ΠΕΜΠΤΗ 16 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2026

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ
ΦΥΣΙΚΗΣ Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Επιμέλεια διαγωνίσματος: Δημητρίου Άρης - Κανελλόπουλος Νίκος

ΘΕΜΑ Α

Α1. Β
Α2. Α είναι κοιλίες εκατέρωθεν δεσμού
Α3. Γ
Α4. Α το ρεύμα από επαγωγή αντιστέκεται στην μείωση της ροής που το προκαλεί.

1. Σ 2. Σ 3.Σ 4.Λ 5.Σ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η β)

Γνωρίζουμε από την φωτοηλεκτρική εξίσωση :
$K_e = hf - \varphi \Leftrightarrow 0 = hf_0 - \varphi \Leftrightarrow \varphi = hf_0$ οπού f_0 η συχνότητα κατωφλιού.
Διαδοχικά έχουμε :

$$\frac{K_{\max(1)}}{K_{\max(2)}} = 1,5 \Leftrightarrow \frac{h\cdot f_A - \varphi_1}{h\cdot f_A - \varphi_2} = 1,5 \Leftrightarrow \frac{h\cdot 4f_{01} - h\cdot f_{01}}{h\cdot 4f_{01} - h\cdot f_{02}} = 1,5 \Leftrightarrow$$

$$3h\cdot f_{01} = 6h\cdot f_{01} - 1,5h\cdot f_{02} \Leftrightarrow 1,5h\cdot f_{02} = 3h\cdot f_{01} \Leftrightarrow f_{02} = 2f_{01} \Leftrightarrow$$

$$\boxed{f_{02} = 2f_{01}}$$

Β2. Σωστή η α)
Από την εκφώνηση για την φάση του σημείου Δ έχουμε:

$$\varphi_\Delta = 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda}\right) \Leftrightarrow 6\pi = 2\pi\left(\frac{2}{T} - \frac{1}{\lambda}\right) \Leftrightarrow 3 = \frac{2}{T} - \frac{1}{\lambda} (1)$$

Για τους αγνώστους λ,Τ έχουμε μια ακόμα σχέση από την κυματική εξίσωση:

$$u = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow 2 = \frac{\lambda}{T} \Leftrightarrow \lambda = 2T (2)$$

Από το σύστημα των (1) ,(2) έχουμε :

$$3 = \frac{2}{T} - \frac{1}{2T} \Leftrightarrow 3 = \frac{4}{2T} - \frac{1}{2T} \Leftrightarrow 3 = \frac{3}{2T} \Leftrightarrow T = 0,5s$$

Από την (2) $\lambda = 1m$

Το σημείο Δ την χρονική στιγμή $t=t_1$ λόγω της τιμής της φάσης του έχει εκτελέσει 3 πλήρεις ταλαντώσεις οπότε $S = 24cm = 12A$ όπου Α το πλάτος της ταλάντωσης. Έτσι A=2cm.

Για την εξίσωση του κύματος $y = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) \Leftrightarrow \boxed{y = 2\cdot 10^{-2}\eta\mu 2\pi\left(2t - x\right)}$ (SI).

Β3. Σωστή η γ)

Για την τάση ΔV:

ΘΜΚΕ για το πρωτόνιο από την ηρεμία μέχρι να φτάσει στο σημείο Μ με ταχύτητα u_{01}.

$$W^{F\eta\lambda} = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \Leftrightarrow q\cdot\Delta V = \frac{1}{2}m\cdot u_{01}^2 - 0 \Leftrightarrow \Delta V = \frac{m\cdot u_{01}^2}{2q} \quad (1)$$

Το πρωτόνιο εξέρχεται από το σημείο Α οπότε για την ακτίνα της κυκλικής του τροχιάς ισχύει η σχέση : $R_1 = \frac{a}{4} = \frac{m\cdot u_{01}}{B\cdot q} \Leftrightarrow u_{01} = \frac{a\cdot B\cdot q}{4m}$ (2)

Για την τάση ΔV':

ΘΜΚΕ για το πρωτόνιο από την ηρεμία μέχρι να φτάσει στο σημείο Μ με ταχύτητα u_{02}.

