

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ
Γ΄ ΤΑΞΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΑΛ (ΟΜΑΔΑ Β΄)
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 29 ΜΑΪΟΥ 2015
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ
ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ (ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΚΥΚΛΩΝ)

Θέμα Α

Στις ερωτήσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και, δίπλα, το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

- A1.** Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης
- α) είναι ίση με τη συχνότητα του διεγέρτη
 - β) είναι πάντα ίση με την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή
 - γ) εξαρτάται από την αρχική ενέργεια της ταλάντωσης
 - δ) είναι ίση με το άθροισμα της συχνότητας του διεγέρτη και της ιδιοσυχνότητας του ταλαντωτή.

Μονάδες 5

- A2.** Ποια από τις περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας έχει τη μικρότερη συχνότητα;
- α) η υπέρυθη ακτινοβολία
 - β) τα ραδιοκύματα
 - γ) το ορατό φως
 - δ) οι ακτίνες γ.

Μονάδες 5

- A3.** Δύο σφαίρες Α και Β με ίσες μάζες, μία εκ των οποίων είναι ακίνητη, συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Το ποσοστό της μεταβιβαζόμενης ενέργειας από τη σφαίρα που κινείται στην αρχικά ακίνητη σφαίρα είναι:
- α) 100%
 - β) 50%
 - γ) 40%
 - δ) 0%.

Μονάδες 5

- A4.** Ένα στερεό σώμα περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο άξονα. Εάν διπλασιαστεί η στροφορμή του, χωρίς να αλλάξει ο άξονας περιστροφής γύρω από τον οποίο αυτό περιστρέφεται, τότε η κινητική του ενέργεια:
- α) παραμένει σταθερή
 - β) υποδιπλασιάζεται
 - γ) διπλασιάζεται
 - δ) τετραπλασιάζεται.

Μονάδες 5

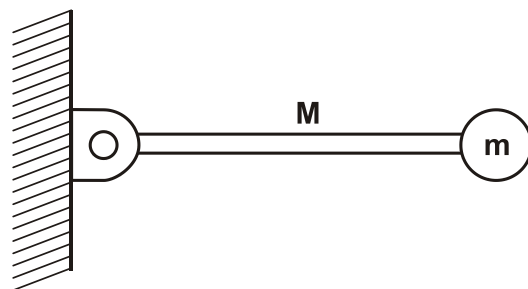
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Σε μία φθίνουσα ταλάντωση στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας ($F=-bu$), για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b η περίοδος μειώνεται.
- β) Η σχέση που περιγράφει το φαινόμενο Doppler για το φως είναι διαφορετική από αυτήν που ισχύει για τον ήχο.
- γ) Τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάθλασης είναι κοινά σε όλα τα είδη κυμάτων, ηλεκτρομαγνητικά και μηχανικά.
- δ) Η σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων, της ίδιας διεύθυνσης που γίνονται γύρω από ίδιο σημείο με συχνότητες που διαφέρουν λίγο μεταξύ τους, είναι απλή αρμονική ταλάντωση.
- ε) Η ροπή ζεύγους δυνάμεων είναι η ίδια ως προς οποιοδήποτε σημείο του επιπέδου τους.

Μονάδες 5

Θέμα Β

B1. Λεπτή ομογενής ράβδος μάζας M και μήκους L μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο, γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το ένα άκρο της. Στο άλλο άκρο της ράβδου, είναι στερεωμένο σφαιρίδιο μάζας $m = \frac{M}{2}$



(Σχήμα 1). Τη χρονική στιγμή που το σύστημα ράβδου-σφαιριδίου αφήνεται να κινηθεί από την οριζόντια θέση, ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής της ράβδου είναι:

Σχήμα 1

- i. $\frac{\Delta L_p}{\Delta t} = \frac{1}{2}MgL$
- ii. $\frac{\Delta L_p}{\Delta t} = MgL$
- iii. $\frac{\Delta L_p}{\Delta t} = \frac{2}{5}MgL$

Δίνεται ότι η ροπή αδράνειας της ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής της που περνά από το άκρο της, είναι $I_p = \frac{1}{3}ML^2$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

