ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

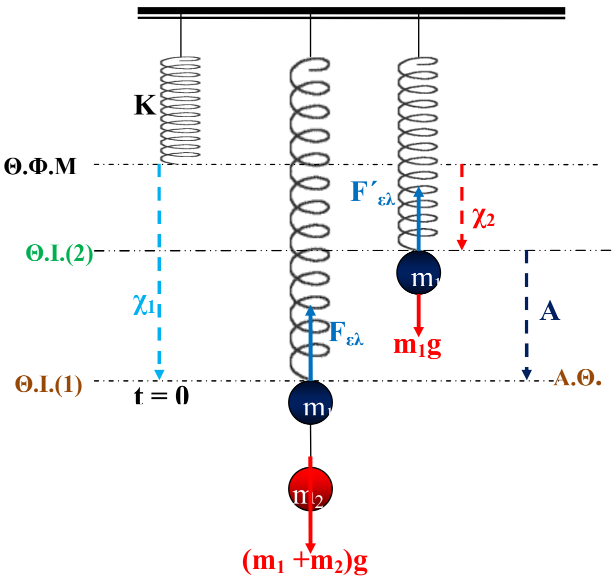
ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ 2011

ΘΕΜΑ Α

Α1.γ, Α2.β, Α3.γ, Α4.γ, Α5, αΣ, βΛ, γΣ, δΛ, εΛ

ΘΕΜΑ Β

B_1. Σωστό το β.
Για το πρώτο σύστημα ελατηρίου - μάζας, έχουμε



Θ.Ι.(1) Η θέση αυτή είναι η αρχική θέση ισορροπίας όπου το σύστημα είναι ακίνητο. Στη θέση αυτή η ταχύτητα του συστήματος είναι μηδέν(ακίνητο) και την t = 0 το σώμα m_1 ξεκινά την κίνηση του, άρα η θέση αυτή είναι και η ακραία θέση της κίνησης του σώματος), οπότε

$$\Sigma F = 0 \text{ ή } F_{\varepsilon\lambda} = (m_1 + m_2)g \text{ ή}$$
$$K\chi_1 = (m_1 + m_2)g \quad (1)$$

Θ.Ι.(2) Η θέση αυτή είναι η θέση ισορροπίας της κίνησης που εκτελεί το σώμα m_1 όταν πλέον έχει αποχωριστεί από το σώμα m_2.

$$\Sigma F = 0 \text{ ή } F'_{\varepsilon\lambda} = m_1 g \text{ ή } K\chi_2 = m_1 g \quad (2)$$

Από τη σχέση (1) ένα έχουμε $\chi_1 = \dfrac{(m_1 + m_2)g}{K}$

Από τη σχέση (2) έχουμε $\chi_2 = \dfrac{m_1 g}{K}$

Το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει η μάζα m_1 όπως βλέπουμε από το σχήμα είναι

$$A_1 = \chi_1 - \chi_2 \text{ ή } A_1 = \frac{(m_1 + m_2)g}{K} - \frac{m_1 g}{K} \text{ ή } A_1 = \frac{m_2 g}{K}$$

Ομόιως για το δεύτερο σύστημα ελατηρίου - μάζας έχουμε $A_2 = \frac{m_1 g}{K}$

Ο λόγος των ενεργειών των δύο συστημάτων είναι

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{1}{2}KA_1^2}{\frac{1}{2}KA_2^2} = (\frac{A_1}{A_2})^2 = (\frac{\frac{m_2 g}{K}}{\frac{m_1 g}{K}})^2 \text{ ή } \underline{\frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2^2}{m_1^2}}$$