$$W^{F\eta\lambda} = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \Leftrightarrow q\cdot\Delta V = \frac{1}{2}m\cdot u_{02}^2 - 0 \Leftrightarrow \Delta V' = \frac{m\cdot u_{02}^2}{2q} \quad (3)$$

Το πρωτόνιο εξέρχεται από το σημείο Ζ οπότε για την ακτίνα της κυκλικής του τροχιάς ισχύει η σχέση : $R_2 = \frac{m\cdot u_{02}}{B\cdot q}$ (4)

Για την ακτίνα R_2 από το σχήμα έχουμε :

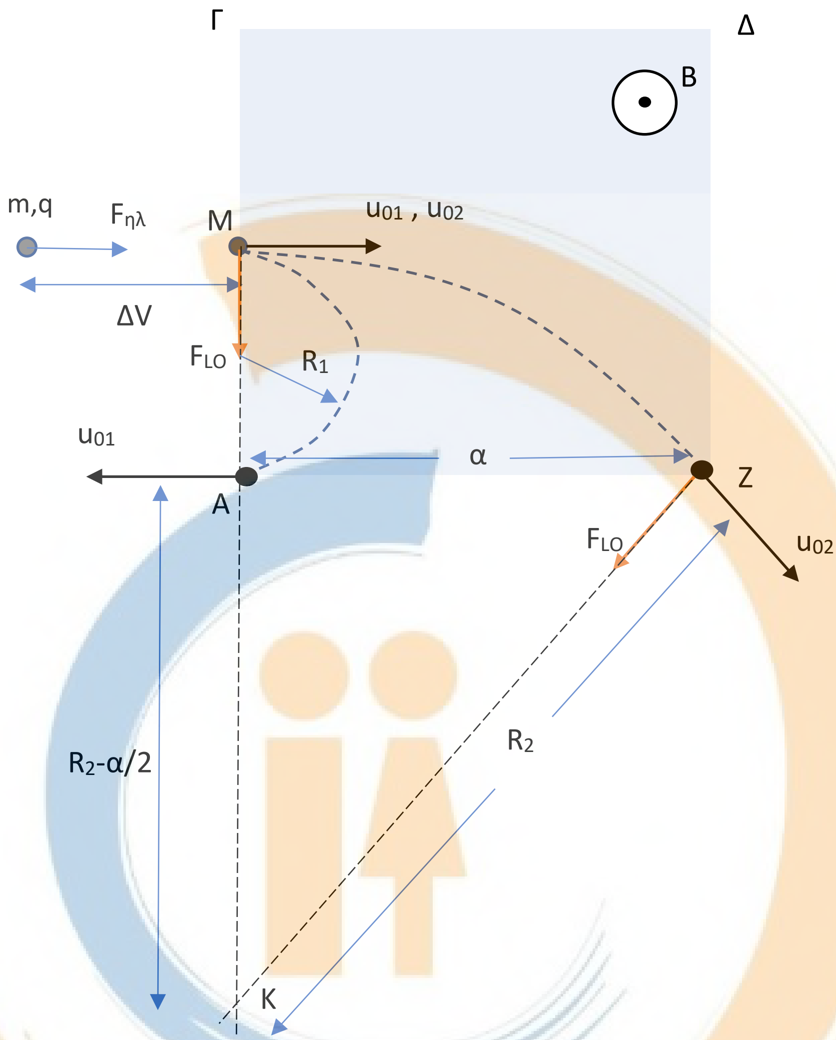
$$R_2^2 = \alpha^2 + \left(R_2 - \frac{\alpha}{2}\right)^2 \Leftrightarrow R_2^2 = \alpha^2 + R_2^2 - 2R_2\frac{a}{2} + \frac{a^2}{4} \Leftrightarrow R_2 = \frac{5a}{4} \quad (5)$$

Από τις σχέσεις (4) , (5) έχουμε : $\frac{5a}{4} = \frac{m\cdot u_{02}}{B\cdot q} \Leftrightarrow u_{02} = \frac{5a\cdot B\cdot q}{4m}$ (6)

