

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

Ον/μο:.....

Γ' Λυκείου

Υλη:Κύματα-Στερεό

Θετ.-Τεχν Κατ.

10-02-13

Θέμα 1^ο:**1.** Ο Θεμελιώδης νόμος της στροφικής κίνησης ισχύει :

- α)** μόνο όταν το στερεό περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα περιστροφής .
- β)** μόνο όταν η συνολική ροπή που δέχεται το σώμα είναι σταθερή
- γ)** μόνο όταν η συνολική δύναμη που ασκείται στο σώμα είναι σταθερή .
- δ)** και όταν το σώμα μετατοπίζεται , αρκεί ο άξονας γύρω από τον οποίο περιστρέφεται το σώμα να διέρχεται από το κέντρο μάζας του , να είναι άξονας συμμετρίας του σώματος και να μην αλλάζει κατεύθυνση κατά τη διάρκεια της κίνησης .

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση

(Mov. 5)

2. Η ροπή αδράνειας ενός στερεού σώματος δεν εξαρτάται από :

- α)** την κατανομή της μάζας γύρω από τον άξονα περιστροφής .
- β)** τη μάζα του σώματος .
- γ)** τη θέση του άξονα περιστροφής .
- δ)** τη συνισταμένη των ροπών που ασκούνται στο σώμα .

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση

(Mov.5)

3. Ένα αρμονικό κύμα διαδίδεται κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου .Τότε :

- α)** Όλα τα σωματίδια του μέσου διέρχονται ταυτόχρονα από τη θέση ισορροπίας .
- β)** Όλα τα σωματίδια του μέσου έχουν την ίδια κατά μέτρο μέγιστη ταχύτητα .
- γ)** Όλα τα σωματίδια του μέσου έχουν την ίδια φάση καθώς ταλαντώνονται .
- δ)** Η διαφορά φάσης των ταλαντώσεων δύο σωματιδίων του μέσου είναι σταθερή .

Βάλτε Σ ή Λ

(Mov.5)

4. Για τα στάσιμα κύματα ισχύει :

- α)** Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών είναι $\frac{\lambda}{4}$.
- β)** Όλα τα σημεία μεταξύ δύο διαδοχικών κοιλιών ταλαντώνονται με διαφορά φάσης π .
- γ)** Όλα τα σημεία μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών έχουν την ίδια συχνότητα αλλά διαφορετικό πλάτος .
- δ)** Τα στάσιμα κύματα παρατηρούνται μόνο στα εγκάρσια κύματα .

Βάλτε Σ ή Λ **(Mov.5)**

5. Η ροπή αδράνειας μιας ομογενούς σφαίρας ακτίνας R και μάζας M , που περιστρέφεται γύρω από άξονα ο οποίος εφάπτεται σε αυτή , ισούται με $I = \frac{7}{5}MR^2$. Η ροπή αδράνειας της σφαίρας ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο της ισούται με :

- α)** $\frac{4}{7}I$ **β)** $\frac{3}{4}I$ **γ)** $\frac{5}{21}I$ **δ)** $\frac{2}{7}I$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση **(Mov. 5)**

Θέμα 2^ο:

1. Δύο σύγχρονες πηγές A και B δημιουργούν στην επιφάνεια υγρού αρμονικά κύματα , ίδιας συχνότητας και ίδιου πλάτους . Σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού απέχει από τις δύο πηγές αποστάσεις r_1 και r_2 αντίστοιχα . Εάν $f_{1,min}$ η ελάχιστη δυνατή συχνότητα ταλάντωσης των πηγών ώστε τα κύματα να συμβάλλουν ενισχυτικά στο Σ και $f_{2,min}$ η ελάχιστη δυνατή συχνότητα ταλάντωσης των πηγών ώστε τα κύματα να συμβάλλουν αποσβεστικά στο Σ , τότε ο λόγος $\frac{f_{1,min}}{f_{2,min}}$ είναι ίσος με :

- α)** 1 **β)** 2 **γ)** $\frac{1}{2}$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση **(Mov.2)**
Αιτιολογήστε **(Mov.6)**

2. Ακτίνα μονοχρωματικού φωτός διαδίδεται μέσα σε υγρό και προσπίπτει στη διαχωριστική επιφάνεια του υγρού με τον αέρα , με γωνία πρόσπτωσης 45° . Αν η φάση του κύματος στο υγρό είναι

$$\phi = \frac{2\pi t}{T} - 8\pi \cdot 10^6 x \text{ (S.I)} \text{ και στον αέρα είναι } \phi_0 = \frac{2\pi t}{T_0} - 4\pi \cdot 10^6 x \text{ (S.I)}$$

Τότε :

α) Η περίοδος T_0 του κύματος στον αέρα είναι ίση με την περίοδο T του κύματος στο υγρό .

