<u>ΦΥΣΙΚΗ</u>

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

2017

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **Α1-Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

Α1. Κατά την πλαστική κρούση δύο σωμάτων ισχύει ότι:

α) η μηχανική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων παραμένει σταθερή
β) η μηχανική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων αυξάνεται
γ) η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων παραμένει σταθερή
δ) η ορμή του συστήματος των δύο σωμάτων παραμένει σταθερή.

Μονάδες 5

Α2. Σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Παρατηρείται ότι για δύο διαφορετικές συχνότητες f_1 και f_2 του διεγέρτη με $f_1 < f_2$ το πλάτος της ταλάντωσης είναι ίδιο. Για την ιδιοσυχνότητα f_0 του συστήματος ισχύει:

α) $f_0 < f_1$
β) $f_0 > f_2$
γ) $f_1 < f_0 < f_2$
δ) $f_1 = f_0$.

Μονάδες 5

Α3. Σε μία φλέβα ρέει ιδανικό ρευστό. Όταν σε μια περιοχή του υγρού οι ρευματικές γραμμές πυκνώνουν, τότε:

α) η ταχύτητα ροής αυξάνεται και η πίεση ελαττώνεται
β) η παροχή της φλέβας αυξάνεται και η πίεση αυξάνεται
γ) η παροχή της φλέβας ελαττώνεται και η πίεση ελαττώνεται
δ) η ταχύτητα ροής αυξάνεται και η πίεση αυξάνεται.

Μονάδες 5

Α4. Διακρότημα δημιουργείται μετά από σύνθεση δύο αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο, όταν οι ταλαντώσεις έχουν

α) ίσα πλάτη και ίσες συχνότητες
β) διαφορετικά πλάτη και ίσες συχνότητες
γ) διαφορετικά πλάτη και διαφορετικές συχνότητες
δ) ίσα πλάτη και συχνότητες που διαφέρουν πολύ λίγο μεταξύ τους.

Μονάδες 5

Α5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α) Η εξίσωση της συνέχειας είναι άμεση συνέπεια της αρχής διατήρησης της ενέργειας στη ροή των ιδανικών ρευστών.

β) Η ροπή μιας δύναμης $\vec{F}$ ως προς άξονα περιστροφής είναι μηδέν, όταν ο φορέας της δύναμης είναι παράλληλος στον άξονα περιστροφής.

γ) Σε μια φθίνουσα ταλάντωση, στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας, ο λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση διατηρείται σταθερός

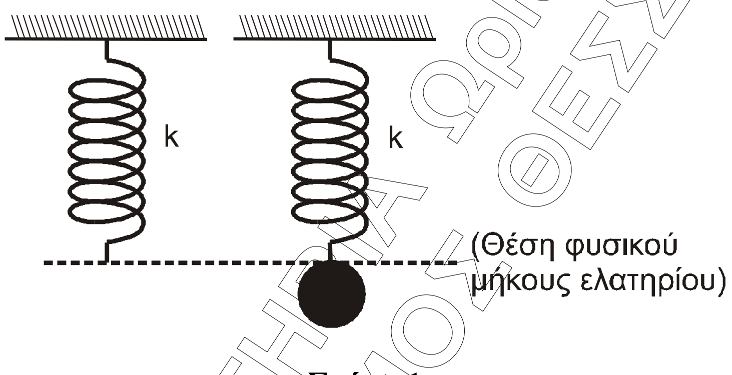
δ) Η κίνηση ενός τροχού που κυλίεται είναι αποτέλεσμα της επαλληλίας μιας μεταφορικής και μιας στροφικής κίνησης.

ε) Σε ένα στάσιμο κύμα, που έχει δημιουργηθεί σε ένα ελαστικό μέσο, η απόσταση δύο διαδοχικών κοιλιών είναι ίση με ένα μήκος κύματος λ.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Ένα κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς k έχει το άνω άκρο του στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο και βρίσκεται στη θέση φυσικού μήκους. Στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου και ενώ αυτό βρίσκεται στη θέση φυσικού μήκους, στερεώνεται μάζα m. Από τη θέση αυτή το σύστημα αφήνεται ελεύθερο και αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