Από την σύγκριση των σχέσεων (2) και (6) βλέπουμε ότι : $u_{02} = 5u_{01}$ (7)

Τελικά επειδή γνωρίζουμε την σχέση των ταχυτήτων από τις (3) , (1) με την (7) :

$$\Delta V' = \frac{m\cdot u_{02}^2}{2q} = \frac{m\cdot(5u_{01})^2}{2q} = 25\cdot\frac{m\cdot u_{01}^2}{2q} = 25\cdot\Delta V \Leftrightarrow \boxed{\Delta V' = 25\Delta V}$$



ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Στην θέση ισορροπίας και των δύο σωμάτων είναι ΣF=0.

$$\Sigma F_y = 0 \Leftrightarrow (\downarrow +) \Leftrightarrow (m_1 + m_2)g - F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Leftrightarrow m_1 g + m_2 g = k(\Delta L_1 + \Delta L_2) \Leftrightarrow$$

$$\Delta L_{o\lambda} = \frac{m_1 g + m_2 g}{k} = 0,4m$$

Σε μια τυχαία θέση του συστήματος **πάνω** από την θέση ισορροπίας κατά y έχουμε

$$\Sigma F_y = F_{\varepsilon\lambda}' - (m_1 g + m_2 g) = k(\Delta L_1 + \Delta L_2 - y) - (m_1 g + m_2 g) =$$

$$= k(\Delta L_1 + \Delta L_2) - (m_1 g + m_2 g) - ky = 0 - ky = -ky$$

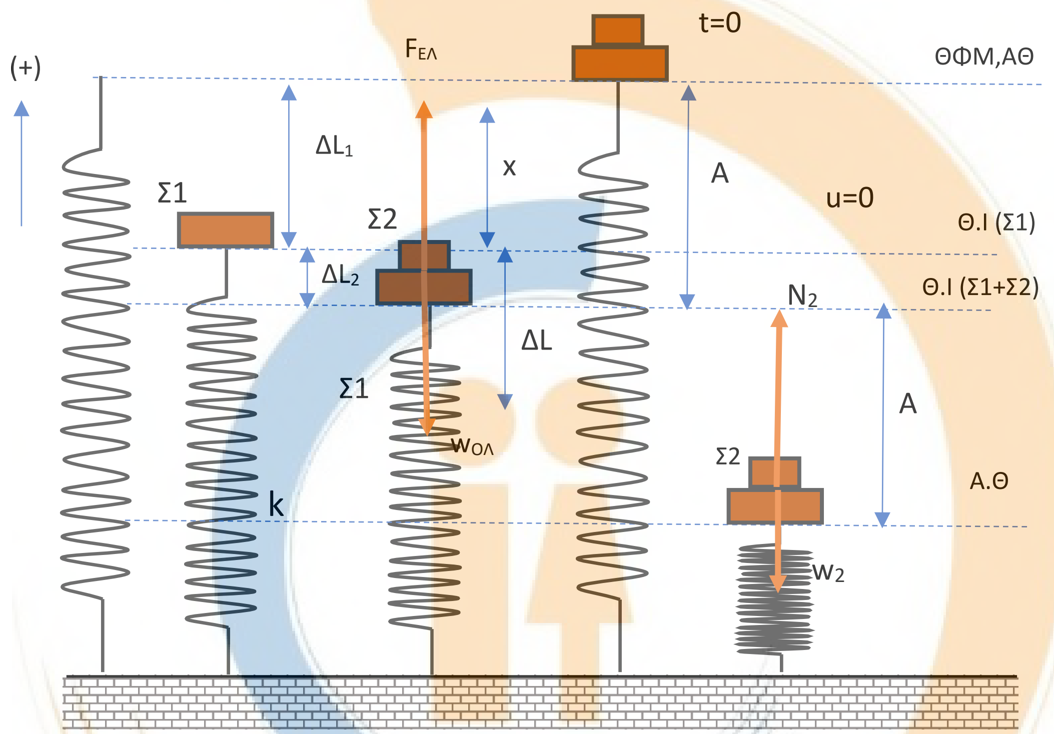
Γ2. Γενική μορφή : $y = A \cdot \eta\mu(\omega t + \varphi_0)$

