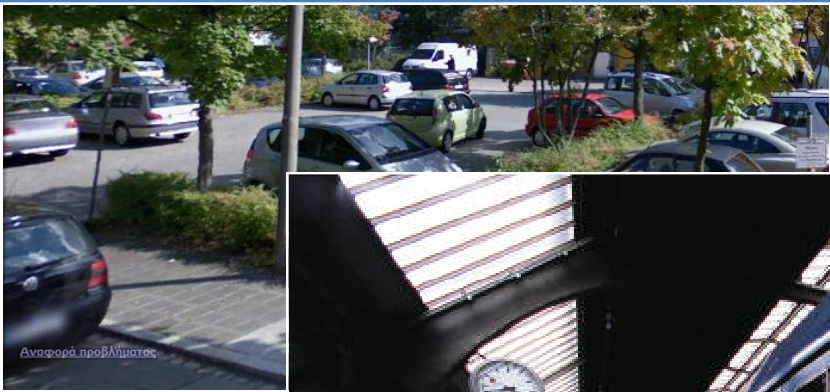
2015

ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΩΝ 2015 ΘΕΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ



ΦΩΤΗΣ ΣΙΩΖΟΣ

1/1/2015

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β΄)
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 29 ΜΑΪΟΥ 2015
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ)

Θέμα 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. Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης
α) είναι ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη
β) είναι πάντα ίση με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή
γ) εξαρτάται από την αρχική ενέργεια της ταλάντωσης
δ) είναι ίση με το άθροισμα της συχνότητας του διεγέρτη και της ιδιοσυχνότητας του ταλαντωτή.

Μονάδες 5

Α2. Ποια από τις περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχει τη μικρότερη συχνότητα;
α) η υπέρυθρη ακτινοβολία
β) τα ραδιοκύματα
γ) το ορατό φως
δ) οι ακτίνες γ.

Μονάδες 5

Α3. Δύο σφαίρες Α και Β με ίσες μάζες, μία εκ των οποίων είναι ακίνητη, συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Το ποσοστό της μεταβιβαζόμενης ενέργειας από τη σφαίρα που κινείται στην αρχικά ακίνητη σφαίρα είναι:
α) 100%
β) 50%
γ) 40%
δ) 0%.

Μονάδες 5

Α4. Ένα στερεό σώμα περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα. Εάν διπλασιαστεί η στροφορμή του, χωρίς να αλλάξει ο άξονας περιστροφής γύρω από τον οποίο αυτό περιστρέφεται, τότε η κινητική του ενέργεια:
α) παραμένει σταθερή
β) υποδιπλασιάζεται
γ) διπλασιάζεται
δ) τετραπλασιάζεται.

Μονάδες 5

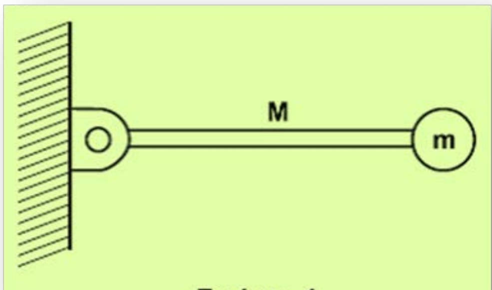
Α5. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.*
α) Σε μία φθίνουσα ταλάντωση στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας (F=-bu), για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b η περίοδος μειώνεται.
β) Η σχέση που περιγράφει το φαινόμενο Doppler για το φως είναι διαφορετική από αυτήν που ισχύει για τον ήχο .
γ) Τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάθλασης είναι κοινά σε όλα τα είδη κυμάτων, ηλεκτρομαγνητικά και μηχανικά.
δ) Η σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων, της ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από ίδιο σημείο με συχνότητες που διαφέρουν λίγο μεταξύ τους, είναι απλή αρμονική ταλάντωση .

ε) Η ροπή ζεύγους δυνάμεων είναι η ίδια ως προς οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου τους.

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β1. Λεπτή ομογενής ράβδος μάζας M και μήκους L μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο, γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο της. Στο άλλο άκρο της ράβδου, είναι στερεωμένο σφαιρίδιο μάζας $m=\frac{M}{2}$ (Σχήμα 1). Τη χρονική στιγμή που το σύστημα ράβδου-σφαιριδίου αφήνεται να κινηθεί από την οριζόντια θέση, ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου είναι:



Σχήμα 1

i) $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=\frac{1}{2}MgL$ **ii)** $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=MgL\frac{1}{2}$ **iii)** $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=\frac{2}{5}MgL$

Δίνεται ότι η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής της που περνά από το άκρο της, είναι $I_\rho=\frac{1}{3}ML^2$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 6

Β2. Ένα στάσιμο κύμα που δημιουργείται σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο περιγράφεται από την εξίσωση:

$$Y=2A\sigma\upsilon\nu\left(2\pi\frac{x}{\lambda}\right)\eta\mu\left(2\pi\frac{t}{T}\right)$$

Το πλάτος ταλάντωσης A΄ ενός σημείου Μ του ελαστικού μέσου που βρίσκεται δεξιά του τρίτου δεσμού από το σημείο x=0 και σε απόσταση $\frac{\lambda}{12}$ από αυτόν είναι:

i) $A' = A\sqrt{3}$ **ii)** $A' = \frac{A}{2}$ **iii)** $A' = A$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

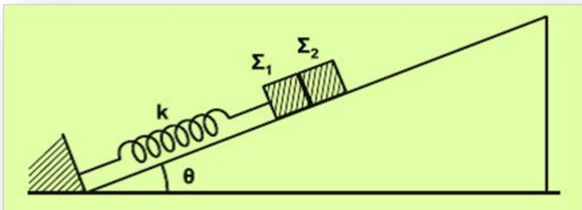
Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 6

Δίνεται: $\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi}{3}\right)=-\frac{1}{2}$

Β3. Σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης θ είναι τοποθετημένα δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, που εφάπτονται μεταξύ τους. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στο άκρο ελατηρίου σταθεράς k, ενώ το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στη βάση του



Σχήμα 2

κεκλιμένου επιπέδου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2 .

Μετακινώντας τα δύο σώματα προς τα κάτω, το σύστημα τίθεται σε ταλάντωση πλάτους Α. Η συνθήκη για να μην αποχωριστεί το $Σ_1$ από το $Σ_2$ είναι:

i) $A \cdot k < (m_1 + m_2)g ημθ$

ii) $A \cdot k > (m_1 + m_2)g ημθ$

iii) $A \cdot k > (m_1 + m_2)^2 g ημθ$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 7

Θέμα Γ

Ιδανικός πυκνωτής χωρητικότητας C είναι φορτισμένος σε τάση V=40V. Τη χρονική στιγμή t=0 συνδέεται με ιδανικό πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής L και το κύκλωμα αρχίζει να εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις. Η ενέργεια U_E του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή, σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος, στο κύκλωμα δίνεται από τη σχέση $U_E = 8 \cdot 10^{-2}(1 - i^2)$ (S.I.).

Γ1. Να υπολογίσετε την περίοδο T των ηλεκτρικών ταλαντώσεων του κυκλώματος .

Μονάδες 8

Γ2. Να υπολογίσετε την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{12}$.

Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα κάθε φορά που η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή γίνεται τριπλάσια της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

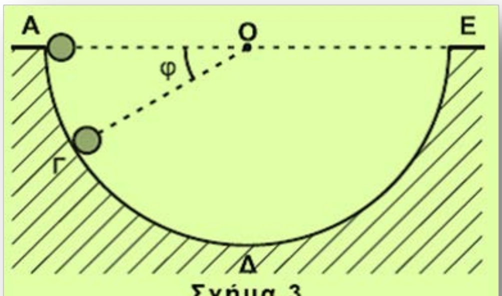
Μονάδες 6

Γ4. Να γράψετε τη συνάρτηση f που συνδέει το τετράγωνο του φορτίου του πυκνωτή με το τετράγωνο της έντασης του ρεύματος από το οποίο διαρρέεται το πηνίο $q^2 = f(i^2)$, (μονάδες 2), και να την παραστήσετε γραφικά (μονάδες 4).

Μονάδες 6

Θέμα Δ

Από το εσωτερικό άκρο Α ενός ημισφαιρίου ακτίνας R=1,6m αφήνεται να κυλήσει μία συμπαγής μικρή σφαίρα μάζας m=1,4Kg και ακτίνας $r = \frac{R}{8}$. Το ημισφαίριο είναι βυθισμένο στο έδαφος, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, και η κίνηση της σφαίρας γίνεται χωρίς ολίσθηση.



Σχήμα 3

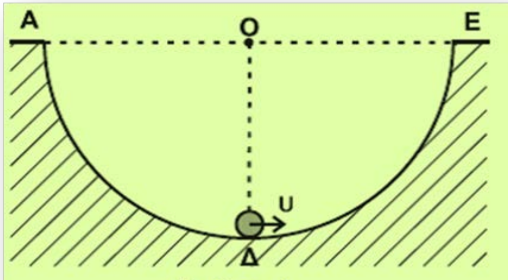
Δ1. Να εκφράσετε τη στατική τριβή T_s που ασκείται στη σφαίρα σε συνάρτηση με το συνημίτονο της γωνίας φ που σχηματίζει η ακτίνα ΟΓ του ημισφαιρίου με την ευθεία ΑΕ της επιφάνειας του εδάφους.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε την κάθετη δύναμη που ασκεί η ημισφαιρική επιφάνεια στη σφαίρα όταν αυτή βρίσκεται στο σημείο Γ όπου $φ = 30^o$ (Σχήμα 3).

Μονάδες 6

Μια άλλη σφαίρα, όμοια με την προηγούμενη, εκτοξεύεται από το κατώτατο σημείο Δ του ημισφαιρίου με ταχύτητα υ=6m/s και κυλίεται χωρίς ολίσθηση στο εσωτερικό του με κατεύθυνση το άκρο Ε (Σχήμα 4).



Σχήμα 4

Δ3. Να υπολογίσετε το μέγιστο ύψος από την επιφάνεια του εδάφους που θα φτάσει η σφαίρα κατά την κίνησή της .

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας (μονάδες 4) και το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της σφαίρας (μονάδες 2), αμέσως μόλις αυτή χάσει την επαφή με την επιφάνεια του ημισφαιρίου στο σημείο Ε .

Μονάδες 6

Δίνονται: ροπή αδράνειας της σφαίρας ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας $I_{CM} = \frac{2}{5} mr^2$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας g=10m/s²

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β')
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 29 ΜΑΙΟΥ 2015
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

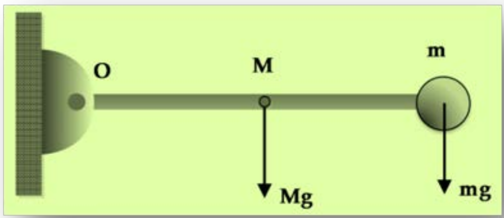
ΘΕΜΑ Α

Α1. α
Α2. β
Α3. α
Α4. δ
Α5. **α.** Λάθος, **β.** Σωστό, **γ.** Σωστό, **δ.** Λάθος, **ε.** Σωστό.

ΘΕΜΑ Β

Β.1.α Σωστό είναι το (iii).

Β.1.β.



Ορυθμόςμεταβολήςτηςστροφορμήςτης ράβδου δίνεται από τη σχέση: $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t} = I_\rho \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu}$

Υπολογίζουμε την $\alpha_{\gamma\omega\nu}$ με την οποία το σύστημα ράβδος σφαιρίδιο ξεκινά από την οριζόντια θέση. Είναι:

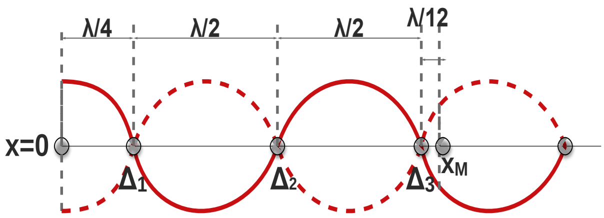
$$\Sigma\tau_{(o)} = \mathrm{I}_{\sigma\upsilon\sigma\tau} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \mathrm{M}g\frac{L}{2} + mgL = (I_\rho + \mathrm{I}_m)\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$$

$$\mathrm{M}g\frac{L}{2} + \frac{M}{2}gL = \left(\frac{1}{3}ML^2 + (\frac{M}{2})L^2\right)\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow$$

$$MgL = (\frac{1}{3}ML^2 + \frac{1}{2}ML^2)\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow MgL = \frac{5}{6}ML^2\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{6g}{5L} rad/s^2$$

$$\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t} = I_\rho \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow \frac{\Delta L_\rho}{\Delta t} = \frac{1}{3}\mathrm{M}L^2 \cdot \frac{6g}{5L} = \frac{2MLg}{5}$$

Β.2.α. Σωστό είναι το (iii).



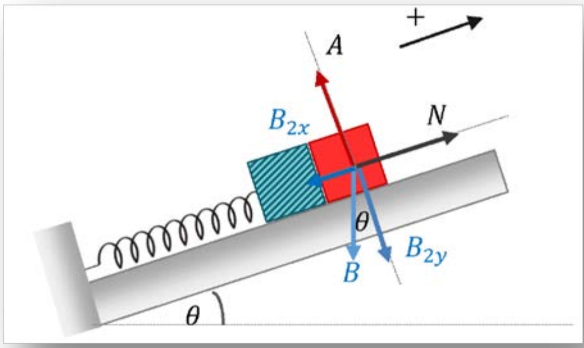
Β.2.β. Για τη δοσμένη εξίσωση στάσιμου κύματος στη θέση x=0 έχουμε κοιλία. Η απόσταση μεταξύ διαδοχικής κοιλίας και δεσμού είναι λ/4,και η απόσταση μεταξύ διαδοχικών δεσμών είναι λ/2. Η θέση του σημείου Μ βρίσκεται στη θέση :
x_M = (λ/4)+(2λ/2)+λ/12 = 4λ/3. συνεπώς:

$$A_M = \left|2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi x}{\lambda}\right| = \left|2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi(4\lambda/3)}{\lambda}\right| =$$

$$= \left|2A\sigma\upsilon\nu\frac{8\pi}{3}\right| = \left|2A\sigma\upsilon\nu\frac{2\pi}{3}\right| = \left|2\mathrm{A}(-\frac{1}{2})\right| = \mathrm{A}$$

Β.3.α. Σωστό είναι το (i).

Β.3.β. Όσο τα σώματα είναι σε επαφή και εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση θα κινούνται με την ίδια επιτάχυνση $\alpha = -\omega^2 x$. όπου $D=K=(m_1+m_2)\omega^2 \Rightarrow \omega^2=K/(m_1+m_2)$



Η σταθερά επαναφοράς του σώματος m_2 είναι:
$D_2= m_2\cdot \omega^2 \Rightarrow D_2= m_2\cdot K/(m_1+m_2)$

Σχεδιάζουμε το σύστημα σε μια τυχαία θέση, ορίζουμε θετική φορά προς τα πάνω και εφαρμόζουμε το 2ο νόμο του Νεύτωνα για το πάνω σώμα:

$$\Sigma F_x = -D_2 x \Rightarrow N - B_2\eta\mu\theta = -D_2 x \Rightarrow$$

$$N = B_2\eta\mu\theta - D_2 x \Rightarrow N = B_2\eta\mu\theta - m_2\cdot K/(m_1+m_2)x \quad (1)$$

όπου $N \geq 0$ όσο το σώμα m_2 είναι συνεχώς σε επαφή με το m_1

αν χ≤0 τότε η Ν≥0 αν χ≥0 τότε υπάρχει περίπτωση η Ν να μηδενιστεί

οπότε η σχέση (1) γίνεται

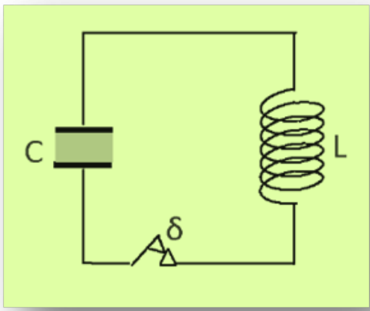
$$\left.\begin{aligned} &N = B_2\eta\mu\theta - m_2\cdot K/(m_1+m_2)x \\ &N \geq 0 \end{aligned}\right\} \Rightarrow B_2\eta\mu\theta - m_2\cdot\frac{K}{(m_1+m_2)}\cdot x \geq 0$$

για να μη χαθεί η επαφή θα πρέπει:

$$\Rightarrow B_2\eta\mu\theta > m_2\cdot\frac{K}{(m_1+m_2)}\cdot x \Rightarrow \cancel{m_2} g\eta\mu\theta > \cancel{m_2}\cdot\frac{K}{(m_1+m_2)}\cdot x \Rightarrow (m_1+m_2)g\eta\mu\theta > K\cdot x$$

ΘΕΜΑ Γ

Εφαρμόζοντας ΑΔΕΤ έχουμε:



$$U_E + U_B = E \Rightarrow U_E = E - U_B \Rightarrow U_E = E - \frac{1}{2}Li^2$$

Όμως δίνεται ότι $U_E = 8\cdot 10^{-2} - 8\cdot 10^{-2} i^2$

οπότε από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει:

$E = 8\cdot 10^{-2}$ J

$E = \frac{1}{2}CV^2 = 8\cdot 10^{-2} J \Rightarrow C = 10^{-4} F$, $Q=C\cdot V=10^{-4}\cdot 40=4\cdot 10^{-3}$C

$\frac{1}{2}L=8\cdot 10^{-2} \Leftrightarrow L=16\cdot 10^{-2}$ H. $\qquad E = \frac{1}{2}LI^2 \Rightarrow I = 1$ A

Γ1. Για την περίοδο των ηλεκτρικών ταλαντώσεων έχουμε:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{16\cdot 10^{-2}\cdot 10^{-4}} = 2\pi\sqrt{16\cdot 10^{-6}} = 8\pi\cdot 10^{-3} s$$

Γ2. Υπολογίζουμε την ένταση του ρεύματος για τη χρονική στιγμή T/12

$$i = -I\eta\mu\omega t = -1\eta\mu\left(\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{T}{12}\right) = -1\eta\mu\frac{\pi}{6} = -\frac{1}{2}$$

την ίδια χρονική στιγμή η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου είναι:

$$U_B = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}\cdot 16\cdot 10^{-2}\cdot(\frac{1}{2})^2 = 2\cdot 10^{-2} j$$

άρα η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου θα είναι:

$$U_E = E - U_B = 8\cdot 10^{-2} - 2\cdot 10^{-2} = 6\cdot 10^{-2} J$$

Γ3. Εφαρμόζουμε ΑΔΕΤ για να βρούμε το φορτίο του πυκνωτή:

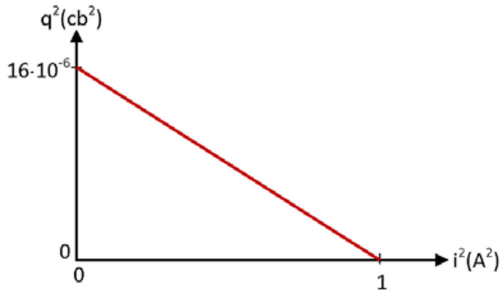
$$E=U_E+U_B \Rightarrow E=U_E+\frac{U_E}{3}=\frac{4}{3}U_E \Rightarrow U_E=\frac{3}{4}E \Rightarrow \frac{\cancel{1}}{\cancel{2}}\frac{q^2}{\cancel{C}}=\frac{3}{4}\cdot\frac{\cancel{1}}{\cancel{2}}\frac{Q^2}{\cancel{C}}$$

$$\Rightarrow q=\pm\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 4\cdot 10^{-3} \Rightarrow q=\pm 2\sqrt{3}\cdot 10^{-3}C$$

Άρα το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι:

$$V_L=V_C=\left|-L\frac{di}{dt}\right| \Rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right|=\frac{V_C}{L} \Rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right|=\left|\frac{q}{LC}\right|=\left|\omega^2 q\right| \Rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right|=\left|\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot q\right|=125\sqrt{3}A/s$$

Γ4. Με εφαρμογή ΑΔΕΤ βρίσκουμε τη σχέση που ζητείται:



$$E=U_E+U_B \Rightarrow E=\frac{q^2}{2C}+\frac{1}{2}Li^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q^2=16\cdot 10^{-6}-16\cdot 10^{-6}i^2$$

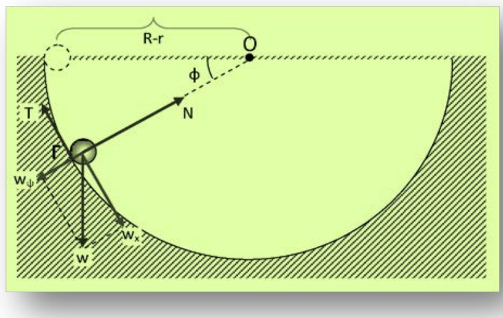
$\gamma\iota\alpha$ i=0=>q=$16\cdot 10^{-6}C$

$\gamma\iota\alpha$ i=1A=>q=0 C

Παρατηρούμε ότι είναι γραμμικής μορφής $y = \alpha - \beta\chi,\ \beta > 0$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στο σχήμα φαίνονται οι δυνάμεις που ενεργούν στη σφαίρα. Το **βάρος w,** που αναλύεται στις **w_x = Wσυνφ** και **W_ψ = Wημφ,** την **κάθετη αντίδραση N** και τη **στατική τριβή T**.