Σχήμα 1

Η μέγιστη δυναμική ενέργεια του ελατηρίου κατά τη διάρκεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης του σώματος είναι ίση με:

i. $\dfrac{m^2g^2}{k}$ ii. $\dfrac{2m^2g^2}{k}$ iii. $\dfrac{m^2g^2}{2k}$

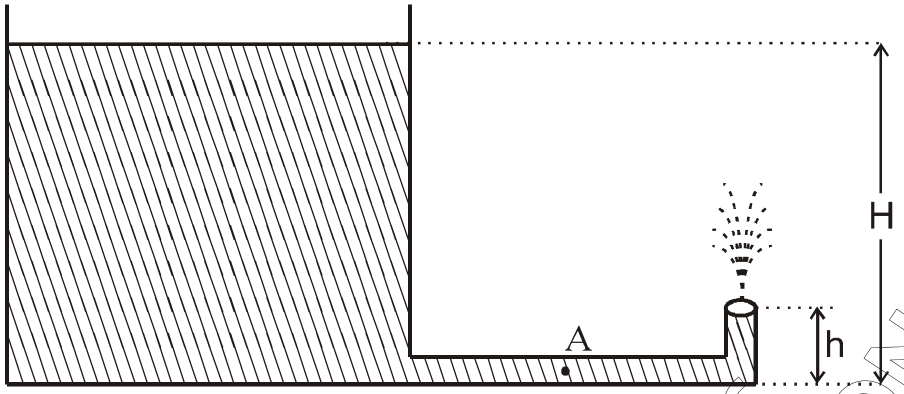
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

Β2. Ανοιχτό κυλινδρικό δοχείο με κατακόρυφα τοιχώματα περιέχει νερό μέχρι ύψους H. Από τον πυθμένα του πλευρικού τοιχώματος του δοχείου εξέρχεται λεπτός κυλινδρικός σωλήνας σταθερής διατομής. Ο σωλήνας είναι αρχικά οριζόντιος και στη συνέχεια κάμπτεται, ώστε να γίνει κατακόρυφος προς τα πάνω. Το άνοιγμα του σωλήνα βρίσκεται σε ύψος $h = \dfrac{H}{5}$ πάνω από το επίπεδο του πυθμένα του δοχείου, όπως φαίνεται στο σχήμα 2:



Σχήμα 2

Να θεωρήσετε ότι:

- η ταχύτητα με την οποία κατεβαίνει η στάθμη του νερού στο ανοιχτό δοχείο είναι αμελητέα
- το νερό συμπεριφέρεται ως ιδανικό ρευστό
- η ατμοσφαιρική πίεση παραμένει σταθερή.

Το μέτρο της ταχύτητας υ_A με την οποία ρέει το νερό στο σημείο Α του οριζόντιου σωλήνα είναι ίσο με:

i. $\sqrt{2gh}$ ii. $\sqrt{10gh}$ iii. $2\sqrt{2gh}$

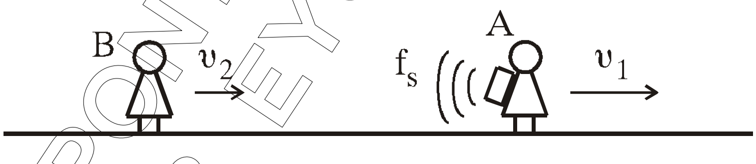
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

Β3. Οι παρατηρητές Α και Β κινούνται στην ίδια οριζόντια κατεύθυνση με ταχύτητες μέτρου $\upsilon_1 = \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{5}$ και $\upsilon_2 = \frac{\upsilon_{\eta\chi}}{10}$ αντίστοιχα. Στην πλάτη του παρατηρητή Α είναι στερεωμένη ηχητική πηγή, όπως φαίνεται στο σχήμα 3:



Σχήμα 3

Η ηχητική πηγή εκπέμπει συνεχώς ήχο σταθερής συχνότητας f_s, ο οποίος διαδίδεται στον αέρα με ταχύτητα $\upsilon_{\eta\chi}$. Ο παρατηρητής Β αντιλαμβάνεται τον ήχο της ηχητικής πηγής με συχνότητα ίση με:

i. $\frac{9}{12}f_s$ ii. $\frac{11}{12}f_s$ iii. $\frac{11}{8}f_s$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Γ

Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται χωρίς απώλειες ενέργειας σε γραμμικό ελαστικό μέσο (χορδή) που ταυτίζεται με τον ημιάξονα Ox, προς τη θετική κατεύθυνση. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στο άκρο $O(x = 0)$ του ημιάξονα Ox του ελαστικού μέσου. Η πηγή εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση απομάκρυνσης $y = A \cdot \text{ημ}\,\omega t$.