Το πλάτος της ταλάντωσης είναι η μετατόπιση $d = \Delta L_{o\lambda} = 0,4m$. Όταν αφήνουμε το σύστημα των δυο σωμάτων ελεύθερο να κινηθεί βρίσκεται στην πάνω ακραία θέση της ταλάντωσης η οποία είναι και η θέση φυσικού μήκους του ελατήριου. Από την σταθερά επαναφοράς ταλάντωσης του συστήματος έχουμε :

$$D = k = (m_1 + m_2)\omega^2 \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1 + m_2}} \Leftrightarrow \omega = 5rad/s$$

Την χρονική στιγμή t=0 είναι y=+A οπότε μετα από πράξεις $φ_0$=π/2.

Τελικά : $\boxed{y = 0,4 \cdot \eta\mu(5t + \frac{\pi}{2})}$ στο SI.



Γ3. Το Σ2 έχει την δική του σταθερά επαναφοράς ταλάντωσης $D_2 = m_2 \cdot \omega^2 = 25\frac{N}{m}$.

Σε κάθε θέση οπότε και στην κάτω ακραία θέση y=-A ισχύει (σχήμα) :

$$\Sigma F_2 = -D_2 \cdot y \Leftrightarrow N_2 - m_2 \cdot g = -D_2 \cdot (-A) \Leftrightarrow N_2 = m_2 \cdot g + D_2 \cdot A \Leftrightarrow N_2 = 10 + 10 \Leftrightarrow$$

$$\boxed{N_2 = 20N}$$

Γ4. Έστω y_1 η θέση στην οποία ισχύει U=3K και u_1 η ταχύτητα του συστήματος στην θέση αυτή. Είναι $\frac{dK}{dt} = \Sigma F \cdot u_1 = (-k \cdot y_1) \cdot u_1$ (1)

Όταν για πρώτη φορά ισχύει U=3K τότε $y_1 > 0$ και $u_1 < 0$.

Για την θέση y_1 έχουμε :

$$E = K + U \Leftrightarrow E = \frac{U}{3} + U \Leftrightarrow \frac{1}{2}DA^2 = \frac{4}{3}\cdot\frac{1}{2}Dy_1^2 \Leftrightarrow y_1^2 = \frac{3A^2}{4} \Leftrightarrow$$

