

52ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

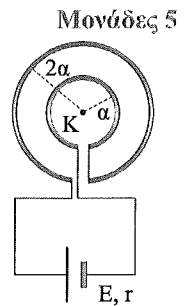
ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Σφαίρα Α συγκρούεται μετωπικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα Β μεγαλύτερης μάζας. Η ταχύτητα της σφαίρας Α μετά την κρούση...
- α) θα είναι ίση με την ταχύτητα που είχε πριν την κρούση.
 - β) θα μηδενιστεί.
 - γ) θα έχει αντίθετη κατεύθυνση από την αρχική.
 - δ) θα είναι ίση με την ταχύτητα που θα αποκτήσει η σφαίρα Β.

- A2. Ο αγωγός του διπλανού σχήματος αποτελείται από δύο ομόκεντρα και συνεπίπεδα κυκλικά τμήματα ακτίνων a και $2a$, αντίστοιχα. Η ολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κοινό τους κέντρο είναι...

- α) ίση με μηδέν.
- β) κάθετη στη σελίδα με φορά προς τον αναγνώστη (προς τα έξω).
- γ) κάθετη στη σελίδα με φορά προς την σελίδα (προς τα μέσα).
- δ) ανεξάρτητη από την πολικότητα της πηγής.



- A3. Ένας αντιστάτης ωμικής αντίστασης R , διαρρέεται από εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα, του οποίου η ένταση περιγράφεται από την εξίσωση $i = 2\eta\mu 100\pi t$ (S.I.). Η εναλλασσόμενη τάση στα άκρα του αντιστάτη έχει ενεργό τιμή ίση με $V_{\text{ev}} = \sqrt{2}V$. Η μέγιστη τιμή της στιγμιαίας ισχύος στον αντιστάτη, ισούται με:

- α) 1W
- β) 2W
- γ) 4W
- δ) 8W

Μονάδες 5

- A4. Τα δύο άκρα του ορατού φάσματος είναι...

- α) η ιώδης και η ερυθρή ακτινοβολία.

Μονάδες 5

- β) η υπεριώδης και η υπέρυθρη ακτινοβολία.
- γ) οι ακτίνες X και οι ακτίνες γ.
- δ) οι ακτίνες γ και τα ραδιοφωνικά κύματα.

Μονάδες 5

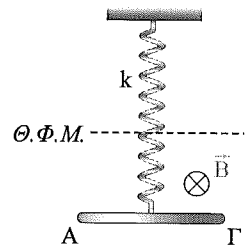
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Στην κατάσταση συντονισμού η συχνότητα της εξαναγκασμένης ταλάντωσης γίνεται μέγιστη.
- β) Τα σημεία της επιφάνειας του υγρού στα οποία συμβαίνει ακυρωτική συμβολή κυμάτων από δύο σύγχρονες πηγές ταλαντώνονται με πλάτος A για χρονικό διάστημα που είναι ίσο με περιττό αριθμό ημπεριόδων και στη συνέχεια ακινητοποιούνται.
- γ) Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση, για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b , η περίοδος της ταλάντωσης παραμένει σταθερή με τον χρόνο.
- δ) Σε χρόνο μίας περιόδου ενός αρμονικά εναλλασσόμενου ρεύματος, η στιγμιαία τιμή της έντασής του γίνεται τέσσερις φορές ίση κατ' απόλυτη τιμή, με την ενεργό της τιμή.
- ε) Η μαγνητική ροή που διέρχεται από μία επίπεδη επιφάνεια εμβαδού A που είναι κάθετη στις μαγνητικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης \vec{B} είναι ίση με BA ή $-BA$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΑΓ του διπλανού σχήματος, ισορροπεί δεμένη στο κάτω άκρο ελατηρίου, του οποίου το πάνω άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο σε οροφή. Στον χώρο γύρω από τη ράβδο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, που οι δυναμικές του γραμμές είναι κάθετες στη ράβδο. Το ελατήριο έχει δυναμική ενέργεια $U_{ελ}$. Ρευματοδοτούμε τη ράβδο με κατάλληλης έντασης και φοράς συνεχές ρεύμα, ώστε τώρα η ράβδος να ισορροπεί στη θέση όπου το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος. Αν στη συνέχεια, χωρίς να αλλάξουμε την ένταση του ρεύματος, αντιστρέψουμε τη φορά του μαγνητικού πεδίου, τότε στη νέα θέση ισορροπίας της ράβδος η δυναμική ενέργεια $U'_{ελ}$ του ελατηρίου θα είναι ίση με:



- α) $2U_{ελ}$
- β) $4U_{ελ}$
- γ) $16U_{ελ}$

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

Μονάδες 9

B2. Δύο αρμονικά κύματα πλάτους A , συχνότητας f και μήκους κύματος λ που διαδίδονται προς αντίθετες κατευθύνσεις συμβάλλουν και δημιουργούν στάσιμο κύμα. Η μέγιστη απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κοιλιών είναι ίση με 1m , η ελάχιστη απόστασή τους ισούται με $0,6\text{m}$ και η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσής τους είναι ίση με $4\pi\text{ m/sec}$. Μεταβάλλουμε τη συχνότητα των δύο αρμονικών κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα στην τιμή $f' = 10\text{Hz}$. Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών του νέου στάσιμου κύματος είναι ίση με:

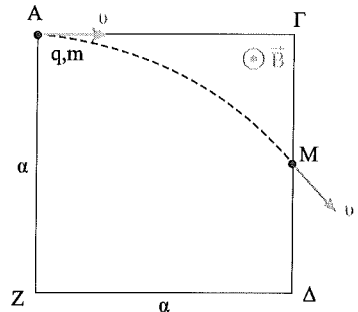
- α) $0,1\text{m}$ β) $0,2\text{m}$ γ) $0,3\text{m}$

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

Μονάδες 8

B3. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται η κάτοψη ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης \vec{B} , που περικλείεται στο τετράγωνο $A\Gamma\Delta Z$ πλευράς a .

Ένα φορτισμένο σωματίδιο, μάζας m και φορτίου q εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο από το σημείο A κινούμενο στη διεύθυνση της πλευράς $A\Gamma$ κάθετα στις μαγνητικές γραμμές. Αν το σωματίδιο εξέρχεται από το μέσο M της πλευράς $\Gamma\Delta$, τότε:



Το μέτρο της ταχύτητας v ισούται με:

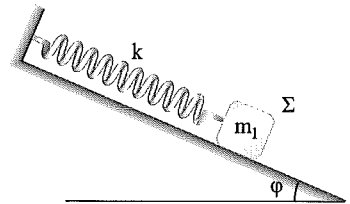
- α) $\frac{3Bqa}{4m}$ β) $\frac{3Bqa}{2m}$ γ) $\frac{5Bqa}{4m}$

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

Μονάδες 8

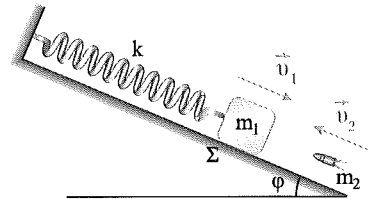
ΘΕΜΑ Γ

Το λείο κεκλιμένο επίπεδο του διπλανού σχήματος έχει γωνία κλίσης $\varphi = 30^\circ$. Στο ανώτερο σημείο του κεκλιμένου επιπέδου στερεώνουμε το άνω άκρο ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 200\text{N/m}$, στο άλλο άκρο του οποίου δένουμε σώμα Σ μάζας $m_1 = 2\text{kg}$, που ισορροπεί.



Απομακρύνουμε το σώμα κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου προς τα κάτω (προς τη βάση του) κατά $d = 0,1\text{m}$ από τη θέση ισορροπίας του, και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο.

- Γ1. Να αποδείξετε ότι το σώμα Σ θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση και να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσής του από τη θέση ισορροπίας του.
Μονάδες 7
- Γ2. Σε ποιες τιμές της απομάκρυνσης του ταλαντωτή ο λόγος της κινητικής ενέργειας K του σώματος προς την ολική ενέργεια E της ταλάντωσης είναι ίσος με $K/E = 1/4$;
Μονάδες 4
- Γ3. Να υπολογίσετε τον λόγο του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου $F_{ελ}$ προς το μέτρο της δύναμης επαφής $F_{επ}$ στην ανώτερη θέση της ταλάντωσης του σώματος.
Μονάδες 5
- Γ4. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 που για πρώτη φορά το σώμα περνά από τη θέση όπου το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος.
Θεωρήστε τη θετική φορά της απομάκρυνσης προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου.
Μονάδες 4
- Γ5. Σε κάποια χρονική στιγμή και καθώς το σώμα Σ κινείται προς τη βάση του κεκλιμένου επιπέδου, σφηνώνεται σ' αυτό ένα βλήμα μάζας $m_2 = m_1$ που κινείται στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα \vec{v}_2 . Το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται μετά την κρούση και στη συνέχεια παραμένει ακίνητο. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας \vec{v}_2 .



Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται προς τα δεξιά κατά μήκος ενός γραμμικού ελαστικού μέσου που εκτείνεται στη διεύθυνση οριζώντιου άξονα $x'Ox$. Το υλικό σημείο O , που βρίσκεται στη θέση $x = 0$ του άξονα, αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση της μορφής $y = A\eta\mu\omega t$.

Τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{1}{40} \text{ sec}$ το σημείο O φτάνει για πρώτη φορά σε απομάκρυνση

$y_1 = +\frac{A}{2}$ από τη θέση ισορροπίας του, ενώ τη χρονική στιγμή t_2 ακινητοποιείται στιγμιαία για δεύτερη φορά.

Τη χρονική στιγμή t_2 το κύμα έχει διαδοθεί έως τη θέση Γ ($x_\Gamma = +0,45\text{m}$).

Η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των υλικών σημείων του μέσου είναι ίση με

$$v_{\max} = \frac{4\pi}{3} \text{ m/sec.}$$

Δ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος και να γράψετε την εξίσωσή του.
 Μονάδες 3

Δ2. Να παραστήσετε γραφικά τη φάση της ταλάντωσης των υλικών σημείων του μέσου σε συνάρτηση με τη θέση τους τη χρονική στιγμή $t_3 = 2t_2$ και να υπολογίσετε το διάστημα που διανύει το υλικό σημείο Ο κατά τη διάρκεια της κίνησής του έως τη χρονική στιγμή t_3 .

Μονάδες 3

Δ3. i) Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_3 , μεταξύ των υλικών σημείων Κ ($x_K = -0,3\text{m}$) και Λ ($x_\Lambda = +1,2\text{m}$), στο οποίο να φαίνεται η θέση του σημείου Γ.

Μονάδες 5

ii) Με βάση το παραπάνω στιγμιότυπο να δείξετε ότι το σημείο Γ βρίσκεται στη θέση αυτή για πρώτη φορά.

Μονάδες 3

Δ4. Το υλικό σημείο Ρ είναι το δεύτερο υλικό σημείο δεξιά του σημείο Ο, το οποίο αποκτά μέγιστη κινητική ενέργεια ταυτόχρονα με το σημείο Ο.

i) Να παραστήσετε γραφικά την ταχύτητα του σημείου Ρ σε συνάρτηση με το χρόνο.
 Μονάδες 4

ii) Να υπολογίσετε τον αριθμό Ν των σημείων του μέσου που βρίσκονται μεταξύ των σημείων Κ και Λ και έχουν τη χρονική στιγμή t_3 κινητική ενέργεια ίση με το 75% της μέγιστης τιμής της.

Μονάδες 4

Να σημειώσετε τη φορά κίνησης των παραπάνω Ν σημείων στο στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή t_3 .

iii) Ποιες τιμές έχει η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δύο τέτοιων (από το πλήθος Ν) σημείων τη χρονική στιγμή t_3 ;

Μονάδες 3

53ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Το έργο της δύναμης επαναφοράς $\vec{F}_{επ}$ που δέχεται ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, είναι θετικό στο χρονικό διάστημα που...
- α) η αλγεβρική τιμή της $\vec{F}_{επ}$ είναι θετική.
 - β) η αλγεβρική τιμή της $\vec{F}_{επ}$ είναι αρνητική.
 - γ) το μέτρο της $\vec{F}_{επ}$ αυξάνεται.
 - δ) το μέτρο της $\vec{F}_{επ}$ μειώνεται.

Μονάδες 5

- A2. Ο Βόρειος πόλος μιας μικρής μαγνητικής βελόνας που μπορεί να περιστρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονά της, δείχνει προς τον Βορρά. Αν τοποθετήσουμε κοντά στη μαγνητική βελόνα και νότια από τη θέση της έναν κατακόρυφο ευθύγραμμο αγωγό μεγάλου μήκους που διαρρέεται από ρεύμα προς τα κάτω, ο βόρειος πόλος της θα δείξει...
- α) βορειοανατολικά.
 - β) βορειοδυτικά.
 - γ) νοτιοανατολικά.
 - δ) νοτιοδυτικά.

Μονάδες 5

- A3. Στα άκρα ενός αντιστάτη αντίστασης R εφαρμόζουμε αρμονικά εναλλασσόμενη τάση v και ο αντιστάτης διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα έντασης i . Η στιγμιαία ισχύς P που καταναλώνει ο αντιστάτης είναι...
- α) ανάλογη της τάσης v .
 - β) ανάλογη της έντασης του ρεύματος i .
 - γ) ανάλογη του τετραγώνου της έντασης του ρεύματος i
 - δ) αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της τάσης v .

Μονάδες 5

- A4. Από τις παρακάτω περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, φωτόνια μεγαλύτερης ενέργειας έχουν:
- α) τα μικροκύματα.

- β) τα υπεριώδεις ακτίνες.
- γ) υπέρυθρες ακτίνες.
- δ) οι ακτίνες Χ.

