

**ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΤΟΥ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ
ΚΑΙ ΤΕΚΝΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΥΠΑΛΛΗΛΩΝ ΠΟΥ ΥΠΗΡΕΤΟΥΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ
ΠΕΜΠΤΗ 12 ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2024
ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ**

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις **A1-A4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία συμπληρώνει σωστά την ημιτελή πρόταση.

A1. Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος αποτελείται από πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) E και εσωτερικής αντίστασης r , ιδανικό πηνίο $\Gamma\Delta$, αντιστάτη αντίστασης R και διακόπτη δ , ο οποίος είναι αρχικά ανοικτός.

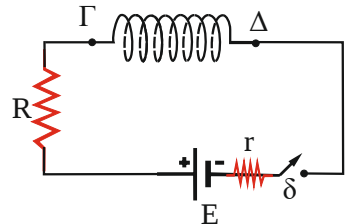
Αν τη χρονική στιγμή $t = 0$ κλείσουμε το διακόπτη χωρίς να εμφανιστεί σπινθηρισμός, τότε:

α) αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη το κύκλωμα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα.

β) αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη στα άκρα του πηνίου εμφανίζεται ΗΕΔ αυτεπαγωγής με το άκρο Γ να είναι αρνητικός πόλος.

γ) μετά από αρκετό χρόνο ώστε να έχει αποκατασταθεί η τελική τιμή της έντασης του ρεύματος, η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο μηδενίζεται.

δ) μετά από αρκετό χρόνο ώστε να έχει αποκατασταθεί η τελική τιμή της έντασης του ρεύματος, η ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο μεγιστοποιείται.



Μονάδες 5

A2. Ένα σύστημα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση και βρίσκεται σε συντονισμό. Αν ελαττώσουμε τη συχνότητα του διεγέρτη, τότε το πλάτος της ταλάντωσης:

α) ελαττώνεται.

β) αυξάνεται.

γ) παραμένει σταθερό.

δ) αρχικά θα αυξηθεί και στη συνέχεια θα ελαττωθεί.

Μονάδες 5

A3. Ομογενής κύλινδρος ανέρχεται επιβραδυνόμενος σε κεκλιμένο επίπεδο. Σε κάποιο σημείο του επιπέδου σταματά και στη συνέχεια κατέρχεται επιταχυνόμενος πάνω σε αυτό. Αν σε όλη τη διάρκεια της ανόδου και της καθόδου στο κεκλιμένο επίπεδο ο κύλινδρος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση και ο άξονας περιστροφής του παραμένει συνεχώς οριζόντιος, τότε:

α) η ταχύτητα του κέντρου μάζας του κυλίνδρου έχει συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.

β) η γωνιακή επιτάχυνση του κυλίνδρου έχει συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.

γ) η γωνιακή ταχύτητα του κυλίνδρου έχει συνεχώς την ίδια κατεύθυνση.

δ) η επιτάχυνση του κέντρου μάζας του κυλίνδρου έχει κατά την κάθοδο αντίθετη κατεύθυνση από αυτή που έχει κατά την άνοδο.

Μονάδες 1

A4. Σε μια κεντρική κρούση δύο μικρών σωμάτων, που αποτελούν μονωμένο σύστημα, ισχύει πάντα ότι:

α) η ορμή κάθε σώματος διατηρείται.

β) η μεταβολή της κινητικής ενέργειας του ενός σώματος είναι αντίθετη της μεταβολής της κινητικής ενέργειας του άλλου.

γ) διατηρείται η ορμή και η μηχανική ενέργεια του συστήματος.

δ) η μεταβολή της ορμής του ενός σώματος είναι αντίθετη της μεταβολής της ορμής του άλλου.

Μονάδες 5

A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α) Όταν σε ένα ελαστικό μέσο διαδίδονται δύο ή περισσότερα κύματα, η απομάκρυνση ενός σημείου του μέσου είναι ίση με τη συνισταμένη των απομακρύνσεων που οφείλονται στα επιμέρους κύματα.

β) Αν αυξηθεί η συχνότητα περιστροφής του αγωγίμου στρεφόμενου πλαισίου σε μια διάταξη παραγωγής εναλλασσόμενης τάσης, τότε η ενεργός τιμή της τάσης θα αυξηθεί.

