

ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
2009

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1^ο

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ερωτήσεις 1-4 και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο.
 - α. η ενέργεια του ταλαντωτή είναι συνεχώς σταθερή.
 - β. η συχνότητα αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου.
 - γ. ο λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση διατηρείται σταθερός.
 - δ. το πλάτος μειώνεται γραμμικά με τον χρόνο.

Μονάδες 5
2. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση η απομάκρυνση και η επιτάχυνση την ίδια χρονική στιγμή
 - α. έχουν πάντα αντίθετο πρόσημο.
 - β. έχουν πάντα το ίδιο πρόσημο.
 - γ. θα έχουν το ίδιο ή αντίθετο πρόσημο ανάλογα με την αρχική φάση της απλής αρμονικής ταλάντωσης.
 - δ. μερικές φορές έχουν το ίδιο και άλλες φορές έχουν αντίθετο πρόσημο.

Μονάδες 5
3. Σε στάσιμο κύμα δύο σημεία του ελαστικού μέσου βρίσκονται μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών. Τότε τα σημεία αυτά έχουν
 - α. διαφορά φάσης π .
 - β. την ίδια φάση.
 - γ. διαφορά φάσης που εξαρτάται από την απόστασή τους.
 - δ. διαφορά φάσης $\pi/2$.

Μονάδες 5
4. Η περίοδος ταλάντωσης ενός ιδανικού κυκλώματος ηλεκτρικών ταλαντώσεων LC είναι T . Διατηρώντας το ίδιο πηνίο, αλλάζουμε τον πυκνωτή χωρητικότητας C_1 με άλλον πυκνωτή χωρητικότητας $C_2 = 4 C_1$. Τότε η περίοδος ταλάντωσης του νέου κυκλώματος θα είναι ίση με:
 - α. $\frac{T}{2}$.
 - β. $3T$.
 - γ. $2T$.
 - δ. $\frac{T}{4}$.

Μονάδες 5

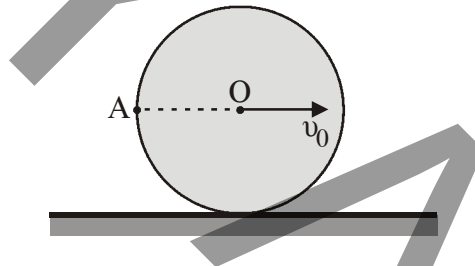
5. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.
- Κατά την είσοδο μονοχρωματικής ακτίνας φωτός από τον αέρα στο νερό είναι δυνατόν να επιτευχθεί ολική ανάκλαση.
 - Όταν ένας παρατηρητής πλησιάζει με σταθερή ταχύτητα μια ακίνητη ηχητική πηγή, τότε ακούει ήχο μικρότερης συχνότητας (βαρύτερο) από αυτόν που παράγει η πηγή.
 - Στα στάσιμα κύματα, τα σημεία που παρουσιάζουν μέγιστο πλάτος ταλάντωσης ονομάζονται κοιλίες.
 - Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση, η συχνότητα της ταλάντωσης ισούται με τη συχνότητα του διεγέρτη.
 - Η ροπή αδράνειας ενός στερεού σώματος δεν εξαρτάται από τον άξονα περιστροφής του σώματος.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ 2^ο

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Ο δίσκος του σχήματος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο επίπεδο. Η ταχύτητα του κέντρου O είναι v_0 . Το σημείο A βρίσκεται στην περιφέρεια του δίσκου και AO είναι οριζόντιο.



Η ταχύτητα του σημείου A έχει μέτρο

- α. $v_A = 2v_0$ β. $v_A = \sqrt{2} v_0$ γ. $v_A = v_0$

Μονάδες 3

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

2. Σώμα μάζας m_A κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο με ταχύτητα μέτρου v_A και συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ακίνητο σώμα μάζας $m_B = 2m_A$. Η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του συστήματος των δύο σωμάτων, η οποία παρατηρήθηκε κατά την κρούση, είναι:

- α. $\Delta K = -\frac{m_A v_A^2}{6}$, β. $\Delta K = -\frac{m_A v_A^2}{3}$, γ. $\Delta K = -\frac{2m_A v_A^2}{3}$

