

Λύσεις κριτηρίου 23

ΘΕΜΑ Α

A1. (δ) A2. (α) A3. (γ) A4. (β) A5. α. Λ β. Σ γ. Λ δ. Λ ε. Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. (ii)

Ο ρυθμός μεταβολής της στροφορμής του συστήματος οφείλεται μόνο στις εξωτερικές δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα. Αυτές είναι η δύναμη του βάρους του σφαιριδίου, καθώς και η μαγνητική δύναμη. Η μαγνητική δύναμη είναι πάντα κάθετη στην ταχύτητα, δηλαδή έχει μοχλοβραχίονα διαρκώς ίσο με μηδέν και δεν δίνει ροπή. Η μαγνητική δύναμη δίνεται από τη

$$\text{σχέση } F_{\text{μαγν}} = Bqv$$

Για τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής του συστήματος έχουμε:

$$\frac{dL}{dt} = mgx = mg \lambda \sin\theta \Rightarrow \lambda = mg \frac{1}{\sin\theta} \quad (1)$$

Πρέπει να βρούμε την ταχύτητα του φορτισμένου σωματιδίου τη στιγμή που $dL/dt = \lambda$.

Η αρχή διατήρησης της ενέργειας μεταξύ των δύο θέσεων δίνει:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow g \lambda \mu\theta = \frac{1}{2}v^2 \Rightarrow v = \sqrt{2g \lambda \mu\theta} \quad (2)$$

Από τις (1) και (2) προκύπτει:

$$v = \sqrt{2 \frac{\lambda}{m \sin\theta} \eta \mu\theta} = \sqrt{2 \frac{\lambda}{m} \varepsilon \phi\theta} = \sqrt{2 \frac{\lambda}{m} \cdot \varepsilon \phi \frac{\pi}{4}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\lambda}{m}}$$

Άρα, η δύναμη από το μαγνητικό πεδίο στο σφαιρίδιο έχει μέτρο:

$$F_{\text{μαγν}} = Bq \sqrt{\frac{2\lambda}{m}}$$

B2. (i)

Αν το μέτρο της ορμής του σωματιδίου 1 είναι p , τότε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του είναι ίσο με

$$|\Delta p_1| = \sqrt{p^2 + p^2} = p\sqrt{2}$$

Εάν το μέτρο της ορμής του σωματιδίου 2 είναι p' , τότε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του ισούται με:

$$|\Delta p_2| = p' - (-p') = 2p'$$

Επειδή τα μέτρα των μεταβολών είναι ίσα θα έχουμε: $p\sqrt{2} = 2p' \quad (1)$

Για τις ακτίνες των κυκλικών τροχιών των δύο σωματιδίων ισχύει ότι:

$$R_1 = \frac{m_1 v_1}{B q_1} = \frac{p}{B q_1} \Rightarrow \dots = \frac{p}{B q_1} \Rightarrow \dots = \alpha \quad ()$$

$$R_2 = \frac{m_2 v_2}{B q_2} = \frac{p'}{B q_2} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \frac{p'}{B q_2} \Rightarrow p' = \alpha B \frac{q_2}{2} \quad (3)$$

$$\alpha B q_1 \sqrt{2} = 2\alpha B \frac{q_2}{2} \Rightarrow q_2 = \sqrt{2} q_1$$

Από (1), (2), (3) έχουμε ότι:

B3. (ii)

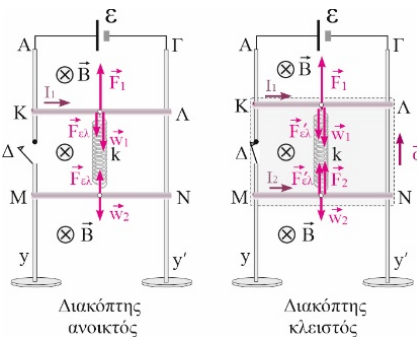
Με τον διακόπτη Δ ανοικτό, ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 και ασκείται σε αυτόν εκτός από το βάρος του, η δύναμη Laplace F_1 με φορά προς τα πάνω και η δύναμη του ελατηρίου. Για τον αγωγό ΜΝ που ισορροπεί έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{ελ} - m_2 g = 0 \Rightarrow F_{ελ} = m_2 g \quad (1)$$

