

ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

Επαναληπτικές Πανελλαδικές 2024 - Αναλυτικές λύσεις

ΘΕΜΑ Α

A1

Σωστή επιλογή: γ.

Στην αρχή το ιδανικό πηνίο αντιδρά στην απότομη αύξηση του ρεύματος, άρα δεν επιτρέπει ακαριαία μεταβολή της έντασης. Μετά από αρκετό χρόνο το ρεύμα έχει σταθεροποιηθεί, οπότε $dI/dt=0$ και η ΗΕΔ αυτεπαγωγής μηδενίζεται.

A2

Σωστή επιλογή: α.

Στον συντονισμό το πλάτος είναι μέγιστο. Αν η συχνότητα του διεγέρτη μειωθεί, απομακρυνόμαστε από τη συχνότητα συντονισμού, άρα το πλάτος ελαττώνεται.

A3

Σωστή επιλογή: β.

Ο κύλινδρος έχει επιτάχυνση του κέντρου μάζας προς τα κάτω στο κεκλιμένο και στην άνοδο και στην κάθοδο. Στην άνοδο η γωνιακή ταχύτητα μειώνεται, στην κάθοδο αυξάνεται με αντίθετη φορά, αλλά η γωνιακή επιτάχυνση παραμένει ίδιας φοράς.

A4

Σωστή επιλογή: δ.

Σε κάθε κρούση μονωμένου συστήματος διατηρείται η ολική ορμή. Άρα η μεταβολή της ορμής του ενός σώματος είναι αντίθετη της μεταβολής της ορμής του άλλου: $\Delta p_1 + \Delta p_2 = 0$.

A5

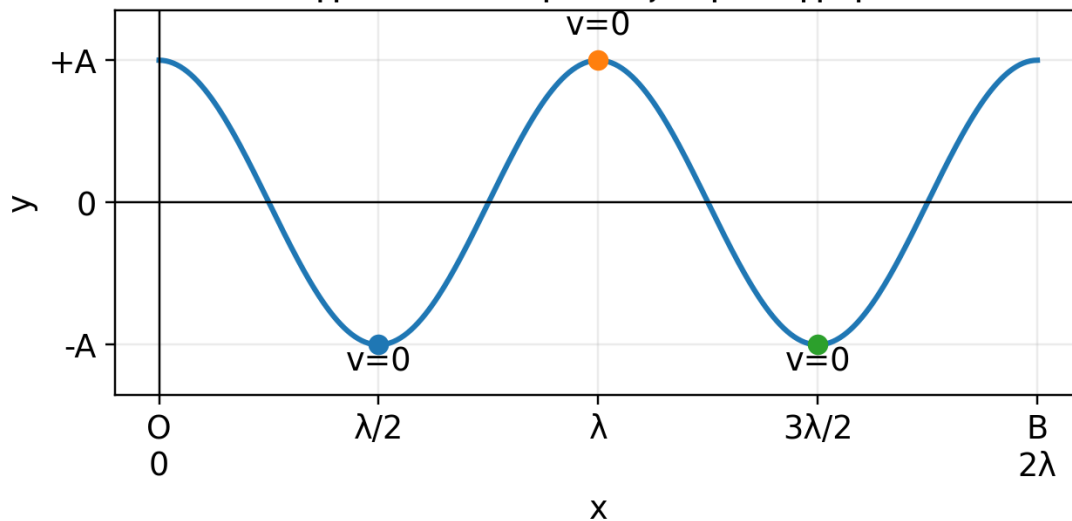
Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Αιτιολόγηση
α	Σωστό	Αρχή επαλληλίας κυμάτων.
β	Σωστό	$V_{\max} = N B A \omega$, άρα $V_{\text{εν}} = V_{\max} / \sqrt{2}$ αυξάνεται όταν αυξάνεται η f .
γ	Λάθος	Ο αριθμός φωτοηλεκτρονίων εξαρτάται κυρίως από την ένταση της ακτινοβολίας, όχι από τη συχνότητα.
δ	Λάθος	Ζεύγος δυνάμεων σε ελεύθερο στερεό δίνει μηδενική συνισταμένη δύναμη και μη μηδενική ροπή: καθαρή περιστροφή του ΚΜ, όχι σύνθετη κίνηση λόγω μεταφοράς.
ε	Σωστό	Στην ΑΑΤ, όταν αυξάνεται η ταχύτητα αυξάνεται η κινητική ενέργεια, οπότε μειώνεται η

Πρόταση	Χαρακτηρισμός	Αιτιολόγηση
		δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης.