Μονάδες 5

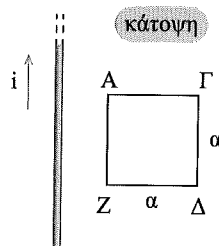
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Αν τοποθετήσουμε ένα συμπαγές κομμάτι μαλακού σιδήρου μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο τότε στο εσωτερικό του οι μαγνητικές γραμμές θα πυκνώσουν.
- β) Όταν πλησιάζουμε έναν ραβδόμορφο μαγνήτη σ' ένα πηνίο, αναπτύσσεται σ' αυτό ΗΕΔ από επαγωγή μόνο αν τα άκρα του πηνίου συνδέονται αγωγίμα μεταξύ τους.
- γ) Στη φθίνουσα ταλάντωση ο ρυθμός με τον οποίο ελαττώνεται το πλάτος A , θα αυξηθεί αν μειώσουμε τη σταθερά απόσβεσης.
- δ) Είναι αδύνατο ν' αρχίσει να περιστρέφεται ένα ελεύθερο στερεό σώμα που είναι αρχικά ακίνητο μέσα σε ομογενές βαρυτικό πεδίο με τη δράση της ροπής του βάρους του.
- ε) Στο φαινόμενο της σκέδασης, η ολική κινητική ενέργεια των «συγκρουόμενων» σωματιδίων διατηρείται σταθερή.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Ο ευθύγραμμος αγωγός απείρου μήκους και το τετράγωνο συμμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ πλευράς a του διπλανού σχήματος βρίσκονται στο ίδιο λείο οριζόντιο δάπεδο. Οι πλευρές ΑΖ, ΓΔ του πλαισίου είναι παράλληλες στον ευθύγραμμο αγωγό και οι πλευρές του ΑΓ, ΔΖ είναι κάθετες σε αυτόν. Αν ο ευθύγραμμος αγωγός αρχίσει να διαρρέεται από ρεύμα με τη φορά του σχήματος, του οποίου η ένταση αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, το πλαίσιο...

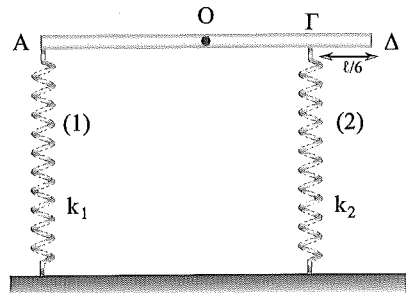


- α) θα διαρρέεται από ρεύμα με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού και θα κινηθεί προς τα αριστερά.
- β) θα διαρρέεται από ρεύμα με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού και θα κινηθεί προς τα δεξιά.
- γ) θα διαρρέεται από ρεύμα με φορά αυτή των δεικτών του ρολογιού και θα κινηθεί προς τα αριστερά.

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

Μονάδες 8

B2. Η οριζόντια ομογενής ράβδος ΑΔ του διπλανού σχήματος ισορροπεί οριζόντια πάνω σε δύο κατακόρυφα ελατήρια (1), (2) που έχουν ίδιο φυσικό μήκος, σταθερές k_1 και k_2 και είναι στηριγμένα σε οριζόντιο δάπεδο. Το ελεύθερο άκρο του ελατηρίου (1) είναι δεμένο στο άκρο Α της ράβδου, ενώ το ελεύθερο άκρο του ελατηρίου (2) είναι δεμένο στο σημείο της Γ της που απέχει απόσταση $\frac{\ell}{6}$ από το άκρο της Δ. Ο λόγος $\frac{k_1}{k_2}$ των σταθερών των ελατηρίων



ισούται με:

α) $\frac{2}{3}$

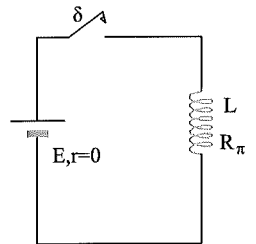
β) $\frac{3}{2}$

γ) $\frac{4}{9}$

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

Μονάδες 8

B3. Κλείνουμε τον διακόπτη δ του κυκλώματος που φαίνεται στο διπλανό σχήμα και παρατηρούμε ότι η ενέργεια μαγνητικού πεδίου που αποθηκεύεται τελικά στο πηνίο είναι ίση με 8J.



Αν είχαμε κόψει το πηνίο στη μέση και είχαμε συνδέσει το ένα κομμάτι του με την ίδια πηγή, τότε σ' αυτό θα είχε αποθηκευτεί τελικά ενέργεια μαγνητικού πεδίου ίση με:

α) 2J

β) 4J

γ) 16J

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου, το οποίο εκτείνεται στη διεύθυνση ενός άξονα x'Οx, δημιουργείται στάσιμο κύμα που περιγράφεται από την εξίσωση $y = 8\text{ συν } \frac{\pi x}{20}$ ημ10πt (x, y σε cm, t σε sec). Το σημείο Ο του μέσου, που βρίσκεται στη θέση x = 0 ταλαντώνεται χωρίς αρχική φάση.

Γ1. Να γράψετε τις εξισώσεις των δύο αρμονικών κυμάτων των οποίων η συμβολή δημιουργήσει το στάσιμο κύμα.

Μονάδες 3

Γ2. Να υπολογίσετε το πλάτος ταλάντωσης των υλικών σημείων Μ και Ρ του ελαστικού μέσου, που βρίσκονται στις θέσεις $x_M = -50\text{cm}$ και $x_P = +50\text{cm}$ αντίστοιχα.

Μονάδες 3

Γ3. Να υπολογίσετε τον αριθμό των κοιλιών που σχηματίζονται μεταξύ των σημείων Μ και Ρ.

Μονάδες 3

Γ4. Να παραστήσετε γραφικά το πλάτος της ταλάντωσης των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου, που βρίσκονται μεταξύ των σημείων Μ και Ρ, σε συνάρτηση με τη θέση τους x πάνω στον άξονα.

Μονάδες 5

Γ5. Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα του στάσιμου κύματος στο τμήμα μεταξύ των σημείων Μ και Ρ του μέσου, τις χρονικές στιγμές που το σημείο Ο βρίσκεται σε απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας του ίση με:

i) -8cm ,

Μονάδες 3

ii) -4cm και κατευθύνεται προς τη θέση ισορροπίας του. Στο στιγμιότυπο αυτό να σημειώσετε τη φορά κίνησης των κοιλιών που σχηματίζονται μεταξύ των σημείων Μ και Ρ.

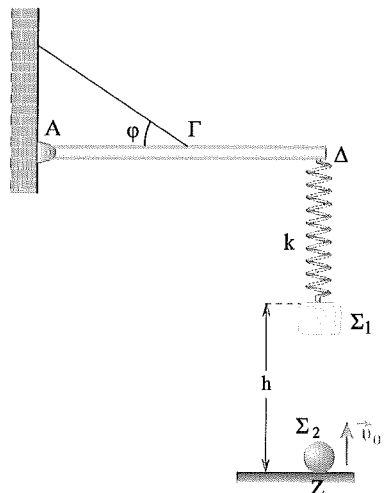
Μονάδες 3

Γ6. Να υπολογίσετε τη συχνότητα f' που θα έπρεπε να είχαν τα δύο τρέχοντα αρμονικά κύματα των οποίων η συμβολή δημιούργησε το στάσιμο κύμα, ώστε χωρίς να μεταβληθεί η κινητική κατάσταση των σημείων Μ και Ρ, να σχηματιστούν ανάμεσά τους 2 κοιλίες λιγότερες απ' όσες υπολογίσατε στο ερώτημα (Γ3).

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Η ομογενής ράβδος ΑΔ του παρακάτω σχήματος έχει μάζα $M = 8\text{kg}$, μήκος ℓ και ισορροπεί οριζόντια με το άκρο της Α αρθρωμένο σε τοίχο. Το μέσο Γ της ράβδου είναι δεμένο σε νήμα, του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο στον τοίχο, έτσι ώστε να σχηματίζει με τη ράβδο γωνία $\varphi = 30^\circ$. Στο άκρο Δ της ράβδου έχουμε στερεώσει το πάνω άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$, ενώ στο κάτω του άκρο είναι δεμένο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$ που ισορροπεί ακίνητο. Από τη θέση Ζ του εδάφους που βρίσκεται στην προέκταση του άξονα του ελατηρίου, εκτοξεύουμε κατακόρυφα προς τα πάνω ένα άλλο σώμα Σ_2 με αρχική ταχύτητα μέτρου $v_0 = 5\text{m/sec}$. Τα δύο σώματα συγκρούονται κε-



ντρικά και ελαστικά. Αμέσως μετά την κρούση το Σ_2 ακινητοποιείται στιγμιαία, ενώ το Σ_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Η μέγιστη

τιμή του μέτρου της δύναμης που δέχεται η ράβδος από το ελατήριο κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης ισούται με 40 N.

- Δ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος Σ_1 από τη θέση ισορροπίας του. Θεωρήστε ως το $t_0 = 0$ τη χρονική στιγμή της κρούσης, και τη θετική φορά προς τα πάνω.

Μονάδες 5

- Δ2. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία το σώμα Σ_2 θα επανέλθει στο έδαφος. (Η χρονική διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα).

Μονάδες 5

- Δ3. Να γράψετε την εξίσωση της δύναμης που δέχεται η ράβδος από το νήμα κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του σώματος Σ_1 σε συνάρτηση με την απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας του και να την παραστήσετε γραφικά.

Μονάδες 7

- Δ4. Να υπολογίστε τη μέγιστη τιμή (A_{\max}) που θα μπορούσε να έχει το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος Σ_1 , ώστε η ράβδος ΑΓ να παραμένει διαρκώς οριζόντια.

Μονάδες 3

- Δ5. Να βρείτε τη θέση όπου πρέπει να συγκρουστεί πλαστικά το σώμα Σ_1 (καθώς ταλαντώνεται με το πλάτος A που υπολογίσαμε στο ερώτημα Δ1), με άλλο σώμα Σ_3 μάζας $m_3 = m_1$ το οποίο κινείται κατακόρυφα, ώστε αμέσως μετά την κρούση το συσσωμάτωμα να ακινητοποιηθεί και στη συνέχεια να παραμείνει ακίνητο. Να υπολογίσετε την απώλεια μηχανικής ενέργειας λόγω αυτής της κρούσης.

Μονάδες 5

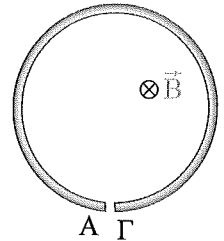
54ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Ο μεταλλικός δακτύλιος του διπλανού σχήματος, έχει εγκοπή μεταξύ των σημείων του Α, Γ και βρίσκεται μέσα σε χρονικά μεταβαλλόμενο ομογενές μαγνητικό πεδίο, το μέτρο της έντασης του οποίου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό.



- α) Ο δακτύλιος διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα με φορά από το Α προς το Γ.
β) Ο δακτύλιος θερμαίνεται λόγω του φαινομένου Joule.
γ) Στον δακτύλιο αναπτύσσεται επαγωγική ΗΕΔ με «+» στο Α και «-» στο Γ.
δ) Στον δακτύλιο αναπτύσσεται επαγωγική ΗΕΔ με «-» στο Α και «+» στο Γ.

Μονάδες 5

- Α2. Ένα σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση εξαιτίας δύναμης απόσβεσης της μορφής $F = -bv$, όπου b σταθερά και v η αλγεβρική τιμή της ταχύτητάς του.
- α) Η περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με την πάροδο του χρόνου.
β) Η συχνότητα της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με την πάροδο του χρόνου.
γ) Η ενέργεια της ταλάντωσης μειώνεται εκθετικά με την πάροδο του χρόνου.
δ) Το έργο της δύναμης απόσβεσης σε χρόνο ίσο με μια περίοδο της ταλάντωσης, ισούται με μηδέν.

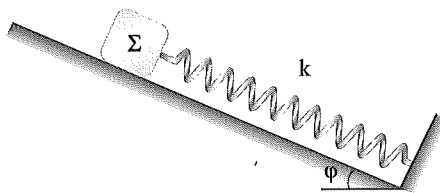
Μονάδες 5

- Α3. Αν κόψουμε στη μέση ένα πηνίο που έχει συντελεστή αυτεπαγωγής L , τότε το ένα από τα δύο κομμάτια του, θα έχει συντελεστή αυτεπαγωγής ίσο με:

- α) $\frac{L}{4}$ β) $\frac{L}{2}$ γ) L δ) $2L$

Μονάδες 5

- A4. Το σώμα Σ μάζας m του σχήματος, είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς k και ισορροπεί ακίνητο σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ . Απομακρύνουμε το σώμα προς τη θετική φορά κατά A και από τη θέση αυτή το αφήνουμε ελεύθερο. Ο ρυθμός μεταβολής του μέτρου της ταχύτητας του σώματος, μεγιστοποιείται κάθε $\frac{\pi}{5}$ sec και σε αυτόν τον χρόνο το σώμα διανύει διάστημα ίσο με $0,4$ m. Η εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του είναι:



α) $x = 0,2\eta\mu \left(5t + \frac{\pi}{2} \right)$ (S.I.)

β) $x = 0,1\eta\mu \left(10t + \frac{\pi}{2} \right)$ (S.I.)

γ) $x = 0,2\eta\mu \left(5t + \frac{3\pi}{2} \right)$ (S.I.)

δ) $x = 0,4\eta\mu \left(10t + \frac{3\pi}{2} \right)$ (S.I.)

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) Με τον τύπο $B = \frac{\mu_0 \pi I}{2r}$ N υπολογίζουμε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε όλα τα εσωτερικά σημεία ενός αγωγίμου κυκλικού πλαισίου N σπειρών ακτίνας r η κάθε μία, που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I .
- β) Οι σπείρες ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς απωθούνται μεταξύ τους.
- γ) Η δύναμη Laplace που ασκείται σε έναν ρευματοφόρο αγωγό, ο οποίος βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, εξαρτάται από το βάρος του αγωγού.
- δ) Αν μετά την κρούση δύο σωμάτων δημιουργείται συσσωμάτωμα, τότε η κρούση είναι ανελαστική.
- ε) Αν την χρονική στιγμή $t_0 = 0$, η αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση είναι ίση με $a = -a_{\max}$, τότε η αρχική φάση της ταλάντωσης είναι ίση με $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ rad.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Ένας αντιστάτης $R_1 = 12\Omega$ τροφοδοτείται από πηγή εναλλασσόμενης τάσης της μορφής $v = V\eta\mu\omega t$. Η γραφική παράσταση της ισχύος που καταναλώνει ο αντιστάτης σε συνάρτηση με το χρόνο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

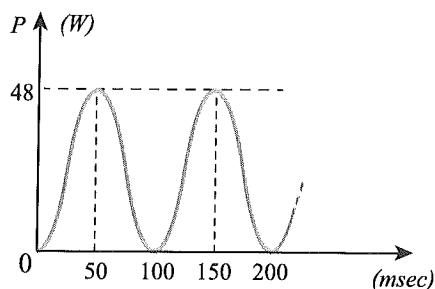
- A. Η χρονική εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι:

α) $i = \sqrt{2}\eta\mu 10\pi t$ (S.I.)

β) $i = 2\eta\mu 10\pi t$ (S.I.)

γ) $i = 2\sqrt{2}\eta\mu 5\pi t$ (S.I.)