B$_2$. Σωστό το α.
Για να έχουμε διακροτήματα θα πρέπει οι δύο τιμές της μεταβλητής συχνότητας f_1 και f_2 να είναι παραπλήσιες της σταθερής συχνότητας f. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει για παράδειγμα να ισχύει $f > f_1$ και $f < f_2$ (μπορεί να ισχύει και το αντίστροφο).
Τα διακροτήματα έχουν την ίδια συχνότητα f_δ, οπότε ισχύει

$$f_\delta = |f - f_1| \text{ και } f_\delta = |f - f_2| \text{ ή}$$

$$|f - f_1| = |f - f_2| \text{ ή } f - f_1 = f_2 - f \text{ ή } 2f = f_1 + f_2 \text{ ή } \underline{f = \frac{f_1 + f_2}{2}}$$

B$_3$. Σωστό το α.
Από την αρχή διατήρησης της ορμής έχουμε

$$P_{\alpha\rho\chi.} = P_{\tau\varepsilon\lambda.} \text{ ή } (m_1 + m_2)\upsilon = (m_2 + m_3)\frac{\upsilon}{3} \text{ ή}$$

$$(m_1 + m_2)\upsilon = (m_2 + 4m_1)\frac{\upsilon}{3} \text{ ή } \frac{2m_2}{3} = \frac{m_1}{3} \text{ ή } \underline{\frac{m_1}{m_2} = 2}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ$_1$. Έχουμε $y_M = 0,2\eta\mu 2\pi(5t - 10)$
Η εξίσωση της συμβολής είναι

$$y = A'\eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{r_1 + r_2}{2\lambda})$$

(όπου $r_1 = \Pi_1 M = r_2 = \Pi_2 M$ γιατί το M βρίσκεται στη μεσοκάθετο του $\Pi_1\Pi_2$)

Η συχνότητα των κυμάτων όπως προκύπτει από την εξίσωση που μας δίνεται f = 5Hz, οπότε το μήκος κύματος θα είναι

$$\lambda = \frac{\upsilon}{f} \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{2m/s}{5Hz} \quad \text{ή} \quad \lambda = 0,4m$$

Επίσης από την εξίσωση που μας δίνεται έχουμε

$$\frac{r_1 + r_2}{2\lambda} = 10 \quad \text{ή} \quad \frac{2r_1}{2\lambda} = 10 \quad \text{ή} \quad r_1 = 10\lambda = 10(0,4m) \quad \text{ή} \quad \underline{r_1 = 4m}$$

Γ₂. Η φάση το σημείου Μ είναι

$$\varphi_M = 2\pi(5t - 10)rad$$

Για το σημείο Ο έχουμε $r_1' = r_2' = O\Pi_1 = O\Pi_2 = 0,5m$

Η φάση το σημείου Ο είναι

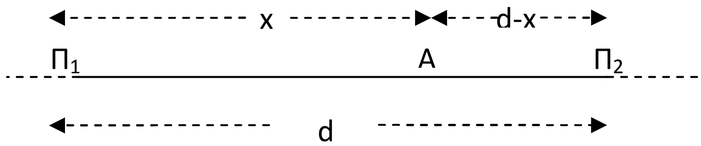
$$\varphi_O = 2\pi(5t - \frac{r_1' + r_2'}{2\lambda}) \quad \text{ή} \quad \varphi_O = 2\pi(5t - \frac{2r_1'}{2\lambda}) \quad \text{ή} \quad \varphi_O = 2\pi(5t - \frac{5}{4})rad$$

Οπότε σε κάθε χρονική στιγμή η διαφορά φάσης θα είναι

$$\Delta\varphi = \varphi_O - \varphi_M = [2\pi(5t - \frac{5}{4}) - 2\pi(5t - 10)]rad \quad \text{ή}$$

$$\underline{\Delta\varphi = \frac{35\pi}{2}}$$

Γ₃. Έστω ένα σημείο Α το οποίο είναι σημείο μέγιστης συμβολής.