Στοιχειώδης μάζα $\Delta m = 10^{-6}$ kg του ελαστικού μέσου έχει ενέργεια ταλάντωσης $E_T = 5\pi^2 \cdot 10^{-7}$ J.

Το ελάχιστο χρονικό διάστημα για την απευθείας μετάβαση της στοιχειώδους μάζας Δm του ελαστικού μέσου από την κάτω ακραία θέση ταλάντωσής της μέχρι την επάνω ακραία θέση ταλάντωσής της είναι $\Delta t = 0{,}4$ s. Στο ίδιο χρονικό διάστημα το κύμα έχει διαδοθεί σε απόσταση $\Delta x = 4$ cm.

Γ1. Να υπολογίσετε την περίοδο του κύματος (μονάδες 2), το μήκος κύματος του κύματος (μονάδες 2) και το πλάτος ταλάντωσης της στοιχειώδους μάζας Δm (μονάδες 3).

Μονάδες 7

Γ2. Να γράψετε την εξίσωση του αρμονικού κύματος (μονάδες 2) και να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 1{,}4$ s (μονάδες 4).

Μονάδες 6

Γ3. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια της στοιχειώδους μάζας Δm, όταν η απομάκρυνσή της από τη θέση ισορροπίας της είναι $y = 0{,}2\ m$.

Μονάδες 6

Δύο σημεία Ρ και Σ της χορδής έχουν διαφορά φάσης $\varphi_P - \varphi_\Sigma = \dfrac{3\pi}{2}$ rad .

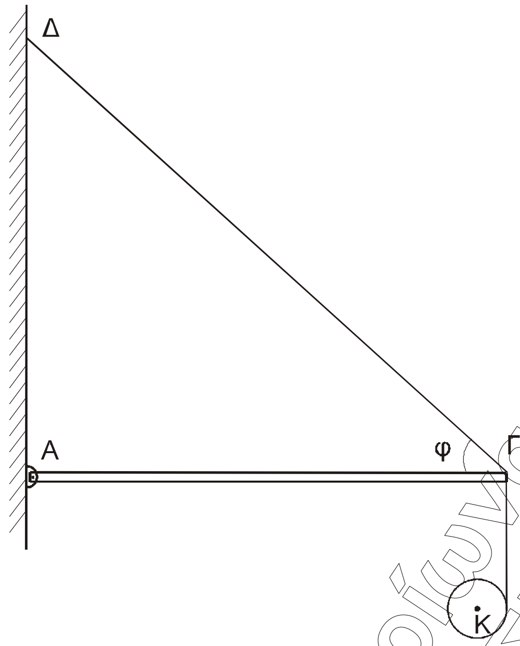
Γ4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του Σ, όταν η απομάκρυνση του σημείου Ρ από τη θέση ισορροπίας του είναι $y_P = 0{,}4$ m .

Μονά**δες 6**

Όπου εμφανίζεται το π να μη γίνει αριθμητική αντικατάσταση.

ΘΕΜΑ Δ

Μία ομογενής άκαμπτη ράβδος ΑΓ σταθερής διατομής έχει μάζα $M = 4$ Kg. Η ράβδος ισορροπεί σε οριζόντια θέση και το άκρο της Α συνδέεται με άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο. Το άλλο άκρο Γ της ράβδου συνδέεται μέσω αβαρούς μη εκτατού νήματος ΓΔ με τον κατακόρυφο τοίχο. Το νήμα σχηματίζει με τη ράβδο γωνία φ. Γύρω από ένα λεπτό ομογενή δίσκο κέντρου Κ, μάζας $m = 2$ kg και ακτίνας $R = 0{,}1$ m είναι τυλιγμένο πολλές φορές ένα λεπτό μη εκτατό αβαρές νήμα. Το ελεύθερο άκρο του νήματος έχει στερεωθεί στο άκρο Γ της ράβδου ΑΓ, όπως φαίνεται στο σχήμα 4:



Σχήμα 4

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο δίσκος αφήνεται να κινηθεί και το νήμα ξετυλίγεται χωρίς να ολισθαίνει.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του κέντρου μάζας του δίσκου, καθώς αυτός κατέρχεται.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που δέχεται η ράβδος ΑΓ στο άκρο της Γ από το νήμα ΓΔ, όταν ο δίσκος κατέρχεται.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή που το κέντρο μάζας Κ του δίσκου έχει κατέλθει κατακόρυφα κατά $h_1 = 0{,}3$ m το νήμα που συνδέει το δίσκο με τη ράβδο κόβεται.