δ) $i = 2\eta\mu 5\pi t$ (S.I.)



- B. Ανοίγουμε τον διακόπτη του κυκλώματος και συνδέουμε παράλληλα με τον αντιστάτη R_1 έναν αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 4\Omega$. Στη συνέχεια κλείνουμε και πάλι τον διακόπτη, οπότε το σύστημα τροφοδοτείται με την ίδια εναλλασσόμενη τάση ($v = V\eta\mu\omega t$). Η μέση ισχύς που καταναλώνει το σύστημα των δύο αντιστατών ισούται με:

α) 16W

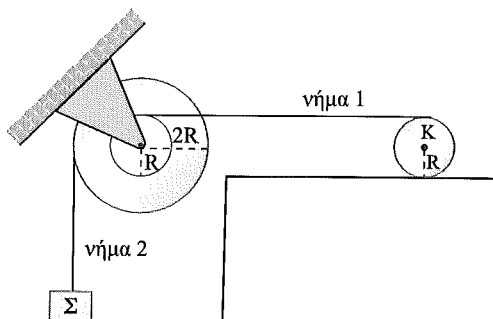
β) 48W

γ) 96W

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4+5)

- B2. Η διάταξη του διπλανού σχήματος αποτελείται από μια διπλή τροχαλία, που μπορεί να περιστρέφεται γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα, έναν τροχό ακτίνας R και ένα σώμα Σ . Η διπλή τροχαλία είναι κατασκευασμένη από δύο κολλημένους μεταξύ τους ομοαξονικούς κυλίνδρους ακτίνων R και $2R$ και ο τροχός έχει ακτίνα R . Στην περιφέρεια του μικρού κυλίνδρου και στην περιφέρεια του τροχού έχουμε τυλίξει ένα αβαρές και μη εκτατό νήμα (Νήμα 1). Στην περιφέρεια του μεγάλου κυλίνδρου της τροχαλίας έχουμε τυλίξει ένα άλλο μη εκτατό νήμα (Νήμα 2), του οποίου το ελεύθερο άκρο είναι δεμένο στο σώμα Σ . Αρχικά το σύστημα συγκρατείται ακίνητο με τα νήματα τεντωμένα. Κάποια στιγμή αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο, οπότε η τροχαλία αρχίζει να περιστρέφεται και ο τροχός να κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει στο οριζόντιο δάπεδο. Τη χρονική στιγμή που από το νήμα 2 έχει ξετυλιχθεί μήκος ℓ , το κέντρο K του τροχού έχει μετατοπιστεί κατά:



α) $\frac{\ell}{4}$

β) $\frac{\ell}{2}$

γ) 2ℓ

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

Μονάδες 8

B3. Από την πηγή παραγωγής ιόντων ενός φασματογράφου μάζας, παράγονται πρωτόνια (m_p, q_p) και σωματία α ($m_\alpha = 4m_p, q_\alpha = 2q_p$), τα οποία αφού επιταχυνθούν υπό τάσεις V_p και $V_\alpha = 2V_p$ αντίστοιχα, εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , κάθετα στις μαγνητικές του γραμμές στο οποίο διαγράφουν ημι-περιφέρειες κύκλων ακτίνων R_p, R_α και προσπίπτουν σε φωτογραφική πλάκα. Αν τα ίχνη τους αποτυπώνονται σε απόσταση d μεταξύ τους, ισχύει:

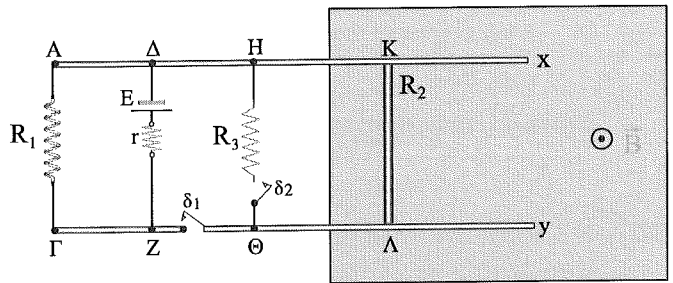
α) $d = R_p$ β) $d = 2R_p$ γ) $d = 4R_p$

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

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Οι δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί, Ax και Γy του διπλανού σχήματος, έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 1\text{m}$. Τα άκρα τους A και Γ συνδέονται με σωληνοειδές ωμικής αντίστασης $R_1 = 6 \Omega$, του οποίου ο αριθμός των σπειρών ανά μονάδα μήκους είναι $n = N/\ell = 200$ σπείρες/m. Στα σημεία Δ και Z των παράλληλων αγωγών έχει συνδεθεί ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη $E = 24\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 2 \Omega$. Στα σημεία H και Θ συνδέεται αντιστάτης ωμικής αντίστασης $R_3 = 1 \Omega$ σε σειρά με τον διακόπτη δ_2 , ενώ μεταξύ των σημείων Z και Θ παρεμβάλλεται διακόπτης δ_1 . Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός $K\Lambda$, μάζας $m = 1\text{Kg}$, μήκους $\ell = 1\text{m}$ και ωμικής αντίστασης $R_2 = 3 \Omega$, του οποίου τα άκρα βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς Ax και Γy , μπορεί να ολισθαίνει παραμένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς. Στην γραμμοσκιασμένη περιοχή του επιπέδου των αγωγών Ax και Γy εφαρμόζεται εξωτερικό ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1\text{T}$, του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο αυτό, με φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη. Αρχικά ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός και ο διακόπτης δ_2 ανοικτός. Ο αγωγός $K\Lambda$ ισορροπεί οριακά λόγω τριβής, που εμφανίζεται στα σημεία επαφής K και Λ , συνολικού μέτρου T .



Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης τριβής T .

Μονάδες 6

Γ2. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσον του άξονα του σωληνοειδούς. Να θεωρήσετε πως τα δύο μαγνητικά πεδία δεν αλληλεπιδρούν.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε τον διακόπτη δ_2 και ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 . Την ίδια στιγμή στο μέσον του αγωγού ΚΛ και κάθετα σε αυτόν ασκείται κατάλληλη δύναμη \vec{F} με φορά προς τα δεξιά, ώστε αυτός να κινείται με σταθερή επιτάχυνση μέτρου $\alpha = 4 \text{ m/s}^2$ ίδιας κατεύθυνσης με την δύναμη \vec{F} .

Γ3. Να γράψετε τη σχέση που δίνει την εξωτερική δύναμη σε συνάρτηση με τον χρόνο $F = f(t)$. Η συνολική τριβή του αγωγού ΚΛ με τους οριζόντιους αγωγούς σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του είναι ίση με T .

Μονάδες 7

Γ4. Να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο που πέρασε από μία διατομή του αγωγού, ΚΛ στο χρονικό διάστημα από $t_0 = 0$ έως $t_1 = 1 \text{ sec}$.

Μονάδες 6

Η διάταξη κατά τη διάρκεια της κίνησης του αγωγού ΚΛ παραμένει ακίνητη. Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$.

(Εξετάσεις)

ΘΕΜΑ Α

Η σανίδα ΒΓ του διπλανού σχήματος που έχει μήκος $\ell = 2\text{m}$ και μάζα $M = 4\text{kg}$, είναι στερεωμένη με άρθρωση στο άκρο της Β, ενώ το άκρο της Γ είναι δεμένο με κατακόρυφο νήμα και ισορροπεί σε πλάγια θέση που σχηματίζει γωνία θ με την οριζόντια διεύθυνση (συν $\theta = 0,8$, ημ $\theta = 0,6$).

Πάνω στη λεία επιφάνεια της σανίδας ισορροπεί ένα σώμα Σ αμελητέων διαστάσεων μάζας $m = 2\text{kg}$ δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 20\text{N/m}$, ο άξονας του οποίου είναι παράλληλος με τη σανίδα.

Η θέση ισορροπίας του σώματος Σ είναι το μέσον Ο της σανίδας.

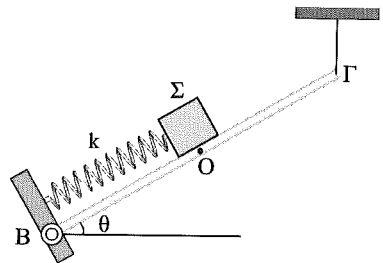
Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το σώμα Σ κατά μήκος της σανίδας προς το άκρο της Γ με αρχική ταχύτητα μέτρου $v_0 = 0,7\pi \text{ m/sec}$.

Α1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της ταχύτητας του σώματος Σ . Θεωρήστε ως θετική τη φορά από το Β προς το Γ.

Μονάδες 6

Α2. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης του σώματος Σ τη χρονική στιγμή t_1 που αυτό περνά για πρώτη φορά από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.

Μονάδες 6



Δ3. Να γράψετε την εξίσωση της τάσης του νήματος σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x του σώματος Σ από τη θέση ισορροπίας του και να υπολογίσετε την ελάχιστη και τη μέγιστη τιμή του μέτρου της.

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ελατηρίου για την κίνηση του σώματος από τη χρονική στιγμή $t = t_1$ έως τη χρονική στιγμή $t_2 = 1,5 \text{ sec}$.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

Στις πράξεις σας θεωρήστε $\pi^2 = 10$ και $\sqrt{13} = 3,6$.

55ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Ένα σωληνοειδές που έχει μήκος ℓ αριθμό σπειρών N και διαρρέεται από ρεύμα έντασης I , δημιουργεί στο εσωτερικό του ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B . Με το σύρμα αυτού του σωληνοειδούς κατασκευάζουμε ένα άλλο σωληνοειδές μήκους $\ell' = \frac{\ell}{2}$ και διπλάσιας διαμέτρου σπειρών από το αρχικό. Αν τροφοδοτήσουμε το νέο σωληνοειδές με ρεύμα ίδιας έντασης I , τότε το μέτρο B' της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του θα είναι:

- α) $\frac{B}{4}$ β) $\frac{B}{2}$ γ) B δ) $2B$

Μονάδες 5

Α2. Η ένταση I της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από ένα σώμα είναι το μονόμετρο φυσικό μέγεθος που εκφράζεται ως το πηλίκο...

- α) της ενέργειας που εκπέμπεται από το σώμα ανά μονάδα επιφάνειας.
β) της ενέργειας που εκπέμπεται από το σώμα ανά μονάδα χρόνου.
γ) της ισχύος που εκπέμπεται από το σώμα ανά μονάδα επιφάνειας.
δ) της ισχύος που εκπέμπεται από το σώμα ανά μονάδα μήκους κύματος.

Μονάδες 5

Α3. Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους A . Στη θέση $x = -A$...

- α) η κινητική του ενέργεια γίνεται ίση με την ολική ενέργεια της ταλάντωσης.
β) η δύναμη επαναφοράς μηδενίζεται.
γ) η επιτάχυνση του σώματος γίνεται ίση με $a = +a_{\max}$
δ) η δυναμική ενέργεια της ταλάντωσης μηδενίζεται.

Μονάδες 5

A4. Αν η εξίσωση ενός αρμονικού κύματος είναι $y = 10\eta\mu(6\pi t - 2\pi x)$ (S.I.), τότε η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι ίση με:

- α) 10 m/sec β) 6 m/sec γ) 2 m/sec δ) 3 m/sec

(Εξετάσεις)

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) Μία σφαίρα Σ_1 μάζας m_1 συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με μία άλλη σφαίρα Σ_2 μάζας m_2 . Αν το συσσωμάτωμα παραμένει ακίνητο μετά την κρούση, τότε τα διανύσματα των ορμών των δύο σφαιρών αμέσως πριν την κρούση τους είναι ίσα.
- β) Η ΗΕΔ από επαγωγή σε ένα μεταλλικό πλαίσιο εμφανίζεται μόνο για όσο χρονικό διάστημα μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από αυτό.
- γ) Το διάνυσμα της επιτάχυνσης ενός σώματος που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, έχει στη διάρκεια μίας περιόδου (T) ίδια φορά με το διάνυσμα της ταχύτητας του σώματος για χρονικό διάστημα ίσο με $\frac{T}{2}$.
- δ) Τα σημεία της επιφάνειας υγρού στα οποία συμβαίνει ενισχυτική συμβολή κυμάτων από δύο σύγχρονες πηγές Π_1, Π_2 και δεν ανήκουν στη μεσοκάθετο του τμήματος $\Pi_1\Pi_2$, ταλαντώνονται με πλάτος A για χρονικό διάστημα που είναι ίσο με ακέραιο αριθμό περιόδων και στη συνέχεια το πλάτος τους γίνεται ίσο με $2A$.
- ε) Το κέντρο μάζας ενός στερεού σώματος ταυτίζεται πάντοτε με το σημείο εφαρμογής του βάρους του.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

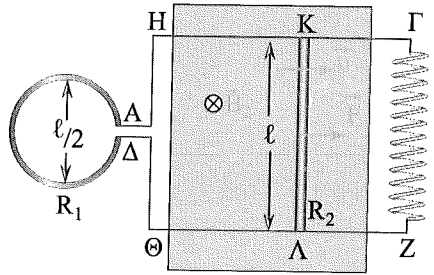
B1. Μικρή σφαίρα Σ_1 μάζας m_1 κινείται με ταχύτητα v_1 και συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητη μικρή σφαίρα Σ_2 μάζας m_2 , $m_1 \neq m_2$. Κατά την κρούση αυτή ποσοστό $\pi_1\%$ της αρχικής κινητικής ενέργειας της σφαίρας Σ_1 μεταφέρεται ως κινητική ενέργεια στη σφαίρα Σ_2 . Αν αντιστρέψουμε το φαινόμενο, δηλαδή αν η σφαίρα Σ_2 κινούμενη με ταχύτητα v_2 , συγκρουστεί κεντρικά και ελαστικά με την ακίνητη σφαίρα Σ_1 , τότε το ποσοστό της κινητικής ενέργειας της σφαίρας Σ_2 που μεταφέρεται στη σφαίρα Σ_1 ισούται με $\pi_2\%$. Για τα π_1 και π_2 ισχύει:

- α) $\pi_1 < \pi_2$ β) $\pi_1 > \pi_2$ γ) $\pi_1 = \pi_2$

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

(Εξετάσεις) Μονάδες 8

B2. Οι οριζόντιοι αγωγοί ΑΗΓ, ΔΘΖ του διπλανού σχήματος έχουν αμελητέα αντίσταση. Τα τμήματα τους ΗΓ και ΘΖ είναι παράλληλα μεταξύ τους και απέχουν απόσταση ℓ . Τα άκρα Α, Δ των παραπάνω αγωγών συνδέονται με οριζόντιο κυκλικό αγωγό διαμέτρου $\frac{\ell}{2}$ και αντίστασης $R_1 = R$, ενώ τα άκρα



τους Γ, Ζ συνδέονται με σωληνοειδές Ν σπειρών και μήκους ℓ που έχει αντίσταση $R_3 = R$.