$$y_1 = +\frac{\sqrt{3}}{2}A = 0,2\sqrt{3}\frac{m}{s}$$

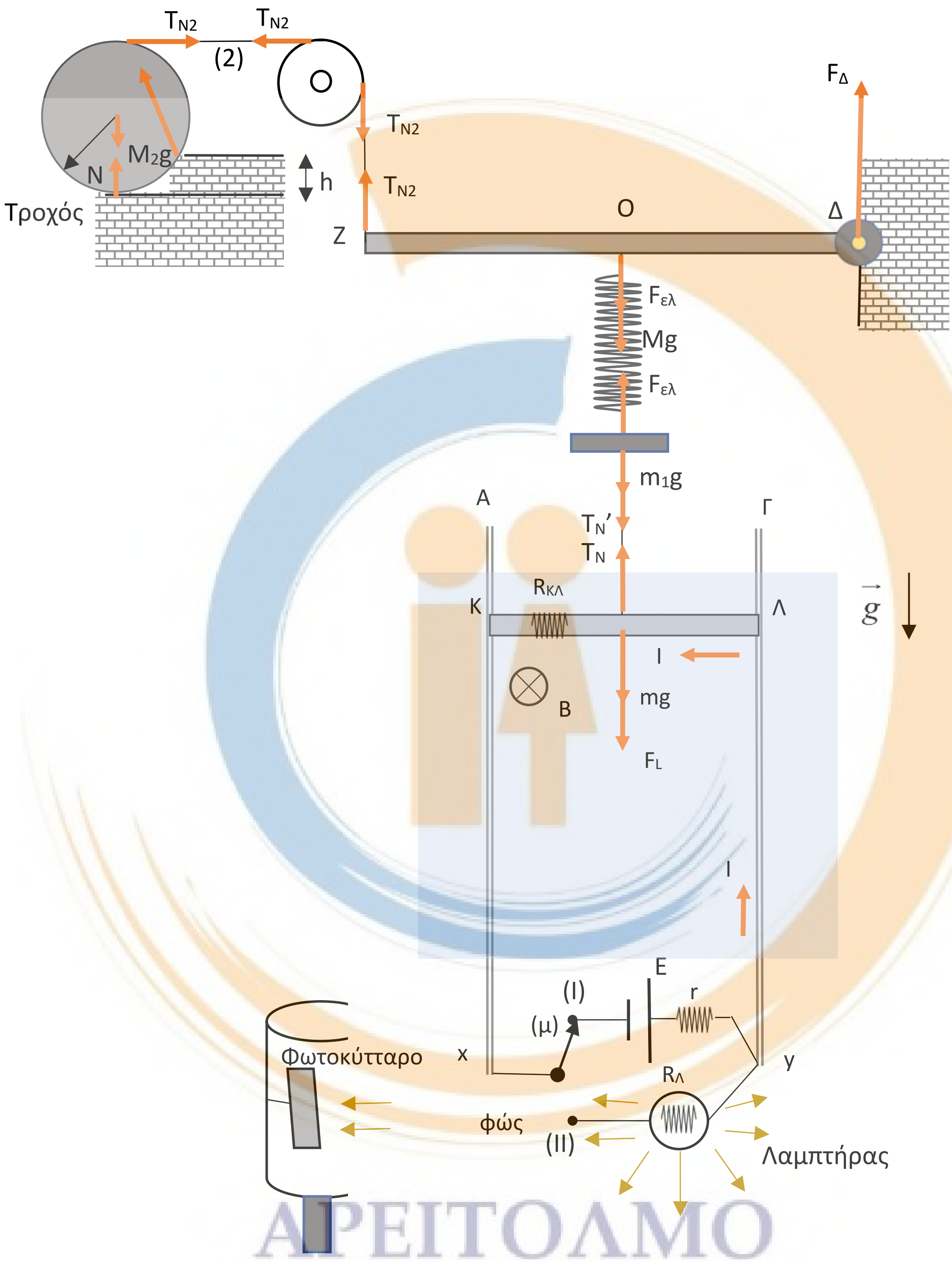
Όμοια για την ταχύτητα u_1:

$$E = K + U \Leftrightarrow \frac{1}{2}DA^2 = \frac{1}{2}m_{ολ}u_1^2 + \frac{1}{2}Dy_1^2 \Leftrightarrow u_1 = -\omega\sqrt{A^2 - y_1^2}$$

Με αντικατάσταση : $u_1 = -\omega\sqrt{A^2 - \frac{3}{4}A^2} = -\frac{\omega A}{2} = -1m/s$

Τελικά : $\frac{dK}{dt} = \Sigma F \cdot u_1 = (-k \cdot y_1)\cdot u_1 = (-100 \cdot 0,2\sqrt{3})\cdot(-1) \Leftrightarrow \boxed{\frac{dK}{dt} = 20\sqrt{3}\,\frac{J}{s}}$

ΘΕΜΑ Δ



Δ1. Ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί γιατί δέχεται το βάρος του και την δύναμη Laplace προς τα κάτω και την τάση του νήματος T_N προς τα πάνω. Ισορροπία ΚΛ:

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow (\downarrow +) \Leftrightarrow \mathrm{mg} + F_L - T_N = 0 \Leftrightarrow T_N = \mathrm{mg} + B \cdot \frac{E}{R_{K\Lambda} + r} \cdot L \Leftrightarrow$$

$$T_N = 8 + 2 \cdot \frac{26}{1+1} \cdot 2 \Leftrightarrow T_N = 60N$$

Ισορροπία σώματος Σ1. Το σώμα Σ1 δέχεται το βάρος του και την τάση του νήματος

T_N' προς τα κάτω καθώς και την δύναμη του ελατηρίου $F_{ελ}$ προς τα πάνω. Έστω ΔL η παραμόρφωση του ελατηρίου.

