Επαναληπτικό Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού
Γ΄ Λυκείου

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1, Α2, Α3 και Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση:

Α1. Σώμα μάζας m ισορροπεί δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k, το πάνω άκρο του οποίου είναι ακλόνητο. Εκτρέπουμε το σώμα κατακόρυφα προς τα κάτω και το αφήνουμε ελεύθερο. Κατά την κίνησή του δέχεται δύναμη απόσβεσης της μορφής $F_{ANT} = -b \cdot υ$, όπου b μικρή θετική σταθερά και υ η ταχύτητα του σώματος. Τότε:

α. η κίνηση είναι αμείωτη

β. η επιτάχυνση του σώματος όταν περνά από την αρχική θέση ισορροπίας του είναι ίση με μηδέν

γ. ο λόγος διαδοχικών πλατών ταλάντωσης προς την ίδια κατεύθυνση μειώνεται

δ. το ποσοστό μεταβολής του πλάτους ταλάντωσης ανά περίοδο παραμένει σταθερό

(Μονάδες 5)

Α2. Δύο σύγχρονες πηγές $Π_1$ και $Π_2$ παράγουν αρμονικά κύματα ίδιας περιόδου Τ στην επιφάνεια ενός υγρού. Σε σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού φτάνει το κύμα από την $Π_1$ τη στιγμή t_1 και από την $Π_2$ τη στιγμή $t_2 = t_1 + 3 \cdot T$. Στο σημείο Σ θα συμβεί:

α. ενισχυτική συμβολή των κυμάτων από τη στιγμή t_1 και μετά

β. αποσβετική συμβολή των κυμάτων από τη στιγμή t_1 και μετά

γ. ενισχυτική συμβολή των κυμάτων από τη στιγμή t_2 και μετά

δ. αποσβετική συμβολή των κυμάτων από τη στιγμή t_2 και μετά

(Μονάδες 5)

Α3. Σε ελαστική χορδή της οποίας τα άκρα είναι ακλόνητα έχει αποκατασταθεί στάσιμο κύμα:

α. στη χορδή εμφανίζεται ίδιο πλήθος δεσμών και κοιλιών

β. οι συχνότητες που μπορούν να δημιουργήσουν στάσιμο κύμα στη χορδή είναι κβαντισμένες

γ. όλα τα σημεία της χορδής έχουν την ίδια φάση

δ. οι κοιλίες είναι περισσότερες από τους δεσμούς

(Μονάδες 5)

Α4. Αρχικά ακίνητος ομογενής τροχός ακτίνας R στρέφεται με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση μέτρου $α_γ$ γύρω από σταθερό άξονα κάθετο στο επίπεδό του που διέρχεται από το κέντρο του:

α. τα σημεία του τροχού δεν έχουν επιτάχυνση

β. για το μέτρο της επιτάχυνσης του κέντρου του τροχού ισχύει $α_{cm} = α_γ \cdot R$

γ. η γωνιακή μετατόπιση του τροχού είναι ανάλογη με το τετράγωνο του χρονικού διαστήματος κίνησής του

δ. η γωνιακή μετατόπιση του τροχού είναι ανάλογη με το χρονικό διάστημα κίνησής του

(Μονάδες 5)

Α5. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

α. Δύο λείες σφαίρες με ίσες μάζες συγκρούονται ελαστικά. Οι σφαίρες ανταλλάσσουν ταχύτητες.

β. Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 θεωρούμενα ως μέλανα έχουν αντίστοιχες θερμοκρασίες T_1 και T_2 με $T_1 < T_2$. Το μήκος κύματος μέγιστης εκπεμπόμενης έντασης ακτινοβολίας του σώματος Σ_1 είναι μεγαλύτερο από αυτό του σώματος Σ_2.

γ. Συσκευή τροφοδοτείται από αρμονικά εναλλασσόμενη τάση. Για να λειτουργεί κανονικά η συσκευή πρέπει το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης να είναι ίσο με την τάση κανονικής λειτουργίας της συσκευής.

δ. Σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Το πλάτος ταλάντωσης αποκλείεται να είναι το ίδιο για δύο διαφορετικές συχνότητες του διεγέρτη.

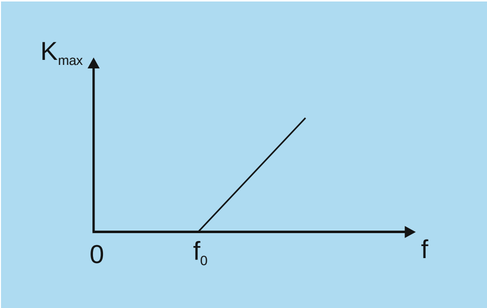
ε. Η αδυναμία μας να μετρήσουμε ταυτόχρονα τη θέση και την ορμή ενός σωματιδίου στον ίδιο άξονα οφείλεται σε ατέλειες των συσκευών μέτρησης που χρησιμοποιούμε.