ΘΕΜΑ Β

B1 - Κύμα και ακίνητα σημεία

B1: στιγμιότυπο κύματος τη στιγμή $t_1 = 9T/4$



Το κύμα διαδίδεται προς τη θετική φορά, άρα η εξίσωση έχει μορφή $y = A \sin 2\pi(t/T - x/\lambda)$.

Το σημείο B αρχίζει να ταλαντώνεται τη στιγμή x_B/v_k . Η πρώτη φορά που φτάνει στη θετική ακραία απομάκρυνση είναι μετά από $T/4$ από τη στιγμή που άρχισε η ταλάντωσή του.

Επομένως: $x_B/v_k + T/4 = 9T/4 \Rightarrow x_B/(\lambda/T) = 2T \Rightarrow x_B = 2\lambda$.

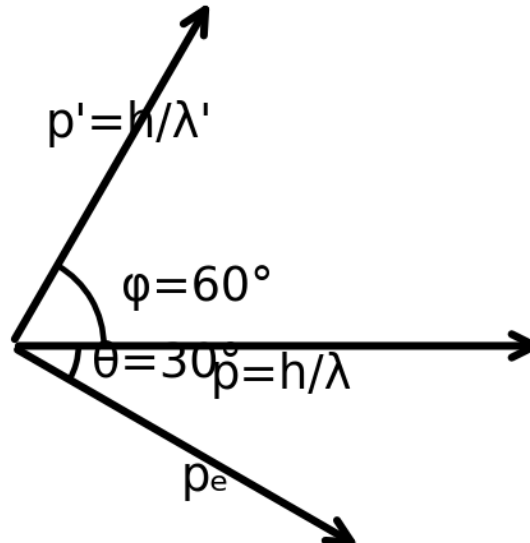
Τα σημεία είναι ακίνητα όταν η ταχύτητα ταλάντωσής τους μηδενίζεται: $u_y = \omega A \cos 2\pi(t/T - x/\lambda) = 0$.

Για $t_1 = 9T/4$: $\cos[2\pi(9/4 - x/\lambda)] = 0$. Στο ανοικτό διάστημα $0 < x < 2\lambda$ προκύπτουν $x = \lambda/2$, $x = \lambda$, $x = 3\lambda/2$.

Άρα τα ακίνητα σημεία μεταξύ O και B είναι 3. Σωστή επιλογή: ii.

B2 - Σκέδαση Compton

B2: διανυσματική σχέση ορμών



Θεωρούμε $p = h/\lambda$ την ορμή του προσπίπτοντος φωτονίου και $p' = h/\lambda'$ την ορμή του σκεδαζόμενου φωτονίου.

Από διατήρηση ορμής στον άξονα y : $0 = p' \sin 60^\circ - p_e \sin 30^\circ \Rightarrow p_e = \sqrt{3} p'$.

Από διατήρηση ορμής στον άξονα x : $p = p' \cos 60^\circ + p_e \cos 30^\circ = p'/2 + \sqrt{3} p' \cdot \sqrt{3}/2 = 2p'$.

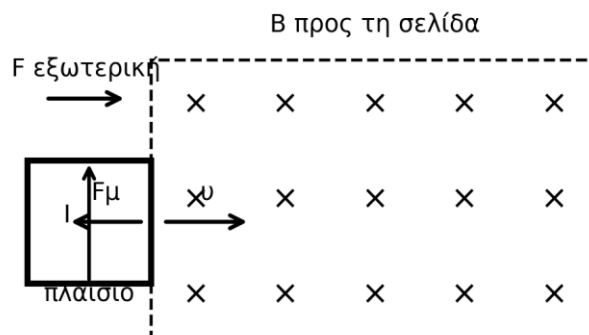
Άρα $h/\lambda = 2h/\lambda' \Rightarrow \lambda' = 2\lambda$.

Τύπος Compton: $\lambda' - \lambda = h/(mc)(1 - \cos \phi)$. Με $\phi = 60^\circ$ έχουμε $2\lambda - \lambda = h/(mc)(1 - 1/2) = h/(2mc)$.

Άρα $\lambda = h/(2mc)$. Σωστή επιλογή: i.

