Πέμπτη, 6 Ιουνίου 2002
ΘΕΤΙΚΗ και ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΦΥΣΙΚΗ

ΘΕΜΑ 1

*Στις ερωτήσεις **1-4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.*

1. Η ιδιοσυχνότητα ενός συστήματος που εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση χωρίς τριβή είναι 20 Hz. Το πλάτος της ταλάντωσης γίνεται μέγιστο όταν η συχνότητα του διεγέρτη είναι:

α. 10 Hz **β.** 20 Hz **γ.** 30 Hz **δ.** 40 Hz .

Μονάδες 5

Απ: (β)

2. Ηλεκτρικό κύκλωμα LC, αμελητέας ωμικής αντίστασης, εκτελεί ηλεκτρική ταλάντωση με περίοδο Τ. Αν τετρα-πλασιάσουμε τη χωρητικότητα του πυκνωτή χωρίς να μεταβάλουμε το συντελεστή αυτεπαγωγής του πηνίου, τότε η περίοδος της ηλεκτρικής ταλάντωσης θα είναι:

α. Τ/2 **β.** Τ **γ.** 2Τ **δ.** 4Τ .

Μονάδες 5

Απ: (γ)

3. Το μήκος κύματος δύο κυμάτων που συμβάλλουν και δημιουργούν στάσιμο κύμα είναι λ. Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών του στάσιμου κύματος θα είναι:

α. λ **β.** $\lambda/2$ **γ.** 2λ **δ.** $\lambda/4$.

Μονάδες 5

Απ: (β)

4. Υλικό σημείο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση υπό την επίδραση συνισταμένης δύναμης F. Αν x είναι η απομάκρυνση του σημείου από τη θέση ισορροπίας του και D θετική σταθερά, τότε για τη δύναμη ισχύει:

α. $F = D$ **β.** $F = D \cdot x$

γ. $F = -D \cdot x$ **δ.** $F = 0$

Μονάδες 5

Απ: (γ)

5. *Να γράψετε στο τετράδιό σας τη λέξη που συμπληρώνει* ***σωστά*** *καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις.*

α. Κατά τη διάδοση ενός κύματος μεταφέρεται ενέργεια και ορμή από μια περιοχή του υλικού μέσου σε άλλη, αλλά δεν μεταφέρεται ....**ύλη**...............

β. Διαμήκη ονομάζονται τα κύματα στα οποία τα σημεία του ελαστικού μέσου ταλαντώνονται ......**παράλληλα**........ στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

γ. Η αιτία δημιουργίας του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι η ....**επιταχυνόμενη**......... κίνηση ηλεκτρικών φορτίων.

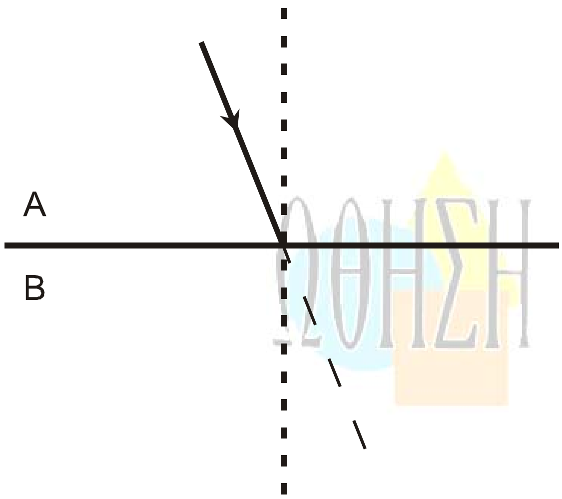
δ. Το αλγεβρικό άθροισμα των ....**ροπών**........ που δρουν σ' ένα στερεό που περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα, είναι ίσο με την αλγεβρική τιμή του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής του.

