

## ΛΥΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ Α

A1. γ    A2. δ    A3. δ    A4. γ    A5. Λ Λ Σ Λ Λ

### ΘΕΜΑ Β

**B1.** 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 από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου, αφού  $A > \Delta l$ . Επομένως  $U_{\min} = 0$

**B2.** Σωστό το α.

$$\text{Αρχικά είναι } B_{\text{ολ}} = B_{\kappa} + B_{\varepsilon} = \mu_0 \frac{I_{\kappa}}{2R} + \mu_0 \frac{I_{\varepsilon}}{2\pi R} \quad (1)$$

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

$$B'_{\text{ολ}} = B_{\kappa} - B_{\varepsilon} = \mu_0 \frac{I_{\kappa}}{2R} - \mu_0 \frac{I_{\varepsilon}}{2\pi R} \quad (2)$$

$$B'_{\text{ολ}} = \frac{B_{\text{ολ}}}{2} \quad \text{επομένως από (1) και (2) } \mu_0 \frac{I_{\kappa}}{2R} - \mu_0 \frac{I_{\varepsilon}}{2\pi R} = \mu_0 \frac{I_{\kappa}}{4R} + \mu_0 \frac{I_{\varepsilon}}{4\pi R}$$

$$\Rightarrow I_{\kappa} - \frac{I_{\varepsilon}}{\pi} = \frac{I_{\kappa}}{2} + \frac{I_{\varepsilon}}{2\pi} \Rightarrow \frac{I_{\kappa}}{2} = \frac{3I_{\varepsilon}}{2\pi} \Rightarrow I_{\varepsilon} = \frac{\pi I_{\kappa}}{3}$$

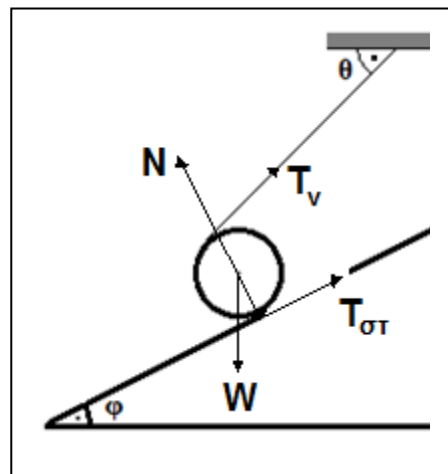
**B3.** Σωστό το γ.

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

Αναλύουμε τις δυνάμεις σε κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα, με

$$N_x = N \eta \mu \varphi = \frac{N}{2}, \quad N_y = N \sigma \nu \eta \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2} N$$

$$T_{\sigma\tau, x} = T_{\sigma\tau} \sigma \nu \eta \varphi = T_{\sigma\tau} \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad T_{\sigma\tau, y} = T_{\sigma\tau} \eta \mu \varphi = T_{\sigma\tau} \frac{1}{2}$$



$$T_{v,x} = T_v \sin\theta = T_v \frac{\sqrt{2}}{2}, \quad T_{v,y} = T_v \eta\mu\theta = T_v \frac{\sqrt{2}}{2}$$

όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

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

$$T_v R = T_{\sigma\tau} R \Rightarrow T_v = T_{\sigma\tau} \quad (1)$$

$$\text{Επίσης } \Sigma F_x = 0 \Rightarrow T_{v,x} + T_{\sigma\tau,x} = N_x \Rightarrow$$

$$T_v \frac{\sqrt{2}}{2} + T_{\sigma\tau} \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{N}{2} \text{ και λόγω της (1) προκύπτει}$$

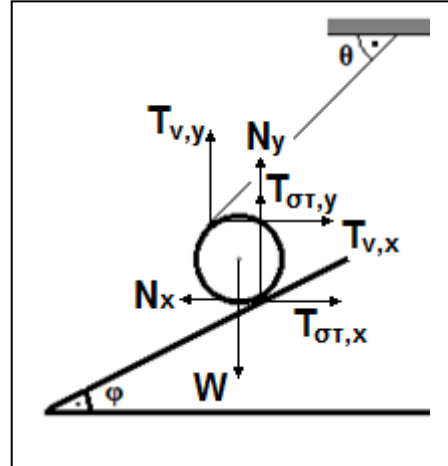
$$T_v \sqrt{2} + T_v \sqrt{3} = N \quad (2)$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T_{v,y} + T_{\sigma\tau,y} + N_y = W \Rightarrow$$

$$T_v \frac{\sqrt{2}}{2} + T_{\sigma\tau} \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} N = W \text{ οπότε πάλι λόγω της (1) προκύπτει}$$

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

$$\text{Τέλος, (2), (3)} \Rightarrow \sqrt{2} T_v + T_v + \sqrt{3} (T_v \sqrt{2} + T_v \sqrt{3}) = 2W \Rightarrow W = \left(2 + \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{2}\right) T_v \Rightarrow W > 2T_v$$



#### B4. Σωστό το α.

Αφού η προσπίπτουσα ακτινοβολία έχει συχνότητα ίση με τη συχνότητα κατωφλίου, τα ηλεκτρόνια εξέρχονται με μηδενική κινητική ενέργεια και ισχύει  $hf_0 = \phi$  (1)

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

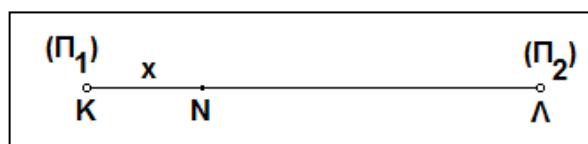
$$\text{Ζητάμε } K = \phi \text{ οπότε από (1) και (2) έχουμε } eV = hf_0 \Rightarrow V = \frac{hf_0}{e}$$

