ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ & ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΔΕΥΤΕΡΑ 22 ΙΟΥΝΙΟΥ 2020

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

ΣΥΝΟΛΟ ΣΕΛΙΔΩΝ: ΟΚΤΩ (8)

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΛΗΡΕΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ

Α2. α

Α3. γ

Α4. δ

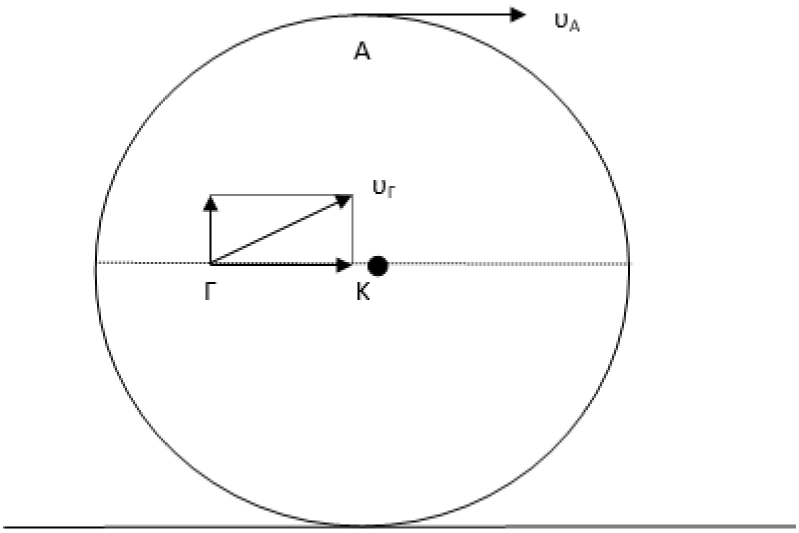
Α5. **α.** Σ, **β.** Λ, **γ.** Σ, **δ.** Σ, **ε.** Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1.

α. Σωστό το (iii)

β.



Ο τροχός κυλίεται χωρίς ολίσθηση άρα $\upsilon_{cm} = \upsilon_{\gamma\rho,A} = \omega R$ (1) ενώ $\upsilon_{\gamma\rho,\Gamma} = \omega \frac{R}{2}$ (2)

Από τις (1) και (2) προκύπτει $\upsilon_{\gamma\rho,\Gamma} = \frac{\upsilon_{cm}}{2}$.

Για τα μέτρα των ταχυτήτων στα σημεία Α και Γ ισχύει

$$\upsilon_A = \upsilon_{cm} + \upsilon_{\gamma\rho,A} = \upsilon_{cm} + \upsilon_{cm} = 2\upsilon_{cm}$$

$$\upsilon_\Gamma = \sqrt{\upsilon_{cm}^2 + \upsilon_{\gamma\rho,\Gamma}^2} = \sqrt{\upsilon_{cm}^2 + \frac{\upsilon_{cm}^2}{4}} = \frac{\sqrt{5}}{2}\upsilon_{cm}$$

Άρα

$$\frac{\upsilon_\Gamma}{\upsilon_A} = \frac{2\upsilon_{cm}}{\frac{\sqrt{5}}{2}\upsilon_{cm}} = \frac{\sqrt{5}}{4}$$

Β2.

α. Σωστό το (ii)

β. 1η περίπτωση: Η σφαίρα Σ_1 συγκρούεται ελαστικά με την ακίνητη σφαίρα Σ_2.

$$\upsilon_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1$$

Το αντίστοιχο ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταφέρεται είναι:

$$\Pi_1 = \frac{\Delta K_2}{K_1} \cdot 100\% = \frac{K_2'}{K_1} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}m_2\upsilon_2'^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}m_2\left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\upsilon_1\right)^2}{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{\frac{4m_2m_1^2}{(m_1 + m_2)^2}\upsilon_1^2}{m_1\upsilon_1^2} \cdot 100\% = \frac{4m_1m_2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot 100\%$$

2η περίπτωση: Η σφαίρα Σ_2 συγκρούεται ελαστικά με την ακίνητη σφαίρα Σ_1.

$$\upsilon_1' = \frac{2m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_2$$