Δ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής του, μετά από χρονικό διάστημα Δt από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα.

Μονάδες 6

Δ4. Να υπολογίσετε το λόγο της κινητικής ενέργειας λόγω περιστροφικής κίνησης προς την κινητική ενέργεια λόγω μεταφορικής κίνησης του δίσκου μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t' = 0{,}1$ s από τη στιγμή που κόπηκε το νήμα.

Μονάδες 7

Δίνονται:

- η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10$ m/s^2
- η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του $I_{CM} = \frac{1}{2}mR^2$
- ημ$\varphi = 0{,}8$, συν$\varphi = 0{,}6$
- ο άξονας περιστροφής του δίσκου παραμένει συνεχώς οριζόντιος και κινείται σε κατακόρυφη τροχιά σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του
- ο δίσκος δεν φτάνει στο έδαφος στη διάρκεια του φαινομένου.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. Σωστή η δ.

Α2. Σωστή η γ.

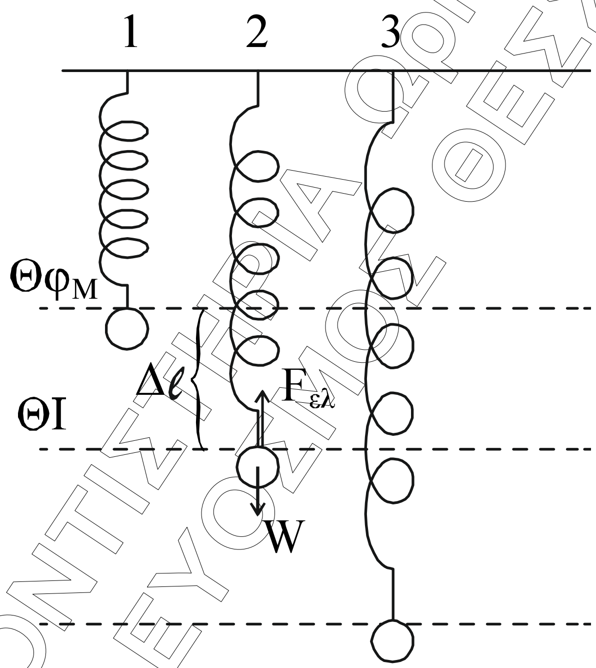
Α3. Σωστή η α.

Α4. Σωστή η δ.

Α5. α) Λάθος, β) Σωστό, γ) Σωστό, δ) Σωστό, ε) Λάθος

ΘΕΜΑ Β

Β1.



Σχήμα (2) σε ισορροπία:

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow W = F_{\varepsilon\lambda} \Rightarrow m \cdot g = k \cdot \Delta l \Rightarrow \Delta l = \frac{m \cdot g}{k}$$

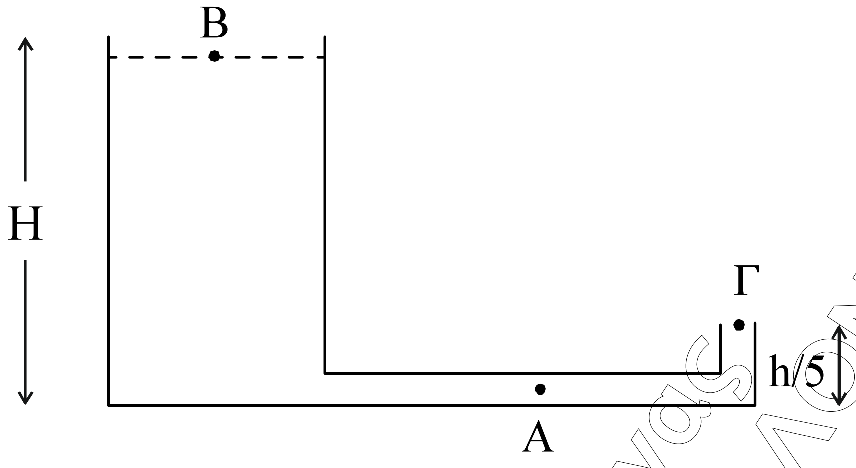
Όμως $\Delta l = A$

$$\upsilon_{\varepsilon\lambda\alpha\tau_{\max}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \Delta l_{\max}^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \left(2A\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot 4A^2 = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \left(\frac{2mg}{k}\right)^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot k \cdot 4\frac{m^2 \cdot g^2}{k^2} = 2\frac{m^2 \cdot g^2}{k}$$