B2. Ένα στάσιμο κύμα που δημιουργείται σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο περιγράφεται από την εξίσωση:

$$Y = 2A \sin\left(2\pi \frac{x}{\lambda}\right) \eta \mu\left(2\pi \frac{t}{T}\right).$$

Το πλάτος ταλάντωσης A' ενός σημείου M του ελαστικού μέσου που βρίσκεται δεξιά του τρίτου δεσμού από το σημείο $x=0$ και σε απόσταση $\lambda/12$ από αυτόν είναι:

- i. $A' = A\sqrt{3}$ ii. $A' = A/2$ iii. $A' = A$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

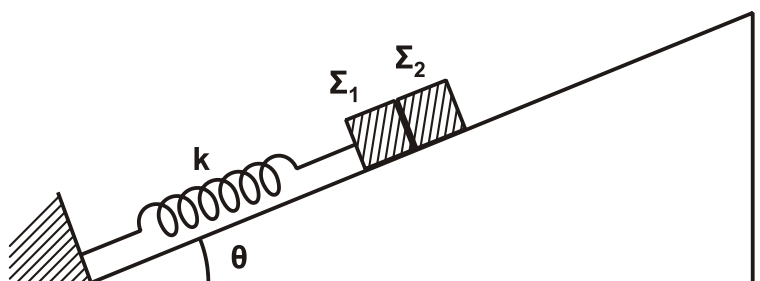
Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

Δίνεται: $\text{συν} \frac{2\pi}{3} = -\frac{1}{2}$.

- B3.** Σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης θ είναι τοποθετημένα δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες m_1 και m_2 αντίστοιχα, που εφάπτονται μεταξύ τους. Το σώμα Σ_1 είναι δεμένο στο άκρο ελατηρίου σταθεράς k , ενώ το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2

Μετακινώντας τα δύο σώματα προς τα κάτω, το σύστημα τίθεται σε ταλάντωση πλάτους A . Η συνθήκη για να μην αποχωριστεί το Σ_1 από το Σ_2 είναι:

- i) $A \cdot k < (m_1 + m_2) g \eta\mu\theta$
 ii) $A \cdot k > (m_1 + m_2) g \eta\mu\theta$
 iii) $A \cdot k > (m_1 + m_2)^2 g \eta\mu\theta$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

Θέμα Γ

Ιδανικός πυκνωτής χωρητικότητας C είναι φορτισμένος σε τάση $V=40V$. Τη χρονική στιγμή $t=0s$ συνδέεται με ιδανικό πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής L και το κύκλωμα αρχίζει να εκτελεί αμείωτες ηλεκτρικές ταλαντώσεις. Η ενέργεια U_E του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή, σε συνάρτηση με την ένταση i του ρεύματος, στο κύκλωμα δίνεται από τη σχέση $U_E = 8 \cdot 10^{-2}(1-i^2)$ (S.I.).

Γ1. Να υπολογίσετε την περίοδο T των ηλεκτρικών ταλαντώσεων του κυκλώματος.

Μονάδες 8

Γ2. Να υπολογίσετε την ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{12}$.

Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα κάθε φορά που η ενέργεια του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή γίνεται τριπλάσια της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου.

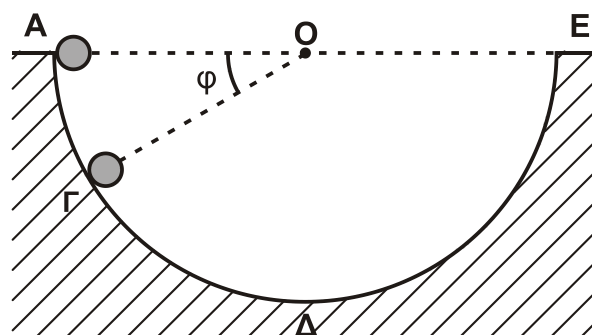
Μονάδες 6

Γ4. Να γράψετε τη συνάρτηση f που συνδέει το τετράγωνο του φορτίου του πυκνωτή με το τετράγωνο της έντασης του ρεύματος από το οποίο διαρρέεται το πηνίο, $q^2 = f(i^2)$ (μονάδες 2), και να την παραστήσετε γραφικά (μονάδες 4).