(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Σε κάθε μια από τις παρακάτω ερωτήσεις, να επιλέξετε τη σωστή απάντηση, αφού προηγουμένως δικαιολογήσετε την επιλογή σας

Β1. Σε διάταξη μελέτης του φωτοηλεκτρικού φαινόμενου, το έργο εξαγωγής του μετάλλου είναι ϕ_1 και τα ηλεκτρόνια αποσπώνται από την επιφάνεια του μετάλλου. Το διάγραμμα της κινητικής ενέργειας K_{max} των αποσπώμενων ηλεκτρονίων σε συνάρτηση με τη συχνότητα f του προσπίπτοντος φωτός στο μέταλλο φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αντικαθιστούμε το μέταλλο με άλλο, του οποίου το έργο εξαγωγής είναι $\phi_2 > \phi_1$. Το νέο διάγραμμα K_{max} - f :



α. θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά και θα αυξήσει την κλίση του

β. θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά και θα διατηρήσει την κλίση του

γ. θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά και θα διατηρήσει την κλίση του

(Μονάδες 7)

Β2. Κατά μήκος ελαστικού μέσου διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα πλάτους Α. Τη στιγμή t_1 το κύμα φτάνει σε σημείο Μ, το οποίο ξεκινά να ταλαντώνεται προς τα θετικά, ενώ τη στιγμή $t_2 = t_1 + \frac{T}{3}$, όπου Τ η περίοδος του κύματος, ξεκινά να ταλαντώνεται σημείο Ν. Τη στιγμή t_3 που το σημείο Ν έχει απομάκρυνση $y_N = -A$, το σημείο Μ έχει επιτάχυνση:

α. $\alpha_M = -\frac{4\pi^2}{T^2}\cdot A$ β. $\alpha_M = -\frac{2\pi^2}{T^2}\cdot A$ γ. $\alpha_M = \frac{2\pi^2}{T^2}\cdot A$

Δίνεται $\eta\mu\frac{\pi}{6} = \frac{1}{2}, \sigma\upsilon\nu\frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

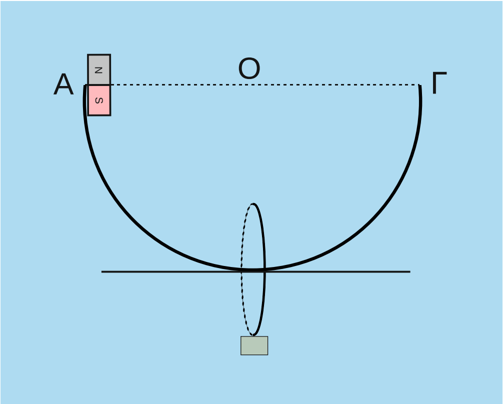
(Μονάδες 6)

B3. Από την κορυφή Α ακλόνητου λείου ημισφαιρίου αφήνουμε ένα μικρό μαγνήτη να κινηθεί κατά μήκος του. Στη βάση του ημισφαιρίου βρίσκεται αγώγιμος δακτύλιος, ο οποίος είναι στερεωμένος σε μονωτική βάση. Το επίπεδο του δακτυλίου είναι κάθετο στο επίπεδο του ημισφαιρίου, όπως φαίνεται στο σχήμα και η αντίσταση του αέρα ασήμαντη. Ο μαγνήτης θα σταματήσει στιγμιαία για πρώτη φορά:

α. στο σημείο Γ (αντιδιαμετρικό του Α)

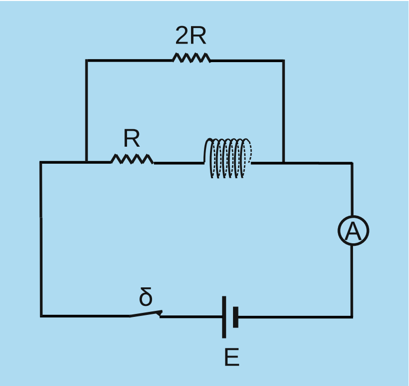
β. χαμηλότερα από το σημείο Γ (αντιδιαμετρικό του Α)

γ. ψηλότερα από το σημείο Γ (αντιδιαμετρικό του Α)

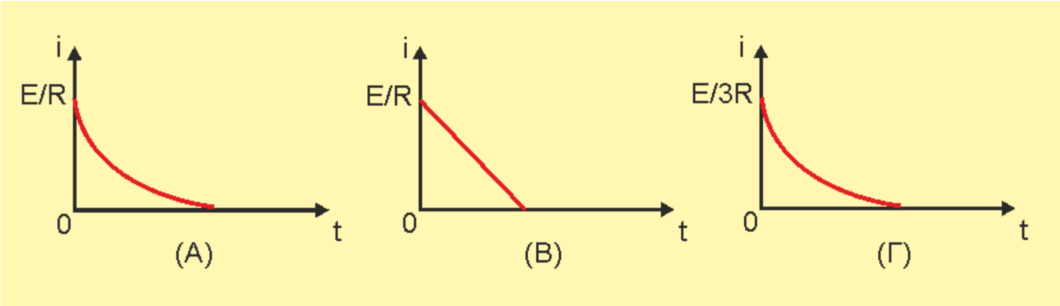


(Μονάδες 6)

B4. Στο κύκλωμα του σχήματος η πηγή και το σωληνοειδές δεν παρουσιάζουν αντίσταση. Ο διακόπτης δ είναι κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα.