γ) Στο φωτοηλεκτρικό φαινόμενο ο αριθμός παραγωγής φωτοηλεκτρονίων από τη μεταλλική κάθοδο αυξάνει ανάλογα με τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

δ) Αν σε ένα ελεύθερο στερεό σώμα ασκηθεί ζεύγος δυνάμεων, τότε το σώμα θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση.

ε) Η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση μειώνεται όταν αυξάνεται το μέτρο της ταχύτητάς του.

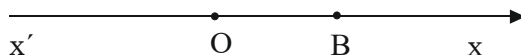
Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Κατά μήκος γραμμικού ομογενούς ελαστικού μέσου, το οποίο εκτείνεται στη διεύθυνση του άξονα x' , διαδίδεται εγκάρσιο απλό αρμονικό κύμα κατά τη θετική φορά και χωρίς απώλειες ενέργειας.

Θεωρούμε ως αρχή του άξονα ένα σημείο O του μέσου, το οποίο αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση τη χρονική στιγμή $t = 0$ με εξίσωση

$$y = A \sin \frac{2\pi}{T} t.$$



Ένα σημείο B του θετικού ημιάξονα φτάνει για πρώτη φορά στην ακραία θετική απομάκρυνσή του τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{9T}{4}$. Τα υλικά σημεία του μέσου μεταξύ των σημείων O και B , τα οποία είναι ακίνητα τη χρονική στιγμή t_1 , είναι:

i. 4

ii. 3

iii. 6

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 2

Λύση

α) Σωστή είναι η απάντηση ii)

β) Έστω t_B η χρονική στιγμή που το κύμα φτάνει στο σημείο B και Δt_B η χρονική διάρκεια ταλάντωσης του σημείου B μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 . Το

χρονικό διάστημα $\Delta t_B = \frac{T}{4}$ (Είναι το χρονικό διάστημα ταλάντωσης του σημείου B από τη θέση ισορροπίας του για να βρεθεί στην ακραία θετική θέση ($y=+A$) για πρώτη φορά.

$$\text{Ισχύει } t_1 = t_B + \Delta t_B \rightarrow \frac{9T}{4} = t_B + \frac{T}{4} \rightarrow t_B = \frac{9T}{4} - \frac{T}{4} = \frac{8T}{4} = 2T$$

Η απόσταση του σημείου B από την αρχή του άξονα O είναι

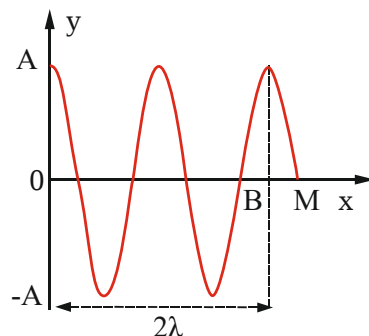
$$x_B = v \cdot t_B = \lambda f \cdot t_B = \frac{\lambda}{T} \cdot 2T = 2\lambda$$

Από την εξίσωση της φάσης του κύματος $\Phi = 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$ και θέτοντας $\Phi=0$ υπολογίζουμε την απόσταση που έχει

διαδοθεί το κύμα τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{9T}{4}$ (μέχρι το σημείο M)

$$0 = 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}) \rightarrow 0 = 2\pi(\frac{\frac{9T}{4}}{T} - \frac{x}{\lambda}) \rightarrow 0 = \frac{9}{4} \frac{x}{\lambda} \rightarrow x = \frac{9\lambda}{4} = 2,25\lambda$$

Το στιγμιότυπο του κύματος για τη χρονική στιγμή t_1 φαίνεται στο παρακάτω σχήμα



Παρατηρούμε ότι μεταξύ των σημείων O και B υπάρχουν 3 σημεία των οποίων η ταχύτητα είναι μηδενική τη χρονική στιγμή t_1

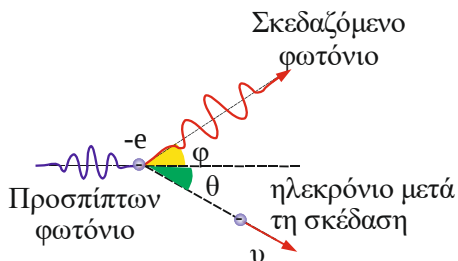
B 2. Ένα φωτόνιο μήκους κύματος λ προσπίπτει και σκεδάζεται από πρακτικά ακίνητο ελεύθερο ηλεκτρόνιο. Η γωνία σκέδασης του φωτονίου είναι $\phi = 60^\circ$. Η διεύθυνση στην οποία κινείται το ηλεκτρόνιο (μετά τη σκέδαση) σχηματίζει γωνία $\theta = 30^\circ$ με τη διεύθυνση του προσπίπτοντος φωτονίου.