β) Η ακτίνα εξέρχεται στον αέρα .

Να χαρακτηρίσετε με Σ ή Λ τις παραπάνω προτάσεις **(Mov.2)**

Να αιτιολογήσετε τον χαρακτηρισμό **(Mov.6)**

3. Το στερεό του σχήματος αποτελείται από μια ομογενή ράβδο

$$KL, \text{ μάζας } M \text{ και μήκους } L \text{ και από μια σημειακή μάζα } m = \frac{M}{4}$$

στερεωμένη στο άκρο L . Το στερεό μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα που περνά από το άκρο K . Για τη ράβδο

$$I_{cm} = \frac{1}{12}ML^2$$



A . Η ροπή αδράνειας του στερεού είναι :

α) $\frac{1}{3}ML^2$ β) $\frac{7}{12}ML^2$ γ) $\frac{4}{7}ML^2$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση **(Mov.1)**

Αιτιολογήστε **(Mov.3)**

B. Αρχικά το στερεό κρατείται ακίνητο σε οριζόντια θέση

και κάποια στιγμή αφήνεται ελεύθερο . Αν g η επιτάχυνση της βαρύτητας , τότε η γωνιακή επιτάχυνση του στερεού τη στιγμή που αφήνεται ελεύθερο έχει μέτρο :

α) $\frac{8g}{3L}$ β) $\frac{9g}{7L}$ γ) $\frac{8g}{5L}$ δ) $\frac{9g}{8L}$

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση **(Mov.1)**

Αιτιολογήστε **(Mov.4)**

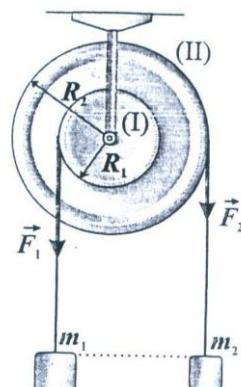
Θέμα 3^ο:

Δύο πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 βρίσκονται στα σημεία Κ και Λ αντίστοιχα της επιφάνειας ενός υγρού, απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d=4m$ και ταλαντώνονται με εξίσωση $y = 0,15\eta m \cos(\omega t)$ (y σε m , t σε s). Οι δύο πηγές δημιουργούν κύματα με $\lambda=0,2 m$ που διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού. Σημείο Δ της επιφάνειας του υγρού απέχει από την πηγή Π_1 απόσταση $r_1=2,5 m$ και από την πηγή Π_2 απόσταση r_2 . Τη στιγμή t_1 φτάνει στο Δ το κύμα από την πηγή Π_1 και μετά από χρόνο $\Delta t=0,5s$ φτάνει και το κύμα από την πηγή Π_2 .

- a) Να βρείτε την απόσταση r_2 . (Mov.5)
- β) Να υπολογίσετε τον αριθμό των ταλαντώσεων που έχει εκτελέσει το σημείο Δ από τη στιγμή $t=0$ έως τη στιγμή $t'=4s$ και να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της απομάκρυνσης του σημείου αυτού από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με το χρόνο. (Mov.6)
- γ) Σε σημείο Ζ του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ που απέχει απόσταση $x_2=r_2$ από την πηγή Π_2 υπάρχει ένα σημειακό κομμάτι φελλού μάζας $m=10^5 Kg$, Να γράψετε για μετά την συμβολή των δύο κυμάτων σ' αυτό το σημείο, τη χρονική εξίσωση της δύναμης επαναφοράς που δέχεται ο φελλός. (Mov.7)
- δ) Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ της πηγής Π_1 και του σημείου Θ που είναι το πιο απομακρυσμένο από την πηγή Π_1 σημείο του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ το οποίο είναι ακίνητο μετά τη συμβολή των κυμάτων σ' αυτό
Δίνεται $\pi^2=10$ (Mov.7)

Θέμα 4^ο:

Στο διπλανό σχήμα φαίνονται δύο δίσκοι που είναι κολλημένοι μεταξύ τους σχηματίζοντας διπλή τροχαλία η οποία περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο, ακλόνητο άξονα που διέρχεται από το κοινό κέντρο των δύο δίσκων. Ο δίσκος (I) έχει μάζα $M_1=10Kg$ ακτίνα $R_1=0,2m$ και έχουμε τυλίξει σ' αυτόν αβαρές και μη εκτατό νήμα στο ελεύθερο άκρο του οποίου έχουμε κρεμάσει σώμα μάζας m_1 . Αντίστοιχα για το δίσκο (II) ο οποίος έχει μάζα $M_2=8Kg$ και ακτίνα $R_2=0,5m$, έχουμε τυλίξει αβαρές, μη εκτατό νήμα και έχουμε κρεμάσει



σώμα μάζας m_2 . Αρχικά το σύστημα διατηρείται ακίνητο με τα νήματα τεντωμένα και τα σώματα στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο .Την $t=0$ αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο να κινηθεί , οπότε ο δίσκος (I) δέχεται τάση νήματος $F_1=24N$ και ο δίσκος (II) τάση νήματος $F_2=12N$

- α)** Να υπολογίσετε το μέτρο της ροπής της τάσης κάθε νήματος ως προς τον άξονα περιστροφής της τροχαλίας και να εξηγήσετε ποια είναι η φορά περιστροφής . **(Mov. 5)**
- β)** Να υπολογίσετε την γωνιακή επιτάχυνση της τροχαλίας και τις επιταχύνσεις των σωμάτων . **(Mov. 6)**
- γ)** Να βρείτε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας της τροχαλίας τη στιγμή που τα δύο σώματα απέχουν μεταξύ τους κατακόρυφη απόσταση $d=1,4m$. **(Mov. 7)**
- δ)** Τη στιγμή που τα δύο σώματα απέχουν απόσταση $d=1,4m$, κόβουμε το νήμα που συγκρατεί το σώμα m_2 .Να βρείτε το μέτρο και την κατεύθυνση της νέας γωνιακής επιτάχυνσης της τροχαλίας . Δίνεται $g=10m/s^2$.Η ροπή αδράνειας κάθε δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής του υπολογίζεται από τον τύπο $I=\frac{1}{2}MR^2$ **(Mov. 7)**

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Θέμα 1^ο:

- 1) δ , 2) δ , 3) $\alpha\Lambda$, $B\Sigma$, $\gamma\Lambda$, $\delta\Sigma$, 4) $\alpha\Lambda$, $\beta\Lambda$, $\gamma\Sigma$, $\delta\Lambda$, 5) δ

Θέμα 2^ο:

- 1) Για να συμβάλλουν τα δύο κύματα ενισχυτικά στο Σ πρέπει να ισχύει : $|r_1 - r_2| = N \cdot \lambda_1$ όπου $N=0,1,2,\dots$

Αν v_δ η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων και f_1 η συχνότητα των πηγών ισχύει ότι :

$$|r_1 - r_2| = N \cdot \frac{v_\delta}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{N \cdot v_\delta}{|r_1 - r_2|}$$

Για $N=1$ παίρνω την μικρότερη δυνατή συχνότητα οπότε

$$f_{1,min} = \frac{v_\delta}{|r_1 - r_2|} \quad (1)$$

Για να συμβάλλουν τα δύο κύματα αποσβεστικά στο Σ πρέπει να ισχύει : $|r_1 - r_2| = (2N+1) \frac{\lambda_2}{2}$ όπου $N=0,1,2,\dots$

Η ταχύτητα διάδοσης παραμένει ίδια και f_2 η συχνότητα των πηγών οπότε : $|r_1 - r_2| = \frac{(2N+1)v_\delta}{2f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{(2N+1)v_\delta}{2|r_1 - r_2|}$

Για $N=0$ παίρνω την ελάχιστη δυνατή συχνότητα οπότε

$$f_{2,min} = \frac{v_\delta}{2|r_1 - r_2|} \quad (2)$$

$$\text{Άρα } \frac{f_{1,min}}{f_{2,min}} = \frac{\frac{v_\delta}{|r_1 - r_2|}}{\frac{v_\delta}{2|r_1 - r_2|}} \Rightarrow \frac{f_{1,min}}{f_{2,min}} = 2$$

Σωστή η β)

- 2) α) Όταν το φώς περνά από ένα μέσο σε ένα άλλο η συχνότητα δεν αλλάζει . Άρα ούτε η περίοδος .Οπότε $T_0=T$
άρα α) Σωστή .