Τη χρονική στιγμή t = 0 ανοίγουμε τον διακόπτη δ. Το διάγραμμα που παριστάνει την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές σε συνάρτηση με το χρόνο είναι το:

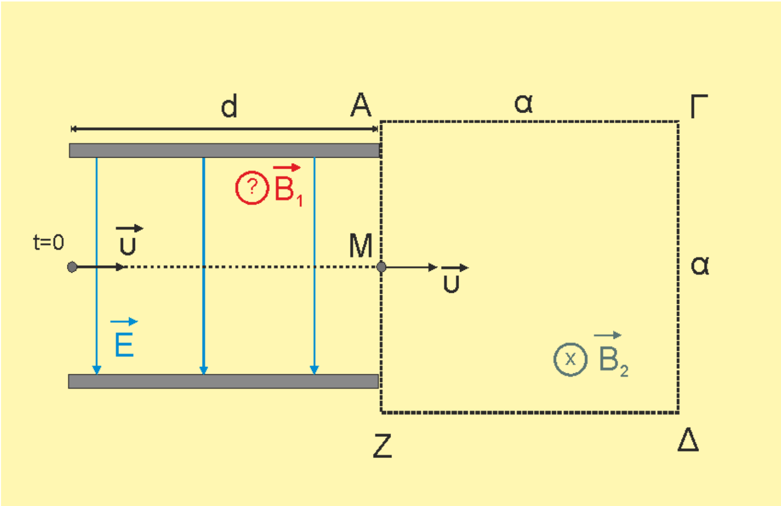


α. (Α) β. (Β) γ. (Γ)

(Μονάδες 6)

ΘΕΜΑ Γ

Πρωτόνιο μάζας $m = 1{,}6 \cdot 10^{-27}kg$ και φορτίου $q = 1{,}6 \cdot 10^{-19}C$ εισέρχεται τη χρονική στιγμή t = 0 με ταχύτητα μέτρου $u = 10^4\ m/s$ στο χώρο μεταξύ δύο αντίθετα φορτισμένων μεταλλικών πλακών μήκους d = 0,5 m, όπου συνυπάρχουν ομογενές ηλεκτρικό πεδίο μέτρου έντασης $E = 100\ V/m$ και ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_1$, με τις δυναμικές τους γραμμές κάθετες μεταξύ τους. Η ταχύτητα του πρωτονίου είναι κάθετη στις εντάσεις και των δύο πεδίων, όπως φαίνεται στο σχήμα.



Γ1. να υπολογίσετε την ένταση $\vec{B}_1$ του μαγνητικού πεδίου σε τιμή και κατεύθυνση, ώστε το πρωτόνιο να εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

(Μονάδες 4)

Στη συνέχεια το πρωτόνιο εισέρχεται σε χώρο, που η τομή του είναι τετράγωνο ΑΓΔΖ πλευράς α = 1m. Στο χώρο επικρατεί ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}_2$ κάθετης στο τετράγωνο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το πρωτόνιο εισέρχεται στο χώρο από το μέσο Μ της πλευράς ΑΖ. Να υπολογίσετε:

Γ2. το μέτρο B_2 της έντασης του μαγνητικού πεδίου, ώστε το πρωτόνιο να εξέλθει από την κορυφή Γ του τετραγώνου

(Μονάδες 5)

Γ3.

α. το μέτρο και την κατεύθυνση της στροφορμής του πρωτονίου ως προς το κέντρο της τροχιάς του

β. τη μεταβολή του μήκους κύματος κατά de Broglie του πρωτονίου κατά την κίνησή του στο μαγνητικό πεδίο

(Μονάδες 5)

Γ4. το μέτρο της μεταβολής της ορμής του πρωτονίου κατά την κίνησή του στο μαγνητικό πεδίο

(Μονάδες 6)

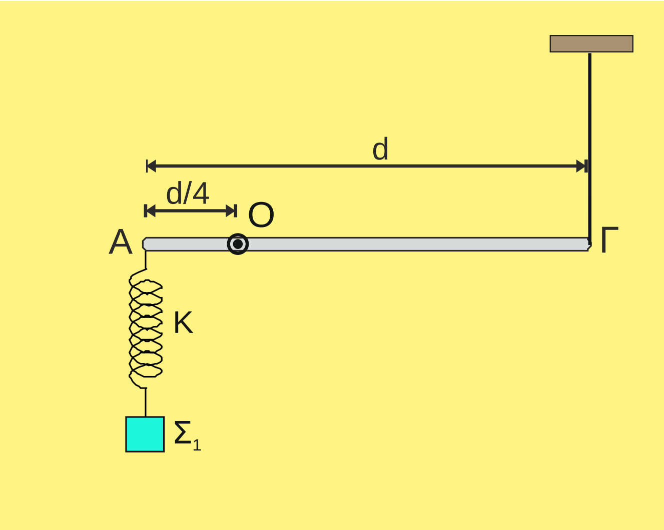
Γ5. τη στιγμή εξόδου του πρωτονίου από το μαγνητικό πεδίο

(Μονάδες 5)

Οι βαρυτικές δυνάμεις και η αντίσταση του αέρα αγνοούνται και για τις πράξεις δίνονται οι προσεγγίσεις: $1{,}6 \cdot \sqrt{\frac{4}{5}} = 1{,}4$, $συν53^0 = \frac{3}{5}$, $\frac{53\pi}{1440} = 0{,}12$

ΘΕΜΑ Δ

Ομογενής ράβδος μάζας M = 4kg και μήκους d είναι στερεωμένη ακλόνητα σε σημείο Ο (άξονας) με (ΟΑ) = $\frac{d}{4}$, γύρω από το οποίο μπορεί να στρέφεται χωρίς τριβές. Το άκρο Γ της ράβδου είναι δεμένο με κατακόρυφο αβαρές και μη εκτατό νήμα, το άλλο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε οροφή. Στο άκρο Α έχουμε στερεώσει κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο, στο κάτω άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα $Σ_1$ μάζας m_1 = 1kg. Το σύστημα ισορροπεί με τη ράβδο οριζόντια και το ελατήριο να είναι επιμηκυμένο κατά $Δ\ell$ = 0,1m.