Για τον αγωγό ΚΛ που ισορροπεί έχουμε:

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_1 - F_{ελ} - m_1 g = 0 \Rightarrow$$

$$BL \frac{E}{R_1} - m_2 g - m_1 g = 0 \quad (2)$$



Όταν ο διακόπτης Δ κλείσει, η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ δεν

$$I_2 = \frac{E}{R_2}$$

μεταβάλλεται, ενώ ο αγωγός ΜΝ διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_2 , που είναι ίσο με

Για τη $\Sigma F'$ που ασκείται στον αγωγό ΜΝ τώρα ισχύει

$$\Sigma F' = F_2 + F_{ελ} - m_2 g = BL \frac{E}{R_2} + F_{ελ} - m_2 g, \text{ η οποία με τη βοήθεια της (1) δίνει}$$

$$\Sigma F' = BL \frac{E}{R_2}$$

Αντικαθιστούμε στην τελευταία σχέση την ποσότητα BLE από τη σχέση (2) και παίρνουμε:

$$\Sigma F' = (m_1 + m_2) g R_1 \frac{1}{R_2}$$

Άρα, ο αγωγός ΜΝ ξεκινήσει να κινείται με επιτάχυνση

$$\alpha = \frac{\Sigma F'}{m_2} = \frac{(m_1 + m_2) R_1}{m_2 R_2} g$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου είναι μηδενικό διότι η δύναμη από το ηλεκτρικό πεδίο είναι κάθετη στη μετατόπιση του σωματιδίου. Για την ταχύτητα με την οποία περνάει

Φυσική Γ' Λυκείου - Επανάληψη / Παλόγος Αντ., Κατεβάτης Χ., Μπετσάκος Π. & Ποντικός Ηλ
μέσα από τον επιλογέα έχουμε ότι:

$$v = \frac{E}{B} = 10^4 \text{ m/s}$$

Γ2. Μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης B' το ιόν διαγράφει κυκλική τροχιά ακτίνας:

$$R_1 = \frac{m_1}{B'q}$$

Άρα το ειδικό φορτίο είναι:

$$\frac{q}{m_1} = \frac{1}{R_1 B'} = \frac{1}{1 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-1}} \Rightarrow \frac{q}{m_1} = 5 \cdot 10^6$$

Γ3. Τα ιόν είναι μονοσθενές, οπότε μάζα του είναι:

$$m_1 = \frac{1,6 \cdot 10^{-19}}{5 \cdot 10^6} \text{ Kg} \Rightarrow m_1 = 32 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

Η μεταβολή στην ορμή του ιόντος είναι:

$$\Delta p = m_1 v - (-m_1 v) = 2m_1 v = 2 \cdot 32 \cdot 10^{-27} \cdot 10^4 \text{ Kg} \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow \Delta p = 64 \cdot 10^{-23} \text{ Kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Γ4. Η μάζα του κάθε ισοτόπου είναι:

$$m_1 = \frac{R_1 B' q}{v}, \quad m_2 = \frac{R_2 B' q}{v}$$

Άρα το ηηλίκο των μαζών είναι:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{R_1 B' q}{v}}{\frac{R_2 B' q}{v}} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{5}{6}$$

Γ5. Η διαφορά μάζας των δύο ισοτόπων είναι:

$$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{6}{5} m_1 - m_1 = \frac{1}{5} m_1 = \frac{1}{5} 32 \cdot 10^{-27} \text{ Kg} \Rightarrow \Delta m = 6,4 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

Διαιρούμε με τη μάζα του ενός νουκλεονίου για να βρούμε τη διαφορά των ισοτόπων σε νουκλεόνια.

$$\Delta n = \frac{\Delta m}{m_n} = \frac{6,4 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}}{1,6 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}} \Rightarrow \Delta n = 4$$

