

Αναλυτικές λύσεις Φυσικής Προσανατολισμού 2023

Πανελλαδικές Εξετάσεις - Ημερήσια & Εσπερινά ΓΕΛ

ΘΕΜΑ Α

A1. Σωστή επιλογή: β.

Σε εξαναγκασμένη ταλάντωση, μετά τη μεταβατική κατάσταση, το σύστημα ταλαντώνεται με τη συχνότητα του διεγέρτη, δηλαδή της εξωτερικής περιοδικής δύναμης. Άρα η συχνότητα της ταλάντωσης μεταβάλλεται αν μεταβληθεί η συχνότητα της εξωτερικής δύναμης.

A2. Σωστή επιλογή: δ.

Ηλεκτρομαγνητικά κύματα δημιουργούνται από επιταχυνόμενα φορτία, επειδή τότε δημιουργούνται μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία που διαδίδονται στον χώρο.

A3. Σωστή επιλογή: β, δηλαδή το διάνυσμα B2.

Το ρεύμα έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Με τον κανόνα του δεξιού χεριού οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου είναι δεξιόστροφες. Στο σημείο Α, που βρίσκεται δεξιά του αγωγού, το μαγνητικό πεδίο έχει φορά προς τα κάτω.

A4. Σωστή επιλογή: α, δηλαδή το γράφημα Α.

Για μέλαν σώμα μεγαλύτερης θερμοκρασίας ισχύουν δύο πράγματα: η ένταση εκπομπής είναι μεγαλύτερη και το μήκος κύματος στο οποίο εμφανίζεται το μέγιστο μετατοπίζεται σε μικρότερες τιμές. Αυτό φαίνεται μόνο στο γράφημα Α.

A5. Χαρακτηρισμός προτάσεων:

- α) Λάθος. Στην πλαστική κρούση διατηρείται η ορμή, όχι η μηχανική ενέργεια.
- β) Σωστό. Όσο μικραίνει η απόσβεση, η ταλάντωση σβήνει πιο αργά.
- γ) Σωστό. Για μέγιστο πλάτος στη συμβολή ισχύει $|r_1 - r_2| = N\lambda$.
- δ) Λάθος. Ο νόμος του Ampere, με τη σχολική του μορφή, ισχύει για σταθερά ρεύματα.
- ε) Λάθος. Το αμπερόμετρο σε εναλλασσόμενο ρεύμα δείχνει ενεργό τιμή και όχι πλάτος.

ΘΕΜΑ Β

B1

Σωστή επιλογή: i, δηλαδή 5 σημεία.

Από το διάγραμμα της φάσης τη στιγμή $t_1 = 2$ s έχουμε:

- στο $x = 0$: $\varphi = 4\pi$ rad, άρα $\omega t_1 = 4\pi \Rightarrow \omega \cdot 2 = 4\pi \Rightarrow \omega = 2\pi$ rad/s $\Rightarrow T = 1$ s.
- η φάση μηδενίζεται στο $x = 4$ m, άρα μέχρι εκεί έχει φτάσει το κύμα τη στιγμή t_1 . Επομένως $u = x/t = 4/2 = 2$ m/s.

Άρα $\lambda = uT = 2 \cdot 1 = 2$ m. Τη στιγμή $t_2 = 2,5$ s το κύμα έχει φτάσει μέχρι: $x = ut_2 = 2 \cdot 2,5 = 5$ m.

Η φάση των σημείων του μέσου είναι $\varphi = \omega t - 2\pi x/\lambda = 5\pi - \pi x$, για $0 \leq x \leq 5$ m.

Τα σημεία είναι σε ακραία θέση όταν $|\eta\mu\varphi| = 1$, δηλαδή όταν $\varphi = (2k+1)\pi/2$. Στο διάστημα από 0 έως 5π υπάρχουν οι τιμές: $\pi/2, 3\pi/2, 5\pi/2, 7\pi/2, 9\pi/2$. Άρα υπάρχουν 5 σημεία.

B2

Σωστή επιλογή: ii, δηλαδή $V_0 = 2hf_1/e$.

Η συχνότητα κατωφλίου είναι f_1 , άρα το έργο εξαγωγής είναι: $W_{\text{ex}} = hf_1$.