Μονάδες 3

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 5

3. Υλικό σημείο Σ εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A και κυκλικής συχνότητας ω . Η μέγιστη τιμή του μέτρου της ταχύτητας του είναι v_0 και του μέτρου της επιτάχυνσής του είναι a_0 . Αν x , v , a είναι τα μέτρα της απομάκρυνσης, της ταχύτητας και της επιτάχυνσης του Σ αντίστοιχα, τότε σε κάθε χρονική στιγμή ισχύει:

$$\alpha. v^2 = \omega(A^2 - x^2), \quad \beta. x^2 = \omega(a_0^2 - a^2), \quad \gamma. a^2 = \omega(v_0^2 - v^2).$$

Μονάδες 3

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ 3^ο

Η εξίσωση ενός γραμμικού αρμονικού κύματος που διαδίδεται κατά μήκος του άξονα $x'x$ είναι:

$$y = 0,4 \eta \mu 2\pi(2t - 0,5x) \text{ (S.I)}$$

Να βρείτε:

- α.** Το μήκος κύματος λ και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος v .

Μονάδες 6

- β.** Τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των σημείων του ελαστικού μέσου.

Μονάδες 6

- γ.** Τη διαφορά φάσης που παρουσιάζουν την ίδια χρονική στιγμή δύο σημεία του ελαστικού μέσου, τα οποία απέχουν μεταξύ τους απόσταση ίση με 1,5 m.

Μονάδες 6

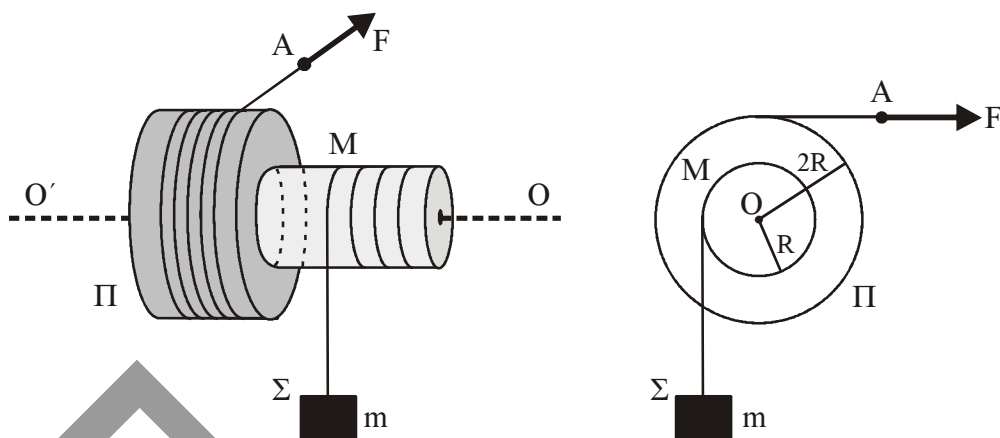
- δ.** Για τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{11}{8}$ s να βρείτε την εξίσωση που περιγράφει το στιγμιότυπο του κύματος, και στη συνέχεια να το σχεδιάσετε.

(Το στιγμιότυπο του κύματος να σχεδιαστεί με στυλό ή μολύβι στο μιλιμετρέ).

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ 4^ο

Στερεό Π μάζας $M = 10$ kg αποτελείται από δύο κολλημένους ομοαξονικούς κυλίνδρους με ακτίνες R και $2R$, όπου $R = 0,2$ m όπως στο σχήμα. Η ροπή αδράνειας του στερεού Π ως προς τον άξονα περιστροφής του είναι $I = MR^2$. Το στερεό Π περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα $O'O$, που συμπίπτει με τον άξονά του. Το σώμα Σ μάζας $m = 20$ kg κρέμεται από το ελεύθερο άκρο αβαρούς νήματος που είναι τυλιγμένο στον κύλινδρο ακτίνας R . Γύρω από το τμήμα του στερεού Π με ακτίνα $2R$ είναι τυλιγμένο πολλές φορές νήμα, στο ελεύθερο άκρο A του οποίου μπορεί να ασκείται οριζόντια δύναμη F .