Ο ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ που έχει μήκος ℓ , κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα v έχοντας τα άκρα του σε επαφή στους αγωγούς ΗΓ, ΘΖ και παραμένοντας κάθετος σε αυτούς, καθώς δέχεται στο μέσον του σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} . Στην περιοχή κίνησης του αγωγού ΚΛ υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B}_2 , όπως στο σχήμα.

Αν στο κέντρο του κυκλικού αγωγού η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι \vec{B}_1 και στο εσωτερικό του σωληνοειδούς (κοντά στο μέσο του) η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι \vec{B}_3 , τότε:

A. Ο αριθμός Ν των σπειρών του σωληνοειδούς ισούται με:

α) $\frac{B_3}{2B_1}$ β) $\frac{B_3}{B_1}$ γ) $\frac{2B_3}{B_1}$

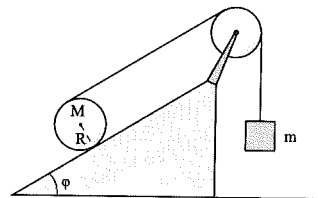
B. Το μέτρο της δύναμης \vec{F} ισούται με:

α) $\frac{B_1 B_2 \ell^2}{2\mu_0}$ β) $\frac{B_1 B_2 \ell^2}{\mu_0}$ γ) $\frac{2B_1 B_2 \ell^2}{\mu_0}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4+5)

B3. Σε κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\varphi = 30^\circ$ βρίσκεται ένας κύλινδρος μάζας Μ και ακτίνας R. Στην περιφέρεια του κυλίνδρου είναι τυλιγμένο αβαρές, μη εκτατό νήμα, που διέρχεται από το αυλάκι της τροχαλίας. Στο ελεύθερο άκρο του νήματος είναι δεμένο σώμα Σ μάζας m. Η τροχαλία μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από άξονα που περνάει από το κέντρο μάζας της. Το σύστημα ισορροπεί.



Ο λόγος $\frac{M}{m}$ των μαζών Μ του κυλίνδρου και m του σώματος Σ ισούται με:

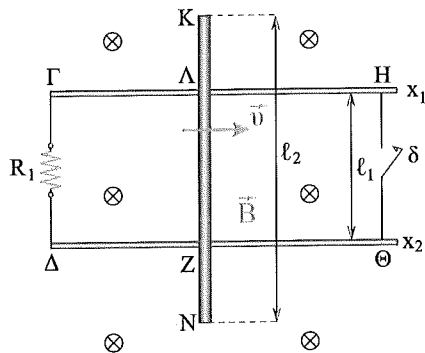
- α) 2 β) 3 γ) 4

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

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Στην οριζόντια διάταξη του διπλανού σχήματος οι σιδηροτροχιές Γx₁, Δx₂ έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση, απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell_1 = 0,5\text{m}$ και τα άκρα τους Γ και Δ συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 1\Omega$. Η μεταλλική ράβδος ΚΝ έχει μήκος $\ell_2 = 1\text{m}$, ωμική αντίσταση $R_2 = 6\Omega$ και κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 8\text{m/sec}$ με τα άκρα της Κ, Ν να ισαπέχουν από τις σιδηροτροχιές και τα σημεία της Λ, Ζ συνεχώς σε επαφή με αυτές. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2\text{T}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ η ράβδος ΚΝ βρίσκεται πολύ κοντά στα άκρα Γ, Δ των σιδηροτροχιών.



Γ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο ΓΛΖΔ και να την παραστήσετε γραφικά στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow 1\text{sec}$.

Μονάδες 3

Γ2. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

Μονάδες 5

Γ3. Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύεται από τον αντιστάτη R_1 σε χρονικό διάστημα Δt , στο οποίο διέρχεται από μία διατομή του κυκλώματος φορτίο ίσο με 5C .

Μονάδες 5

Γ4. Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού V_{KN} .

Μονάδες 4

Γ5. i) Να υπολογίσετε το μέτρο της οριζόντιας δύναμης \vec{F} που πρέπει να ασκούμε στο μέσο της ράβδου ΚΝ, ώστε αυτή να κινείται με σταθερή ταχύτητα.

ii) Τη χρονική στιγμή $t = 1\text{sec}$ κλείνουμε τον διακόπτη και συνδέουμε έτσι τα σημεία Η και Θ των σιδηροτροχιών με αγωγό αμελητέας αντίστασης. Να υπολογίσετε το ποσοστό της μεταβολής που πρέπει να επιφέρουμε στο μέτρο της δύναμης \vec{F} , ώστε ο αγωγός ΚΝ να συνεχίσει να κινείται με την ίδια ταχύτητα.

Μονάδες 8 (3+5)

ΘΕΜΑ Δ

Ένα φωτόνιο μήκους κύματος $\lambda = 300 \text{ pm}$ προσπίπτει σε ελεύθερο αρχικά ακίνητο ηλεκτρόνιο και σκεδάζεται, έτσι ώστε το μήκος κύματός του λ' αμέσως μετά τη σκέδαση, να είναι το μέγιστο δυνατό. Το ηλεκτρόνιο ανακρούεται με ταχύτητα μέτρου v και διέρχεται από χώρο όπου συνυπάρχουν ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης \vec{E} και ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , κινούμενο με σταθερή ταχύτητα, χωρίς να υποστεί εκτροπή.

Στη συνέχεια, το ηλεκτρόνιο εξέρχεται από το σύνθετο πεδίο και εισέρχεται σε άλλο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης \vec{E}' , του οποίου οι δυναμικές γραμμές έχουν την κατεύθυνση της κίνησής του, με αποτέλεσμα σε χρόνο $\Delta t = \frac{3\sqrt{2}}{16} 10^{-7} \text{ sec}$, το διάνυσμα της

ταχύτητας του να αντιστραφεί. Να υπολογίσετε:

Δ1. το μήκος κύματος του φωτονίου αμέσως μετά τη σκέδαση,

Μονάδες 5

Δ2. το ποσοστό μεταβολής του μέτρου της ορμής του φωτονίου λόγω της σκέδασης,

Μονάδες 5

Δ3. την κινητική ενέργειας του ανακρουόμενου ηλεκτρονίου,

Μονάδες 5

Δ4. το πηλίκο $\frac{E}{B}$ των μέτρων των εντάσεων \vec{B} και \vec{E} ,

Μονάδες 5

Δ5. το μέτρο της έντασης \vec{E}' .

Μονάδες 5

Δίνεται η ποσότητα $\frac{h}{m_e c} = 2,4 \text{ pm}$ (μήκος κύματος Compton), η σταθερά του Planck

$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$ η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

56ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Μια λεπτή μεταλλική ράβδος που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 βρίσκεται ολόκληρη μέσα στο κεντρικό τμήμα ενός σωληνοειδούς που διαρρέεται και αυτό από ρεύμα ίσης έντασης ($I_2 = I_1$), τοποθετημένη κάθετα στον άξονα του σωληνοειδούς. Αν διπλασιάσουμε την ένταση των δύο ρευμάτων ($I_1' = 2I_1$ και $I_2' = 2I_2$) τότε η δύναμη Laplace που θα δέχεται η ράβδος θα...
- α) διπλασιαστεί.
 - β) τετραπλασιαστεί.
 - γ) υποδιπλασιαστεί.
 - δ) παραμείνει σταθερή.

Μονάδες 5

- A2. Η εναλλασσόμενη τάση που αναπτύσσεται στα άκρα ενός πλαισίου, που περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με γωνιακή ταχύτητα ω , έχει τη μορφή $v = V\eta\mu\omega t$. Αν διπλασιαστεί η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου, η εναλλασσόμενη τάση θα έχει τη μορφή:
- α) $v = V\eta\mu\omega t$ β) $v = V\eta\mu 2\omega t$ γ) $v = 2V\eta\mu 2\omega t$ δ) $v = 2V\eta\mu\omega t$

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

- A3. Ο αριθμός των φωτοηλεκτρονίων που εκπέμπονται από την κάθοδο κατά το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, ανά μονάδα χρόνου...
- α) είναι ανάλογος της έντασης του φωτός που προσπίπτει στο μέταλλο της καθόδου.
 - β) είναι ανάλογος της συχνότητας του φωτός της προσπίπτουσας ακτινοβολίας
 - γ) εξαρτάται από την τιμή της συχνότητας κατωφλίου.
 - δ) εξαρτάται από την τάση αποκοπής.

Μονάδες 5

- A4. Σε μια μηχανική ταλάντωση της οποίας το πλάτος μεταβάλλεται σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 e^{-\Lambda t}$, όπου A_0 είναι το αρχικό πλάτος της ταλάντωσης και Λ είναι μια θετική σταθερά, ισχύει ότι:
- το μέτρο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι σταθερό.
 - η περίοδος T της ταλάντωσης διατηρείται σταθερή για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b .
 - η περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται με τον χρόνο για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b .
 - το μέτρο της δύναμης που προκαλεί την απόσβεση είναι ανάλογο της απομάκρυνσης.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

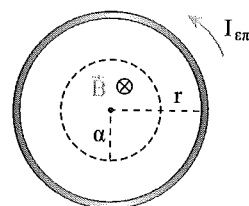
- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Όταν εισάγουμε έναν κύλινδρο κατασκευασμένο από χρώμιο (Cr) στο εσωτερικό ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς, η ένταση του μαγνητικού του πεδίου ελαττώνεται.
- Τα εναλλασσόμενα ρεύματα δεν δημιουργούν γύρω τους μαγνητικά πεδία.
- Η δύναμη απόσβεσης που δέχεται ένα σώμα το οποίο εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση έχει την ίδια κατεύθυνση με τη δύναμη επαγωγής για χρόνο $\Delta t = \frac{T}{2}$, σε κάθε περίοδο (T) της ταλάντωσης.
- Κατά την κρούση αμελητέας χρονικής διάρκειας δύο σφαιρών, οι βαρυτικές δυναμικές τους ενέργειες δεν μεταβάλλονται.
- Όταν ένα ελεύθερο στερεό σώμα δεχτεί δύναμη \vec{F} , που ο φορέας της δεν διέρχεται από το κέντρο μάζας του, θα εκτελέσει μεταφορική κίνηση στην διεύθυνση της δύναμης και στροφική κίνηση γύρω από άξονα που περνά από το κέντρο μάζας του και είναι κάθετος στο επίπεδο που ορίζεται από τον φορέα της δύναμης \vec{F} και το κέντρο μάζας του.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Ένας οριζόντιος κυκλικός αγωγός ακτίνας r και αντίστασης ανά μονάδα μήκους R^* έχει τοποθετηθεί γύρω από κυλινδρική περιοχή ακτίνας $a = \frac{r}{2}$ στην οποία υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} που



έχει την φορά του σχήματος και το μέτρο του μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό $\frac{dB}{dt} = \lambda$.

Αν στον αγωγό δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα έντασης $I_{\text{επ}}$ που έχει τη φορά του σχήματος, η ένταση του μαγνητικού πεδίου μεταβάλλεται με ρυθμό λ που ισούται με:

α) $\lambda = \frac{2I_{\text{επ}}R^*}{a}$ β) $\lambda = -\frac{4I_{\text{επ}}R^*}{a}$ γ) $\lambda = \frac{4I_{\text{επ}}R^*}{a}$

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

Μονάδες 9

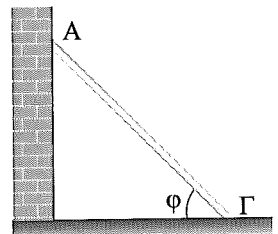
B2. Σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο (1) δημιουργείται στάσιμο κύμα, έτσι ώστε το ένα άκρο του μέσου να είναι δεσμός και το άλλο άκρο να είναι κοιλία. Μεταξύ των άκρων υπάρχουν άλλοι 5 δεσμοί. Σε ένα δεύτερο ελαστικό μέσο (2) από το ίδιο υλικό, αλλά με διπλάσιο μήκος από το πρώτο, δημιουργείται άλλο στάσιμο κύμα, έτσι ώστε και τα δύο άκρα του δεύτερου μέσου να είναι δεσμοί. Μεταξύ των δύο άκρων του δεύτερου μέσου υπάρχουν άλλοι οκτώ δεσμοί. Ο λόγος των συχνοτήτων ταλάτωσης των δύο μέσων είναι:

α) $\frac{f_1}{f_2} = \frac{11}{9}$ β) $\frac{f_1}{f_2} = \frac{2}{3}$ γ) $\frac{f_1}{f_2} = \frac{9}{11}$

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

Μονάδες 8

B3. Λεπτή ομογενής σκάλα βάρους W ισορροπεί, ακουμπώντας σε λείο κατακόρυφο τοίχο και τραχύ οριζόντιο δάπεδο, όπως στο σχήμα. Εάν μ ο συντελεστής οριακής στατικής τριβής μεταξύ σκάλας και οριζοντίου δαπέδου, τότε η ελάχιστη τιμή της εφαπτομένης της γωνίας φ , για την οποία η σκάλα ισορροπεί, είναι ίση με:



α) $\epsilon\varphi\varphi = \frac{1}{\mu}$ β) $\epsilon\varphi\varphi = \frac{1}{2\mu}$ γ) $\epsilon\varphi\varphi = \frac{3}{2\mu}$

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

(Εξετάσεις)

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Σε μια συσκευή φωτοκυττάρου το μέταλλο της καθόδου έχει έργο εξαγωγής $\phi = 3,3 \text{ eV}$.

Στην επιφάνεια της καθόδου προσπίπτει μονοχρωματική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που έχει συχνότητα διπλάσια της συχνότητας καταφυλίου ($f = 2f_0$) με σταθερό ρυθμό

$$\frac{N}{\Delta t} = 5 \cdot 10^{13} \text{ φωτόνια/sec, εκ των οποίων το 30\% απορροφώνται από την κάθοδο και παρά-}$$

γουν φωτοηλεκτρόνια.

A. Να υπολογίσετε:

Γ1. τη συχνότητα f ,

Μονάδες 4

Γ2. την ισχύ P της ακτινοβολίας,

Μονάδες 4

Γ3. τη (μέγιστη) κινητική ενέργεια K με την οποία εξέρχονται τα φωτοηλεκτρόνια από το μέταλλο (σε J και σε eV),

Μονάδες 4

Γ4. τον αριθμό N' των φωτοηλεκτρονίων που εξέρχονται από την κάθοδο σε χρόνο $\Delta t = 2 \text{ sec}$,

Μονάδες 4

Γ5. την ένταση i του ρεύματος που καταγράφει το μικροαμπερόμετρο.

