ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΤΙΚΗΣ – ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Γ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1-Α4** *να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

Α1. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση στην οποία η δύναμη απόσβεσης είναι ανάλογη της ταχύτητας του σώματος, με την πάροδο του χρόνου

α. η περίοδος μειώνεται.

β. η περίοδος είναι σταθερή.

γ. το πλάτος διατηρείται σταθερό.

δ. η ενέργεια ταλάντωσης διατηρείται σταθερή.

Μονάδες 5

Α2.Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα

α. διαδίδονται σε όλα τα υλικά με την ίδια ταχύτητα.

β. έχουν στο κενό την ίδια συχνότητα.

γ. διαδίδονται στο κενό με την ίδια ταχύτητα.

δ. είναι διαμήκη.

Μονάδες 5

Α3.Μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών στάσιμου κύματος τα σημεία του ελαστικού μέσου

α. έχουν το ίδιο πλάτος ταλάντωσης.

β. έχουν την ίδια φάση.

γ. έχουν την ίδια ταχύτητα ταλάντωσης.

δ. είναι ακίνητα.

Μονάδες 5

Α4. Διακρότημα δημιουργείται κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων οι οποίες πραγματοποιούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, όταν οι δύο ταλαντώσεις έχουν

α. ίσα πλάτη και ίσες συχνότητες.

β. άνισα πλάτη και ίσες συχνότητες.

γ. ίσα πλάτη και παραπλήσιες συχνότητες.

δ. ίσα πλάτη και συχνότητες εκ των οποίων η μια είναι πολλαπλάσια της άλλης.

Μονάδες 5

Α5.*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.*

α. Ο δείκτης διάθλασης ενός υλικού δεν εξαρτάται από την ταχύτητα του φωτός στο υλικό αυτό.

β. Στα άκρα της χορδής μιας κιθάρας δημιουργούνται πάντα κοιλίες στάσιμου κύματος.

γ. Το φαινόμενο του συντονισμού παρατηρείται μόνο σε εξαναγκασμένες ταλαντώσεις.

δ. Οι ακτίνες Χ έχουν μικρότερες συχνότητες από τις συχνότητες των ραδιοκυμάτων.

ε. Η ροπή ζεύγους δυνάμεων είναι ίδια ως προς οποιοδήποτε σημείο.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Στην ελεύθερη επιφάνεια ενός υγρού δύο σύγχρονες πηγές αρμονικών κυμάτων εκτελούν κατακόρυφες ταλαντώσεις με συχνότητα f και δημιουργούν εγκάρσια κύματα ίδιου πλάτους Α. Ένα σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού ταλαντώνεται εξ αιτίας της συμβολής των δύο κυμάτων με πλάτος 2Α. Αν οι δύο πηγές εκτελέσουν ταλάντωση με συχνότητα 2f και με το ίδιο πλάτος Α, τότε το σημείο Σ θα

α. ταλαντωθεί με πλάτος 2Α.

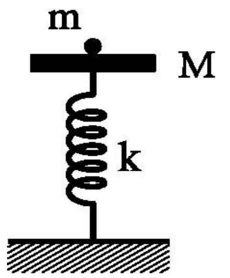
β. ταλαντωθεί με πλάτος 4Α.

γ. παραμένει ακίνητο.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

Β2. Δίσκος μάζας Μ είναι στερεωμένος στο πάνω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k, και ισορροπεί (όπως στο σχήμα). Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στο έδαφος.



Στο δίσκο τοποθετούμε χωρίς αρχική ταχύτητα σώμα μάζας m. Το σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η ενέργεια της ταλάντωσης είναι:

α. $\frac{1}{2}\frac{m^2g^2}{k}$

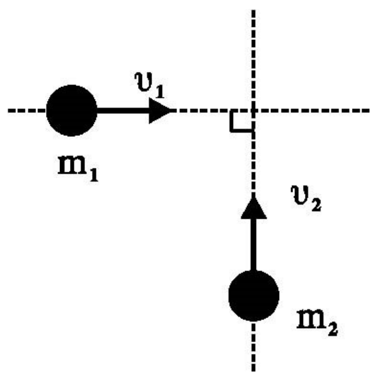
β. $\frac{1}{2}\frac{M^2g^2}{k}$

γ. $\frac{1}{2}\frac{\left(m+M\right)^2}{k}g^2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 6).

