

ΤΑΞΗ: Γ' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ: ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ

Ημερομηνία: Κυριακή 24 Απριλίου 2016

Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

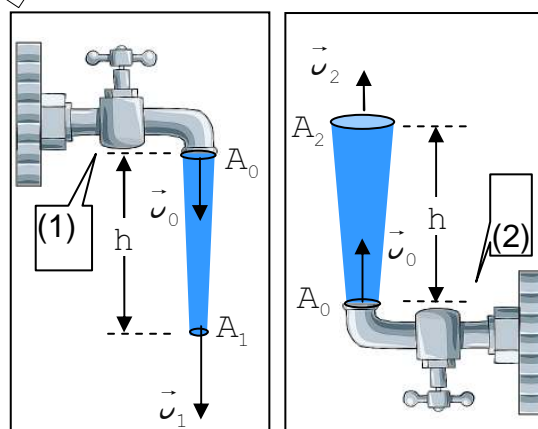
ΕΡΩΤΗΣΗ	A1	A2	A3	A4
ΑΠΑΝΤΗΣΗ	δ	β	β	γ

- A5**
- α. Σ
 - β. Λ
 - γ. Λ
 - δ. Λ
 - ε. Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. Η σωστή απάντηση είναι η (β)

Οι στοιχειώδεις μάζες του νερού που εκτοξεύονται από το στόμιο της βρύσης αποκτούν ταχύτητες μέτρων v_1 και v_2 αντίστοιχα σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας, γιατί κινούνται εξαιτίας του βάρους τους και μόνο η οποία είναι διατηρητική δύναμη. Θεωρούμε ότι το νερό συμπεριφέρεται σαν ιδανικό υγρό (χωρίς να υπάρχουν εσωτερικές τριβές) και φυσικά πριν η ροή του νερού γίνει τυρβώδης.



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016

Β' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

(1): $E_{μηχ(0)} = E_{μηχ(1)}$ οπότε $K_{(0)} + U_{(0)} = K_{(1)} + U_{(1)} \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \frac{1}{2} \cdot \Delta m \cdot v_0^2 + \Delta m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot \Delta m \cdot v_1^2 \Leftrightarrow v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h = v_1^2 \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow 4 \cdot g \cdot h + 2 \cdot g \cdot h = v_1^2 \Leftrightarrow v_1 = \sqrt{6 \cdot g \cdot h}$

(2): $E_{μηχ(0)} = E_{μηχ(2)}$ οπότε $K_{(0)} + U_{(0)} = K_{(2)} + U_{(2)} \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \frac{1}{2} \cdot \Delta m \cdot v_0^2 = \frac{1}{2} \cdot \Delta m \cdot v_2^2 + \Delta m \cdot g \cdot h \Leftrightarrow v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h = v_2^2 \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow 4 \cdot g \cdot h - 2 \cdot g \cdot h = v_2^2 \Leftrightarrow v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

Από την εξίσωση της συνέχειας έχουμε:

$\Pi_1 = \Pi_2 \Leftrightarrow A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow A_1 \cdot \sqrt{6 \cdot g \cdot h} = A_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \Leftrightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{\sqrt{2 \cdot g \cdot h}}{\sqrt{6 \cdot g \cdot h}} \Leftrightarrow$
 $\Leftrightarrow \frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{1}{3}}$

Οπότε: $\frac{A_1}{A_2} = \sqrt{\frac{1}{3}} \Leftrightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{\sqrt{3}}{3}$

B2. Η σωστή απάντηση είναι η (γ)

Ισχύει:

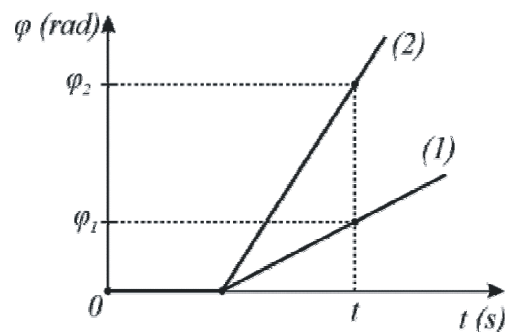
$\omega_1 \Rightarrow \frac{\Delta \phi_1}{\Delta t} \Leftrightarrow 2\pi f_1 = \frac{\phi_1 - 0}{\Delta t} \Leftrightarrow 2\pi f_1 = \frac{\phi_1}{\Delta t}$ (1)

$\omega_2 = \frac{\Delta \phi_2}{\Delta t} \Leftrightarrow 2\pi f_2 = \frac{\phi_2 - 0}{\Delta t} \Leftrightarrow 2\pi f_2 = \frac{3\phi_1}{\Delta t}$ (2)

Διαιρούμε τις σχέσεις (1) και (2) οπότε:

$\frac{2\pi f_1}{2\pi f_2} = \frac{\frac{\phi_1}{\Delta t}}{\frac{3\phi_1}{\Delta t}} \Leftrightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{1}{3} \Leftrightarrow \frac{\frac{v}{\lambda_1}}{\frac{v}{\lambda_2}} = \frac{1}{3} \Leftrightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{3} \Leftrightarrow \lambda_1 = 3\lambda_2$

Οπότε (OK) = $4\lambda_1 = 12\lambda_2$



B3. α. Η σωστή απάντηση είναι η (i)

Από την εξίσωση της απομάκρυνσης $y = 0,2\eta\mu(10\pi t)$ (SI),
υπολογίζει ο μαθητής τη συχνότητα $\omega = 2\pi f$ ή $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{10\pi}{2\pi} = 5\text{Hz}$.

Το μήκος κύματος είναι:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{ή} \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{2}{5} \text{m} = 0,4\text{m}.$$

Η διαφορά δρόμου για το σημείο M είναι:

$$d_2 - d_1 = 1,2\text{m} - 0,2\text{m} = 1\text{m}$$

Το πλάτος της απομάκρυνσης στο σημείο M είναι:

$$|A'| = \left| 2A \sin 2\pi \frac{d_2 - d_1}{2\lambda} \right| = 2A \left| \sin 2\pi \frac{1\text{m}}{2 \cdot 0,4} \right| \quad \text{ή}$$

$$|A'| = 2A \left| \sin \frac{5\pi}{2} \right| = 2A \left| \sin \frac{\pi}{2} \right| = 0$$

β. Η σωστή απάντηση είναι η (i)

Για να μετατρέψει ο μαθητής το σημείο σε ενισχυτική συμβολή πρέπει:

$$d_2 - d_1 = \kappa \cdot \lambda = \kappa \frac{v}{f} \quad \text{ή}$$

$$f = \frac{\kappa \cdot v}{d_2 - d_1} = 2\kappa \quad (1)$$

Θέλουμε να υπολογίσουμε την ελάχιστη κατ' απόλυτη τιμή επί τοις εκατό % μεταβολή (αύξηση ή μείωση) της συχνότητας των δύο πηγών παραγωγής κυμάτων:

- Για $\kappa=1$ (1) $\Rightarrow f_1 = 2 \cdot 1\text{Hz} = 2\text{Hz}$ ενώ $\Delta f = |f - f_1| = |5 - 2|\text{Hz} = 3\text{Hz}$
- Για $\kappa=2$ (1) $\Rightarrow f_2 = 2 \cdot 2\text{Hz} = 4\text{Hz}$ ενώ $\Delta f = |f - f_2| = |5 - 4|\text{Hz} = 1\text{Hz}$
- Για $\kappa=3$ (1) $\Rightarrow f_3 = 2 \cdot 3\text{Hz} = 6\text{Hz}$ ενώ $\Delta f = |f - f_3| = |5 - 6|\text{Hz} = 1\text{Hz}$

