

ΘΕΜΑ Α

Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε μιας από τις παρακάτω ερωτήσεις **A1-A4** και δίπλα τον αριθμό που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

- A1.** Σώμα μάζας m εκτοξεύεται κατακόρυφα από το έδαφος με αρχική ταχύτητα v_0 . Τη στιγμή που φτάνει στο ψηλότερο σημείο της τροχιάς του εκρήγνυνται σε δύο κομμάτια ίσης μάζας. Τη στιγμή αμέσως μετά την έκρηξη, η ορμή του συστήματος των δύο κομματιών είναι:
1. μηδέν.
 2. $mv_0/2$.
 3. mv_0 .
 4. $2mv_0$.
- A2.** Στερεό σώμα εκτελεί ομαλή στροφική κίνηση γύρω από σταθερό άξονα. Για ένα σημείο του σώματος παραμένει σταθερό το διάνυσμα της:
1. γραμμικής ταχύτητας
 2. γωνιακής ταχύτητας.
 3. κεντρομόλου επιτάχυνσης.
 4. επιτρόχιας επιτάχυνσης.
- A3.** Αντιστάτης διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα $i = \frac{20}{\sqrt{2}} \eta\mu 50\pi t$ (S.I.). Η ένταση του συνεχούς ρεύματος που πρέπει να διαρρέει τον αντιστάτη έτσι ώστε να προκαλείται το ίδιο θερμικό αποτέλεσμα στον ίδιο χρόνο είναι:
1. $\frac{20}{\sqrt{2}}$.
 2. 20.
 3. $\frac{10}{\sqrt{2}}$.
 4. 10.
- A4.** Σωληνοειδές πηνίο μήκους l , με σταθερή πυκνότητα σπειρών, έχει συντελεστή αυτεπαγωγής L . Κόβουμε ένα κομμάτι μήκους $l' = \frac{l}{4}$ από το αρχικό σωληνοειδές. Ο συντελεστής αυτεπαγωγής του κομματιού μήκους l' είναι:
1. $\frac{L}{4}$.
 2. $\frac{L}{16}$.
 3. $4L$.
 4. L .
- A5.** Να γράψετε στην κόλλα σας τον αριθμό κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε αριθμό τη λέξη **Σωστό** για τη σωστή πρόταση και τη λέξη **Λάθος** για τη λανθασμένη.
1. Η αίσθηση του κόκκινου χρώματος προκαλείται στο μάτι μας όταν πέφτουν ηλεκτρομαγνητικά κύματα με συχνότητα μικρότερη αυτών που προκαλούν το μαύρισμα της επιδερμίδας κατά την ηλιοθεραπεία.
 2. Η ενέργεια ταλάντωσης στην απλή αρμονική ταλάντωση μεταβάλλεται αρμονικά με τον χρόνο.
 3. Το φαινόμενο της συμβολής δύο κυμάτων εμφανίζεται μόνο στην περίπτωση όπου τα δύο κύματα έχουν το ίδιο πλάτος και διαδίδονται ταυτόχρονα στην ίδια περιοχή του ελαστικού μέσου.

4. Η στροφορμή ενός υλικού σημείου ως προς κάποιον αξόνα περιστροφής είναι διάνυσμα συγγραμμικό και ομόρροπο της ορμής του σώματος.
5. Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση η συχνότητα του διεγέρτη είναι μικρότερη από την ιδιοσυχνότητα του ταλαντωτή. Αυξάνοντας συνεχώς τη συχνότητα του διεγέρτη τότε και το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης θα αυξάνεται συνεχώς.

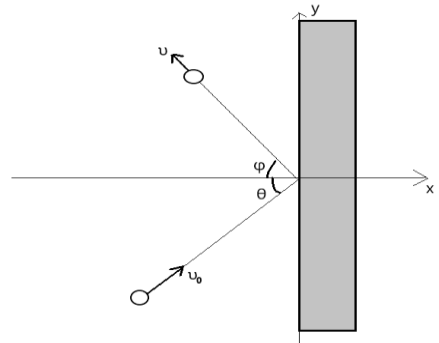
(Μονάδες 5x5)

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Μικρή σφαίρα μάζας m κινείται με σταθερή ταχύτητα v_0 και προσκρούει πάνω σε κατακόρυφο τοίχο με γωνία πρόσπτωσης $\theta = 30^\circ$, $\eta\mu\theta=1/2$, $\sigma\upsilon\nu\theta=\sqrt{3}/2$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Αν η κρούση είναι ανελαστική και η σφαίρα χάνει το 50% της αρχικής της ενέργειας, τότε η γωνία φ με την οποία ανακλάται θα είναι ίση:

1. 30° .
2. 45° .
3. 60° .