Το αντίστοιχο ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταφέρεται είναι:

$$\Pi_2 = \frac{\Delta K_1}{K_2} \cdot 100\% = \frac{K_1'}{K_2} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}m_1\upsilon_1'^2}{\frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2} \cdot 100\% = \frac{\frac{1}{2}m_1\left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\upsilon_2\right)^2}{\frac{1}{2}m_2\upsilon_2^2} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{\frac{4m_1m_2^2}{(m_1 + m_2)^2}\upsilon_2^2}{m_2\upsilon_2^2} \cdot 100\% = \frac{4m_1m_2}{(m_1 + m_2)^2} \cdot 100\%$$

Άρα, $\Pi_1 = \Pi_2$.

B3.

α. Σωστό το (i)

β.

Από το θεώρημα Torricelli, για την ταχύτητα εξόδου του νερού από την οπή ισχύει:

$$\upsilon_0 = \sqrt{2g(H-h_1)}$$

Για το βεληνεκές (ΓΔ) ισχύει:

$$s = \upsilon_0 \cdot \Delta t_{\pi\tau} = \sqrt{2g(H-h_1)} \cdot \sqrt{\frac{2h_1}{g}} = 2\sqrt{(H-h_1)h_1} \qquad (1)$$

Για το βεληνεκές (ΕΖ) ισχύει:

$$\frac{s}{2} = \upsilon_0 \cdot \Delta t'_{\pi\tau} = \sqrt{2g(H-h_1)} \cdot \sqrt{\frac{2(h_1-h_2)}{g}} = 2\sqrt{(H-h_1)\left(h_1-\frac{21H}{32}\right)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s = 4\sqrt{(H-h_1)\left(h_1-\frac{21H}{32}\right)} \qquad (2)$$

Από τις (1) και (2):

$$2\sqrt{(H-h_1)h_1} = 4\sqrt{(H-h_1)\left(h_1-\frac{21H}{32}\right)} \Rightarrow 4\left(h_1-\frac{21H}{32}\right) = h_1 \Rightarrow 3h_1 = \frac{21H}{8} \Rightarrow$$

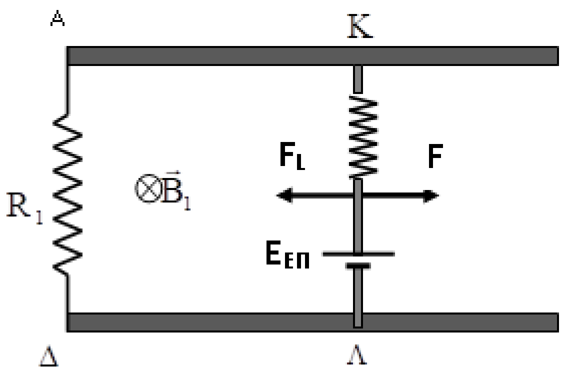
$$\Rightarrow h_1 = \frac{7H}{8}$$

Για να είναι η στάθμη του νερού στο δοχείο σταθερή, θα πρέπει η παροχή της βρύσης να είναι ίση με την παροχή της οπής, άρα:

$$\Pi = A\upsilon_0 = A\sqrt{2g(H-h_1)} = A\sqrt{2g\left(H-\frac{7}{8}H\right)} = \frac{A}{2}\sqrt{gH}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.