Μονάδες 6

Θέμα Δ

Από το εσωτερικό άκρο A ενός ημισφαιρίου ακτίνας $R = 1,6\text{m}$ αφήνεται να κυλήσει μία συμπαγής μικρή σφαίρα μάζας $m = 1,4\text{kg}$ και ακτίνας $r = \frac{R}{8}$. Το ημισφαίριο είναι βυθισμένο στο έδαφος, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, και η κίνηση της σφαίρας γίνεται χωρίς ολίσθηση.



Σχήμα 3

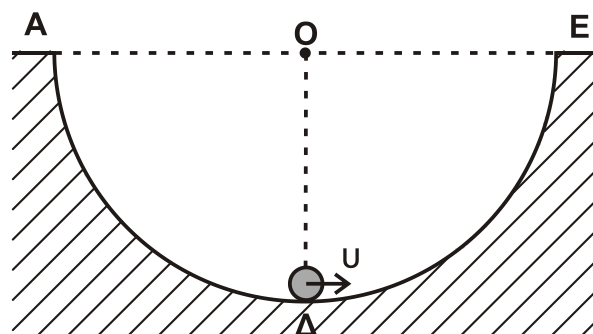
Δ1. Να εκφράσετε τη στατική τριβή T_s που ασκείται στη σφαίρα σε συνάρτηση με το συνημίτονο της γωνίας ϕ που σχηματίζει η ακτίνα OG του ημισφαιρίου με την ευθεία AE της επιφάνειας του εδάφους.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε την κάθετη δύναμη που ασκεί η ημισφαιρική επιφάνεια στη σφαίρα όταν αυτή βρίσκεται στο σημείο Γ όπου $\phi = 30^\circ$ (Σχήμα 3).

Μονάδες 6

Μια άλλη σφαίρα, όμοια με την προηγούμενη, εκτοξεύεται από το κατώτατο σημείο Δ του ημισφαιρίου με ταχύτητα $u = 6\text{m/s}$ και κυλιέται χωρίς ολίσθηση στο εσωτερικό του με κατεύθυνση το άκρο E (Σχήμα 4).



Σχήμα 4

Δ3. Να υπολογίσετε το μέγιστο ύψος από την επιφάνεια του εδάφους που θα φτάσει η σφαίρα κατά την κίνησή της.

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας (μονάδες 4) και το ρυθμό μεταβολής της στροφορμής της σφαίρας (μονάδες 2), αμέσως μόλις αυτή χάσει την επαφή με την επιφάνεια του ημισφαιρίου στο σημείο E.

Μονάδες 6

Δίνονται: η ροπή αδράνειας της σφαίρας ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας $I_{CM} = \frac{2}{5} m r^2$ και η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. α

A2. β

A3. α

A4. δ

A5. α) ΛΑΘΟΣ

β) ΣΩΣΤΟ

γ) ΣΩΣΤΟ

δ) ΛΑΘΟΣ

ε) ΣΩΣΤΟ

ΘΕΜΑ Β

B1. Γνωρίζουμε ότι: $\left(\frac{\Delta L}{\Delta t}\right)_{\sigma\sigma\sigma} = \Sigma_{\tau_A}$

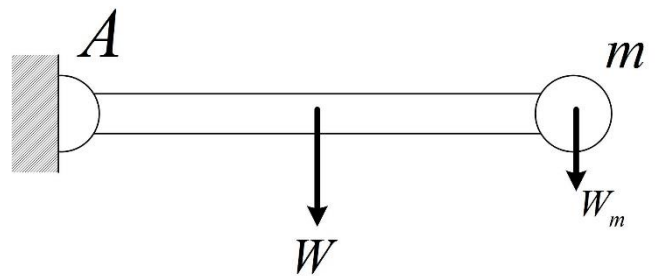
$$\Sigma_{\tau_A} = M \cdot g \frac{L}{2} + \frac{M}{2} g L^2$$

$$\Sigma_{\tau_A} = MgL = \left(\frac{1}{3}ML^2 + \frac{M}{2}gL^2\right)a_{\gamma\omega\nu}$$

$$MgL = \frac{5}{6}ML^2 a_{\gamma\omega\nu} \Rightarrow a_{\gamma\omega\nu} = \frac{6g}{5L}$$

$$\frac{\Delta L_p}{\Delta t} = I_p \cdot a_{\gamma\omega\nu} = \frac{1}{3}ML^2 \cdot \frac{6g}{5L} = \frac{2}{5}MgL$$

Σωστή η (iii).