ε. Μη αδρανειακό είναι ένα σύστημα αναφοράς που ....**επιταχύνεται**......... σε σχέση με ένα αδρανειακό σύστημα.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 2

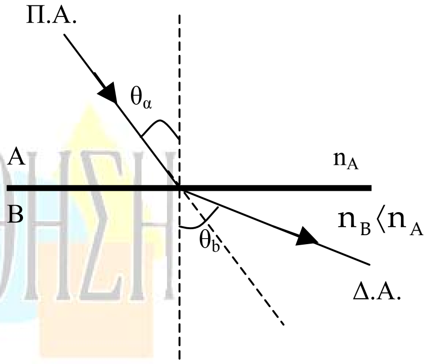
1. *Ακτίνα μονοχρωματικού φωτός που διαδίδεται στο οπτικό μέσο A με δείκτη διάθλασης n_A προσπίπτει με γωνία μικρότερη της κρίσιμης στη διαχωριστική επιφάνεια με άλλο διαφανές οπτικό μέσο B με δείκτη διάθλασης n_B, όπου $n_B < n_A$.*



Α. Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιό σας και να σχεδιάσετε τη διαθλώμενη ακτίνα.

Μονάδες 2

Απ:



Β. Ποια από τις δύο γωνίες είναι μεγαλύτερη;

α. η γωνία προσπτώσεως,
β. η γωνία διαθλάσεως.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

Απ: Σωστό είναι το β.

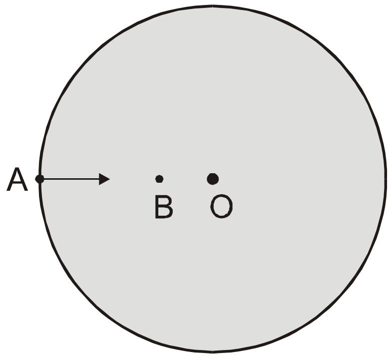
Από τον νόμο του Snell έχουμε:

$$n_A.\eta\mu\theta_\alpha = n_B \eta\mu\theta_b \Rightarrow \frac{\eta\mu\theta_\alpha}{\eta\mu\theta_b} = \frac{n_B}{n_A}, \;\; \alpha\lambda\lambda\acute{\alpha}\;\; n_B \langle n_A \quad \acute{\eta} \quad \frac{n_B}{n_A}\langle 1,$$

οπότε και $\frac{\eta\mu\theta_\alpha}{\eta\mu\theta_b}\langle 1 \Rightarrow \eta\mu\theta_b \rangle \eta\mu\theta_\alpha$ (1)

Η συνάρτηση y = ημx είναι γνησίως αύξουσα για $0 < x < \frac{\pi}{2}$ οπότε από τη σχέση (1) προκύπτει $\boxed{\theta_b > \theta_\alpha}$.

2. Δίσκος παιδικής χαράς περιστρέφεται περί κατακόρυφο άξονα κάθετο στο επίπεδό του διερχόμενο από το κέντρο του δίσκου Ο. Στο δίσκο δεν ασκείται καμία εξωτερική δύναμη. Ένα παιδί μετακινείται από σημείο Α της περιφέρειας του δίσκου στο σημείο Β πλησιέστερα στο κέντρο του. Τότε ο δίσκος θα περιστρέφεται:



α. πιο αργά
β. πιο γρήγορα.

Μονάδες 2

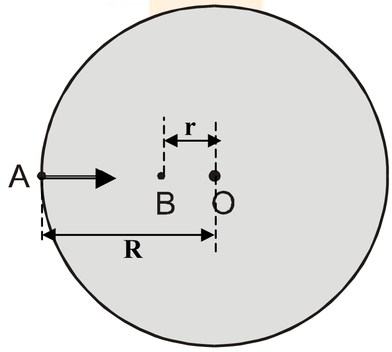
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

Απ: Σωστό είναι το (β)

Το σύστημα είναι μονωμένο άρα ισχύει η αρχή διατήρησης της στροφορμής. Δηλαδή:

$$\vec{L}_{\sigma\upsilon\sigma\tau(\alpha\rho\chi)} = \vec{L}_{\sigma\upsilon\sigma\tau(\tau\varepsilon\lambda)} \Rightarrow \left|\vec{L}_{\sigma\upsilon\sigma\tau(\alpha\rho\chi)}\right| = \left|\vec{L}_{\sigma\upsilon\sigma\tau(\tau\varepsilon\lambda)}\right| \Rightarrow I_{\alpha\rho\chi}\omega_{\alpha\rho\chi} = I_{\tau\varepsilon\lambda}\omega_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow \frac{\omega_{\tau\varepsilon\lambda}}{\omega_{\alpha\rho\chi}} = \frac{I_{\alpha\rho\chi}}{I_{\tau\varepsilon\lambda}} \quad (1)$$