Σωστή η (ii)

Β2.



$$P_B = P_\Gamma = P_{\alpha\tau\mu.}$$

Από την εξίσωση Bernoulli, από το Β στο Γ, έχουμε:

$$P_B + \rho \cdot g \cdot H = P_\Gamma + \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_\Gamma^2 + \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow \rho \cdot g \cdot H = \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_\Gamma^2 + \rho \cdot g \cdot h \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\rho \cdot \upsilon_\Gamma^2 = \rho \cdot g \cdot H - \rho \cdot g \cdot h = \rho \cdot g \cdot (H - h) \Rightarrow \frac{1}{2}\upsilon_\Gamma^2 = g \cdot (H - \frac{H}{5}) = g \cdot \frac{4H}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\upsilon_\Gamma^2 = 4 \cdot g \cdot h \Rightarrow \upsilon_\Gamma = \sqrt{8 \cdot g \cdot h} = 2\sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Όμως $\Pi_A = \Pi_\Gamma \Rightarrow A \cdot \upsilon_A = A \cdot \upsilon_\Gamma \Rightarrow \upsilon_A = \upsilon_\Gamma = 2\sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

Σωστή η (iii)

Β3. $$f_A = \frac{\upsilon_{\acute{\eta}\chi o\upsilon} + \upsilon_2}{\upsilon_{\acute{\eta}\chi o\upsilon} + \upsilon_1} \cdot f_S = \frac{\upsilon_{\acute{\eta}\chi o\upsilon} + \frac{\upsilon_{max}}{10}}{\upsilon_{\acute{\eta}\chi o\upsilon} + \frac{\upsilon_{max}}{5}} \cdot f_S \Rightarrow f_A = \frac{\frac{11}{10}.\upsilon_{\acute{\eta}\chi o\upsilon}}{\frac{6}{5}.\upsilon_{\acute{\eta}\chi o\upsilon}} \cdot f_S = \frac{11}{12} \cdot f_S$$

Σωστή η (ii).

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. $\Delta t = \frac{T}{2} \Rightarrow T = 2\Delta t = 0,8\,s \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = 2,5\pi \text{ rad/s}$

$$E = \frac{1}{2} D \cdot A^2 \Rightarrow E = \frac{1}{2} \cdot \Delta m \cdot \omega^2 \cdot A^2 \Rightarrow 5\pi^2 \cdot 10^{-7} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \cdot 6,25 \cdot \pi \cdot A^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A = \sqrt{\frac{1}{6,25}} = \frac{1}{2,5} = 0,4\,\text{m}$$

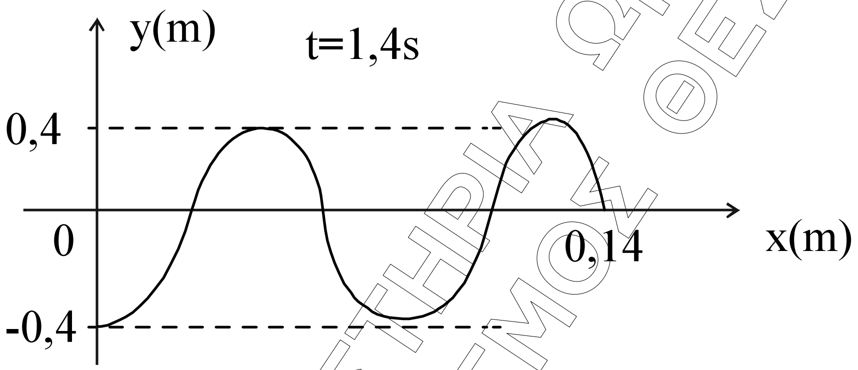
Για τη διάδοση του κύματος

$$\upsilon_\delta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-1}} = 0,1\,\text{m/s}$$

$$\lambda = \upsilon \cdot T = 0,1 \cdot 0,8 = 0,08\,\text{m}$$

Γ2.

