ΛΥΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. γ **Α2.** δ **Α3.** δ **Α4.** γ **Α5.** Λ Λ Σ Λ Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστό το **γ**.

Στη θέση ισορροπίας η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι $\Delta l = \frac{mg}{k}$. Εκτρέποντας το σώμα κατά $\frac{2mg}{k}$ και αφήνοντάς το ελεύθερο χωρίς αρχική ταχύτητα, θα εκτελέσει ταλάντωση πλάτους $A = \frac{2mg}{k}$ στη διάρκεια της οποίας θα διέρχεται απο τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, αφού $A > \Delta l$. Επομένως $U_{min} = 0$

Β2. Σωστό το **α**.

Αρχικά είναι $B_{ΟΛ} = B_κ + B_ε = \mu_o \frac{I_κ}{2R} + \mu_o \frac{I_ε}{2\pi R}$ (1)

Όταν αντιστραφεί η φορά του ρεύματος που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό, η ένταση του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού θα είναι

$B'_{ΟΛ} = B_κ - B_ε = \mu_o \frac{I_κ}{2R} - \mu_o \frac{I_ε}{2\pi R}$ (2)

$B'_{ΟΛ} = \frac{B_{ΟΛ}}{2}$ επομένως από (1) και (2) $\mu_o \frac{I_κ}{2R} - \mu_o \frac{I_ε}{2\pi R} = \mu_o \frac{I_κ}{4R} + \mu_o \frac{I_ε}{4\pi R}$

$\Rightarrow I_κ - \frac{I_ε}{\pi} = \frac{I_κ}{2} + \frac{I_ε}{2\pi} \Rightarrow \frac{I_κ}{2} = \frac{3I_ε}{2\pi} \Rightarrow I_ε = \frac{\pi I_κ}{3}$

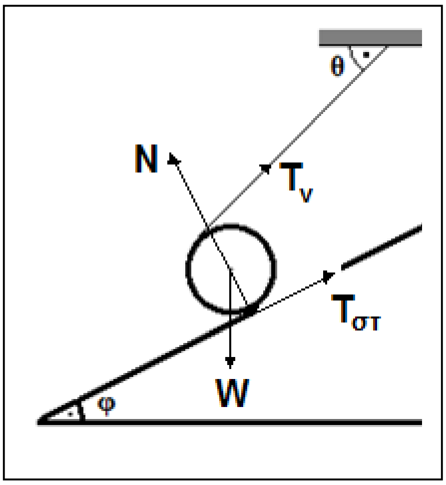
Β3. Σωστό το **γ**.

Στον κύλινδρο ασκούνται : το βάρος W, η τάση του νήματος $T_ν$, η στατική (οριακή) τριβή $T_{στ}$ και η κάθετη αντίδραση N.

Αναλύουμε τις δυνάμεις σε κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα, με

$N_x =$ Νημφ $= \frac{N}{2}$, $N_y =$ Νσυνφ $= \frac{\sqrt{3}}{2}N$

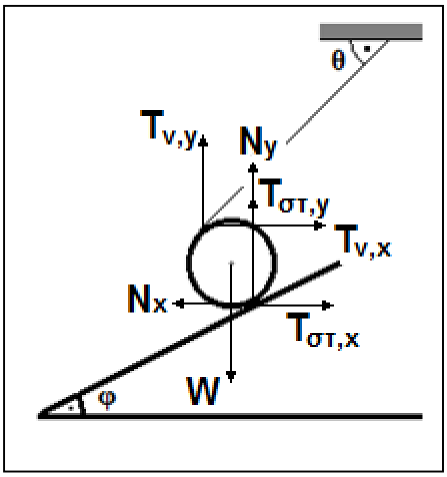
$T_{στ,x} = T_{στ}$ συνφ $= T_{στ}\frac{\sqrt{3}}{2}$, $T_{στ,y} = T_{στ}$ ημφ $= T_{στ}\frac{1}{2}$



$T_{ν,x}= T_ν\, συνθ= T_ν \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\quad T_{ν,y}= T_ν\, ημθ= T_ν \frac{\sqrt{2}}{2}$

όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

Είναι $Στ= 0$ (ως προς άξονα που διέρχεται από το κέντρο του κυλίνδρου) επομένως



$T_ν R = T_{στ} R \Rightarrow T_ν = T_{στ} \quad (1)$

Επίσης $ΣF_x=0 \Rightarrow T_{ν,x}+ T_{στ,x} = N_x \Rightarrow$

$T_ν \frac{\sqrt{2}}{2} + T_{στ} \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{N}{2}$ και λόγω της (1) προκύπτει

