

**ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ
ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

ΘΕΜΑ Α**A1. α****A2. β****A3. δ****A4. α****A5. α) Λάθος β) Σωστό γ) Σωστό δ) Λάθος ε) Λάθος****ΘΕΜΑ Β****B1.****α) iii****β)** Εφαρμόζουμε Α.Δ.Ο

$$\vec{P}_{\text{αρχ}} = \vec{P}_{\text{τελ}} \Rightarrow m_1 u_0 + 0 = (m_1 + m_2) V \Rightarrow V = \frac{m \cdot u_0}{4m} \Rightarrow V = \frac{u_0}{4}$$

$$\frac{K_{\text{τελ}}}{K_1} = \frac{\frac{1}{2}(m_1 + m_2) V^2}{\frac{1}{2} m_1 u_0^2} = \frac{4m \cdot \left(\frac{u_0}{4}\right)^2}{m \cdot u_0^2} = \frac{4m \cdot \frac{u_0^2}{16}}{m \cdot u_0^2} = \frac{1}{4}$$

B2.**α) (iii)**

β) Το κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά αφού $\varphi_M < \varphi_\Lambda$ και το σημείο Μ από το δοθέν στιγμιότυπο κινείται με φορά προς τα κάτω.

Μετά από χρόνο $\Delta t = \frac{3T}{2}$ το σημείο Μ θα έχει εκτελέσει μια πλήρη ταλάντωση σε

χρόνο Τ και στο χρόνο $\frac{T}{2}$ που υπολείπεται θα βρίσκεται και πάλι στη Θ.Ι του κινούμενου

με φορά προς τα πάνω, ενώ το σημείο Λ που ταλαντώνεται για χρόνο μεγαλύτερο κατά $\frac{T}{4}$

θα βρίσκεται στην κάτω ακραία θέση της ταλαντωτικής τροχιάς του ,οπότε το σωστό διάγραμμα είναι το (iii).

B3.**α) (ii)****β)** Από την εξίσωση Compton:

$$\lambda' = \lambda + \frac{h}{mc} (1 - \cos 60^\circ) = \lambda + \frac{h}{mc} \left(1 - \frac{1}{2}\right) \Rightarrow \lambda' = \lambda + \frac{h}{2mc} \quad (1)$$

Εφαρμόζουμε την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας:

$$E_0 = E' + K_e \xRightarrow{E' = K_e} E_0 = 2E' \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = 2 \frac{hc}{\lambda'} \Rightarrow \lambda' = 2\lambda \quad (2)$$

$$\text{Από (1), (2)} \Rightarrow 2\lambda = \lambda + \frac{h}{2mc} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{2mc} \quad (3)$$

$$E_0 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\frac{h}{2mc}} \Rightarrow E_0 = 2mc^2.$$

ΘΕΜΑ Γ

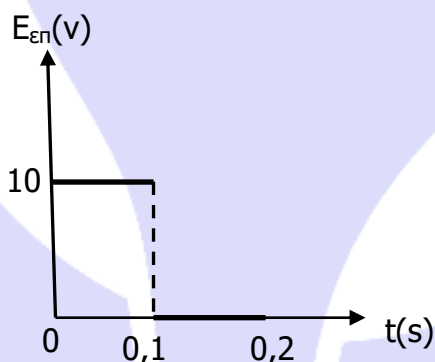
$$\mathbf{Γ1.} \text{ Από τον N. Faraday: } |E_{\text{εν}}| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| N \Rightarrow |E_{\text{εν}}| = A \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| N \quad (1)$$

Στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 0,1\text{s}$ ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής είναι σταθερός από την **(1)** : $|E_{\text{εν}}| = 100 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,5}{0,1} \Rightarrow |E_{\text{εν}}| = 10\text{V}$

Στο χρονικό διάστημα $0,1 \leq t \leq 0,2\text{s}$ ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής είναι 0 διότι η ένταση του μαγνητικού πεδίου παραμένει σταθερή από την **(1)** :

$$|E_{\text{εν}}| = 100 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 0 \Rightarrow |E_{\text{εν}}| = 0$$

Η ζητούμενη γραφική παράσταση είναι:



Γ2. Στα άκρα του πλαισίου αναπτύσσεται εναλλασσόμενη τάση της μορφής:

$$v = V \eta \mu \omega t$$

$$\text{όπου } V = N\omega BA = 100 \cdot 50\pi \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 50\pi \text{ V} \quad (2)$$

$$\text{Η ενεργός τάση είναι } V_{\text{ev}} = \frac{V}{\sqrt{2}} = \frac{50\pi}{\sqrt{2}} \text{ V} \quad (3)$$

