Z = 2\upsilon_\Gamma$$

Άρα $\quad gH = \frac{\upsilon_Z^2}{2} = 2\upsilon_\Gamma^2$

Τελικά $\quad \frac{gh}{gH} = \frac{\frac{3\upsilon_\Gamma^2}{8}}{2\upsilon_\Gamma^2} \Rightarrow \frac{h}{H} = \frac{3}{16}$

Β3. α) Σωστό το ii.

β) Εφαρμόζω το Θεώρημα Μεταβολής της Κινητικής Ενέργειας για τις θέσεις Α και Δ της ράβδου.

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_F \Rightarrow \frac{1}{2}I\omega^2 - 0 = FL\frac{\pi}{2} \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{1}{3}ML^2\omega^2 = FL\frac{\pi}{2} \Rightarrow$$

$$\omega = \sqrt{\frac{3\pi F}{ML}} = 3\pi\ \mathrm{rad/s}$$

Από την Αρχή Διατήρησης της Στροφορμής για το σύστημα ράβδος - σώμα , ισχύει :

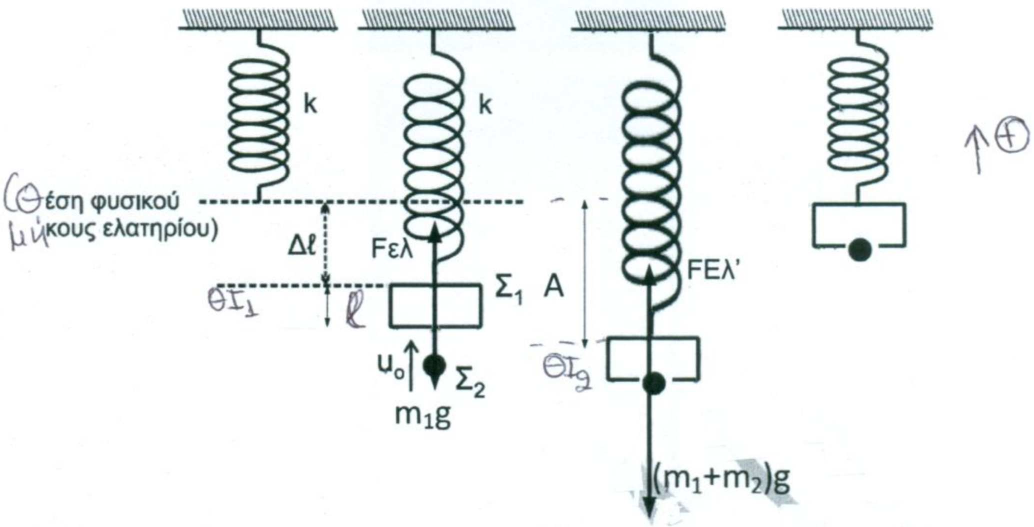
$$L_{πριν} = L_{μετά} \Rightarrow I\omega = (I + mL^2)\omega' \Rightarrow \frac{1}{3}ML^2\omega = \left(\frac{1}{3}ML^2 + mL^2\right)\omega'$$

$$\Rightarrow \omega' = \frac{\omega}{2} = \frac{3\pi}{2}\mathrm{rad/s}.$$

Αφού μετά την κρούση δεν υπάρχει δύναμη που να προκαλεί ροπή στη ράβδο, η κίνηση της ράβδου θα είναι ομαλή κυκλική.

$$\theta = \omega' t \Rightarrow t = \frac{\theta}{\omega'} = \frac{1}{3}\mathrm{s}$$

ΘΕΜΑ Γ



Γ1. Από την συνθήκη ισορροπίας του σώματος m_1 και ξέροντας πως η επιμήκυνση του ελατηρίου στη θέση ισορροπίας είναι Δl, έχω :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow m_1 g = k\Delta l \Rightarrow k = 200 N/m$$