Η σφαίρα εκτελεί σύνθετη κίνηση επομένως με εφαρμογή του θεμελιώδους νόμου για την μεταφορική κίνηση και την κύλιση του σφαιριδίου όταν αυτό διέρχεται από μια τυχαία θέση:

Wx-T =ma$_{cm}$ =>Wσυνφ-T =ma$_{cm}$ (1)

$$\left.\begin{aligned} T\cdot r &= I_{cm}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{2}{5}mr^2\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \\ a_{cm} &= a_{\gamma\omega\nu}\cdot r \end{aligned}\right\} \Rightarrow T\cdot r=\frac{2}{5}mr^2\frac{a_{cm}}{r} \Rightarrow T=\frac{2}{5}ma_{cm}$$

(2)

$$W\sigma\upsilon\nu\varphi-\mathrm{T}=m\alpha_{cm} \Rightarrow W\sigma\upsilon\nu\varphi-\frac{2}{5}m\alpha_{cm}=m\alpha_{cm} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg\sigma\upsilon\nu\varphi=m\alpha_{cm}+\frac{2}{5}m\alpha_{cm} \Rightarrow \cancel{m}g\sigma\upsilon\nu\varphi=\frac{7}{5}\cancel{m}\alpha_{cm} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{cm}=\frac{5}{7}g\sigma\upsilon\nu\varphi$$

$$T=\frac{2}{5}ma_{cm}=\frac{2}{5}m\frac{5}{7}g\sigma\upsilon\nu\varphi=\frac{2}{7}mg\sigma\upsilon\nu\varphi$$

επειδή mg =1,4 kg·10 m/s²=14N καταλήγουμε στη σχέση: *T=4συνφ (S.I)*

Δ.2. Ισχύει: N-Wημφ = $m\dfrac{\upsilon^2_{cm(\Gamma)}}{R-r}$ (3)

(γιατί το κέντρο της σφαίρας κάνει κυκλική κίνηση ακτίνας R-r)

Την ταχύτητα $\upsilon_{cm(\Gamma)}$ στο σημείο Γ θα την υπολογίσουμε με εφαρμογή του Θ.Μ.Κ.Ε από τη θέση Α ως τη θέση Γ:

$$\frac{1}{2}I\omega^2+\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=W_B \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{2}{5}mr^2\omega^2+\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=mg(R-r)\eta\mu 30 \Rightarrow$$

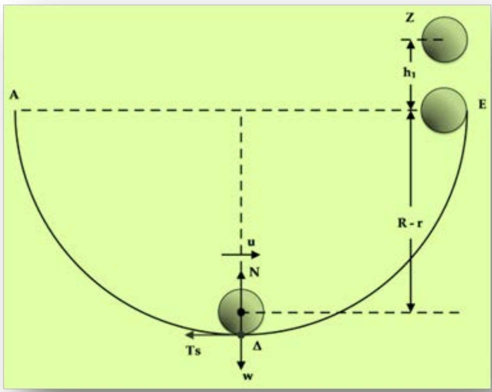
$$\Rightarrow \cancel{\frac{1}{2}}\frac{2}{5}\cancel{m}r^2\omega^2+\cancel{\frac{1}{2}}\cancel{m}\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=\cancel{m}g(R-r)\cancel{\frac{1}{2}} \Rightarrow \frac{2}{5}\upsilon^2_{cm(\Gamma)}+\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=g(R-r)$$

$$\Rightarrow \frac{7}{5}\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=g(R-r) \Rightarrow \upsilon^2_{cm(\Gamma)}=\frac{5}{7}g(R-r) \Rightarrow \frac{\upsilon^2_{cm(\Gamma)}}{(R-r)}=\frac{5}{7}g$$

Η σχέση (3) επομένως γίνεται:

$$\text{N-W}\eta\mu\varphi=m\frac{\upsilon^2_{cm(\Gamma)}}{R-r} \Rightarrow \text{N}=W\eta\mu 30+m\frac{\upsilon^2_{cm(\Gamma)}}{R-r}=1,4\cdot 10\cdot\frac{1}{2}+1,4\cdot\frac{5}{7}\cdot 10=7+10=17\text{N}$$

Δ3. Εφαρμόζουμε αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας από τη θέση Δ στη θέση Ε για τη σύνθετη κίνηση της συμπαγής μικρής σφαίρας.



$$E_{\mu\eta\chi(\Delta)}=E_{\mu\eta\chi(E)} \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\Delta)}+\frac{1}{2}I\omega^2_{\Delta}=\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(E)}+\frac{1}{2}I\omega^2_{E}+mg(R-r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\Delta)}+\frac{1}{2}\cdot\frac{2}{5}mr^2\omega^2_{\Delta}=\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(E)}+\frac{1}{2}\cdot\frac{2}{5}mr^2\omega^2_{E}+mg(R-r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\upsilon^2_{cm(\Delta)}+\frac{1}{5}\upsilon^2_{cm(\Delta)}=\frac{1}{2}\upsilon^2_{cm(E)}+\frac{1}{5}\upsilon^2_{cm(E)}+g(R-r) \Rightarrow \frac{7}{10}\upsilon^2_{cm(\Delta)}=\frac{7}{10}\upsilon^2_{cm(E)}+g(R-r) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon^2_{cm(E)}=\upsilon^2_{cm(\Delta)}-\frac{10}{7}g(R-r) \Rightarrow \upsilon_{cm(E)}=\sqrt{\upsilon^2_{cm(\Delta)}-\frac{10}{7}g(R-r)} \Rightarrow$$

$$\upsilon_{cm(E)}=\sqrt{\upsilon^2_{cm(\Delta)}-\frac{10}{7}g(R-\frac{R}{8})}m/s \Rightarrow \upsilon_{cm(E)}=\sqrt{\upsilon^2_{cm(\Delta)}-\frac{10}{7}g(\frac{7R}{8})}m/s \Rightarrow \upsilon_{cm(E)}=\sqrt{16}=4m/s$$

Στη σφαίρα από τη στιγμή που εγκαταλείπει το ημικύκλιο ενεργεί μόνο το βάρος της δύναμη της οποίας η ροπή ως προς αξονα που περνάει από το κέντρο μάζας της είναι μηδενική συνεπώς η κινητική ενέργεια λόγω της περιστροφής παραμένει σταθερή, άρα ισχύει η σχέση: $\frac{1}{2}I\omega^2_{E}=\frac{1}{2}I\omega^2_{Z}$

Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας από τη θέση Ε στη θέση Ζ για τη σύνθετη κίνηση της σφαίρας από τη στιγμή που εγκαταλείπει το ημικύκλιο.

$$E_{\mu\eta\chi(E)}=E_{\mu\eta\chi(Z)} \Rightarrow \frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(E)}+\cancel{\frac{1}{2}I\omega^2_{E}}=\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(Z)}+\cancel{\frac{1}{2}I\omega^2_{Z}}+mgh \Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(E)}+=0+m \Rightarrow gh=\frac{1}{2}\upsilon^2_{cm(E)} \Rightarrow h=\frac{1}{2}\frac{\upsilon^2_{cm(E)}}{g}=\frac{1}{2}\frac{4^2}{10}=0,8m$$

Δ4. Όταν χάσει την επαφή του, δηλαδή στο σημείο Ε, ο ρυθμός μεταβολής κινητικής ενέργειας είναι: $\frac{dK}{dt}=\left(\frac{dK}{dt}\right)_{\mu\epsilon\tau}+\left(\frac{dK}{dt}\right)_{\sigma\tau\rho o\varphi}=\Sigma F\cdot\upsilon_{cm(E)}+\Sigma\tau\cdot\omega_{(E)}$ (1)

Η μόνη δύναμη που ασκείται είναι το βάρος του σώματος οπότε ΣF=-mg και Στ=0 καθότι η ροπή του βάρους είναι μηδενική συνεπώς η παραπάνω σχέση (1) γίνεται:

$$\frac{dK}{dt}=+\left(\frac{dK}{dt}\right)_{\mu\epsilon\tau}+\left(\frac{dK}{dt}\right)_{\sigma\tau\rho o\varphi}=-mg\upsilon_{cm(E)}+0=-1,4\cdot 10\cdot 4=-56J/s$$

Για το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής έχουμε: $\frac{dL}{dt}=\Sigma\tau=0$

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ΄ ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β΄)
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 29 ΜΑΪΟΥ 2015
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
(ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ)

Θέμα 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.*

Β1. Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης
α) είναι ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη
β) είναι πάντα ίση με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή
γ) εξαρτάται από την αρχική ενέργεια της ταλάντωσης
δ) είναι ίση με το άθροισμα της συχνότητας του διεγέρτη και της ιδιοσυχνότητας του ταλαντωτή.

Μονάδες 5

Β2. Ποια από τις περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχει τη μικρότερη συχνότητα;
α) η υπέρυθρη ακτινοβολία
β) τα ραδιοκύματα
γ) το ορατό φως
δ) οι ακτίνες γ.

Μονάδες 5

Β3. Δύο σφαίρες Α και Β με ίσες μάζες, μία εκ των οποίων είναι ακίνητη, συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Το ποσοστό της μεταβιβαζόμενης ενέργειας από τη σφαίρα που κινείται στην αρχικά ακίνητη σφαίρα είναι:
α) 100%
β) 50%
γ) 40%
δ) 0%.

Μονάδες 5

Β4. Ένα στερεό σώμα περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα. Εάν διπλασιαστεί η στροφορμή του, χωρίς να αλλάξει ο άξονας περιστροφής γύρω από τον οποίο αυτό περιστρέφεται, τότε η κινητική του ενέργεια:
α) παραμένει σταθερή
β) υποδιπλασιάζεται
γ) διπλασιάζεται
δ) τετραπλασιάζεται.

Μονάδες 5

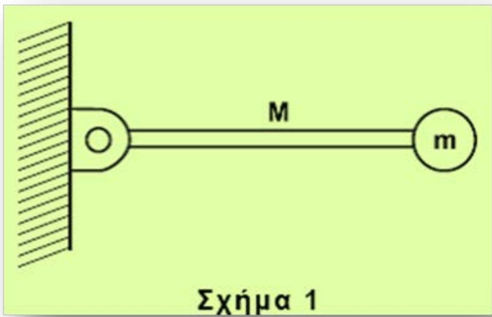
Β5. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.*
α) Σε μία φθίνουσα ταλάντωση στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας ($F=-bυ$), για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b η περίοδος μειώνεται.
β) Σε μία απλή αρμονική ταλάντωση η περίοδος εξαρτάται από το πλάτος ταλάντωσης..
γ) Τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάθλασης είναι κοινά σε όλα τα είδη κυμάτων, ηλεκτρομαγνητικά και μηχανικά.
δ) Η σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων, της ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από ίδιο σημείο με συχνότητες που διαφέρουν λίγο μεταξύ τους, είναι απλή αρμονική ταλάντωση .

ε) Η ροπή ζεύγους δυνάμεων είναι η ίδια ως προς οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου τους.

Μονάδες 5

Θέμα Β

C1. Λεπτή ομογενής ράβδος μάζας M και μήκους L μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο, γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο της. Στο άλλο άκρο της ράβδου, είναι στερεωμένο σφαιρίδιο μάζας $m=\frac{M}{2}$ (Σχήμα 1). Τη χρονική στιγμή που το σύστημα ράβδου-σφαιριδίου αφήνεται να κινηθεί από την οριζόντια θέση, ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου είναι:



Σχήμα 1

i) $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=\frac{1}{2}MgL$ **ii)** $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=MgL\,\frac{1}{2}$ **iii)** $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t}=\frac{2}{5}MgL$

Δίνεται ότι η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής της που περνά από το άκρο της, είναι $I_\rho=\frac{1}{3}ML^2$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

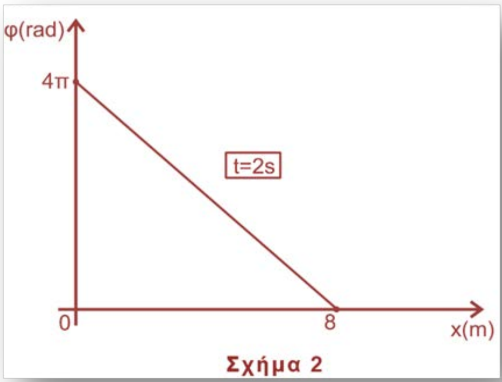
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 6

B.2 Στο διάγραμμα του Σχήματος 2, δίνεται η φάση των σημείων ελαστικού μέσου, στο οποίο διαδίδεται απλό αρμονικό κύμα σε συνάρτηση με την απόσταση των σημείων του ελαστικού μέσου από την πηγή.

Η εξίσωση ταλάντωσης της πηγής του κύματος είναι $y = A\cdot\eta\mu\omega t$.

Η εξίσωση απομάκρυνσης των σημείων του ελαστικού μέσου θα είναι:



Σχήμα 2

i. $y = A\eta\mu 2\pi\left(t-\frac{x}{4}\right)$

ii. $y = A\eta\mu 2\pi\left(t+\frac{x}{4}\right)$

iii. $y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{4}-x\right)$

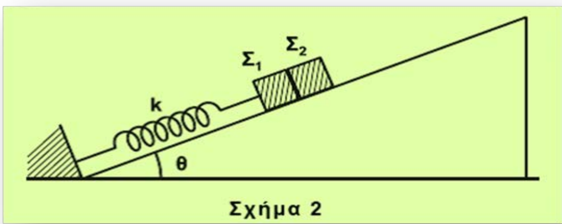
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 6

C3. Σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης θ είναι τοποθετημένα δύο σώματα $Σ_1$ και $Σ_2$ με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, που εφάπτονται μεταξύ τους. Το σώμα $Σ_1$ είναι δεμένο στο άκρο ελατηρίου



Σχήμα 2

σταθεράς k, ενώ το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2 .

Μετακινώντας τα δύο σώματα προς τα κάτω, το σύστημα τίθεται σε ταλάντωση πλάτους Α. Η συνθήκη για να μην αποχωριστεί το Σ_1 από το Σ_2 είναι:

i) $A\cdot k < (m_1 + m_2)g\eta\mu\theta$

ii) $A\cdot k > (m_1 + m_2)g\eta\mu\theta$

iii) $A\cdot k > (m_1 + m_2)^2 g\eta\mu\theta$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

Μονάδες 7

Θέμα Γ

Ιδανικός πυκνωτής χωρητικότητας C είναι φορτισμένος σε τάση V=40V. Τη χρονική στιγμή t=0 συνδέεται με ιδανικό πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής L και το κύκλωμα αρχίζει να εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις. Η ενέργεια U_E του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή, σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος, στο κύκλωμα δίνεται από τη σχέση $U_E=8\cdot10^{-2}(1-i^2)$ (S.I.).

Γ1. Να υπολογίσετε την περίοδο T των ηλεκτρικών ταλαντώσεων του κυκλώματος .

Μονάδες 8

Γ2. Να υπολογίσετε την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή τη χρονική στιγμή $t=\frac{T}{12}$.

Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα κάθε φορά που η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή γίνεται τριπλάσια της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

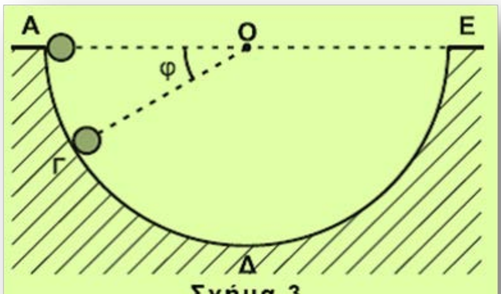
Μονάδες 6

Γ4. Να γράψετε τη συνάρτηση f που συνδέει το τετράγωνο του φορτίου του πυκνωτή με το τετράγωνο της έντασης του ρεύματος από το οποίο διαρρέεται το πηνίο $q^2=f(i^2)$, (μονάδες 2), και να την παραστήσετε γραφικά (μονάδες 4).

Μονάδες 6

Θέμα Δ

Από το εσωτερικό άκρο Α ενός ημισφαιρίου ακτίνας R=1,6m αφήνεται να κυλήσει μία συμπαγής μικρή σφαίρα μάζας m=1,4Kg και ακτίνας $r=\frac{R}{8}$. Το ημισφαίριο είναι βυθισμένο στο έδαφος, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, και η κίνηση της σφαίρας γίνεται χωρίς ολίσθηση.



Σχήμα 3

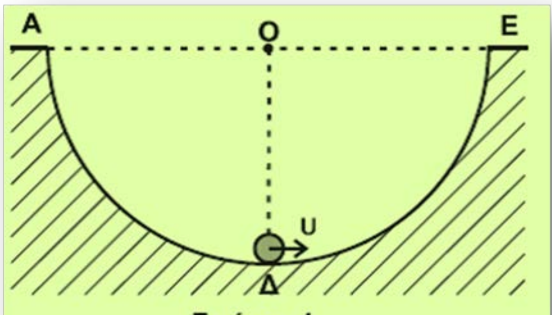
Δ1. Να εκφράσετε τη στατική τριβή T_s που ασκείται στη σφαίρα σε συνάρτηση με το συνημίτονο της γωνίας φ που σχηματίζει η ακτίνα ΟΓ του ημισφαιρίου με την ευθεία ΑΕ της επιφάνειας του εδάφους.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε την κάθετη δύναμη που ασκεί η ημισφαιρική επιφάνεια στη σφαίρα όταν αυτή βρίσκεται στο σημείο Γ όπου $\varphi=30^o$ (Σχήμα 3).