Δ1. να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης, που δέχεται η ράβδος στο σημείο Ο

(Μονάδες 5)

Τη χρονική στιγμή t = 0 εκτοξεύουμε το σώμα $Σ_1$ προς τα κάτω προσφέροντάς του ενέργεια E = 0,5J. Θεωρούμε θετική φορά την προς τα κάτω.

Δ2. να δείξετε ότι η ράβδος θα συνεχίσει να ισορροπεί

(Μονάδες 7)

Δ3. να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης, τη στιγμή που η απομάκρυνση του σώματος $Σ_1$ είναι ίση με $x_1 = 0,1\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}$ m για πρώτη φορά

(Μονάδες 6)

Δ4. αν το όριο θραύσης του νήματος είναι $T_{θρ}$ = 30N, να υπολογίσετε το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης του σώματος $Σ_1$, ώστε η ράβδος να ισορροπεί

(Μονάδες 7)

Η αντίσταση του αέρα θεωρείται ασήμαντη, η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης D = k, όπου k η σταθερά του ελατηρίου και το μέτρο της επιτάχυνσης βαρύτητας είναι $g = 10m/s^2$.

Καλή επιτυχία και οι καλύτερες ευχές για τις εξετάσεις!

Παπάζογλου Αποστόλης

Απαντήσεις

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ, { $(A_0-A_1/A_0)100\ \% = (A_0-A_0e^{-\Lambda T}/A_0)100\ \% = (1-e^{-\Lambda T})100\ \% =$ σταθ. }
Α2. γ, Α3. β, { L=Nλ/2→ L=Nυ/2f →f=Nυ/2L N=0,1,2,3…. }
Α4. γ, Α5. α. Λ, β. Σ, γ. Λ, δ. Λ, ε. Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. γ

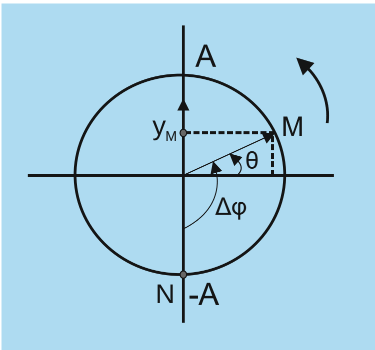
Από τη φωτοηλεκτρική εξίσωση του Einstein έχουμε $K_{max} = h \cdot f - \varphi$ (1)

Η εξίσωση αυτή είναι της μορφής $y = \alpha \cdot x + \beta$, της οποίας η κλίσης είναι το α. Επομένως η κλίση του διαγράμματος K_{max} - f είναι αριθμητικά ίση με τη σταθερά h του Planck.

Επίσης θέτοντας στην (1) K_{max} = 0 βρίσκουμε ότι η συχνότητα κατωφλίου είναι: $f_0 = \frac{\varphi}{h}$. Επομένως με την αλλαγή του μετάλλου, η συχνότητα κατωφλίου θα αυξηθεί, ενώ η κλίση του νέου διαγράμματος K_{max} – f θα παραμείνει σταθερή. Άρα το νέο διάγραμμα θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά διατηρώντας την κλίση του.

Β2. β

Το σημείο Μ προηγείται χρονικά του Ν κατά $t_2 - t_1 = \frac{T}{3}$, επομένως έχει μεγαλύτερη φάση κατά $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{3}$ έναντι του Ν. Από τον κύκλο αναφοράς έχουμε $\eta\mu\theta = \frac{y_M}{A} \xrightarrow{\theta = \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{6}} y_M = \frac{A}{2}$



Επομένως $\alpha_M = -\omega^2 \cdot y_M \to \alpha_M = -(\frac{2\pi}{T})^2 \cdot \frac{A}{2} \to \alpha_M = -\frac{2\pi^2}{T^2} \cdot A$

Ή και με εξισώσεις όπως παρακάτω:

Β2] Με εξισώσεις:

$$x_N - x_M = \upsilon \cdot \frac{T}{3} = \lambda \cdot f \cdot \frac{T}{3} = \frac{\lambda}{T} \cdot \frac{T}{3} = \frac{\lambda}{3} \quad (1)$$