$T_ν \sqrt{2} + T_ν \sqrt{3} = N \quad (2)$

$ΣF_y=0 \Rightarrow T_{ν,y}+ T_{στ,y} +N_y = W \Rightarrow$

$T_ν \frac{\sqrt{2}}{2} + T_{στ} \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} N = W$ οπότε πάλι λόγω της (1) προκύπτει

$\sqrt{2} T_ν + T_ν + \sqrt{3} N = 2W \quad (3)$

Τέλος, (2), (3) $\Rightarrow \sqrt{2} T_ν + T_ν + \sqrt{3}(T_ν \sqrt{2} + T_ν \sqrt{3}) = 2W \Rightarrow W= (2 + \frac{\sqrt{6}+\sqrt{2}}{2}) T_ν \Rightarrow W>2T_ν$

Β4. Σωστό το **α.**

Αφού η προσπίπτουσα ακτινοβολία έχει συχνότητα ίση με τη συχνότητα κατωφλίου, τα ηλεκτρόνια εξέρχονται με μηδενική κινητική ενέργεια και ισχύει $hf_o= φ$ (1)

Η πηγή τάσης V επιταχύνει τα ηλεκτρόνια οπότε αυτά φτάνουν στην άνοδο με κινητική ενέργεια $K= eV$ (2)

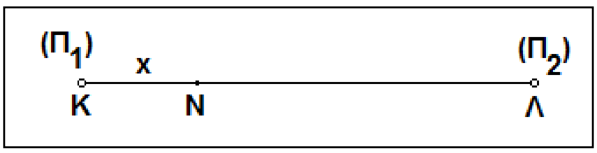
Ζητάμε $K= φ$ οπότε από (1) και (2) έχουμε $eV= hf_o \Rightarrow V= \frac{hf_o}{e}$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Από την εξίσωση που περιγράφει την ταλάντωση του σημείου Σ, έχουμε ότι $ω=8π$ r/s $\Rightarrow 2πf =8π$ r/s $\Rightarrow f = 4Hz$. Επομένως $υ= λf = 0.8$ m/s

Γ2. Το Σ βρίσκεται στη μεσοκάθετο του ΚΛ επομένως ισαπέχει από τις δύο πηγές $Π_1$ και $Π_2$. $Δr= 0$ άρα το Σ είναι σημείο ενίσχυσης και ταλαντώνεται με πλάτος 2Α, όπου Α το πλάτος ταλάντωσης των πηγών. $2A= 0,4m \Rightarrow A= 0.2m$.

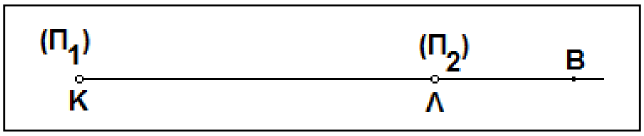
Γ3. Έστω Ν ένα σημείο ενίσχυσης του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ, σε απόσταση x από την πηγή $Π_1$ όπως στο σχήμα 1.



(Σχήμα 1)

Θα είναι $x - (ΚΛ - x) = κλ$ με κ ακέραιο, άρα $2x = 1.7 + 0.2κ \Rightarrow x = 0.85 + 0.1κ$ (SI)
Η ελάχιστη τιμή της απόστασης x από την πηγή $Π_1$ προκύπτει για κ= -8 : x= 0.05m

Γ4. Έστω Β ένα τυχαίο σημείο της ευθείας που διέρχεται από τις πηγές $Π_1$ και $Π_2$, το οποίο δεν ανήκει στο ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ (σχήμα 2).



(Σχήμα 2)

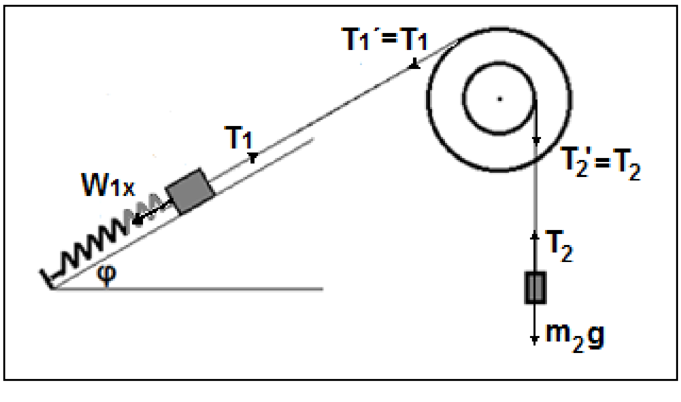
Είναι $Δr = ΒΚ - ΒΛ = ΚΛ = 1{,}7m = 17\frac{λ}{2}$. Το 17 είναι περιττός αριθμός επομένως στο σημείο Β συμβαίνει ακυρωτική συμβολή.