Τότε ισχύει

$$|r_1 - r_2| = N\lambda \quad \text{ή} \quad x - d + x = N\lambda$$

$$2x - d = N\lambda \quad \text{ή} \quad x = \frac{N\lambda}{2} + \frac{d}{2} \quad \text{ή} \quad x = 0,2N + 0,5$$

οπότε έχουμε

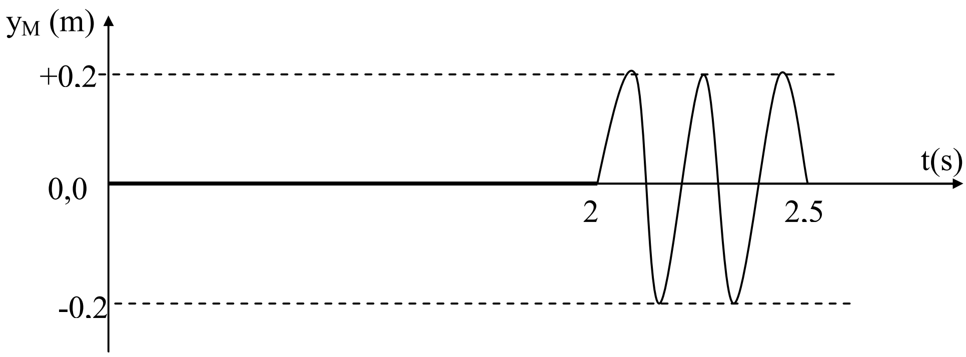
Για Ν = 0 έχουμε $\underline{x_1 = 0,5m}$, για Ν = +1 έχουμε $\underline{x_2 = 0,7m}$,

για N = -1 έχουμε $\underline{x_3 = 0,3m}$, για N = +2 έχουμε $\underline{x_4 = 0,9m}$,
για N = -2 έχουμε $\underline{x_5 = 0,1m}$,
<u>Άρα έχουμε συνολικά 5 σημεία ενισχυτικής συμβολής (N=0,-1,+1,-2,+2)</u>

Γ$_4$. Τα κύματα φτάνουν στο σημείο Μ μετά από χρονικό διάστημα 2s, άρα για το χρονικό διάστημα 0 < t < 2s, το σημείο Μ θα είναι ακίνητο. Η περίοδος των κυμάτων είναι $T = \frac{1}{f} = 0,2s$ άρα κατά το χρονικό διάστημα 2s < t < 2,5s το σημείο Μ θα εκτελέσει 2,5 ταλαντώσεις. Η εξίσωση ταλάντωσης του σημείου Μ είναι

$$y_M = 0,2\eta\mu 2\pi(5t-10)$$

και η γραφική της παράσταση για το χρονικό διάστημα 0 < t < 2,5s είναι



ΘΕΜΑ Δ

Δ$_1$.
Εάν θεωρήσουμε ότι οι μάζες που είναι συνδεδεμένες με την τροχαλία ισορροπούν, έχουμε:

$\Sigma F_1 = 0$ ή $T_1 = m_1 g$ ή

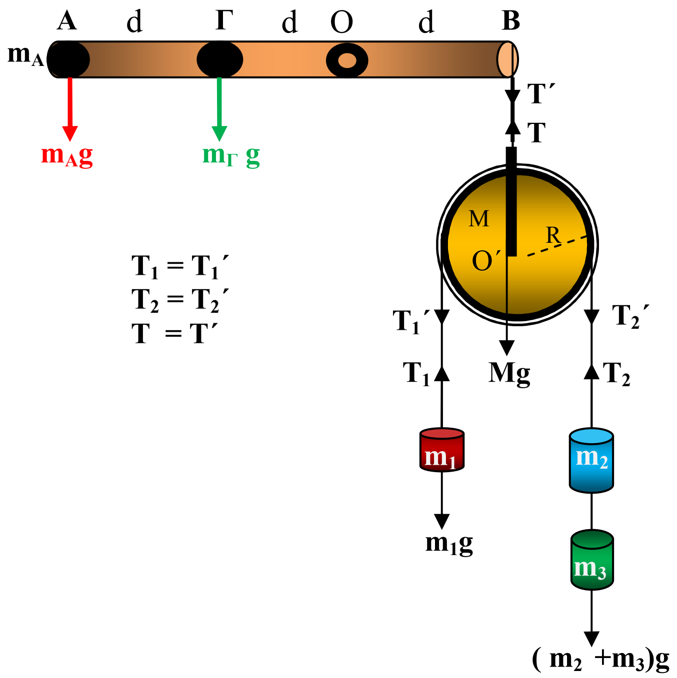
$T_2 = (2kg)(10m/s^2) = 20N$

και

$\Sigma F_2 = 0$ ή $T_2 = (m_2 + m_3)g$

ή

$T_2 = (1kg + 1kg)(10\frac{m}{s^2}) = 20N$



Οπότε για την τροχαλία έχουμε:

$$\Sigma\tau = T_2 R - T_1 R = 20R - 20R = 0$$

Άρα βλέπουμε ότι η τροχαλία δεν περιστρέφεται (ισορροπεί). Εάν θεωρήσουμε ότι ισορροπεί και μεταφορικά, έχουμε

$$\Sigma F_{\tau\rho o\chi.} = 0 \quad ή \quad T - T_1 - T_2 - Mg = 0 \quad ή$$

$$T = 20N + 20N + (4kg)(10m/s^2) = 80N$$

Η συνισταμένη των ροπών στη ράβδο είναι

$$\Sigma\tau = m_A g(2d) + m_B gd - Td \quad ή$$

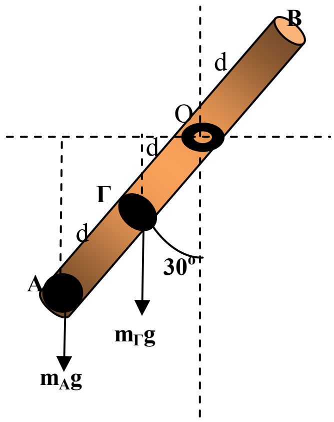
$$\Sigma\tau = (1kg)(10m/s^2)(2m) + (6kg)(10m/s^2)(1m) - (80N)(1m) \quad ή \quad \underline{\Sigma\tau = 0}$$

Άρα βλέπουμε ότι όλο το σύστημα ισορροπεί.

Δ$_2$. Από το θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης έχουμε:

$$\Sigma\tau = Ia_{\gamma\omega\nu.} \quad ή \quad m_A g(2d)\sigma\upsilon\nu 60^o + m_\Gamma gd\sigma\upsilon\nu 60^o = [m_A(2d)^2 + m_\Gamma d^2]a_{\gamma\omega\nu.}$$

$$ή \quad \underline{a_{\gamma\omega\nu.} = 4rad/s^2}$$

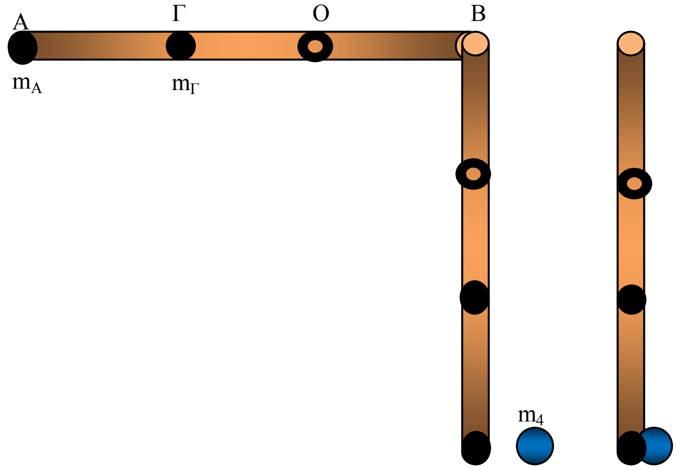


Δ$_3$. Η ροπή αδράνειας του συστήματος πριν και μετά την κρούση είναι:

$$I_1 = m_A(2d)^2 + m_\Gamma d^2 = 10kgm^2$$

$$I_2 = m_A(2d)^2 + m_\Gamma d^2 + m_4(2d)^2 = 30kgm^2$$

Την γωνιακή ταχύτητα του συστήματος της ράβδου πριν την κρούση την βρίσκουμε εφαρμόζοντας την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας, οπότε



$$E_{αρχ.} = E_{τελ.} \text{ ή}$$

$$U_{αρχ.} + K_{αρχ.} = U_{τελ.} + K_{τελ.}$$

$$\text{ή } U_{αρχ.} = U_{τελ.} + K_{τελ.} \text{ ή}$$

$$(m_A + m_Γ)g(2d) = m_Γ g d + \frac{1}{2} I_1 \omega_1^2 \quad \text{ή} \quad \omega_1 = 4 rad/s$$

