

**Απαντήσεις: Φυσική Γ' Λυκείου
15 Απριλίου 2026**

**Εξεταζόμενη ύλη: Κρούσεις, Ταλαντώσεις, Μηχανική Στερεού
Σώματος, Κύματα, Μαγνητικό Πεδίο, Μαγνητική Επαγωγή,
Κβαντομηχανική**

Θέμα Α

1. 2)
2. 1)
3. 1)
4. 4)

5. 1) Λ 2) Λ 3) Σ 4) Σ 5) Λ

Θέμα Β

1. Από το σχήμα παρατηρούμε ότι το μήκος της χορδής L και το μήκος κύματος στην περίπτωση του πρώτου στάσιμου κύματος συνδέονται με την σχέση:

$$L = 2\lambda_1$$

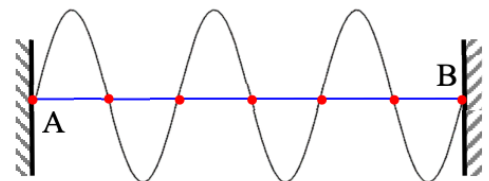
Από την σχέση για της ταχύτητες διάδοσης, αν αντικαταστήσουμε την ταχύτητα με την θεμελιώδη κυματική εξίσωση προκύπτει:

$$u_1 = 1,5 u_2 \Rightarrow \lambda_1 = 1,5 \lambda_2$$

Η σχέση του μήκους της χορδής με το μήκος κύματος στην δεύτερη περίπτωση:

$$L = 2 \lambda_1 \Rightarrow L = 3\lambda_2$$

Σχεδιάζοντας ένα στιγμιότυπο της χορδής στην δεύτερη περίπτωση μπορούμε να μετρήσουμε ότι υπάρχουν 7 δεσμοί (μαζί με τα άκρα).



Επομένως, η σωστή επιλογή είναι το α)

2. Με το κλείσιμο του διακόπτη το ρεύμα στο κύκλωμα δεν παίρνει ακαριαία την τελική του τιμή λόγω φαινομένου αυτεπαγωγής στο πηνίο. Μόλις σταθεροποιηθεί το ρεύμα θα έχει τιμή $I = \mathcal{E}/R$. Τη χρονική στιγμή t_1 που η ένταση του ρεύματος είναι ίση με $i_1 = I/4 = \mathcal{E}/4R$ η πολικότητα στο πηνίο είναι όπως στο σχήμα τείνοντας να αναιρέσει την αύξηση του ρεύματος.

Από τον δεύτερο κανόνα του Kirchoff στο κλειστό κύκλωμα έχουμε:

$$\mathcal{E} - |\mathcal{E}_{\text{ΑΥΤ}}| - i_1 R = 0 \Rightarrow |\mathcal{E}_{\text{ΑΥΤ}}| = 3\mathcal{E}/4$$

Ο ρυθμός αποθήκευσης ενέργειας στο πηνίο ισούται με

$$P_L = |\mathcal{E}_{\text{ΑΥΤ}}| i_1 \Rightarrow P_L = \frac{3\mathcal{E}^2}{16R}$$

Επομένως, η σωστή επιλογή είναι το α)

3. Από τις κινήσεις των φωτοηλεκτρονίων μέσα στο μαγνητικό πεδίο προκύπτει:

$$R_2 = 2R_1 \Rightarrow u_2 = 2u_1$$

$$K_2 = \frac{1}{2}m(2u_1)^2 \Rightarrow K_2 = 4K_1$$

$$f_2 = f_1 + 0,5f_1 \Rightarrow f_2 = 1,5f_1$$

Από την φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein είναι:

$$K_1 = hf_1 - \varphi$$

$$K_2 = 1,5hf_1 - \varphi$$

Με αντικατάσταση των δύο σχέσεων:

$$4K_1 = 1,5(K_1 + \varphi) - \varphi \Rightarrow \varphi = 5K_1$$

Επομένως, η σωστή επιλογή είναι το γ)

Θέμα Γ

1. Η ράβδος ισορροπεί. Η συνισταμένη των ροπών θα ισούται με το μηδέν ως προς οποιονδήποτε άξονα περιστροφής. Θεωρούμε άξονα περιστροφής άξονα κάθετο στη σελίδα που διέρχεται από το Α και θετική φορά την αντίθετη της φορά των δεικτών του ρολογιού:

$$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow -N_{\Gamma} \frac{L}{2} + w \frac{L}{2} + w_1 \frac{L}{2} = 0 \Rightarrow N_{\Gamma} = 80 \text{ N}$$

Η ράβδος ισορροπεί. Η συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με μηδέν. :

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow N_{\Gamma} - w - w_1 + F_A = 0 \Rightarrow F_A = 0$$

2. Παρατηρούμε από το διάγραμμα ότι η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του συσσωματώματος είναι $u_{\max} = 5 \text{ m/s}$ και η περίοδος της ταλάντωσης είναι $T = \pi/5 \text{ s}$

