

ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

3^ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ (ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6) - ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1α. α A1β. α

A2α. γ A2β. β

A3α. β A3β. δ

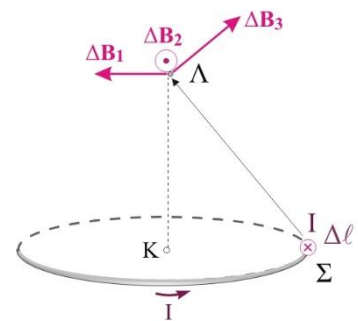
A4α. β A4β. δ

A5. λ, λ, Σ, Σ, Σ

ΘΕΜΑ Β

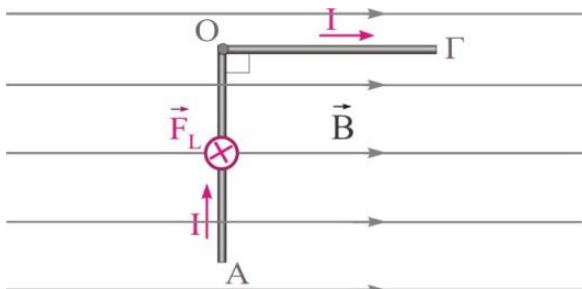
B1. Σωστή απάντηση είναι η (γ).

Το τμήμα $\Delta\ell$ δημιουργεί στο σημείο Λ ένταση που είναι κάθετη στο επίπεδο που ορίζει το διάνυσμα $\Delta\ell$ και το σημείο Λ και φορά που βρίσκεται με τον κανόνα του δεξιού χεριού. Το διάνυσμα $\Delta\ell$ έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και διαπερνά τη σελίδα στο σημείο Σ , δηλαδή το επίπεδο που ορίζουν τα $\Delta\ell$ και Λ είναι κάθετο στη σελίδα και πλάγιο καθώς περιέχει το ευθύγραμμο τμήμα $\Lambda\Sigma$. Το ζητούμενο $\Delta\mathbf{B}$ πρέπει να βρίσκεται πάνω στη σελίδα. Από τα $\Delta\mathbf{B}_1, \Delta\mathbf{B}_3$ μόνο το $\Delta\mathbf{B}_3$ είναι κάθετο στο επίπεδο που ορίζει το $\Delta\ell$ και το σημείο Λ .

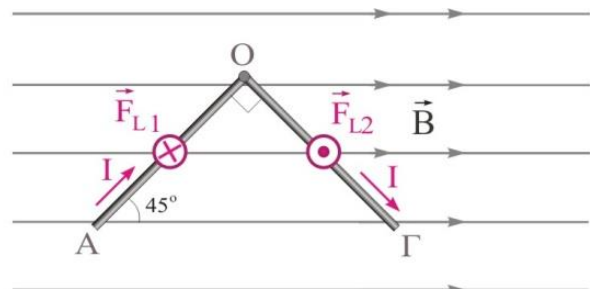


B2. Σωστή απάντηση είναι η (α).

Στο Σχήμα 1: Η πλευρά AO δέχεται δύναμη από το μαγνητικό πεδίο που έχει μέτρο ίσο με $F_L = BI\ell$ και φορά από τον αναγνώστη προς την σελίδα. Η πλευρά OG δεν δέχεται δύναμη, επειδή είναι παράλληλη με τις δυναμικές γραμμές.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

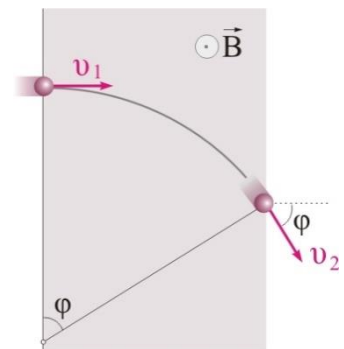
Στο Σχήμα 2: Η πλευρά ΑΟ σχηματίζει γωνία 45° με την ένταση του μαγνητικού πεδίου, οπότε δέχεται δύναμη Laplace μέτρου $F_{L1} = BI\ell\eta\mu 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}BI\ell$ και φοράς από τον αναγνώστη προς την σελίδα.

Η πλευρά ΟΓ, επίσης σχηματίζει γωνία 45° με την ένταση του μαγνητικού πεδίου, οπότε δέχεται δύναμη Laplace από το μαγνητικό πεδίο μέτρου $F_{L2} = BI\ell\eta\mu 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}BI\ell$ και φοράς από την σελίδα προς τον αναγνώστη (αντίθετη της δύναμης F_{L1}).

Επειδή οι δυνάμεις $\vec{F}_{L1}, \vec{F}_{L2}$ είναι αντίθετες, η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στον αγωγό ΑΟΓ είναι ίση με μηδέν.

B3. Σωστή απάντηση είναι η (β).