Η προσπίπτουσα ακτινοβολία έχει συχνότητα $f_2 = 3f_1$. Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση:

$$K_{\max} = hf_2 - W_{\text{εξ}} = h \cdot 3f_1 - hf_1 = 2hf_1.$$

Επειδή τα ηλεκτρόνια μόλις φτάνουν στην άνοδο, η τάση αποκοπής μηδενίζει την κινητική τους ενέργεια: $eV_0 = K_{\max} \Rightarrow V_0 = 2hf_1/e$.

B3

α) Σωστή επιλογή: ii, δηλαδή $u = E/B_1$.

Στο φίλτρο ταχυτήτων τα ιόντα που δεν εκτρέπονται δέχονται ηλεκτρική και μαγνητική δύναμη ίσων μέτρων και αντίθετων κατευθύνσεων:

$$F_e = F_L \Rightarrow qE = quB_1 \Rightarrow u = E/B_1.$$

β) Σωστή επιλογή: i, δηλαδή $\Delta m = d B_1 B_2 q / (2E)$.

Στο δεύτερο μαγνητικό πεδίο τα ιόντα κινούνται σε ημικυκλικές τροχιές. Η ακτίνα κάθε τροχιάς είναι:

$$R = mv/(qB_2).$$

Τα δύο ίχνη απέχουν d . Επειδή οι τροχιές είναι ημικύκλια, η απόσταση των ιχνών ισούται με τη διαφορά των διαμέτρων:

$$d = 2(R_1 - R_2) \Rightarrow \Delta R = d/2.$$

$$\text{Άρα } \Delta m = qB_2 \Delta R / u = qB_2(d/2)/(E/B_1) = dB_1 B_2 q / (2E).$$

ΘΕΜΑ Γ

Δεδομένα: $L = 0,5 \text{ H}$, $R = 1 \text{ } \Omega$, $\ell = 1 \text{ m}$, $B = 1 \text{ T}$, $m = 0,5 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$ και $i = 2t \text{ (SI)}$.

Γ1

Η γραφική παράσταση $i - t$ είναι ευθεία που περνά από την αρχή των αξόνων με εξίσωση $i = 2t$.

Ο ρυθμός μεταβολής της έντασης είναι: $\Delta i / \Delta t = 2 \text{ A/s}$.

Το φορτίο που περνά από μια διατομή από 0 έως 2 s είναι:

$$q = \int i \, dt = \int_0^2 2t \, dt = [t^2]_0^2 = 4 \text{ C}.$$

Γ2

Η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή έχει μέτρο:

$$|E_{\text{αυτ}}| = L \cdot |di/dt| = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ V}.$$

Η πολικότητά της είναι τέτοια ώστε να αντιτίθεται στην αύξηση του ρεύματος. Αφού το ρεύμα στο πηνίο αυξάνεται με φορά από Α προς Γ, η ΗΕΔ αυτεπαγωγής τείνει να δημιουργήσει ρεύμα από Γ προς Α. Άρα το άκρο Γ είναι θετικό και το άκρο Α αρνητικό.

Γ3

Η ράβδος κινείται προς τα πάνω μέσα σε μαγνητικό πεδίο προς τη σελίδα. Η ΗΕΔ επαγωγής στη ράβδο έχει μέτρο: $E_{\text{επ}} = B\ell v$.

Η φορά του επαγωγικού ρεύματος συμφωνεί με τη φορά που δίνεται στο σχήμα. Εφαρμόζουμε τον νόμο τάσεων στο κύκλωμα, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ΗΕΔ αυτεπαγωγής αντιτίθεται στην αύξηση του ρεύματος:

$$B\ell v - L(di/dt) = iR.$$

Με $B = 1 \text{ T}$, $\ell = 1 \text{ m}$, $L(di/dt) = 1 \text{ V}$, $i = 2t$ και $R = 1 \text{ } \Omega$:

$$v - 1 = 2t \Rightarrow v = 2t + 1 \text{ (SI)}.$$

Γ4

Για $t_1 = 2 \text{ s}$ έχουμε: $i = 2t = 4 \text{ A}$ και $v = 2t + 1 = 5 \text{ m/s}$.