Αν γνωρίζετε ότι η σκέδαση πραγματοποιείται στο κενό, m είναι η μάζα του ηλεκτρονίου, c η ταχύτητα του φωτός στο κενό και h η σταθερά του Planck, τότε για το μήκος κύματος λ του προσπίπτοντος φωτονίου ισχύει ότι :

i. $\lambda = \frac{h}{2mc}$

ii. $\lambda = \frac{h}{mc}$

iii. $\lambda = \frac{2h}{mc}$



α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

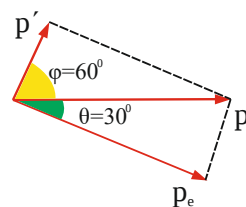
Λύση

α) Σωστή είναι η απάντηση i)

β) Ισχύει η σχέση $\lambda' - \lambda = \frac{h}{mc} (1 - \sin\phi) \rightarrow \lambda' - \lambda =$

$$\frac{h}{mc} (1 - \frac{1}{2}) \rightarrow \lambda' - \lambda = \frac{h}{2mc} \quad (1)$$

Μετά από τη σκέδαση εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της ορμής οπότε σχηματικά προκύπτει το διάγραμμα.



Το τρίγωνο OAB είναι ορθογώνιο

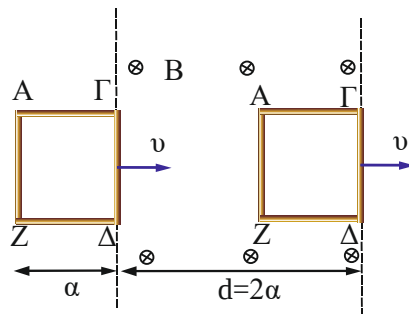
Η διατήρηση της ορμής σε διανυσματική μορφή δίνει: $\vec{p} = \vec{p}' + \vec{p}_e \rightarrow$

$$p' = p \sin \varphi \rightarrow p' = p \sin 60^\circ \rightarrow p' = p \frac{1}{2} \rightarrow p = 2p' \rightarrow \frac{h}{\lambda} = 2 \frac{h}{\lambda'} \rightarrow \lambda' = 2\lambda$$

$$\text{Λόγω της παραπάνω σχέσης η (1) γίνεται } 2\lambda - \lambda = \frac{h}{2mc} \rightarrow \lambda = \frac{h}{2mc}$$

B3. Το συμμάτινο τετράγωνο πλαίσιο ΑΓΔΖ του παρακάτω σχήματος, πλευράς a και ολικής ωμικής αντίστασης R , κινείται πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}$.

Τη χρονική στιγμή $t = 0$ το πλαίσιο εισέρχεται σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$ και εύρους $d = 2a$, με το επίπεδό του κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου έχουν κατεύθυνση από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



Τη χρονική στιγμή t_1 το πλαίσιο αρχίζει να εξέρχεται από το μαγνητικό πεδίο, κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $\vec{v}$.

α) Για να κινείται το πλαίσιο με σταθερή ταχύτητα από τη χρονική στιγμή $t = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 , πρέπει να ασκείται σε αυτό:

i. σταθερή οριζόντια δύναμη $\vec{F}$, ομόρροπη της ταχύτητας $\vec{v}$, μόνο κατά τη διάρκεια εισόδου όλου του πλαισίου στο πεδίο.

ii. σταθερή οριζόντια δύναμη $\vec{F}$, ομόρροπη της ταχύτητας $\vec{v}$, από τη χρονική στιγμή $t = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 .

iii. οριζόντια δύναμη $\vec{F}$ μεταβλητού μέτρου, ομόρροπη της ταχύτητας $\vec{v}$, μόνο κατά τη διάρκεια εισόδου όλου του πλαισίου στο πεδίο.