Μονάδες 4

Θεωρούμε ότι ο σωλήνας της διάταξης είναι απολύτως κενός.

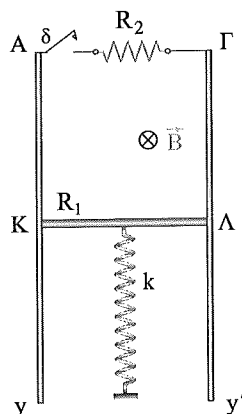
B. Γ6. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της (μέγιστης) κινητικής ενέργειας των εξερχόμενων από το μέταλλο φωτοηλεκτρονίων σε συνάρτηση με τη συχνότητα f της προσπίπτουσας σ' αυτό ακτινοβολίας.

Μονάδες 5

Δίνεται η ταχύτητα του φωτός στο κενό $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}$, η σταθερά του Planck $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec}$, η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και ότι $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

ΘΕΜΑ Δ

Η μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος, που έχει μήκος $\ell = 0,5\text{m}$, μάζα $m = 1\text{kg}$ και ωμική αντίσταση $R_1 = 3\Omega$ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές σε κατακόρυφο επίπεδο, με τα άκρα της σε επαφή με δύο κατακόρυφους αγωγούς Αγ και Γγ' αμελητέας αντίστασης. Τα άκρα Α και Γ των δύο αγωγών συνδέονται μέσω διακόπτη δ με αντιστάτη ωμικής αντίστασης $R_2 = 5\Omega$. Το μέσο της ράβδου του είναι δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{N/m}$, του οποίου το κάτω άκρο είναι στερεωμένο σε μονωτικό δάπεδο. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε τη ράβδο προς τα επάνω με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 4\text{m/sec}$, οπότε αυτή αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.



- Δ1. Να υπολογίσετε το λόγο του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου προς το μέτρο της δύναμης επαναφοράς, τη χρονική στιγμή $t_1 = \frac{\pi}{20}$ sec.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή t_1 κλείνουμε τον διακόπτη.

- Δ2. Να δείξετε ότι η ράβδος ΚΛ θα εκτελέσει φθίνουσα ταλάντωση με σταθερά απόσβεσης $b = 0,125\text{kg/sec}$.

Μονάδες 5

- *Δ3. Να υπολογίσετε τη θερμότητα Q_1 που εκλύεται από τον αντιστάτη R_1 , από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή που ο αγωγός θα σταματήσει εντελώς να κινείται.

Μονάδες 5

- Δ4. Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης Laplace στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή t_1 έως τη χρονική στιγμή t_2 στην οποία το πλάτος ταλάντωσης γίνεται ίσο με $0,1\text{m}$.

Μονάδες 5

- Δ5. Να υπολογίσετε το χρονικό διάστημα $\Delta t = t_2 - t_1$.

Μονάδες 5

Να θεωρήσετε γνωστό τον τύπο $\Lambda = b/2m$ που συνδέει τη σταθερά Λ της φθίνουσας ταλάντωσης με τη σταθερά απόσβεσης b και τη μάζα m του σώματος. Κατά την κίνηση του αγωγού δεν υπάρχουν τριβές. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

Για τις πράξεις σας δίνονται: $0,0625 = \frac{1}{16}$ και $\ell n 2 = 0,7$.

57ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

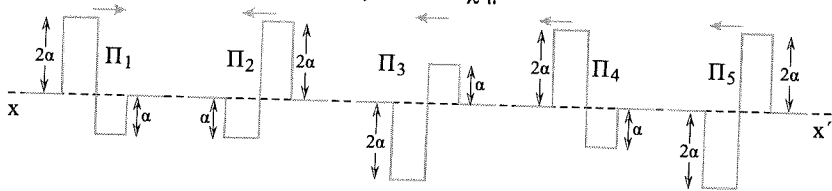
ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Σφαίρα Α συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με αρχικά ακίνητη σφαίρα Β μεγαλύτερης μάζας. Η ταχύτητα της σφαίρας Α μετά την κρούση...
- α) θα έχει αντίθετη κατεύθυνση από την αρχική.
 - β) θα μηδενιστεί.
 - γ) θα είναι ίση με την ταχύτητα που είχε πριν την κρούση.
 - δ) θα είναι ίση με την ταχύτητα που θα αποκτήσει η σφαίρα.

Μονάδες 5

- A2. Στο ίδιο υλικό διαδίδονται ο κυματικός παλμός Π_1 κατά τη θετική κατεύθυνση του άξονα $x'x$ και οι κυματικοί παλμοί $\Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5$ κατά την αρνητική κατεύθυνση του άξονα $x'x$ όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Για να έχουμε απόσβεση, ο παλμός Π_1 πρέπει να συναντηθεί με τον παλμό...

- α) Π_2
- β) Π_3
- γ) Π_4
- δ) Π_5

Μονάδες 5

- A3. Αν αυξήσουμε την τάση $V = V_{\text{ανόδου}} - V_{\text{κάθόδου}}$ μιας συσκευής φωτοκυτάρου, τότε...

- α) η κινητική ενέργεια των εκπεμπόμενων από την κάθοδο φωτοηλεκτρονίων αυξάνεται.
- β) η τάση αποκοπής αυξάνεται.
- γ) η κινητική ενέργεια με την οποία φτάνουν τα φωτοηλεκτρόνια στην άνοδο αυξάνεται.
- δ) είναι δυνατόν να σταματήσει η εκπομπή φωτοηλεκτρονίων.

Μονάδες 5

A4. Αν στους εσωτερικούς χώρους κοντά στα άκρα ενός ρευματοφόρου σωληνοειδούς, η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο B , τότε στο κεντρικό τμήμα του εσωτερικού του, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι ίσο με:

- α) $\frac{B}{2}$ β) B γ) $2B$ δ) $4B$

Μονάδες 5

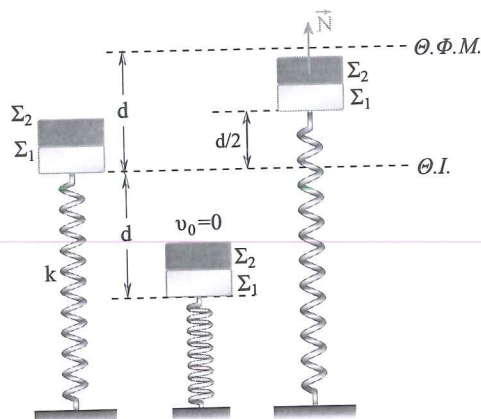
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Στην ελαστική κρούση δύο σωμάτων η απώλεια κινητικής ενέργειας του ενός σώματος ισούται με την αύξηση της κινητικής ενέργειας του άλλου σώματος.
- β) Η μηχανική ενέργεια ενός συστήματος κατακόρυφου ελατηρίου - μάζας, που ταλαντώνεται ελεύθερα μέσα σε θάλαμο που περιέχει αέρα, μειώνεται γραμμικά με την πάροδο του χρόνου.
- γ) Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης είναι πάντοτε ίση με την συχνότητα του διεγέρτη.
- δ) Αν σε ένα σύστημα ελατηρίου - μάζας που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση μεταβληθεί η μάζα του ταλαντούμενου σώματος, τότε θα μεταβληθεί και η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης.
- ε) Αν η γωνία περιστροφής ενός δίσκου, που περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στην επιφάνειά του, δίνεται από τη σχέση $\theta = 5t + 2t^2$ (S.I.), τότε το μέτρο της γωνιακής του επιτάχυνσης είναι ίσο με 2 rad/sec^2 .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 του διπλανού σχήματος έχουν μάζες $m_1 (= m)$ και m_2 , αντίστοιχα και ισορροπούν. Το σώμα Σ_2 είναι τοποθετημένο πάνω στο σώμα Σ_1 , το οποίο είναι δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k που έχει το άλλο του άκρο ακλόνητα στερεωμένο στο έδαφος. Το ελατήριο παρουσιάζει συσπείρωση d σε σχέση με τη θέση του φυσικού του μήκους (Θ.Φ.Μ.).



Πιέζουμε κατακόρυφα προς τα κάτω το σώμα Σ_2 , μέχρι το ελατήριο να αποκτήσει συνολική συσπείρωση ίση με $2d$ και

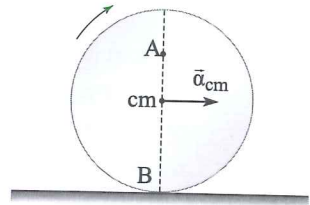
από τη θέση αυτή αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο, οπότε αυτό αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Αν η σταθερά επαναφοράς του σώματος Σ_2 ισούται με $D_2 = \frac{2k}{3}$, τότε στη θέση $x = \frac{d}{2}$, πάνω από τη θέση ισορροπίας (Θ.Ι.) του συστήματος, η δύναμη \vec{N} που δέχεται το Σ_2 από το Σ_1 , έχει μέτρο ίσο με:

- α) $N = 0,7mg$ β) $N = mg$ γ) $N = 1,2mg$

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

Μονάδες 9

- B2. Ο ομογενής τροχός του σχήματος έχει ακτίνα $R = 20\text{cm}$ και κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει σε οριζόντιο δρόμο με σταθερή επιτάχυνση κέντρου μάζας μέτρου $a_{\text{cm}} = 10\text{m/sec}^2$. Τη χρονική στιγμή που το μέτρο της ταχύτητας του κέντρου μάζας του τροχού είναι ίσο με $v_{\text{cm}} = 2\sqrt{2}\text{m/sec}$...



- B2.1. το μέτρο της επιτάχυνσης του σημείου A που απέχει από το κέντρο του τροχού απόσταση $r = 10\text{cm}$ ισούται με:

- α) 15m/sec^2 β) 20m/sec^2 γ) 25m/sec^2

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

Μονάδες 4

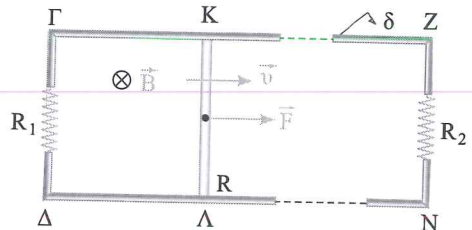
- B2.2. το μέτρο της επιτάχυνσης του σημείου B είναι ίσο με:

- α) 0 β) 20m/sec^2 γ) 40m/sec^2

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

Μονάδες 4

- B3. Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος αποτελείται από μια οριζόντια μεταλλική ράβδο ΚΛ μήκους $\ell = 1\text{m}$ και αντίστασης $R = 2\Omega$, που μπορεί να ολισθαίνει με τα άκρα της σε επαφή με δύο παράλληλες οριζόντιες σιδηροτροχιές ΓΖ και ΔΝ αμελητέας αντίστασης και πολύ μεγάλου μήκους, παραμένοντας διαρκώς κάθετη σε αυτές. Τα άκρα Γ και Δ των σιδηροτροχιών συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 6\Omega$, ενώ



τα άλλα τους άκρα Z και N συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 3\Omega$. Κοντά στο άκρο Z της σιδηροτροχιάς ΓZ υπάρχει διακόπτης δ που είναι αρχικά ανοιχτός. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 2T$.

Ασκούμε στο μέσο της αρχικά ακίνητης ράβδου σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} με αποτέλεσμα η ράβδος να κινείται τελικά με σταθερή (οριακή) ταχύτητα μέτρου $v_{op} = 12m/sec$.

B3.1. Το μέτρο της δύναμης \vec{F} ισούται με:

- α) $F = 3N$ β) $F = 6N$ γ) $F = 12N$

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

Μονάδες 3

B3.2. Κάποια στιγμή κλείνουμε τον διακόπτη και ταυτόχρονα μεταβάλλουμε το μέτρο της δύναμης \vec{F} στην τιμή F' , ώστε το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου να παραμείνει σταθερό και ίσο με $12m/sec$. Είναι:

- α) $F' = 1,5N$ β) $F' = 9N$ γ) $F' = 12N$

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

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Γ

Μια γεννήτρια εναλλασσόμενης τάσης αποτελείται από ένα ορθογώνιο πλαίσιο $N = 100$ σπειρών εμβαδού $A = 0,05m^2$, που βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1T$. Το πλαίσιο που έχει αντίσταση $R_{\pi} = 5\Omega$, περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega_1 = 20rad/sec$ γύρω από άξονα κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου, ο οποίος διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του.

Τα άκρα K, Λ του πλαισίου συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 5\Omega$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το πλαίσιο είναι κάθετο στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου.

Γ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση $v = f(t)$ της τάσης στα άκρα του αντιστάτη και να την παραστήσετε γραφικά στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow 0,15\pi$ sec.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή t_1 , που η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα γίνεται ίση με την ενεργό τιμή της για πρώτη φορά.

Μονάδες 4

Γ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνει ο αντιστάτης R_1 και να την παραστήσετε γραφικά στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow 0,15\pi$ sec.

Μονάδες 5

- Γ4. Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ \bar{P}_1 που καταναλώνει ο αντιστάτης R_1 καθώς και τη θερμότητα Q που εκλύεται από αυτόν στη διάρκεια 100 πλήρων περιστροφών του πλαισίου.

Μονάδες 6

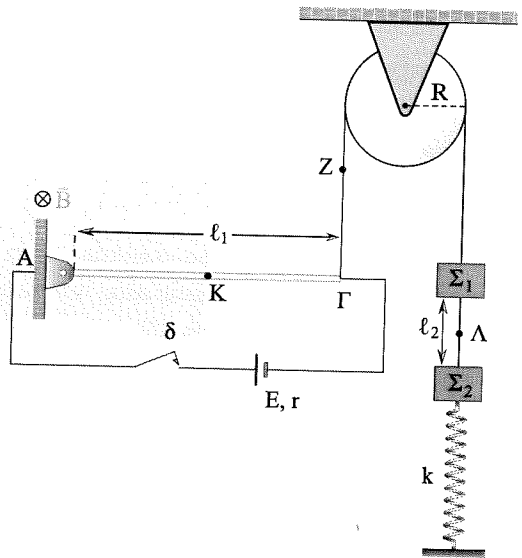
- Γ5. Ακινητοποιούμε το πλαίσιο, αφαιρούμε τον αντιστάτη R_1 και στη θέση του τοποθετούμε έναν άλλο αντιστάτη, αντίστασης $R_2 = 3R_1$. Στη συνέχεια περιστρέφουμε το πλαίσιο με γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega_2 = 2\omega_1$. Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ \bar{P}_2 , που καταναλώνει τώρα ο αντιστάτης R_2 .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Α

Το σύστημα του σχήματος αποτελείται από μία ομογενή τροχαλία μάζας $M_T = 10\text{kg}$, που μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον οριζόντιο ακλόνητο άξονά της, από μία ομογενή ράβδο ΑΓ, αντίστασης $R = 0,4\Omega$, μάζας $M_p = 20\text{kg}$ και μήκους $\ell_1 = 5\text{m}$ και από δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες $m_1 = m_2 = 5\text{kg}$, αντίστοιχα.