Για τις ροπές αδράνειας αρχικά και τελικά ισχύει:

$$\left.\begin{array}{l} I_{\alpha\rho\chi} = I_{cm} + m_{\pi}R^2 \\ I_{\tau\varepsilon\lambda} = I_{cm} + m_{\pi}r^2 \\ \quad R > r \end{array}\right\} \Rightarrow I_{\alpha\rho\chi} > I_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow \frac{I_{\alpha\rho\chi}}{I_{\tau\varepsilon\lambda}} > 1 \quad (2)$$

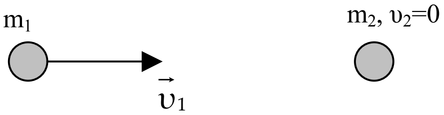
Από την (1) και (2) έχουμε:

$$\frac{\omega_{\tau\varepsilon\lambda}}{\omega_{\alpha\rho\chi}} > 1 \Rightarrow \boxed{\omega_{\tau\varepsilon\lambda} > \omega_{\alpha\rho\chi}}$$

3. Σφαίρα μάζας m κινούμενη με ταχύτητα μέτρου υ_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα ίσης μάζας. Να βρείτε τις σχέσεις που δίνουν τις ταχύτητες των δύο σφαιρών, μετά την κρούση, με εφαρμογή των αρχών που διέπουν την ελαστική κρούση.

Μονάδες 8

Απ:



αρχικά

Με εφαρμογή της Αρχής Διατήρησης της Ορμής για το σύστημα των δυο σφαιρών έχουμε:

$$m_1\vec{\upsilon}_1 + m_2 0 = m_1\vec{V}_1^{'} + m_2\vec{V}_2^{'} \Rightarrow m_1\upsilon_1 + m_2.0 = m_1V_1^{'} + m_2V_2^{'} \overset{m_1=m_2}{\Rightarrow}$$

$$m_1\upsilon_1 = m_1V_1^{'} + m_1V_2^{'} \Rightarrow m_1\upsilon_1 = m_1(V_1^{'} + V_2^{'}) \Rightarrow$$

$$\upsilon_1 = V_1^{'} + V_2^{'} \Rightarrow \boxed{\upsilon_1 - V_1^{'} = V_2^{'}} \quad (1)$$

Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας στην ελαστική κρούση έχουμε:

$$\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2+\frac{1}{2}m_2.0=\frac{1}{2}m_1V_1^{'2}+\frac{1}{2}m_2V_2^{'2}\overset{m_1=m_2}{\Rightarrow}$$

$$\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2=\frac{1}{2}m_1V_1^{'2}+\frac{1}{2}m_1V_2^{'2}\Rightarrow$$

$$\frac{1}{2}m_1\upsilon_1^2=\frac{1}{2}m_1(V_1^{'2}+V_2^{'2})\Rightarrow$$

$$\upsilon_1^2=V_1^{'2}+V_2^{'2}\Rightarrow\upsilon_1^2-V_1^{'2}=V_2^{'2}\Rightarrow$$

$$\boxed{(\upsilon_1-V_1^{'})(\upsilon_1+V_1^{'})=V_2^{'2}}\quad(2)$$

- Αν $\upsilon_1-V_1^{'}=0$ τότε από την (1) έχουμε $V_1^{'}=\upsilon_1$ και $V_2^{'}=0$ που είναι άτοπο γιατί σημαίνει ότι δεν έγινε η κρούση αφού δεν παρατηρείται αλλαγή της κινητικής κατάστασης των σωμάτων.