B3 - Πλαίσιο σε μαγνητικό πεδίο

B3: κατά την είσοδο υπάρχει επαγωγικό ρεύμα και μαγνητική αντίσταση



Κατά την είσοδο του πλαισίου στο πεδίο αυξάνεται η μαγνητική ροή. Δημιουργείται επαγωγική ΗΕΔ $\mathcal{E}_{\text{επ}} = B\alpha u$ και ρεύμα $I = \mathcal{E}_{\text{επ}}/R = B\alpha u/R$.

Η δύναμη Laplace στην κατακόρυφη πλευρά που βρίσκεται μέσα στο πεδίο έχει μέτρο $F_m = B I \alpha = B^2 \alpha^2 u/R$ και φορά αντίθετη της κίνησης. Εφόσον η ταχύτητα είναι σταθερή, χρειάζεται εξωτερική δύναμη ίσου μέτρου και ομόροπη της u .

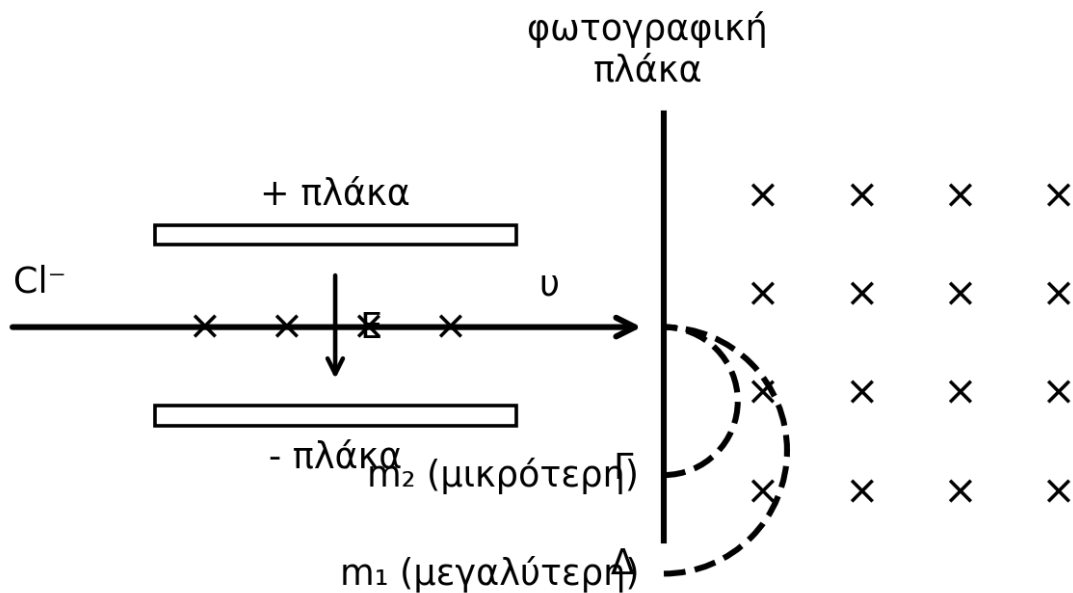
Όταν όλο το πλαίσιο βρίσκεται μέσα στο ομογενές πεδίο, η ροή παραμένει σταθερή. Άρα $\mathcal{E}_{\text{επ}} = 0$, $I = 0$ και δεν χρειάζεται εξωτερική δύναμη για εξουδετέρωση μαγνητικής αντίστασης.

B3α: Σωστή επιλογή i.

Από $t=0$ μέχρι να μπει ολόκληρο το πλαίσιο στο πεδίο, το πλαίσιο μετατοπίζεται κατά α . Μέχρι τη στιγμή t_1 υπάρχει και διάστημα πλήρους εισόδου, στο οποίο η δύναμη είναι μηδενική.

Άρα $W_F = F \cdot \alpha = (B^2 \alpha^2 u/R) \cdot \alpha = B^2 \alpha^3 u/R$. B3β: Σωστή επιλογή iii.

ΘΕΜΑ Γ



Γ1 - Γιατί μερικά ιόντα δεν εκτρέπονται

Στον επιλογέα ταχυτήτων συνυπάρχουν ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο. Για αρνητικό ιόν που κινείται προς τα δεξιά, η ηλεκτρική δύναμη και η μαγνητική δύναμη έχουν αντίθετες φορές.