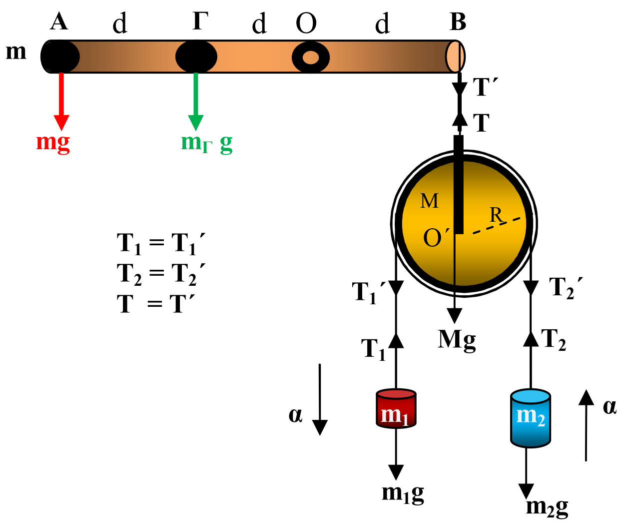
Από την αρχή διατήρησης της στροφορμής έχουμε

$$L_{αρχ.} = L_{τελ.} \quad \text{ή} \quad I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \quad \text{ή} \quad \omega_2 = \frac{I_1\omega_1}{I_2} \quad \text{ή} \quad \omega_2 = \frac{4}{3} rad/s$$

Οπότε η γραμμική ταχύτητα του σημείου Α είναι

$$\upsilon_A = \omega_2(2d) \quad \text{ή} \quad \underline{\upsilon_A = \frac{8}{3} m/s}$$

Δ4. Εφαρμόζοντας τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα m_1 έχουμε



$$\Sigma F_1 = m_1 a \quad \text{ή}$$

$$m_1 g - T_1 = m_1 a \quad (1)$$

Εφαρμόζοντας τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα για το σώμα m_2 έχουμε

$$\Sigma F_2 = m_2 a \quad \text{ή}$$

$$T_2 - m_2 g = m_2 a \quad (2)$$

Εφαρμόζοντας τον θεμελιώδη νόμο της στροφικής κίνησης για την τροχαλία έχουμε

$$\Sigma\tau = Ia_{\gamma\omega\nu.} \quad \text{ή} \quad (T_1 - T_2)R = \frac{1}{2}MR^2\frac{a}{R} \quad \text{ή} \quad T_1 - T_2 = \frac{Ma}{2} \quad (3)$$

Προσθέτοντας την (1) με την (2) και αντικαθιστώντας στο άθροισμα την (3) έχουμε

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2 + \dfrac{M}{2}} \quad \text{ή} \quad a = 2m/s^2$$

Οι τάσεις του νήματος που ασκούνται στην τροχαλία είναι

$$T_1 = m_1 g - m_1 a = 16N \quad \text{και} \quad T_2 = m_2 a + m_2 g = 12N$$

Η τροχαλία μεταφορικά ισορροπεί, οπότε

$$\Sigma F = 0 \quad \text{ή} \quad T = Mg + T_1 + T_2 = 68N \quad \text{ή}$$

Από την ισορροπία της ράβδου έχουμε

$$\Sigma\tau = 0 \quad \text{ή} \quad mg(2d) + m_\Gamma gd - Td = 0 \quad \text{ή} \quad \underline{m = 0,4kg}$$