- Αν $\upsilon_1-V_1^{'}\neq 0$ τότε από την (1) $V_2^{'}\neq 0$ οπότε μπορούμε να διαιρέσουμε κατά μέλη τις (1) και (2). Δηλαδή:

$$(2)\div(1)\Rightarrow\frac{(\upsilon_1-V_1^{'})(\upsilon_1+V_1^{'})}{\upsilon_1-V_1^{'}}=\frac{V_2^{'2}}{V_2^{'}}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\boxed{\upsilon_1+V_1^{'}=V_2^{'}}\quad(3)$$

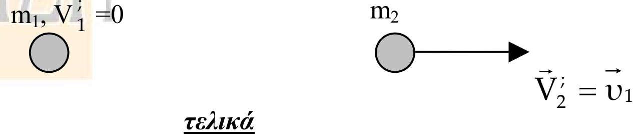
Η (1) λόγω της (3) γίνεται

$$\upsilon_1-V_1^{'}=\upsilon_1+V_1^{'}\Rightarrow 2V_1^{'}=0\Rightarrow\boxed{V_1^{'}=0}$$

Ενώ από την (3) προκύπτει τελικά

$$\upsilon_1+0=V_2^{'}\Rightarrow\boxed{V_2^{'}=\upsilon_1}$$

Άρα μετά την κρούση η σφαίρα μάζας m_1 ακινητοποιείται και άλλη σφαίρα αρχίζει να κινείται με την ταχύτητα της πρώτης.



τελικά

ΘΕΜΑ 3

Το σημείο Ο ομογενούς ελαστικής χορδής, τη χρονική στιγμή $t = 0$, αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση $y_\Pi = 0{,}05ημ8πt$ (S.I.) κάθετα στη διεύθυνση της χορδής. Το κύμα που παράγεται διαδίδεται κατά τη θετική φορά του άξονα x'x, κατά μήκος της χορδής, που διέρχεται από το σημείο Ο με ταχύτητα μέτρου 20m/s.

α. Να βρεθεί ο χρόνος που χρειάζεται ένα υλικό σημείο του ελαστικού μέσου για να εκτελέσει μια πλήρη ταλάντωση.

Μονάδες 6

β. Να βρεθεί το μήκος κύματος του αρμονικού κύματος.

Μονάδες 6

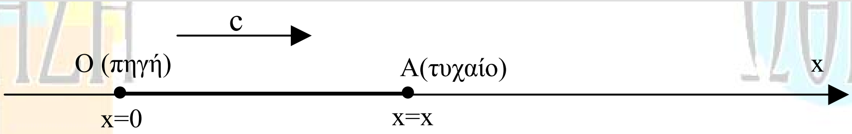
γ. Να γραφεί η εξίσωση του ίδιου κύματος.

Μονάδες 6

δ. Να βρεθεί το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας με την οποία ταλαντώνεται ένα σημείο της χορδής.

Μονάδες 7

ΛΥΣΗ



Η εξίσωση η οποία περιγράφει την Α.Α.Τ. του σημείου Ο είναι:

$$y_\pi = 0{,}05ημ8πt \quad (\text{S.I.}),\ \text{ενώ η γενική μορφή}\ y_\pi = Αημωt\ ,$$

οπότε Α=0,05m, ω=8π r/s άρα $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{4}\,s \Rightarrow \underline{T = 0{,}25s}$

Κάθε σημείο της ελαστικής χορδής θα εκτελεί Α.Α.Τ. με την ίδια περίοδο T=0,25s και πλάτος Α=0,05m.

α) Ο χρόνος για να εκτελέσει μια πλήρη ταλάντωση ένα σημείο του μέσου είναι η περίοδος $\underline{T=0{,}25s}$.

β) Επειδή το κύμα διαδίδεται με C=20m/s θα ισχύει:

$C = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \lambda = C \cdot T \Rightarrow \lambda = 20 \cdot 0{,}25m \Rightarrow \underline{\lambda = 5m}$.