Μονάδες 8

Β3. Δύο σώματα με μάζες m_1=2 kg και m_2=3 kg κινούνται χωρίς τριβές στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο και σε κάθετες διευθύνσεις με ταχύτητες υ_1=4 m/s και υ_2=2 m/s (όπως στο σχήμα) και συγκρούονται πλαστικά.



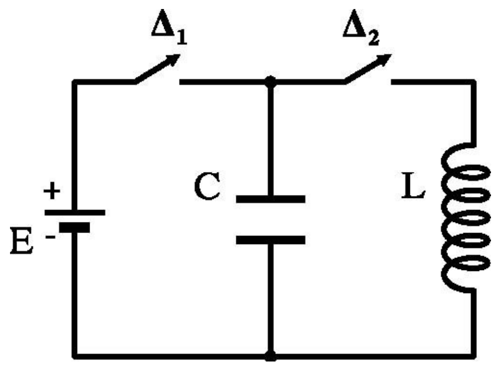
Η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι:
α. 5 J

β. 10 J
γ. 20 J
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση (μονάδες 2).
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας (μονάδες 7).

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Στο κύκλωμα του σχήματος δίνονται: πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης E=5 V μηδενικής εσωτερικής αντίστασης, πυκνωτής χωρητικότητας $C=8\cdot 10^{-6}$ F, πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L=2\cdot 10^{-2}$ H. Αρχικά ο διακόπτης Δ_1 είναι κλειστός και ο διακόπτης Δ_2 ανοιχτός.



Γ1. Να υπολογίσετε το φορτίο Q του πυκνωτή.

Μονάδες 6

Ανοίγουμε το διακόπτη Δ_1 και τη χρονική στιγμή t=0 κλείνουμε το διακόπτη Δ_2. Το κύκλωμα LC αρχίζει να εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις.

Γ2. Να υπολογίσετε την περίοδο των ηλεκτρικών ταλαντώσεων.

Μονάδες 6

Γ3. Να γράψετε την εξίσωση σε συνάρτηση με το χρόνο για την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.

Μονάδες 6

Γ4. Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο του πυκνωτή τη χρονική στιγμή κατά την οποία η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου στο πηνίο είναι τριπλάσια από την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου στον πυκνωτή.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Θέλουμε να μετρήσουμε πειραματικά την άγνωστη ροπή αδράνειας δίσκου μάζας m=2 kg και ακτίνας r=1 m. Για το σκοπό αυτό αφήνουμε τον δίσκο να κυλίσει χωρίς ολίσθηση σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας φ=30° ξεκινώντας από την ηρεμία. Διαπιστώνουμε ότι ο δίσκος διανύει την απόσταση x=2 m σε χρόνο t=1 s.

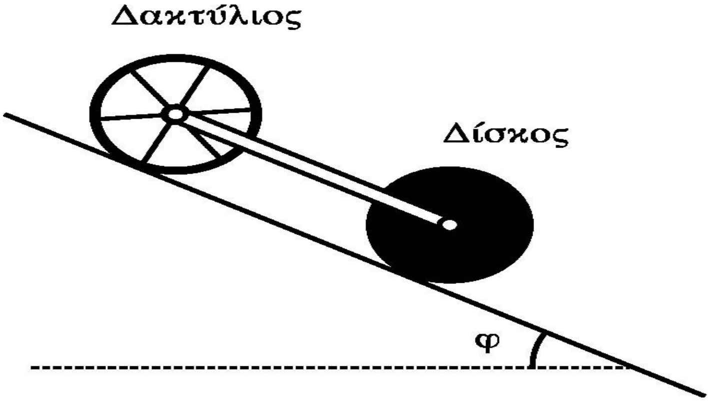
Δ1. Να υπολογίσετε τη ροπή αδράνειάς του ως προς τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του και είναι κάθετος στο επίπεδό του.

Μονάδες 7

Δ2. Από την κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου αφήνονται να κυλίσουν ταυτόχρονα δίσκος και δακτύλιος ίδιας μάζας M και ίδιας ακτίνας R. Η ροπή αδράνειας του δίσκου είναι $I_1 = \frac{1}{2}MR^2$ και του δακτυλίου $I_2=MR^2$ ως προς τους άξονες που διέρχονται από τα κέντρα μάζας τους και είναι κάθετοι στα επίπεδά τους. Να υπολογίσετε ποιο από τα σώματα κινείται με τη μεγαλύτερη επιτάχυνση.