Η ελάχιστη μεταβολή είναι για τις δύο τελευταίες περιπτώσεις, όπου το ποσοστό επί τοις εκατό % μεταβολής της συχνότητας κατά απόλυτη τιμή είναι:

$$\Pi = \frac{\Delta f}{f} 100\% = \frac{1\text{Hz}}{5\text{Hz}} 100\% = 20\%$$

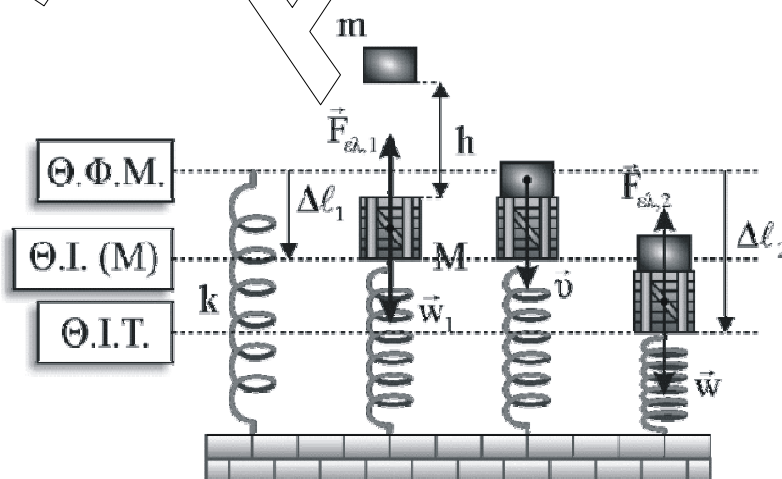
ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Αρχικά σχεδιάζουμε το κατακόρυφο ελατήριο στη κατάσταση φυσικού του μήκους. Σχεδιάζουμε στη συνέχεια το σώμα μάζας M στη θέση ισορροπίας του και τις δυνάμεις που του ασκούνται δηλαδή τη βαρυτική δύναμη \vec{w}_1 , και την δύναμη $\vec{F}_{ελ,1}$ του παραμορφωμένου κατά Δl_1 ελατηρίου.

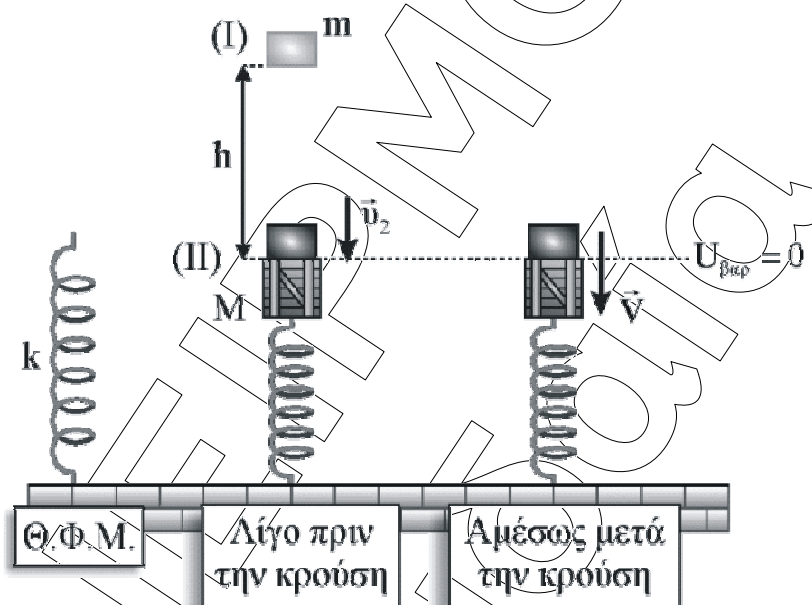
- Μελετώντας την ισορροπία του σώματος μάζας M εφαρμόζουμε την συνθήκη ισορροπίας για την συνισταμένη των δυνάμεων:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \quad \text{ή} \quad F_{ελ,1} - w_1 = 0 \quad \text{ή} \quad F_{ελ,1} = w_1 \quad \text{ή} \quad k\Delta l_1 = Mg$$

$$\text{ή} \quad \Delta l_1 = \frac{Mg}{k} = \frac{3 \cdot 10}{100} \quad \text{ή} \quad \Delta l_1 = 0,3\text{m}$$