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow (\downarrow +) \Leftrightarrow \mathrm{m_1 g} + T_N' - F_{\varepsilon\lambda} = 0 \Leftrightarrow k \cdot \Delta L = \mathrm{m_1 g} + T_N' \Leftrightarrow$$

$$\Delta L = \frac{\mathrm{m_1 g} + T_N'}{k} = \frac{20+60}{200} = 0,4m$$

Δ2. Έστω ΔL_1 η παραμόρφωση του ελατηρίου λόγω του βάρους του σώματος Σ1. Σε αυτόνομο σχήμα σχεδιάζουμε:
α) την θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.
β) την θέση ισορροπιας του Σ1 οπού το ελατήριο είναι παραμορφωμένο κατά ΔL_1.
γ) Την θέση του Σ1 την στιγμή που κόβουμε το νήμα στην οποία το Σ1 είναι στιγμιαία ακίνητο και το ελατήριο είναι παραμορφωμένο κατά ΔL=0,4m.

Στην θέση ισορροπίας ταλάντωσης του Σ1:

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow (\downarrow +) \Leftrightarrow \mathrm{mg} - F_{\varepsilon\lambda 1} = 0 \Leftrightarrow k \cdot \Delta L_1 = m_1 g \Leftrightarrow \Delta L_1 = \frac{m_1 g}{k} = 0,1m$$

Την στιγμή που κόβουμε το νήμα το Σ1 είναι στιγμιαία ακίνητο και απέχει $\Delta L - \Delta L_1 = 0,4 - 0,1 = 0,3m$ από την θέση ισορροπίας ταλάντωσης.
Για το πλάτος : $\mathrm{A} = \Delta L - \Delta L_1 = 0,3m$.

Για το ω: $D = k = m_1 \omega^2 \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}} \Leftrightarrow \omega = 10 rad/s$.

Για την αρχική φάση την χρονική στιγμή t=0 είναι y=+A οπότε μετα από πράξεις $\varphi_0 = \pi/2$.

Τελικά : $\boxed{y = 0,3 \cdot \eta\mu(10t + \frac{\pi}{2})}$ στο SI.

Δ3. Ο Αγωγός ΚΛ κινείται κατακόρυφα εντός μαγνητικού πεδίου οπότε αναπτύσσεται σε αυτόν τάση από επαγωγή. Κλειστό κύκλωμα αποτελούν ο αγωγός ΚΛ και ο λαμπτήρας οι οποίοι συνδέονται σε σειρά. Η πολικότητα της τάσης στον αγωγό ΚΛ είναι τέτοια έτσι ώστε το ρεύμα στο κλειστό κύκλωμα να έχει φορά δεξιόστροφη και η δύναμη F_L που αυτός δέχεται να έχει φορά προς τα πάνω. Από τα στοιχεία κανονικής λειτουργιάς του λαμπτήρα υπολογίζουμε την αντίστασή του.

$$P_K = \frac{V_K^{\ 2}}{R_\Lambda} \Leftrightarrow R_\Lambda = \frac{V_K^{\ 2}}{P_K} = \frac{9}{9} = 1\Omega$$

Ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα όταν ΣF=0.

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow mg - F_{Lo\rho} = 0 \Leftrightarrow F_{Lo\rho} = mg \Leftrightarrow \frac{B^2 \cdot u_{o\rho} \cdot L^2}{R_{K\Lambda} + R_\Lambda} = mg \Leftrightarrow$$

$$u_{o\rho} = \frac{mg(R_{K\Lambda} + R_\Lambda)}{B^2 \cdot L^2} \Leftrightarrow u_{o\rho} = \frac{8 \cdot 2}{4 \cdot 4} \Leftrightarrow u_{o\rho} = 1\frac{m}{s}$$

Στην περίπτωση αυτή το κύκλωμα διαρρέεται από ολικό ρεύμα:

$$I_{o\rho} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B \cdot u_{o\rho} \cdot L}{R_{K\Lambda} + R_{\Lambda}} = \frac{2 \cdot 2}{2} = 2A$$

Η ισχύς που αποδίδει ο λαμπτήρας είναι $P_{\Lambda} = I_{o\rho}^2 \cdot R_{\Lambda} = 2^2 \cdot 1 = 4W \Leftrightarrow \boxed{P_{\Lambda} = 4W}$