B2. $y = 2A \sin 2\pi \frac{x}{\lambda} \eta \mu 2\pi \frac{t}{T}$. Στην θέση $x=0$ υπάρχει κοιλία αφού $A_{x=0} = 2A \sin 0 = 0$. Άρα ισχύουν οι εξισώσεις του Σχολικού Βιβλίου για τους δεσμούς: $x = (2k+1) \frac{\lambda}{4}$ $k = 0, 1, 2, \dots$.

3^{ος} δεσμός για $k = 2 \Rightarrow x_3 = \frac{5\lambda}{4}$. Για το M:

$$x_M = x_3 + \frac{\lambda}{12} = \frac{5\lambda}{4} + \frac{\lambda}{12} \Rightarrow x_M = \frac{16\lambda}{12} \Rightarrow x_M = \frac{4}{3}\lambda.$$

$$A_M = \left| 2A \sin 2\pi \frac{4\lambda}{3\lambda} \right| = 2A \left| \sin \frac{8\pi}{3} \right| = 2A \left| \sin \frac{6\pi + 2\pi}{3} \right| = 2A \left| \sin \left(2\pi + \frac{2\pi}{3} \right) \right| = 2A \left| \sin \frac{2\pi}{3} \right| \Rightarrow \underline{A_M = A}$$

Σωστή η (iii).

B3.

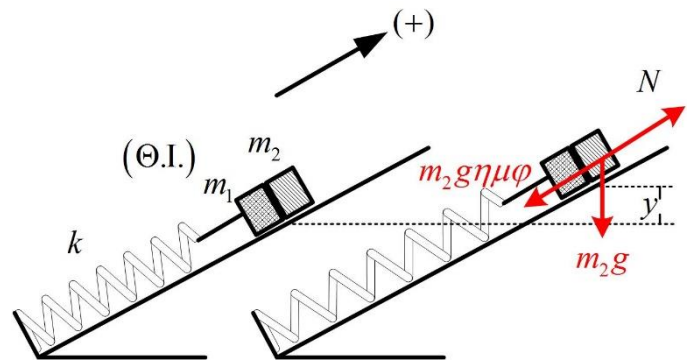
Για το σύστημα:

$$k = (m_1 + m_2) \omega^2 \quad (1).$$

Ενώ για την μάζα m_2 :

$$D_2 = m_2 \omega^2 \quad (2).$$

Σε θέση y πάνω από την Θ.Ι για την m_2 :



$$\left. \begin{array}{l} N - m_2 g \eta \mu \varphi = -D_2 y \\ (1) : \frac{D_2}{k} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \Rightarrow D_2 = \frac{m_2}{m_1 + m_2} k \end{array} \right\} \Rightarrow N - m_2 g \eta \mu \varphi = - \frac{m_2 k \cdot y}{m_1 + m_2} \xrightarrow{N \rightarrow 0} \frac{m_2 k \cdot y_{\alpha\pi}}{m_1 + m_2} = m_2 g \eta \mu \varphi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow y_{\alpha\pi} = \frac{(m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi}{k}.$$

Για να μην χαθεί η επαφή πρέπει:

$$A < y_{\alpha\pi} \Rightarrow A < \frac{(m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi}{k} \Rightarrow A \cdot k < (m_1 + m_2) g \eta \mu \varphi. \text{ Άρα η σωστή (i).}$$