α) Στη ράβδο ασκούνται προς τα κάτω το βάρος mg και η μαγνητική δύναμη $FL = B i \ell$. Η εξωτερική δύναμη F είναι προς τα πάνω. Επειδή $u = 2t + 1$, η επιτάχυνση είναι $a = 2 \text{ m/s}^2$.

$$F - mg - B i \ell = ma$$

$$F - 0,5 \cdot 10 - 1 \cdot 4 \cdot 1 = 0,5 \cdot 2 \Rightarrow F = 10 \text{ N}.$$

β) Η ισχύς που μεταφέρεται ηλεκτρομαγνητικά στο κύκλωμα από την κίνηση της ράβδου είναι:

$$P_{\text{κυκλ}} = E_{\text{επ}} i = B \ell u \cdot i = 1 \cdot 1 \cdot 5 \cdot 4 = 20 \text{ W}.$$

Σημείωση: η συνολική μηχανική ισχύς της εξωτερικής δύναμης στη ράβδο είναι $P_F = F u = 10 \cdot 5 = 50 \text{ W}$. Από αυτά, 20 W πηγαίνουν ηλεκτρομαγνητικά στο κύκλωμα, 25 W αντιστοιχούν σε αύξηση βαρυτικής δυναμικής ενέργειας και 5 W σε αύξηση κινητικής ενέργειας.

γ) Ο ρυθμός με τον οποίο αποθηκεύεται ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου είναι:

$$P_B = d(1/2 L i^2)/dt = L i (di/dt) = 0,5 \cdot 4 \cdot 2 = 4 \text{ W}.$$

ΘΕΜΑ Δ

Δεδομένα: $\alpha = 0,8 \text{ m}$, $R = 2 \Omega$, $E = 30 \text{ V}$, $m_1 = 3 \text{ kg}$, $m_2 = 1 \text{ kg}$, $k = 100 \text{ N/m}$, $\varphi = 37^\circ$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Χρησιμοποιούμε $\eta_{\text{μφ}} = 0,6$ και $\text{συνφ} = 0,8$.

Δ1

Το σώμα Σ1 ισορροπεί στο λείο κεκλιμένο επίπεδο. Στη διεύθυνση του επιπέδου:

$$T_2 = m_1 g \eta_{\text{μφ}} = 3 \cdot 10 \cdot 0,6 = 18 \text{ N}.$$

Για τη ράβδο ΑΓ παίρνουμε ροπές ως προς το Ο. Οι βραχίονες των άκρων Α και Γ είναι ίσοι. Η οριζόντια συνιστώσα της τάσης T_2 στο Γ δεν δημιουργεί ροπή ως προς το Ο, ενώ η κατακόρυφη συνιστώσα $T_2 \eta_{\text{μφ}}$ δημιουργεί ροπή.

$$\text{Άρα: } T_1 = T_2 \eta_{\text{μφ}} = 18 \cdot 0,6 = 10,8 \text{ N}.$$

Επομένως η δύναμη που ασκεί το νήμα (1) στο άκρο Α είναι $10,8 \text{ N}$.

Δ2

Η ένταση του ρεύματος στο πλαίσιο είναι: $I = E/R = 30/2 = 15 \text{ A}$.

Το πλαίσιο είναι αβαρές και ισορροπεί. Η τάση του νήματος (1) εξισορροπεί τη μαγνητική δύναμη στη οριζόντια πλευρά του πλαισίου που βρίσκεται μέσα στο πεδίο:

$$T_1 = B I \alpha \Rightarrow B = T_1/(I \alpha) = 10,8/(15 \cdot 0,8) = 0,9 \text{ T}.$$

Δ3

Πριν από την κρούση, το Σ2 εκτελεί ΑΑΤ με $D = k$ και $m_2 = 1 \text{ kg}$, άρα:

$$\omega_2 = \sqrt{(k/m_2)} = \sqrt{(100/1)} = 10 \text{ rad/s}.$$

Μετακινείται από τη θέση ισορροπίας κατά $d = 9\pi/100 \text{ m}$ και αφήνεται ελεύθερο, άρα το πλάτος του είναι $A_2 = d = 9\pi/100 \text{ m}$. Όταν περνά για πρώτη φορά από τη θέση ισορροπίας του έχει μέγιστη ταχύτητα:

$$u_2 = \omega_2 A_2 = 10 \cdot 9\pi/100 = 9\pi/10 \text{ m/s}, \text{ με φορά προς τα πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο}.$$