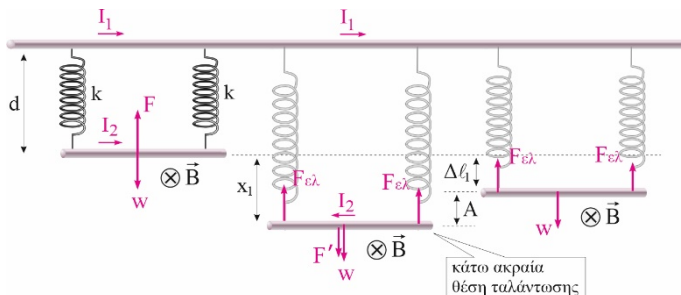
Επειδή τα ισότοπα έχουν ίδιο αριθμό πρωτονίων, θα έχουν ίδιο ατομικό αριθμό, άρα η διαφορά του μαζικού αριθμού οφείλεται στον διαφορετικό αριθμό νετρονίων, $\Delta n = 4$.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Για να ισορροπεί ο αγωγός πρέπει $\Sigma F = 0$. Επειδή τα ελατήρια έχουν το φυσικό τους μήκος δεν ασκούν δύναμη, άρα η δύναμη Laplace πρέπει να έχει φορά προς τα πάνω και μέτρο ίσο με το βάρος του αγωγού. $\Sigma F = 0 \Rightarrow F_L - mg = 0 \Rightarrow F_L = 0,1 \text{ N}$ Με εφαρμογή του τύπου

Φυσική Γ' Λυκείου - Επανάληψη / Παλόγος Αντ., Κατεβάρης Χ., Μπετσάκος Π. & Ποντικός Ηλ.
 που δίνει τη δύναμη μεταξύ δύο παραλλήλων ρευματοφόρων αγωγών βρίσκουμε την αρχική απόσταση των δύο αγωγών.

$$F_L = 2k_\mu \frac{I_1 I_2 \ell}{d} \Rightarrow d = 2k_\mu \frac{I_1 I_2 \ell}{F_L} = 2\text{cm}$$



Δ 2. Η αντιστροφή του ρεύματος προκαλεί αντιστροφή της δύναμης Laplace. Η νέα ισορροπία του αγωγού οφείλεται στις δύο δυνάμεις που ασκούνται από τα ελατήρια. Η νέα συνθήκη ισορροπίας

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F'_L + mg - 2|F_{\epsilon\lambda}| = 0 \quad (1)$$

Με αντικατάσταση στην (1) της F και F_{ελ} γράφεται

$$2k_\mu \frac{I_1 I_2 \ell}{d + x_1} + mg - 2kx_1 = 0 \Rightarrow \frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2} + x_1} + 0,1 - \frac{28}{6} x_1 = 0 \Rightarrow 14x_1^2 - 0,02x_1 - 12 \cdot 10^{-3} = 0$$

Οι λύσεις του τριωνύμου είναι $x_1 = \frac{0,02 \pm 0,82}{28} \text{m}$. Αποδεκτή είναι η $x = 3\text{cm}$.

Δ3. Αν καταργηθούν τα ρεύματα, ο κάτω αγωγός θα ισορροπήσει κάτω από το Φ.Μ. κατά Δl_1 .

$$\Delta l_1 = \frac{mg}{2k} = \frac{3}{140} \text{m}$$

Μετά την κατάργηση των ρευμάτων, ο αγωγός από την κάτω ακραία θέση ξεκινά να εκτελεί ΑΑΤ με $D=2k$ και πλάτος ταλάντωσης

$$A = x_1 - \Delta l_1 = \left(\frac{3}{100} - \frac{3}{140} \right) \text{m} \Rightarrow A = \frac{6}{700} \text{m}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2k}{m}} = 2\sqrt{\frac{35}{3}} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

Η κυκλική συχνότητα της ταλάντωσης είναι

$$x = \frac{6}{700} \eta\mu \left(2\sqrt{\frac{35}{3}} t + \frac{\pi}{2} \right), \quad (\text{SI})$$

Η εξίσωση ταλάντωσης είναι

Δ4. Το πλησιέστερο σημείο που φτάνει ο αγωγός προς το ΦΜ του ελατηρίου είναι $x_1 - 2A$.

Επομένως η ελάχιστη επιμήκυνση του ελατηρίου είναι

$$\Delta l_{\text{min}} = \frac{3}{100} \text{m} - 2 \cdot \frac{6}{700} \text{m} \Rightarrow \Delta l_{\text{min}} = \frac{9}{700} \text{m}$$

$$F_{\epsilon\lambda, \text{min}} = k \Delta l_{\text{min}} = 0,03 \text{N}$$