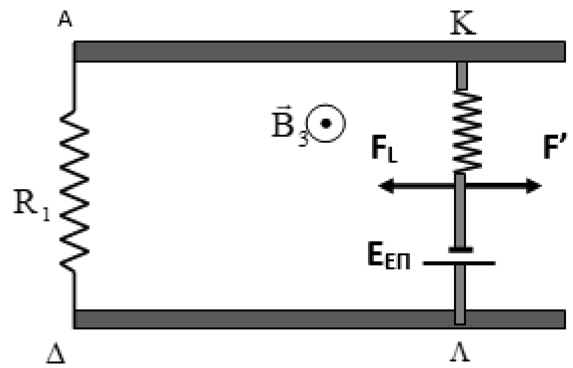
Για την κίνηση από τη χρονική στιγμή 0 ως την t_1 ισχύουν τα εξής: Εξαιτίας της κίνησης της ράβδου, αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα της με την πολικότητα του σχήματος. Αυτό έχει ως συνέπεια τη δημιουργία επαγωγικού ρεύματος στο κύκλωμα και αυτό με τη σειρά του έχει ως συνέπεια την ανάπτυξη δύναμης Laplace με την κατεύθυνση του σχήματος. Η κατεύθυνση της δύναμης Laplace καθορίζεται από την κατεύθυνση του ρεύματος, του οποίου η φορά καθορίζεται από τον κανόνα του Lenz, ο οποίος αναφέρει ότι το επαγωγικό ρεύμα έχει τέτοια φορά ώστε να αντιτίθεται στο αίτιο που το προκαλεί. Στην περίπτωσή μας το επαγωγικό ρεύμα προκαλεί δύναμη Laplace αντίρροπη της F. Όσο η δύναμη F είναι μεγαλύτερη της F_L, η ράβδος επιταχύνεται (μη ομαλά) προς τα δεξιά, άρα αυξάνεται η επαγωγική τάση, αυξάνεται το επαγωγικό ρεύμα και η δύναμη Laplace, μέχρι τη στιγμή όπου $F=F_L$ και $\Sigma F=0$, οπότε η ράβδος θα αποκτήσει θα αποκτήσει σταθερή οριακή ταχύτητα. Οπότε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = F = 0{,}8 \Rightarrow B_1 I L = 0{,}8 \Rightarrow B_1 \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{O\Lambda}} L = 0{,}8 \Rightarrow B_1 \frac{d\Phi}{dt \cdot R_{O\Lambda}} L = 0{,}8 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_1 \frac{B_1 \cdot L \cdot dx}{dt \cdot R_{O\Lambda}} L = 0{,}8 \Rightarrow \frac{B_1^2 \cdot \upsilon_{o\rho} \cdot L^2}{R_1 + R_{K\Lambda}} = 0{,}8 \Rightarrow \upsilon_{o\rho} = 4m/s$$

Γ2.

Από την t_1 ως την t_2 η ράβδος κινείται ευθύγραμμα ομαλά άρα και η ταχύτητα με την οποία κινείται από την t_2 ως την t_3 θα είναι $\upsilon = \upsilon_{o\rho} = 4m/s$.



$$E'_{\varepsilon\pi} = B_3 \upsilon_{o\rho} L = 4V$$

$$I' = \frac{E'_{\varepsilon\pi}}{R_{O\Lambda}} = \frac{4}{5} = 0{,}8A$$

$$F' = B_3 I' L = 0{,}8N$$

Από τον κανόνα του Lenz η δύναμη Laplace θα είναι αντίρροπη της ταχύτητας, άρα για να ισχύει ΣF=0 η F΄ θα είναι ομόρροπη της ταχύτητας (προς τα δεξιά).

Γ3.

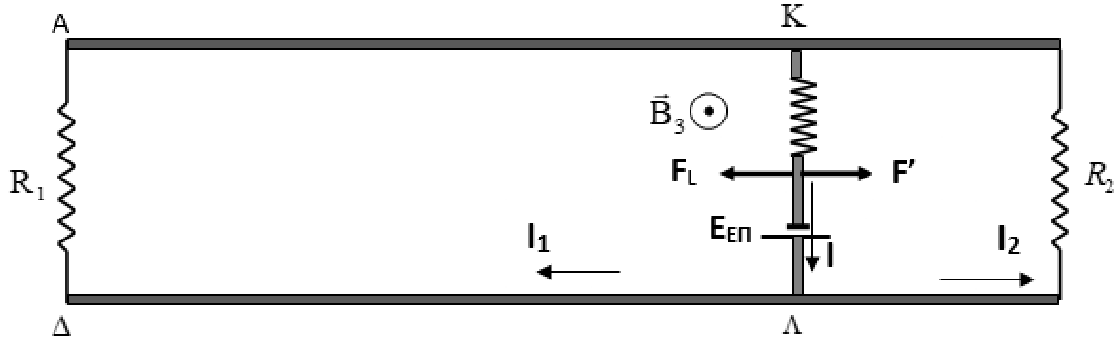
Επειδή η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα, η επαγωγική τάση, άρα και το επαγωγικό ρεύμα θα έχουν σταθερή τιμή, κατά συνέπεια μπορούμε για τον υπολογισμό της θερμότητας να χρησιμοποιήσουμε το νόμο του Joule.

$$I' = \frac{q_{\varepsilon\pi}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 0{,}25s$$

$$Q = I'^2 R_{O\Lambda} \Delta t = 0{,}8^2 \cdot 5 \cdot 0{,}25 = 0{,}8J$$

Γ4.

