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**

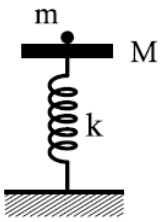
ΘΕΜΑ Β

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:

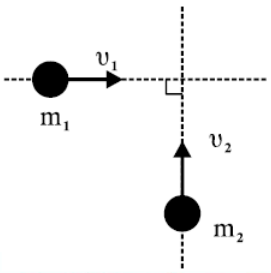


α. $\frac{1}{2}\frac{m^2g^2}{k}$ **β.** $\frac{1}{2}\frac{M^2g^2}{k}$ **γ.** $\frac{1}{2}\frac{(m+M)^2}{k}g^2$

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.



εκπαιδευτικός οργανισμός
OPIZONTES
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι:

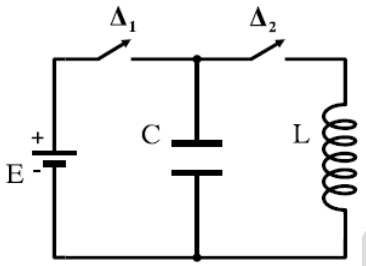
α. 5 J **β.** 10 J **γ.** 20 J

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 $C=8\cdot10^{-6}$ F, πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής $L=2\cdot10^{-2}$ 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

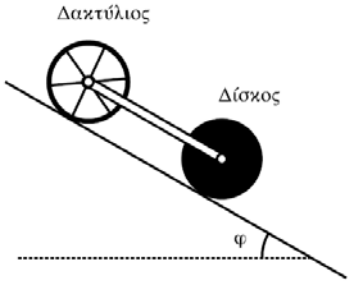
Θέλουμε να μετρήσουμε πειραματικά την άγνωστη ροπή αδράνειας δίσκου μάζας m=2 kg και ακτίνας r=1 m. Για το σκοπό αυτό αφήνουμε τον δίσκο να κυλίσει χωρίς ολίσθηση σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας φ=30° ξεκινώντας από την ηρεμία. Διαπιστώνουμε ότι ο δίσκος διανύει την απόσταση x=2 m σε χρόνο t=1 s.

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. → **β.** **Α2.** → **γ.** **Α3.** → **β.** **Α4.** → **γ.**

Α5. α. → **Λ, β.** → **Λ, γ.** → **Σ, δ.** → **Λ, ε.** → **Σ**

ΘΕΜΑ Β

εκπαιδευτικός οργανισμός
ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Β1. Σωστό το **α.**

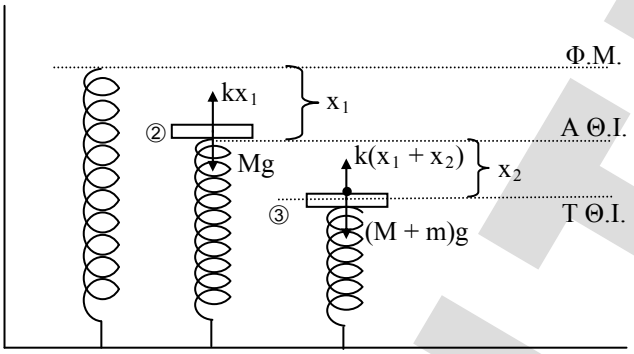
Το σημείο Σ κάνει αρχικά ενισχυτική συμβολή. Επομένως: $r_1 - r_2 = \kappa\lambda, \kappa \in \mathbb{Z}$

Επειδή η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων εξαρτάται μόνο από το μέσο διάδοσης παραμένει σταθερή. Επομένως αν λ΄ το καινούριο μήκος κύματος και f΄ η καινούρια συχνότητα έχουμε: $\upsilon = \lambda' \cdot f' \Rightarrow \upsilon = \lambda' \cdot 2f \Rightarrow \lambda' = \frac{\upsilon}{2f} \Rightarrow \lambda' = \frac{\lambda}{2}$

Το νέο πλάτος ταλάντωσης του σημείου Σ είναι:

$$|A'| = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\pi(r_1 - r_2)}{\lambda'}\right)\right| \Rightarrow |A'| = 2A\left|\sigma\upsilon\nu\left(\frac{\pi \cdot \kappa\lambda}{\frac{\lambda}{2}}\right)\right| \Rightarrow |A'| = 2A|\sigma\upsilon\nu(2\kappa\pi)| \Rightarrow A' = 2A.$$

Β2.



