

Αναλυτικές λύσεις - Προτεινόμενα Θέματα Φυσικής 2026

ΘΕΜΑ Α

A1

Σωστή απάντηση: α) αυξάνεται η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων.

Στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ισχύει: $K_{\max} = h f - \phi$. Το έργο εξαγωγής ϕ είναι χαρακτηριστικό του μετάλλου και δεν μεταβάλλεται. Αν αυξηθεί η συχνότητα f , αυξάνεται η ενέργεια κάθε φωτονίου $h f$ και άρα αυξάνεται η μέγιστη κινητική ενέργεια των φωτοηλεκτρονίων.

A2

Σωστή απάντηση: γ) τετραπλασιάζεται.

Για αντιστάτη σε εναλλασσόμενο ρεύμα: $P_{\mu} = V_{\epsilon V}^2 / R$. Αν $V_{\epsilon V}$ γίνει $2V_{\epsilon V}$, τότε $P_{\mu'} = (2V_{\epsilon V})^2 / R = 4 V_{\epsilon V}^2 / R = 4P_{\mu}$.

A3

Σωστή απάντηση: γ) διπλάσιο από το μέτρο της ταχύτητας του κέντρου μάζας.

Σε κύλιση χωρίς ολίσθηση ισχύει $u_{cm} = \omega R$. Στο ανώτερο σημείο η μεταφορική ταχύτητα u_{cm} και η γραμμική ταχύτητα λόγω περιστροφής ωR έχουν ίδια φορά. Άρα: $u_{\text{άνω}} = u_{cm} + \omega R = 2u_{cm}$.

A4

Σωστή απάντηση: γ) αρχικά αυξάνεται και στη συνέχεια μειώνεται.

Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση, όταν η συχνότητα του διεγέρτη αυξάνεται ξεκινώντας από τιμή μικρότερη της ιδιοσυχνότητας, το πλάτος αυξάνεται μέχρι την περιοχή συντονισμού και μετά μειώνεται. Άρα δεν αυξάνεται συνεχώς· έχει μέγιστο κοντά στον συντονισμό.

A5

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Σχόλιο
α	Σ	Οι δεσμοί σε στάσιμο κύμα έχουν μηδενικό πλάτος.
β	Λ	Το έργο εξαγωγής εξαρτάται από το υλικό, όχι από τη συχνότητα της ακτινοβολίας.
γ	Σ	Για μεταβολή στροφορμής απαιτείται συνισταμένη εξωτερική ροπή: $dL/dt = \Sigma \tau_{\text{ext}}$.
δ	Σ	Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι εγκάρσια.
ε	Σ	Το μέγιστο πλάτος εμφανίζεται στην περιοχή συντονισμού.

ΘΕΜΑ Β

B1

Σωστή πρόταση: ii. Η δύναμη Laplace έχει φορά προς τα πάνω.

Η ράβδος πέφτει προς τα κάτω, οπότε αυξάνεται το μέτρο της ταχύτητάς της και η επαγωγική ΗΕΔ είναι $E_{\text{επ}} = B l v$. Άρα το ρεύμα δεν παραμένει σταθερό από την αρχή· αυξάνεται μέχρι ενδεχόμενη οριακή ταχύτητα.

Σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, η επαγωγική δύναμη αντιστέκεται στην αιτία που τη δημιουργεί, δηλαδή στην καθοδική κίνηση της ράβδου. Επομένως η δύναμη Laplace έχει φορά προς τα πάνω.

Η μηχανική ενέργεια δεν διατηρείται, επειδή μέρος της μετατρέπεται σε θερμότητα στον αντιστάτη λόγω Joule.

B2

Σωστή πρόταση: i. Το σημείο Σ παραμένει συνεχώς ακίνητο.

Οι αποστάσεις από τις δύο σύγχρονες πηγές είναι $r_1 = 2,5\lambda$ και $r_2 = 4\lambda$. Η διαφορά δρόμου είναι: $\Delta r = |r_2 - r_1| = |4\lambda - 2,5\lambda| = 1,5\lambda = 3\lambda/2$.