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

Με αντιπαράθεση έχω :

$$\text{Για το υγρό : } 8\pi \cdot 10^6 x = \frac{2\pi x}{\lambda_v} \Rightarrow \lambda_v = 0,25 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \lambda_v = 25 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

$$\text{Για τον αέρα : } 4\pi \cdot 10^6 x = \frac{2\pi x}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = 0,50 \cdot 10^{-6} \Rightarrow \lambda_0 = 50 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

$$\text{είναι } n_v = \frac{\lambda_0}{\lambda_v} \Rightarrow n_v = \frac{50 \cdot 10^{-8}}{25 \cdot 10^{-8}} \Rightarrow n_v = 2 \text{ και } n_{\text{αέρα}} = 1$$

$$\text{οπότε } \eta \mu \theta_{\text{crit}} = \frac{n_{\text{αέρα}}}{n_{\text{υγρού}}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta_{\text{crit}} = 30^\circ$$

Επειδή $\theta_\alpha = 45^\circ$ και $\theta_\alpha > \theta_{\text{crit}}$ έχω ολική ανάκλαση. Άρα η ακτίνα δεν εξέρχεται στον αέρα .

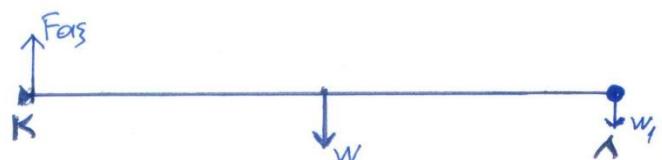
Οπότε β) Λάθος

3)a) είναι : $I = I_p + I_m = \frac{1}{12} ML^2 + M \left(\frac{1}{2} \right)^2 + m \cdot L^2 \Rightarrow$

$$I = \frac{1}{12} ML^2 + \frac{ML^2}{4} + \frac{M}{4} L^2 \Rightarrow$$

$$I = \frac{7}{12} ML^2$$

άρα β) Σ



β) Είναι

$$\Sigma \tau = I \cdot \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow \tau_{f \alpha \xi} + \tau_W + \tau_{W_1} = I \cdot \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow$$

$$W \cdot \frac{L}{2} + W_1 \cdot K = \frac{7}{12} ML^2 \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow$$

$$\frac{Mg}{2} + \frac{Mg}{4} = \frac{7}{12} ML \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow$$

$$\frac{3g}{4} = \frac{7}{12} L \alpha_{\gamma \omega v} \Rightarrow \alpha_{\gamma \omega v} = \frac{3 \cdot g \cdot 12}{4 \cdot 7 \cdot L} \Rightarrow$$

$$\alpha_{\gamma \omega v} = \frac{9g}{7L}$$

άρα β) Σ

Θέμα 3^ο:

a) Είναι $A=0,15\text{m}$, $\omega=10\pi \text{ rad/s} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = 0,2\text{s}$ και

$$v = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow v = 1 \text{ m/s}$$

Έστω t_2 η στιγμή άφιξης του κύματος από την πηγή Π_2 στο Δ

$$\text{είναι } \Delta t = t_2 - t_1 = \frac{r_2}{v} - \frac{r_1}{v} \Rightarrow r_2 = 3\text{m}$$

b) Είναι $t_1 = \frac{r_1}{v} \Rightarrow t_1 = 2,5\text{s}$

$$\text{και } t_2 = \frac{r_2}{v} \Rightarrow t_2 = 3\text{s}$$

Μετά τη συμβολή των κυμάτων στο Δ το πλάτος ταλάντωσης του Δ είναι :