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.



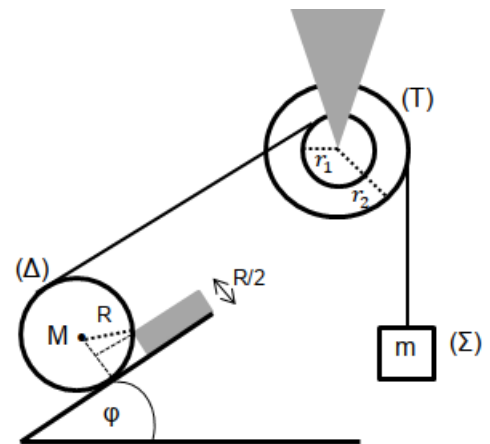
(Μονάδες 2)
(Μονάδες 6)

- 2.** Στο διπλανό σχήμα ο δίσκος (Δ), μάζας M και ακτίνας R , βρίσκεται σε λείο κεκλιμένο επίπεδο με γωνία κλίσης $\phi=30^\circ$ ($\eta\mu\phi=1/2$, $\sigma\upsilon\nu\phi=\sqrt{3}/2$) και λόγω της διάταξης με τα αβαρή νήματα, την αβαρή διπλή τροχαλία (T) και το σώμα (Σ), μόλις που δεν περνά πάνω από τραχύ εμπόδιο ύψους $R/2$.

Αν $r_2=2r_1$, τότε η μάζα m του (Σ) είναι ίση με:

1. M .
2. $M/3$.
3. $M/2$.

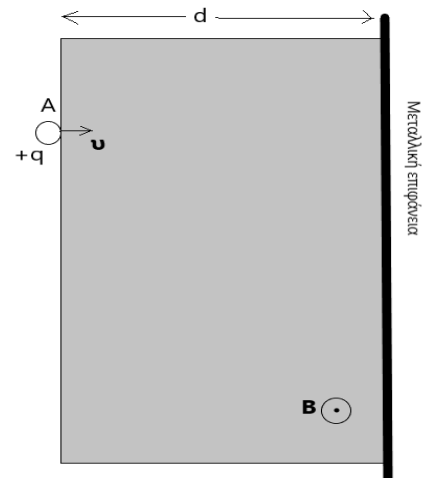
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. (Μονάδες 2)
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (Μονάδες 6)



- B3.** Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B και πλάτους $d = \frac{3m_p v}{5B|q_p|}$ που στο δεξιό άκρο οριοθετείται από μια μεταλλική επιφάνεια. Δέσμη πρωτονίων εισέρχεται στο πεδίο με ταχύτητα μέτρου v και διεύθυνση κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. Αν η μάζα πρωτονίου είναι m_p και το φορτίο του q_p , η κατακόρυφη εκτροπή της δέσμης μεταξύ του σημείου εισόδου και του σημείου πρόσπτωσης στη μεταλλική επιφάνεια θα είναι ίση με:

1. $\frac{m_p v}{5B|q_p|}$.
2. $\frac{2m_p v}{5B|q_p|}$.
3. $\frac{4m_p v}{5B|q_p|}$.

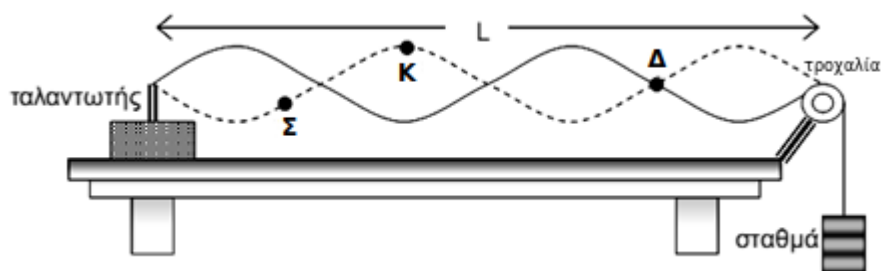
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.