Μονάδες 6

Μια άλλη σφαίρα, όμοια με την προηγούμενη, εκτοξεύεται από το κατώτατο σημείο Δ του ημισφαιρίου με ταχύτητα υ=6m/s και κυλίεται χωρίς ολίσθηση στο εσωτερικό του με κατεύθυνση το άκρο Ε (Σχήμα 4).



Σχήμα 4

Δ3. Να υπολογίσετε το μέγιστο ύψος από την επιφάνεια του εδάφους που θα φτάσει η σφαίρα κατά την κίνησή της .

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας (μονάδες 4) και το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της σφαίρας (μονάδες 2), αμέσως μόλις αυτή χάσει την επαφή με την επιφάνεια του ημισφαιρίου στο σημείο Ε .

Μονάδες 6

Δίνονται: ροπή αδράνειας της σφαίρας ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας $I_{CM} = \frac{2}{5}mr^2$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας g=10m/s^2

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Δ΄ ΤΑΞΗΣ
ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β')
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 29 ΜΑΙΟΥ 2015
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ)

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

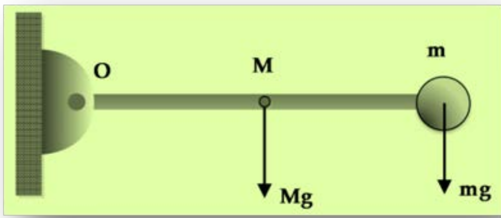
ΘΕΜΑ Α

Α1. α
Α2. β
Α3. α
Α4. δ
Α5. **α.** Λάθος, **β.** Λάθος, **γ.** Σωστό, **δ.** Λάθος, **ε.** Σωστό.

ΘΕΜΑ Β

Β.1.α Σωστό είναι το (iii).

Β.1.β.



Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου δίνεται από τη σχέση: $\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t} = I_\rho \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu}$

Υπολογίζουμε την $\alpha_{\gamma\omega\nu}$ με την οποία το σύστημα ράβδος σφαιρίδιο ξεκινά από την οριζόντια θέση. Είναι:

$$\Sigma\tau_{(o)} = \mathrm{I}_{\sigma\upsilon\sigma\tau} \cdot \alpha_{\gamma\omega\nu} => \mathrm{M}g\frac{L}{2} + mgL = (I_\rho + \mathrm{I}_m)\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} =>$$

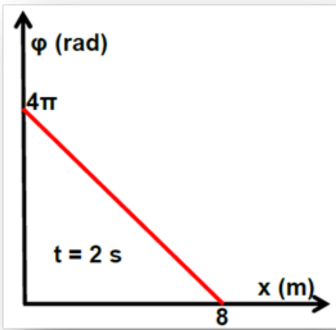
$$\mathrm{M}g\frac{L}{2} + \frac{M}{2}gL = \left(\frac{1}{3}ML^2 + (\frac{M}{2})L^2\right)\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} =>$$

$$MgL = (\frac{1}{3}ML^2 + \frac{1}{2}ML^2)\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} => MgL = \frac{5}{6}ML^2\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} => \alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{6g}{5L} rad/s^2$$

$$\frac{\Delta L_\rho}{\Delta t} = I_\rho\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} => \frac{\Delta L_\rho}{\Delta t} = \frac{1}{3}\mathrm{M}L^2\cdot\frac{6g}{5L} = \frac{2MLg}{5}$$

Β.2.α. Σωστό είναι το (i).

Β.2.β. Για την εξίσωση του τρέχοντος κύματος η φάση δίνεται από την εξίσωση:



$$\varphi = 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$$

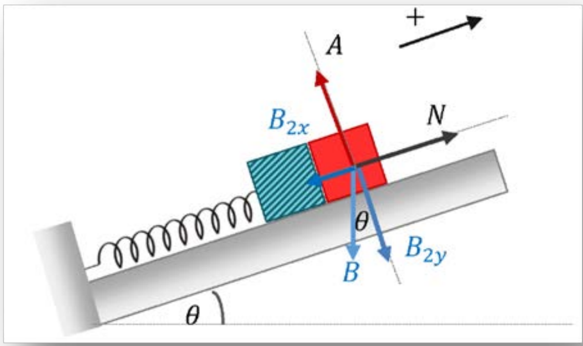
$$\gamma\iota\alpha\ \chi=0 => \varphi=2\pi\frac{t}{T} => 4\pi = 2\pi\frac{t}{T} => T = \frac{4\pi}{2\pi\cdot 2} = 1s$$

$$\gamma\iota\alpha\ \chi=8 => \varphi=0 => 0 = 2\pi\frac{t}{T} - 2\pi\frac{x}{\lambda} => 2\pi\frac{t}{T} = 2\pi\frac{x}{\lambda} => 2\pi\frac{2}{1} = 2\pi\frac{8}{\lambda} => \lambda = 4m$$

συνεπώς η εξίσωση του τρέχοντος κύματος είναι:

$$y = A\eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) = \mathrm{A}\eta\mu 2\pi(\mathrm{t} - \frac{x}{4})$$

Β.3.α. Σωστό είναι το (i).



Β.3.β. Όσο τα σώματα είναι σε επαφή και εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση θα κινούνται με την ίδια επιτάχυνση $\alpha = -\omega^2 x$. όπου $D=K=(m_1+m_2)\omega^2 \Rightarrow \omega^2=K/(m_1+m_2)$

Η σταθερά επαναφοράς του σώματος m_2 είναι:
$D_2= m_2\cdot \omega^2 \Rightarrow D_2= m_2\cdot K/(m_1+m_2)$

Σχεδιάζουμε το σύστημα σε μια τυχαία θέση, ορίζουμε θετική φορά προς τα πάνω και εφαρμόζουμε το 2ο νόμο του Νεύτωνα για το πάνω σώμα:

$$\Sigma F_x = -D_2 x \Rightarrow N - B_2\eta\mu\theta = -D_2 x \Rightarrow$$

$$N = B_2\eta\mu\theta - D_2 x \Rightarrow N = B_2\eta\mu\theta - m_2\cdot \mathrm{K}/(m_1+m_2)x (1)$$

όπου $\mathrm{N}\geq 0$ όσο το σώμα m_2 είναι συνεχώς σε επαφή με το m_1

αν χ≤0 τότε η Ν≥0 αν χ≥0 τότε υπάρχει περίπτωση η Ν να μηδενιστεί

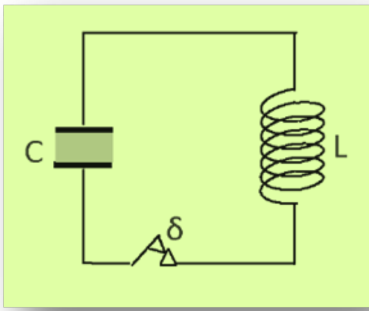
οπότε η σχέση (1) γίνεται

$$\left.\begin{array}{l} \mathrm{N} = B_2\eta\mu\theta - m_2\cdot \mathrm{K}/(m_1+m_2)x \\ \mathrm{N}\geq 0 \end{array}\right\} \Rightarrow B_2\eta\mu\theta - m_2\cdot\frac{\mathrm{K}}{(m_1+m_2)}\cdot x \geq 0$$

για να μη χαθεί η επαφή θα πρέπει:

$$\Rightarrow B_2\eta\mu\theta > m_2\cdot\frac{\mathrm{K}}{(m_1+m_2)}\cdot x \Rightarrow \cancel{m_2} g\eta\mu\theta > \cancel{m_2}\cdot\frac{\mathrm{K}}{(m_1+m_2)}\cdot x \Rightarrow (m_1+m_2)g\eta\mu\theta > K\cdot x$$

ΘΕΜΑ Γ



Εφαρμόζοντας ΑΔΕΤ έχουμε:

$$U_E + U_B = E \Rightarrow U_E = E - U_B \Rightarrow U_E = E - \frac{1}{2}Li^2$$

Όμως δίνεται ότι $U_E = 8\cdot 10^{-2} - 8\cdot 10^{-2} i^2$

οπότε από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει:

$E = 8\cdot 10^{-2}$ J

$E=\frac{1}{2}CV^2 = 8\cdot 10^{-2} J \Rightarrow C = 10^{-4} F$, $Q=C\cdot V=10^{-4}\cdot 40=4\cdot 10^{-3}$C

$\frac{1}{2}$ $L=8\cdot 10^{-2} \Leftrightarrow L=16\cdot 10^{-2} H$.

$E = \frac{1}{2} LI^2 \Rightarrow I = 1 \ A$

Γ1. Για την περίοδο των ηλεκτρικών ταλαντώσεων έχουμε:

$$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{16\cdot 10^{-2}\cdot 10^{-4}} = 2\pi\sqrt{16\cdot 10^{-6}} = 8\pi\cdot 10^{-3}s$$

Γ2. Υπολογίζουμε την ένταση του ρεύματος για τη χρονική στιγμή Τ/12

$$i = -I\eta\mu\omega t = -1\eta\mu\left(\frac{2\pi}{\mathrm{T}}\cdot\frac{\mathrm{T}}{12}\right) = -1\eta\mu\frac{\pi}{6} = -\frac{1}{2}$$

την ίδια χρονική στιγμή η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου είναι:

$$U_B = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}\cdot 16\cdot 10^{-2}\cdot(\frac{1}{2})^2 = 2\cdot 10^{-2} j$$

άρα η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου θα είναι:

$U_E = E - U_B = 8\cdot 10^{-2} - 2\cdot 10^{-2} = 6\cdot 10^{-2} J$

Γ3. Εφαρμόζουμε ΑΔΕΤ για να βρούμε το φορτίο του πυκνωτή:

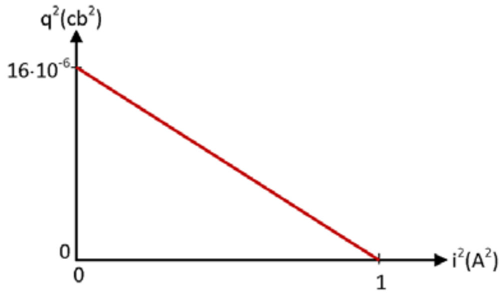
$$E=U_E+U_B \Rightarrow E=U_E+\frac{U_E}{3}=\frac{4}{3}U_E \Rightarrow U_E=\frac{3}{4}E \Rightarrow \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}=\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

$$\Rightarrow q=\pm\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 4\cdot 10^{-3} \Rightarrow q=\pm 2\sqrt{3}\cdot 10^{-3}C$$

Άρα το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος είναι:

$$V_L=V_C=\left|-L\frac{di}{dt}\right| \Rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right|=\frac{V_C}{L} \Rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right|=\left|\frac{q}{LC}\right|=\left|\omega^2 q\right| \Rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right|=\left|\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot q\right|=125\sqrt{3}A/s$$

Γ4. Με εφαρμογή ΑΔΕΤ βρίσκουμε τη σχέση που ζητείται:



$$E=U_E+U_B \Rightarrow E=\frac{q^2}{2C}+\frac{1}{2}Li^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q^2=16\cdot 10^{-6}-16\cdot 10^{-6}i^2$$

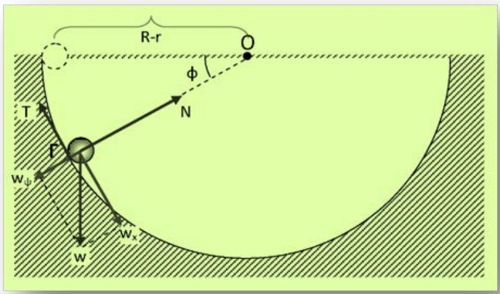
$\gamma\iota\alpha$ i=0=>q=$16\cdot 10^{-6}C$

$\gamma\iota\alpha$ i=1A=>q=0 C

Παρατηρούμε ότι είναι γραμμικής μορφής $y = \alpha - \beta\chi,\ \beta > 0$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Στο σχήμα φαίνονται οι δυνάμεις που ενεργούν στη σφαίρα. Το **βάρος w,** που αναλύεται στις **w_x = Wσυνφ** και **W_ψ = Wημφ,** την **κάθετη αντίδραση N** και τη **στατική τριβή T**.



Η σφαίρα εκτελεί σύνθετη κίνηση επομένως με εφαρμογή του θεμελιώδους νόμου για την μεταφορική κίνηση και την κύλιση του σφαιριδίου όταν αυτό διέρχεται από μια τυχαία θέση: $Wx\text{-}T=ma_{cm} \Rightarrow W\sigma\upsilon\nu\varphi\text{-}T=ma_{cm}$ (1)

$$\left.\begin{aligned} T\cdot r &= I_{cm}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}=\frac{2}{5}mr^2\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} \\ a_{cm} &= a_{\gamma\omega\nu}\cdot r \end{aligned}\right\} \Rightarrow T\cdot r=\frac{2}{5}mr^2\frac{a_{cm}}{r} \Rightarrow T=\frac{2}{5}ma_{cm}$$

$$W\sigma\upsilon\nu\varphi-T=m\alpha_{cm} \Rightarrow W\sigma\upsilon\nu\varphi-\frac{2}{5}m\alpha_{cm}=m\alpha_{cm} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg\sigma\upsilon\nu\varphi=m\alpha_{cm}+\frac{2}{5}m\alpha_{cm} \Rightarrow \cancel{m}g\sigma\upsilon\nu\varphi=\frac{7}{5}\cancel{m}\alpha_{cm} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{cm}=\frac{5}{7}g\sigma\upsilon\nu\varphi$$

$$T=\frac{2}{5}ma_{cm}=\frac{2}{5}m\frac{5}{7}g\sigma\upsilon\nu\varphi=\frac{2}{7}mg\sigma\upsilon\nu\varphi$$

επειδή mg =1,4 kg·10 m/s²=14N καταλήγουμε στη σχέση: *T=4συνφ (S.I)*

Δ.2. Ισχύει: N-Wημφ $= m\frac{\upsilon^2_{cm(\Gamma)}}{R-r}$ (3)

(γιατί το κέντρο της σφαίρας κάνει κυκλική κίνηση ακτίνας R-r)

Την ταχύτητα $\upsilon_{cm(\Gamma)}$ στο σημείο Γ θα την υπολογίσουμε με εφαρμογή του Θ.Μ.Κ.Ε από τη θέση Α ως τη θέση Γ:

$$\frac{1}{2}I\omega^2+\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=W_B => \frac{1}{2}\frac{2}{5}mr^2\omega^2+\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=mg(R-r)\eta\mu 30 =>$$

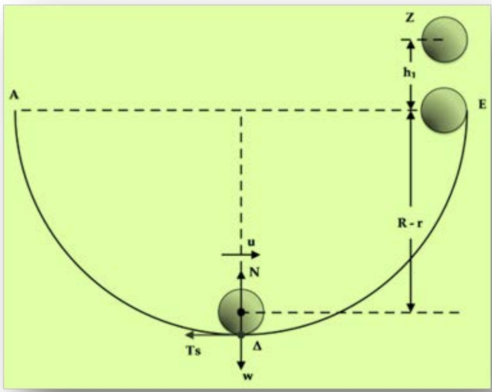
$$=> \frac{\cancel{1}}{\cancel{2}}\frac{2}{5}\cancel{m}r^2\omega^2+\frac{\cancel{1}}{\cancel{2}}\cancel{m}\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=\cancel{m}g(R-r)\frac{\cancel{1}}{\cancel{2}} => \frac{2}{5}\upsilon^2_{cm(\Gamma)}+\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=g(R-r)$$

$$=> \frac{7}{5}\upsilon^2_{cm(\Gamma)}=g(R-r) => \upsilon^2_{cm(\Gamma)}=\frac{5}{7}g(R-r) => \frac{\upsilon^2_{cm(\Gamma)}}{(R-r)}=\frac{5}{7}g$$

Η σχέση (3) επομένως γίνεται:

$$\text{N-W}\eta\mu\varphi=m\frac{\upsilon^2_{cm(\Gamma)}}{R-r} => \text{N}=W\eta\mu 30+m\frac{\upsilon^2_{cm(\Gamma)}}{R-r}=1,4\cdot 10\cdot\frac{1}{2}+1,4\cdot\frac{5}{7}\cdot 10=7+10=17\text{N}$$

Δ3. Εφαρμόζουμε αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας από τη θέση Δ στη θέση Ε για τη σύνθετη κίνηση της συμπαγής μικρής σφαίρας.



$$\text{E}_{\mu\eta\chi(\Delta)}=\text{E}_{\mu\eta\chi(\text{E})} => \frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\Delta)}+\frac{1}{2}I\omega^2_{\Delta}=\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\text{E})}+\frac{1}{2}I\omega^2_{\text{E}}+mg(R-r) =>$$

$$=> \frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\Delta)}+\frac{1}{2}\cdot\frac{2}{5}mr^2\omega^2_{\Delta}=\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\text{E})}+\frac{1}{2}\cdot\frac{2}{5}mr^2\omega^2_{\text{E}}+mg(R-r) =>$$

$$=> \frac{1}{2}\upsilon^2_{cm(\Delta)}+\frac{1}{5}\upsilon^2_{cm(\Delta)}=\frac{1}{2}\upsilon^2_{cm(E)}+\frac{1}{5}\upsilon^2_{cm(E)}+g(R-r) => \frac{7}{10}\upsilon^2_{cm(\Delta)}=\frac{7}{10}\upsilon^2_{cm(E)}+g(R-r) =>$$

$$=> \upsilon^2_{cm(E)}=\upsilon^2_{cm(\Delta)}-\frac{10}{7}g(R-r) =>$$

$$=> \upsilon_{cm(E)}=\sqrt{\upsilon^2_{cm(\Delta)}-\frac{10}{7}g(R-r)} => \upsilon_{cm(E)}=\sqrt{\upsilon^2_{cm(\Delta)}-\frac{10}{7}g(R-\frac{R}{8})}m/s =>$$

$$=> \upsilon_{cm(E)}=\sqrt{\upsilon^2_{cm(\Delta)}-\frac{10}{7}g(\frac{7R}{8})}m/s => \upsilon_{cm(E)}=\sqrt{16}=4m/s$$

Στη σφαίρα από τη στιγμή που εγκαταλείπει το ημικύκλιο ενεργεί μόνο το βάρος της δύναμη της οποίας η ροπή ως προς αξονα που περνάει από το κέντρο μάζας της είναι μηδενική συνεπώς η κινητική ενέργεια λόγω της περιστροφής παραμένει σταθερή, άρα ισχύει η σχέση: $\frac{1}{2}I\omega^2_{\text{E}}=\frac{1}{2}I\omega^2_{\text{Z}}$

Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας από τη θέση Ε στη θέση Ζ για τη σύνθετη κίνηση της σφαίρας από τη στιγμή που εγκαταλείπει το ημικύκλιο.

$$\text{E}_{\mu\eta\chi(\text{E})}=\text{E}_{\mu\eta\chi(\text{Z})} => \frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\text{E})}+\cancel{\frac{1}{2}I\omega^2_{\text{E}}}=\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\text{Z})}+\cancel{\frac{1}{2}I\omega^2_{\text{Z}}}+mgh =>$$

$$\frac{1}{2}m\upsilon^2_{cm(\text{E})}+=0+m => gh=\frac{1}{2}\upsilon^2_{cm(\text{E})} => h=\frac{1}{2}\frac{\upsilon^2_{cm(\text{E})}}{g}=\frac{1}{2}\frac{4^2}{10}=0,8m$$

Δ4. Όταν χάσει την επαφή του, δηλαδή στο σημείο Ε, ο ρυθμός μεταβολής κινητικής ενέργειας είναι: $\frac{dK}{dt}=\left(\frac{dK}{dt}\right)_{\mu\varepsilon\tau}+\left(\frac{dK}{dt}\right)_{\sigma\tau\rho o\varphi}=\Sigma F\cdot\upsilon_{cm(E)}+\Sigma\tau\cdot\omega_{(\text{E})}$ (1)

Η μόνη δύναμη που ασκείται είναι το βάρος του σώματος οπότε ΣF=-mg και Στ=0 καθότι η ροπή του βάρους είναι μηδενική συνεπώς η παραπάνω σχέση (1) γίνεται:

$$\frac{dK}{dt}=+\left(\frac{dK}{dt}\right)_{\mu\varepsilon\tau}+\left(\frac{dK}{dt}\right)_{\sigma\tau\rho o\varphi}=-mg\upsilon_{cm(E)}+0=-1,4\cdot 10\cdot 4=-56J/s$$

Για το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής έχουμε: $\frac{dL}{dt}=\Sigma\tau=0$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΔΕΥΤΕΡΑ 15 ΙΟΥΝΙΟΥ 2015
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

Θέμα 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.*

C1. Στη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας συχνότητας που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο και στην ίδια διεύθυνση, το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης είναι

α. σε κάθε περίπτωση σταθερό
β. σε κάθε περίπτωση ίσο με το άθροισμα του πλάτους των δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων
γ. σε κάθε περίπτωση μηδέν
δ. αρμονική συνάρτηση του χρόνου.