Δ4. **α)** Από την εξίσωση του ηλεκτρικού πεδίου του κύματος $E = E_{\max} \cdot \eta\mu\left(\pi \cdot 10^{15} t - \frac{\pi \cdot 10^7 x}{3}\right)$ προκύπτει ότι το φως που εκπέμπει ο λαμπτήρας έχει μήκος κύματος $\lambda = 6 \cdot 10^{-7} m$ και η ενέργεια ενός φωτονίου είναι $E_{\varphi} = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} = 3,3 \cdot 10^{-19} J$.

Η ενέργεια αυτή σε eV είναι $E_{\varphi} = \frac{3,3 \cdot 10^{-19} J}{1,6 \cdot 10^{-19} J / \text{eV}} = 2,06 eV$.

Η φωτεινή ισχύς που προσπίπτει στην κάθοδο είναι :

$$P_{\varphi} = 3,3\% P_{\Lambda} = \frac{3,3}{100} \cdot 4W = 3,3 \cdot 4 \cdot 10^{-2} W \ .$$

Ονομάζουμε $n = \frac{N_{\varphi}}{t}$ το πλήθος των φωτονίων που προσπίπτουν στην κάθοδο ανά μονάδα χρόνου. Είναι:

$$P_{\varphi} = \frac{N_{\varphi} \cdot E_{\varphi}}{t} \Leftrightarrow \frac{N_{\varphi}}{t} = \frac{P_{\pi\rho}}{E_{\varphi}} \Leftrightarrow \frac{N_{\varphi}}{t} = \frac{3,3 \cdot 4 \cdot 10^{-2} W}{3,3 \cdot 10^{-19} J} \Leftrightarrow n = \frac{N_{\varphi}}{t} = 4 \cdot 10^{17} \frac{\varphi\omega\tau}{s}$$

Στην κάθοδο κάθε φωτόνιο αλληλοεπιδρά με ένα μόνο ηλεκτρόνιο και με την αύξηση της εφαρμοζόμενης τάσης δεν παρατηρούμε καμία μεταβολή στην τιμή του φωτορεύματος των ηλεκτρόνιων.

Αυτό δηλώνει ότι το ρεύμα στην διάταξη είναι κορεσμένο στην μέγιστη δυνατή τιμή του η οποία προκύπτει όταν όλα τα εξερχόμενα από την κάθοδο ηλεκτρόνια οδηγούνται στην άνοδο. Ονομάζουμε $\frac{N_e}{t}$ το πλήθος των φωτονίων που εξέρχονται από την κάθοδο ανά μονάδα χρόνου. Εδώ ισχύει $\frac{N_e}{t} = \frac{N_{\varphi}}{t}$ και τέλος για το ρεύμα κόρου :

$$i_k = \frac{q}{t} = \frac{N_e \cdot e}{t} \Leftrightarrow i_k = 4 \cdot 10^{17} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \Leftrightarrow i_k = 6,4 \cdot 10^{-2} A \Leftrightarrow \boxed{i_k = 6,4 \cdot 10^{-2} A}$$

β) Από εκφώνηση : $\varphi = E_{\varphi} / 2 = \frac{2,06 \text{eV}}{2} = 1,03 \text{eV}$.

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση : $K_e = hf - \varphi = 2,06 \text{eV} - 1,03 eV = 1,03 eV$.

ΘΜΚΕ για ένα ηλεκτρόνιο το οποίο εξέρχεται από την κάθοδο με κινητική ενεργεία

K_e και φτάνει στην άνοδο με $K_{τελ}$.