Η ράβδος συνδέεται με αγωγούς αμελητέας αντίστασης (οι οποίοι δεν ασκούν δυνάμεις στα σημεία της Α και Γ), μέσω διακόπτη δ με πηγή ΗΕΔ E και εσωτερικής αντίστασης $r = 0,1\Omega$. Το τμήμα ΑΚ της ράβδου (όπου Κ το μέσον της), βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1\text{T}$, όπως στο σχήμα.



Το σώμα Σ_2 είναι δεμένο στο πάνω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 500 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, του οποίου το άλλο άκρο είναι ακλόνητα στερεωμένο στο έδαφος. Η ράβδος συνδέεται με το σώμα Σ_1 μέσω αβαρούς και μη εκτατού νήματος που διέρχεται από το αυλάκι της τροχαλίας. Τα ευθύγραμμα τμήματα του νήματος αυτού είναι κατακόρυφα. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 συνδέονται με άλλο αβαρές και μη εκτατό κατακόρυφο νήμα. Αρχικά το σύστημα ισορροπεί ακίνητο με τα νήματα τεντωμένα και τη ράβδο σε οριζόντια θέση. Αρχικά ο διακόπτης δ είναι ανοικτός.

- Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος (T_0) που δέχεται η ράβδος στο άκρο της Γ και το μέτρο της δύναμης ($F_{αε}$) που δέχεται η τροχαλία από τον άξονά της.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε ταυτόχρονα τα νήματα στα σημεία Z και Λ και κλείνουμε τον διακόπτη δ , με αποτέλεσμα η ράβδος να συνεχίζει να παραμένει ακίνητη.

- Δ2. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ \mathcal{E} της ηλεκτρικής πηγής.

Μονάδες 5

- Δ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος Σ_2 από τη θέση ισορροπίας του.

Θεωρήστε τη θετική φορά προς τα πάνω.

Μονάδες 6

- Δ4. Να υπολογίσετε την αρχική απόσταση ℓ_2 των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 , αν γνωρίζετε ότι αυτά συγκρούονται τη χρονική στιγμή που το Σ_2 επανέρχεται για πρώτη φορά στην αρχική του θέση.

Μονάδες 4

- Δ5. Αν η κρούση των δύο σωμάτων είναι πλαστική, να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του συσσωματώματος όταν αυτό διέρχεται από τη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης του σώματος Σ_2 .

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

Στις πράξεις σας θεωρήστε $\pi^2 = 10$.

- β) ισχύει μόνο όταν το κύκλωμα στο οποίο εκδηλώνεται το φαινόμενο της επαγωγής είναι ανοιχτό.
- γ) καθορίζει τη φορά του επαγωγικού ρεύματος και την πολικότητα της επαγωγικής ΗΕΔ.
- δ) ισχύει μόνο όταν ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής είναι σταθερός.

Μονάδες 5

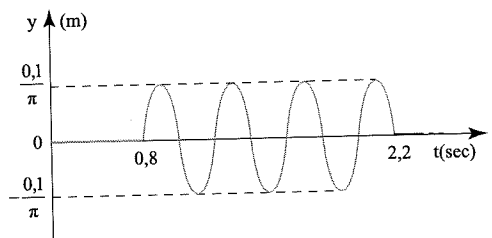
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Σε μια εξαναγκασμένη μηχανική ταλάντωση, ο τρόπος με τον οποίο το ταλαντούμενο σύστημα αποδέχεται ενέργεια, εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη.
- β) Σε μια εξαναγκασμένη μηχανική ταλάντωση, όταν το σύστημα βρίσκεται στην κατάσταση συντονισμού δεν υπάρχουν απώλειες ενέργειας λόγω της δύναμης απόσβεσης.
- γ) Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 e^{-\Lambda t}$, τη χρονική στιγμή $t = \frac{\ln 2}{\Lambda}$ το πλάτος είναι ίσο με $\frac{A_0}{2}$.
- δ) Σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση με δύναμη απόσβεσης της μορφής $F_{αν} = -bv$, ο ρυθμός μείωσης του πλάτους της ταλάντωσης είναι ανεξάρτητος της σταθεράς απόσβεσης b .
- ε) Η αβεβαιότητα στη μέτρηση της ενέργειας μιας κατάστασης είναι μηδενική, μόνο όταν διαθέτουμε άπειρο χρόνο για τη μέτρηση.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Δύο σύγχρονες πηγές αρμονικών κυμάτων Π_1 και Π_2 , που βρίσκονται στα σημεία Κ και Λ της ήρεμης επιφάνειας υγρού αρχίζουν τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να ταλαντώνονται κατακόρυφα με πλάτος A , χωρίς αρχική φάση. Η απόσταση μεταξύ των



σημείων Κ και Λ ισούται με $d = 6,5 \text{ m}$. Τα κύματα που παράγουν οι πηγές έχουν ίσα πλάτη (που θεωρούμε ότι δε μειώνονται με την απόσταση από τις πηγές) και διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού με ταχύτητα $v = 2,5 \text{ m/sec}$. Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας ενός μικρού φελλού που επιπλέει στο σημείο Ρ της επιφάνειας του υγρού, σε συνάρτηση με το χρόνο. Στο σημείο Ρ φτάνει πρώτα το κύμα από την πηγή Π_2 και ύστερα το κύμα από την πηγή Π_1 . Η υπερβολή απόσβεσης που διέρχεται από το σημείο Ρ τέμνει το ευθύγραμμο τμήμα ΚΛ στο σημείο Γ.

I. Η απόσταση x_1 του σημείου Γ από την πηγή Π_1 ισούται με:

α) 1,5m

β) 5m

γ) 5,5m

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

Μονάδες 5

II. Το πλήθος των υπερβολών απόσβεσης που υπάρχουν μεταξύ της μεσοκαθέτου του ευθύγραμμου τμήματος ΚΛ και της υπερβολής απόσβεσης που διέρχεται από τα σημεία Ρ και Γ είναι:

α) 3

β) 4

γ) 5

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

Μονάδες 4

B2. Ένα μέλαν σώμα βρίσκεται σε απόλυτη θερμοκρασία T_1 και εκπέμπει ακτινοβολία με μήκος κύματος «αιχμής» $\lambda_{1(\max)}$. Αν η θερμοκρασία του μέλανος σώματος αυξηθεί κατά 50%, το μήκος κύματος «αιχμής» μειώνεται κατά 300nm. Το μήκος κύματος $\lambda_{1(\max)}$ ισούται με:

α) 300nm

β) 600nm

γ) 900nm

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

Μονάδες 7

B3. Ένα συμμάτινο πλαίσιο Ν σπειρών έχει επιφάνεια εμβαδού Α, συνολική αντίσταση R και περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , γύρω από άξονα που είναι κάθετος στις μαγνητικές γραμμές και διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ η επιφάνεια του πλαισίου είναι κάθετη στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Αν τα άκρα του πλαισίου είναι συνδεδεμένα με τα άκρα ενός αντιστάτη αντίστασης $R_1 = R$, τότε η μέση ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη R_1 είναι ίση με:

α) $\frac{N^2 \omega^2 B^2 A^2}{2R}$

β) $\frac{N^2 \omega^2 B^2 A^2}{4R}$

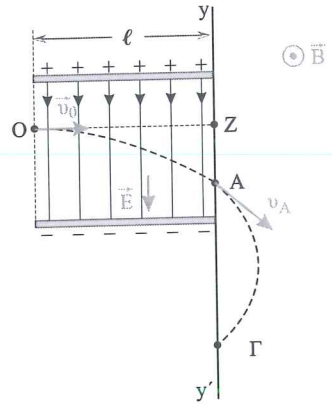
γ) $\frac{N^2 \omega^2 B^2 A^2}{8R}$

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Ένα πρωτόνιο εισέρχεται στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργείται μεταξύ των οριζόντιων οπλισμών επίπεδου φορτισμένου πυκνωτή, από το σημείο Ο με οριζόντια ταχύτητα μέτρου $v_0 = 10^5 \text{ m/sec}$. Η ένταση του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έχει μέτρο $E = 10^3 \text{ V/m}$ και το μήκος των οπλισμών ισούται με $\ell = 10 \text{ cm}$. Το σωματίδιο εξέρχεται από το ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο Α και εισέρχεται αμέσως από το ευθύγραμμο κατακόρυφο όριο yy' , σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = \frac{\pi}{4} \cdot 10^{-2} \text{ T}$, του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι



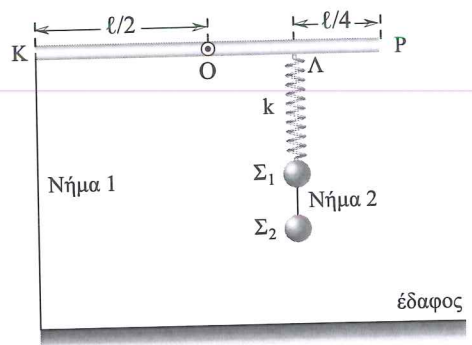
κάθεται στη σελίδα και κάθετες στις δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου. Να υπολογίσετε:

- Γ1 την ταχύτητα \bar{v}_A (κατά μέτρο και κατεύθυνση), Μονάδες 5
- Γ2 τη διαφορά δυναμικού $V_O - V_A$ μεταξύ των σημείων Ο και Α, Μονάδες 5
- Γ3 την απόσταση ΖΓ του σχήματος, Μονάδες 5
- Γ4 τον συνολικό χρόνο κίνησης του πρωτονίου στη διαδρομή του από το σημείο Ο έως το σημείο εξόδου Γ από το μαγνητικό πεδίο, Μονάδες 5
- Γ5 το μήκος του τόξου ΑΓ που διαγράφει το πρωτόνιο μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Μονάδες 5

Δίνεται το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, η μάζα του πρωτονίου $m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ και για τις πράξεις σας $\frac{0,8}{\pi} = 0,25$.

ΘΕΜΑ Δ

Η ομογενής ράβδος ΚΡ του σχήματος έχει μήκος ℓ , μάζα $M = 2 \text{ kg}$ και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο ακλόνητο άξονα που διέρχεται από το μέσο της Ο. Το άκρο Κ της ράβδου συνδέεται μέσω κατακόρυφου μη εκτατού νήματος 1 με το έδαφος, ενώ από το σημείο της Λ που απέχει απόσταση $\ell/4$ από το άκρο της Ρ, κρέμεται ελατήριο σταθεράς $k = 200 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Στο κάτω ά-



κρο του ελατηρίου είναι δεμένο ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1\text{kg}$. Το σώμα Σ_1 συνδέεται μέσω αβαρούς και μη εκτατού νήματος 2 με άλλο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1\text{kg}$.

$\Delta 1.$ Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης \vec{T}_1 του νήματος 1 και το μέτρο της δύναμης \vec{F} που δέχεται η ράβδος από τον άξονά της.

Μονάδες 5

I. Τραβάμε κατακόρυφα προς τα κάτω το σώμα Σ_2 κατά $x_0 = 0,1\text{m}$ και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο, οπότε το σύστημα αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση επαναφοράς $D = k$.

$\Delta 2.$ Να υπολογίσετε τη χρονική διάρκεια της κίνησης του συστήματος από τη θέση που το αφήσαμε ελεύθερο έως τη θέση όπου μηδενίζεται για πρώτη φορά η τάση του νήματος 1.

Μονάδες 5

$\Delta 3.$ Να γράψετε τη χρονική εξίσωση $x = f(t)$ της απομάκρυνσης του συστήματος από τη θέση ισορροπίας του, καθώς και την εξίσωση της δύναμης \vec{T}_2 που δέχεται το σώμα Σ_2 από το νήμα 2 σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x και να τις παραστήσετε γραφικά. Να θεωρήσετε τη θετική φορά προς τα πάνω.

Μονάδες 9

II. Αντικαθιστούμε το νήμα 1 με άκαμπτο σύρμα. Το πάνω άκρο του σύρματος δένεται στο άκρο K της ράβδου και το κάτω άκρο του στερεώνεται στο έδαφος. Τραβάμε κατακόρυφα προς τα κάτω το σώμα Σ_2 κατά $0,1\sqrt{5}\text{m}$ και αφήνουμε το σύστημα ελεύθερο. Τη στιγμή που το νήμα 2 χαλαρώνει, κόβουμε αυτό το νήμα και απομακρύνουμε το σώμα Σ_2 .

$\Delta 4.$ Να υπολογίσετε τις αλγεβρικές τιμές της δύναμης που δέχεται το άκρο K της ράβδου KP από το κατακόρυφο σύρμα που αντικατέστησε το νήμα 1, όταν το σώμα Σ_1 βρίσκεται στην ανώτερη και στην κατώτερη θέση της τροχιάς του, μετά την κοπή του νήματος 2.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

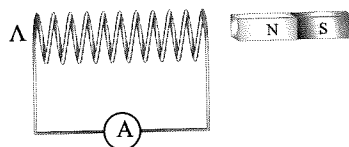
59ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος το πηνίο συγκρατείται ακίνητο.



- α) Όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πηνίο, στο άκρο Λ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N).
- β) Όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πηνίο, στο άκρο Λ του πηνίου εμφανίζεται νότιος πόλος (S).
- γ) Όταν ο μαγνήτης πλησιάζει το πηνίο, στο άκρο Λ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N).
- δ) Όταν ο μαγνήτης μένει ακίνητος, στο άκρο Λ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N).