(Μονάδες 2)
(Μονάδες 7)

ΘΕΜΑ Γ

Για τη μελέτη των στάσιμων κυμάτων κατά μήκος τεντωμένης χορδής δημιουργήθηκε στο εργαστήριο η πειραματική διάταξη του παρακάτω σχήματος. Αποτελείται από έναν ταλαντωτή, μία τροχαλία, μία αβαρή ελαστική χορδή και διάφορα σταθμά. Όταν η χορδή ηρεμεί τεντωμένη έχει μήκος L . Ο ταλαντωτής λειτουργεί με τέτοια συχνότητα ώστε να σχηματιστεί το στάσιμο κύμα του παρακάτω σχήματος.



Η οριζόντια απόσταση των θέσεων ισορροπίας των σημείων Κ και Δ είναι 60cm. Η μέγιστη απομάκρυνση του σημείου Κ από τη θέση ισορροπίας του είναι 4cm. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που χρειάζεται το σημείο Σ για να διέλθει δύο διαδοχικές φορές από τη θέση ισορροπίας του είναι $\Delta t = 0,1s$.

- Γ1. Να βρεθεί το μήκος L της χορδής καθώς και η ταχύτητα διάδοσης των τρεχόντων κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα στη χορδή.

(Μονάδες 7)

- Γ2. Να γραφεί η εξίσωση του στάσιμου κύματος του παραπάνω σχήματος σε συνάρτηση με τον χρόνο. Ποια η εξίσωση που δίνει την επιτάχυνση ταλάντωσης ενός υλικού σημείου της χορδής με θέση $x = 0,3m$; Ορίζουμε τη θέση του σημείου Κ ως την αρχή του οριζόντιου άξονα με $x = 0$ και θεωρούμε ως $t = 0$ τη στιγμή που όλα τα υλικά σημεία της χορδής διέρχονται από τη θέση ισορροπίας τους και η ταχύτητα του σημείου στη θέση Κ είναι $v > 0$. Δίνεται: $\pi^2 = 10$.

(Μονάδες 7)

- Γ3. Να βρεθεί το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης των υλικών σημείων της χορδής του παραπάνω σχήματος τα οποία βρίσκονται στις θέσεις των κοιλιών, όταν βρεθούν σε απομάκρυνση $y = \sqrt{7}$ cm από τη θέση ισορροπίας τους.

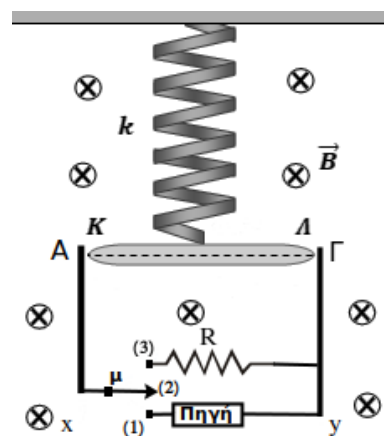
(Μονάδες 5)

- Γ4. Να υπολογίσετε πόσο πρέπει να μεταβληθεί η συχνότητα του ταλαντωτή ώστε να σχηματιστούν στη χορδή 4 ακόμη σημεία που μένουν διαρκώς ακίνητα. Να εξετάσετε αν το υλικό σημείο Κ παραμένει κοιλία.

(Μονάδες 6)

ΘΕΜΑ Δ

Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός ΚΛ, αντίστασης $R = 1\Omega$, μήκους $l = 20$ cm και μάζας $m = 200$ g, είναι στερεωμένος στο κάτω άκρο ιδανικού κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \frac{N}{m}$, το πάνω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οροφή, έτσι ώστε ο αγωγός να είναι πάντα οριζόντιος. Τα άκρα του αγωγού ΚΛ είναι σε αγώγιμη επαφή με δύο λείους κατακόρυφους μεταλλικούς οδηγούς Αx και Γy, οι οποίοι έχουν αμελητέες αντιστάσεις και δεν ασκούν καμία δύναμη στήριξης στον αγωγό, απλά η επαφή μαζί τους έχει ως αποτέλεσμα ο αγωγός να μπορεί να διαρρέεται από



ηλεκτρικό ρεύμα αφού τα άκρα x, y μπορούν να συνδεόνται με πηγή συνεχούς τάσης μέσω ενός μεταγωγού μ αν ο μεταγωγός τεθεί στη θέση (1). Στη θέση (3) υπάρχει ωμικός αντιστάτης με αντίσταση R . Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} μέτρου $B = 4 \text{ T}$. Στο σχήμα βλέπετε μια πρόσοψη αυτής της υποθετικής διάταξης, με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου να κατευθύνονται από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Δίνεται $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ και πως οι αντιστάσεις αέρα μπορούν να αγνοηθούν.