α. Να βρείτε το μέτρο της αρχικής δύναμης F_0 που ασκείται στο ελεύθερο άκρο A του νήματος, ώστε το σύστημα που εικονίζεται στο σχήμα να παραμένει ακίνητο.

Μονάδες 3

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ που το σύστημα του σχήματος είναι ακίνητο, αυξάνουμε τη δύναμη ακαριαία έτσι ώστε να γίνει $F = 115 \text{ N}$.

β. Να βρείτε την επιτάχυνση του σώματος Σ .

Μονάδες 5

Για την χρονική στιγμή που το σώμα Σ έχει ανέλθει κατά $h = 2 \text{ m}$, να βρείτε:

γ. Το μέτρο της στροφορμής του στερεού Π ως προς τον άξονα περιστροφής του.

Μονάδες 6

δ. Τη μετατόπιση του σημείου A από την αρχική του θέση.

Μονάδες 6

ε. Το ποσοστό του έργου της δύναμης F που μετατράπηκε σε κινητική ενέργεια του στερεού Π κατά τη μετατόπιση του σώματος Σ κατά h .

Μονάδες 5

Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Το συνολικό μήκος κάθε νήματος παραμένει σταθερό.

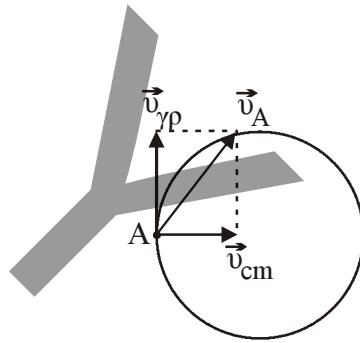
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1°

1. γ
2. α
3. β
4. γ
5. α Λ
 β Λ
 γ Σ
 δ Σ
 ϵ Λ

ΘΕΜΑ 2°

1.

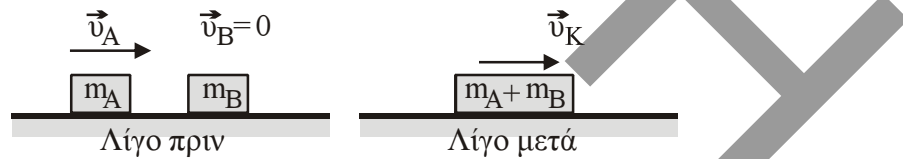


Επειδή ο δίσκος κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει, για τα σημεία της περιφέρειας ισχύει $|\vec{v}_{\gamma\rho}| = |\vec{v}_{cm}|$ άρα $|\vec{v}_{\gamma\rho}| = |\vec{v}_{cm}| = v_o$.

Άρα $\vec{v}_A = \vec{v}_{\gamma\rho} + \vec{v}_{cm} \Rightarrow v_A = \sqrt{v_o^2 + v_o^2} = v_o \sqrt{2}$.

Άρα σωστή είναι η β .

2.



Εφαρμογή ΑΔΟ:

$$\vec{P}_{\alpha\rho\chi} = \vec{P}_{\tau\epsilon\lambda} \Rightarrow m_A v_A = (m_A + m_B) v_K \Rightarrow m_A v_A = 3m_A v_K \Rightarrow v_K = \frac{v_A}{3}.$$

$$K_{\alpha\rho\chi} = \frac{1}{2} m_A v_A^2$$

$$K_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_K^2 = \frac{1}{2} 3m_A \frac{v_A^2}{9} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} m_A v_A^2.$$

$$\Delta K = K_{\tau\epsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} m_A v_A^2 - \frac{1}{2} m_A v_A^2 = -\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} m_A v_A^2 \Rightarrow \Delta K = -\frac{1}{3} m_A v_A^2.$$

Άρα σωστή είναι η β.