- Μελετάμε την κίνηση του σώματος μάζας m από τη θέση που αφέθηκε ελεύθερο μέχρι τη θέση που συγκρούεται με το ακίνητο σώμα μάζας M . Κατά την κίνηση του σώματος m από τη θέση (I) στη θέση (II), η μοναδική δύναμη, που δρα επάνω του (και παράγει έργο) είναι η βαρυτική δύναμη \vec{w}_2 , η οποία είναι συντηρητική. Έτσι μπορούμε να εφαρμόσουμε την Α.Δ.Μ.Ε από τη θέση (I) στη (II). Ορίζοντας ως επίπεδο μηδενικής βαρυτικής ενέργειας τη θέση (II), έχουμε:



$$E_{μ\eta\chi,I} = E_{μ\eta\chi,II} \quad \text{ή} \quad K_I + U_I = K_{II} + U_{II} \quad \text{ή} \quad mgh = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{ή} \quad h = \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

- Μελετώντας την σύγκρουση των δύο σωμάτων εφαρμόζουμε την Αρχή Διατήρησης της Ορμής και έχουμε:

$$\vec{P}_{\text{πριν}} = \vec{P}_{\text{μετά}}$$

$$mv = (M+m)V \quad (2)$$

- Το σύστημα των δύο σωμάτων στη συνέχεια ταλαντώνεται εκατέρωθεν της θέσης ισορροπίας στην οποία το ελατήριο είναι παραμορφωμένο κατά $\Delta\ell_2$

Μελετώντας την ισορροπία για το σύστημα των σωμάτων εφαρμόζουμε την συνθήκη ισορροπίας για την συνισταμένη των δυνάμεων:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \quad \text{ή} \quad F_{ελ,2} - (w_1 + w_2) = 0 \quad \text{ή} \quad F_{ελ,2} = w_1 + w_2 \quad \text{ή} \quad k\Delta\ell_2 = (M+m)g$$

$$\text{ή} \quad \Delta\ell_2 = \frac{(M+m)g}{k} = \frac{(3+1)10}{100} \quad \text{ή} \quad \Delta\ell_2 = 0,4\text{m}$$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016

Β' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

Η κοινή ταχύτητα των σωμάτων τη στιγμή $t = 0$ που αρχίζουν ταλάντωση είναι η V και η απομάκρυνσή τους x_1 από την θέση ισορροπίας ταλάντωσης (ΘΙΤ) είναι:

$$x_1 = \Delta l_2 - \Delta l_1 = 0,4 - 0,3 \quad \text{ή} \quad x_1 = 0,1 \text{ m}$$

Εφαρμόζοντας την διατήρηση της ενέργειας για την ταλάντωση για την θέση που αρχίζει η ταλάντωση και τη θέση μέγιστης απομάκρυνσης θα προκύψει η κοινή ταχύτητα V των σωμάτων:

$$\frac{1}{2}(M+m)V^2 + \frac{1}{2}Dx_1^2 = \frac{1}{2}DA^2$$

$$(3+1)V^2 + 100 \cdot 0,1^2 = 100 \cdot 0,4^2$$

$$4V^2 + 1 = 16 \quad \text{ή} \quad V = \frac{\sqrt{15}}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Από την σχέση (2) προκύπτει η ταχύτητα του σώματος m λίγο πριν συγκρουστεί με το σώμα M :

$$v = \frac{(M+m)V}{m} = \frac{(3+1) \frac{\sqrt{15}}{2}}{1} \quad \text{ή} \quad v = 2\sqrt{15} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Από την σχέση (1) προκύπτει η απόσταση h από την οποία αφέθηκε ελεύθερο το σώμα m .