(t_3): $$y_M = A\,\eta\mu\, 2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_M}{\lambda}\right) \quad (2)$$

$$y_N = A\,\eta\mu\, 2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_N}{\lambda}\right) \xrightarrow{y_N=-A} \eta\mu\, 2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_N}{\lambda}\right) = \eta\mu \frac{3\pi}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_N}{\lambda}\right) = 2k\pi + \frac{3\pi}{2} \\ 2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_N}{\lambda}\right) = 2k\pi + \pi - \frac{3\pi}{2} \end{cases} \xrightarrow[\text{1η φορά, η πιο μικρή } t_3]{k=0} 2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_N}{\lambda}\right) = -\frac{\pi}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{t_3}{T} - \frac{x_N}{\lambda} = -\frac{1}{4} \Rightarrow \frac{t_3}{T} = \frac{x_N}{\lambda} - \frac{1}{4} \quad (3)$$

$$(2) \xrightarrow{(3)} y_M = A\,\eta\mu\, 2\pi\left(\frac{x_N}{\lambda} - \frac{1}{4} - \frac{x_M}{\lambda}\right) = A\,\eta\mu\, 2\pi\left(\frac{x_N - x_M}{\lambda} - \frac{1}{4}\right) =$$

$$\overset{(1)}{=} A\,\eta\mu\, 2\pi\left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) = A\,\eta\mu\, 2\pi \frac{1}{12} = A\,\eta\mu \frac{\pi}{6} = \frac{A}{2}$$

(t_3): $$a_M = -\omega^2 y_M = -\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot y_M = -\frac{4\pi^2}{T^2} \cdot \frac{A}{2} = -\frac{2\pi^2}{T^2} \cdot A$$

β) σωστό

Β3. β

Κατά την κίνηση του μαγνήτη θα μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από το δακτύλιο. Έτσι θα εμφανιστεί σε αυτόν Η.Ε.Δ. από επαγωγή και επειδή είναι κλειστός θα διαρρέεται από ρεύμα, με αποτέλεσμα να παραχθεί θερμότητα στην αντίστασή του. Εφαρμόζουμε την Α.Δ.Ε. για το σύστημα μαγνήτη – δακτύλιο, από τη στιγμή που αφήσαμε το μαγνήτη και μέχρι να σταματήσει στιγμιαία για πρώτη φορά

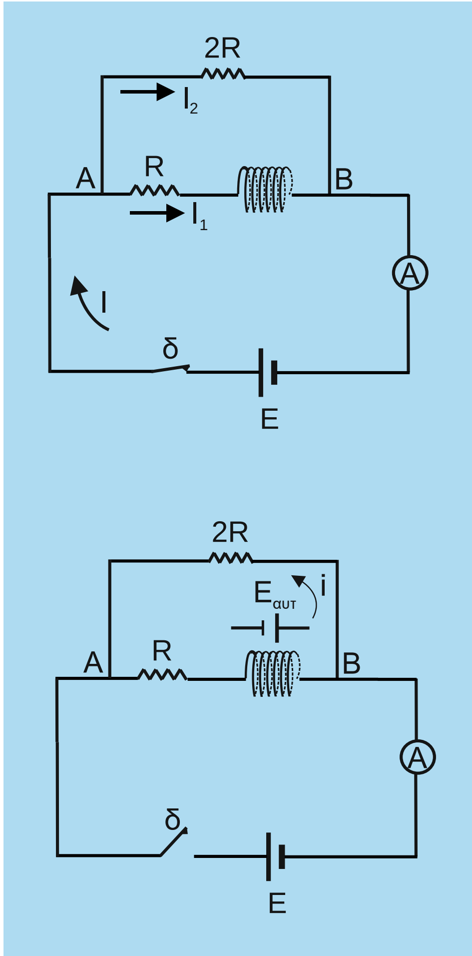
$$E_{\alpha\rho\chi} + \underbrace{E_{\pi\rho o\sigma\varphi}}_{E_{\pi\rho o\sigma\varphi}=0} - \left|E_{\delta\alpha\pi}\right| = E_{\tau\varepsilon\lambda} \rightarrow U_{BAP,A} - Q = U_{BAP,\tau\varepsilon\lambda} \rightarrow U_{BAP,\tau\varepsilon\lambda} < U_{BAP,A}$$

Επομένως ο μαγνήτης θα σταματήσει στιγμιαία για πρώτη φορά χαμηλότερα από το σημείο Α.

Β4. α

Αρχικά με τον διακόπτη κλειστό για μεγάλο χρονικό διάστημα, το σωληνοειδές διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης (το φαινόμενο της μαγνήτισής του έχει ολοκληρωθεί)

$$I_1 = \frac{V_{AB}}{R} \rightarrow I_1 = \frac{E}{R}$$



Τη στιγμή t = 0 ανοίγει ο διακόπτης δ, επομένως το ρεύμα που δίνει η πηγή μηδενίζεται και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές αρχίζει να μειώνεται. Στο σωληνοειδές εμφανίζεται τότε Η.Ε.Δ. από αυτεπαγωγή, η οποία σύμφωνα με τον κανόνα του Lenz, τείνει να αναιρέσει τη μείωση του ρεύματος, οπότε το σωληνοειδές αρχίζει να απομαγνητίζεται. Τη χρονική στιγμή t από το νόμο του Ohm θα έχουμε

$$i = \frac{|E_{αυτ}|}{3 \cdot R} \rightarrow i = \frac{L \cdot \left|\frac{di}{dt}\right|}{3 \cdot R} \rightarrow \left|\frac{di}{dt}\right| = \frac{3 \cdot i \cdot R}{L}$$

Από την τελευταία σχέση προκύπτει ότι η απόλυτη τιμή του ρυθμού μεταβολής της έντασης του ρεύματος μειώνεται, καθώς μειώνεται η ένταση του ρεύματος.
Συνεπώς η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές ξεκινά από την τιμή $I_1 = \frac{E}{R}$ και μειώνεται με μειούμενο ρυθμό μέχρι μηδενισμού της, όταν θα ολοκληρωθεί η απομαγνήτιση του σωληνοειδούς.