3.

$$\left. \begin{aligned} v &= v_0 \sin(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \sin^2(\omega t + \varphi_0) = \frac{v^2}{v_0^2} \\ \alpha &= -\alpha_0 \eta \mu(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \eta \mu^2(\omega t + \varphi_0) = \frac{\alpha^2}{\alpha_0^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$1 = \frac{v^2}{v_0^2} + \frac{\alpha^2}{\alpha_0^2} \Rightarrow 1 = \frac{v^2}{v_0^2} + \frac{\alpha^2}{\omega^4 A^2} \Rightarrow$$

$$1 = \frac{v^2}{v_0^2} + \frac{\alpha^2}{\omega^2 v_0^2} \Rightarrow \omega^2 v_0^2 = v^2 \omega^2 + \alpha^2 \Rightarrow \alpha^2 = \omega^2 (v_0^2 - v^2)$$

Άρα σωστή η (γ)

ΘΕΜΑ 3^ο

α) Η εξίσωση του κύματος είναι: $y = 0,4 \eta \mu 2\pi(2t - 0,5x)$ (S.I)

Από τη θεωρία $y = A \eta \mu 2\pi(f t - \frac{x}{\lambda})$ με σύγκριση έχουμε:

$$\frac{1}{\lambda} = 0,5 \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{2} \Rightarrow \lambda = 2 \text{ m.}$$

Επίσης $f = 2 \text{ Hz}$.

Άρα η ταχύτητα διάδοσης είναι $v = \lambda \cdot f \Rightarrow v = 2 \cdot 2 = 4 \text{ m/s}$

β) Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης είναι:

$$v_{\max} = \omega A \Rightarrow v_{\max} = 2\pi \cdot 2 \cdot 0,4 \Rightarrow v_{\max} = 1,6\pi \text{ m/s.}$$

γ) Για δύο σημεία του μέσου έχουμε:

$$\phi_A = 2\pi \left(\frac{t_1}{T} - \frac{x_A}{\lambda} \right)$$

$$\phi_B = 2\pi \left(\frac{t_1}{T} - \frac{x_B}{\lambda} \right), \text{ με } x_A < x_B \text{ ή } \phi_A > \phi_B$$

$$\text{Άρα } \Delta\phi = \phi_A - \phi_B \Rightarrow \Delta\phi = 2\pi \left(\frac{t_1}{T} - \frac{x_A}{\lambda} \right) - 2\pi \left(\frac{t_1}{T} - \frac{x_B}{\lambda} \right) \Rightarrow$$

$$\Delta\phi = 2\pi \frac{t_1}{T} - \frac{2\pi x_A}{\lambda} - 2\pi \frac{t_1}{T} + \frac{2\pi x_B}{\lambda} = \frac{2\pi}{\lambda} (x_B - x_A) \Rightarrow \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x$$

$$\text{Άρα: } \Delta\phi = 2\pi \frac{1,5}{2} \Rightarrow \Delta\phi = 1,5\pi \text{ rad}$$

$$\delta) t_1 = \frac{11}{8} \text{ sec}$$

$$y = 0,4 \text{ ημ} 2\pi(2t_1 - 0,5x) \Rightarrow y = 0,4 \text{ ημ} 2\pi\left(2\frac{11}{8} - 0,5x\right) \Rightarrow y = 0,4 \text{ ημ} 2\pi\left(\frac{11}{4} - \frac{x}{2}\right) \quad (\text{S.I.})$$

Για το στιγμιότυπο έχουμε:

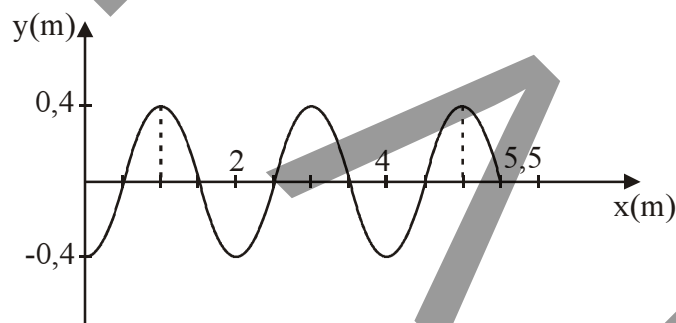
$$t_1 = \frac{11}{8} = 1,375 \text{ sec} \quad \text{ή} \quad T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{2} \Rightarrow T = 0,5 \text{ sec}$$

$$\text{Άρα η } t_1 = 1,375 \text{ sec} = 2 \cdot 0,5 + \frac{3 \cdot 0,5}{4} \Rightarrow t_1 = 2T + \frac{3T}{4}$$