$$h = \frac{(2\sqrt{15})^2}{2 \cdot 10} \quad \text{ή} \quad h = 3 \text{ m}$$

Γ2. α) Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής είναι:

$$\frac{dp}{dt} = \Sigma F = -Dx_2 \quad \xrightarrow{x_2 = \frac{A}{2}} \quad \frac{dp}{dt} = -D \frac{A}{2} \quad \text{ή} \quad \frac{dp}{dt} = -100 \frac{0,4}{2} \quad \text{ή} \quad \frac{dp}{dt} = -20 \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

β) Ο ρυθμός μεταβολής της κινητικής ενέργειας είναι:

$$\frac{dK}{dt} = \frac{dW_{\Sigma F}}{dt} = \frac{\Sigma F \cdot dx}{dt} = \Sigma F \cdot v_2 = -D x \cdot v_2 \quad (3)$$

Εφαρμόζοντας την διατήρηση της ενέργειας για την ταλάντωση για τη θέση $x_2 = +A/2$ και τη θέση μέγιστης απομάκρυνσης θα προκύψει η ταχύτητα v_2 των σωμάτων:

$$\frac{1}{2}(M+m)v_2^2 + \frac{1}{2}D\left(\frac{A}{2}\right)^2 = \frac{1}{2}DA^2$$

$$(3+1)v_2^2 + 100 \cdot 0,2^2 = 100 \cdot 0,4^2$$

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016

Β' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

$$4v_2^2 + 4 = 16 \quad \text{ή} \quad v_2 = \pm \sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Επειδή η θετική κατεύθυνση είναι προς τα κάτω. Όταν το σύστημα περνάει από τη θέση $x_2 = +A/2$ για πρώτη φορά θα είναι: $v_2 = +\sqrt{3} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Από τη σχέση (3) προκύπτει:

$$\frac{dK}{dt} = -D x_2 \cdot v_2 = -100 \cdot 0,2 (+\sqrt{3}) \quad \text{ή} \quad \frac{dK}{dt} = -20\sqrt{3} \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

- Γ3. α)** Το έργο της δύναμης του ελατηρίου μεταξύ δύο θέσεων υπολογίζεται επειδή είναι συντηρητική δύναμη ως εξής:

$$W_{\text{Fελ}} = -\Delta U_{\text{ελ}} = U_{\text{ελατ(αρχ)}} - U_{\text{ελατ(τελ)}} \quad (4)$$

Η επάνω ακραία θέση της ταλάντωσης συμπίπτει με τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου. Συνεπώς η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου σε αυτή τη θέση είναι ίση με μηδέν. Η θέση όπου τα σώματα έρχονται σε επαφή είναι η θέση στην οποία το ελατήριο είναι παραμορφωμένο κατά Δl_1 . Από τη σχέση (4) προκύπτει:

$$W_{\text{Fελ}} = \frac{1}{2} k \Delta l_1^2 \quad \text{ή} \quad W_{\text{Fελ}} = \frac{1}{2} 100 \cdot 0,3^2 \quad \text{ή} \quad W_{\text{Fελ}} = 4,5 \text{ J}$$

- β)** Το έργο της δύναμης επαναφοράς μεταξύ δύο θέσεων, υπολογίζεται επειδή είναι συντηρητική δύναμη, ως εξής: $W_{\text{Fεπ}} = -\Delta U_{\text{ταλ}}$ ή

$$W_{\text{Fεπ}} = U_{\text{αρχ}} - U_{\text{τελ}} \quad \text{ή} \quad W_{\text{Fεπ}} = \frac{1}{2} D x_1^2 - \frac{1}{2} D A^2 \quad \text{ή} \quad W_{\text{Fεπ}} = \frac{1}{2} 100 \cdot 0,1^2 - \frac{1}{2} 100 \cdot 0,4^2$$

$$W_{\text{Fεπ}} = 0,5 - 8 \quad \text{ή} \quad W_{\text{Fεπ}} = -7,5 \text{ J}$$