ΘΕΜΑ Γ

$$\Gamma 1. U_E + U_B = E_{\text{ολ}} \Rightarrow U_E = E_{\text{ολ}} - U_B = \frac{1}{2} L I^2 - \frac{1}{2} L i^2. \text{ Άρα } U_E = \frac{1}{2} L (I^2 - i^2).$$

$$\text{Δίνει: } U_E = 8 \cdot 10^{-2} (1 - i^2) \text{ (SI).}$$

$$\text{Δηλαδή: } \frac{1}{2} L = 8 \cdot 10^{-2} \Rightarrow \boxed{L = 16 \cdot 10^{-2} \text{ H}}$$

$$\boxed{I = 1 \text{ A}}$$

$$\text{Επίσης: } E_{\text{ολ}} = \frac{1}{2} L \cdot I^2 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ J.}$$

$$\text{Όμως } E_{\text{ολ}} = \frac{1}{2} C \cdot V_m^2 \Rightarrow C = \frac{2E_{\text{ολ}}}{V_m^2} \Rightarrow C = \frac{2 \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{16 \cdot 10^{-2}} \text{ F} \Rightarrow \boxed{C = 10^{-4} \text{ F}}.$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad (1)$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{1}{\sqrt{10 \cdot 10^{-6}}} \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \Rightarrow \omega = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \Rightarrow \boxed{\omega = 250 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}}$$

$$(1): T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \boxed{T = \frac{\pi}{125} \text{ sec}}$$

Γ2. Για την ένταση του ρεύματος:

$$i = -I\eta\mu\omega t : i = -\eta\mu \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T}{12} \Rightarrow i = -\eta\mu \frac{\pi}{6} \Rightarrow i = -\frac{1}{2} A.$$

$$\text{Άρα: } U_E = 8 \cdot 10^{-2} \left(1 - \left(-\frac{1}{2} \right)^2 \right) J \Rightarrow U_E = 8 \cdot 10^{-2} \frac{3}{4} J \Rightarrow \boxed{U_E = 6 \cdot 10^{-2} J}.$$

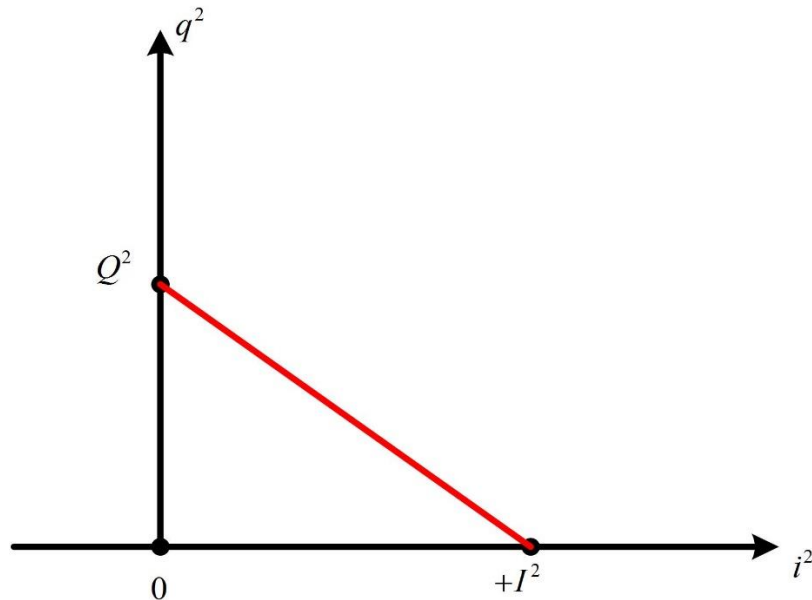
$$\Gamma 3. \quad \nabla_L = -L \cdot \frac{di}{dt} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\frac{\nabla_L}{L} = -\frac{\nabla_C}{L} = -\frac{q}{LC} \Rightarrow \frac{di}{dt} = -\omega^2 \cdot g. \quad \text{Άρα: } \left| \frac{di}{dt} \right| = |-\omega^2 g|.$$

$$\left. \begin{array}{l} U_E = 3U_B \\ U_E + U_B = E_{o\lambda} \end{array} \right\} U_E + \frac{U_E}{3} = E_{o\lambda} \Rightarrow \frac{4}{3} U_E = E_{o\lambda} \Rightarrow \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \Rightarrow q = \pm \frac{Q\sqrt{3}}{2} = \pm \frac{I\sqrt{3}}{\omega} = \pm \frac{\sqrt{3}}{500} Cb$$

$$\text{Άρα } \left| \frac{di}{dt} \right| = \left| 250^2 \frac{\sqrt{3}}{500} \right| = 125\sqrt{3} \frac{A}{\text{sec}}.$$