Μετά την κρούση η θέση ισορροπίας του συστήματος θα μεταβληθεί. Στην νέα θέση ισορροπίας θα ισχύει :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow (m_1 + m_2)g = k(\Delta l + l) \Rightarrow l = \frac{m_2 g}{k} = 0{,}05m$$

Το συσσωμάτωμα φτάνει μέχρι τη θέση του φυσικού μήκους του ελατηρίου, άρα το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει θα είναι :

$$A = \Delta l + l = 0{,}1m$$

Γ2. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας για την ταλάντωση του συσσωματώματος την στιγμή της κρούσης έχω :

$$K + U = E \Rightarrow \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 + \frac{1}{2}kl^2 = \frac{1}{2}kA^2 \Rightarrow V = \frac{\sqrt{3}}{2} m/s$$

Εφαρμόζω την Αρχή Διατήρησης της Ορμής για την πλαστική κρούση.

$$P_{\pi\rho\iota\nu} = P_{\mu\varepsilon\tau\acute{\alpha}} \Rightarrow m_2 \upsilon_0 = (m_1 + m_2)V \Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{3} m/s.$$

Η κινητική ενέργεια του Σ_2 πριν την κρούση είναι

$$K_2 = \frac{1}{2} m_2 {\upsilon_0}^2 = 1{,}5J$$

Γ3. Το μέτρο της μεταβολής της ορμής του $Σ_2$ είναι

$$|ΔP_2| = |m_2V - m_2υ_0| = \left|-\frac{\sqrt{3}}{2}\right| = \frac{\sqrt{3}}{2}\,m/s$$

και η κατεύθυνσή της προς τα κάτω.

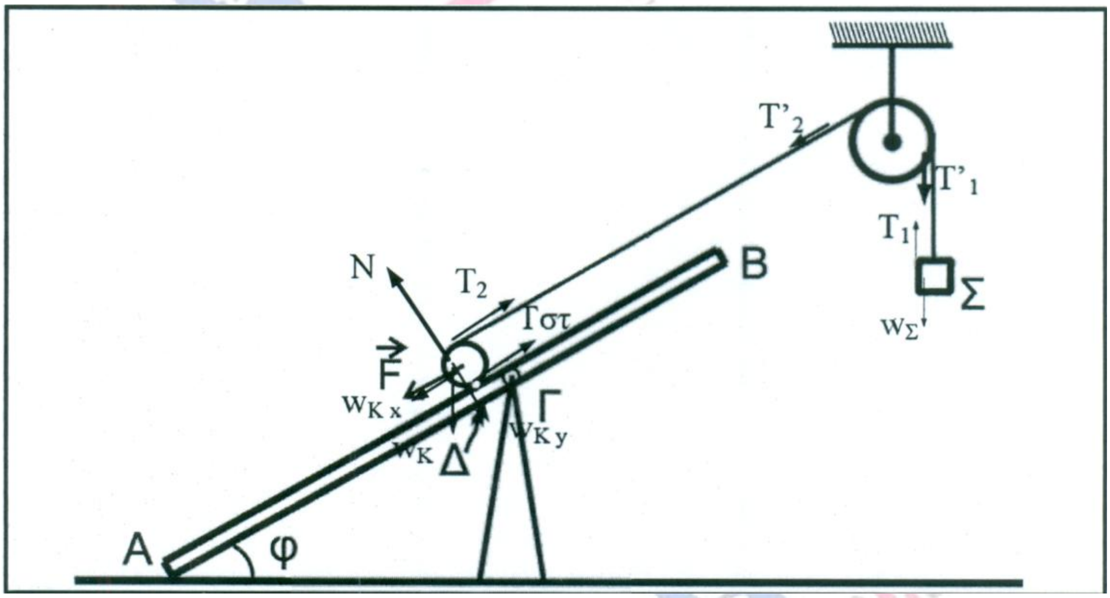
Γ4. Για το συσσωμάτωμα ισχύει $ω = \sqrt{\frac{k}{m_1+m_2}} = 10rad/s$ και για t=0 , x=+l , V>0. Η αρχική φάση θα είναι

$$+l = Αημφ_0 \Rightarrow ημφ_0 = \frac{l}{A} = \frac{1}{2} \Rightarrow φ_0 = \frac{π}{6}rad$$