2^{ος} τρόπος

Με εφαρμογή του θεωρήματος μεταβολής της κινητικής ενέργειας μεταξύ της θέσης όπου τα σώματα έρχονται σε επαφή και της πάνω ακραίας θέσης έχουμε:

$$K_{\text{τελ}} - K_{\text{αρχ}} = W_{\text{Fεπ}} \quad \text{ή} \quad W_{\text{Fεπ}} = 0 - \frac{1}{2} (M+m) v^2 \quad \text{ή} \quad W_{\text{Fεπ}} = -\frac{1}{2} (3+1) \sqrt{3}^2 \quad \text{ή} \quad W_{\text{Fεπ}} = -7,5 \text{ J}$$

- Γ4.** Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης των σωμάτων οι δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα μάζας m είναι η βαρυτική δύναμη w_2 και η δύναμη επαφής N από το σώμα μάζας M .

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016

Β' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

- Η κυκλική συχνότητα ω της ταλάντωσης των σωμάτων είναι:

$$\omega = \sqrt{\frac{D}{M+m}} \xrightarrow{D=k} \omega = \sqrt{\frac{100}{3+1}} \quad \text{ή} \quad \omega = \sqrt{25} \quad \text{ή} \quad \omega = 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

- Καθώς το σώμα m ταλαντώνεται ισχύει:

$$\begin{aligned} \Sigma F &= -D_m x \quad \text{ή} \quad mg - N = -m\omega^2 x \quad \text{ή} \quad N = mg + m\omega^2 x \\ \text{ή} \quad N &= 1 \cdot 10 + 1 \cdot 5^2 x \quad \text{ή} \quad N = 10 + 25x \quad \xrightarrow{x=-A=-0,4} N = 10 + 25(-0,4) \quad \text{ή} \quad N = 0 \end{aligned}$$

Δηλαδή στην πάνω ακραία θέση της ταλάντωσης η επαφή των δύο σωμάτων είναι οριακή.

ΘΕΜΑ Δ

- Δ1.** Στο σώμα ενεργούν το βάρος w , η στατική τριβή T_σ και η αντίδραση N του κεκλιμένου επιπέδου. Θεωρούμε άξονα περιστροφής που διέρχεται από το κέντρο μάζας του σώματος. Αναλύουμε το βάρος σε δύο συνιστώσες όπως στο σχήμα και έχουμε:

$$w_y = mg \sin \varphi \quad \text{και} \quad w_x = mg \cos \varphi \quad (1)$$

Από την συνθήκη ισορροπίας του σώματος προκύπτει ότι:

$$\Sigma \tau = 0 \quad \text{ή} \quad T_\sigma \cdot R - F \cdot r = 0 \quad \text{ή} \quad F \cdot r = T_\sigma \cdot 2r \quad \text{ή} \quad F = 2T_\sigma \quad (2)$$

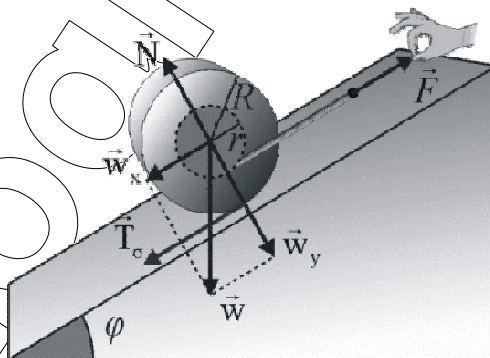
$$\Sigma F_y = 0 \quad \text{ή} \quad N - w_y = 0 \quad \text{ή} \quad N = mg \sin \varphi \quad (3)$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad \text{ή} \quad F - w_x - T = 0 \quad \text{ή} \quad 2T - mg \cos \varphi - T_\sigma = 0 \quad \text{ή} \quad T_\sigma = mg \cos \varphi \quad \text{ή} \quad T_\sigma = 20\text{N}$$

Άρα λόγω της (2) **F = 40N**.