γ) Η γενική εξίσωση ενός αρμονικού κύματος είναι:

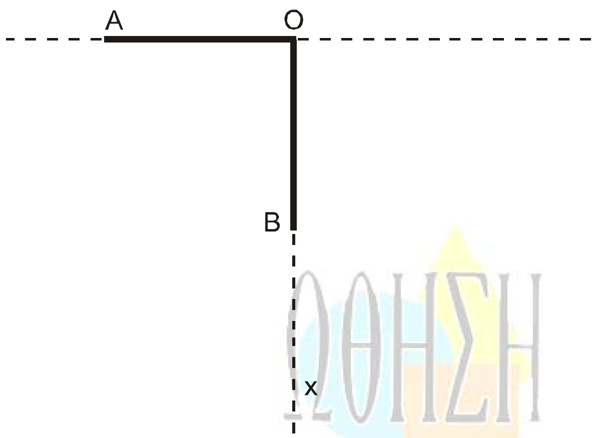
$$y = Αημ2π\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

με A=0,05m, T=0,25s, λ=5m, γίνεται:

$$y = 0{,}05\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{0{,}25} - \frac{x}{5}\right) \Rightarrow \boxed{y = 0{,}05\eta\mu 2\pi(4t - 0{,}2x)} \text{ (S.I.)}$$

δ) Η μέγιστη ταχύτητα ενός σημείου του μέσου το οποίο εκτελεί Α.Α.Τ. είναι $\upsilon_{max} = \omega A \Rightarrow \upsilon_{max} = 8\pi \cdot 0{,}05 m/s \Rightarrow \boxed{\upsilon_{max} = 0{,}4\pi \ m/s}$

ΘΕΜΑ 4



Δύο ίδιες, λεπτές, ισοπαχείς και ομογενείς ράβδοι ΟΑ και ΟΒ, που έχουν μάζα M = 4 Kg και μήκος L = 1,5 m η καθεμία, συγκολλούνται στο ένα άκρο τους Ο, ώστε να σχηματίζουν ορθή γωνία. Το σύστημα των δύο ράβδων μπορεί να περιστρέφεται περί οριζόντιο άξονα, κάθετο στο επίπεδο ΑΟΒ, που διέρχεται από την κορυφή Ο της ορθής γωνίας. Το σύστημα αρχικά συγκρατείται στη θέση όπου η ράβδος ΟΑ είναι οριζόντια (όπως στο σχήμα). Η ροπή αδράνειας της κάθε ράβδου ως προς το κέντρο μάζας της είναι $I_{cm} = \frac{1}{12} ML^2$.

Α. Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειας της κάθε ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από το Ο.

Μονάδες 6

Β. Από την αρχική του θέση το σύστημα των δύο ράβδων αφήνεται ελεύθερο να περιστραφεί περί τον άξονα περιστροφής στο σημείο Ο, χωρίς τριβές. Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του συστήματος των δύο ράβδων τη στιγμή της εκκίνησης.

Μονάδες 6

Γ. Τη χρονική στιγμή κατά την οποία οι ράβδοι σχηματίζουν ίσες γωνίες με την κατακόρυφο Οx, να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του συστήματος των δύο ράβδων.

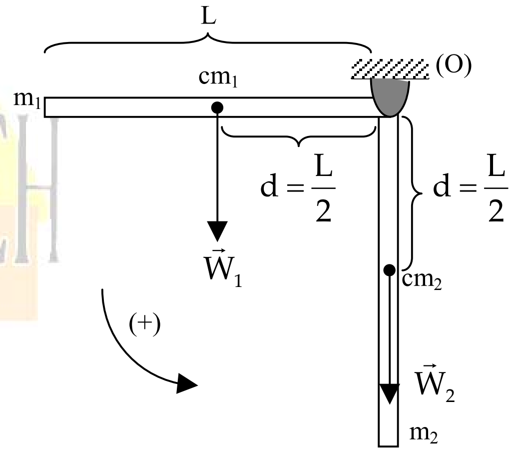
Μονάδες 7

β. Το μέτρο της στροφορμής της κάθε ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από το σημείο Ο.

Μονάδες 6

Δίνονται: $g = 10ms^{-2}$, $\eta\mu 45^o = \sigma\upsilon\nu 45^o = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}7$.