Μονάδες 5

C2. Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος $\frac{\Delta i}{\Delta t}$ σε κύκλωμα αμείωτων ηλεκτρικών ταλαντώσεων L-C είναι μέγιστος, όταν

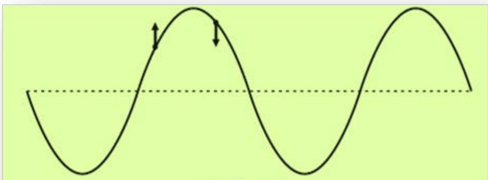
α. η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου είναι μηδέν
β. η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα είναι μέγιστη
γ. το φορτίο στον πυκνωτή είναι μηδέν
δ. η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή είναι ίση με την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου .

Μονάδες 5

C3. Στο στιγμιότυπο αρμονικού μηχανικού κύματος του **Σχήματος 1**, παριστάνονται οι ταχύτητες ταλάντωσης δύο σημείων του.

Το κύμα

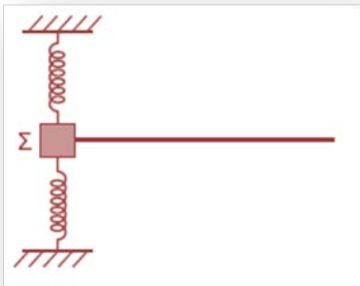
α. διαδίδεται προς τα αριστερά
β. διαδίδεται προς τα δεξιά
γ. είναι στάσιμο
δ. μπορεί να διαδίδεται και προς τις δύο κατευθύνσεις (δεξιά ή αριστερά) .



Σχήμα 1

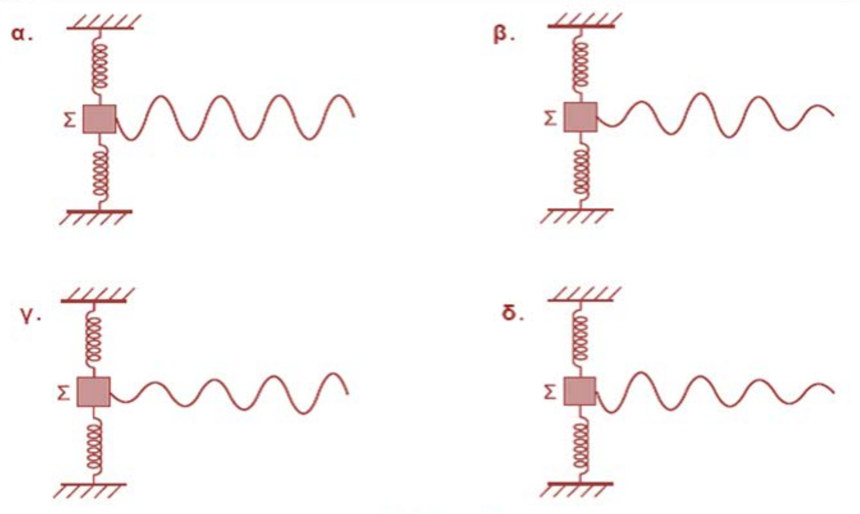
Μονάδες 5

C4. Το **Σχήμα2** παριστάνει σώμα Σ συνδεδεμένο με δύο ελατήρια και εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση. Το σύστημα είναι τοποθετημένο σε οριζόντιο επίπεδο. Επιπλέον, το σώμα Σ είναι συνδεδεμένο με οριζόντια ελαστική χορδή κατά μήκος της οποίας **διαδίδεται** μηχανικό κύμα με πηγή το σώμα Σ .



Σχήμα 2

Να επιλέξετε τη σωστή εκδοχή του **Σχήματος 3** (**α-δ**) που περιγράφει το στιγμιότυπο του κύματος που διαδίδεται στη χορδή:



Σχήμα 3

Μονάδες 5

C5. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο 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. Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση που βρίσκεται σε συντονισμό, το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται, όταν διπλασιαστεί η συχνότητα του διεγέρτη.

β. Η πηγή έχει τη μεγαλύτερη φάση από τη φάση όλων των σημείων ενός αρμονικού κύματος.

γ. Στην επιφάνεια υγρού δύο σύμφωνες πηγές Π1 και Π2 εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση, οπότε στα σημεία του υγρού συμβάλλουν αρμονικά κύματα. Τα σημεία της μεσοκαθέτου του ευθύγραμμου τμήματος Π1Π2 παραμένουν συνεχώς ακίνητα.

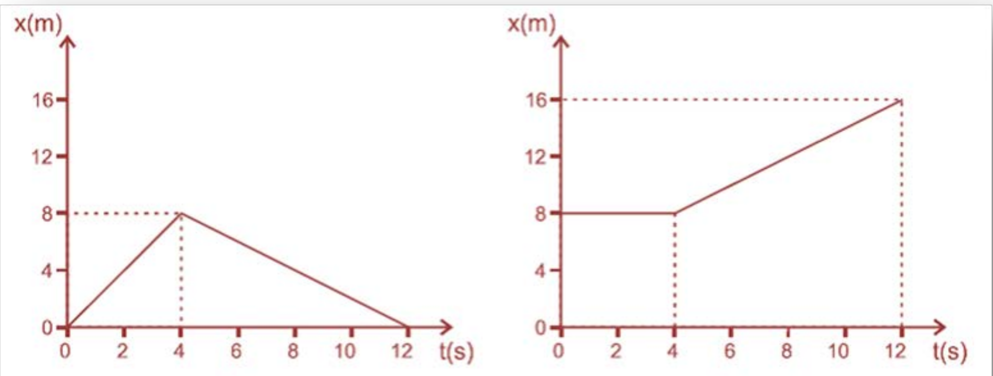
δ. Τα διανύσματα των εντάσεων του ηλεκτρικού πεδίου και του μαγνητικού πεδίου ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι παράλληλα.

ε. Η σχέση που περιγράφει το φαινόμενο Doppler για το φως είναι διαφορετική από αυτήν που ισχύει για τον ήχο.

Μονάδες 5

Θέμα Β

D1. Δύο σώματα αμελητέων διαστάσεων με μάζες m_1 και m_2 συγκρούονται κεντρικά σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Η θέση x κάθε σώματος στην ευθεία γραμμή, που τα ενώνει, μετριέται από κοινή αρχή. Η γραφική παράσταση της θέσης του σώματος m_1 φαίνεται στο **Σχήμα 4** και του σώματος m_2 στο **Σχήμα 5**. Δίνεται ότι m_1=1kg και ότι η διάρκεια της επαφής των δύο σωμάτων κατά την κεντρική κρούση είναι αμελητέα.



Σχήμα 4
Σχήμα 5

Η κρούση των δύο σωμάτων είναι

i) ελαστική **ii)** ανελαστική **iii)** πλαστική

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

Μονάδες 8

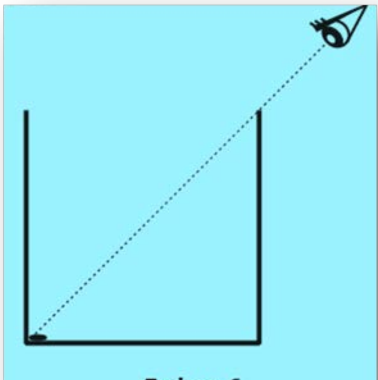
C2. Σε γραμμικό ελαστικό μέσο (1) δημιουργείται στάσιμο κύμα έτσι ώστε το ένα άκρο του μέσου να είναι δεσμός και το άλλο άκρο να είναι κοιλία. Μεταξύ των δύο άκρων υπάρχουν άλλοι 5 δεσμοί. Σε ένα δεύτερο ελαστικό μέσο (2) από το ίδιο υλικό αλλά με διπλάσιο μήκος από το πρώτο, δημιουργείται άλλο στάσιμο κύμα, έτσι ώστε και τα δύο άκρα του δεύτερου μέσου να είναι δεσμοί. Μεταξύ των δύο άκρων του δεύτερου μέσου υπάρχουν άλλοι οκτώ δεσμοί. Ο λόγος των συχνοτήτων ταλάντωσης των δύο μέσων είναι

i) $\frac{f_1}{f_2}=\frac{11}{9}$ **ii)** $\frac{f_1}{f_2}=\frac{2}{3}$ **iii)** $\frac{f_1}{f_2}=\frac{9}{11}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

Μονάδες 8

Στο άκρο ενός δοχείου **κυβικού** σχήματος τοποθετείται μικρό νόμισμα αμελητέων διαστάσεων. Ένας παρατηρητή βλέπει "οριακά" το νόμισμα από τη θέση που βρίσκεται έξω από το δοχείο, όπως απεικονίζεται στο **Σχήμα 6**. Στη συνέχεια, γεμίζουμε το δοχείο με υγρό **μέχρι το μέσο του**, οπότε ο παρατηρητής βλέπει πάλι "οριακά", χωρίς να αλλάξει τη θέση του ματιού του, το νόμισμα μετατοπισμένο κατά απόσταση ίση με το 1/4 του μήκους της βάσης του δοχείου.


Σχήμα 6

Το τετράγωνο του δείκτη διάθλασης του υγρού που προστέθηκε στο δοχείο είναι

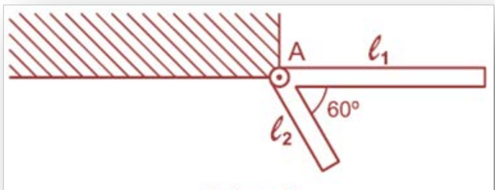
i) $n^2=\frac{13}{8}$ **ii)** $n^2=\frac{5}{2}$ **iii)** $n^2=2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδες 2)
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 7)

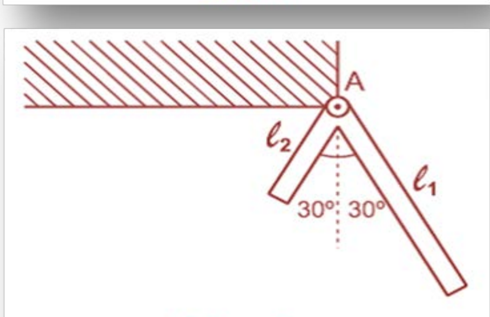
Μονάδες 9

Θέμα Γ

Δύο ράβδοι είναι συνδεδεμένες στο άκρο τους Α και σχηματίζουν σταθερή γωνία 60° μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 7**. Οι ράβδοι είναι διαφορετικές μεταξύ τους, αλλά κάθε μία είναι ομογενής. Το σύστημα των δύο ράβδων μπορεί να περιστρέφεται γύρω από άρθρωση, που είναι στερεωμένη σε τοίχο, στο άκρο Α, χωρίς τριβές. Το σύστημα αφήνεται να περιστραφεί υπό την επίδραση της βαρύτητας από τη θέση του **Σχήματος 7**, όπου η ράβδος ℓ_1 είναι οριζόντια, με αρχική ταχύτητα μηδέν.



Σχήμα 7



Σχήμα 8

Δίνεται ότι τα μήκη των δύο ράβδων είναι ℓ_1 = 4m και ℓ_2 = 2m, ενώ η μάζα της ράβδου ℓ_2 είναι m_2 = 10kg.

Γ1. Να υπολογίσετε τη μάζα m_1 της ράβδου μήκους ℓ_1, εάν το σύστημα αποκτά τη μέγιστη γωνιακή ταχύτητα τη χρονική στιγμή που οι δύο ράβδοι σχηματίζουν ίσες γωνίες με την κατακόρυφο, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 8**.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε τη μάζα m_1 της ράβδου μήκους ℓ_1, εάν το σύστημα σταματά στιγμιαία, όταν η ράβδος μήκους ℓ_1 φτάνει στην κατακόρυφη θέση που φαίνεται στο **Σχήμα 9**.

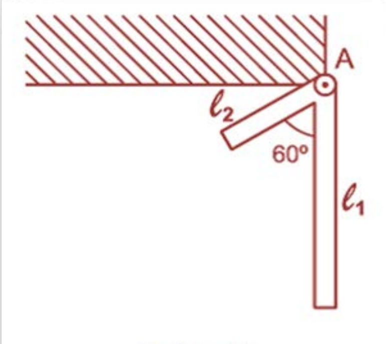
Μονάδες 7

Γ3. Να υπολογίσετε τη γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος των δύο ράβδων του ερωτήματος Γ2 στη θέση που απεικονίζεται στο **Σχήμα 9**.

Μονάδες 7

Γ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της ράβδου μήκους ℓ_2 του ερωτήματος Γ2 στη θέση που απεικονίζεται στο **Σχήμα 9**.

Μονάδες 6



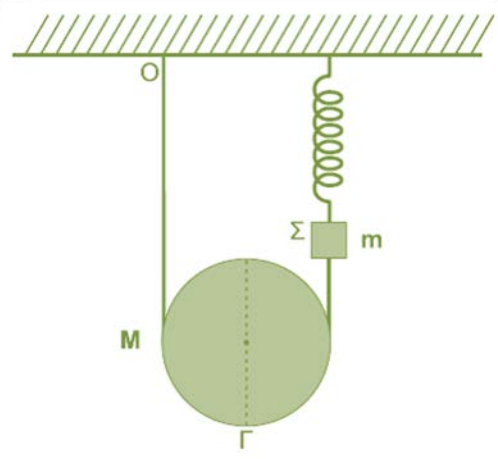
Σχήμα 9

Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$, η ροπή αδρανείας ράβδου μήκους ℓ και μάζας m που περιστρέφεται γύρω από το άκρο της Α, $I_A=\frac{1}{3}m\ell^2$, και ότι $\sqrt{3}=1{,}7$ (προσεγγιστικά).

Θέμα Δ

Ομογενής τροχαλία ισορροπεί έχοντας το νήμα τυλιγμένο γύρω της πολλές φορές. Η μία άκρη του νήματος είναι στερεωμένη στην οροφή Ο και η άλλη στο σώμα Σ, το οποίο ισορροπεί κρεμασμένο από κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς Κ=40N/m, που είναι στερεωμένο στην οροφή, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 10**.

Η μάζα της τροχαλίας είναι M=1,6kg, η ακτίνα της R=0,2m. Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας, ως προς άξονα που είναι κάθετος στο επίπεδό της και ο οποίος διέρχεται από το κέντρο μάζας, της δίνεται από τη σχέση $I=\frac{1}{2}MR^2$.



Σχήμα 10

Το σώμα Σ θεωρείται σημειακό αντικείμενο μάζας m=1,44kg. Το νήμα και το ελατήριο έχουν αμελητέες μάζες.

Δ1. Να υπολογίσετε τη δύναμη που ασκεί το ελατήριο στο σώμα Σ.

Μονάδες 6

Κάποια χρονική στιγμή κόβουμε το νήμα που συνδέει την τροχαλία με το σώμα Σ, και το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Τη χρονική στιγμή που μηδενίζεται η στιγμιαία ταχύτητα του σώματος Σ, για πρώτη φορά, το κέντρο μάζας της τροχαλίας έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα κατά απόσταση h. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας.

Δ2. Να υπολογίσετε την κατακόρυφη μετατόπιση h της τροχαλίας .

Μονάδες 7

Δ3. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος Σ σε συνάρτηση με το χρόνο, θεωρώντας ότι η τιμή t=0s αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή που κόπηκε το νήμα και ότι η φορά απομάκρυνσης του σώματος Σ προς τα πάνω είναι θετική.

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του κάτω άκρου Γ της τροχαλίας, όταν το κέντρο μάζας της τροχαλίας έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα κατά απόσταση h.

Μονάδες 5

Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$, $\pi=\sqrt{10}$ και $\pi^2=10$ (προσεγγιστικά).

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΔΕΥΤΕΡΑ 15 ΙΟΥΝΙΟΥ 2015
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1 - α
Α2 - α
Α3 - α
Α4 - γ
Α5 α - Λάθος, β - Σωστό, γ - Λάθος, δ - Λάθος, ε - Σωστό.

ΘΕΜΑ Β

Β1.α. Σωστό το i.

β. Για τις ταχύτητες των σωμάτων έχουμε: Από το διάγραμμα του σχήματος 4 και για την **m_1**:

Πριν την κρούση: $\upsilon_1 = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{8-0}{4-0} = 2\ \dfrac{m}{s}$.

Μετά την κρούση: $\upsilon_1' = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{0-8}{12-4} = -1\ \dfrac{m}{s}$.

Από το διάγραμμα του σχήματος 5 και για την **m_2**:

Πριν την κρούση: επειδή x=σταθ=> $\upsilon_2 = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = 0$

Μετά την κρούση: $\upsilon_2' = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{16-8}{12-4} = \dfrac{8}{8} = 1\ \dfrac{m}{s}$

Αφού μετά την κρούση είναι $\upsilon_1 \neq \upsilon_2$ η κρούση δεν είναι πλαστική.
Από την διατήρηση της ορμής του συστήματος κατά την κρούση έχουμε:

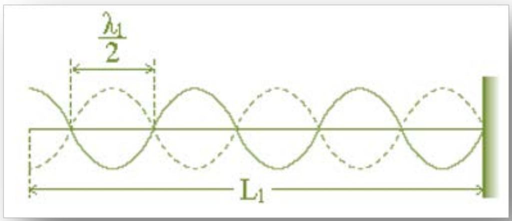
$$\text{ΑΔΟ}: m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2 = m_1\upsilon_1' + m_2\upsilon_2' \rightarrow m_2 = m_1\frac{(\upsilon_1 - \upsilon_1')}{(\upsilon_2' - \upsilon_2)} m_1 = 1\frac{2+1}{1} = 3\ kg$$

$$\left(\begin{array}{l} K = K_1 + K_2 = \dfrac{p_1^2}{2m_1} + \dfrac{p_2^2}{2m_2} = \dfrac{4}{2} + 0 = 2\ J \\ \\ K' = K_1' + K_2' = \dfrac{p_1'^2}{2m_1} + \dfrac{p_2'^2}{2m_2} = \dfrac{1}{2} + \dfrac{9}{6} = 2\ J \end{array} \right) \rightarrow K = K' \rightarrow \boxed{i}$$

Αφού **$K_{πριν} = K_{μετά}$** η κρούση είναι ελαστική.