Με το κλείσιμο του διακόπτη, οι αντιστάσεις R_1 και R_2 είναι παράλληλα συνδεδεμένες.



$$R_{1,2} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 1\Omega$$

$$R_{OΛ} = R_{1,2} + R_{K,Λ} = 4\Omega$$

Όταν η ταχύτητα γίνει και πάλι οριακή θα πρέπει:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L = B_3 I_{o\rho} L = F' = 0{,}8N \Rightarrow \frac{B_3^2 \upsilon'_{o\rho} L^2}{R_{OΛ}} = 0{,}8 \Rightarrow \upsilon'_{o\rho} = 3{,}2m/s$$

$$V_{KΛ} = -I_{o\rho} R_{1,2} = -0{,}8V$$

Για τον υπολογισμό των ρευμάτων θα χρησιμοποιήσουμε την απόλυτη τιμή της τάσης ΚΛ. Η φορά των ρευμάτων φαίνεται στο σχήμα.

$$I_1 = \frac{V_{KΛ}}{R_1} = 0{,}4A$$

$$I_2 = \frac{V_{KΛ}}{R_2} = 0{,}4A$$

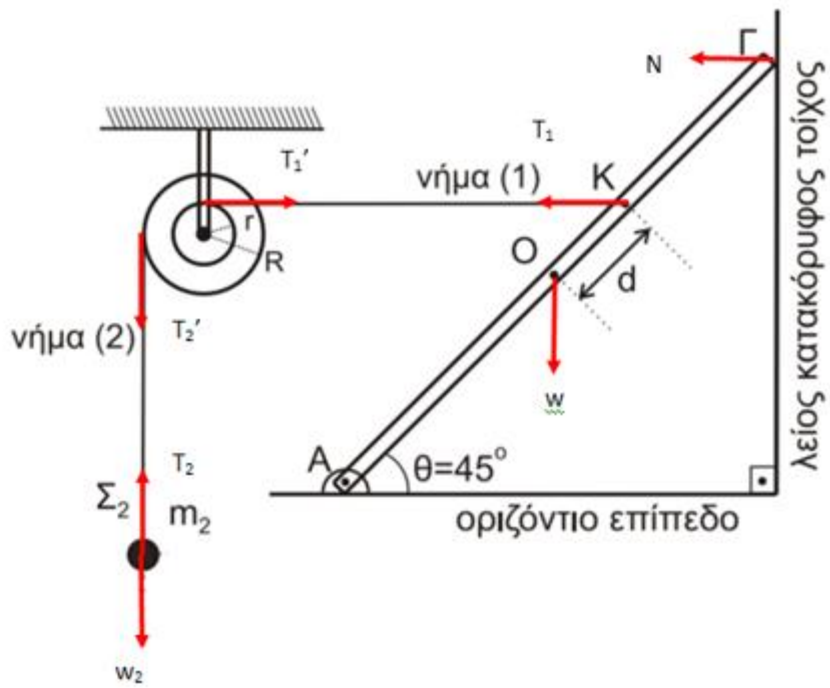
<u>ΘΕΜΑ Δ</u>

Δ1.

Για την ισορροπία του συστήματος Σ_2 – τροχαλία - ράβδος εφαρμόζουμε για το καθένα ξεχωριστά συνθήκη ισορροπίας.