- Δ2.** Αυξάνοντας το μέτρο της δύναμης F κατά 30% θα γίνει:

$$F = \frac{130}{100} 40\text{N} = 52\text{N}$$



ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016

Β' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

Το σώμα θα αρχίσει να κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει επιταχυνόμενο προς τα επάνω με μεταφορική επιτάχυνση a_{cm} και γωνιακή επιτάχυνση

$$\alpha_{\gamma} = \frac{a_{cm}}{R}$$

Από τον θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για την μεταφορική και την περιστροφική κίνηση θα έχουμε:

$$\Sigma \vec{F}_x = m \vec{a}_{cm} \quad \text{ή} \quad F - mg \eta \mu \phi - T_{\sigma} = m a_{cm} \quad (4)$$

$$\Sigma \tau = I \alpha \quad \text{ή} \quad -Fr + T_{\sigma} R = \frac{1}{2} m R^2 \quad \text{ή}$$

$$T_{\sigma} R - F \frac{1}{2} R = \frac{1}{2} m R a_{cm} \quad \text{ή} \quad T_{\sigma} - \frac{1}{2} F = \frac{1}{2} m a_{cm} \quad (5)$$

Προσθέτοντας κατά μέλη τις (4) και (5) προκύπτει:

$$\frac{1}{2} F - mg \eta \mu \phi = m a_{cm} \quad \text{ή} \quad 26 - 20 = 4 a_{cm} \quad \text{ή} \quad a_{cm} = 1 \text{ m/s}^2$$

Και η στατική τριβή θα είναι : $T_{\sigma} = \frac{1}{2} F + \frac{1}{2} m a_{cm}$ ή $T_{\sigma} = 28 \text{ N}$

Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής θα είναι (Β' νόμος Newton)

$$\Sigma \tau = \frac{dL}{dt} \quad \text{ή} \quad \frac{dL}{dt} = T_{\sigma} \cdot R - F \cdot r = 0,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$

$$\frac{dL}{dt} = 0,4 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$

Δ3. Αξιοποιώντας την αρχή της ανεξαρτησίας των κινήσεων, εφαρμόζουμε το ΘΜΚΕ αποκλειστικά για την μεταφορική κίνηση του σώματος και έχουμε:

$$\Delta K = W_{\alpha} \quad \text{ή} \quad \Delta K = \Sigma F \cdot \Delta x \quad \text{ή}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = m a_{cm} \cdot \Delta x \quad \text{ή} \quad v = \sqrt{2 m a_{cm} \cdot \Delta x} = 2 \text{ m/s}$$

Επειδή δεν υπάρχει ολίσθηση :

$$\Delta x = \Delta \theta \cdot R \quad \text{ή} \quad \Delta x = \frac{\Delta s}{r} \cdot R \quad \text{ή}$$

$$\Delta x = 2 \cdot \Delta s \quad \text{ή} \quad \Delta s = 1 \text{ m}$$

Άρα το νήμα θα τυλιχτεί κατά **1m**

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ 2016
Β' ΦΑΣΗ

E_3.Φλ3Θ(α)

Δ4. Από το ΘΜΚΕ για την στροφοική κίνηση

$$dK_{\sigma\tau\rho} = W_{\sigma\tau\rho} \quad \text{ή} \quad dK_{\sigma\tau\rho} = \Sigma\tau \cdot d\theta \quad \text{ή}$$

$$\frac{dK_{\sigma\tau\rho}}{dt} = (T_{\sigma} \cdot R - F \cdot r) \cdot \frac{d\theta}{dt} \quad \text{ή}$$

$$\frac{dK_{\sigma\tau\rho}}{dt} = (T_{\sigma} \cdot R - F \cdot r) \cdot \omega \quad \text{ή}$$

$$\frac{dK_{\sigma\tau\rho}}{dt} = (T_{\sigma} \cdot R - F \cdot r) \cdot \frac{v}{R} \quad \text{ή}$$

$$\frac{dK_{\sigma\tau\rho}}{dt} = 4 \frac{J}{s}$$

ΣΥΝΕΙΡΜΟΝ
 ΑΡΙΘΜΟ