Η σχέση που δίνει την απομάκρυνση του συσσωματώματος από την θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο είναι

$$x = Αημ(ωt + φ_0) = 0{,}1ημ\left(10t + \frac{π}{6}\right) \quad (S.I.)$$

<u>ΘΕΜΑ Δ</u>



Δ1. Εφαρμόζω συνθήκη ισορροπίας για το σώμα Σ :

$$ΣF = 0 \Rightarrow M_Σg = T_1 = 20N$$

Επειδή το νήμα είναι αβαρές ισχύει T_1=T_1' και T_2=T_2'.

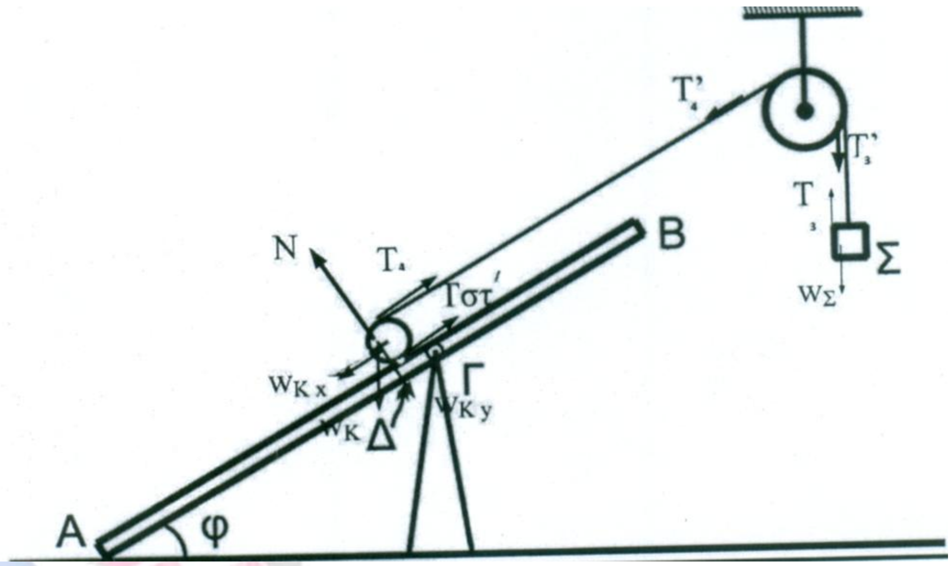
Εφαρμόζω συνθήκη ισορροπίας για την τροχαλία :

$$Στ = 0 \Rightarrow T_1R_T = T_2R_T \Rightarrow T_2 = 20N$$

Εφαρμόζω συνθήκη ισορροπίας για τον κύλινδρο :

$$Στ = 0 \Rightarrow T_{στ}R_K = T_2R_K \Rightarrow T_{στ} = 20N$$

$$ΣF_x = 0 \Rightarrow F + M_Kgημφ = T_2 + T_{στ} \Rightarrow F = 30N$$



Δ2. Αφού καταργούμε την F, η τροχαλία και ο κύλινδρος θα αρχίσουν να κινούνται. Εφαρμόζω τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης για τον κύλινδρο και την τροχαλία και το θεμελιώδη νόμο της μεταφορικής κίνησης για το σώμα και τον κύλινδρο.

Σώμα Σ : $\Sigma F = M_\Sigma \alpha \Rightarrow M_\Sigma g - T_3 = M_\Sigma \alpha \Rightarrow T_3 = 20 - 2\alpha$

Επειδή το νήμα είναι αβαρές ισχύει T_3=T_3' και T_4=T_4'.