Το ποσό θερμότητας Q που εκλύεται στον ΚΛ είναι:

$$Q = I_{\text{ev}}^2 R \Delta t \Rightarrow Q = \frac{V_{\text{ev}}^2}{R} T \xRightarrow{(3)} Q = \frac{\left(\frac{50\pi}{\sqrt{2}}\right)^2}{10} \cdot \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow Q = \frac{2500\pi^2}{2 \cdot 10} \cdot \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{250\pi^2 \cdot \pi}{50\pi} \Rightarrow Q = 50J$$

Γ3. Αν $\omega' = 2\omega$ τότε $T' = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T' = \frac{T}{2}$ **(4)**

Η εκλυόμενη θερμότητα ανά περιστροφή στη νέα συχνότητα περιστροφής είναι:

$$Q' = \frac{V_{ev}^2}{R} \cdot T' \Rightarrow Q' = \frac{\left(\frac{N\omega'BA}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} T' \stackrel{(4)}{\Rightarrow} Q' = \frac{\left(\frac{N \cdot 2\omega \cdot B \cdot A}{\sqrt{2}}\right)^2}{R} \cdot \frac{T}{2}$$

$$\Rightarrow Q' = \frac{N^2 4\omega^2 \cdot B^2 A^2}{2R} \cdot \frac{T}{2} \Rightarrow Q' = \frac{N^2 4\omega^2 \cdot B^2 A^2 \cdot T}{4R} \Rightarrow Q' = \frac{N^2 \omega^2 \cdot B^2 A^2 T}{R} \quad \textbf{(5)}$$

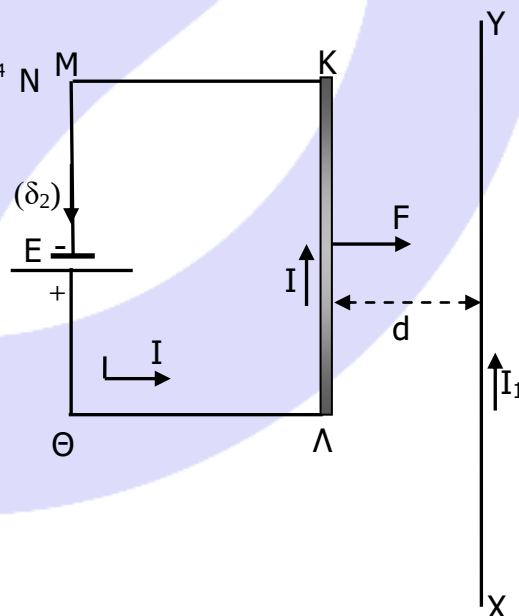
Ενώ $Q = \frac{N^2 \omega^2 \cdot B^2 A^2 \cdot T}{2R}$ **(6)**

Από **(5)** και **(2)**: $Q' = 2Q$ οπότε, $\pi\% = \frac{Q' - Q}{Q} \cdot 100\% = \frac{2Q - Q}{Q} \cdot 100\% \Rightarrow \pi\% = 100\%$

Γ4. Από τον Ν. Ohm στο κύκλωμα ΘΛΚΜΘ: $I = \frac{E}{R} = 2A$ **(7)**

Όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα τα ρεύματα των αγωγών ΚΛ και ΧΥ είναι ομόρροπα, άρα οι αγωγοί έλκονται με δύναμη μέτρου F :

$$F = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I \cdot I_1}{d} \ell \stackrel{(7)}{\Rightarrow} F = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}}{4\pi} \frac{2 \cdot 2 \cdot 5}{2 \cdot 10^{-2}} \cdot 1 \Rightarrow F = 10^{-4} \text{ N}$$



ΘΕΜΑ Δ**Δ1.**

Από την ισορροπία της στεφάνης και θεωρώντας ως θετικές τις ροπές αντι-ωρολόγιας φοράς:

$$\Sigma \tau_{(P)} = 0 \Rightarrow \tau_{T'} + \tau_{W_g} = 0 \Rightarrow T'(x+z) - Mg \cdot x = 0 \Rightarrow$$

$$T' \cdot (R + R\eta\mu\theta) - Mg \cdot R\eta\mu\theta \Rightarrow T' = \frac{Mg\eta\mu\theta}{1 + \eta\mu\theta} \Rightarrow$$