ΛΥΣΗ



Α. Εφαρμόζοντας θεώρημα Steiner και για τις δύο ράβδους παίρνουμε:

$$I_{(O)} = I_{cm} + md^2 \Leftrightarrow I_{(O)} = \frac{1}{12}ML^2 + M\left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{1}{12}ML^2 + \frac{1}{4}ML^2 \Leftrightarrow \boxed{I_{(O)} = \frac{ML^2}{3}} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow I_{(O)} = \frac{4 \cdot 1{,}5^2}{3} = \frac{4 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}5}{3} \Leftrightarrow \boxed{I_{(O)} = 3Kg \cdot m^2}$$

Β. Από το θεμελιώδη νόμο της περιστροφικής κίνησης για τη χρονική στιγμή t_o=0 έχουμε:

$$\sum \vec{\tau}_{\vec{F}_{(o)}} = I_{o\lambda}\vec{\alpha}_o \Leftrightarrow \vec{\tau}_{\vec{W}_1} + \vec{\tau}_{\vec{W}_2} = I_{o\lambda}\vec{\alpha}_o$$

Θεωρώντας θετική τη φορά του σχήματος παίρνουμε:

$$\tau_{\vec{W}_1} + 0 = I_{o\lambda}\alpha_o \Rightarrow \tau_{\vec{W}_1} = I_{o\lambda}\alpha_o, \text{ όπου } I_{o\lambda} = I_{(O)_1} + I_{(O)_2} = 2I_{(O)} = 6Kg \cdot m^2.$$

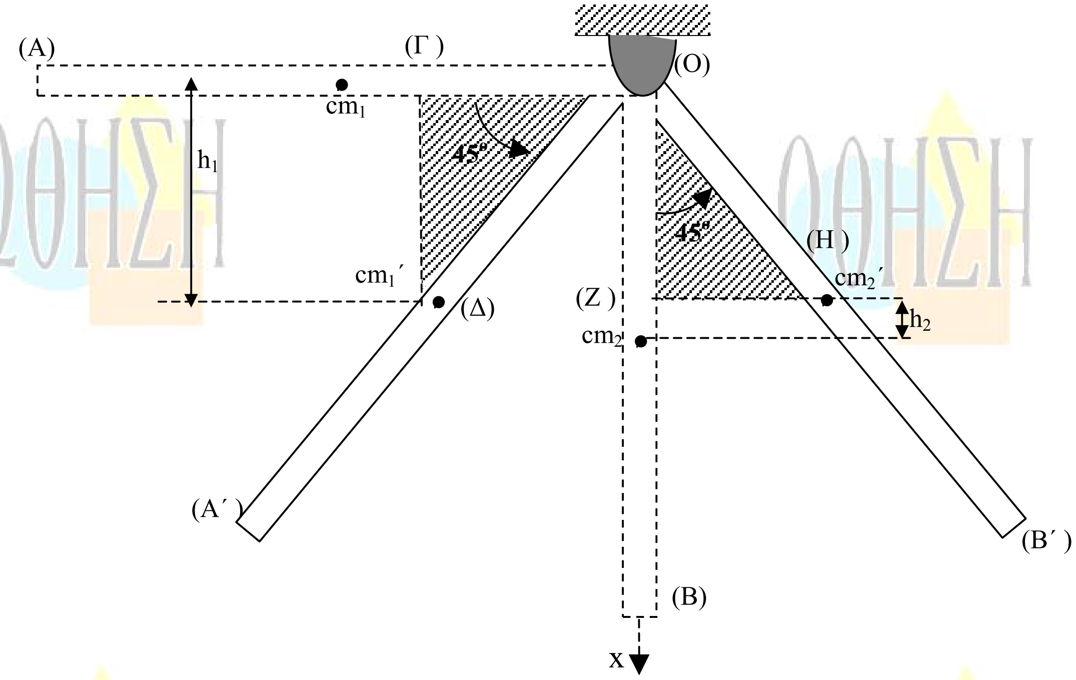
Είναι φανερό ότι η ροπή του βάρους $\vec{W}_2$ είναι μηδενική γιατί ο φορέας της περνά από τον άξονα περιστροφής.

Άρα $W_1 \dfrac{L}{2} = I_{o\lambda}\alpha_o \Leftrightarrow \boxed{\alpha_o = \dfrac{MgL}{2I_{o\lambda}}}$

Οπότε αντικαθιστώντας έχουμε:

$$\alpha_o = \frac{4 \cdot 10 \cdot 1{,}5}{2 \cdot 6} \Leftrightarrow \boxed{\alpha_o = 5r/s^2}$$

Γ. *α*)



Αφού η γωνία μεταξύ των δύο ράβδων είναι ορθή τη στιγμή που σχηματίζουν την ίδια γωνία με την κατακόρυφο Οx, η κάθε ράβδος θα σχηματίζει γωνία 45° με την κατακόρυφο.