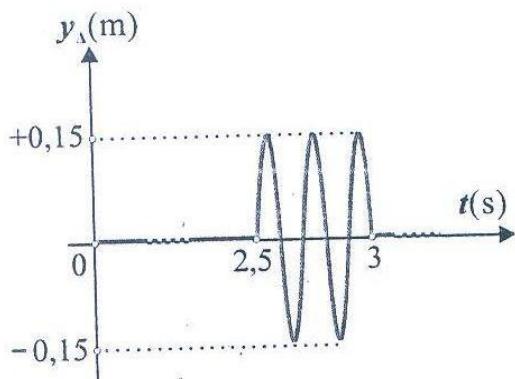
$$\begin{aligned} |A'_{\Delta}| &= \left| 2A \sigma v \frac{2\pi(r_2 - r_1)}{2\lambda} \right| = \left| 2A \sigma v \pi \frac{(3-2,5)}{0,2} \right| = \\ &= \left| 2A \sigma v \frac{5\pi}{2} \right| = \left| 2A \sigma v \left(2\pi + \frac{\pi}{2} \right) \right| \Rightarrow A'_{\Delta} = 0 \end{aligned}$$

Άρα το Δ είναι σημείο αποσβεστικής συμβολής και επομένως ταλαντώνεται μόνο για χρονική διάρκεια $\Delta t' = 3 - 2,5 \Rightarrow \Delta t' = 0,5\text{s}$

και εκτελεί $N = \frac{\Delta t'}{T} = \frac{0,5}{0,2} \Rightarrow N = 2,5$ ταλαντώσεις με πλάτος A .

αφού από $(0-2,5)\text{s}$ είναι ακίνητο

και από $(2,5-3)\text{s}$ ταλαντώνεται λόγω της πηγής Π_1 . Έπειτα παραμένει ακίνητο. Οπότε :



γ) Το σημείο Z απέχει από την πηγή Π_2 $x_2 = r_2 = 3m$ και από την πηγή Π_1 $x_1 = K\Lambda - x_2 \Rightarrow x_1 = 1m$

Οπότε η συμβολή των κυμάτων στο Z αρχίζει την $t_2' = \frac{x_2}{v} = 3s$

και η εξίσωση ταλάντωσης του είναι :

$$y_Z = 2A\sigma v n 2\pi \left(\frac{x_2 - x_1}{2\lambda} \right) \cdot \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_2 + x_1}{2\lambda} \right) \Rightarrow$$

$$y_Z = 0,3\sigma v n \pi \frac{(3-1)}{0,2} \cdot \eta \mu 2\pi \left(\frac{t}{0,2} - \frac{3+1}{2 \cdot 0,2} \right) \Rightarrow$$

$$y_Z = 0,3\eta \mu 2\pi (5t - 10) \Rightarrow$$

$$y_Z = 0,3\eta \mu (10\pi t - 20\pi), \quad t \geq 3s \text{ (S.I)}$$

Οπότε η δύναμη επαναφοράς που δέχεται ο φελλός είναι :

$$F_{\varepsilon\pi} = -D \cdot y = -m\omega^2 y_Z \Rightarrow$$

$$F_{\varepsilon\pi} = -3 \cdot 10^{-3} \eta \mu (10\pi t - 20\pi), t \geq 3s \text{ (S.I)}$$

δ) Θα βρούμε τον αριθμό των σημείων του ευθύγραμμου τμήματος $K\Lambda$ στα οποία έχουμε ακυρωτική συμβολή. Είναι x_1, x_2 οι αποστάσεις από τις πηγές Π_1 και Π_2

$$\text{Θα είναι : } \left. \begin{array}{l} x_1 - x_2 = (2N+1)\frac{\lambda}{2} \\ x_1 + x_2 = d \end{array} \right\} \Rightarrow 2x_1 = d + (2N+1)\frac{\lambda}{2} \Rightarrow$$

$$x_1 = 2 + N \cdot 0,1 + 0,05 \Rightarrow x_1 = 2,05 + 0,1N$$

$$\text{πρέπει } 0 < x_1 < d \Rightarrow 0 < 2,05 + 0,1N < 4 \Rightarrow$$

$$-2,05 < 0,1N < 1,95 \Rightarrow$$

$$-20,5 < N < 19,5 \Rightarrow N = -20, \dots, 0, \dots, 19$$

άρα το πιο απομακρυσμένο σημείο από την πηγή Π_1 προκύπτει για $N=19$ και είναι $x_{1\text{Max}} = 3,95m$

Θέμα 4º:

α) είναι $\tau_{F_1} = F_1 \cdot R_1 = 4,8 \text{ N} \cdot \text{m}$

και $\tau_{F_2} = F_2 \cdot R_2 = 6 \text{ N} \cdot \text{m}$

άρα αφού $\tau_{F_2} > \tau_{F_1}$ η τροχαλία περιστρέφεται κατά τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού.