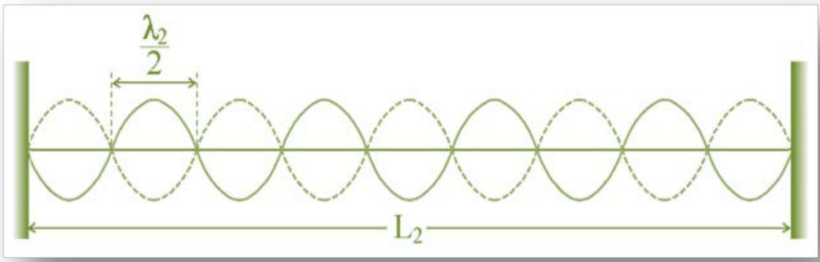
Β2.α. Σωστό το i.

β. Για το στάσιμο κύμα γνωρίζουμε ότι η απόσταση δύο διαδοχικώνδεσμών είναι λ/2και η απόσταση δεσμού και διπλανής κοιλίας είναι λ/4.
Για το γραμμικό ελαστικό μέσο (1) μήκους L_1δόθηκε ότι εκτός από το ένα ακλόνητο άκρο όπου έχουμε δεσμό, έχουμε και άλλους 5 δεσμούς. Όπως φαίνεται από το διπλανό σχήμα. ισχύει:



$$L_1 = \ell = 5\frac{\lambda_1}{2} + \frac{\lambda_1}{4} = \frac{11}{4}\lambda_1 = \frac{11}{4}\frac{\upsilon}{f_1} \rightarrow f_1 = \frac{11}{4}\frac{\upsilon}{\ell}\ (1)$$

Για το γραμμικό ελαστικό μέσο (2) μήκους L_2, δόθηκε ότι εκτός από τα δύο ακλόνητα άκρα όπου έχουμε δεσμούς, έχουμε και άλλους 8 δεσμούς. Όπως φαίνεται από το παρακάτω σχήμα ισχύει:



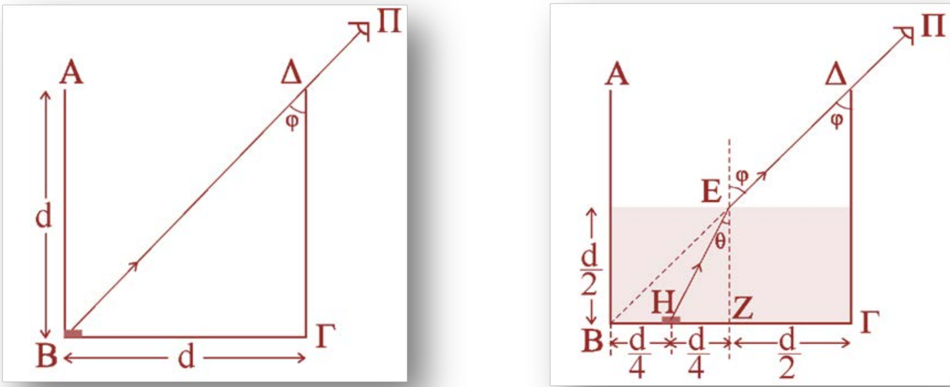
$$L_2 = 2\ell = 18\frac{\lambda_2}{4} = \frac{9}{2}\frac{\upsilon}{f_2} \rightarrow f_2 = \frac{9}{4}\frac{\upsilon}{\ell} \quad (2)$$

Επειδή τα γραμμικά μέσα είναι από το ίδιο υλικό, έχουμε την ίδια ταχύτητα διάδοσης. Διαιρώντας κατά μέλη τις σχέσεις (1) και (2)

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{11}{4}\frac{\upsilon}{\ell}}{\frac{9}{4}\frac{\upsilon}{\ell}} = \frac{11}{9}$$: Σωστή επομένως η i.

Β3.α. Σωστό το ii.

β. Έστω d το μήκος των ακμών του κυβικού δοχείου και Π η σταθερή θέση του παρατηρητή.



Από το σχήμα όταν το δοχείο είναι άδειο έχουμε:

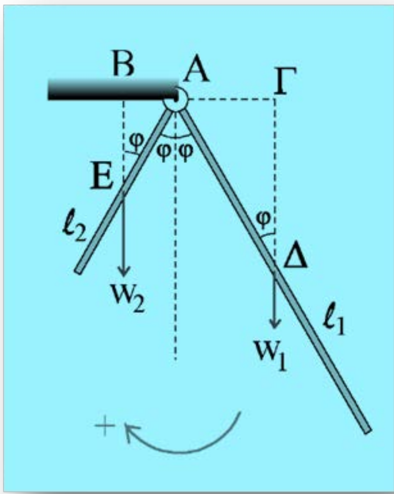
$$\varepsilon\varphi\varphi = \frac{d}{d} = 1$$

Όταν γεμίσουμε το δοχείο και <u>μετατοπίσουμε</u> το κέρμα κατά d/4έχουμε:

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{\frac{d}{4}}{\frac{d}{2}} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$$

$$\left\{\begin{array}{l}\left(\begin{array}{l} n\cdot \eta\mu\theta = 1\cdot\eta\mu\varphi \\ \eta\mu^2\phi = \dfrac{\varepsilon\varphi^2\phi}{1+\varepsilon\varphi^2\phi}\end{array}\right) \to n^2 = \dfrac{\eta\mu^2\varphi}{\eta\mu^2\theta} = \dfrac{\dfrac{\varepsilon\varphi^2\varphi}{1+\varepsilon\varphi^2\varphi}}{\dfrac{\varepsilon\varphi^2\theta}{1+\varepsilon\varphi^2\theta}} \\ \varepsilon\varphi\varphi = \dfrac{d}{d}=1,\ \varepsilon\varphi\theta = \dfrac{\frac{d}{4}}{\frac{d}{2}} = \dfrac{\frac14}{\frac12}=\dfrac12\end{array}\right\} \to n^2 = \dfrac{\frac{1}{1+1}}{\dfrac{\frac14}{1+\frac14}} = \dfrac{\frac12}{\frac15} = \dfrac52 \to \boxed{ii}$$

ΘΕΜΑ Γ



Γ1. Οι ροπές των βαρών των δύο ράβδων προκαλούν την περιστροφή περί το Α. Αφού στη δοσμένη θέση επιτυγχάνεται η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα σημαίνει στο σημείο αυτό η συνολική ροπή μηδενίζεται και αμέσως μετά επιβραδύνεται. Άρα στη θέση αυτή οι ροπές των δύο βαρών ως προς Α γίνονται ίσες (κατά μέτρο). Έτσι:$\Sigma\tau_{(A)} = 0$ $\quad w_1 \cdot (AO - w_2 \cdot (BA) = 0$

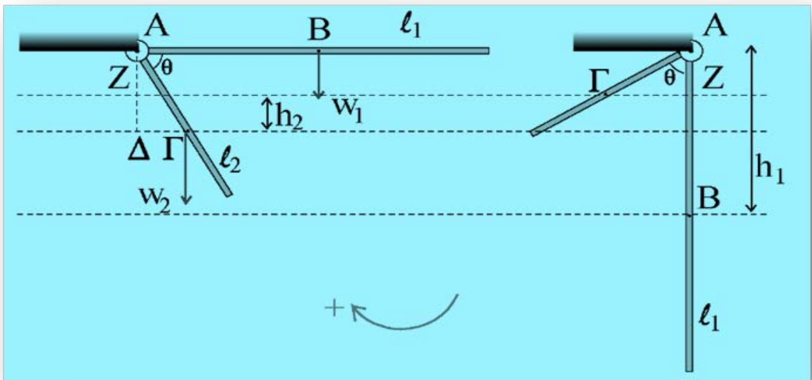
$$m_1 g\frac{\ell_1}{2}\eta\mu 30^\circ = m_2 g\frac{\ell_2}{2}\eta\mu 30^\circ \to \boxed{m_1 = m_2\frac{\ell_2}{\ell_1} = 5\ kg}$$

Γ2. Το κέντρο μάζας Β της ράβδου ℓ_1 κατέβηκε κατά $h_1 = \ell_1/2 =$ 2 m, ενώ το κέντρο μάζας Γ της ράβδου ℓ_2 ανέβηκε κατά => $h_2 = 0{,}35$ m. Αφού σταματά στιγμιαία, σημαίνει ότι η μείωση της δυναμικής ενέργειας της ράβδου1 θα εμφανιστεί ως αύξηση της δυναμικής ενέργειας της ράβδου2 εφόσον δεν υπάρχουν τριβές. Η μείωση της δυναμικής ενέργειας της πρώτης από την αρχική της θέση είναι: $\Delta U_1 = m_1 g\frac{\ell_1}{2}$.

Η αύξηση της 2 είναι: $|\Delta U_2| = \left|m_2 g\frac{\ell_2}{2}\sigma\upsilon\nu 30^\circ - m_2 g\frac{\ell_2}{2}\sigma\upsilon\nu 60^\circ\right| = m_2 g\frac{\ell_2}{2}\frac{\sqrt{3}-1}{2}$

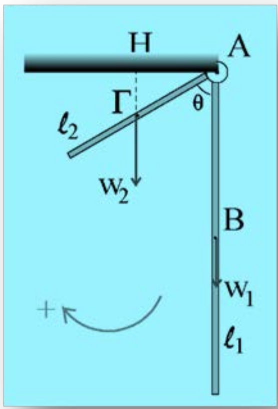
Από ΑΔΜΕ έχουμε:

$$\left(\begin{array}{l}\Delta U_1 = m_1 g\dfrac{\ell_1}{2} \\ |\Delta U_2| = m_2 g\dfrac{\ell_2}{2}\dfrac{\sqrt{3}-1}{2}\end{array}\right) \to m_1 g\frac{\ell_1}{2} = m_2 g\frac{\ell_2}{2}\frac{\sqrt{3}-1}{2} \to \boxed{m_1 = m_2\frac{\ell_2}{\ell_1}\frac{\sqrt{3}-1}{2} = 1{,}75\ kg}$$



Γ3. Η ροπή αδράνειας του συστήματος των δύο ράβδων είναι:

$$I_1 + I_2 = \tfrac{1}{3}\left(m_1\ell_1^2 + m_2\ell_2^2\right) = \frac{68}{3} Kg \cdot m^2$$

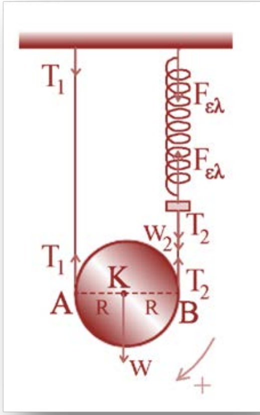


Από τον θεμελιώδη νόμο για την στροφική κίνηση έχουμε:
$\Sigma\tau_{(A)} = I_{ολ} \cdot \alpha_{γων}$ =>

$$a_{γων} = \frac{\sum \tau_A}{I_1 + I_2} = \frac{m_2 g \frac{\ell_2}{2} ημ60^\circ}{\frac{1}{3}\left(m_1\ell_1^2 + m_2\ell_2^2\right)} = \frac{-10 \cdot 10 \cdot \frac{2}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{68}{3}} = -3,75 \ \frac{rad}{s^2}$$

Γ4. Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου ℓ_2 στην ίδια θέση είναι: $\frac{dL_2}{dt} = I_2 a_\gamma = \frac{1}{3} m_2 \ell_2^2 a_\gamma = \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 2^2 \cdot (-3,75) = -50 \ kg \frac{m^2}{s^2} = -50 \ Nm$

ΘΕΜΑ Δ

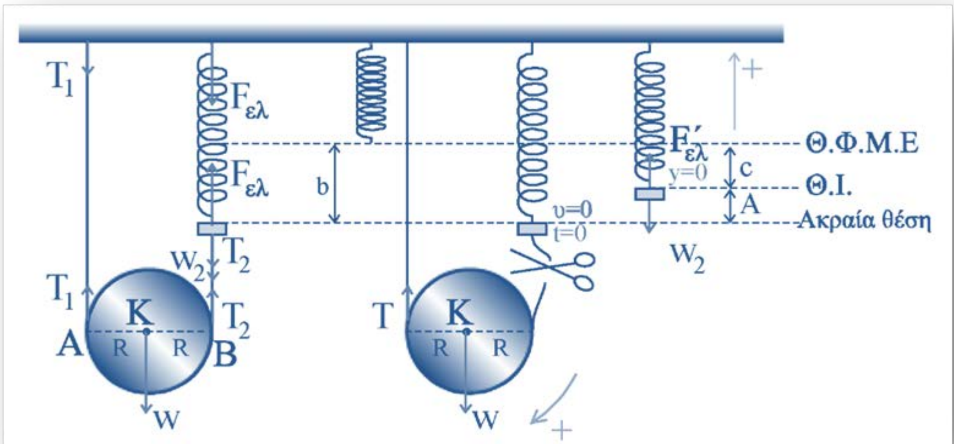


Δ1. Από ισορροπία, , της τροχαλίας έχουμε:

$$\begin{pmatrix} T_1 + T_2 = Mg \\ T_1 R = T_2 R \end{pmatrix} \rightarrow T_1 = T_2 = \tfrac{1}{2} Mg = 8 \ N$$

Από ισορροπία σώματος έχουμε: $F_{ελ} = mg + T_2 = mg + \frac{1}{2}Mg = 22,4 \ N$

Δ2. Μετά την κοπή του νήματος η τροχαλία κινείται και το νήμα ξετυλίγεται χωρίς να ολισθαίνει (έπρεπε να δοθεί) οπότε ισχύει:
$υ_{γρ} = ω \cdot R$ (1) $α_{cm} = α_{γρ} = αγων \cdot R$ (2)



Από δυναμική κίνησης τροχαλίας, για την μεταφορική κίνηση της τροχαλίας και για την στροφική κίνηση της τροχαλίας έχουμε:

$$\begin{pmatrix} Mg - T = Ma_{cm} \\ TR = \frac{1}{2} MR^2 \frac{a_{cm}}{R} \end{pmatrix} \rightarrow a_{cm} = \tfrac{2}{3} g = \frac{20}{3} m/s^2.$$

Τη χρονική στιγμή t = 0 που κόβουμε το νήμα το σώμα m ξεκινάει την ταλάντωσή του με υ = 0, δηλαδή από την κάτω ακραία θέση (y = -A).

Η ταχύτητα του σώματος Σ μηδενίζεται για πρώτη φορά στην επάνω ακραία θέση, δηλαδή τη χρονική στιγμή: D = k = m · ω² => $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{5}{3}\pi \ \frac{rad}{s} \rightarrow t = \frac{1}{2}T = \frac{1}{2}\frac{2\pi}{\omega} = \frac{3}{5} = 0,6\ s$

Η κίνηση του κέντρου μάζας είναι ομαλά επιταχυνόμενη και άρα:

$h = \frac{1}{2}a_{cm}t^2 = \frac{1}{2}\frac{2}{3}gt^2 = \frac{1}{3}gt^2 = 1,2\ m$

Δ3. Την $t = 0$ βρίσκεται ακίνητο στη θέση $x = -\mathrm{A} = -0,2\ m$ κάτω από τη θέση ισορροπίας.

Τη χρονική στιγμή που κόβουμε το νήμα η παραμόρφωση του ελατηρίου

είναι: $F_{\varepsilon\lambda} = \mathrm{K}\Delta\ell = \mathrm{K}d \Rightarrow d = \frac{F_{\varepsilon\lambda}}{K} = \frac{22,4}{40} = 0,56m$

Στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του σώματος Σ ισχύει η

σχέση: $\Sigma F = 0 \Rightarrow mg = K\Delta\ell \ = Kc \Rightarrow c = \frac{mg}{k} = 0,36m$

Από το σχήμα το πλάτος της ταλάντωσης είναι: $\mathrm{A} = b - c = \frac{22,4}{40} - \frac{14,4}{40} = \frac{8}{40} = 0,2m$

D = k = m · ω² => $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{5}{3}\pi \ \frac{rad}{s}$

$$\left.\begin{array}{l} x = A\eta\mu(\omega t + \phi) = 0,2\eta\mu\left(\frac{5}{3}\pi t + \varphi_o\right),\ (SI) \\ \text{και } x = -A \end{array}\right\} \Rightarrow -A = 0,2\eta\mu\left(\frac{5}{3}\pi t + \varphi_o\right) \Rightarrow -0,2 = 0,2\eta\mu\left(\frac{5}{3}\pi t + \varphi_o\right)$$

$\Rightarrow \varphi_o = \pi/2$ (1) ή $\varphi_o = 3\pi/2$ (2) δεκτή η (2)

Άρα η εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης είναι: $x = A\eta\mu(\omega t + \phi) = 0,2\eta\mu\left(\frac{5}{3}\pi t + 3\pi/2\right)$

Δ4. Τη χρονική στιγμή t_1 = 0,6 s το κέντρο μάζας Κ της τροχαλίας έχει ταχύτητα μέτρου:

Η ταχύτητα του κέντρου μάζας μετά από t είναι: $\upsilon_{cm} = a_{cm}t = 4\ \frac{m}{s}$. Το Γ έχει δύο ταχύτητες μια κατακόρυφη του κέντρου μάζας και μια εκ περιστροφής ως προς τον άξονά της οριζόντια και προς τα αριστερά με τιμή $\upsilon' = \omega R = \upsilon_{cm}$. Άρα: $\upsilon_\Gamma = \upsilon_{cm}\sqrt{2} = 4\sqrt{2}\ \frac{m}{s}$ με διεύθυνση 45° ως προς το οριζόντιο επίπεδο και προς τα κάτω

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Δ΄ ΤΑΞΗΣ ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΔΕΥΤΕΡΑ 15 ΙΟΥΝΙΟΥ 2015
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

Θέμα 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.*

D1. Στη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων της ίδιας συχνότητας που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο και στην ίδια διεύθυνση, το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης είναι

α. σε κάθε περίπτωση σταθερό
β. σε κάθε περίπτωση ίσο με το άθροισμα του πλάτους των δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων
γ. σε κάθε περίπτωση μηδέν
δ. αρμονική συνάρτηση του χρόνου.

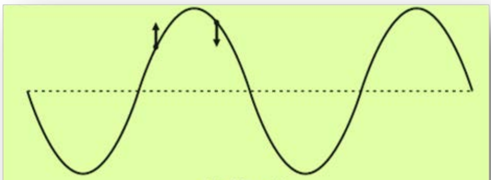
Μονάδες 5

D2. Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος $\frac{\Delta i}{\Delta t}$ σε κύκλωμα αμείωτων ηλεκτρικών ταλαντώσεων L-C είναι μέγιστος, όταν

α. η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου είναι μηδέν
β. η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα είναι μέγιστη
γ. το φορτίο στον πυκνωτή είναι μηδέν
δ. η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή είναι ίση με την ενέργεια του μαγνητικού πεδίου .

Μονάδες 5

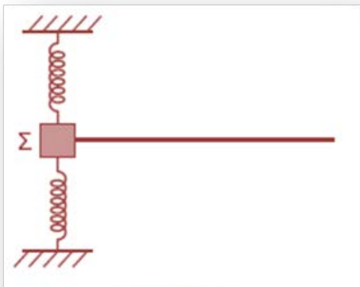
D3. Στο στιγμιότυπο αρμονικού μηχανικού κύματος του **Σχήματος 1**, παριστάνονται οι ταχύτητες ταλάντωσης δύο σημείων του.
Το κύμα
α. διαδίδεται προς τα αριστερά
β. διαδίδεται προς τα δεξιά
γ. είναι στάσιμο
δ. μπορεί να διαδίδεται και προς τις δύο κατευθύνσεις (δεξιά ή αριστερά) .