$$y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = 0,4 \cdot \eta\mu 2\pi \cdot (1,25t - 12,5x) \quad (\text{S.I.})$$



για t = 1,4s

$y = 0,4 \cdot \eta\mu 2\pi \cdot (1,25 \cdot 1,4 - 12,5 \cdot x) \Rightarrow$

$\Rightarrow y = 0,4 \cdot \eta\mu 2\pi \cdot (1,75 - 12,5x) \quad (\text{S.I.})$

$\frac{t}{T} = \frac{1,4}{0,8} = 1,75 \Rightarrow t = 1,75 \cdot T$ άρα x = 1,75λ = 0,14 m

Γ3. ΑΔΕΤ $\qquad E = K + U \Rightarrow$

$$\Rightarrow K = E - U = 5\pi^2 \cdot 10^{-7} - \frac{1}{2} m\omega^2 y^2 \Rightarrow K = 5\pi^2 \cdot 10^{-7} - \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} \cdot 6,25\pi^2 \cdot 4 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 5\pi^2 \cdot 10^{-7} - 12,5\pi^2 \cdot 10^{-8} = 5\pi^2 \cdot 10^{-7} - 1,25\pi^2 \cdot 10^{-7} = 3,75\pi^2 \cdot 10^{-7} \text{ J}$$

άρα $K = 3,75\pi^2 \cdot 10^{-7}\,\text{J}$

Γ4.

$$y_P = A \cdot ημφ_P \Rightarrow 0,4 = 0,4 \cdot ημφ_P \Rightarrow ημφ_P = 1$$

$$\text{άρα } \; φ_P = 2 \cdot k \cdot π + \frac{π}{2}$$

$$υ_Σ = ω \cdot A \cdot συνφ_Σ$$

όμως

$$φ_P - φ_Σ = \frac{3π}{2} \Rightarrow 2κπ + \frac{π}{2} - φ_Σ = \frac{3π}{2} \Rightarrow φ_Σ = 2κ \cdot π - π \quad \text{για } κ \geq 1.$$

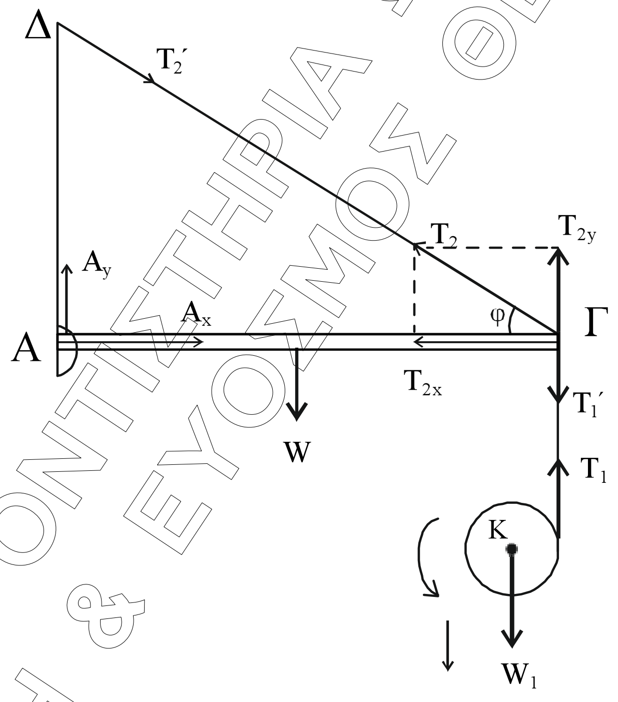
Επομένως

$$υ_Σ = ω \cdot A \cdot συν(2kπ - π) \overset{κ\geq 1}{=} ω \cdot A \cdot συνπ = 2,5π \cdot 0,4(-1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow υ_Σ = -π \text{ m/s}.$$

ΘΕΜΑ Δ

$M = 4\,\text{kg}$, $m = 2\ \text{kg}$, $R = 0{,}1\,\text{m}$, $I_{cm} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2$, $ημφ = 0,8$, $συνφ = 0,6$



$$T_{2y} = T_2 ημφ$$

$$T_{2x} = T_2 συνφ$$

Τα νήματα αβαρή οπότε: $T_1' = T_1$, $T_2' = T_2$

Μήκος ράβδου L.