Μονάδες 4

Συνδέουμε με κατάλληλο τρόπο τα κέντρα μάζας των δύο στερεών, όπως φαίνεται και στο σχήμα, με ράβδο αμελητέας μάζας, η οποία δεν εμποδίζει την περιστροφή τους και δεν ασκεί τριβές. Το σύστημα κυλίεται στο κεκλιμένο επίπεδο χωρίς να ολισθαίνει.



Δ3. Να υπολογίσετε το λόγο των κινητικών ενεργειών K_1/K_2 όπου K_1 η κινητική ενέργεια του δίσκου και K_2 η κινητική ενέργεια του δακτυλίου.

Μονάδες 6

Δ4. Αν η μάζα κάθε στερεού είναι M=1,4 kg, να υπολογίσετε τις δυνάμεις που ασκεί η ράβδος σε κάθε σώμα.
Μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιό σας και σχεδιάστε τις πιο πάνω δυνάμεις.

Να μην χρησιμοποιήσετε το χαρτί μιλιμετρέ που βρίσκεται στο τέλος του τετραδίου.

Δίνεται: $g=10m/s^2$,$ημ30^o=\frac{1}{2}$

Μονάδες 8

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1 $\rightarrow$ β
Α2 $\rightarrow$ γ
Α3 $\rightarrow$ β
Α4 $\rightarrow$ γ
Α5. (α) Λ (β) Λ (γ) Σ (δ) Λ (ε) Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό είναι το α.

Επειδή το σημείο Σ ταλαντώνεται με πλάτος 2Α (ενισχυτική συμβολή) ισχύει:

$|r_1 - r_2| = N\,\lambda \quad (N = 0, 1, 2, 3, ..)$

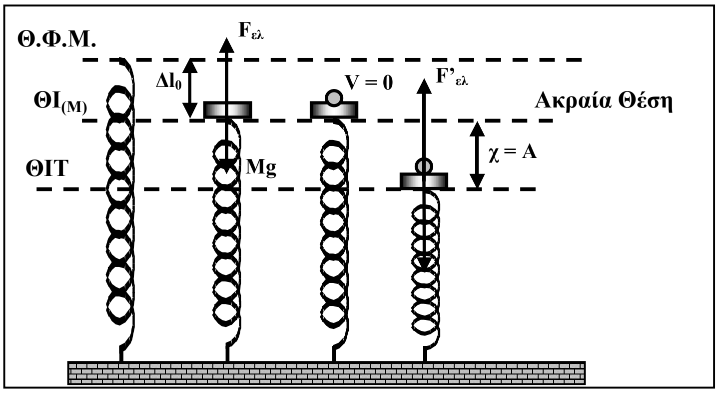
Επειδή το μέσο διάδοσης δεν αλλάζει η ταχύτητα διάδοσης των δύο κυμάτων παραμένει σταθερή, άρα όταν διπλασιαστεί η συχνότητα των πηγών θα υποδιπλασιαστεί το μήκος κύματος, δηλαδή: $\lambda' = \frac{\lambda}{2}$.

Το νέο πλάτος ταλάντωσης του σημείου Σ θα είναι:

$$A' = 2A \left|\sigma\upsilon\nu\pi\frac{r_1 - r_2}{\lambda'}\right| \xrightarrow{|r_1 - r_2| = N\lambda} A' = 2A \left|\sigma\upsilon\nu\pi\frac{N\lambda}{\frac{\lambda}{2}}\right| = 2A$$

$$|\sigma\upsilon\nu 2N\pi| \rightarrow A' = 2A$$

Β2. Σωστό είναι το α.



Εφαρμόζουμε συνθήκες ισορροπίας στην θέση ισορροπίας $ΘΙ_{(Δ)}$ του δίσκου και στη θέση ισορροπίας (ΘΙΤ) του συστήματος δίσκου - μάζας m για να υπολογίσουμε την απόσταση χ ανάμεσα στις δύο θέσεις.

$$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = Mg \rightarrow k\,\Delta l_0 = M\,g$$

$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F'_{\varepsilon\lambda} = (M + m)g \rightarrow k\,(\Delta l_0 + \chi) = (M + m)\,g \rightarrow k\,\Delta l_0 + k\,\chi = Mg + mg \rightarrow$

$Mg + k\,\chi = Mg + mg \rightarrow k\,\chi = mg \rightarrow \chi = \frac{mg}{k}$.