Ισορροπία του Σ_2:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow w_2 = T_2 \Rightarrow T_2 = m_2 g = 3 \cdot 10 \Rightarrow T_2 = 30N$$



Επειδή τα νήματα είναι αβαρή και μη εκτατά οι δυνάμεις εκατέρωθεν αυτών είναι ίσες και αντίθετες.

$$T_2 = -T'_2 \text{ και } T_1 = -T'_1$$

Ισορροπία τροχαλίας:

$$\Sigma\tau = 0 \Rightarrow T_2'R = T_1'r \Rightarrow T_2'2r = T_1'r \Rightarrow 30 \cdot 2 = T_1{}' \Rightarrow T_1{}' = 60N$$

Ισορροπία ράβδου:

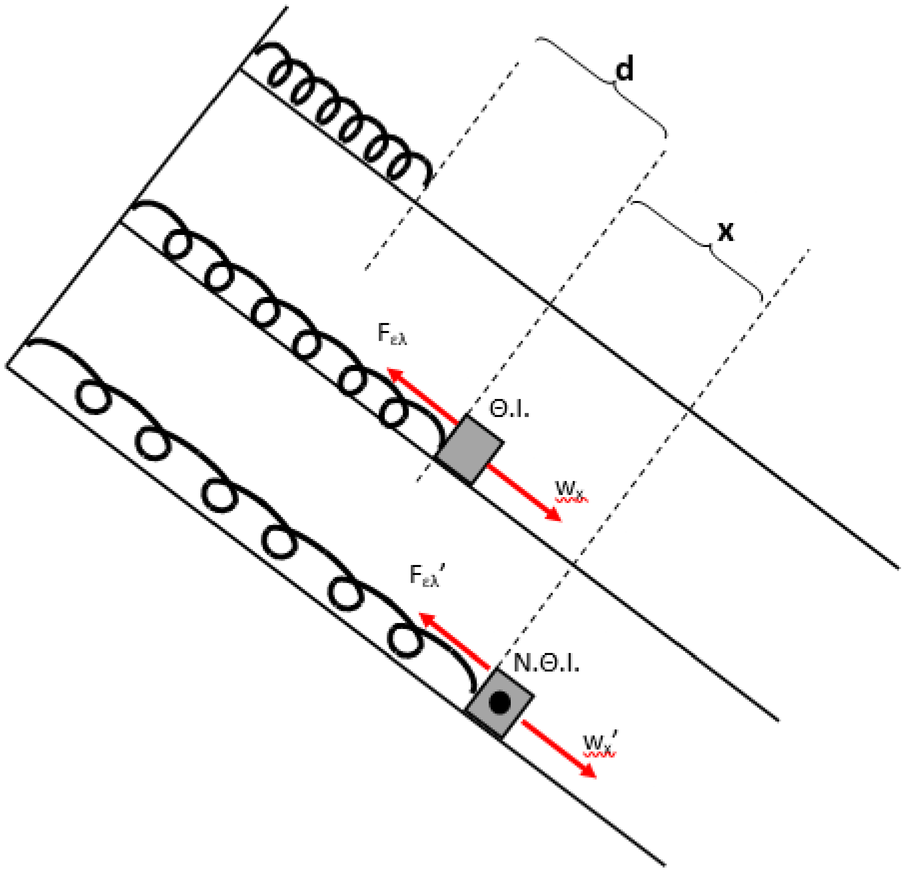
$$\Sigma\tau_A = 0 \Rightarrow$$

$$N \cdot L \cdot \eta\mu45 + T_1 \cdot \left(\frac{L}{2} + d\right)\eta\mu45 = w \cdot \frac{L}{2}\sigma\upsilon\nu45 \Rightarrow$$

$$N \cdot L \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + T_1 \cdot \left(\frac{L}{2} + \frac{L}{6}\right)\frac{\sqrt{2}}{2} = Mg \cdot \frac{L}{2}\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$$

$$N + 60 \cdot \frac{2}{3} = 100 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow N = 10N$$

Δ2.



Αρχική θέση ισορροπίας: $m_1 g\eta\mu30^o = kd \Rightarrow d = 0{,}05m$

Νέα θέση ισορροπίας: $(m_1 + m_2)g\eta\mu30^o = kd' \Rightarrow d' = 0{,}2m$

$$x = d' - d = 0{,}15m$$

Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης ενέργειας της ταλάντωσης για το συσσωμάτωμα στη θέση της πλαστικής κρούσης:

$$E_T = K + U \Rightarrow \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 + \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow A = 0{,}3m$$

Δ3.