Για απόσβεση συμβολής ισχύει $\Delta r = (2N+1)\lambda/2$. Εδώ $\Delta r = 3\lambda/2$, άρα το Σ είναι σημείο αποσβεστικής συμβολής, δηλαδή δεσμός. Επομένως παραμένει συνεχώς ακίνητο.

B3

Σωστή πρόταση: iii. $2K_{\text{max}} + \varphi$.

Για συχνότητα f : $K_{\text{max}} = hf - \varphi$, άρα $hf = K_{\text{max}} + \varphi$.

Για συχνότητα $2f$: $K_{\text{max}}' = h(2f) - \varphi = 2hf - \varphi = 2(K_{\text{max}} + \varphi) - \varphi = 2K_{\text{max}} + \varphi$.

Άρα η επιλογή ii, $K_{\text{max}} + \varphi$, θα ήταν απλώς hf και όχι η νέα μέγιστη κινητική ενέργεια.

B4

Σωστή πρόταση: ii. $u_A = \sqrt{2} u_B$.

Για κύλιση χωρίς ολίσθηση προς τα δεξιά: $u_{\text{cm}} = \omega R$.

Στο ανώτερο σημείο Α, η μεταφορική ταχύτητα και η γραμμική ταχύτητα λόγω περιστροφής έχουν ίδια φορά, άρα: $u_A = u_{\text{cm}} + \omega R = 2u_{\text{cm}}$.

Στο δεξιότερο σημείο Β, η μεταφορική ταχύτητα είναι οριζόντια προς τα δεξιά, ενώ η γραμμική ταχύτητα λόγω περιστροφής είναι κατακόρυφη προς τα κάτω. Είναι κάθετες μεταξύ τους, άρα: $u_B = \sqrt{(u_{\text{cm}})^2 + (\omega R)^2} = \sqrt{(u_{\text{cm}})^2 + (u_{\text{cm}})^2} = \sqrt{2} u_{\text{cm}}$.

Επομένως: $u_A / u_B = 2u_{\text{cm}} / (\sqrt{2} u_{\text{cm}}) = \sqrt{2}$, δηλαδή $u_A = \sqrt{2} u_B$.

ΘΕΜΑ Γ

Από το σχήμα: δεσμοί στις θέσεις $x = 0$, $x = 1,6 \text{ m}$ και $x = 3,2 \text{ m}$. Κοιλίες στις θέσεις $x = 0,8 \text{ m}$ και $x = 2,4 \text{ m}$. Το μέγιστο πλάτος του στάσιμου είναι 4 cm .

Γ1

α) Η απόσταση δύο διαδοχικών δεσμών είναι $\lambda/2$. Από το σχήμα: $\lambda/2 = 1,6 \text{ m}$, άρα $\lambda = 3,2 \text{ m}$.

β) Η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων είναι $u = \lambda f$. Άρα $f = u/\lambda = 8 / 3,2 = 2,5 \text{ Hz}$.

γ) Στη χορδή εμφανίζονται δύο κοιλίες: μία στο $x = 0,8 \text{ m}$ και μία στο $x = 2,4 \text{ m}$. Άρα ο αριθμός κοιλιών είναι 2.

Γ2

Η γενική μορφή του στάσιμου, αφού υπάρχει δεσμός στο $x = 0$, είναι: $y = A' \eta\mu(kx) \sigma\upsilon\nu(\omega t)$.

Από το σχήμα $A' = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$. Επίσης: $k = 2\pi/\lambda = 2\pi/3,2 = 5\pi/8 \text{ rad/m}$ και $\omega = 2\pi f = 5\pi \text{ rad/s}$.

Άρα η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι:

$$y = 0,04 \eta\mu(5\pi x/8) \sigma\upsilon\nu(5\pi t) \text{ (S.I.)}$$

Έλεγχος: για $t = 0$ και $x = 1,0 \text{ m}$, έχουμε $\eta\mu(5\pi/8) > 0$ και το σημείο βρίσκεται σε θετική απομάκρυνση, όπως αναφέρει η εκφώνηση.