Γ4.

$$U_E + U_B = E_{o\lambda} \Rightarrow \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} + \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \Rightarrow q^2 + LCi^2 = Q^2 \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega^2} \Rightarrow q^2 = Q^2 - \frac{1}{\omega^2} \cdot i^2 \quad -I \leq i \leq I$$



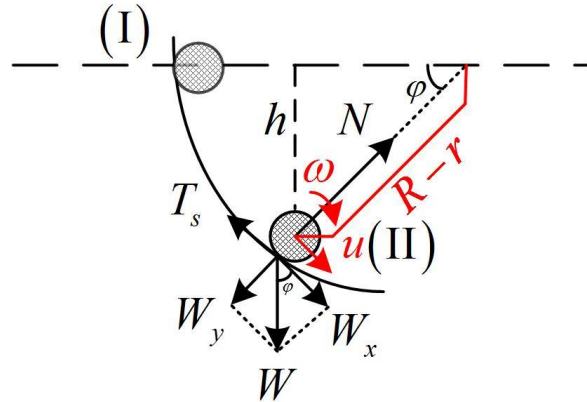
ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Ισχύει ότι:

$$\left. \begin{aligned} \Sigma F &= m \cdot a_{cm} \\ \Sigma \tau &= I_{cm} \cdot a_{\gamma\omega\nu} \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\left. \begin{aligned} W_x - T_s &= m \cdot a_{cm} \\ T_s \cdot f &= \frac{2}{5} m r^2 a_{\gamma\omega\nu} \end{aligned} \right\} \begin{matrix} r \cdot a_{\gamma\omega\nu} = a_{cm} \\ \Rightarrow \end{matrix}$$

$$W_x - T_s = m \cdot a_{cm} \quad (1)$$



$$h = (R - r) \eta \mu \phi$$

$$T_s = \frac{2}{5} m a_{cm} \quad \text{ή} \quad m a_{cm} = \frac{5}{2} T_s \overset{\text{στην (1)}}{\Rightarrow} W_x - T_s = \frac{5}{2} T_s \Rightarrow \frac{7}{2} T_s = mg \cdot \sigma \nu \nu \phi \Rightarrow T_s = \frac{2}{7} mg \cdot \sigma \nu \nu \phi \quad \text{ή} \quad T_s = 4 \sigma \nu \nu \phi$$

Δ2. Η σφαίρα εκτός από την περιστροφή γύρω από το cm, εκτελεί κυκλική κίνηση ως προς το κ με ακτίνα R-r. Άρα:

$$(\Sigma F)_{\alpha\kappa\tau} = m \cdot \omega_k^2 (R - r) \Rightarrow N - W_y = m \omega_k^2 (R - r) \Rightarrow N = mg \eta \mu \phi + m \omega_k^2 (R - r) \quad (2).$$

Αναζητούμε την ω :

$$U_I + \cancel{K_I}^0 = U_{II}^0 + K_{II} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2} m u^2 + \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 \overset{u = \omega \cdot r}{\Rightarrow} mg(R - r) \eta \mu \phi = \frac{1}{2} m \cdot u^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} m \cdot u^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow mg(R - r) \eta \mu \phi = \frac{m u^2}{2} + \frac{2 m u^2}{10} \Rightarrow mg(R - r) \eta \mu \phi = \frac{7}{10} m u^2 \Rightarrow$$