Το σύστημα θα κάνει ΑΑΤ με D = k και πλάτος $\mathbf{A = \chi = \frac{mg}{k}}$, άρα η ενέργεια ταλάντωσης του θα είναι:

$E_\tau = \frac{1}{2}\,kA^2 \rightarrow \mathbf{E_\tau = \frac{1}{2}\frac{m^2\,g^2}{k}}$

Β3. Σωστό είναι το β.
Το μέτρο της ορμής του σώματος m_1 πριν την κρούση είναι: $p_1 = m_1\,u_1 = 8$ Kg m/s
και του σώματος m_2: $p_2 = m_2\,u_2 = 6$ Kg m/s.

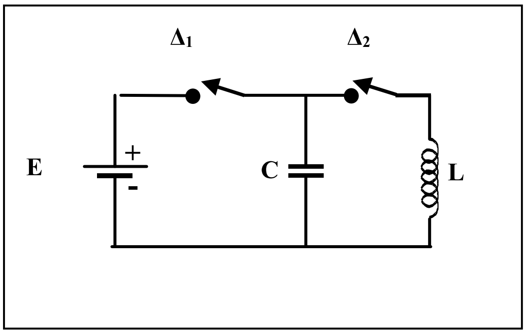
Επειδή οι αρχικές ορμές των δύο σωμάτων είναι μεταξύ τους κάθετες, το μέτρο της ορμής του συστήματος πριν την κρούση είναι:
$p_{o\lambda}^{\alpha\rho\chi} = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = \sqrt{(64 + 36)\,Kg^2\,m^2/s^2} \rightarrow p_{o\lambda}^{\alpha\rho\chi} = 10$ Kg m/s.

Από την αρχή διατήρησης της ορμής για την πλαστική κρούση παίρνουμε:

$p_{o\lambda}^{\alpha\rho\chi} = p_{o\lambda}^{\tau\varepsilon\lambda} = 10$ Kg m/s $\rightarrow (m_1 + m_2)V = 10$ Kg m/s $\rightarrow 5\,V = 10 \rightarrow V = 2$ m/s.

Άρα η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι:
$\mathbf{K = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 = 10\ J.}$

ΘΕΜΑ Γ
Γ1. Όταν ο διακόπτης Δ_1 είναι κλειστός και ο Δ_2 ανοιχτός ο πυκνωτής φορτίζεται από την πηγή Ε και **το φορτίο που αποκτά είναι το μέγιστο φορτίο Q** το οποίο είναι ίσο με: $\mathbf{Q = C\,E = 4\,10^{-5}\,C}$.



Γ2. Η περίοδος των ηλεκτρικών ταλαντώσεων στο κύκλωμα LC είναι ίση με:

$T = 2\pi\sqrt{LC} = 2\pi\sqrt{2\ 10^{-2}\ 8\ 10^{-6}} \rightarrow$

$\mathbf{T = 8\pi\ 10^{-4}\ s}$.

Γ3. Επειδή τη χρονική στιγμή t = 0 το φορτίο του πυκνωτή είναι μέγιστο (q = Q), για την ένταση του ρεύματος ισχύει η σχέση: $i = -I\ ημ(ωt)$.

Η κυκλική συχνότητα ω της ηλεκτρικής ταλάντωσης είναι:

$ω = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{8\pi\ 10^{-4}} \rightarrow$ **ω = 2500 rad/s.**

Το πλάτος I της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος είναι ίσο με:

$I = ω\ Q \rightarrow$ **I = 0,1 A.**

Αντικαθιστώντας τις παραπάνω τιμές παίρνουμε:
i = - 0,1 ημ(2500t) (SI)

Γ4. Θέλουμε να είναι: $U_β = 3\ U_E$.