- Δ1.** Είτε ο αγωγός $K\Lambda$ διαρρέεται από ρεύμα [μ στη θέση (1)] είτε όχι [μ στη θέση (2)], όταν βρίσκεται στην αντίστοιχη θέση ισορροπίας του, η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου είναι ίδια. Να προσδιορίσετε την ένταση και τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που τον διαρρέει στην πρώτη περίπτωση.

(Μονάδες 6)

- Δ2.** Θέτουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ίση με $2,5\text{A}$ χωρίς να αλλάξουμε τη φορά του και ο αγωγός $K\Lambda$ ισορροπεί εκ νέου. Στη συνέχεια διεξάγουμε τις παρακάτω ξεχωριστές δοκιμές από αυτήν τη θέση ισορροπίας.

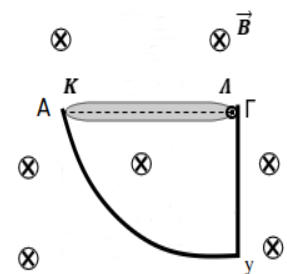
- (A) Αν γυρίσουμε τον μεταγωγό μ στη θέση (2) (θεωρώντας αυτή τη στιγμή ως $t_0 = 0$) με αποτέλεσμα ο αγωγός $K\Lambda$ να πάψει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα,
 (I) να δείξετε ότι η κίνηση που θα εκτελέσει ο αγωγός $K\Lambda$ είναι απλή αρμονική ταλάντωση και (II) να υπολογίσετε την περίοδο αυτής.
 (B) Αν γυρίσουμε τον μεταγωγό μ στη θέση (3) (θεωρώντας αυτή τη στιγμή ως $t_0 = 0$) με αποτέλεσμα ο αγωγός $K\Lambda$ να πάψει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.
 (III) να εξηγήσετε ότι το πλάτος της ταλάντωσης που θα εκτελέσει ο αγωγός $K\Lambda$ μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο.

(Μονάδες 8)

- Δ3.** Όταν ο αγωγός $K\Lambda$ εκτελεί α.α.τ. [δοκιμή (A)] να εκφράσετε την τάση $V_{K\Lambda}$ που επάγεται στα άκρα του αγωγού $K\Lambda$, ως συνάρτηση του χρόνου από τη στιγμή που άρχισε η ταλάντωση του, θεωρώντας θετική φορά προς πάνω.

(Μονάδες 6)

- (Γ) Απομακρύνουμε την πηγή, τον αντιστάτη R και το ελατήριο. Λυγίζουμε τον οδηγό Ax σχηματίζοντας τεταρτοκύκλιο ακτίνας l και ενώνουμε το κάτω άκρο x με το άκρο y του οδηγού Γy . Στη συνέχεια στηρίζουμε τον αγωγό $K\Lambda$ μέσω άρθρωσης στο άκρο Λ με τον κατακόρυφο οδηγό Γy και τον διατηρούμε σε οριζόντια διεύθυνση όπως φαίνεται στο σχήμα. Τη στιγμή $t_0 = 0$ τον αφήνουμε ελεύθερο, οπότε εξαιτίας των δυνάμεων που δέχεται (καθώς ασκείται μια επιπλέον κατάλληλη δύναμη) αποκτά σταθερή γωνιακή επιτάχυνση $\alpha_\gamma = 2 \text{ rad/s}^2$.



- Δ4.** Να εκφράσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό $K\Lambda$, ως συνάρτηση του χρόνου και να βρείτε το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού $K\Lambda$ κατά τη διάρκεια του $3^{\text{ου}}$ δευτερολέπτου της κίνησης.

(Μονάδες 5)