Το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας άρα ισχύει $\alpha = \alpha_\gamma R_T$

Τροχαλία : $\Sigma\tau = I_T\alpha_\gamma \Rightarrow T_3 R_T - T_4 R_T = \frac{1}{2} M_T R_T^2 \frac{\alpha}{R_T} \Rightarrow T_4 = 20 - 3\alpha$

Κύλινδρος : Για την επιτάχυνση α με την οποία κινείται το σώμα Σ και την επιτάχυνση α_{cm} του κέντρου μάζας του κυλίνδρου ισχύει :

$$\alpha = 2\alpha_{cm}$$

Επίσης ο κύλινδρος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει, άρα : $\alpha_{cm} = \alpha_{\gamma K} R_K$

$$\Sigma F_x = M_K \alpha_{cm} \Rightarrow T_4 + T'_{\sigma\tau} - M_K g\eta\mu\varphi = M_K \alpha_{cm} \Rightarrow T'_{\sigma\tau} = 4\alpha - 10$$

$$\Sigma\tau = I_K \alpha_{\gamma K} \Rightarrow T_4 R_K - T'_{\sigma\tau} R_K = \frac{1}{2} M_K R_K^2 \frac{\alpha}{2R_K} \Rightarrow \alpha = 4\mathrm{m/s^2}$$

$$\alpha_{cm} = \frac{\alpha}{2} = 2\mathrm{m/s^2}$$

Δ3. Μέχρι τη χρονική στιγμή t_1=0,5s ο κύλινδρος επιταχύνεται και θα έχει αποκτήσει ταχύτητα

$$υ=α_{cm}t_1=1m/s$$

Μετά το κόψιμο του νήματος επιβραδύνεται και θα ισχύουν οι σχέσεις :

$$\Sigma F_x = M_K α_{cm}{}' \Rightarrow T''_{στ} - M_K gημφ = M_K α_{cm}{}'$$

$$\Sigma τ = I_K α'_{γK} \Rightarrow -T''_{στ}R_K = \frac{1}{2}M_K R_K^2 \frac{α_{cm}{}'}{R_K} \Rightarrow α'_{cm} = -\frac{10}{3}m/s^2$$

$$υ_T = 0 \Rightarrow υ - |α'_{cm}|\Delta t_2 = 0 \Rightarrow \Delta t_2 = 0,3s$$

Άρα t=0,5s+0,3s=0,8s

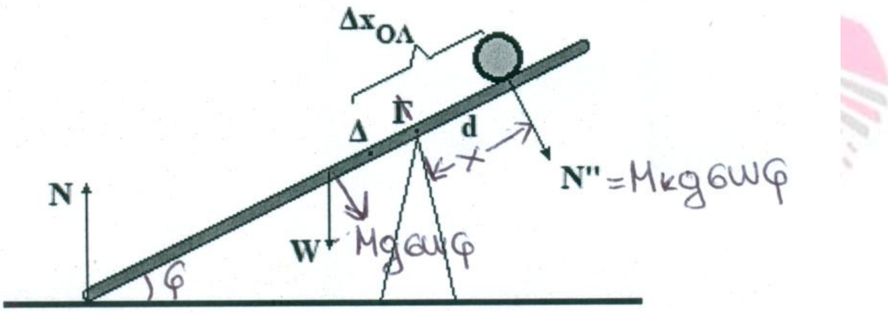
Δ4.

$$\Delta x_1 = \frac{1}{2}α_{cm}t_1^2 = 0,25m$$

$$\Delta x_2 = υ\Delta t_2 - \frac{1}{2}|α_{cm}{}'|\Delta t_2^2 = 0,15m$$

$$x_{ολ} = 0,25m + 0,15m = 0,4m$$

Δ5.



Υπολογίζω τη μέγιστη θεωρητικά απόσταση από το Γ που θα μπορέσει να φτάσει ο κύλινδρος χωρίς να ανατραπεί η σανίδα.

Οριακά N=0

$$\Sigma τ_Γ = 0 \Rightarrow M_K gσυνφx = Mgσυνφ\left(\frac{l}{2} - (ΓΒ)\right) \Rightarrow x = 0,5m$$

Αφού το x είναι μεγαλύτερο από το $x_{ολ}$ η σανίδα δεν θα ανατραπεί.