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

Λύση

α) Σωστή είναι η απάντηση i)

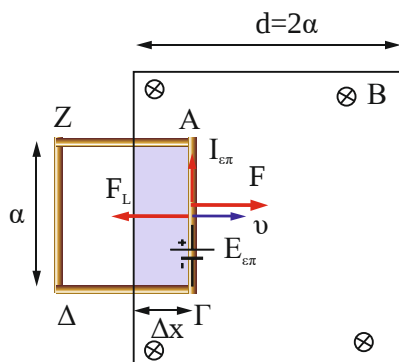
β) Όταν το πλαίσιο μπαίνει στο μαγνητικό πεδίο

$$(0 \leq t \leq \frac{a}{v})$$

Η μαγνητική ροή του πλαισίου αυξάνεται και συνεπώς δημιουργείται ΗΕΔ επαγωγής και επαγωγικό ρεύμα. Το επαγωγικό ρεύμα σύμφωνα με τον κανόνα Lenz έχει τη φορά που φαίνεται στο σχήμα, επειδή πρέπει να δημιουργεί το δικό του μαγνητικό πεδίο με κατεύθυνση από τη σελίδα προς τα έξω (αντίθετο με το αρχικό πεδίο.) Η μεταβολή της μαγνητικής ροής δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta\Phi = B \cdot \Delta S = BL\Delta x \quad \text{ή} \quad \Delta\Phi = B a v \Delta t$$

Η ΗΕΔ επαγωγής, που δημιουργείται στη δεξιά



κατακόρυφη πλευρά του πλαισίου, δίνεται από το νόμο Faraday: $E_{\varepsilon\pi} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B\alpha\Delta x}{\Delta t} = -Bv\alpha$

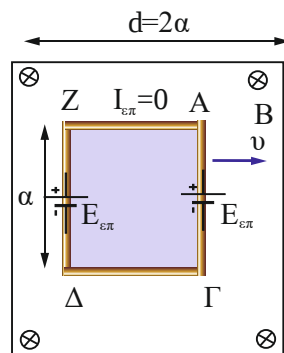
Επειδή το πλαίσιο αποτελεί κλειστό κύκλωμα θα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα $I_{\varepsilon\pi} = E_{\varepsilon\pi}/R = -Bv\alpha/R$, όπου R είναι η αντίσταση του πλαισίου. Συνέπεια του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο στο τμήμα ΑΓ αναπτύσσεται δύναμη Laplace $F_L = BI\alpha = B\left(-\frac{Bv\alpha}{R}\right)\alpha = -\frac{B^2 v\alpha^2}{R}$. =σταθερή

β) Όταν το πλαίσιο βρίσκεται ολόκληρο μέσα στο μαγνητικό πεδίο ($\alpha/v \leq t \leq 2\alpha/v$).

Η μεταβολή της μαγνητικής ροής είναι μηδέν ($\Delta\Phi = 0$), άρα και η συνολική επαγωγική τάση που παράγεται στο πλαίσιο είναι μηδέν ($E_{\varepsilon\pi} = 0$)

Ασφαλώς το πλαίσιο δε διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα ($I_{\varepsilon\pi} = 0$) συνεπώς και η δύναμη Laplace $F_L = 0$. άρα και η F εξωτερική.

Διαφορετικά θα μπορούσαμε να το δούμε και ως εξής: Η επαγωγική τάση στα άκρα ΑΓ έχει αντίθετη φορά από αυτή που δημιουργείται στα άκρα ΖΔ με αποτέλεσμα η ολική επαγωγική τάση να είναι μηδέν. Έτσι και η ένταση του επαγωγικού ρεύματος είναι μηδέν.