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

Α2. Στα άκρα αντιστάτη με αντίσταση $R = 10 \Omega$ εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση με εξίσωση $v = 100\eta\mu(\omega t)$. Η ενεργός τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη είναι ίση με:

- α) $10\sqrt{2}$ A β) 5 A γ) $5\sqrt{2}$ A δ) $\frac{5}{\sqrt{2}}$ A

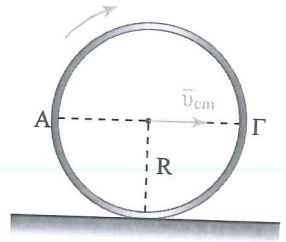
Μονάδες 5

Α3. Αν ο μέσος χρόνος αποδιέγερσης ενός ατόμου από μια διεγερμένη κατάσταση στη θεμελιώδη του κατάσταση, είναι της τάξεως του 10^{-8}sec , η ελάχιστη αβεβαιότητα στον προσδιορισμό της συχνότητας του εκπεμπόμενου φωτονίου ισούται με:

- α) $\frac{10^8}{\pi}$ Hz β) $\frac{10^8}{2\pi}$ Hz γ) $\frac{2 \cdot 10^8}{\pi}$ Hz δ) $2\pi \cdot 10^8$ Hz

Μονάδες 5

- A4. Ο ομογενής τροχός ακτίνας R του διπλανού σχήματος κυλιέται σε οριζόντιο δάπεδό χωρίς να ολισθαίνει, με ταχύτητα κέντρου μάζας \vec{v}_{cm} . Οι ταχύτητες \vec{v}_A , \vec{v}_Γ των σημείων A και Γ της περιφέρειάς του, που απέχουν από το δάπεδο απόσταση ίση με R ...



- α) έχουν μέτρα $v_A = v_\Gamma = v_{cm}$ και είναι κάθετες μεταξύ τους.
- β) έχουν μέτρα $v_A = v_\Gamma = v_{cm} \sqrt{2}$ και είναι κάθετες μεταξύ τους.
- γ) έχουν μέτρα $v_A = v_\Gamma = 2 v_{cm}$ και σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 120° .
- δ) έχουν μέτρα $v_A = v_\Gamma = v_{cm} \sqrt{2}$ και είναι παράλληλες μεταξύ τους.

Μονάδες 5

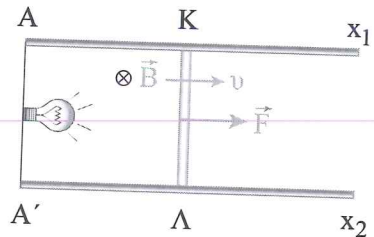
- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Σε μία φθίνουσα ταλάντωση, η σταθερά απόσβεσης b εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου και από το σχήμα και το μέγεθος του αντικειμένου που ταλαντώνεται.
- β) Στις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις, ο διεγέρτης αφαιρεί συνεχώς ενέργεια από το σύστημα μέσω της διεγείρουσας δύναμης.
- γ) Η μαγνητική διαπερατότητα είναι καθαρός αριθμός.
- δ) Τα όργανα που χρησιμοποιούμε για την μέτρηση εναλλασσόμενων τάσεων και ρευμάτων δείχνουν ενεργές τιμές.
- ε) Οι ακτίνες X είναι ταχέως κινούμενα ηλεκτρόνια.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Η αρχικά ακίνητη μεταλλική ράβδος $ΚΛ$ του διπλανού σχήματος, έχει αμελητέα αντίσταση, μάζα m , μήκος ℓ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές με τα άκρα της συνεχώς σε επαφή με τις δύο οριζόντιες και παράλληλες μεταξύ τους σιδηροτροχιές Ax_1 και Γx_2 αμελητέας αντίστασης. Τα άκρα A και Γ των σιδηροτροχιών συνδέονται με λαμπτήρα που έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας V_K/P_K . Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B . Κάποια στιγμή ασκούμε στο μέσο της ράβδου σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} κά-



τα. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B . Κάποια στιγμή ασκούμε στο μέσο της ράβδου σταθερή οριζόντια δύναμη \vec{F} κά-

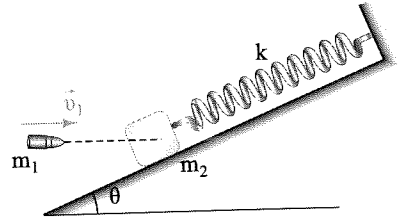
θετη στη ράβδο, οπότε αυτή αρχίζει να κινείται. Το μέτρο της δύναμης \vec{F} , ώστε τελικά ο λαμπτήρας να λειτουργεί μονίμως κανονικά, ισούται με:

α) $F = \frac{P_{\kappa} B \ell}{2V_{\kappa}}$ β) $F = \frac{P_{\kappa} B \ell}{V_{\kappa}}$ γ) $F = \frac{2P_{\kappa} B \ell}{V_{\kappa}}$

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

Μονάδες 8

B2. Το σώμα μάζας m_2 ($= 3m$) του διπλανού σχήματος ισορροπεί δεμένο στο ελεύθερο άκρο ελατηρίου σταθεράς k , που εκτείνεται κατά μήκος λείου κεκλιμένου επιπέδου γωνίας κλίσης $\theta = 30^\circ$. Ένα βλήμα μάζας m_1 ($= m$), που κινείται οριζόντια με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 2g\sqrt{\frac{m}{k}}$, σφηνώνεται ακαριαία στο σώμα



και το συσσωμάτωμα αρχίζει αμέσως να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματός ισούται με:

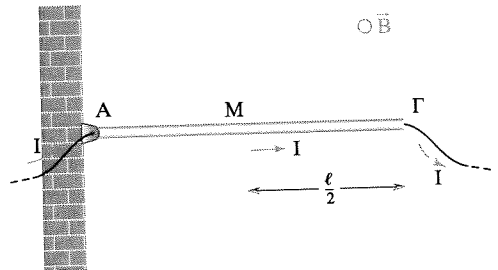
α) $\frac{mg}{k}$ β) $\frac{2mg}{k}$ γ) $\frac{3mg}{k}$

όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

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

Μονάδες 9

B3. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται μία ομογενής ράβδος ΑΓ βάρους \vec{W} και μήκους ℓ , που μπορεί να περιστρέφεται γύρω από οριζόντιο άξονα, ο οποίος διέρχεται από το άκρο της Α και είναι κάθετος σ' αυτή (άρθρωση). Το μισό τμήμα (ΜΓ) της ράβδου βρίσκεται μέσα



σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο που έχει ένταση \vec{B} . Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου είναι κάθετες στη ράβδο (η φορά της έντασης \vec{B} δεν έχει σχεδιαστεί). Η ράβδος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I με τη φορά του σχήματος και ισορροπεί σε οριζόντια θέση.

Η ένταση \vec{B} ...

α) έχει φορά προς τα έξω και μέτρο $B = \frac{3W}{8I\ell}$.

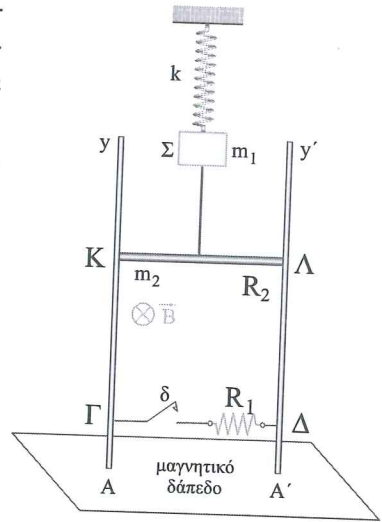
- β) έχει φορά προς τα μέσα και μέτρο $B = \frac{8W}{3I\ell}$.
- γ) έχει φορά προς τα μέσα και μέτρο $B = \frac{4W}{3I\ell}$.

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

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Οι κατακόρυφες σιδηροτροχιές Ay , $A'y'$ του διπλανού σχήματος έχουν αμελητέα αντίσταση και συνδέονται στα σημεία τους Γ , Δ μέσω διακόπτη δ με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 4\Omega$. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος $ΚΛ$ μάζας $m_2 = 0,4\text{kg}$, μήκους $\ell = 1\text{m}$ και αντίστασης $R_2 = 1\Omega$, έχει τα άκρα της σε επαφή στις δύο σιδηροτροχιές και ισορροπεί ακίνητη δεμένη στο μέσο της με αβαρές κατακόρυφο νήμα. Το άλλο άκρο του νήματος είναι δεμένο σε σώμα Σ μάζας $m_1 = 0,4\text{kg}$ που είναι στερεωμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 10\text{N/m}$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης μέτρου $B = 2\text{ T}$, κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα.



- Γ1. Να υπολογίσετε τη μέγιστη τιμή της ταχύτητας που θα αποκτή το σώμα Σ .

Μονάδες 7

Τη χρονική στιγμή $t_1 = 1\text{ sec}$ κλείνουμε τον διακόπτη δ .

- Γ2. Να υπολογίσετε την ένταση του επαγωγικού ρεύματος ($I_{\text{επ}(t_1)}$) που διαρρέει τη ράβδο και την αλγεβρική τιμή της επβράδυνσής της τη χρονική στιγμή t_1 , αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη. Θεωρήστε τη θετική φορά προς τα κάτω.

Μονάδες 6

- Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας που αποκτά η ράβδος τη χρονική στιγμή t_2 και να περιγράψετε το είδος της κίνησής της στο χρονικό διάστημα $t_1 \rightarrow t_2$.

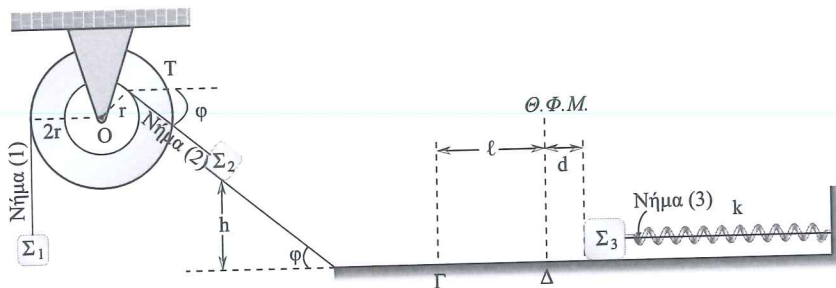
Μονάδες 6

- Γ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μείωσης της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας της ράβδου τη στιγμή που ο ρυθμός μείωσης της κινητικής ενέργειας της ράβδου ισούται με το 50% του ρυθμού παραγωγής θερμότητας λόγω του φαινομένου Joule.

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ



Η ομογενής τροχαλία T του σχήματος μάζας $M = 1,5\text{kg}$, αποτελείται από δύο κυκλικά τμήματα ακτίνων r και $2r$ αντίστοιχα, κολλημένα μεταξύ τους που στην περιφέρειά τους φέρουν λεπτή εγκοπή. Η τροχαλία T μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της O . Στο εξωτερικό κυκλικό τμήμα της τροχαλίας είναι τυλιγμένο λεπτό αβαρές νήμα (1), στο ελεύθερο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σώμα Σ_1 μάζας m_1 . Στο εσωτερικό κυκλικό τμήμα της τροχαλίας είναι τυλιγμένο λεπτό αβαρές νήμα (2), στο άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 5\text{kg}$ που βρίσκεται σε λείο κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης φ ($\eta\mu\varphi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\nu\varphi = 0,8$). Στη συνέχεια της βάσης του κεκλιμένου επιπέδου, βρίσκεται λείο οριζόντιο επίπεδο μεγάλου μήκους. Το σύστημα της τροχαλίας και των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 ισορροπεί στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο. Σώμα Σ_3 μάζας $m_3 = 5\text{kg}$ ισορροπεί δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Το σώμα Σ_3 είναι δεμένο με νήμα (3) με το ελατήριο συμπιεσμένο κατά $d = 0,2\text{m}$ από τη θέση φυσικού μήκους ($\Theta.\Phi.Μ.$) του ελατηρίου.

- Δ1. Να υπολογίσετε τη μάζα m_1 και το μέτρο της δύναμης που δέχεται η τροχαλία T από τον άξονα.

Μονάδες 7

Κόβουμε ταυτόχρονα τα νήματα (1) και (2) και απομακρύνουμε το σώμα Σ_1 . Το σώμα Σ_2 που βρίσκεται σε ύψος $h = 1,8\text{m}$ από το οριζόντιο επίπεδο, αρχίζει να κατέρχεται στο κεκλιμένο επίπεδο και, αφού φτάσει στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου, συνεχίζει (χωρίς να παρατηρείται φαινόμενο αναπήδησης και χωρίς να μεταβάλλεται το μέτρο της ταχύτητάς του) την κίνησή του στο λείο οριζόντιο επίπεδο.

Όταν το σώμα Σ_2 βρίσκεται στο σημείο Γ του οριζόντιου επιπέδου που απέχει απόσταση

$$\ell = \frac{3\pi}{5} \text{ m}$$

από τη θέση Δ στην οποία το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος, κόβεται

το νήμα (3) και το σώμα Σ_3 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Το σώμα Σ_3 συγκρούεται κεντρικά ελαστικά για πρώτη φορά με το σώμα Σ_2 στη θέση Δ φυσικού μήκους του ελατηρίου.

- Δ2. Να δείξετε ότι η σταθερά k του ελατηρίου είναι ίση με 125 N/m .
Μονάδες 5
- Δ3. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης σε συνάρτηση με τον χρόνο για την απλή αρμονική ταλάντωση που εκτελεί το σώμα Σ_3 αμέσως μετά την κρούση ($t = 0$ η στιγμή της κρούσης και θετική κατεύθυνση η κατεύθυνση της κίνησης του σώματος Σ_3 πριν την κρούση του με το σώμα Σ_2).
Μονάδες 4
- Δ4. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_3 , τη χρονική στιγμή που η κινητική του ενέργεια είναι οκταπλάσια της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσής του, για πρώτη φορά μετά την κρούση με το σώμα Σ_2 , καθώς και τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_3 την ίδια χρονική στιγμή.
Μονάδες 6
- Δ5. Να υπολογίσετε την απόσταση των σωμάτων Σ_2 και Σ_3 τη χρονική στιγμή που το σώμα Σ_3 διέρχεται από τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου για πρώτη φορά μετά την κρούση με το σώμα Σ_2 .
Μονάδες 3

Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι ίση με $g = 10 \text{ m/sec}^2$. Δίνεται $\pi = 3,14$.

(Εξετάσεις)

60ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Δύο μικρά σώματα με μάζες m και $4m$, που κινούνται στην ίδια ευθεία με αντίθετες κατευθύνσεις και ταχύτητες v_1 και v_2 αντίστοιχα, συγκρούονται μετωπικά και πλαστικά. Αν η χρονική διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα και το συσσωμάτωμα ακινητοποιείται μετά την κρούση, τότε τα δύο σώματα πριν την κρούση είχαν...

- α) αντίθετες ταχύτητες.
- β) ίσες ορμές.
- γ) αντίθετες ορμές.
- δ) ίσες κινητικές ενέργειες.