ΘΕΜΑ Γ

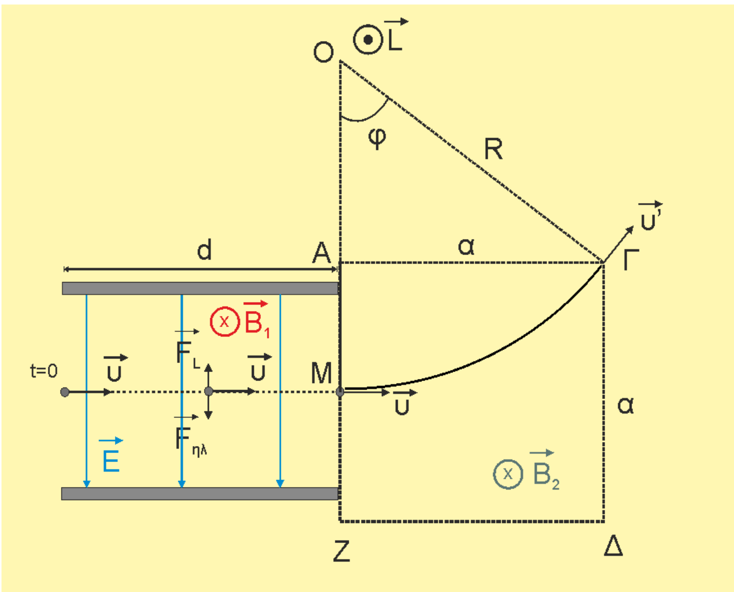
Γ1. Το πρωτόνιο εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, άρα θα ισχύει

$$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F_{ηλ} - F_L = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow q \cdot E = B_1 \cdot υ \cdot q = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow B_1 = \frac{E}{υ} \rightarrow B_1 = 10^{-2}\ T$$

Η κατεύθυνση της δύναμης Lorentz είναι προς τα πάνω, οπότε με κανόνα τριών δακτύλων βρίσκουμε ότι η κατεύθυνση του $\vec{B}_1$ είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



Γ2. Το πρωτόνιο κατά την είσοδό του στο δεύτερο μαγνητικό πεδίο δέχεται δύναμη Lorentz μόνιμα κάθετη στην ταχύτητά του, οπότε εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση. Από το τρίγωνο ΟΑΓ παίρνουμε

$$(\mathrm{O\Gamma})^2 = (\mathrm{A\Gamma})^2 + (\mathrm{OA})^2 \rightarrow R^2 = \alpha^2 + (R - \frac{\alpha}{2})^2 \rightarrow R = \frac{5\cdot\alpha}{4} \rightarrow R = \frac{5}{4}\,\mathrm{m}$$

Όμως $R = \dfrac{m\cdot\upsilon}{q\cdot B_2} \rightarrow B_2 = 8\cdot 10^{-5}\ \mathrm{T}$

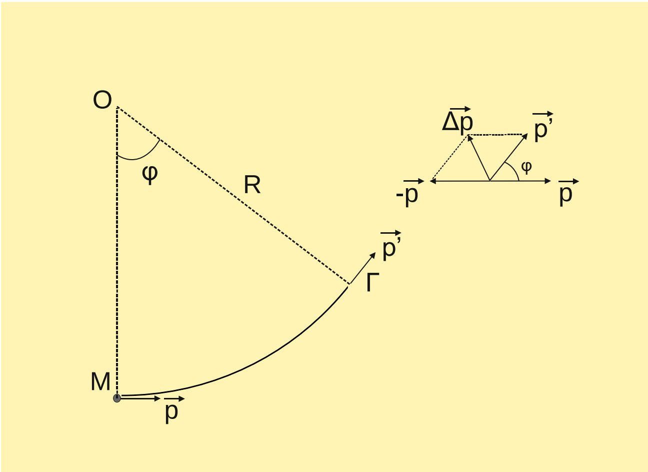
Γ3. α. Το μέτρο της στροφορμής του πρωτονίου ως προς το Ο είναι

$$L = m\cdot\upsilon\cdot R \rightarrow L = 2\cdot 10^{-23}\ \mathrm{kg\cdot m^2/s}$$

και η κατεύθυνση της προκύπτει, με τον κανόνα του δεξιού χεριού, από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

β. Η ορμή του πρωτονίου δεν μεταβάλλεται κατά μέτρο κατά την κίνησή του, επομένως από τη σχέση $p = \dfrac{h}{\lambda}$ προκύπτει ότι το μήκος κύματος κατά de Broglie του πρωτονίου δεν μεταβάλλεται.