Θα βρούμε την εξίσωση απομάκρυνσης θέσης για την ταλάντωση του συσσωματώματος:

Η γωνιακή συχνότητα δίνεται από τη σχέση:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} = 5rad/s$$

Η ζητούμενη χρονική εξίσωση είναι της μορφής $x = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$.

Για t=0:

$$-0{,}15 = 0{,}3\eta\mu\varphi_0 \Rightarrow \eta\mu\varphi_0 = -\frac{1}{2} = \eta\mu\left(-\frac{\pi}{6}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi_0 = 2k\pi - \dfrac{\pi}{6}, k\epsilon\mathbb{Z} \Rightarrow \varphi_0 = \dfrac{11\pi}{6} rad \\ \text{ή} \\ \varphi_0 = 2k\pi + \pi - \left(-\dfrac{\pi}{6}\right), k\epsilon\mathbb{Z} \Rightarrow \varphi_0 = \dfrac{7\pi}{6} rad \end{cases}$$

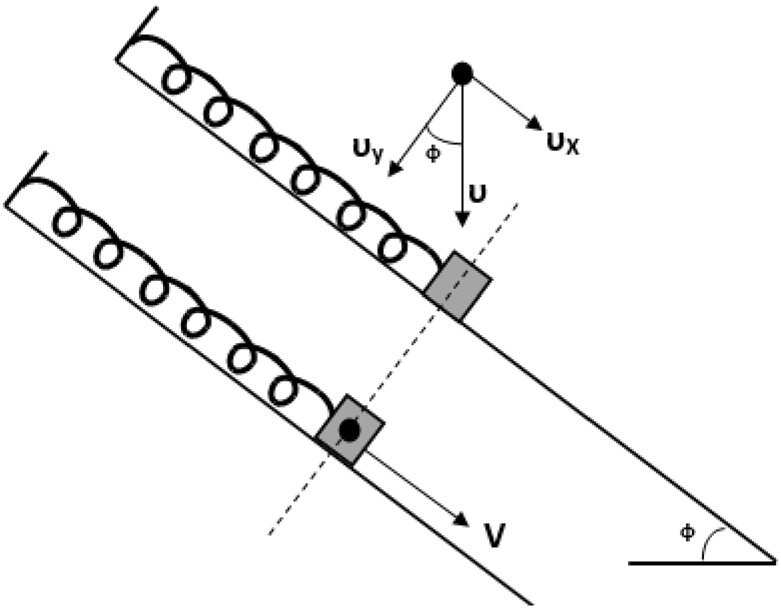
Η ταχύτητα θα πρέπει να είναι θετική για t=0 άρα δεκτή η πρώτη λύση αφού:

$$\upsilon = \omega A\sigma\upsilon\nu(\omega t + \varphi_0) = \omega A\sigma\upsilon\nu\left(\frac{11\pi}{6}\right) > 0$$

Άρα:

$$x = 0{,}3\eta\mu\left(5t + \frac{11\pi}{6}\right) \quad (S.I.)$$

Δ4.



Από την Αρχή Διατήρησης Ορμής στον άξονα που ταυτίζεται με αυτόν του κεκλιμένου επιπέδου:

$$m_2 \upsilon_{2,x} = (m_1 + m_2)V \Rightarrow m_2 \upsilon_2 \sigma\upsilon\nu 60^o = (m_1 + m_2)V \Rightarrow \upsilon_2 = 2\sqrt{3} m/s$$

Από το Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας για την ελεύθερη πτώση του σώματος μάζας m_2: $K_{TE\Lambda} - K_{APX} = W_B \Rightarrow \frac{1}{2} m_2 \upsilon^2 = m_2 g h \Rightarrow h = 0{,}6m$

Δ5.

Ο ζητούμενος λόγος είναι:

$$\frac{F_{\varepsilon\lambda}}{F_{\varepsilon\pi}} = \frac{k(d' + A)}{kA} = \frac{0{,}2 + 0{,}3}{0{,}3} = \frac{5}{3}$$