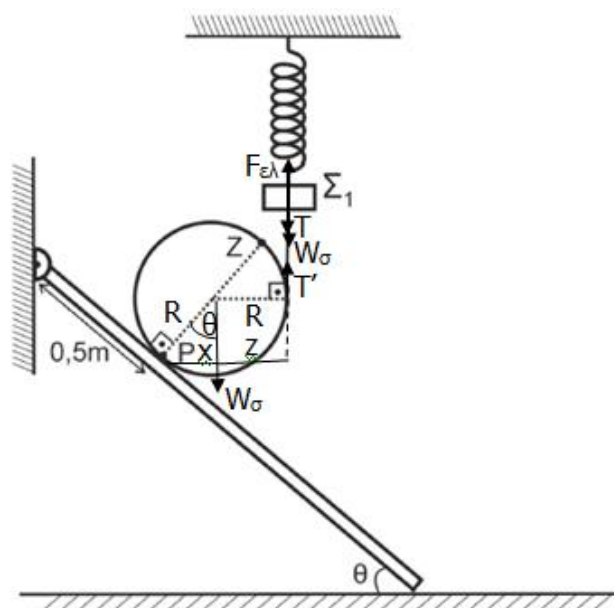
$$T' = \frac{4 \cdot 10 \cdot 0,6}{1 + 0,6} \Rightarrow T' = 15 \text{ N} = T \quad (1)$$

Ισορροπία του Σ_1 :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow W_1 + T - F_{ελ} = 0 \Rightarrow F_{ελ} = m_1 g + T \quad (1)$$

$$\Rightarrow F_{ελ} = 15 + 15 \Rightarrow F_{ελ} = 30 \text{ N}$$

$$\Rightarrow k \cdot \Delta \ell = 30 \text{ N} \Rightarrow \Delta \ell = \frac{30 \text{ N}}{60 \frac{\text{N}}{\text{m}}} = 0,5 \text{ m} \quad (2)$$

**Δ2.**

α) Για να μηδενιστεί στιγμιαία η ταχύτητα του σημείου Z πρέπει αυτό να γίνει σημείο επαφής με τη δοκό. Για να γίνει αυτό για 2^η φορά πρέπει να διαγράψει τόξο μήκους $\hat{s}_z = nR + 2nR \Rightarrow \hat{s}_z = 3nR \quad (3)$

Επειδή η στεφάνη μετά την κοπή του νήματος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση η μετατόπιση του κέντρου μάζας της στεφάνης x_{cm} είναι ίση με το τόξο $\hat{s}_z$:

$$x_{cm} = \hat{s}_z \Rightarrow x_{cm} = 3n \frac{9}{8\pi} \Rightarrow x_{cm} = \frac{27}{8} \Rightarrow x_{cm} = 3,375 \text{ m}$$

$$\beta) x_{cm} = \frac{1}{2} a_{cm} \cdot t_1^2 \Rightarrow a_{cm} = \frac{2 \cdot x_{cm}}{t_1^2} \Rightarrow a_{cm} = \frac{2 \cdot \frac{27}{8}}{1,5^2} \Rightarrow a_{cm} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (4)$$

$$u_{cm} = a_{cm} \cdot t_1 \Rightarrow u_{cm} = 3 \cdot 1,5 \Rightarrow u_{cm} = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Η στεφάνη εκτελεί σύνθετη κίνηση οπότε κάθε σημείο έχει δύο ταχύτητες την

$$u_{cm} = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ εξαιτίας της μεταφορικής και την } u_{\epsilon} = u_{cm} = 4,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (5)$$

εξαιτίας της περιστροφικής. Τα σημεία που απέχουν από την δοκό απόσταση R βρίσκονται κάθε χρονική στιγμή στα άκρα της διαμέτρου της στεφάνης που είναι παράλληλη στη δοκό.

Για αυτά οι ταχύτητες u_{cm} και u_{ϵ} είναι μεταξύ τους κάθετες και το μέτρο της ταχύτητάς

$$\text{τους είναι } u = \sqrt{u_{cm}^2 + u_{\epsilon}^2} \Rightarrow u = 4,5\sqrt{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Δ3. Το Σ_1 εκτελεί α. α. τ ξεκινώντας από ακραία θέση. Θεωρώντας θετική φορά προς τα κάτω θα ξεκινήσει την ταλάντωση από τη θέση $x=+A$.

Η Θ.Ι της ταλάντωσης απέχει $\Delta\ell_1$ από τη Θ.Φ.Μ.