Γ4. Η αρχική ορμή $\vec{p}$ και η τελική ορμή $\vec{p}\,'$ του πρωτονίου σχηματίζουν γωνία φ (γωνίες με πλευρές κάθετες ανά δύο). Από το τρίγωνο ΟΑΓ παίρνουμε



$$\sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{(\mathrm{OA})}{(\mathrm{O\Gamma})} \rightarrow \sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{R - \frac{\alpha}{2}}{R} \rightarrow$$

$$\rightarrow \sigma\upsilon\nu\varphi = \frac{3}{5}$$

Είναι $\Delta\vec{p} = \vec{p}\,' - \vec{p} \rightarrow \Delta\vec{p} = \vec{p}\,' + (-\vec{p})$

Για το μέτρο της μεταβολής της ορμής του πρωτονίου από το Μ στο Γ έχουμε

$$|\Delta\vec{p}| = \sqrt{|\vec{p}\,'|^2 + |-\vec{p}|^2 + 2\cdot|\vec{p}\,'|\cdot|-\vec{p}|\cdot\sigma\upsilon\nu(\pi-\varphi)} \xrightarrow[\sigma\upsilon\nu(\pi-\varphi) = -\sigma\upsilon\nu\varphi]{|\vec{p}\,'| = |-\vec{p}|} |\Delta\vec{p}| = \sqrt{2\cdot|\vec{p}|^2 - 2\cdot|\vec{p}|^2\cdot\sigma\upsilon\nu\varphi} \rightarrow$$

$$\rightarrow |\Delta\vec{p}| = \sqrt{2\cdot|\vec{p}|^2 - 2\cdot|\vec{p}|^2\cdot\frac{3}{5}} \rightarrow |\Delta\vec{p}| = \sqrt{\frac{4}{5}|\vec{p}|^2} \rightarrow |\Delta\vec{p}| = m\cdot\upsilon\cdot\sqrt{\frac{4}{5}} \rightarrow |\Delta\vec{p}| = 1{,}4\cdot 10^{-23}\ \mathrm{kg\cdot m/s}$$

Γ5. Για την κίνηση στο φίλτρο ταχυτήτων έχουμε

$$\Delta t_1 = \frac{d}{\upsilon} \rightarrow \Delta t_1 = 5\cdot 10^{-5}\ \mathrm{s}$$

Για την κίνηση από το Μ στο Γ έχουμε

$$\Delta t_2 = \frac{\varphi}{360^0}\cdot T \rightarrow \Delta t_2 = \frac{\varphi}{360^0}\cdot T \rightarrow \Delta t_2 = \frac{\frac{53\pi}{180}}{2\pi}\cdot\frac{2\pi\cdot m}{q\cdot B_2} \rightarrow \Delta t_2 = \frac{53\pi\cdot m}{180\cdot q\cdot B_2} \rightarrow \Delta t_2 = 12\cdot 10^{-5}\ \mathrm{s}$$

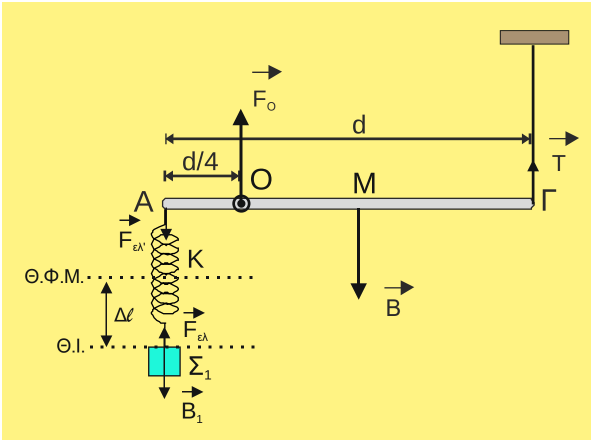
Ή $\varphi = \omega\cdot\Delta t_2 \Rightarrow \varphi = \frac{2\pi}{T}\Delta t_2$

Άρα η στιγμή εξόδου του πρωτονίου από το σημείο Γ θα είναι

$$t = \Delta t_1 + \Delta t_2 \rightarrow t = 17 \cdot 10^{-5}\ s$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από την ισορροπία της ράβδου παίρνουμε



$$\Sigma\vec{\tau}_{(\Gamma)} = 0 \rightarrow$$

$$\rightarrow F'_{ελ} \cdot d - F_O \cdot \frac{3 \cdot d}{4} + B \cdot \frac{d}{2} = 0 \rightarrow$$

$$\xrightarrow{F'_{ελ} = F_{ελ} = m_1 \cdot g} m_1 \cdot g - \frac{3}{4} \cdot F_O + \frac{1}{2} \cdot M \cdot g = 0 \rightarrow$$

$$F_O = 40N$$

Δ2. Στη Θ.Ι. για το $Σ_1$

$$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F_{ελ} - B_1 = 0 \rightarrow k \cdot \Delta\ell = m_1 \cdot g \rightarrow k = 100\ \frac{}{m}$$