Εφαρμόζουμε θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας για το στερεό που αποτελεί το σύστημα των δύο συγκολλημένων ράβδων μεταξύ αρχικής και τελικής θέσης και παίρνουμε:

$$K_{τελ} - \cancelto{0}{K_{αρχ}} = W_{\vec{W}_1} + W_{\vec{W}_2} \Leftrightarrow \frac{1}{2} I_{ολ}\omega^2 = Mgh_1 - Mgh_2$$

όπου h_1 και h_2 οι κατακόρυφες μετατοπίσεις των κέντρων μάζας των δύο ράβδων.

Άρα: $\frac{1}{2} I_{ολ}\omega^2 = Mg(h_1 - h_2) \Leftrightarrow \boxed{\omega = \sqrt{\frac{2Mg}{I_{ολ}}(h_1 - h_2)}}$ (1)

Από το τρίγωνο: $\left(O\overset{\Delta}{\Gamma}\Delta\right)$ $ημ45^o = \frac{(\Gamma\Delta)}{(O\Delta)} \Leftrightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{h_1}{\frac{L}{2}} \Leftrightarrow h_1 = \frac{L\sqrt{2}}{4}$ (2)

Από το τρίγωνο $(O\overset{\Delta}{Z}H)$: $συν45^0 = \frac{(OZ)}{(OH)} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\frac{L}{2} - h_2}{\frac{L}{2}} \Rightarrow$

$$\frac{L\sqrt{2}}{4} = \frac{L}{2} - h_2 \Rightarrow h_2 = \frac{L}{2} - \frac{L\sqrt{2}}{4} \Rightarrow h_2 = \frac{L}{2}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \quad (3)$$

Από (2),(3) $\Rightarrow h_1 - h_2 = \frac{L\sqrt{2}}{4} - \frac{L}{2}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{L\sqrt{2}}{4} - \frac{L}{2} + \frac{L\sqrt{2}}{4} \Rightarrow$

$$\Rightarrow h_1 - h_2 = \frac{L\sqrt{2}}{4} - \frac{L}{2} \Rightarrow h_1 - h_2 = \frac{L}{2}(\sqrt{2} - 1)$$

Δίνεται $\frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}7 \Rightarrow \sqrt{2} = 1{,}4$. Επομένως

$$h_1 - h_2 = \frac{L}{2}(1{,}4 - 1) \Rightarrow h_1 - h_2 = 0{,}2L = 0{,}3m \quad (4)$$

Από (1),(4) $\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2.4.10}{6}.0{,}3} \Rightarrow \boxed{\omega = 2r/\sec}$

β) Το μέτρο της στροφορμής της κάθε ράβδου δίνεται από τη σχέση $L = I_{(0)}.\omega$

Άρα: $L = 3.2 \Rightarrow L = 6Kg\frac{m^2}{\sec}$

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η παράδοση των τελευταίων χρόνων συνεχίστηκε και σήμερα.
Τα θέματα στη Φυσική κατεύθυνσης διακρίνονται για την ποιότητα τους, είναι σαφώς διατυπωμένα και εκπληρώνουν όλους τους στόχους της σημερινής εξέτασης.
Είναι δηλαδή έντεχνα διαβαθμισμένα ώστε να προκαλούν κλιμακωτές διαβαθμίσεις για όλες τις κατηγορίες μαθητών.
Άξιο λόγου είναι το τέταρτο θέμα που κατά την άποψη μας αποτελεί την πιο αξιόλογη άσκηση που τέθηκε στις εξετάσεις τα 3 τελευταία χρόνια που λειτουργεί το καινούριο σύστημα. Ελπίζουμε αυτός ο τρόπος εξέτασης να συνεχιστεί και τα επόμενα χρόνια αναβαθμίζοντας έτσι ουσιαστικά την διδασκαλία της Φυσικής στο λύκειο.