Όμως $U_E + U_β = E_{ολ} \rightarrow 3\ U_E + U_E = E_{ολ} \rightarrow 4\ \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$

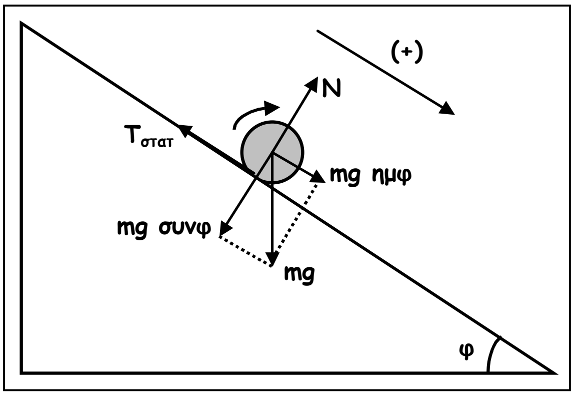
$\rightarrow q^2 = \frac{Q^2}{4} \rightarrow q = \pm\frac{Q}{2} \rightarrow q = \pm\ \mathbf{2\ 10^{-5}\ C}$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Ο δίσκος κάνει ομαλά επιταχυνόμενη μεταφορική κίνηση, άρα:

$\chi = \frac{1}{2}\ \alpha_{cm}\ t^2 \rightarrow \alpha_{cm} = \frac{2x}{t^2} = 4\ m/s^2$.

Εφαρμόζουμε το θεμελιώδη νόμο της μηχανικής για τη μεταφορική κίνηση του δίσκου:



$\Sigma\vec{F} = m\ \vec{a}_{cm} \rightarrow mg\ ημφ - T_{στατ} = m\ \alpha_{cm} \rightarrow$

$10\ N - T_{στατ} = 8\ N \rightarrow T_{στατ} = 2\ N$.

Από το θεμελιώδη νόμο για την περιστροφική κίνηση έχουμε:

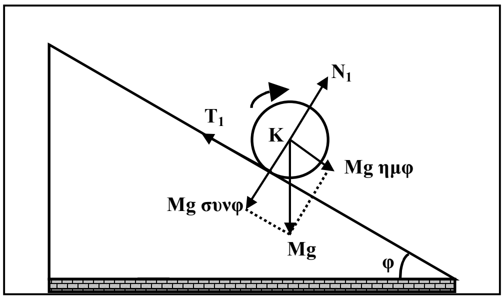
$\Sigma\tau = I\ \alpha_\gamma \rightarrow T_{στατ}\ r = I\ \alpha_\gamma$ (2)

Επειδή ο κύλινδρος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει ισχύει: $\alpha_{cm} = \alpha_\gamma\ r$ (3)

Η σχέση (2) λόγω της σχέσης (3) γίνεται:

$T_{στατ}\ r^2 = I\ \alpha_{cm} \rightarrow 2 = I\ 4 \rightarrow$ **$I = 0{,}5$ Kg m^2**.

Δ2. Επειδή ο δίσκος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει και η μεταφορική και η περιστροφική κίνηση του θα είναι ομαλά επιταχυνόμενες.



Για τη μεταφορική κίνηση του κυλίνδρου ισχύει:

$\Sigma\vec{F}_x = M\vec{a}^{(1)}_{cm} \rightarrow M\ g\ ημφ - T_1 = M\ \alpha^{(1)}_{cm}$ (1)

Από το θεμελιώδη νόμο για την περιστροφική κίνηση έχουμε:

$\Sigma\tau_{(K)} = I_{cm}\ \alpha^{(1)}_{\gamma} \rightarrow T_1\ R = \frac{1}{2}M\ R^2\ \alpha^{(1)}_{\gamma} \rightarrow T_1 = \frac{1}{2}\ M\ R\ \alpha^{(1)}_{\gamma}$ (2)

Επειδή ο κύλινδρος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει ισχύει:

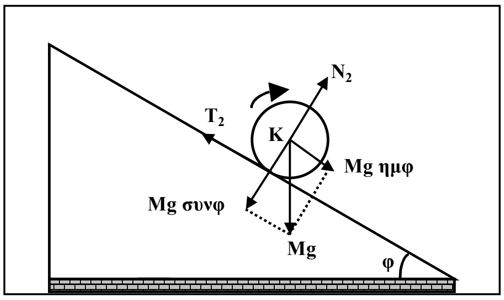
$\alpha_{cm}^{(1)} = \alpha_{\gamma}^{(1)}\ R$ (3)

Η σχέση (2) λόγω της σχέσης (3) γίνεται: $T_1 = \frac{1}{2}\ M\ \alpha_{cm}^{(1)}$ (4)

Προσθέτοντας τις (1) και (4) κατά μέλη παίρνουμε:

$M\ g\ ημφ = \frac{3}{2}\ M\ \alpha_{cm}^{(1)} \rightarrow \alpha_{cm}^{(1)} = \frac{2}{3}\ g\ ημφ = \frac{10}{3}\ m/s^2$.