#### ΘΕΜΑ Γ

**Γ1.** Από την εξίσωση που περιγράφει την ταλάντωση του σημείου  $\Sigma$ , έχουμε ότι  $\omega = 8\pi \text{ r/s} \Rightarrow 2\pi f = 8\pi \text{ r/s} \Rightarrow f = 4\text{Hz}$ . Επομένως  $v = \lambda f = 0.8 \text{ m/s}$

**Γ2.** Το  $\Sigma$  βρίσκεται στη μεσοκάθετο του  $ΚΛ$  επομένως ισαπέχει από τις δύο πηγές  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$ .  $\Delta r = 0$  άρα το  $\Sigma$  είναι σημείο ενίσχυσης και ταλαντώνεται με πλάτος  $2A$ , όπου  $A$  το πλάτος ταλάντωσης των πηγών.  $2A = 0,4\text{m} \Rightarrow A = 0.2\text{m}$ .

**Γ3.** Έστω  $N$  ένα σημείο ενίσχυσης του ευθύγραμμου τμήματος  $ΚΛ$ , σε απόσταση  $x$  από την πηγή  $\Pi_1$  όπως στο σχήμα 1.

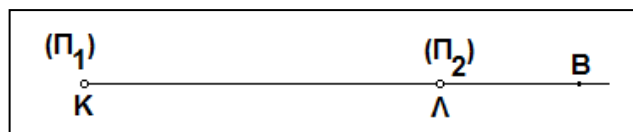


(Σχήμα 1)

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  $\Pi_1$  προκύπτει για  $κ = -8 : x = 0.05m$

**Γ4.** Έστω  $B$  ένα τυχαίο σημείο της ευθείας που διέρχεται από τις πηγές  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$ , το οποίο δεν ανήκει στο ευθύγραμμο τμήμα  $ΚΛ$  (σχήμα 2).



(Σχήμα 2)

Είναι  $\Delta r = BK - BL = ΚΛ = 1,7m = 17 \frac{\lambda}{2}$ . Το 17 είναι περιττός αριθμός επομένως στο σημείο  $B$  συμβαίνει ακυρωτική συμβολή.

**Γ5.** Η ταχύτητα διάδοσης  $v = 0.8$  m/s παραμένει σταθερή. Για  $T' = 2T = 0,5$  s βρτίσκουμε το νέο μήκος κύματος  $\lambda' = vT' = 0,4m$ . Για τα σημεία ενίσχυσης, όπως το  $N$  του σχήματος (1) θα ισχύει :

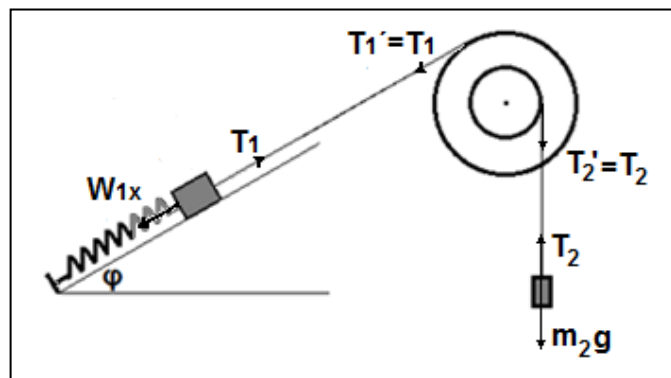
$x - (ΚΛ - x) = κ\lambda'$  με  $κ$  ακέραιο, άρα  $2x = 1.7 + 0.4κ \Rightarrow x = 0.85 + 0.2κ$  (SI)

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  $κ = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4$  δηλ. μεταξύ των πηγών  $\Pi_1$  και  $\Pi_2$  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)

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

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

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

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

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

**Δ2.** Όταν κοπεί το νήμα (1), το  $m_1$  θα ταλαντωθεί με θέση ισορροπίας  $m_1 g \eta \mu \phi = k \Delta l \Rightarrow \Delta l = 0.05 \text{ m}$ . Το  $m_1$  αρχικά είναι στην πάνω ακραία θέση επομένως  $A = 0.05 \text{ m}$ .

**Δ3.** Τη στιγμή  $t_1$  το  $m_1$  βρίσκεται για δεύτερη φορά μετά την έναρξη της ταλάντωσης

στο θετικό άκρο της ταλάντωσής του, επομένως  $t_1 = 2T = 2 \frac{2\pi}{\omega} = 0.4\pi \text{ s}$

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

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

Για το  $m_2$  :  $\Sigma F = m_2 a \Rightarrow m_2 g - T_2 = m_2 a \Rightarrow T_2 = m_2 (g - a) \Rightarrow T_2 = 4 \text{ N}$

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

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

οπότε τη στιγμή  $t_1$  έχει αποκτήσει γωνιακή ταχύτητα  $\omega = \alpha_{\gamma\omega\nu} t_1 = 16\pi \text{ r/s}$  και έχει

διαγράψει γωνία  $\Delta\theta = \frac{1}{2} \alpha_{\gamma\omega\nu} t^2 = \frac{1}{2} 40 \cdot 0.16\pi^2 \text{ rad} = 32\pi \text{ rad}$  άρα πλήθος περιστροφών

$$N = \Delta\theta / 2\pi = 16/\pi$$