Μετά το κόψιμο του νήματος, το Σ1 κινείται προς τα κάτω στο κεκλιμένο επίπεδο με επιτάχυνση:

$$\alpha_1 = g \eta_{\text{μφ}} = 10 \cdot 0,6 = 6 \text{ m/s}^2.$$

Το Σ2 περνά για πρώτη φορά από τη Θ.Ι. μετά από χρόνο $T/4$:

$$t = (2\pi/\omega_2)/4 = \pi/(2\omega_2) = \pi/20 \text{ s}.$$

Άρα η ταχύτητα του Σ1 τότε είναι:

$$u_1 = \alpha_1 t = 6 \cdot \pi/20 = 3\pi/10 \text{ m/s}, \text{ με φορά προς τα κάτω στο κεκλιμένο επίπεδο}.$$

Θεωρούμε θετική τη φορά προς τα πάνω. Πριν από την πλαστική κρούση:

$$p_{ολ} = m_2 u_2 - m_1 u_1 = 1 \cdot (9\pi/10) - 3 \cdot (3\pi/10) = 0.$$

Επειδή στην πλαστική κρούση διατηρείται η ορμή:

$$(m_1 + m_2)V = 0 \Rightarrow V = 0.$$

Άρα το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση ακινητοποιείται στιγμιαία.

Δ4

Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα έχει μάζα $M = m_1 + m_2 = 4 \text{ kg}$ και εκτελεί ΑΑΤ με $D = k$.

Η νέα γωνιακή συχνότητα είναι:

$$\omega = \sqrt{k/M} = \sqrt{(100/4)} = 5 \text{ rad/s}.$$

Η θέση της κρούσης είναι η θέση ισορροπίας του Σ2 πριν από την κρούση. Η επιμήκυνση του ελατηρίου για το Σ2 μόνο είναι:

$$\Delta l_2 = m_2 g / k = 1 \cdot 10 \cdot 0,6 / 100 = 0,06 \text{ m}.$$

Η νέα θέση ισορροπίας του συσσωματώματος έχει επιμήκυνση:

$$\Delta l_M = M g / k = 4 \cdot 10 \cdot 0,6 / 100 = 0,24 \text{ m}.$$

Άρα τη στιγμή της κρούσης το συσσωμάτωμα βρίσκεται κατά:

$$A = \Delta l_M - \Delta l_2 = 0,24 - 0,06 = 0,18 \text{ m}$$

πάνω από τη νέα θέση ισορροπίας του και έχει μηδενική ταχύτητα. Επομένως βρίσκεται σε ακραία θέση. Με θετική φορά προς τα πάνω:

$$x(t) = 0,18 \sin(5t) \text{ (SI)}.$$

Δ5

Κατά την ταλάντωση του συσσωματώματος η απομάκρυνση x μετρείται από τη νέα θέση ισορροπίας και είναι θετική προς τα πάνω. Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι:

$$\Delta l = \Delta l_M - x = 0,24 - x.$$

Το μέτρο της δύναμης του ελατηρίου είναι:

$$F_{ελ} = k \Delta l = 100(0,24 - x) = 24 - 100x \text{ (N)}.$$

Αν θέλουμε αλγεβρική τιμή με θετική φορά προς τα πάνω, η δύναμη του ελατηρίου έχει φορά προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου, άρα:

$$F_{ελ,αλγ} = -F_{ελ} = 100x - 24 \text{ (N)}.$$

Το πλάτος είναι $A = 0,18 \text{ m}$, οπότε $-0,18 \leq x \leq 0,18$. Για το μέτρο της δύναμης:

- $x = -0,18 \text{ m} \Rightarrow F_{ελ} = 24 - 100(-0,18) = 42 \text{ N}.$
- $x = 0 \Rightarrow F_{ελ} = 24 \text{ N}.$
- $x = 0,18 \text{ m} \Rightarrow F_{ελ} = 24 - 100(0,18) = 6 \text{ N}.$

Η γραφική παράσταση $F_{ελ} - x$ είναι ευθεία με αρνητική κλίση -100 N/m , που περνά από τα σημεία $(-0,18, 42)$, $(0, 24)$, $(0,18, 6)$.