Για τη Θ.Ι της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ_1 μετά την κοπή του νήματος ισχύει :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow W_1 - F_{ελ1} = 0 \Rightarrow m_1 g = k \Delta\ell_1 \Rightarrow \Delta\ell_1 = \frac{15}{60} \Rightarrow \Delta\ell_1 = 0,25\text{m}$$

Άρα $A = \Delta\ell - \Delta\ell_1 = 0,25\text{m}$. Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}} = 2\pi \text{ rad/s}$$

Η ταλάντωση αρχίζει από τη θέση $x=+A$ και έχει αρχική φάση $\phi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$. Η εξίσωση της απομάκρυνσης είναι:

$$x = 0,25 \cdot \eta\mu\left(2\pi t + \frac{\pi}{2}\right) \quad (\text{S.I})$$

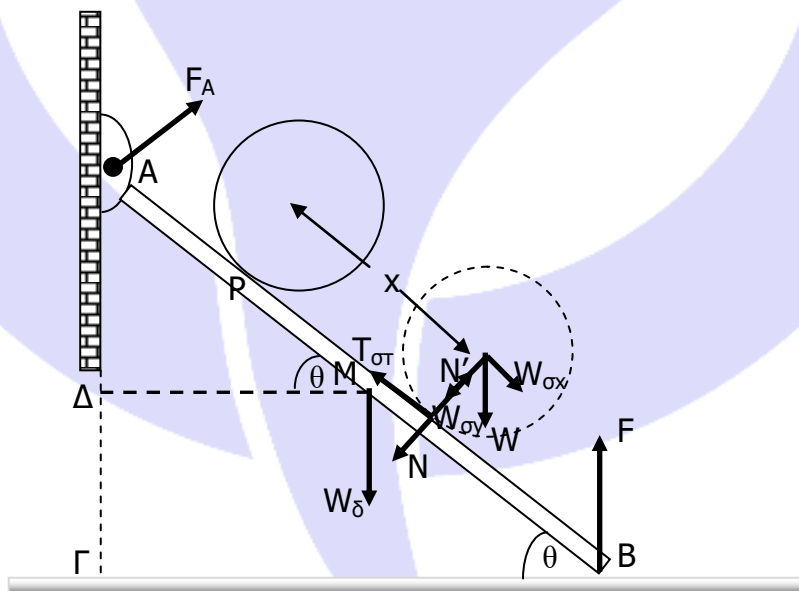
$$\text{Για } t_1 = 1,5\text{s}: \quad x_1 = 0,25 \cdot \eta\mu\left(2\pi \cdot 1,5 + \frac{\pi}{2}\right) = 0,25\eta\mu\left(3\pi + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\Rightarrow x_1 = 0,25(-1) \Rightarrow x_1 = -0,25\text{m}$$

Αυτό σημαίνει ότι το Σ_1 θα βρεθεί στην πάνω ακραία θέση που είναι και η Θ.Φ.Μ του ελατηρίου. Το έργο της συντηρητικής δύναμης του ελατηρίου δίνεται από τη σχέση:

$$W_{Fελ} = U_{ελ,αρχ} - U_{ελ,τελ} \Rightarrow W_{Fελ} = \frac{1}{2} k \Delta\ell^2 - 0 = \frac{1}{2} 60 \cdot 0,5^2 \Rightarrow W_{Fελ} = 7,5\text{J}$$

Δ4.



Η στεφάνη δεν κινείται στον άξονα y , οπότε για αυτήν $\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N' = W_y = 0 \Rightarrow N' = Mg \sin\theta \Rightarrow N' = 40 \sin\theta$

Από 3^ο Νόμο Νεύτωνα $N = N' = 40 \sin\theta$ **(6)**

Από την ισορροπία της δοκού και θεωρώντας ως θετικές τις ροπές αντι-ωρολόγιας φοράς:

$$\Sigma \tau_{(A)} = 0 \Rightarrow \tau_{F_A} + \tau_{T_{στ}} + \tau_F + \tau_{W_{\delta}} + \tau_N = 0$$

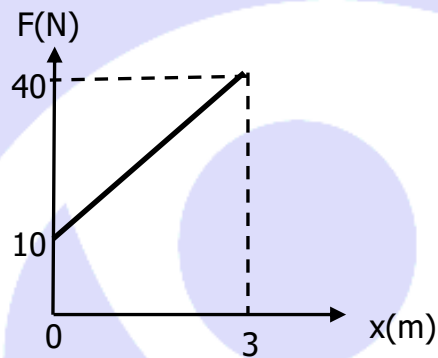
$$\Rightarrow F \cdot (B\Gamma) - m_{\delta} \cdot g \cdot (M\Delta) - N \cdot [x + (AP)] = 0$$

$$\stackrel{(6)}{\Rightarrow} F \cdot \text{συν}\theta \cdot \ell = 10 \cdot \frac{\ell}{2} \text{συν}\theta + 40 \text{συν}\theta (x + 0,5)$$

$$\Rightarrow F \cdot 4 = 10 \cdot 2 + 40x + 20 \Rightarrow 4F = 40 + 40x$$

$$\Rightarrow F = 10 + 10x \quad (\text{S.I})$$

Η γραφική παράσταση της $F=F(x)$ είναι όπως στο επόμενο διάγραμμα:



Επιμέλεια

Ξ. Στεργιάδης- Μ. Κοκολίνης- Τ. Μαριάτος