Μηδενίζουμε τη φάση για να βρούμε το πιο απομακρυσμένο σημείο x_{\max} που έχει φτάσει το κύμα την t_1 .

$$0 = \varphi = 2\pi\left(\frac{11}{4} - \frac{x_{\max}}{2}\right) \Rightarrow 0 = 2\pi\left(\frac{11}{4} - \frac{x_{\max}}{2}\right) \Rightarrow x_{\max} = \frac{11\pi}{2\pi} \Rightarrow x_{\max} = 5,5 \text{ m}$$

Κατασκευάζουμε το στιγμιότυπο του κύματος για $t_1 = \frac{11}{8} \text{ sec}$



ΘΕΜΑ 4^ο

α. Αρχικά το στερεό Π ισορροπεί.

$$\text{Άρα } \vec{\Sigma \tau} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{\tau}_F + \vec{\tau}_T = \vec{0} \Leftrightarrow F \cdot 2R - T \cdot R = 0 \Leftrightarrow T = 2F \quad (1)$$

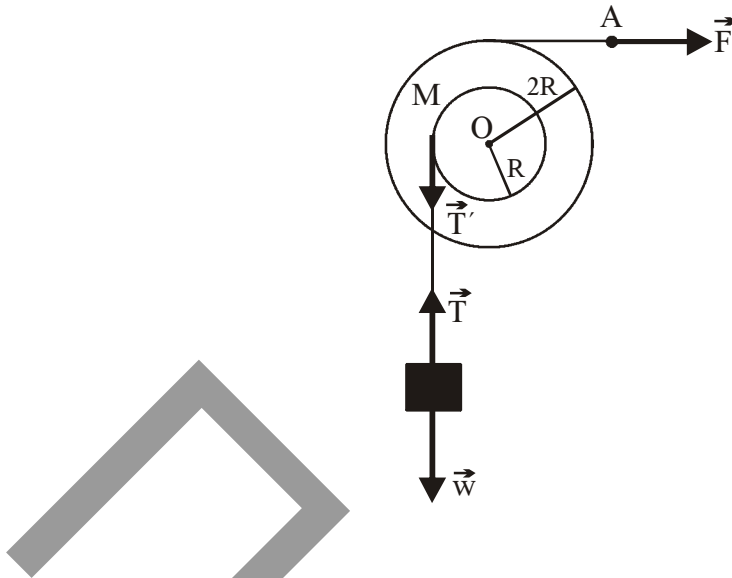
$$\text{Ισχύει } T' = T \quad (2)$$

επειδή το σχοινί είναι αβαρές.

$$\text{Το σώμα } m \text{ ισορροπεί άρα } \vec{\Sigma \vec{F}} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{T} + \vec{W} = \vec{0} \Leftrightarrow T - W = 0 \Leftrightarrow T = W \quad (3)$$

Επομένως η (1) από (2) και (3) θα γίνει:

$$W = 2F \Leftrightarrow F = \frac{W}{2} = \frac{m \cdot g}{2} = \frac{20 \cdot 10}{2} = 100 \text{ N}$$



β. Για την περιστροφική κίνηση του στερεού:

$$\Sigma \vec{\tau} = I \vec{a}_\gamma \Rightarrow \vec{\tau}_F + \vec{\tau}_T = I \vec{a}_\gamma \Rightarrow F \cdot 2R - TR = MR^2 a_\gamma \quad (1)$$

Επειδή δεν υπάρχει ολίσθηση μεταξύ σχοινιού και τροχαλίας τα σημεία της περιφέρειας του μικρού κυλίνδρου, τα σημεία του σχοινιού και το σώμα μάζας m , έχουν κάθε στιγμή το ίδιο μέτρο ταχύτητας.