Γ3

Για $x_K = 0,4 \text{ m}$:

$$\eta\mu(kx_K) = \eta\mu[(5\pi/8) \cdot 0,4] = \eta\mu(\pi/4) = \sqrt{2}/2.$$

α) Το K δεν είναι δεσμός, γιατί $\eta\mu(kx_K) \neq 0$. Δεν είναι ούτε κοιλία, γιατί $|\eta\mu(kx_K)| \neq 1$.

β) Το πλάτος ταλάντωσης του σημείου K είναι: $A_K = 4|\eta\mu(kx_K)| = 4 \cdot \sqrt{2}/2 = 2\sqrt{2} \text{ cm} = 0.02\sqrt{2} \text{ m}$.

γ) Η ταχύτητα ταλάντωσης είναι: $u = dy/dt = -0.04 \cdot 5\pi \cdot \eta\mu(5\pi x/8) \cdot \eta\mu(5\pi t)$, σε m/s.

Για $t_2 = T/8$: $\omega t_2 = 2\pi/T \cdot T/8 = \pi/4$. Άρα:

$$u_K = -0.2\pi \cdot (\sqrt{2}/2) \cdot (\sqrt{2}/2) = -0.1\pi \text{ m/s}.$$

Το αρνητικό πρόσημο δείχνει ότι εκείνη τη στιγμή το σημείο κινείται προς την αρνητική φορά του άξονα y.

Γ4

Για $x_1 = 0,6 \text{ m}$: $\eta\mu(kx_1) = \eta\mu[(5\pi/8) \cdot 0,6] = \eta\mu(3\pi/8) > 0$.

Για $x_2 = 1,8 \text{ m}$: $\eta\mu(kx_2) = \eta\mu[(5\pi/8) \cdot 1,8] = \eta\mu(9\pi/8) < 0$.

Τα δύο σημεία έχουν συντελεστές ταλάντωσης με αντίθετα πρόσημα, άρα ταλαντώνονται αντιφασικά.

Η διαφορά φάσης τους είναι: $\Delta\phi = \pi \text{ rad}$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1

Η στροφορμή του σώματος Σ ως προς τον άξονα που διέρχεται από το O είναι: $L = m u_0 l \eta\mu\alpha$, όπου α είναι η γωνία μεταξύ της ακτίνας OA και της ταχύτητας.

Η ταχύτητα σχηματίζει γωνία $\theta = 30^\circ$ με την εφαπτομένη. Η εφαπτομένη είναι κάθετη στην ακτίνα, άρα η συνιστώσα της ταχύτητας που δίνει στροφορμή είναι η εφαπτομενική: $u_{\epsilon\phi} = u_0 \sigma\upsilon\nu\theta$.

Άρα: $L_z = m u_0 l \sigma\upsilon\nu\theta = 0,2 \cdot 6 \cdot 1 \cdot \sigma\upsilon\nu 30^\circ = 1,2 \cdot \sqrt{3}/2 = 0,6\sqrt{3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$.

Τελικό αποτέλεσμα: $L_z = 0,6\sqrt{3} \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s} \approx 1,04 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$.

Δ2

Κατά τη διάρκεια της κρούσης, η διάρκειά της θεωρείται αμελητέα. Οι εξωτερικές ροπές ως προς τον άξονα στο Ο είτε είναι μηδενικές είτε έχουν αμελητέα ώθηση ροπής μέσα στον απειροστό μικρό χρόνο της κρούσης.

Η δύναμη από τον άξονα στο Ο έχει μηδενική ροπή ως προς Ο, επειδή ο φορέας της περνά από το Ο. Το βάρος και οι κατακόρυφες αντιδράσεις δεν δίνουν ροπή γύρω από τον κατακόρυφο άξονα περιστροφής. Η δύναμη του ελατηρίου κατά τη διάρκεια της ακαριαίας κρούσης έχει αμελητέα στροφική ώθηση.