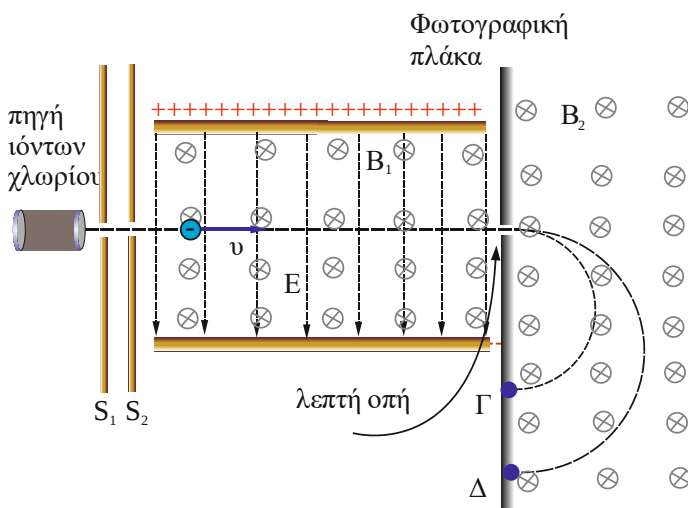


ΘΕΜΑ Γ

Στον φασματογράφο μάζας του παρακάτω σχήματος, μονοσθενή αρνητικά ιόντα χλωρίου (Cl^-) από μία πηγή, περνούν μέσα από τις σχισμές S_1 και S_2 , σχηματίζοντας μια λεπτή δέσμη. Η δέσμη εισέρχεται σε επιλογέα ταχυτήτων, δηλαδή σε περιοχή όπου συνυπάρχουν ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B_1

μέτρου $4 \cdot 10^{-2} \text{ T}$ και ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ μέτρου $2 \cdot 10^3 \text{ V/m}$, κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στη διεύθυνση της δέσμης. Η φορά των μαγνητικών γραμμών είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Μερικά από τα ιόντα που δεν εκτρέπονται και συνεχίζουν την πορεία τους, διέρχονται από λεπτή οπή διαφράγματος, του οποίου η επιφάνεια είναι κάθετη στη διεύθυνση της δέσμης. Αμέσως μετά τη δίοδό τους από την οπή εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B_2 και μέτρου $0,1 \text{ T}$. Η φορά των μαγνητικών γραμμών είναι από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



Τα ιόντα στη συνέχεια, εκτελώντας καμπυλόγραμμη κίνηση, δημιουργούν πάνω σε φωτογραφική πλάκα δύο στίγματα στα σημεία Γ και Δ που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $(\Gamma\Delta) = 0,02 \text{ m}$.

Γ1. Να αιτιολογήσετε γιατί μερικά από τα ιόντα χλωρίου δεν εκτρέπονται κατά την κίνησή τους μέσα στον επιλογέα ταχυτήτων.

Μονάδες 8

Γ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας των ιόντων χλωρίου που δεν εκτρέπονται κατά την κίνησή τους μέσα στον επιλογέα ταχυτήτων.

Μονάδες 8

Γ3. Τα ιόντα χλωρίου δημιουργούν δύο στίγματα πάνω στη φωτογραφική πλάκα, γιατί το χλώριο (Cl) έχει δύο ισότοπα με μάζες m_1 και m_2 . Αν $m_1 > m_2$, να αιτιολογήσετε σε ποια θέση (Γ ή Δ) δημιουργούν στίγμα τα ισότοπα χλωρίου με τη μεγαλύτερη μάζα.

Μονάδες 9

Δίνονται:

- το στοιχειώδες φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- η μάζα του νετρονίου $m_n = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ Να θεωρήσετε ότι:
- στο εσωτερικό του φασματογράφου υπάρχει κενό.
- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

Λύση

Γ1). Τα ιόντα μέσα στο μαγνητικό πεδίο B_1 δέχονται δυο δυνάμεις μία δύναμη από το μαγνητικό πεδίο και μία $F_{\mu\alpha\gamma\nu} = B_1 v |q|$

Και μία από τη ηλεκτρικό πεδίο $F_{\eta\lambda} = E|q|$ Οι δυνάμεις αυτές έχουν αντίθετη φορά (βλέπε σχήμα)