Γ5. Η ταχύτητα διάδοσης υ= 0.8 m/s παραμένει σταθερή. Για $T' = 2T = 0{,}5$ s βρτίσκουμε το νέο μήκος κύματος $λ' = υT' = 0{,}4m$. Για τα σημεία ενίσχυσης, όπως το Ν του σχήματος (1) θα ισχύει :

$x - (ΚΛ - x) = κλ'$ με κ ακέραιο, άρα $2x = 1.7 + 0.4κ \Rightarrow x = 0.85 + 0.2κ$ (SI)
Πρέπει $0 < x < 1.7m \Rightarrow 0 < 0.85 + 0.2κ < 1{,}7 \Rightarrow -0{,}85 < 0{,}2κ < 0{,}85 \Rightarrow -4{,}25 < κ < 4{,}25$
Επομένως κ= 0, ±1, ±2, ±3, ±4 δηλ. μεταξύ των πηγών $Π_1$ και $Π_2$ υπάρχουν 9 υπερβολές ενίσχυσης.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.



Όταν το σώμα m_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση έχει εξίσωση απομάκρυνσης $x(t)= A\eta\mu(10t + \frac{\pi}{2})$ (SI)

επομένως ω= 10 r/s $\Rightarrow \sqrt{\frac{k}{m_1}} = 10r/s \Rightarrow m_1 = 1kg$

Το σώμα m_1 ισορροπεί με το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος επομένως

$T_1= W_{1x} \Rightarrow T_1= m_1 g\eta\mu\varphi \Rightarrow T_1= 5N$

Η τροχαλία ισορροπεί επομένως $\Sigma\tau =0 \Rightarrow T_1 2R = T_2 R \Rightarrow T_2= 2T_1 \Rightarrow T_2= 10N$

Το σώμα m_2 ισορροπεί επομένως $T_2= m_2 g \Rightarrow m_2= 1kg$

Δ2. Όταν κοπεί το νήμα (1), το m_1 θα ταλαντωθεί με θέση ισορροπίας $m_1 g\eta\mu\varphi= k\Delta l$ $\Rightarrow \Delta l=0.05m$. Το m_1 αρχικά είναι στην πάνω ακραία θέση επομένως Α= 0,05m.

Δ3. Τη στιγμή t_1 το m_1 βρίσκεται για δεύτερη φορά μετά την έναρξη της ταλάντωσης στο θετικό άκρο της ταλάντωσής του, επομένως $t_1= 2T= 2\frac{2\pi}{\omega} = 0,4\pi$ s

Στο μεταξύ το m_2 έχει πέσει κατά h οπότε υπολογίζουμε την επιτάχυνσή του :

$$h = \frac{1}{2}\alpha t_1^2 \Rightarrow \alpha = \frac{2h}{t_1^2} = \frac{9.6}{0.16\pi^2} m/s^2 = \frac{9.6}{1.6} m/s^2 = 6m/s^2$$

Για το m_2 : $\Sigma F= m_2\alpha \Rightarrow m_2 g-T_2= m_2\alpha \Rightarrow T_2= m_2(g-\alpha) \Rightarrow T_2 = 4N$

Δ4. Η τροχαλία αρχίζει τη στιγμή $t_0 = 0$ να περιστρέφεται με γωνιακή επιτάχυνση

$\alpha_{\gamma\omega\nu}= \frac{\alpha}{R} = 40r/s^2$

οπότε τη στιγμή t_1 έχει αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα $\omega= \alpha_{\gamma\omega\nu} t_1 = 16\pi$ r/s και έχει διαγράψει γωνία $\Delta\theta = \frac{1}{2}\alpha_{\gamma\omega\nu}t^2 = \frac{1}{2}40 \cdot 0{,}16\pi^2 rad = 32rad$ άρα πλήθος περιστροφών $N=\Delta\theta/2\pi = 16/\pi$

ΠΛΑΣΚΟΒΙΤΗΣ ΣΠΥΡΟΣ