Τα ιόντα που έχουν τέτοια ταχύτητα ώστε $|F_{\eta}| = |F_m|$ κινούνται ευθύγραμμα χωρίς εκτροπή. Δηλαδή $eE = euB_1$.

Γ2 - Ταχύτητα των μη εκτρεπόμενων ιόντων

Από $eE = euB_1$ προκύπτει $u = E/B_1$.

$$u = (2 \cdot 10^3) / (4 \cdot 10^{-2}) = 0,5 \cdot 10^5 = 5 \cdot 10^4 \text{ m/s.}$$

Γ3 - Θέση του ισότοπου μεγαλύτερης μάζας

Στο δεύτερο μαγνητικό πεδίο τα ιόντα εκτελούν κυκλική κίνηση με ακτίνα $r = mv/(eB_2)$.

Για ίδια ταχύτητα, ίδιο φορτίο και ίδιο B_2 , η ακτίνα είναι ανάλογη της μάζας. Άρα $m_1 > m_2 \Rightarrow r_1 > r_2$.

Το βαρύτερο ισότοπο καμπυλώνεται λιγότερο και χτυπά χαμηλότερα στη φωτογραφική πλάκα, στο σημείο Δ.

Γ4 - Διαφορά νετρονίων

Η απόσταση των στιγμάτων είναι $\Gamma\Delta = 2r_1 - 2r_2 = 2(r_1 - r_2) = 0,02 \text{ m}$, άρα $r_1 - r_2 = 0,01 \text{ m}$.

Από $r = mv/(eB_2)$ έχουμε $\Delta m = m_1 - m_2 = eB_2(r_1 - r_2)/v$.

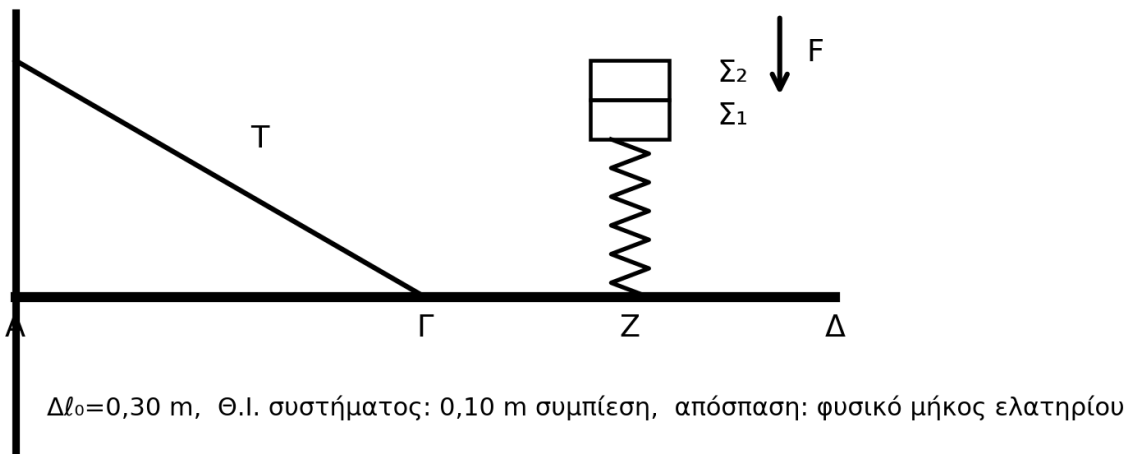
$$\Delta m = (1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,1 \cdot 0,01) / (5 \cdot 10^4) = 3,2 \cdot 10^{-27} \text{ kg}.$$

$$\Delta m / m_n = (3,2 \cdot 10^{-27}) / (1,6 \cdot 10^{-27}) = 2.$$

Επειδή τα ισότοπα του ίδιου στοιχείου έχουν ίδιο αριθμό πρωτονίων, η διαφορά μάζας αντιστοιχεί σε διαφορά νετρονίων. Άρα το ισότοπο μάζας m_1 έχει δύο νετρόνια περισσότερα από το ισότοπο μάζας m_2 .

ΘΕΜΑ Δ

Θέμα Δ: ράβδος, ελατήριο και θέση απόσπασης



Δ1 - Υπολογισμός της δύναμης F

Το ελατήριο είναι συμπιεσμένο κατά $\Delta \ell = 0,30 \text{ m}$, άρα ασκεί προς τα πάνω στα σώματα δύναμη $F_{ελ} = k\Delta \ell = 100 \cdot 0,30 = 30 \text{ N}$.