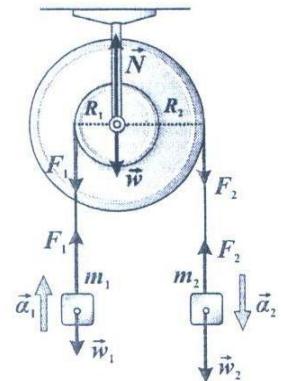
β) Είναι $I = \frac{1}{2} M_1 R_1^2 + \frac{1}{2} M_2 R_2^2 \Rightarrow I = 1,2 \text{ Kgm}^2$

Για την τροχαλία είναι :

$$\Sigma \tau = I \cdot \alpha_{\gamma\omega v} \Rightarrow \tau_{F_2} - \tau_{F_1} = I \cdot \alpha_{\gamma\omega v} \Rightarrow \alpha_{\gamma\omega v} = 1 \text{ rad/s}^2$$

Είναι $\alpha_1 = \alpha_{\gamma\omega v} \cdot R_1 \Rightarrow \alpha_1 = 0,2 \text{ m/s}^2$ και

$$\alpha_2 = \alpha_{\gamma\omega v} \cdot R_2 \Rightarrow \alpha_2 = 0,5 \text{ m/s}^2$$



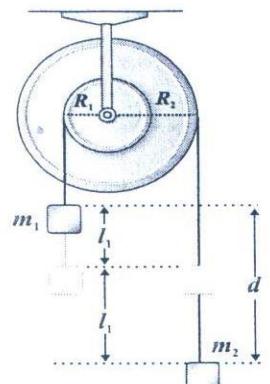
γ) Όταν τα δύο σώματα απέχουν μεταξύ τους απόσταση d τότε το m_1 έχει ανέβει κατά ℓ_1 και το m_2 έχει κατέβει κατά ℓ_2

$$\text{είναι } d = \ell_1 + \ell_2 \Rightarrow d = \frac{1}{2} \alpha_1 t^2 + \frac{1}{2} \alpha_2 t^2 \quad (1)$$

Όμως $\alpha_1 = \alpha_{\gamma\omega v} \cdot R_1$ και $\alpha_2 = \alpha_{\gamma\omega v} \cdot R_2$

Οπότε από (1) $\Rightarrow d = \frac{1}{2} t^2 \alpha_{\gamma\omega v} (R_1 + R_2) \Rightarrow t = 2 \text{ s}$

άρα $\omega = \alpha_{\gamma\omega v} \cdot t \Rightarrow \omega = 2 \text{ rad/s}$



δ) Πριν κόψουμε το νήμα

Για το σώμα m_1 : $F_1 - m_1 g = m_1 \cdot \alpha_1 \Rightarrow m_1 = 2,35 \text{ kg}$

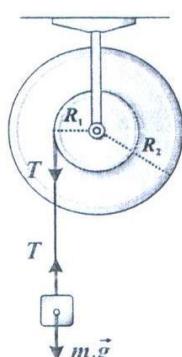
Αφού κόψουμε το νήμα θα έχουμε :

Για το m_1 : $m_1 g - T = m_1 \cdot \alpha_1 \Rightarrow m_1 g - T = m_1 \alpha'_{\gamma\omega v} R_1 \quad (2)$

Για την τροχαλία :

$$\Sigma \tau = I \alpha_{\gamma\omega v} \Rightarrow T' \cdot R_1 = I \alpha'_{\gamma\omega v} \Rightarrow (T = T')$$

$$T = \frac{I}{R_1} \alpha'_{\gamma\omega v} \quad (3)$$



$$\text{Από (2) + (3)} \Rightarrow m_1 g - T + T = \alpha'_{\gamma\omega v} \left(m_1 R_1 + \frac{I}{R_1} \right)$$

$$\alpha'_{\gamma\omega v} = \frac{m_1 g}{m_1 R_1 + \frac{I}{R_1}} \Rightarrow \alpha'_{\gamma\omega v} = 3,63 \text{ rad/s}^2$$

Το διάνυσμα της γωνιακής επιτάχυνσης είναι κάθετο στο επίπεδο της τροχαλίας και έχει φορά προς τον αναγνώστη.