Το κέντρο της κυκλικής τροχιάς προσδιορίζεται αν προεκτείνουμε τους φορείς της δύναμης Lorentz στην αρχική και τελική θέση του σωματιδίου. Το σημείο τομής των δύο φορέων, Ο, είναι το κέντρο της κυκλικής τροχιάς. Η γωνία εκτροπής φ έχει πλευρές κάθετες με την επίκεντρο γωνία που αντιστοιχεί στην τροχιά του σωματιδίου. Άρα, το σωματίδιο εκτελώντας ομαλή κυκλική κίνηση παραμένει στο μαγνητικό πεδίο για χρονικό διάστημα t , που αντιστοιχεί σε επίκεντρο γωνία



$$\varphi = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

$$\varphi = \omega t = \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow \frac{\pi}{3} = \frac{2\pi}{T} t \Rightarrow t = \frac{T}{6}$$

Με αντικατάσταση της σχέσης που δίνει την περίοδο της κυκλικής κίνησης $T = \frac{2\pi m}{B|q|}$ προκύπτει

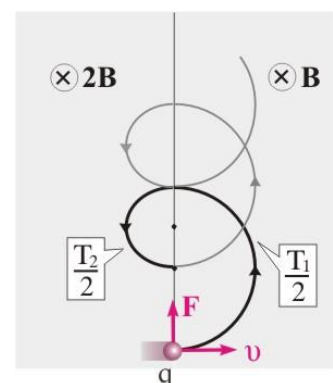
$$t = \frac{\pi m}{3|q|B}$$

B4. Σωστή απάντηση η (γ).

Στο μαγνητικό πεδίο έντασης $B_1=B$ το θετικά φορτισμένο σωματίδιο εκτελεί ημικυκλική τροχιά ακτίνας R_1 και στο μαγνητικό πεδίο έντασης $B_2=2B$ εκτελεί ημικυκλική τροχιά ακτίνας R_2 .

Η περίοδος της κίνησης του σωματιδίου είναι

$$T = \frac{T_1}{2} + \frac{T_2}{2} \Rightarrow T = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi m}{qB} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi m}{q2B} \Rightarrow T = \frac{3\pi m}{2qB}$$



ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Στο συνεχές ρεύμα η εφαρμοζόμενη σε έναν αντιστάτη R , τάση V και η ισχύς που αυτός απορροφά συνδέονται με τη σχέση $P = \frac{V^2}{R}$.

Τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα είναι $V_{\Lambda}=12V$ και $P_{\Lambda}=48W$. Από αυτά, μπορούμε να υπολογίσουμε την αντίσταση R_{Λ} του λαμπτήρα.

$$R_{\Lambda} = \frac{V_{\Lambda}^2}{P_{\Lambda}} = \frac{(12V)^2}{48W} \Rightarrow R_{\Lambda} = 3\Omega$$

Γ2. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς δίνεται από τη σχέση $B_{\Sigma} = \frac{\mu_0 N_1 I}{\ell_1}$, (1)

Το ρεύμα έντασης I είναι το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του λαμπτήρα που δίνεται από τη σχέση $I = \frac{P_{\Lambda}}{V_{\Lambda}} = \frac{48W}{12V} \Rightarrow I = 4A$.

Αντικαθιστώντας στη σχέση (1) παίρνουμε $B_{\Sigma} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2} 10^3 \cdot 4A}{1m} \Rightarrow B_{\Sigma} = 16\pi \cdot 10^{-4} T$.

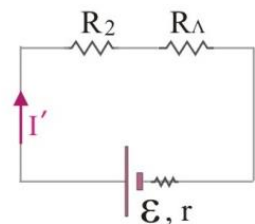
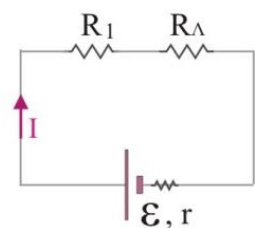
Γ3. Κόβοντας το σωληνοειδές στη μέση προκύπτει ένα νέο σωληνοειδές με τις μισές σπείρες ($N_2 = \frac{N_1}{2}$), το μισό μήκος ($\ell_2 = \frac{\ell_1}{2}$) και τη μισή αντίσταση $R_2 = \frac{R_1}{2}$.

Το νέο ρεύμα έντασης I' που διαρρέει το κύκλωμα είναι

$$I' = \frac{\varepsilon}{R_2 + R_{\Lambda} + r}, \quad (2)$$

όπου r η εσωτερική αντίσταση της πηγής. Αυτή θα υπολογιστεί από τις αρχικές συνθήκες του κυκλώματος.

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_{\Lambda} + r} \Rightarrow r = \frac{\varepsilon - IR_1 - IR_{\Lambda}}{I} = \frac{48V - 4A \cdot 8\Omega - 4A \cdot 3\Omega}{4A} \Rightarrow r = 1\Omega$$



Αντικαθιστώντας στη σχέση (2) παίρνουμε

$$I' = \frac{\varepsilon}{R_2 + R_A + r} = \frac{48\text{V}}{4\Omega + 3\Omega + 1\Omega} \Rightarrow I' = 6\text{A}$$