Δ1. Για δίσκο:

$\Sigma F_y = m\cdot\alpha_{cm} \Rightarrow W_1 - T_1 = m\cdot\alpha_{cm}$ (1)

$$\Sigma\tau_\kappa = I_\kappa\cdot\alpha_\gamma \Rightarrow T_1\cdot R = \frac{m}{2}\cdot R^2\cdot\alpha_\gamma \Rightarrow T_1 = \frac{m}{2}\cdot R\cdot\alpha_\gamma \quad (2)$$

Από τις $(1)+(2) \Rightarrow W_1 = m\cdot\alpha_{cm} + \frac{m}{2}\alpha_\gamma\cdot R$ (4)

Όμως το νήμα δεν ολισθαίνει άρα $\alpha_{cm} = R\cdot\alpha_\gamma$ (3)

$$(4)\overset{(3)}{\Rightarrow} m\cdot g = \frac{3}{2}m\cdot\alpha_{cm} \Rightarrow \alpha_{cm} = \frac{2\cdot g}{3} = \frac{20}{3}\left(m/s^2\right)$$

$$(1)\Rightarrow \quad 20 - T_1 = 2\cdot\frac{20}{3} \Rightarrow T_1 = \frac{20}{3} \text{ (N)}$$

Δ2. Η ράβδος ισορροπεί

$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow A_x = T_{2x}$ (1)

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow A_y + T_{2y} = T_1 + W$ (2)

$\Sigma\tau_A = 0 \Rightarrow \tau_w + \tau_{T_1} = \tau_{T_{2y}} \Rightarrow$

$$W\cdot\frac{L}{2} + T_1\cdot L = T_{2y}\cdot L \Rightarrow \frac{M\cdot g}{2} + T_1 = T_{2y} \quad (3)$$

$$(3)\Rightarrow \frac{40}{2} + \frac{20}{3} = 0,8\cdot T_2 \Rightarrow 20 + \frac{20}{3} = 0,8\cdot T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{100}{3} \text{ (N)}$$

Δ3. Την στιγμή $t = 0$ κόβεται το νήμα που συνδέει τον δίσκο

Άρα $T_1 = 0$ άρα $\Sigma\tau = 0 \Rightarrow \alpha_\gamma = 0$.

Άρα ο δίσκος κάνει ομαλή στροφική κίνηση.

Για την κίνηση του δίσκου μέχρι την στιγμή που κόβεται το νήμα

$$h_1 = \frac{1}{2}\cdot a_{cm}\cdot t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{a_{cm}}} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2\cdot 0,3}{20/3}} = \sqrt{0,09} = 0,3 \text{ s}$$

$$\upsilon_{cm} = a_{cm}\cdot t_1 \Rightarrow \upsilon_{cm} = \frac{20}{3}\cdot 0,3 \Rightarrow \upsilon_{cm} = 2 \text{ m/s}$$

Άρα τη στιγμή που κόβεται το νήμα έχει:

$$\omega_1 = \frac{\upsilon_{cm_1}}{R} = \frac{2}{0,1} = 20 \text{ rad/s} = \text{σταθερό.}$$

$$L = I_\kappa\cdot\omega_1 = \frac{1}{2}m\cdot R^2\cdot\omega_1 \Rightarrow L = \frac{1}{2}2\cdot 0,01\cdot 20 \Rightarrow L = 0,2 \text{ Kg}\cdot\text{m}^2\text{/s.}$$

Δ4. Τη στιγμή $\Delta t' = 0,1$ (s)

$$\Sigma F'_y = m\cdot\alpha'_{cm} \Rightarrow W_1 = m\cdot\alpha'_{cm} \Rightarrow m\cdot g = m\cdot\alpha'_{cm} \Rightarrow \alpha'_{cm} = g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\upsilon'_{cm} = \upsilon_{cm} + g\cdot\Delta t' \Rightarrow \upsilon'_{cm} = 2 + 10\cdot 0,1 = 2 + 1 = 3 \text{ m/s}$$

$$\frac{K_{\Pi\varepsilon\rho}}{K_{M\varepsilon\tau}} = \frac{\frac{1}{2}I_K\cdot\omega_1^2}{\frac{1}{2}m\cdot\upsilon'^2_{cm}} = \frac{0,01\cdot 400}{2\cdot 9} = \frac{4}{18} = \frac{2}{9}$$