Για την ισορροπία στην θέση ② ισχύει: $\Sigma F = 0 \Rightarrow Mg = kx_1$ αντίστοιχα στη θέση ③ ισχύει:

$\Sigma F = 0 \Rightarrow (M+m)g = k(x_1 + x_2) \Rightarrow Mg + mg = kx_1 + kx_2$. Άρα $mg = kx_2 \Rightarrow x_2 = \frac{mg}{k}$. Σύμφωνα με ΑΔΕ ισχύει

$K_2 + U_2 = E_T \Rightarrow E_T = 0 + \frac{1}{2}kx_2^2 = \frac{1}{2}k\frac{m^2g^2}{k^2} \Rightarrow \boxed{E_T = \frac{1}{2}\frac{m^2g^2}{k}}$ άρα σωστή απάντηση είναι η **α.**

Β3. Έστω $\vec{P}_1, \vec{P}_2$ οι ορμές των σωμάτων πριν την κρούση και $\vec{P}_\Sigma$ η ορμή του συσσωματώματος μετά την κρούση.

Από αρχή διατήρησης ορμής του συστήματος έχουμε:

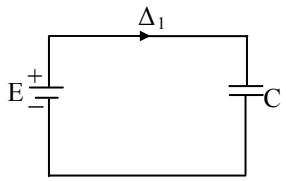
$$\vec{P}_{o\lambda_\Pi} = \vec{P}_{o\lambda_M} \Rightarrow \left.\begin{matrix}\vec{P}_\Sigma = \vec{P}_1 + \vec{P}_2 \\ \vec{P}_1 \perp \vec{P}_2\end{matrix}\right\} \Rightarrow \quad P_\Sigma = \sqrt{P_1^2 + P_2^2} \Rightarrow P_\Sigma = \sqrt{m_1^2\upsilon_1^2 + m_2^2\upsilon_2^2} \Rightarrow P_\Sigma = 10kg\frac{m}{s}.$$

Η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος είναι:

$$K = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V_\Sigma^2 \Rightarrow K = \frac{[(m_1 + m_2)V_\Sigma]^2}{2(m_1 + m_2)} \Rightarrow K = \frac{P_\Sigma^2}{2(m_1 + m_2)} \Rightarrow K = 10J$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Για το κύκλωμα φαίνεται ότι $V_C = E$. Όμως $C = \frac{Q}{V_C} \Rightarrow Q = C \cdot E \Rightarrow \boxed{Q = 40 \cdot 10^{-6} C}$



Γ2. $T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow T = 8\pi \cdot 10^{-4}$ sec.

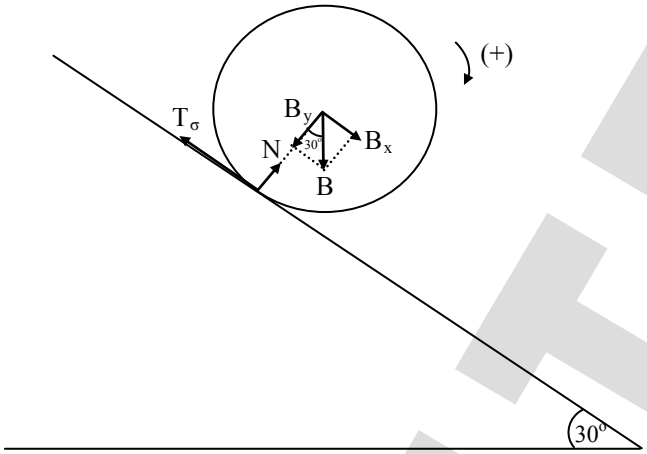
ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ
εκπαιδευτικός οργανισμός
ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Γ3. Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2500\frac{rad}{s}$. Το μέγιστο ρεύμα που διαρρέει το πηνίο είναι: $I = \omega \cdot Q \Rightarrow I = 0,1A$. Για $t = 0$ έχουμε $q = Q$ επομένως: $q = Q\sigma\upsilon\nu\omega t$ και $i = -I\eta\mu\omega t$. Επομένως $\boxed{i = -0,1\eta\mu(2500t)\ \ (SI)}$