Στο σύστημα $\Sigma_1 + \Sigma_2$, σε ισορροπία: $F_{ελ} - (m_1 + m_2)g - F = 0$.

$$30 - (0,6 + 0,4) \cdot 10 - F = 0 \Rightarrow 30 - 10 - F = 0 \Rightarrow F = 20 \text{ N}.$$

Δ2 - Θέση απόσπασης του Σ_2

Μετά την κατάργηση της F, το σύστημα $\Sigma_1 + \Sigma_2$ έχει μάζα $m = 1 \text{ kg}$ και εκτελεί ΑΑΤ με $D = k = 100 \text{ N/m}$.

Η θέση ισορροπίας του συστήματος αντιστοιχεί σε συμπίεση $\Delta \ell_{ισ} = (m_1 + m_2)g/k = 10/100 = 0,10 \text{ m}$.

Αρχικά η συμπίεση είναι 0,30 m, άρα το σύστημα ξεκινά από ακραία θέση με πλάτος $A=0,30-0,10=0,20$ m.

Θεωρούμε x την απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του συστήματος, θετική προς τα πάνω. Για την ΑΑΤ: $a=-\omega^2 x$, με $\omega=\sqrt{k/m}=\sqrt{(100/1)}=10$ rad/s.

Για το Σ_2 ισχύει: $N-m_2g=m_2a \Rightarrow N=m_2(g+a)$. Απόσπαση όταν $N=0$, άρα $a=-g=-10$ m/s².

Άρα $-\omega^2 x = -10 \Rightarrow -100x = -10 \Rightarrow x = 0,10$ m.

Η θέση αυτή είναι 0,10 m πάνω από τη θέση ισορροπίας του συστήματος. Επειδή η θέση ισορροπίας είχε συμπίεση 0,10 m, η απόσπαση γίνεται όταν το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος.

Δ3 - Τάση του νήματος τη στιγμή της απόσπασης

Τη στιγμή της απόσπασης το ελατήριο έχει φυσικό μήκος, άρα δεν ασκεί δύναμη στη ράβδο στο σημείο Z.

Στη ράβδο ασκείται το βάρος της $Mrg=4 \cdot 10=40$ N στο μέσον Γ και η τάση T του νήματος επίσης στο Γ, με κατακόρυφη συνιστώσα $T_{\eta\mu\phi}$.

Παίρνουμε ροπές ως προς την άρθρωση Α:

$T_{\eta\mu\phi} \cdot (L/2) = Mrg \cdot (L/2) \Rightarrow T_{\eta\mu 30^\circ} = 40 \Rightarrow T \cdot 1/2 = 40 \Rightarrow T = 80$ N.

Δ4 - Απόσταση που διανύει το Σ_2 μέχρι να σταματήσει

Τη στιγμή της απόσπασης, η ταχύτητα του συστήματος από την ΑΑΤ είναι:

$u = \omega \sqrt{(A^2 - x^2)} = 10 \sqrt{(0,20^2 - 0,10^2)} = 10 \sqrt{0,03} = \sqrt{3}$ m/s.

Μετά την απόσπαση το Σ_2 κινείται προς τα πάνω μόνο υπό την επίδραση του βάρους του. Μέχρι να μηδενιστεί η ταχύτητα:

$0 = u^2 - 2gh \Rightarrow h = u^2/(2g) = 3/(20) = 0,15$ m.

Δ5 - Ενέργεια ταλάντωσης του Σ_1

Μετά την απόσπαση, το Σ_1 εκτελεί ΑΑΤ μόνο του με $D=k=100$ N/m και μάζα $m_1=0,6$ kg.

Η νέα θέση ισορροπίας του Σ_1 αντιστοιχεί σε συμπίεση $\Delta l_1 = m_1g/k = 6/100 = 0,06$ m.

Τη στιγμή t_1 το ελατήριο έχει φυσικό μήκος, άρα το Σ_1 βρίσκεται $x=0,06$ m πάνω από τη δική του θέση ισορροπίας. Έχει επίσης ταχύτητα $u=\sqrt{3}$ m/s.

Η ενέργεια ταλάντωσης είναι:

$E = 1/2 m_1 u^2 + 1/2 k x^2 = 1/2 \cdot 0,6 \cdot 3 + 1/2 \cdot 100 \cdot (0,06)^2 = 0,9 + 0,18 = 1,08$ J.