Τα ιόντα που δεν εκτρέπονται δέχονται συνισταμένη μηδενική δύναμη άρα ισχύει: $F_{\mu\alpha\gamma\nu} = F_{\eta\lambda} \rightarrow B_1 v |q| = E|q|$

$$|q| \rightarrow v = \frac{E}{B_1}$$

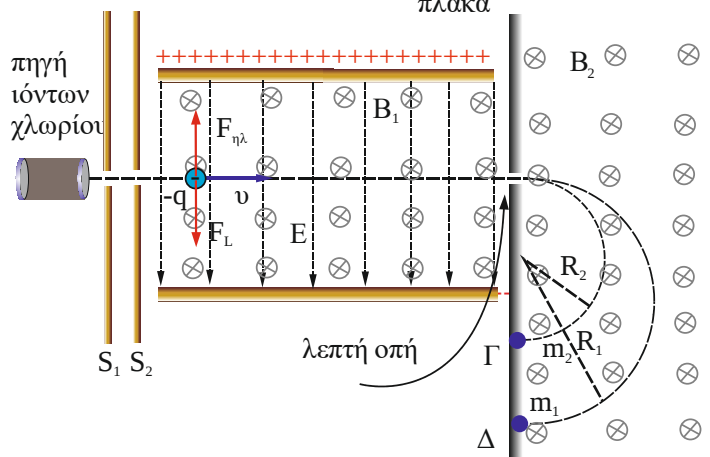
Γ2. Εάν επιλέξουμε τις εντάσεις των πεδίων ώστε η ηλεκτρική δύναμη να εξισορροπείται από τη μαγνητική, το σωματίδιο θα συνεχίσει ανεπηρέαστο την πορεία του. Εξισώνοντας τη μαγνητική και την ηλεκτρική δύναμη, βρίσκουμε

$$v = E/B_1 = \frac{2 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^{-2}} = 5 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

Γ3. Αν όλα τα φορτισμένα σωματίδια μιας δέσμης έχουν ταχύτητα $v = E/B_1$ δεν εκτρέπονται από το σύνθετο

πεδίο. Αν όμως η δέσμη αποτελείται από φορτισμένα σωματίδια με διαφορετικές ταχύτητες, τότε μόνο αυτά που έχουν ταχύτητα $v = E/B_1$ θα συνεχίσουν την ευθύγραμμη πορεία τους. Μια τέτοια διάταξη επιτρέπει να απομονώσουμε τα σωματίδια ορισμένης ταχύτητας και γι' αυτό λέγεται «επιλογέας ταχυτήτων» ή «φίλτρο ταχυτήτων».

γ) Τα ιόντα εισέρχονται σε μια περιοχή όπου υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο B_2 , κάθετο στην



ταχύτητά τους. Το μαγνητικό πεδίο τα αναγκάζει να κινηθούν σε ημικυκλική τροχιά, ακτίνας R , μέχρι να πέσουν πάνω σε μια φωτογραφική πλάκα. Από το ίχνος που αφήνουν στη φωτογραφική πλάκα μας είναι γνωστή η ακτίνα της τροχιάς που διέγραψαν. Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς μέσα στο μαγνητικό πεδίο είναι: $R = \frac{mv}{B_2 q}$

Δύο σωματίδια με ίδιο φορτίο αλλά με διαφορετική μάζα θα αφήσουν στη φωτογραφική πλάκα διαφορετικά ίχνη.

Αυτά με τη μεγαλύτερη μάζα θα έχουν και μεγαλύτερη ακτίνα. Συνεπώς αυτά με τη μεγαλύτερη μάζα θα αφήσουν το στίγμα τους στο σημείο Δ

ΘΕΜΑ Δ

Η λεπτή ομογενής και ισοπαχής ράβδος AD , μάζας $M\rho=4\text{kg}$ και μήκους L του παρακάτω σχήματος ισορροπεί οριζόντια. Το άκρο της A έχει συνδεθεί με άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο. Στο μέσον της Γ έχει δεθεί το ένα άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος, το άλλο άκρο του οποίου έχει στηριχθεί στον κατακόρυφο τοίχο στο σημείο B . Το νήμα σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με τη διεύθυνση της ράβδου.

Σε σημείο Z της ράβδου, το οποίο απέχει από το άκρο της Δ απόσταση $(Z\Delta)=L/4$, έχει στερεωθεί το κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$. Στο πάνω άκρο του ελατηρίου έχει δεθεί σώμα Σ μικρών διαστάσεων, μάζας $m=1\text{kg}$.

Ασκώντας σταθερή κατακόρυφη δύναμη $\vec{F}$ με φορά προς τα κάτω στο σώμα Σ , το σώμα ισορροπεί με το ελατήριο να έχει συμπιεστεί κατά $\Delta l = 0,3 \text{ m}$.