Επειδή ο δακτύλιος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει και η μεταφορική και η περιστροφική κίνηση του θα είναι ομαλά επιταχυνόμενες.



Για τη μεταφορική κίνηση του δακτυλίου ισχύει:

$\Sigma\vec{F}_x = M\ \vec{\alpha}_{cm}^{(2)} \rightarrow M\ g\ ημφ - T_2 = M\ \alpha_{cm}^{(2)}$ (5)

Από το θεμελιώδη νόμο για την περιστροφική κίνηση έχουμε:

$\Sigma\tau_{(K)} = I_{cm}\ \alpha_{\gamma}^{(2)} \rightarrow T_2\ R = M\ R^2\ \alpha_{\gamma}^{(2)} \rightarrow T_2 = M\ R\ \alpha_{\gamma}^{(2)}$ (6)

Επειδή ο δακτύλιος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει ισχύει:

$\alpha_{cm}^{(2)} = \alpha_{\gamma}^{(2)}\ R$ (7)

Η σχέση (6) λόγω της σχέσης (7) γίνεται: $T_2 = M\ \alpha_{cm}^{(2)}$ (8)

Προσθέτοντας τις (5) και (8) κατά μέλη παίρνουμε:

$M\, g\, \eta\mu\varphi = 2\, M\, a_{cm}^{(2)} \rightarrow a_{cm}^{(2)} = \frac{1}{2}\, g\, \eta\mu\varphi = \frac{10}{4}$ m/s^2.

Άρα $a_{cm}^{(1)} > a_{cm}^{(2)}$.

Δ3. Επειδή τα δύο σώματα είναι συνδεδεμένα με τη ράβδο έχουν κάθε χρονική στιγμή την ίδια μεταφορική ταχύτητα, δηλαδή $u_1 = u_2 = u$ και την ίδια γωνιακή ταχύτητα, δηλαδή $\omega_1 = \omega_2 = \omega$.

Η κινητική ενέργεια του δίσκου είναι ίση με το άθροισμα της κινητικής ενέργειας λόγω της μεταφορικής του κίνησης και της κινητικής ενέργειας λόγω της περιστροφικής του κίνησης, δηλαδή είναι:

$K_1 = K_{\mu\varepsilon\tau} + K_{\pi\varepsilon\rho} = \frac{1}{2}\, M\, u^2 + \frac{1}{2}\, I_1\, \omega^2 = \frac{1}{2}\, M\, u^2 + 2\frac{1}{2}\, M\, R^2\, \omega^2 =$
$\frac{1}{2} M\, u^2 + \frac{1}{4} M(\omega R)^2$.

Επειδή ο κύλινδρος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει ισχύει:
$u = \omega\, R$.

Οπότε $K_1 = \frac{1}{2}\, M\, u^2 + \frac{1}{4}\, M\, u^2 \rightarrow K_1 = \frac{3}{4}\, M\, u^2$.

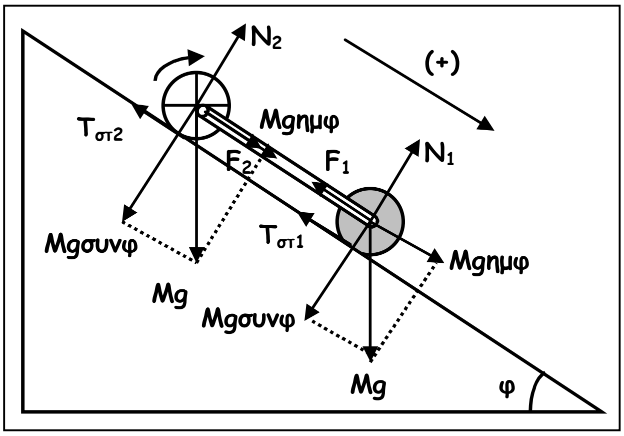
Η κινητική ενέργεια του δακτυλίου είναι ίση με το άθροισμα της κινητικής ενέργειας λόγω της μεταφορικής του κίνησης και της κινητικής ενέργειας λόγω της περιστροφικής του κίνησης, δηλαδή είναι:

$K_2 = K_{\mu\varepsilon\tau} + K_{\pi\varepsilon\rho} = \frac{1}{2}\, M\, u^2 + \frac{1}{2}\, I_2\, \omega^2 = \frac{1}{2}\, M\, u^2 + \frac{1}{2}\, M\, R^2\, \omega^2 =$
$= \frac{1}{2} M\, u^2 + \frac{1}{2} M(\omega R)^2$.

Επειδή ο δακτύλιος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει ισχύει:
$u = \omega\, R$.

Οπότε $K_2 = \frac{1}{2} M u^2 + \frac{1}{2} M u^2 \rightarrow K_1 = M u^2$.

άρα $\frac{K_1}{K_2} = \frac{3}{4}$



Δ4. Επειδή τα δύο σώματα είναι συνδεδεμένα με τη ράβδο κάθε χρονική στιγμή ισχύουν:
$u_1 = u_2 = u$, $\omega_1 = \omega_2 = \omega$, $\alpha_{cm(1)} = \alpha_{cm(2)} = \alpha$ και $\alpha_\gamma^{(1)} = \alpha_\gamma^{(2)} = \alpha_\gamma$.

Επειδή η ράβδος είναι αβαρής οι δυνάμεις που ασκεί στα δύο σώματα είναι αντίθετες, οπότε για τα μέτρα τους θα ισχύει $F_1 = F_2 = F$.

Για τη μεταφορική κίνηση του δίσκου ισχύει:

$$\Sigma \vec{F}_x = M\, \vec{\alpha}_{cm}^{(1)} \rightarrow M\, g\, ημφ - F_1 - T_{στ,1} = M\, \alpha \quad (9)$$

Από το θεμελιώδη νόμο για την περιστροφική κίνηση έχουμε:

$$\Sigma\tau_{(K)} = I_1\, \alpha_\gamma^{(1)} \rightarrow T_{στ,1}\, R = \frac{1}{2} M R^2\, \alpha_\gamma^{(1)} \rightarrow T_{στ,1} = \frac{1}{2} M R\, \alpha_\gamma^{(1)} \rightarrow$$

$$T_{στ,1} = \frac{1}{2} M\, \alpha \quad (10)$$

Προσθέτοντας τις (9) και (10) κατά μέλη παίρνουμε:

$$M\, g\, ημφ - F_1 = \frac{3}{2} M\, \alpha \rightarrow M\, g\, \frac{1}{2} - F = \frac{3}{2} M\, \alpha \quad (11)$$

Για τη μεταφορική κίνηση του δακτυλίου ισχύει:

$$\Sigma \vec{F}_x = M \vec{\alpha}_{cm}^{(1)} \rightarrow M\, g\, ημφ + F_2 - T_{στ,2} = M\, \alpha \rightarrow$$

$M\,g\,\frac{1}{2} + F - T_{στ,2} = M\,α$ (12)

Από το θεμελιώδη νόμο για την περιστροφική κίνηση έχουμε:

$Στ_{(K)} = I_2\,α_γ^{(2)} \rightarrow T_{στ,2}\,R = M\,R^2\,α_γ^{(2)} \rightarrow T_{στ,2} = M\,R\,α_γ^{(2)} \rightarrow$

$T_{στ,2} = M\,α$ (13)

Προσθέτοντας τις (12) και (13) κατά μέλη παίρνουμε:

$M\,g\,\frac{1}{2} + F = 2\,M\,α$ (14)

Διαιρώντας τις σχέσεις (12) και (14) κατά μέλη έχουμε

$$\frac{\frac{Mg}{2} - F}{\frac{Mg}{2} + F} = \frac{\frac{3}{2}Mα}{2Mα} \rightarrow \frac{7-F}{7+F} = \frac{3}{4} \rightarrow 28 - 4F = 21 + 3F \rightarrow F = 1N.$$

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ: ΗΜΕΛΛΟΣ Μ. – ΚΑΛΑΝΤΖΗΣ Π. – ΠΟΘΗΤΑΚΗΣ Β. – ΤΣΟΥΜΠΡΕΑΣ Σ.