Για την κυκλική τροχιά
ως προς κ: $\omega_k (R - r)$

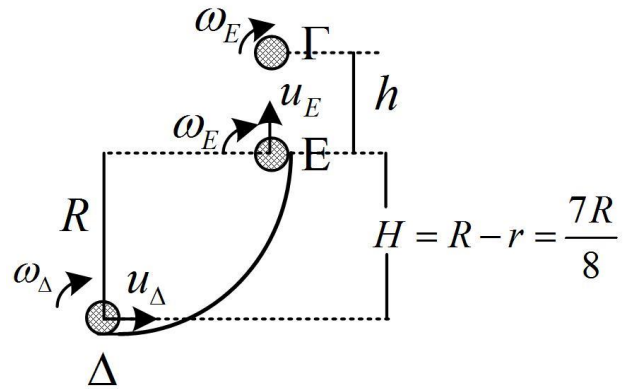
$$\Rightarrow m \omega_k^2 (R - r)^2 = \frac{10}{7} mg (R - r) \eta \mu \phi \Rightarrow m \omega_k^2 (R - r) = \frac{10}{7} mg \eta \mu \phi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{στην (2): } N = mg\eta\mu\phi + \frac{10}{7}mg\eta\mu\phi \Rightarrow N = \frac{7}{17}mg\eta\mu\phi \Rightarrow N = \frac{7}{17} \cdot 14 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{N=17N}$$

Δ3.

Για τις θέσεις Δ και Ε έχουμε:

$$\begin{aligned} U_{\Delta}^0 + K_{\Delta} &= U_E + K_E \\ \frac{1}{2}mu_{\Delta}^2 + \frac{1}{2}\omega_{\Delta}^2 &= mgH + \frac{1}{2}mu_E^2 + \frac{1}{2}\omega_E^2 \\ \frac{1}{2}mu_{\Delta}^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{mr^2\omega_{\Delta}^2}{\omega_{\Delta}^2} &= \\ = mgH + \frac{1}{2}mu_E^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{mr^2\omega_E^2}{u_E^*} & \end{aligned}$$



$$\frac{1}{2} \cancel{m}u_{\Delta}^2 + \frac{2}{10} \cancel{m}u_{\Delta}^2 = \cancel{m}gH + \frac{1}{2} \cancel{m}u_E^2 + \frac{2}{10} \cancel{m}u_E^2 \Rightarrow$$

$$\frac{7u_{\Delta}^2}{10} - gH = \frac{7}{10}u_E^2 \Rightarrow u_E^2 = u_{\Delta}^2 - \frac{10g \cancel{7}R}{\cancel{7} \cdot 8}$$

$$u_E^2 = u_{\Delta}^2 - \frac{10gR}{8} \Rightarrow u_E^2 = 36 - \frac{10 \cdot 10 \cdot 16^2}{8 \cdot 10}$$

$$u_E^2 = 16 \Rightarrow \boxed{u_E = 4 \frac{m}{sec}}$$

Από την θέση Ε καταργείται η T_s οπότε: $\Sigma_{\tau} = 0 \Rightarrow L_{\alpha\rho\chi} = L_{\tau\epsilon\lambda} \Rightarrow \omega_E = \text{σταθερό}.$

Για τις θέσεις Ε και Γ:

$$U_E + K_E = U_{\Gamma} + K_{\Gamma} \Rightarrow \frac{1}{2} \cancel{m}u_E^2 + \cancel{K_{\pi\epsilon\rho_E}} = \cancel{m}gh_m + \cancel{K_{\pi\epsilon\rho_{\Gamma}}} \Rightarrow h_m = \frac{u_E^2}{2g} = \frac{16}{20} = 0,8m.$$

Από την γη $h_{\max} = 0,8m$, αφού το τμήμα του ημικυκλίου είναι κάτω από το έδαφος.

Δ4.

$$\frac{\Delta K}{\Delta t} = \frac{\Delta K_{\text{περ}}}{\Delta t} + \frac{\Delta K_{\text{μετ}}}{\Delta t} = \cancel{\Sigma_{\tau}}^0 \cdot W_E + \Sigma F \cdot u_E = -mgu_E = -1,4 \cdot 10 \cdot 4N = -56W$$

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = \Sigma_{\tau} = 0$$

ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΕΛΥΣΑΝ οι φυσικοί:

- Κωστόπουλος Σπύρος
- Μισιχρόνης Δημοσθένης
- Μεσούνος Γιώργος
- Κομητόπουλος Γιώργος