Για οποιοδήποτε σημείο της περιφέρειας ισχύει

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv_{\text{cm}}}{dt} \Rightarrow \frac{d(\omega R)}{dt} = \frac{dv_{\text{cm}}}{dt} \Rightarrow \alpha_\gamma \cdot R = \alpha_{\text{cm}} \Rightarrow \alpha_\gamma = \frac{\alpha_{\text{cm}}}{R} \quad (2)$$

$$(1) \stackrel{(2)}{\Rightarrow} F \cdot 2R - TR = M \cdot R^2 \cdot \frac{\alpha_{\text{cm}}}{R} \Rightarrow 2F - T = M \cdot \alpha_{\text{cm}} \quad (3)$$

Για την μεταφορική κίνηση του σώματος Σ ισχύει:

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{\alpha}_{\text{cm}} \Rightarrow T - mg = m \cdot \alpha_{\text{cm}} \Rightarrow T = m \cdot \alpha_{\text{cm}} + mg \quad (4)$$

$$(3) \stackrel{(4)}{\Rightarrow} 2F - m \cdot \alpha_{\text{cm}} - mg = M \cdot \alpha_{\text{cm}} \Rightarrow 2F - mg = (M + m) \cdot \alpha_{\text{cm}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha_{\text{cm}} = \frac{2F - mg}{M + m} \Rightarrow \alpha_{\text{cm}} = \frac{230 - 200}{30} \Rightarrow \alpha_{\text{cm}} = 1 \text{ m/s}^2$$

γ. $L = I \cdot \omega_1$ (5)

από τις εξισώσεις κίνησης, για το σώμα Σ

$$y = \frac{1}{2} a_{cm} \cdot t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2y}{a_{cm}}} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{a_{cm}}} \Rightarrow t_1 = 2 \text{ sec}.$$

$$a_\gamma = \frac{a_{cm}}{R} = \frac{1}{0,2} \Rightarrow a_\gamma = 5 \text{ rad/s}^2.$$

$$\omega_1 = a_\gamma \cdot t \Rightarrow \omega_1 = a_\gamma \cdot t_1 \Rightarrow \omega_1 = 10 \text{ rad/s}$$

$$(5) \Rightarrow L_1 = MR^2 \cdot \omega_1 \Rightarrow L_1 = 10 \cdot 0,04 \cdot 10 \Rightarrow L_1 = 4 \text{ Kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}.$$

δ. για τον κύλινδρο ακτίνας $2R$ ισχύει:

$$\Delta s = 2R \cdot \Delta \theta \quad (6)$$

για τον κύλινδρο ακτίνας R ισχύει:

$$\Delta s' = R \cdot \Delta \theta' \quad (7)$$

$\Delta \theta = \Delta \theta'$ (οι δύο κύλινδροι στρέφονται γύρω από κοινό άξονα σαν ένα στερεό σώμα)

$$(6)(7) \Rightarrow \frac{\Delta s}{\Delta s'} = \frac{2R \cdot \Delta \theta'}{R \cdot \Delta \theta'} \Rightarrow \frac{\Delta s}{\Delta s'} = 2 \Rightarrow \Delta s = 2\Delta s' \Rightarrow \Delta s = 2h = 2 \cdot 2 \Rightarrow \Delta s = 4 \text{ m}.$$

Εναλλακτικός τρόπος επίλυσης:

Η επιτάχυνση του σημείου A είναι $a_A = a_{\gamma\omega\omega} 2R \Rightarrow a_A = 5 \cdot 2 \cdot 0,2 = 2 \text{ m/s}^2$
 Άρα, η μετατόπιση του σημείου A , εξ' αιτίας της ευθύγραμμης ομαλά επιταχυνόμενης χωρίς αρχική ταχύτητα κίνησής του, θα είναι:

$$x_A = \frac{1}{2} a_A t_1^2 \Rightarrow x_A = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2^2 = 4 \text{ m}$$

ε. $W_F = F \cdot \Delta s = 115 \cdot 4 = 460 \text{ J}$

$$K_{\text{περ}} = \frac{1}{2} I \omega_1^2 = \frac{1}{2} MR^2 \omega_1^2 = \frac{1}{2} 10 \cdot 0,04 \cdot 100 = 20 \text{ J}$$

$$\text{Επομένως } \frac{K_{\text{περ}}}{W_F} = \frac{20}{460} = \frac{1}{23} = 0,0435 \text{ ή } 4,35\%$$