$$W_{K\to A}^{Fηλ} = K_{τελ} - K_{αρχ} \Leftrightarrow q_e \cdot (V_{K(-)} - V_{A(+)}) = K_{τελ} - K_e \Leftrightarrow$$

$$-e \cdot (-3,97V) = K_{τελ} - 1,03eV \Leftrightarrow K_{τελ} = 3,97eV + 1,03eV \Leftrightarrow$$

$$\boxed{K_{τελ} = 5eV}$$

Δ5. α) Μηδενισμό της τάσης του νήματος (2) είναι δυνατόν να έχουμε όταν το σώμα Σ1 βρίσκεται στην πάνω ακραία θέση της ταλάντωσης του οπού το ελατήριο είναι συσπειρωμένο ως προς το φυσικό του μήκος κατά $A - \Delta L_1 = 0,3m - 0,1m = 0,2m$. Τότε οι μοναδικές δυνάμεις που δέχεται η δοκός (η δύναμη στην άρθρωση προκύπτει ίση με το μηδέν) είναι το βάρος της και η δύναμη ελατηρίου η οποία έχει φορά προς τα πάνω και μέτρο $F = k \cdot (A - \Delta L_1) = 200 \cdot 0,2 = 40N$.

Οριακή ισορροπία της δοκού: Στ=0 ως προς την άρθρωση στο σημείο Δ.

$$F \cdot \frac{L}{2} - Mg \cdot \frac{L}{2} = 0 \Leftrightarrow Mg = F \Rightarrow \boxed{M = 4kg}$$

β) Μηδενισμό της δύναμης που δέχεται ο τροχός από το δάπεδο μπορεί να υπάρξει όταν το σώμα Σ1 βρίσκεται στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσής του. Το ελατήριο τότε είναι επιμηκυμένο κατά $\Delta L = 0,4m$ και η δοκός δέχεται στο κέντρο της Ο δύναμη ελατηρίου με φορά προς τα κάτω και με μέτρο

$F' = k \cdot \Delta L = 200 \cdot 0,4 = 80N$.

Ισορροπία της δοκού: Στ=0 ως προς την άρθρωση στο σημείο Δ.

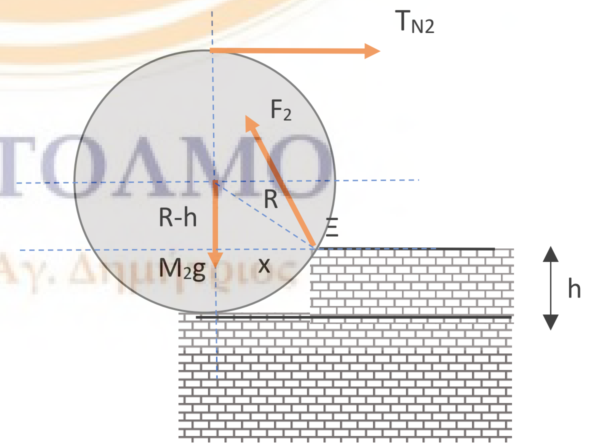
$$F' \cdot \frac{L}{2} + Mg \cdot \frac{L}{2} - T_{N2} \cdot L = 0 \Leftrightarrow T_{N2} = \frac{F' + Mg}{2} = 60N.$$

Η τάση T_{N2} μεταφέρεται στο ανώτερο σημείο του τροχού . Ονομάζουμε Ξ το σημείο επαφής του τροχού με το εμπόδιο ύψους h.

Ο τροχός ισορροπεί οριακά στροφικά ως προς το σημείο Ξ υπό την επίδραση της δύναμης από το νήμα και από το βάρος του. Η δύναμη από το δάπεδο είναι οριακά ίση με το μηδέν. Στ=0 ως προς το σημείο Ξ :

$$M_2 g \cdot x - T_{N2} \cdot (R + R - h) = 0$$

$$\Leftrightarrow M_2 = \frac{T_{N2} \cdot (2R - h)}{g \cdot x} \quad (1)$$



Για την απόσταση x:

$$R^2 = x^2 + (R-h)^2 \Leftrightarrow R^2 = x^2 + \frac{R^2}{4} \Leftrightarrow x = \frac{\sqrt{3}R}{2} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) , (2) :

$$M_2 = \frac{T_{N2} \cdot (2R - h)}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} R} = \frac{T_{N2} \cdot (\frac{3}{2}\mathrm{R})}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} R} = \frac{3T_{N2}}{g \cdot \sqrt{3}} \Leftrightarrow \boxed{M_2 = 6\sqrt{3} kg}.$$