Η ενέργεια που προσφέραμε στο $Σ_1$ είναι η ενέργεια της ταλάντωσης

$$E = \frac{1}{2} D \cdot A^2 \xrightarrow{D=k} A = 0{,}1 m$$

Για να παραμείνει σε ισορροπία η ράβδος πρέπει το νήμα να παραμένει συνεχώς τεντωμένο, άρα για την τάση του νήματος να ισχύει $T \geq 0$

$$\Sigma\vec{\tau}_{(O)} = 0 \rightarrow F'_{ελ} \cdot \frac{d}{4} - B \cdot \frac{d}{4} + T \cdot \frac{3 \cdot d}{4} = 0 \rightarrow k \cdot \Delta\ell - M \cdot g + 3 \cdot T = 0 \rightarrow T = \frac{M \cdot g - k \cdot \Delta\ell}{3}$$

$$T \geq 0 \rightarrow \frac{M \cdot g - k \cdot \Delta\ell}{3} \geq 0 \rightarrow \Delta\ell \leq 0{,}4\ m$$

Όταν το σώμα $Σ_1$ θα βρεθεί στην κάτω ακραία θέση της ταλάντωσης θα είναι

$$\Delta\ell_{max} = \Delta\ell + A \rightarrow \Delta\ell_{max} = 0{,}2\ m \leq 0{,}4\ m$$

επομένως το νήμα θα παραμένει συνεχώς τεντωμένο και η ράβδος θα ισορροπεί.

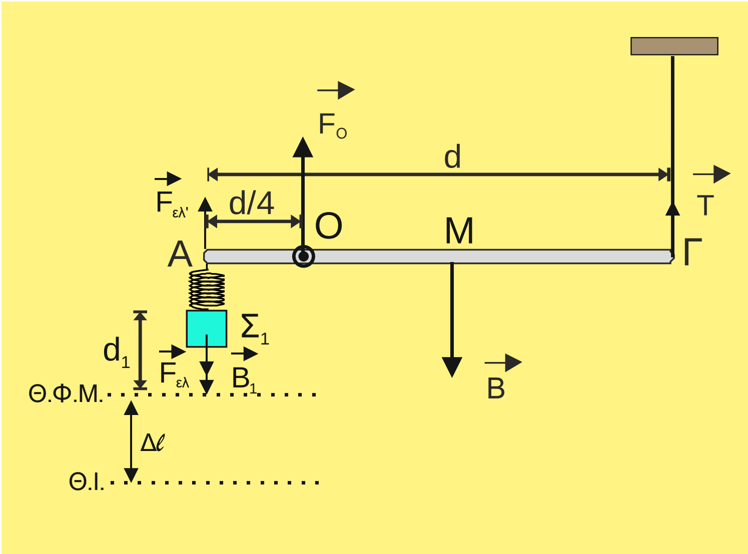
Δ3. Είναι $D = m_1 \cdot \omega^2 \rightarrow \omega = 10\ rad/s$

$$\upsilon = \pm\omega \cdot \sqrt{A^2 - x^2} \xrightarrow{x=x_1} \upsilon = 0{,}5\ m/s$$

Ο ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας ταλάντωσης είναι

$$\frac{dU}{dt}=-\frac{dW_{\Sigma F}}{dt}\rightarrow\frac{dU}{dt}=-\frac{\Sigma F\cdot dy}{dt}\rightarrow\frac{dU}{dt}=-\Sigma F\cdot \upsilon\rightarrow\frac{dU}{dt}=k\cdot x\cdot \upsilon\xrightarrow[1\eta\ \varphi o\rho\acute{\alpha},\ \upsilon>0]{x=x_1}\frac{dU}{dt}=2{,}5\cdot\sqrt{3}\ J/s$$

Δ4. Είδαμε πριν ότι για να μη χαλαρώσει το νήμα πρέπει για την επιμήκυνση του ελατηρίου να είναι $\Delta\ell\leq 0{,}4\,m$



Στην κάτω ακραία θέση του σώματος Σ_1 θα πρέπει λοιπόν

$$0{,}1\,m+A\leq 0{,}4\,m\rightarrow A\leq 0{,}3\,m\rightarrow$$
$$\rightarrow A_{max}=0{,}3\,m$$

Αυτό είναι το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης, ώστε να μην χαλαρώσει το νήμα.

Αν το Σ_1 ξεπεράσει τη Θ.Φ.Μ. η δύναμη ελατηρίου θα αλλάξει φορά.

Για τη ράβδο θα πρέπει

$$\Sigma\vec{\tau}_{(O)}=0\rightarrow -F'_{\varepsilon\lambda}\cdot\frac{d}{4}-B\cdot\frac{d}{4}+T\cdot\frac{3\cdot d}{4}=0\rightarrow -k\cdot d_1-M\cdot g+3\cdot T=0\rightarrow T=\frac{M\cdot g+k\cdot d_1}{3}$$

Επομένως για να μη σπάσει το νήμα πρέπει

$$T\leq T_{\theta\rho}\rightarrow\frac{M\cdot g+k\cdot d_1}{3}\leq T_{\theta\rho}\rightarrow d_1\leq 0{,}5\,m\rightarrow d_{1,max}=0{,}5\,m$$

Άρα το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης του σώματος Σ_1, ώστε να μη σπάσει το νήμα θα είναι

$$A'_{max}=d_{1,max}+\Delta\ell\rightarrow A'_{max}=0{,}6\,m$$

Έτσι για να ισορροπεί η ράβδος πρέπει το νήμα να μην χαλαρώσει και να μην σπάσει, άρα το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης του σώματος Σ_1, ώστε να ισορροπεί η ράβδος είναι $A_{max}=0{,}3\,m$