Η γωνιακή συχνότητα της ταλάντωσης είναι

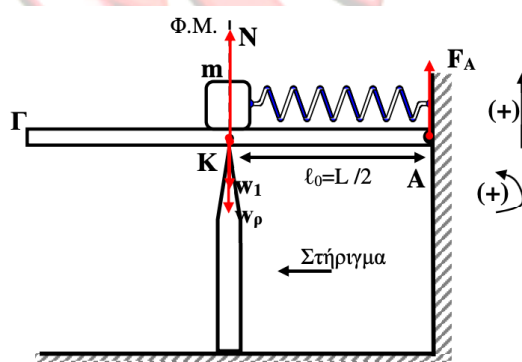
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = 10 \text{ rad/s}$$

$$u_{\max} = \omega A \Rightarrow A = 0,5 \text{ m}$$

Για την σταθερά επαναφοράς ισχύει:

$$D = (m + m_{\beta})\omega^2 \Rightarrow D = 400 \text{ N/m}$$

3. Το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση βρίσκεται στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης και συνεπώς η ταχύτητα του συσσωματώματος μετά την κρούση, είναι η μέγιστη ταχύτητα u_{\max} της ταλάντωσης: $u_{\sigma} = u_{\max} = 5 \text{ m/s}$



Το σύστημα βλήμα-σώμα Σ είναι μονωμένο στον οριζόντιο άξονα κατά την διάρκεια της κρούσης και συνεπώς η ορμή του συστήματος στη διεύθυνση αυτή διατηρείται σταθερή:

$$p_{αρχ} = p_{τελ} \Rightarrow u_1 = 25 \text{ m/s}$$

Αν συμβολίσουμε με Q την απώλεια μηχανικής ενέργειας κατά την κρούση και εφαρμόσουμε την Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας (Α.Δ.Ε.) προκύπτει:

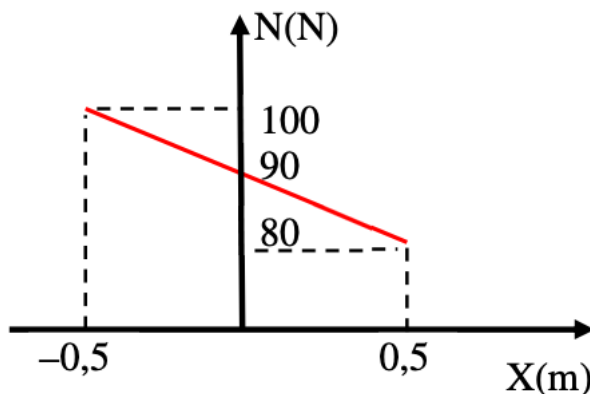
$$K_1 + K_2 = K_\sigma + Q \Rightarrow Q = 262,5 \text{ J}$$

4. Τοποθετούμε το σώμα σε μία τυχαία θέση x από τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης. Από την ισορροπία της ράβδου:

$$\Sigma \tau_A = 0 \Rightarrow -N \frac{L}{2} + w \frac{L}{2} + w_\sigma \left(\frac{L}{2} - x \right) = 0 \Rightarrow N = 90 - 20x$$

$$-0,5 \leq x \leq 0,5$$

Και η γραφική παράσταση



Θέμα Δ

1. Στο αρχικό κύκλωμα οι αντιστάτες με αντίσταση R_1 και R είναι συνδεδεμένοι παράλληλα. Σχεδιάζουμε τα ρεύματα που διαρρέουν το κύκλωμα και τις δυνάμεις που δέχεται ο αγωγός ΚΛ, δηλαδή το βάρος του και η δύναμη Laplace. Ο αγωγός ισορροπεί συνεπώς:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L + w = 0 \Rightarrow BI_2L = mg \Rightarrow I_2 = 2A$$

Η διαφορά δυναμικού μεταξύ των Κ και Λ υπολογίζεται με τον νόμο του Ohm:

$$V_{ΚΛ} = I_2 R = 6 \text{ V}$$

Και το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη R_1

$$I_1 = \frac{V_{ΚΛ}}{R_1} = 1A$$

Με τον πρώτο κανόνα του Kirchoff υπολογίζουμε το ρεύμα που διαρρέει την πηγή:

$$I = 3A$$

Τέλος, η πολική τάση της πηγής ισούται με την τάση $V_{κλ}$. Για την ΗΕΔ της πηγής έχουμε

$$V_\pi = \mathcal{E} - ir \Rightarrow \mathcal{E} = 9 \text{ V}$$

2. Όταν ανοίγει ο διακόπτης δ_1 αρχικά μηδενίζεται η δύναμη Laplace και ο αγωγός δεχόμενος το βάρος του αρχίζει να κατέρχεται. Καθώς ο αγωγός ΚΛ κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο τα ελεύθερα ηλεκτρόνια του θα δεχτούν δύναμη Lorentz που θα προκαλέσει συσσώρευση αρνητικού φορτίου στο άκρο Κ και πλεόνασμα θετικού φορτίου στο άκρο Λ. Έτσι αναπτύσσεται πάνω στον αγωγό μια ΗΕΔ από επαγωγή, με θετικό πόλο προς το άκρο Λ και με τιμή:

$$\mathcal{E}_{\varepsilon\pi} = BuL$$

Το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ υπολογίζεται από την σχέση:

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{BuL}{R_{o\lambda}}$$

Και η δύναμη Laplace:

$$F_L = BI_{\varepsilon\pi}L \Rightarrow F_L = \frac{B^2uL^2}{R_{o\lambda}}$$

Ο αγωγός ξεκινά με μηδενική ταχύτητα και συνεπώς αρχικά θα επιταχυνθεί. Παρατηρούμε ότι η όσο μεγαλώνει η ταχύτητα τόσο μειώνεται η επιτάχυνση. Η κίνηση του αγωγού είναι επιταχυνόμενη με επιτάχυνση το μέτρο της οποίας συνεχώς μειώνεται μέχρι που κάποια στιγμή το μέτρο της F_L θα γίνει ίσο με το μέτρο του βάρους, και κατόπιν ο αγωγός θα κινείται με σταθερή ταχύτητα. Για τον υπολογισμό της οριακής ταχύτητας

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow w - F_L = 0 \Rightarrow u_{o\rho} = \frac{mgR_{o\lambda}}{B^2L^2} \Rightarrow u_{o\rho} = 9 \text{ m/s}$$

Η τιμή του ρεύματος όταν ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα είναι:

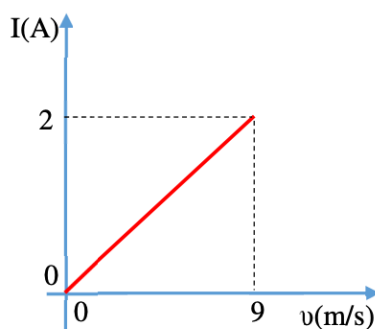
$$I_{o\rho,1} = \frac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} \Rightarrow I_{o\rho,1} = 2 \text{ A}$$

$$V_{K\Lambda} = -(\mathcal{E}_{\varepsilon\pi} - I_{o\rho}R) \Rightarrow V_{K\Lambda} = -12 \text{ V}$$

3. Με αντικατάσταση της σχέσης του επαγωγικού ρεύματος, έχουμε:

$$I_{\varepsilon\pi} = \frac{BuL}{R_{o\lambda}} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = \frac{2}{9} u, \quad 0 \leq u \leq 9$$

Η παραπάνω σχέση παριστάνει ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων.



4. Από την στιγμή που ο αγωγός έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα το ρεύμα έχει σταθερή τιμή ίση με $I_{op,1} = 2 \text{ A}$. Από την ένταση του ρεύματος:

$$I_{op,1} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 1 \text{ s}$$

Για την θερμότητα στον αντιστάτη R_1 ισχύει:

$$Q_{R_1} = I_{\varepsilon\pi}^2 R_1 \Delta t \Rightarrow Q_{R_1} = 24 \text{ J}$$

5. Όταν κλείνει ο διακόπτης (δ_2) αλλάζει εκ νέου η συνδεσμολογία του κυκλώματος. Πλέον οι αντιστάτες με αντιστάσεις R_1 και R_2 είναι συνδεδεμένοι παράλληλα, και η ολική αντίσταση του κυκλώματος ελαττώνεται.

Αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη ο αγωγός θα επιβραδυνθεί. Όσο το μέτρο της ταχύτητας ελαττώνεται, ελαττώνεται και το μέτρο της επιτάχυνσης, έως ότου κάποια στιγμή η επιτάχυνση μηδενιστεί και ο αγωγός να αποκτήσει εκ νέου οριακή ταχύτητα.

$$u_{op,2} = \frac{mgR'_{o\lambda}}{B^2 L^2}$$

Χρησιμοποιώντας την παραπάνω σχέση για την νέα οριακή ταχύτητα προκύπτει ότι η οριακή ταχύτητα θα ελαττωθεί και επομένως $u_{op,2} = u_{op,1} / 2 = 4,5 \text{ m/s}$. Έτσι:

$$R'_{o\lambda} = \frac{u_{op,2} B^2 L^2}{mg} \Rightarrow R'_{o\lambda} = 4,5 \Omega$$

Όμως

$$R'_{o\lambda} = R_{1,2} + R \Rightarrow R_{1,2} = 1,5 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{1,2}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_2 = 2 \Omega$$

**Τις απαντήσεις επιμελήθηκαν οι καθηγητές:
Καλαντζής Ιωάννης**