Σχήμα 1

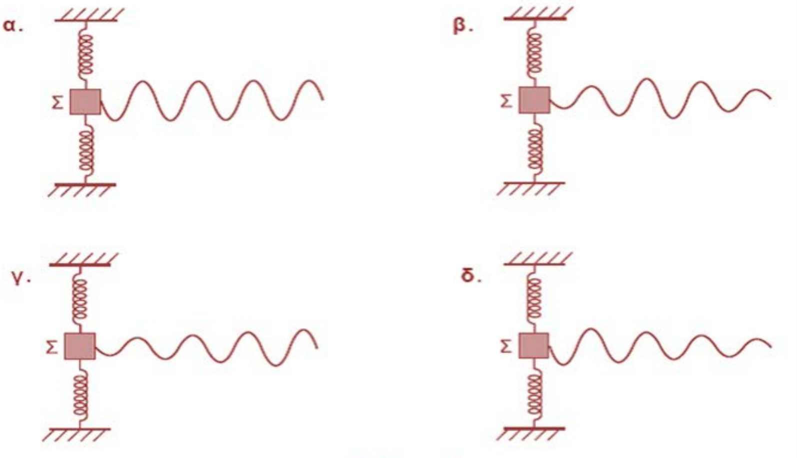
Μονάδες 5

D4. Το **Σχήμα2** παριστάνει σώμα Σ συνδεδεμένο με δύο ελατήρια και εκτελεί φθίνουσα αρμονική ταλάντωση. Το σύστημα είναι τοποθετημένο σε οριζόντιο επίπεδο. Επιπλέον, το σώμα Σ είναι συνδεδεμένο με οριζόντια ελαστική χορδή κατά μήκος της οποίας **διαδίδεται** μηχανικό κύμα με πηγή το σώμα Σ .

Να επιλέξετε τη σωστή εκδοχή του **Σχήματος 3** (**α-δ**) που περιγράφει το στιγμιότυπο του κύματος που διαδίδεται στη χορδή:



Σχήμα 2



Σχήμα 3

Μονάδες 5

D5. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιο 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. Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση που βρίσκεται σε συντονισμό, το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται, όταν διπλασιαστεί η συχνότητα του διεγέρτη.

β. Η πηγή έχει τη μεγαλύτερη φάση από τη φάση όλων των σημείων ενός αρμονικού κύματος.

γ. Στην επιφάνεια υγρού δύο σύμφωνες πηγές Π1 και Π2 εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση, οπότε στα σημεία του υγρού συμβάλλουν αρμονικά κύματα. Τα σημεία της μεσοκαθέτου του ευθύγραμμου τμήματος Π1Π2 παραμένουν συνεχώς ακίνητα.

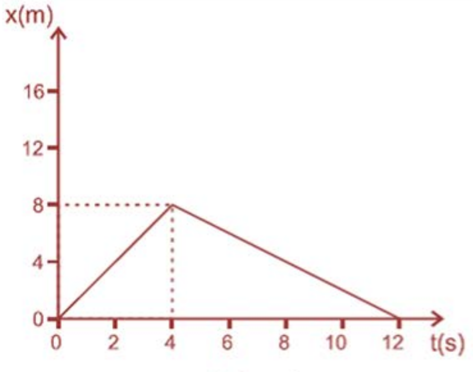
δ. Τα διανύσματα των εντάσεων του ηλεκτρικού πεδίου και του μαγνητικού πεδίου ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι παράλληλα.

ε. Κυλινδρικό σώμα κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο. Η ταχύτητα του σημείου επαφής του κυλίνδρου με το επίπεδο είναι ίση με την ταχύτητα υ_{cm} του κέντρου μάζας του.

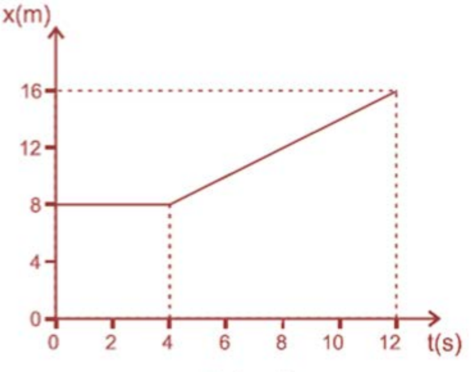
Μονάδες 5

Θέμα Β

Ε1. Δύο σώματα αμελητέων διαστάσεων με μάζες m_1 και m_2 συγκρούονται κεντρικά σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Η θέση x κάθε σώματος στην ευθεία γραμμή, που τα ενώνει, μετριέται από κοινή αρχή. Η γραφική παράσταση της θέσης του σώματος m_1 φαίνεται στο **Σχήμα 4** και του σώματος m_2 στο **Σχήμα 5**. Δίνεται ότι m_1=1kg και ότι η διάρκεια της επαφής των δύο σωμάτων κατά την κεντρική κρούση είναι αμελητέα.



Σχήμα 4



Σχήμα 5

Η κρούση των δύο σωμάτων είναι

i) ελαστική **ii)** ανελαστική **iii)** πλαστική

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

Μονάδες 8

Β2. Οι φάσεις δύο σημείων Α, Β ενός ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται αρμονικό κύμα είναι $\boldsymbol{\varphi_A=\pi/6}$ και $\boldsymbol{\varphi_B=\pi/3}$ αντίστοιχα. Ο λόγος $\boldsymbol{E_A/E_B}$ των δυναμικών ενεργειών ταλάντωσης των σημείων Α, Β είναι

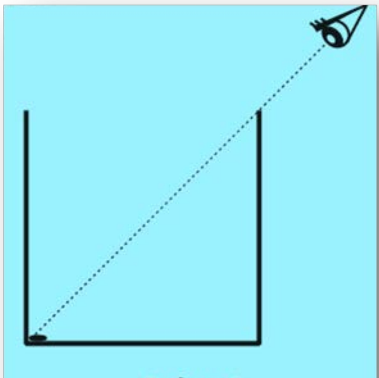
i) $\frac{1}{3}$ ii) 3 iii) $\frac{1}{2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 6)

Μονάδες 8

Β3. Στο άκρο ενός δοχείου **κυβικού** σχήματος τοποθετείται μικρό νόμισμα αμελητέων διαστάσεων. Ένας παρατηρητή βλέπει "οριακά" το νόμισμα από τη θέση που βρίσκεται έξω από το δοχείο, όπως απεικονίζεται στο **Σχήμα 6**. Στη συνέχεια, γεμίζουμε το δοχείο με υγρό **μέχρι το μέσο του**, οπότε ο παρατηρητής βλέπει πάλι "οριακά", χωρίς να αλλάξει τη θέση του ματιού του, το νόμισμα μετατοπισμένο κατά απόσταση ίση με το 1/4 του μήκους της βάσης του δοχείου.


Σχήμα 6

Το τετράγωνο του δείκτη διάθλασης του υγρού που προστέθηκε στο δοχείο είναι

i) $n^2=\frac{13}{8}$ **ii)** $n^2=\frac{5}{2}$ **iii)** $n^2=2$

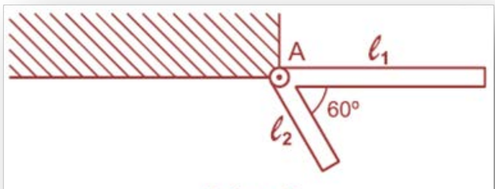
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας (Μονάδες 7)

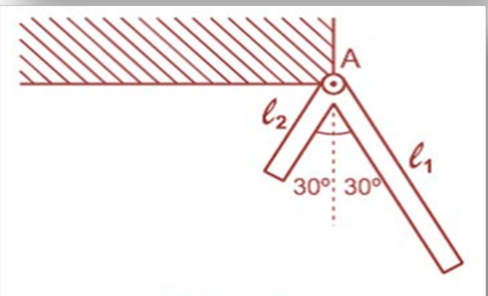
Μονάδες 9

Θέμα Γ

Δύο ράβδοι είναι συνδεδεμένες στο άκρο τους Α και σχηματίζουν σταθερή γωνία 60^o μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 7**. Οι ράβδοι είναι διαφορετικές μεταξύ τους, αλλά κάθε μία είναι ομογενής. Το σύστημα των δύο ράβδων μπορεί να περιστρέφεται γύρω από άρθρωση, που είναι στερεωμένη σε τοίχο, στο άκρο Α, χωρίς τριβές. Το σύστημα αφήνεται να περιστραφεί υπό την επίδραση της βαρύτητας από τη θέση του **Σχήματος 7**, όπου η ράβδος ℓ_1 είναι οριζόντια, με αρχική ταχύτητα μηδέν.



Σχήμα 7



Σχήμα 8

Δίνεται ότι τα μήκη των δύο ράβδων είναι $\ell_1 = 4m$ και $\ell_2 = 2m$, ενώ η μάζα της ράβδου ℓ_2 είναι $m_2 = 10kg$.

Γ1. Να υπολογίσετε τη μάζα m_1 της ράβδου μήκους ℓ_1, εάν το σύστημα αποκτά τη μέγιστη γωνιακή ταχύτητα τη χρονική στιγμή που οι δύο ράβδοι σχηματίζουν ίσες γωνίες με την κατακόρυφο, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 8**.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε τη μάζα m_1 της ράβδου μήκους ℓ_1, εάν το σύστημα σταματά στιγμιαία, όταν η ράβδος μήκους ℓ_1 φτάνει στην κατακόρυφη θέση που φαίνεται στο **Σχήμα 9**.

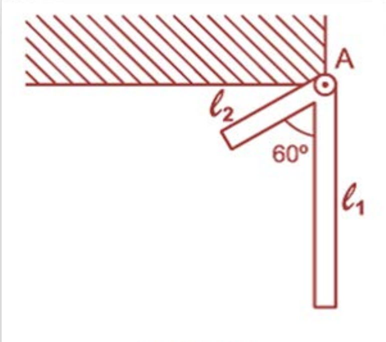
Μονάδες 7

Γ3. Να υπολογίσετε τη γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος των δύο ράβδων του ερωτήματος Γ2 στη θέση που απεικονίζεται στο **Σχήμα 9**.

Μονάδες 7

Γ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της ράβδου μήκους ℓ_2 του ερωτήματος Γ2 στη θέση που απεικονίζεται στο **Σχήμα 9**.

Μονάδες 6



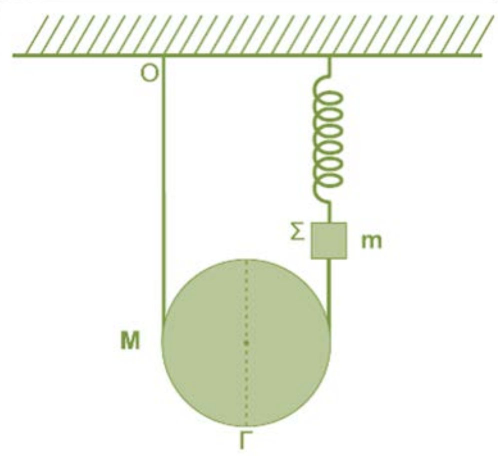
Σχήμα 9

Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$, η ροπή αδρανείας ράβδου μήκους ℓ και μάζας m που περιστρέφεται γύρω από το άκρο της A, $I_A = \frac{1}{3}m\ell^2$, και ότι $\sqrt{3}=1{,}7$ (προσεγγιστικά).

Θέμα Δ

Ομογενής τροχαλία ισορροπεί έχοντας το νήμα τυλιγμένο γύρω της πολλές φορές. Η μία άκρη του νήματος είναι στερεωμένη στην οροφή Ο και η άλλη στο σώμα Σ, το οποίο ισορροπεί κρεμασμένο από κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς Κ=40N/m, που είναι στερεωμένο στην οροφή, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 10**.

Η μάζα της τροχαλίας είναι Μ=1,6kg, η ακτίνα της R=0,2m. Η ροπή αδράνειας της τροχαλίας, ως προς άξονα που είναι κάθετος στο επίπεδό της και ο οποίος διέρχεται από το κέντρο μάζας, της δίνεται από τη σχέση $I = \frac{1}{2}MR^2$.



Σχήμα 10

Το σώμα Σ θεωρείται σημειακό αντικείμενο μάζας m=1,44kg. Το νήμα και το ελατήριο έχουν αμελητέες μάζες.

Δ1. Να υπολογίσετε τη δύναμη που ασκεί το ελατήριο στο σώμα Σ.

Μονάδες 6

Κάποια χρονική στιγμή κόβουμε το νήμα που συνδέει την τροχαλία με το σώμα Σ, και το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Τη χρονική στιγμή που μηδενίζεται η στιγμιαία ταχύτητα του σώματος Σ, για πρώτη φορά, το κέντρο μάζας της τροχαλίας έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα κατά απόσταση h. Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα και το νήμα δεν ολισθαίνει στο αυλάκι της τροχαλίας.

Δ2. Να υπολογίσετε την κατακόρυφη μετατόπιση h της τροχαλίας .

Μονάδες 7

Δ3. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος Σ σε συνάρτηση με το χρόνο, θεωρώντας ότι η τιμή t=0s αντιστοιχεί στη χρονική στιγμή που κόπηκε το νήμα και ότι η φορά απομάκρυνσης του σώματος Σ προς τα πάνω είναι θετική.

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας του κάτω άκρου Γ της τροχαλίας, όταν το κέντρο μάζας της τροχαλίας έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα κατά απόσταση h.

Μονάδες 5

Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10m/s^2$, $\pi=\sqrt{10}$ και $\pi^2=10$ (προσεγγιστικά).

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Δ ΤΑΞΗΣ ΕΣΠΕΡΙΝΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΔΕΥΤΕΡΑ 15 ΙΟΥΝΙΟΥ 2015
ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1 - α
Α2 - α
Α3 - α
Α4 - γ
Α5 α - Λάθος, β - Σωστό, γ - Λάθος, δ - Λάθος, ε - Λάθος.

ΘΕΜΑ Β

Β1.α. Σωστό το i.

β. Για τις ταχύτητες των σωμάτων έχουμε: Από το διάγραμμα του σχήματος 4 και για την **m_1**:

Πριν την κρούση: $\upsilon_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8-0}{4-0} = 2\ \frac{m}{s}$. Μετά την κρούση: $\upsilon_1' = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0-8}{12-4} = -1\ \frac{m}{s}$.

Από το διάγραμμα του σχήματος 5 και για την **m_2**:

Πριν την κρούση: επειδή x=σταθ=> $\upsilon_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0$ Μετά την κρούση: $\upsilon_2' = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{16-8}{12-4} = \frac{8}{8} = 1\ \frac{m}{s}$

Αφού μετά την κρούση είναι $\upsilon_1 \neq \upsilon_2$ η κρούση δεν είναι πλαστική.

Από την διατήρηση της ορμής του συστήματος κατά την κρούση έχουμε:

$$\mathrm{A\Delta O}: m_1\upsilon_1 + m_2\upsilon_2 = m_1\upsilon_1' + m_2\upsilon_2' \rightarrow m_2 = m_1\frac{(\upsilon_1 - \upsilon_1')}{(\upsilon_2' - \upsilon_2)} m_1 = 1\frac{2+1}{1} = 3\ kg$$

$$\left(\begin{aligned} K &= K_1 + K_2 = \frac{p_1^2}{2m_1} + \frac{p_2^2}{2m_2} = \frac{4}{2} + 0 = 2\ J \\ K' &= K_1' + K_2' = \frac{p_1'^2}{2m_1} + \frac{p_2'^2}{2m_2} = \frac{1}{2} + \frac{9}{6} = 2\ J \end{aligned}\right) \rightarrow K = K' \rightarrow \boxed{i}$$

Αφού **$K_{πριν}$ = $K_{μετά}$** η κρούση είναι ελαστική.

Β2.α. Σωστό το i.

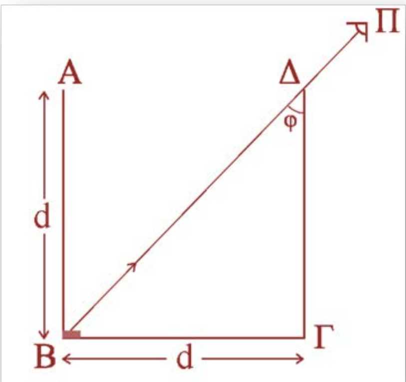
β. Για το σημείο Α ισχύει: $y_A = A\eta\mu\frac{\pi}{6} = \mathrm{A}\eta\mu 30^o = \mathrm{A}\cdot\frac{1}{2} = \frac{\mathrm{A}}{2}$

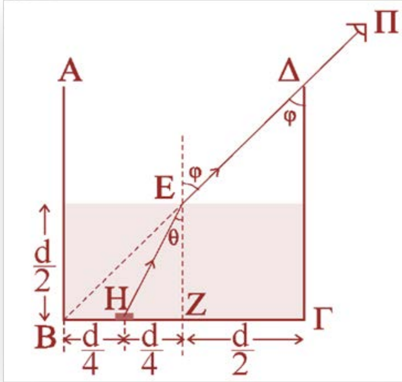
ομοίως **Για το σημείο Β ισχύει:** $y_B = A\eta\mu\frac{\pi}{3} = \mathrm{A}\eta\mu 60^o = \mathrm{A}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\mathrm{A}\sqrt{3}}{2}$

συνεπώς:
$$\left.\begin{aligned} E_A &= \frac{1}{2}Dy_A^2 = \frac{1}{2}D\cdot\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}D\frac{A^2}{4} \\ E_B &= \frac{1}{2}Dy_B^2 = \frac{1}{2}D\cdot\left(\frac{A\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}D\frac{A^2\cdot 3}{4} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{\frac{1}{2}D\frac{A^2}{4}}{\frac{1}{2}D\frac{A^2\cdot 3}{4}} = \frac{1}{3}$$

Β3.α. Σωστό το ii.

β. Έστω d το μήκος των ακμών του κυβικού δοχείου και Π η σταθερή θέση του παρατηρητή.