Γ4. Από Α.Δ.Ε. $U_E + U_B = E_{ολ.} \Rightarrow 3U_E + U_E = E_{ολ.} \Rightarrow 4U_E = E_{ολ.} \Rightarrow 4\frac{q^2}{2C} = \frac{Q^2}{2C} \Rightarrow q^2 = \frac{Q^2}{4} \Rightarrow |q| = \frac{Q}{2} \Rightarrow \boxed{|q| = 20 \cdot 10^{-6}C}$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Για την μεταφορική κίνηση ισχύει $\Sigma F_x = m \cdot \alpha_{cm} \Rightarrow B_x - T_\sigma = m \cdot \alpha_{cm}$ ①

Για την περιστροφική κίνηση ισχύει $\Sigma\tau = I_{cm} \cdot \alpha_\gamma \Rightarrow T_\sigma \cdot R = I \cdot \frac{\alpha_{cm}}{R} \Rightarrow T_\sigma = \frac{I}{R^2} \cdot \alpha_{cm}$ ②

Από ① και ② έχουμε $B_x = \left(\frac{I}{R^2} + m\right) \cdot \alpha_{cm} \Rightarrow mg\eta\mu\varphi = \left(\frac{I}{R^2} + m\right) \cdot \alpha_{cm}$ ③

Όμως $x = \frac{1}{2} \cdot \alpha_{cm} \cdot t^2 \Rightarrow \alpha_{cm} = 4\,{}^{m}\!/_{s^2}$.

Από την ③ $\Rightarrow \boxed{I_1 = 0,5kg \cdot m^2}$

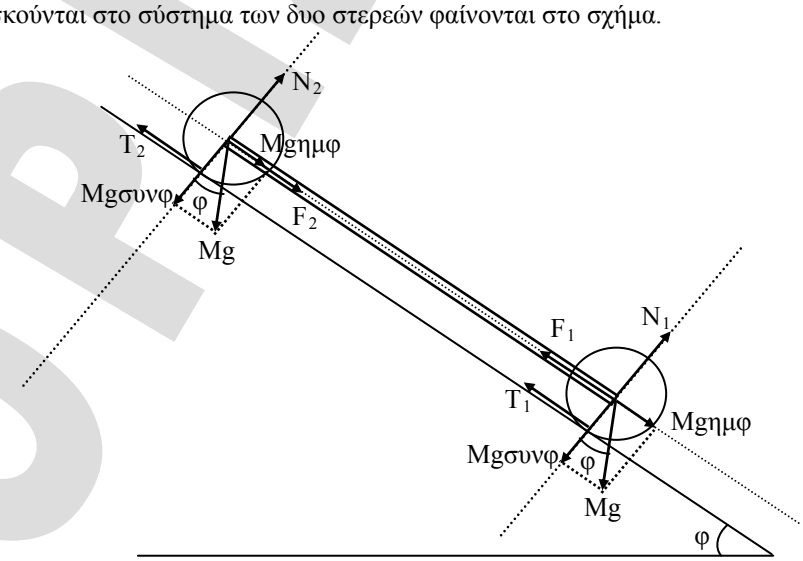
Δ2. Δουλεύοντας αντίστοιχα με το θέμα Δ1 φτάνουμε για κάθε στερεό στη σχέση (3). Τα M, g, φ είναι ίδια για τα δυο στερεά. Άρα $(3) \Rightarrow \alpha_{cm_1} = \frac{2}{3}g\,\eta\mu\varphi$ και $\alpha_{cm_2} = \frac{1}{2}g\,\eta\mu\varphi$. Άρα $\alpha_{cm_1} > \alpha_{cm_2}$

Δ3. Επειδή τα δυο στερεά είναι ενωμένα οι ταχύτητες των κέντρων μάζας τους είναι ίσες, $\upsilon_{cm_1} = \upsilon_{cm_2} = \upsilon_{cm}$