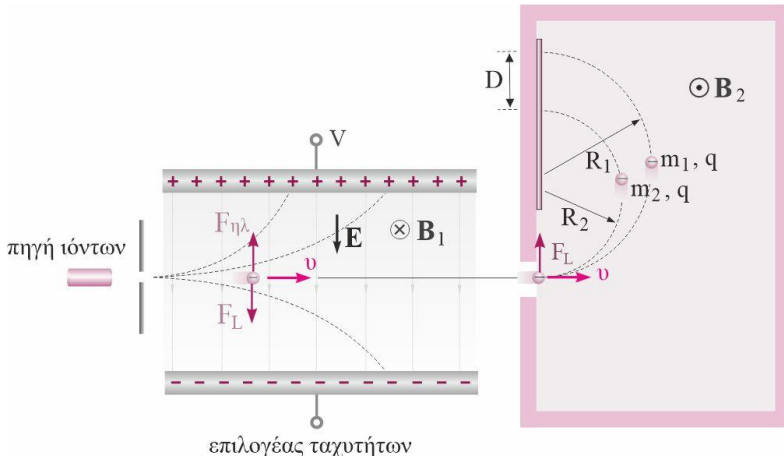
Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα άκρα του σωληνοειδούς είναι το μισό από αυτό που είναι στο εσωτερικό του και δίνεται από τη σχέση:

$$B'_\Sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{\mu_0 \frac{N_1}{2} I'}{\frac{\ell_1}{2}} = \frac{2\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2} \frac{10^3}{2} \cdot 6\text{A}}{\frac{1}{2}\text{m}} \Rightarrow B'_\Sigma = 12\pi \cdot 10^{-4}\text{T}$$

Γ4. Ο λαμπτήρας τώρα διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I' > I$. Αυτό σημαίνει ότι εφαρμόζεται υψηλότερη τάση από την κανονική (υπερλειτουργεί) με κίνδυνο αυτός να καεί.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Για να διέρχονται ανεπηρέαστα τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα χλωρίου θα πρέπει το σύνθετο πεδίο να έχει τη μορφή του σχήματος. Στα ιόντα θα ασκείται ηλεκτρική δύναμη προς τα πάνω και μαγνητική προς τα κάτω.



Δ2. Η ηλεκτρική δύναμη έχει μέτρο $F_{\eta\lambda} = E|q|$ και η μαγνητική $F_L = B|q|v$. Για τα ιόντα που περνούν ανεπηρέαστα ισχύει: $F_{\eta\lambda} = F_L \Rightarrow E|q| = B_1|q|v \Rightarrow v = \frac{E}{B_1} = \frac{10^4\text{V/m}}{2 \cdot 10^{-2}\text{T}} \Rightarrow v = 5 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Δ3. Τα ιόντα αφού διαγράψουν ένα ημικύκλιο προσπίπτουν στο διάφραγμα αφήνοντας το ίχνος τους. Η απόσταση του ίχνους από το σημείο εισόδου είναι $2R$, όπου R η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς. Όμως, $R = \frac{mv}{B_2|q|}$. Όλα τα ιόντα έχουν την ίδια v (αυτή που επιτρέπει ο επιλογέας ταχυτή-

των), το ίδιο φορτίο (μονοσθενή ιόντα) και κινούνται στο ίδιο μαγνητικό πεδίο (έχει ένταση B_2). Τα δύο ίχνη δημιουργήθηκαν γιατί στα ιόντα υπάρχουν δύο ισότοπα. Σύμφωνα με την τελευταία σχέση το ισότοπο με τη μεγαλύτερη μάζα πηγαίνει μακρύτερα.

Δ4. Για την απόσταση D μεταξύ των δύο ιχνών ισχύει:

$$D = 2R_2 - 2R_1 = 2 \frac{m_2 v}{B_2 |q|} - 2 \frac{m_1 v}{B_2 |q|} \Rightarrow D = \frac{2v}{B_2 |q|} (m_2 - m_1) \Rightarrow m_2 - m_1 = \frac{DB_2 |q|}{2v}$$

$$m_2 - m_1 = \frac{(4 \cdot 10^{-2} \text{ cm}) \cdot (5 \cdot 10^{-1} \text{ T}) (1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})}{2 \cdot 5 \cdot 10^5 \text{ m/s}} \Rightarrow m_2 - m_1 = 3,2 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Διαιρώντας με τη μάζα του ενός νουκλεονίου, εύκολα προκύπτει $\frac{m_2 - m_1}{m_n} = 2$.

Άρα, τα δύο ισότοπα διαφέρουν κατά δύο νετρόνια.

Δ5. Η διαφορά των μέτρων των ορμών των δύο ισωτόπων είναι

$$p_2 - p_1 = m_2 v - m_1 v = (m_2 - m_1) v \Rightarrow p_2 - p_1 = (3,2 \cdot 10^{-27} \text{ kg}) (5 \cdot 10^5 \text{ m/s}) \Rightarrow p_2 - p_1 = 1,6 \cdot 10^{-21} \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$$

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών:

Τα θέματα επιμελήθηκαν **Δουκατζής Βασίλειος, Ιστάπολος Βασίλειος, Κορκίζογλου Πρόδρομος, Μπετσάκος Παναγιώτης και Ποντικός Ηλίας, Φυσικοί.**

Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον **Παλόγο Αντώνιο, Φυσικό.**