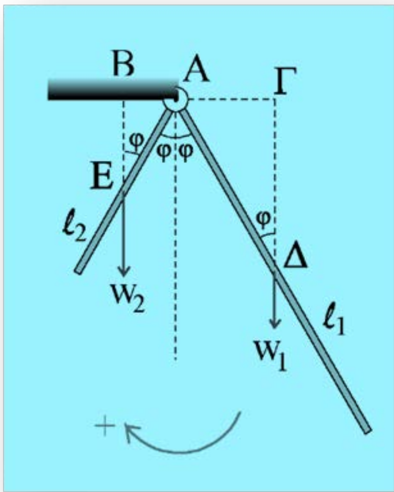


Από το σχήμα όταν το δοχείο είναι άδειο έχουμε: $\varepsilon\varphi\varphi=\dfrac{d}{d}=1$

Όταν γεμίσουμε το δοχείο και <u>μετατοπίσουμε</u> το κέρμα κατά d/4έχουμε: $\varepsilon\varphi\theta=\dfrac{\frac{d}{4}}{\frac{d}{2}}=\dfrac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{2}}=\dfrac{1}{2}$

$$\left\{\begin{array}{l}\left(\begin{array}{l}n\cdot\eta\mu\theta=1\cdot\eta\mu\varphi\\ \eta\mu^2\phi=\dfrac{\varepsilon\varphi^2\phi}{1+\varepsilon\varphi^2\phi}\end{array}\right)\rightarrow n^2=\dfrac{\eta\mu^2\varphi}{\eta\mu^2\theta}=\dfrac{\dfrac{\varepsilon\varphi^2\varphi}{1+\varepsilon\varphi^2\varphi}}{\dfrac{\varepsilon\varphi^2\theta}{1+\varepsilon\varphi^2\theta}}\\ \varepsilon\varphi\varphi=\dfrac{d}{d}=1,\ \varepsilon\varphi\theta=\dfrac{\frac{d}{4}}{\frac{d}{2}}=\dfrac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{2}}=\dfrac{1}{2}\end{array}\right\}\rightarrow n^2=\dfrac{\dfrac{1}{1+1}}{\dfrac{\frac{1}{4}}{1+\frac{1}{4}}}=\dfrac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{5}}=\dfrac{5}{2}\rightarrow\boxed{ii}$$

ΘΕΜΑ Γ



Γ1. Οι ροπές των βαρών των δύο ράβδων προκαλούν την περιστροφή περί το Α. Αφού στη δοσμένη θέση επιτυγχάνεται η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα σημαίνει στο σημείο αυτό η συνολική ροπή μηδενίζεται και αμέσως μετά επιβραδύνεται. Άρα στη θέση αυτή οι ροπές των δύο βαρών ως προς Α γίνονται ίσες (κατά μέτρο). Έτσι:$\Sigma\tau_{(A)}=0$ $w_1\cdot(AO - w_2\cdot(BA)=0$

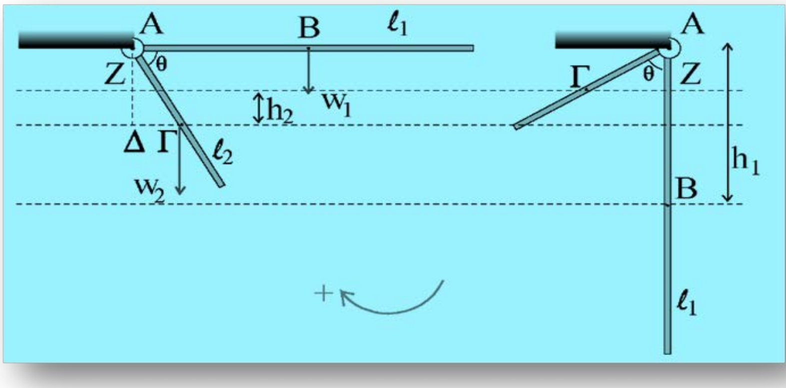
$$m_1 g\frac{\ell_1}{2}\eta\mu 30^\circ=m_2 g\frac{\ell_2}{2}\eta\mu 30^\circ\rightarrow\boxed{m_1=m_2\frac{\ell_2}{\ell_1}=5\ kg}$$

Γ2. Το κέντρο μάζας Β της ράβδου ℓ_1 κατέβηκε κατά $h_1=\ell_1/2=$ 2 m, ενώ το κέντρο μάζας Γ της ράβδου ℓ_2 ανέβηκε κατά => h_2 = 0,35 m. Αφού σταματά στιγμιαία, σημαίνει ότι η μείωση της δυναμικής ενέργειας της ράβδου1 θα εμφανιστεί ως αύξηση της δυναμικής ενέργειας της ράβδου2 εφόσον δεν υπάρχουν τριβές. Η μείωση της δυναμικής ενέργειας της πρώτης από την αρχική της θέση είναι: $\Delta U_1=m_1 g\dfrac{\ell_1}{2}$.

Η αύξηση της 2 είναι: $\left|\Delta U_2\right|=\left|m_2 g\dfrac{\ell_2}{2}\sigma\upsilon\nu 30^\circ-m_2 g\dfrac{\ell_2}{2}\sigma\upsilon\nu 60^\circ\right|=m_2 g\dfrac{\ell_2}{2}\dfrac{\sqrt{3}-1}{2}$

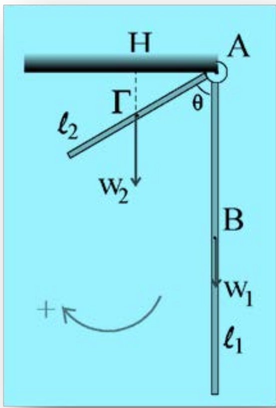
Από ΑΔΜΕ έχουμε:

$$\begin{pmatrix} \Delta U_1 = m_1 g \frac{\ell_1}{2} \\ |\Delta U_2| = m_2 g \frac{\ell_2}{2}\frac{\sqrt{3}-1}{2} \end{pmatrix} \to m_1 g \frac{\ell_1}{2} = m_2 g \frac{\ell_2}{2}\frac{\sqrt{3}-1}{2} \to \boxed{m_1 = m_2 \frac{\ell_2}{\ell_1}\frac{\sqrt{3}-1}{2} = 1{,}75\ kg}$$



Γ3. Η ροπή αδράνειας του συστήματος των δύο ράβδων είναι:

$$I_1 + I_2 = \tfrac{1}{3}\left(m_1\ell_1^2 + m_2\ell_2^2\right) = \frac{68}{3} Kg\cdot m^2$$



Από τον θεμελιώδη νόμο για την στροφική κίνηση έχουμε:

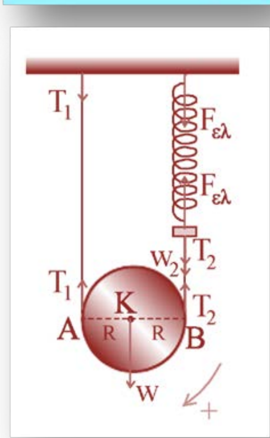
$\Sigma\tau_{(A)} = I_{ολ} \cdot \alpha_{γων} \Rightarrow$

$$a_{γων} = \frac{\sum \tau_A}{I_1 + I_2} = \frac{m_2 g \frac{\ell_2}{2}\eta\mu 60^\circ}{\frac{1}{3}\left(m_1\ell_1^2 + m_2\ell_2^2\right)} = \frac{-10\cdot 10\cdot \frac{2}{2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{68}{3}} = -3{,}75\ \frac{rad}{s^2}$$

Γ4. Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου ℓ_2 στην ίδια θέση

είναι: $\frac{dL_2}{dt} = I_2 a_\gamma = \frac{1}{3}m_2\ell_2^2 a_\gamma = \frac{1}{3}\cdot 10\cdot 2^2\cdot(-3{,}75) = -50\ kg\frac{m^2}{s^2} = -50\ Nm$

ΘΕΜΑ Δ



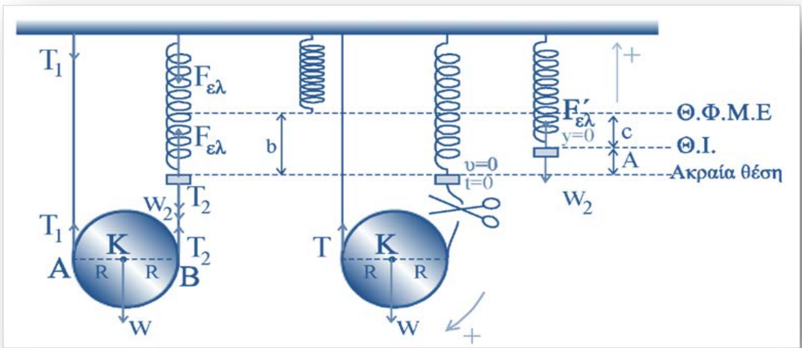
Δ1. Από ισορροπία, , της τροχαλίας έχουμε:

$$\begin{pmatrix} T_1 + T_2 = Mg \\ T_1 R = T_2 R \end{pmatrix} \to T_1 = T_2 = \tfrac{1}{2}Mg = 8\ N$$

Από ισορροπία σώματος έχουμε: $F_{ελ} = mg + T_2 = mg + \frac{1}{2}Mg = 22{,}4\ N$

Δ2. Μετά την κοπή του νήματος η τροχαλία κινείται και το νήμα ξετυλίγεται χωρίς να ολισθαίνει (έπρεπε να δοθεί) οπότε ισχύει:

$\upsilon_{γρ} = \omega \cdot R$ (1) $\alpha_{cm} = \alpha_{γρ} = \alpha_{γων} \cdot R$ (2)



Από δυναμική κίνησης τροχαλίας, για την μεταφορική κίνηση της τροχαλίας και για την στροφική κίνηση της τροχαλίας έχουμε:

$$\begin{pmatrix} Mg - T = Ma_{cm} \\ TR = \tfrac{1}{2}MR^2 \dfrac{a_{cm}}{R} \end{pmatrix} \rightarrow a_{cm} = \tfrac{2}{3}g = \frac{20}{3} m/s^2 .$$

Τη χρονική στιγμή t = 0 που κόβουμε το νήμα το σώμα m ξεκινάει την ταλάντωσή του με υ = 0, δηλαδή από την κάτω ακραία θέση (y = -A).
Η ταχύτητα του σώματος Σ μηδενίζεται για πρώτη φορά στην επάνω ακραία θέση, δηλαδή τη χρονική στιγμή: D = k = m · ω² => $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{5}{3}\pi \ \frac{rad}{s} \rightarrow t = \tfrac{1}{2}T = \tfrac{1}{2}\frac{2\pi}{\omega} = \frac{3}{5} = 0,6\ s$

Η κίνηση του κέντρου μάζας είναι ομαλά επιταχυνόμενη και άρα:
$h = \tfrac{1}{2}a_{cm}t^2 = \tfrac{1}{2}\tfrac{2}{3}gt^2 = \tfrac{1}{3}gt^2 = 1,2\ m$

Δ3. Την $t = 0$ βρίσκεται ακίνητο στη θέση $x = -A = -0,2\ m$ κάτω από τη θέση ισορροπίας.
Τη χρονική στιγμή που κόβουμε το νήμα η παραμόρφωση του ελατηρίου
είναι: $F_{\varepsilon\lambda} = K\Delta\ell = Kd \Rightarrow d = \frac{F_{\varepsilon\lambda}}{K} = \frac{22,4}{40} = 0,56m$
Στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του σώματος Σ ισχύει η
σχέση: $\Sigma F = 0 \Rightarrow mg = K\Delta\ell = Kc \Rightarrow c = \frac{mg}{k} = 0,36m$
Από το σχήμα το πλάτος της ταλάντωσης είναι: $A = b - c = \frac{22,4}{40} - \frac{14,4}{40} = \frac{8}{40} = 0,2m$

D = k = m · ω² => $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{5}{3}\pi \ \frac{rad}{s}$

$$\left.\begin{array}{l} x = A\eta\mu(\omega t + \phi) = 0,2\eta\mu\left(\tfrac{5}{3}\pi t + \varphi_o\right),\ (SI) \\ \text{και } x = -A \end{array}\right\} \Rightarrow -A = 0,2\eta\mu\left(\tfrac{5}{3}\pi t + \varphi_o\right) \Rightarrow -0,2 = 0,2\eta\mu\left(\tfrac{5}{3}\pi t + \varphi_o\right)$$

$\Rightarrow \varphi_o = \pi/2\ (1)$ ή $\varphi_o = 3\pi/2 (2)$ δεκτή η (2)

Άρα η εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης είναι: $x = A\eta\mu(\omega t + \phi) = 0,2\eta\mu\left(\tfrac{5}{3}\pi t + 3\pi/2\right)$

Δ4. Τη χρονική στιγμή t_1 = 0,6 s το κέντρο μάζας Κ της τροχαλίας έχει ταχύτητα μέτρου:
Η ταχύτητα του κέντρου μάζας μετά από t είναι: $\upsilon_{cm} = a_{cm}t = 4\ \frac{m}{s}$. Το Γ έχει δύο ταχύτητες μια κατακόρυφη του κέντρου μάζας και μια εκ περιστροφής ως προς τον άξονά της οριζόντια και προς τα αριστερά με τιμή $\upsilon' = \omega R = \upsilon_{cm}$. Άρα: $\upsilon_\Gamma = \upsilon_{cm}\sqrt{2} = 4\sqrt{2}\ \frac{m}{s}$ με διεύθυνση 45° ως προς το οριζόντιο επίπεδο και προς τα κάτω

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΑΙ
ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ
ΠΕΜΠΤΗ 10 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2015
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ:
ΦΥΣΙΚΗ

ΘΕΜΑ Α

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ημιτελείς προτάσεις **Α1** έως και **Α4** και δίπλα του το γράμμα που αντιστοιχεί στο σωστό συμπλήρωμά της.

Α1. Κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου δημιουργείται στάσιμο κύμα με περισσότερους από δύο δεσμούς. Όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου που ταλαντώνονται

α. έχουν την ίδια ολική ενέργεια
β. έχουν την ίδια μέγιστη ταχύτητα
γ. έχουν κάθε στιγμή την ίδια φορά κίνησης
δ. ακινητοποιούνται στιγμιαία ταυτόχρονα.

Μονάδες 5

Α2. Η γωνιακή επιτάχυνση ενός ομογενούς δίσκου που στρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στο επίπεδό του, είναι ανάλογη

α. με τη ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής
β. με τη μάζα του δίσκου
γ. με την ακτίνα του δίσκου
δ. με τη ροπή που ασκείται στο δίσκο.

Μονάδες 5

Α3. Σφαίρα Α συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα Β μεγαλύτερης μάζας. Η ταχύτητα της σφαίρας Α μετά την κρούση

α. θα είναι ίση με την ταχύτητα που είχε πριν την κρούση
β. θα μηδενισθεί
γ. θα έχει αντίθετη κατεύθυνση από την αρχική
δ. θα είναι ίση με την ταχύτητα που θα αποκτήσει η σφαίρα Β.

Μονάδες 5

Α4. Όταν ένας παρατηρητής απομακρύνεται με σταθερή ταχύτητα από μια ακίνητη πηγή ήχου, κινούμενος στην ευθεία που τον συνδέει με την πηγή, ο ήχος που ακούει έχει συχνότητα

α. ίση με αυτήν της πηγής
β. μικρότερη από αυτήν της πηγής
γ. μεγαλύτερη από αυτήν της πηγής
δ. ίση με τη συχνότητα του ήχου που ακούει, όταν πλησιάζει την πηγή με την ίδια ταχύτητα.

Μονάδες 5

Α5. Να χαρακτηρίσετε, αν το περιεχόμενο των ακόλουθων προτάσεων είναι **Σωστό** ή **Λάθος**, γράφοντας στο τετράδιό σας τη λέξη **Σωστό** ή **Λάθος** δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί στην κάθε πρόταση

α. Όταν μονοχρωματική ακτινοβολία εισέρχεται από τον αέρα στο νερό, η συχνότητά της μειώνεται.

β. Η σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων ίδιας διεύθυνσης, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, με το ίδιο πλάτος αλλά με διαφορετικές συχνότητες, έχει ως αποτέλεσμα απλή αρμονική ταλάντωση.

γ. Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση, για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b, η περίοδος της ταλάντωσης παραμένει σταθερή με τον χρόνο.

δ. Η ολική εσωτερική ανάκλαση μπορεί να συμβεί, όταν το φως μεταβαίνει από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο.

ε. Σε κάθε κρούση η κινητική ενέργεια του συστήματος παραμένει σταθερή.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Κύκλωμα RLC εκτελεί εξαναγκασμένες ηλεκτρικές ταλαντώσεις με διεγέρτη γεννήτρια εναλλασσόμενης τάσης συχνότητας $f_1 = \frac{1}{4\pi\sqrt{LC}}$. Το πλάτος της έντασης του ρεύματος είναι $\mathbf{I_1}$.
Με αφετηρία τη συχνότητα f_1 αυξάνουμε συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη. Στην περίπτωση αυτή το πλάτος της έντασης του ρεύματος θα ξαναπάρει την τιμή $\mathbf{I_1}$

i) καμία φορά
ii) μία φορά
iii) δύο φορές.

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. (μονάδες 2)
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 6)

Μονάδες 8

Β2. Ένα ομογενές σώμα (δακτύλιος ή σφαιρικός φλοιός ή συμπαγής σφαίρα) έχει ροπή αδράνειας ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του, που δίνεται από τη σχέση $\mathbf{I}_{CM} = \alpha mR^2$, όπου m η μάζα του σώματος, R η ακτίνα του και α ένας θετικός αριθμός μικρότερος ή ίσος της μονάδας ($0 < \alpha \leq 1$). Το σώμα κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει. Αν η κινητική ενέργεια του σώματος λόγω μεταφορικής κίνησης προς την ολική κινητική ενέργεια είναι $K_\mu / K_{ολ} = 5/7$,τότε το α έχει την τιμή:

i) $\alpha = 1$
ii) $\alpha = 2/3$
iii) $\alpha = 2/5$.

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. (μονάδες 2)
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 6)

Μονάδες 8

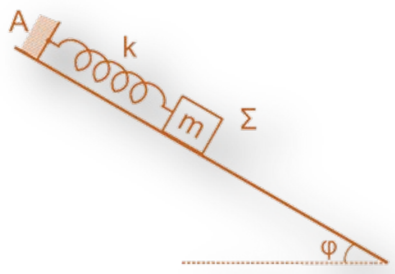
Β3. Το άκρο Ο ενός γραμμικού ομογενούς ελαστικού μέσου, που εκτείνεται κατά τη διεύθυνση του ημιάξονα Οx, αρχίζει τη χρονική στιγμή t = 0 να ταλαντώνεται σύμφωνα με την εξίσωση: $y = 5ημ2\pi t$ (το y σε cm και το t σε s). Η ταλάντωση του σημείου Ο διαδίδεται στο μέσο με ταχύτητα $υ = 1m/s$. Σημείο Β του μέσου απέχει από το Ο κατά x = 1m. Η ταχύτητα του σημείου Β του μέσου τις χρονικές στιγμές $t_1 = 0{,}5s$ και $t_2 = 2s$ έχει τιμές, αντίστοιχα:

i) $υ_1 = -0{,}1\pi m/s$ και $υ_2 = -0{,}1\pi m/s$
ii) $υ_1 = 0$ m/s και $υ_2 = 0{,}1\pi m/s$
iii) $υ_1 = -0{,}1\pi$ m/s και $υ_2 = 0{,}1\pi$ m/s.

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. (μονάδες 2)
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. (μονάδες 7)

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ



Λείο κεκλιμένο επίπεδο έχει γωνία κλίσης $\varphi = 30^o$. Στο ανώτερο σημείο Α του κεκλιμένου επιπέδου στερεώνουμε το άνω άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k = 200N/m, στο άλλο άκρο του οποίου δένουμε σώμα Σ μάζας m = 2kg, που ισορροπεί. Απομακρύνουμε το σώμα προς τα κάτω (προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου) κατά d = 0,1m από τη θέση ισορροπίας, κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου και μετά το αφήνουμε ελεύθερο.

Γ1. Να αποδείξετε ότι το σώμα θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση και να υπολογίσετε τη συχνότητα της ταλάντωσης.

Μονάδες 6

Γ2. Σε ποιες τιμές της απομάκρυνσης του ταλαντωτή ο λόγος της κινητικής ενέργειας Κ του σώματος προς την ολική ενέργεια Ε της ταλάντωσης είναι Κ/Ε = 1/4 ;

Μονάδες 6

Γ3. Να υπολογίσετε τον λόγο του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου $F_{ελ}$ προς το μέτρο της δύναμης επαναφοράς $F_{επ}$ στην ανώτερη θέση της ταλάντωσης του σώματος.