Ως θετική φορά να θεωρήσετε τη φορά προς τα κάτω. Σε όλη τη διάρκεια του φαινομένου το νήμα δεν χαλαρώνει και η ράβδος παραμένει οριζόντια.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, καταργούμε τη δύναμη $\vec{F}$. Το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

Δ2. Να υπολογίσετε το πλάτος A της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ .

Μονάδες 6

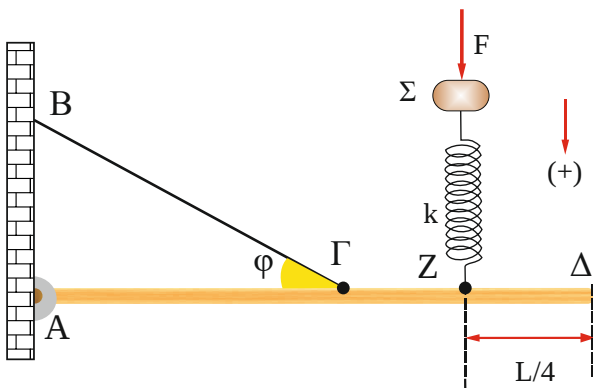
Δ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ .

Μονάδες 7

Δ4. Τη χρονική στιγμή t_1 που το σώμα Σ περνά από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που ασκεί το νήμα στο μέσον Γ της ράβδου.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε ότι:



- η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/s}^2$.
- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.
- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα

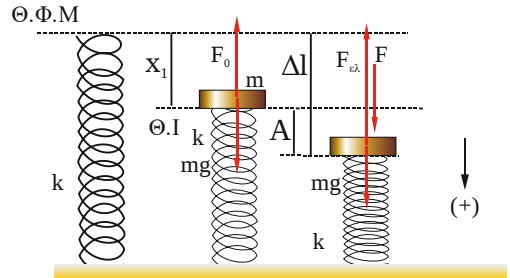
Λύση

Δ1. Όταν το σώμα m ισορροπεί χωρίς την επίδραση της δύναμης F ισχύει:

$F_0 = mg \rightarrow kx_1 = mg \rightarrow x_1 = \frac{mg}{k} = 0,1 \text{ m}$ (1), όπου x_1 η απόσταση της θέσης ισορροπίας του συστήματος μάζα-ελατήριο από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου. Στη θέση ισορροπίας του σώματος με την επίδραση της δύναμης F ισχύει $\Sigma F=0 \rightarrow F + mg = k\Delta l \rightarrow F = k\Delta l - mg \rightarrow F = 100 \cdot 0,03 - 1 \cdot 10 = 30 - 10 = 20 \text{ N}$

Δ2. Όταν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, καταργούμε τη δύναμη $\vec{F}$. Το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ γύρω από τη θέση ισορροπίας του συστήματος ελατηρίου-μάζας.

Συνεπώς το πλάτος ταλάντωσης του συστήματος θα είναι $A = \Delta l - x_1 = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ m}$.



Δ3. Η θέση στην οποία καταργείται η εξωτερική δύναμη F είναι ακραία θέση της ταλάντωσης του σώματος εφόσον ξεκινά με μηδενική ταχύτητα (+A) συνεπώς και εφόσον θεωρούμε την θετική φορά προς τα κάτω η ταλάντωση παρουσιάζει αρχική φάση $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$.

Από τη σχέση $k = m\omega^2 \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{100}{1}} = 10 \text{ rad/s}$

Επομένως η χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ είναι $y = A\eta\mu(\omega t + \varphi_0)$ και με αντικατάσταση των μεγεθών που υπολογίσαμε παραπάνω είναι

$y = 0,2\eta\mu(10t + \frac{\pi}{2}) \text{ m}$.

Δ4. Όταν το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος δεν ασκεί στη ράβδο καμία δύναμη.

Οι δυνάμεις που δέχεται η ράβδος τη χρονική στιγμή t_1 που το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος φαίνονται στο διπλανό σχήμα.

Ισχύει

$\Sigma \tau(A) = 0 \rightarrow \tau_{T(A)} + \tau_{mg(A)} = 0 \rightarrow T\eta\mu\varphi \cdot \frac{L}{2} = M_\rho g \frac{L}{2} \rightarrow T = 80 \text{ N}$