Για την κινητική ενέργεια της σύνθετης κίνησης του κάθε στερεού ισχύει: $K = \frac{1}{2}M \cdot \upsilon_{cm}^2 + \frac{1}{2}I \cdot \omega^2 \Rightarrow K = \frac{1}{2}M \cdot \upsilon_{cm}^2 + \frac{1}{2}I \cdot \frac{\upsilon_{cm}^2}{R^2} \Rightarrow K = \frac{1}{2}\left(M + \frac{I}{R^2}\right) \cdot \upsilon_{cm}^2$. Άρα $K_1 = \frac{3}{2}M \cdot \upsilon_{cm}^2$ και $K_2 = 2 \cdot M \cdot \upsilon_{cm}^2$.

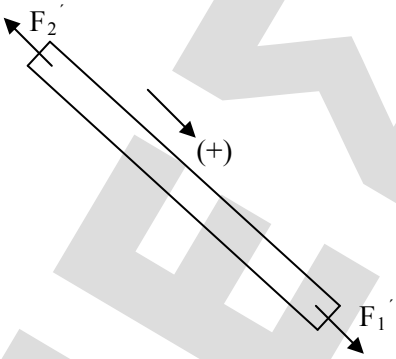
Οπότε: $\boxed{\frac{K_1}{K_2} = \frac{3}{4}}$.

Δ4. Οι δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα των δυο στερεών φαίνονται στο σχήμα.



εκπαιδευτικός οργανισμός
ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τα δυο στερεά σώματα έχουν κοινή α_{cm} και κοινή $\alpha_{\gamma\omega\nu} = \frac{\alpha_{cm}}{R}$. Επειδή η ράβδος είναι αβαρής για τη μεταφορική της κίνηση ισχύει:



$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_1' - F_2' = 0 \Rightarrow F_1' = F_2'$

Όμως λόγω δράσης αντίδρασης για τα μέτρα των δυνάμεων ισχύει:

$F_1' = F_1$ και $F_2' = F_2$. Άρα $F_1 = F_2 = F$.

Για τη μεταφορική κίνηση των δυο στερεών ισχύει αντίστοιχα:

$mg\eta\mu\varphi - F - T_1 = M \cdot \alpha_{cm}$ ④

$mg\eta\mu\varphi + F - T_2 = M \cdot \alpha_{cm}$ ⑤

Για την περιστροφική κίνηση των δυο στερεών ισχύει αντίστοιχα:

$T_1 \cdot R = \frac{1}{2} MR^2 \cdot \alpha_\gamma$ ⑥

$T_2 \cdot R = MR^2 \cdot \alpha_\gamma$ ⑦

Από την $\frac{⑥}{⑦}$ έχουμε: $\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow T_2 = 2T_1$ ⑧

Από την ⑤ – ④ έχουμε: $2F - T_2 + T_1 = 0 \overset{⑧}{\Rightarrow} F = \frac{T_1}{2} \Rightarrow T_1 = 2F$ ⑨

Από την $④ \overset{⑨}{\Rightarrow} mg\eta\mu\varphi - F - 2F = M\alpha_{cm} \Rightarrow mg\eta\mu\varphi - 3F = M\alpha_{cm}$ ⑩

Από την $⑥ \overset{⑨}{\Rightarrow} 2F \cdot R = \frac{1}{2} MR^2 \frac{\alpha_{cm}}{R} \Rightarrow F = \frac{1}{4} M\alpha_{cm}$ **(11)**

Από τις **(10), (11)** $\Rightarrow mg\eta\mu\varphi - 3F = 4F \Rightarrow \frac{mg\eta\mu\varphi}{7} = F \Rightarrow \boxed{F = 1N}$

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

ΠΑΛΙΟΥΡΑΣ ΑΝΔΡΕΑΣ • ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΡΕΝΑ

ΠΟΤΑΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΣΤΑΣ

ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ ΒΑΣΙΛΗΣ • ΧΑΤΖΗΔΑΚΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ

εκπαιδευτικός οργανισμός
ΟΡΙΖΟΝΤΕΣ
ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