Άρα η συνισταμένη εξωτερική ώθηση ροπής ως προς Ο θεωρείται μηδενική και η στροφορμή διατηρείται κατά την κρούση.

Δ3

Δίνεται ότι αμέσως μετά την κρούση και πριν ανοιχθεί ο διακόπτης η ράβδος έχει γωνιακή ταχύτητα $\omega = 3 \text{ rad/s}$.

α) Για ράβδο που περιστρέφεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο γύρω από το ένα άκρο της: $E_{\text{επ}} = (1/2) B\omega l^2$.

$$E_{\text{επ}} = (1/2) \cdot 2 \cdot 3 \cdot 1^2 = 3 \text{ V}.$$

β) Η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι $R_{\text{ολ}} = R_1 + R_2 = 1 + 3 = 4 \text{ } \Omega$. Άρα: $I = E_{\text{επ}}/R_{\text{ολ}} = 3/4 = 0,75 \text{ A}$.

γ) Η θερμική ισχύς που εκλύεται στο κύκλωμα είναι: $P = I^2 R_{\text{ολ}} = (0,75)^2 \cdot 4 = 2,25 \text{ W}$.

Δ4

Μετά το άνοιγμα του διακόπτη δεν υπάρχει επαγωγικό ρεύμα, άρα δεν υπάρχει ηλεκτρική απώλεια ενέργειας στο κύκλωμα. Η κινητική ενέργεια του συστήματος μετατρέπεται σε δυναμική ενέργεια ελατηρίου στη μέγιστη παραμόρφωση.

Δίνεται $K = 2,7 \text{ J}$. Στη μέγιστη παραμόρφωση: $K = (1/2)kx^2$.

$$2,7 = (1/2) \cdot 80 \cdot x^2 \Rightarrow 2,7 = 40x^2 \Rightarrow x^2 = 0,0675 \Rightarrow x = 0,26 \text{ m περίπου}.$$

Άρα η μέγιστη παραμόρφωση είναι $x_{\text{max}} \approx 0,26 \text{ m}$.

Η μέγιστη δύναμη του ελατηρίου είναι: $F_{\text{max}} = kx_{\text{max}} = 80 \cdot 0,26 \approx 20,8 \text{ N}$.

Επειδή το ελατήριο είναι εφαιπτόμενο στην τροχιά του άκρου Α, η δύναμή του είναι κάθετη στην ακτίνα ΟΑ. Άρα η μέγιστη ροπή ως προς Ο είναι: $\tau_{\text{max}} = F_{\text{max}} \cdot l = 20,8 \cdot 1 = 20,8 \text{ N}\cdot\text{m}$.

Σημείωση εκτος Ύλης:

Τα αριθμητικά δεδομένα του Θέματος Δ δεν είναι όλα συμβατά μεταξύ τους αλλά δόθηκαν έτσι μόνο για τις ανάγκες της άσκησης. Από τα γεωμετρικά και δυναμικά δεδομένα της κρούσης βρίσκουμε πριν την κρούση: $L = 0,6\sqrt{3} \approx 1,04 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$. Αν χρησιμοποιήσουμε τη ροπή αδράνειας ομογενούς ράβδου ως προς άκρο και το σώμα στο άκρο: $I = (1/3)MI^2 + ml^2 = (1/3) \cdot 0,6 \cdot 1^2 + 0,2 \cdot 1^2 = 0,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$.

Τότε, από διατήρηση στροφορμής, αμέσως μετά την κρούση θα είχαμε: $\omega = L/I = 1,04/0,4 \approx 2,60 \text{ rad/s}$ και $K = L^2/(2I) \approx 1,35 \text{ J}$. Όμως, η εκφώνηση δίνει $K = 2,7 \text{ J}$ και αργότερα $\omega = 3 \text{ rad/s}$ καθαρά για θέμα πράξεων και διδακτέας ύλης, τα οποία μεταξύ τους δίνουν $I = 2K/\omega^2 = 5,4/9 = 0,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$.