Μονάδες 6

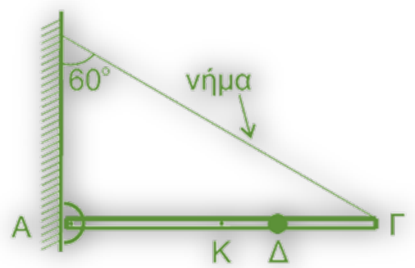
Γ4. Αν τη χρονική στιγμή t = 0 το σώμα περνά από τη θέση ισορροπίας, κινούμενο προς τα επάνω, να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που για πρώτη φορά το σώμα περνά από τη θέση που το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος.
Θεωρήστε θετική φορά απομάκρυνσης την προς τα επάνω.

Μονάδες 7

Δίνεται:
• η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\ m/s^2$ και
• ημ30ο = ημπ/6 = 1/2

ΘΕΜΑ Δ

Ομογενής δοκός ΑΓ με μήκος ℓ = 3mκαι μάζα Μ = 6kg φέρει σώμα μικρών διαστάσεων μάζας m = 3kg στη θέση Δ, για την οποία ισχύει (ΔΓ) = ℓ / 3. Η δοκός στηρίζεται με το άκρο της Α σε κατακόρυφο τοίχο μέσω άρθρωσης. Το άκρο Γ της ράβδου συνδέεται με τον τοίχο με αβαρές νήμα, που σχηματίζει γωνία φ = 60ομε τον κατακόρυφο τοίχο και το σύστημα δοκός – σώμα ισορροπεί σε οριζόντια θέση.



Δ1. Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας του συστήματος δοκός-σώμα, ως προς άξονα που διέρχεται από το άκρο Α και είναι κάθετος στο επίπεδο του.

Μονάδες 5

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος και το μέτρο της δύναμης που δέχεται η δοκός από την άρθρωση.

Μονάδες 6

Κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα και το σύστημα αρχίζει να στρέφεται, χωρίς τριβές, σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από άξονα που διέρχεται από το άκρο Α της ράβδου.

Δ3. Να υπολογίσετε τη γωνιακή επιτάχυνση του συστήματος τη στιγμή που η ράβδος σχηματίζει γωνία θ = 60ομε την αρχική οριζόντια θέση της.

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα υ του σώματος μάζας m τη στιγμή που το σύστημα δοκός-σώμα διέρχεται για πρώτη φορά από την κατακόρυφη θέση.

Μονάδες 7

Δίνεται:
• η ροπή αδράνειας ομογενούς ράβδου μάζας Μ και μήκους ℓ, ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας της και είναι κάθετος στη ράβδο $I_{CM} = M\ell^2/12$
• η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\ m/s^2$ και συν60ο = 1/2, $ημ60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΚΑΙ
ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ
ΠΕΜΠΤΗ 10 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2015
ΦΥΣΙΚΗ
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ
Α2. δ
Α3. γ
Α4. β
Α5. **α.** Λάθος, **β.** Λάθος, **γ.** Σωστό, **δ.** Σωστό, **ε.** Λάθος.

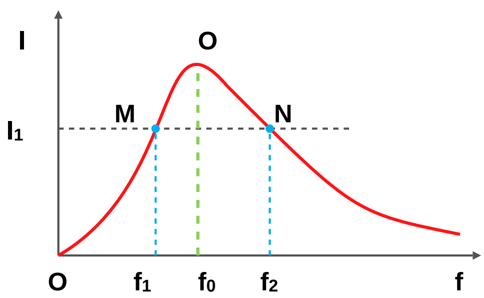
ΘΕΜΑ Β

Β.1.α Σωστό είναι το (ii).
Β.1.β.

Η συχνότητα συντονισμού του ηλεκτρικού κυκλώματος είναι: $f_o = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LG}}$

Διαιρώντας κατά μέλη την **f_1** με την συχνότητα συντονισμού **f_o** **προκύπτει**

$$\frac{f_1}{f_o} = \frac{\dfrac{1}{4\pi\sqrt{LG}}}{\dfrac{1}{2\pi\sqrt{LG}}} = \frac{2\pi}{4\pi} = \frac{1}{2} < 1 => f_1 < f_o$$ συνεπώς είμαστε πριν τη συχνότητα συντονισμού



αυξάνοντας τη συχνότητα το πλάτος της έντασης του ρεύματος αυξάνεται προς τη συχνότητα συντονισμού και στη συνέχεια μειώνεται και ξαναπαίρνει την τιμή I_1
Σωστό είναι το (ii).

Β.2.α. Σωστό είναι το (iii).
Β.2.β.

$$\frac{K_\mu}{K_{o\lambda}} = \frac{5}{7} => \frac{K_\mu}{K_\mu + K_\pi} = \frac{5}{7} => 7K_\mu = 5K_\mu + K_\pi => 2K_\mu = 5K_\pi =>$$

$$2\cdot\frac{1}{2}m\upsilon_{cm}^2 = 5\cdot\frac{1}{2}I_{cm}\cdot\omega^2 => 2\cdot\cancel{\frac{1}{2}}\cancel{m}\upsilon_{cm}^2 = 5\cdot\cancel{\frac{1}{2}}\alpha\cancel{m}R^2\cdot\omega^2 => 2\cdot\upsilon_{cm}^2 = 5\cdot\alpha R^2\cdot\omega^2$$

$$=> 2\cdot(\omega\cdot R)^2 = 5\cdot\alpha R^2\cdot\omega^2 => 2\cdot\omega^2\cdot R^2 = 5\cdot\alpha R^2\cdot\omega^2 =>$$

$$=> 2 = 5\cdot\alpha => a = 2/5$$

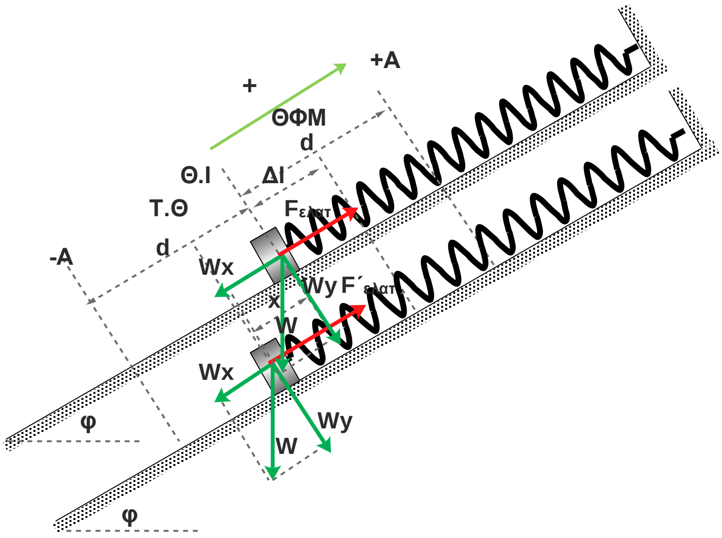
Β.3.α. Σωστό είναι το (ii).
Β.3.β ω=2πf=>2π=2πf=>f=1Hz
υ=λf=>1=λ·1=>λ=1m
ο χρόνος που χρειάζεται για να φτάσει το κύμα στο σημείο Β είναι:
x=υt=>t=x/υ=>χ=1/1=1s
Τη χρονική στιγμή t_1=0,5s το κύμα δεν εχει φθάσει στο σημείο Β άρα η ταχύτητα του σημείου Β είναι υ_1=0m/s

$$\upsilon_2 = \omega A\sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = 2\pi\cdot\frac{5}{100}\sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{2}{1} - \frac{1}{1}\right) = \frac{10\pi}{100}\sigma\upsilon\nu 2\pi = 0{,}1\pi m/s$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Στη Θ.Ι ισχύει η σχέση: $\Sigma F=0 \Rightarrow F_{ελατ}-W_x=0 \Rightarrow F_{ελατ}=W_x \Rightarrow K\Delta l=mg\eta\mu\varphi$ (1)

Με αντικατάσταση στην παραπάνω σχέση (1) προκύπτει:
$200\cdot\Delta l=2\cdot10\cdot\eta\mu30^o \Rightarrow 200\cdot\Delta l=2\cdot10\cdot1/2 \Rightarrow$
$\Delta l=1/20=0{,}05m=5cm$
Επίσης επειδή το σώμα απομακρύνεται κατά d=10cm από τη θέση ισορροπίας και στη συνέχεια αφήνεται ελεύθερο το d είναι και το πλάτος ταλάντωσης.



Στην Τ.Θ κάτω από τη θέση ισορροπίας ισχύει:
$\Sigma F=-F'_{ελατ}+W_x=-K(\Delta l+x)+mg\eta\mu\varphi=-K\Delta l-Kx)+mg\eta\mu\varphi=-Kx$ λόγω της (1)σχέσης
άρα το ελατήριο θα εκτελέσει Α.Α.Τ

Γ2.

$$\frac{K}{E}=\frac{1}{4} \Rightarrow \frac{E-U}{E}=\frac{1}{4} \Rightarrow E=4E-4U \Rightarrow 4U=3E \Rightarrow U=\frac{3}{4}E$$

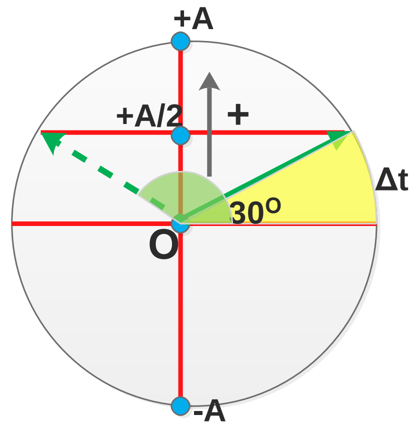
$$\Rightarrow \frac{1}{2}Kx^2=\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}K\cdot d^2 \Rightarrow x^2=\frac{3}{4}\cdot d^2 \Rightarrow x=\pm\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot d=\pm\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot10=\pm5\sqrt{3}cm$$

Γ3.

$$\frac{F_{ελατ}}{F_{επαν}}=\frac{K\Delta l}{K\cdot d}=\frac{\Delta l}{d}=\frac{5}{10}=\frac{1}{2}$$

Γ4. $\omega=\sqrt{\frac{K}{m}}=\sqrt{\frac{200}{2}}=\sqrt{100}=10rad/s$

$$\omega=\frac{2\pi}{T} \Rightarrow T=\frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T=\frac{2\pi}{10} \Rightarrow T=\frac{\pi}{5}s \Rightarrow f=\frac{5}{\pi}Hz$$



Με τη βοήθεια του κύκλου αναφοράς ισχύει:
$T \Leftrightarrow 360^o$
$\Delta t \Leftrightarrow 30^o$

$$\Delta t=\frac{30^o}{360^o}T=\frac{1}{12}\cdot\frac{\pi}{6}=\frac{\pi}{60}s$$

2ος τρόπος
η εξίσωση ταλάντωσης για το σώμα είναι:
$y=A\eta\mu\omega t$ καθότι τη χρονική στιγμή t=0s βρίσκεται στη θέση ισορροπίας κινούμενο κατά τη θετική φορά(υ>0)

$$y = A\eta\mu\omega t \Rightarrow +\frac{A}{2} = A\eta\mu\omega t \Rightarrow \eta\mu\omega t = +\frac{1}{2}$$

$$\eta\mu\omega t = \eta\mu\frac{\pi}{6} \Rightarrow \begin{cases} \omega t_1 = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{6} (1) \\ \omega t_2 = 2\kappa\pi + \pi - \frac{\pi}{6} = 2\kappa\pi + \frac{5\pi}{6} (2) \end{cases}$$

για κ=0 η (1) δίνει : $\frac{2\pi}{T}\cdot t_1 = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t_1 = \frac{T}{12} = \frac{\pi/5}{12} = \frac{\pi}{60}s$

ενώ η (2) δίνει για κ=0:

$$\omega t_2 = 2\kappa\pi + \frac{5\pi}{6} \Rightarrow \omega t_2 = +\frac{5\pi}{6} \Rightarrow \frac{2\pi}{T}t_2 = +\frac{5\pi}{6} \Rightarrow t_2 = \frac{5\cdot\frac{\pi}{5}}{2\cdot 6} \Rightarrow t_2 = \frac{5\pi}{60}s$$

Η πρώτη τιμή δίνει θετική ταχύτητα(κίνηση προς το +Α)

$$\upsilon = \omega A\sigma\upsilon\nu\omega t_1 = \upsilon_o\sigma\upsilon\nu 10\frac{\pi}{60} = \upsilon_o\sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{6} = +\upsilon_o\frac{\sqrt{3}}{2} > 0$$

και η δεύτερη τιμή δίνει ταχύτητα αρνητική (κίνηση προς το -Α)

$$\upsilon = \omega A\sigma\upsilon\nu\omega t_2 = \upsilon_o\sigma\upsilon\nu 10\frac{5\pi}{60} = \upsilon_o\sigma\upsilon\nu\frac{5\pi}{6} = \upsilon_o(-\frac{\sqrt{3}}{2}) < 0$$

Δεκτή η πρώτη τιμή

ΘΕΜΑ Δ

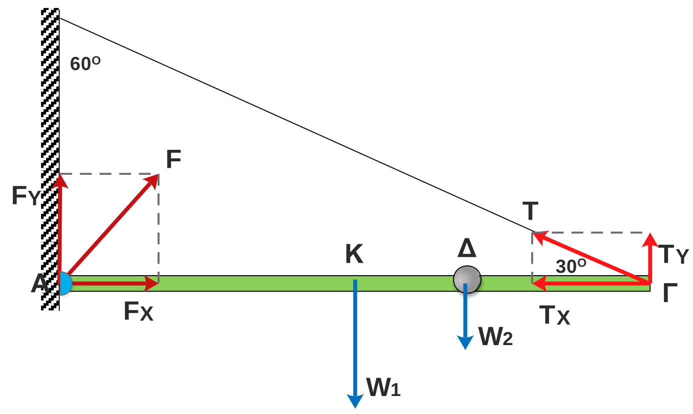
Δ1.

$$I_{\rho\acute{\alpha}\beta\delta o\upsilon(A)} = I_{cm} + M(AK)^2 = \frac{1}{12}ML^2 + M(\frac{L}{2})^2 = \frac{1}{12}ML^2 + M\frac{L^2}{4} = \frac{1}{12}ML^2 + M\frac{3L^2}{12}$$

$$= \frac{4}{12}ML^2 = \frac{1}{3}ML^2 = \frac{1}{3}6\cdot 3^2 = 2\cdot 9 = 18Kg\cdot m^2$$

$$I_{m(A)} = m(A\Delta)^2 = 3\cdot(\frac{2L}{3})^2 = \frac{4}{9}mL^2 = \frac{4}{9}3\cdot 3^2 = 12Kgm^2$$

$I_{\sigma\upsilon\sigma\tau(A)} = I_{\rho\acute{\alpha}\beta\delta o\upsilon(A)} + I_{m(A)} = 18+12 = 30Kgm^2$



Δ.2.

Η ράβδος ισορροπεί συνεπώς ισχύει:

$\Sigma\tau(A)=0 \Rightarrow T_y(A\Gamma)-W_1(AK)-W_2(A\Delta)=0$

$\Rightarrow T\sigma\upsilon\nu 60^o\cdot L - MgL/2 - mg2L/3 = 0 \Rightarrow T=100N$

$T_y = T\eta\mu 30^o = 100\cdot 1/2 = 50N$

$\Sigma F_x=0 \Rightarrow F_x - T_x = 0 \Rightarrow F_x = T\eta\mu 60^o \Rightarrow F_x = 50\sqrt{3}N$

$\Sigma F_y=0 \Rightarrow F_y - W_1 - W_2 + T_y = 0 \Rightarrow F_y = 40N$

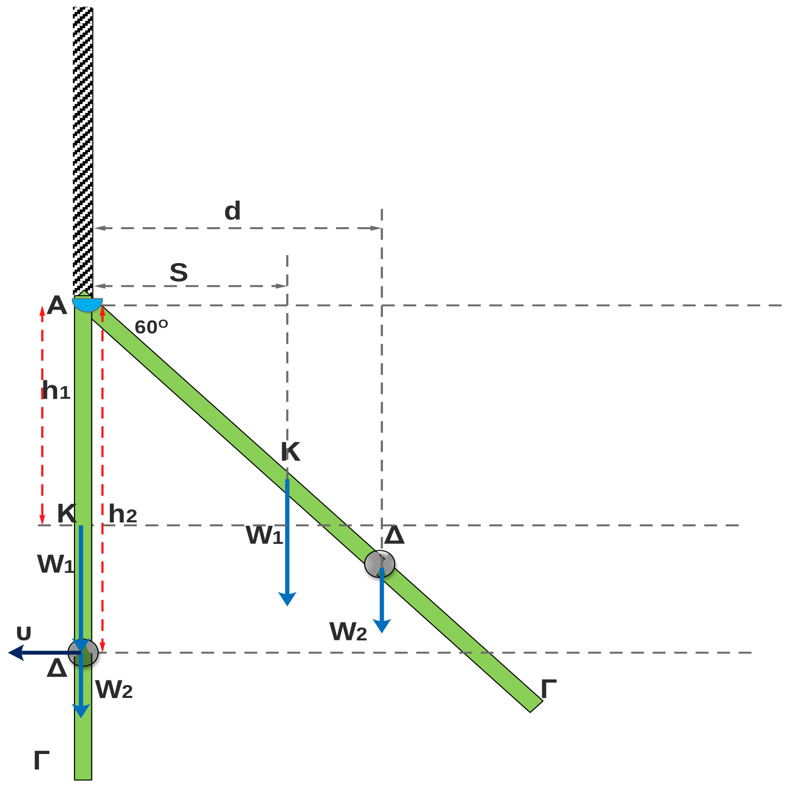
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{(50\sqrt{3})^2 + 40^2} = 10\sqrt{91}N$$

Δ3.

$\Sigma\tau_{(A)}=I_{\sigma\upsilon\sigma\tau(A)}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}$=>$W_1\cdot S+W_2\cdot d=I_{\sigma\upsilon\sigma\tau(A)}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu}$=>

$$Mg\frac{L}{2}\sigma\upsilon\nu\varphi+mg\frac{2L}{3}\sigma\upsilon\nu\varphi=I_{\sigma\upsilon\sigma\tau(A)}\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} =>$$

$$6\cdot 10\frac{3}{2}\cdot\frac{1}{2}+3\cdot 10\cdot\frac{2\cdot 3}{3}\cdot\frac{1}{2}=30\cdot\alpha_{\gamma\omega\nu} => \alpha_{\gamma\omega\nu}=2,5rad/s^2$$



Δ4.

Εφαρμόζουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας από τη οριζόντια στην κατακόρυφη θέση της ράβδου οπότε προκύπτει:

$$K_2-\cancel{K_1}=W_{w1}+W_{w2} => \frac{1}{2}I_{\sigma\upsilon\sigma\tau(A)}\cdot\omega_2^2=Mgh_1+mgh_2 =>$$

$$=>\frac{1}{2}I_{\sigma\upsilon\sigma\tau(A)}\cdot\omega_2^2=Mg\frac{L}{2}+mg\frac{2L}{3} => \frac{1}{2}\cdot 30\cdot\omega_2^2=6\cdot 10\cdot\frac{3}{2}+3\cdot 10\cdot\frac{2\cdot 3}{3} =>$$

$$\omega_2^2=10 => \omega_2=\sqrt{10}rad/s$$

συνεπώς

$$\upsilon_\Delta=\omega h_2=\omega\cdot\frac{2L}{3}=2\sqrt{10}m/s$$