Μονάδες 5

Α2. Ένα σύστημα ελατήριο-μάζα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση με τη συχνότητα f του διεγέρτη να είναι λίγο μεγαλύτερη από την ιδιοσυχνότητά του f_0 . Αν ελαττώσουμε την περίοδο του διεγέρτη, το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος...

- α) παραμένει σταθερό.
- β) αυξάνεται αρχικά και μετά ελαττώνεται.
- γ) ελαττώνεται αρχικά και μετά αυξάνεται.
- δ) ελαττώνεται.

Μονάδες 5

Α3. Ένας ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και σε απόσταση r από αυτόν, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι B . Αν διπλασιάσουμε την ένταση του ρεύματος, τότε σε απόσταση $4r$ από τον αγωγό, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου θα είναι ίσο με:

- α) $\frac{B}{2}$
- β) B
- γ) $2B$
- δ) $4B$

Μονάδες 5

- A4. Η ροπή ενός ζεύγους δυνάμεων που ασκείται σε ένα στερεό σώμα...
- έχει μέγιστη τιμή ως προς τον άξονα που είναι κάθετος στο επίπεδο των δυνάμεων και διέρχεται από το κέντρο μάζας του στερεού.
 - έχει ελάχιστη τιμή ως προς τον άξονα που είναι κάθετος στο επίπεδο των δυνάμεων και διέρχεται από το κέντρο μάζας του στερεού.
 - είναι πάντοτε ίση με μηδέν.
 - έχει την ίδια τιμή ως προς οποιονδήποτε άξονα κάθετο στο επίπεδο των δυνάμεων.

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.

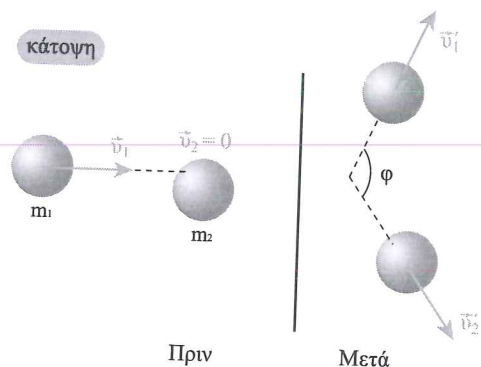
- Κάθε σώμα εκπέμπει ακτινοβολία που ονομάζεται θερμική ακτινοβολία, σε όποια θερμοκρασία και αν βρίσκεται.
- Η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα αυξάνεται με τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται.
- Το μέλαν σώμα εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε όλο το φάσμα της.
- Η απόλυτη θερμοκρασία T ενός μέλανος σώματος και το μήκος κύματος αιχμής λ_{\max} που εκπέμπει, συνδέονται με το νόμο μετατόπισης του Wien σύμφωνα με τον οποίο, αν η απόλυτη θερμοκρασία του μέλανος σώματος διπλασιαστεί, το μήκος κύματος αιχμής θα υποδιπλασιαστεί.
- Στις συνήθεις θερμοκρασίες (περίπου 300K) η ακτινοβολία που εκπέμπει ένα μέλαν σώμα ανήκει κυρίως στην περιοχή του ορατού φάσματος.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Μία λεία σφαίρα μάζας m_1 κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα \vec{v}_1 και συγκρούεται μη κεντρικά με άλλη αρχικά ακίνητη λεία σφαίρα μάζας $m_2 = 2m_1$.

Μετά την κρούση, οι δύο σφαίρες κινούνται με ταχύτητα \vec{v}_1 , \vec{v}_2 που έχουν ίσα μέτρα ($v_1' = v_2'$) και οι διευθύνσεις τους σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία $\varphi = 120^\circ$.



A. Το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας της σφαίρας μάζας m_1 που μεταφέρθηκε κατά την κρούση στη σφαίρα μάζας m_2 , ισούται με:

α) $\frac{50}{3}\%$ β) $\frac{100}{3}\%$ γ) $\frac{200}{3}\%$

B. Η κρούση είναι:

- α) ελαστική.
β) ανελαστική.

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (6 + 3)

B2. Στο μέταλλο της καθόδου μιας συσκευής φωτοκυττάρου, που έχει έργο εξαγωγής ϕ , προσπίπτει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μήκους κύματος λ και ισχύος P . Αν το 25% των φωτονίων που φτάνουν στην επιφάνεια του μετάλλου προκαλούν την εκπομπή ηλεκτρονίων απ' αυτή και η τάση $V_{\text{ανόδου}} - V_{\text{καθόδου}}$ ισούται με V , τότε...

A. Η ένταση του ρεύματος i που καταγράφει το μικροαμπερόμετρο ισούται με:

α) $i = \frac{P\lambda e}{4hc}$ β) $i = \frac{P\lambda e}{2hc}$ γ) $i = \frac{P\lambda e}{hc}$

όπου e το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο, c η ταχύτητα διάδοσης του φωτός και h η σταθερά του Planck.

B. Η (μέγιστη) κινητική ενέργεια K' με την οποία φτάνουν τα ηλεκτρόνια στην άνοδο, ισούται με:

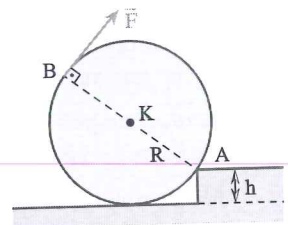
α) $K' = \frac{hc}{\lambda} - eV - \phi$ β) $K' = \frac{2hc}{\lambda} + \frac{eV}{2} - \phi$ γ) $K' = \frac{hc}{\lambda} + eV - \phi$

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

Μονάδες 9 (5 + 4)

B3. Ο κύλινδρος του διπλανού σχήματος έχει ακτίνα R και βάρος W . Ασκούμε στον κύλινδρο δύναμη \vec{F} εφαπτομενικά στην περιφέρεια του όπως στο σχήμα, με σκοπό να τον ανεβάσουμε στο σκαλοπάτι που έχει ύψος $h = 0,4R$. Για να το καταφέρουμε πρέπει το μέτρο της δύναμης \vec{F} να έχει τιμή μεγαλύτερη από:

α) 0,4W β) 0,6W γ) 0,8W

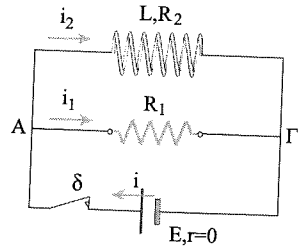


Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

Το κύκλωμα του διπλανού σχήματος αποτελείται από πηγή συνεχούς τάσης ΗΕΔ $E = 12\text{V}$ και αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 6\Omega$, πηνίο που έχει συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,2\text{H}$ και ωμική αντίσταση $R_2 = 3\Omega$ και διακόπτη, που είναι αρχικά ανοιχτός. Κάποια στιγμή κλείνουμε τον διακόπτη.



Να υπολογίσετε:

- Γ1. την τελική τιμή της ενέργειας μαγνητικού πεδίου που θα αποθηκευτεί στο πηνίο,
Μονάδες 6
- Γ2. την ενέργεια που προσφέρεται από την πηγή στο πηνίο όταν έχει πλέον αποκατασταθεί το ρεύμα που το διαρρέει, σε χρονικό διάστημα που περνά μέσα απ' αυτό φορτίο $q = 5\text{C}$,
Μονάδες 6
- Γ3. τον ρυθμό αύξησης $\frac{di_2}{dt}$ της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο τη χρονική στιγμή t_1 που η πηγή διαρρέεται από ρεύμα έντασης $i = 3\text{A}$,
Μονάδες 6
- Γ4. την ενέργεια μαγνητικού πεδίου που έχει αποθηκευτεί στο πηνίο και τον ρυθμό αύξησης της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου τη χρονική στιγμή t_1 .
Μονάδες 7 (3+4)

ΘΕΜΑ Δ

Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής ΟΓ μήκους ℓ που εκτείνεται στη διεύθυνση του ημιάξονα Οx ενός άξονα x'Οx, έχει σχηματιστεί στάσιμο κύμα. Το αριστερό άκρο Ο της χορδής είναι κοιλία, ενώ το σημείο Γ είναι το πέμπτο διαρκώς ακίνητο σημείο δεξιά του σημείου Ο. Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών σημείων της χορδής που παραμένουν διαρκώς ακίνητα ισούται με $0,4\text{m}$. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ η χορδή είναι στιγμιαία ευθύγραμμη και το σημείο Ο ($x = 0$) έχει ταχύτητα ίση με $+2\pi \text{ m/sec}$. Τη χρονική στιγμή t_1 που η κινητική ενέργεια του σημείου Ο είναι για πρώτη φορά τριπλάσια από τη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσής του, αυτό βρίσκεται σε απομάκρυνση $y_1 = +0,1 \text{ m}$ από τη θέση ισορροπίας του.

- Δ1. Να υπολογίσετε το φυσικό μήκος ℓ της χορδής.

Μονάδες 5

- Δ2. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των δύο αρμονικών κυμάτων που δημιουργήσαν το στάσιμο κύμα, καθώς και τη συχνότητα με την οποία η χορδή γίνεται ευθύγραμμη. Μονάδες 5
- Δ3. Να βρείτε τη διαφορά φάσης των ταλαντώσεων που εκτελούν τα σημεία Κ ($x_K = \frac{2}{15} \text{ m}$) και Λ ($x_\Lambda = 0,3 \text{ m}$) της χορδής. Μονάδες 5
- Δ4. Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα του στάσιμου κύματος τις χρονικές στιγμές $t_2 = 0,05 \text{ sec}$ και $t_3 = 0,1 \text{ sec}$ και να υπολογίσετε την ελάχιστη και τη μέγιστη απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών κοιλιών κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής τους. Μονάδες 5
- Δ5. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή t_4 που η κινητική ενέργεια των σημείων της χορδής γίνεται για τρίτη φορά τριπλάσια από τη δυναμική ενέργεια της ταλάντωσής τους, στο οποίο να φαίνεται η φορά κίνησης των ταλαντούμενων σημείων της χορδής τη στιγμή αυτή. Μονάδες 5

61ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- A1. Το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από τη διατομή ενός αγωγού, εξαρτάται...
- α) μόνο από τη μεταβολή της μαγνητικής ροής, που διέρχεται από την επιφάνεια που ορίζει ο αγωγός.
 - β) μόνο από την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στον αγωγό.
 - γ) από τη μεταβολή της μαγνητικής ροής, που διέρχεται από την επιφάνεια που ορίζει ο αγωγός και από την ωμική αντίσταση του αγωγού.
 - δ) από την ωμική αντίσταση του αγωγού.

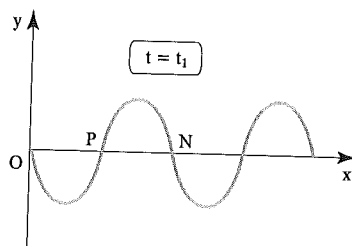
Μονάδες 5

- A2. Τα άκρα του συστήματος δύο όμοιων αντιστατών αντίστασης R ο καθένας, που είναι συνδεδεμένοι σε σειρά, συνδέονται με πηγή εναλλασσόμενη τάσης της μορφής $v = V\eta\mu\omega t$ και το σύστημα καταναλώνει μέση ισχύ \bar{P} . Αποσυνδέουμε τους αντιστάτες, τους συνδέουμε παράλληλα μεταξύ τους και τροφοδοτούμε πάλι το σύστημα με την ίδια πηγή. Η μέση ισχύς \bar{P}' που καταναλώνει τώρα το σύστημα των δύο αντιστατών είναι ίση με:

- α) $\bar{P}' = \frac{\bar{P}}{4}$
- β) $\bar{P}' = \frac{\bar{P}}{2}$
- γ) $\bar{P}' = 2\bar{P}$
- δ) $\bar{P}' = 4\bar{P}$

Μονάδες 5

- A3. Το διάγραμμα παριστάνει ένα στιγμιότυπο γραμμικού αρμονικού κύματος που διαδίδεται προς τα δεξιά, σε κάποια χρονική στιγμή t_1 . Τη χρονική στιγμή t_1 τα σημεία P και N του μέσου κινούνται...

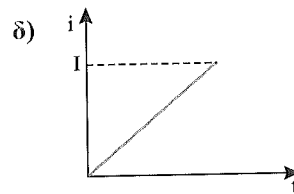
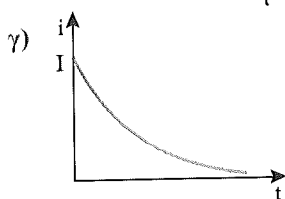
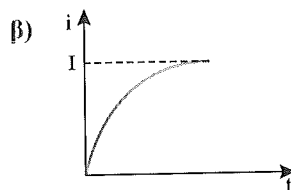
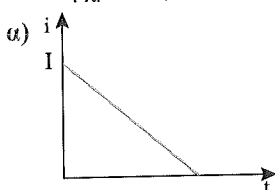
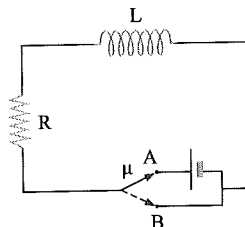


- α) και τα δύο προς τα πάνω.
- β) και τα δύο προς τα κάτω.

- γ) το σημείο P προς τα πάνω και το σημείο N προς τα κάτω.
- δ) το σημείο P προς τα κάτω και το σημείο N προς τα πάνω.

Μονάδες 5

A4. Ο μεταγωγικός διακόπτης μ του κυκλώματος που φαίνεται στο διπλανό σχήμα, είναι τοποθετημένος αρχικά στο σχήμα A και το πηνίο διαρρέεται από σταθερό ρεύμα. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο διακόπτης μ , τοποθετείται στη θέση B. Το διάγραμμα που παριστάνει σωστά την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο, από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ και μετά είναι το:



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.

Σε μία συσκευή φωτοκυττάρου...

- α) αν αυξήσουμε την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, η ένδειξη του μικροαμπερόμετρου αυξάνεται.
- β) η κινητική ενέργεια με την οποία εξέρχονται τα φωτοηλεκτρόνια από την κάθοδο δεν εξαρτάται από την ένταση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, αλλά από τη συχνότητά της.
- γ) «τάση αποκοπής» είναι η διαφορά δυναμικού μεταξύ ανόδου και καθόδου, για την οποία η ένταση του ρεύματος που δείχνει το μικροαμπερόμετρο, μεγιστοποιείται.
- δ) αρνητική τάση μεταξύ ανόδου και καθόδου, σημαίνει ότι στην άνοδο έχουμε «-» και στην κάθοδο έχουμε «+».
- ε) το έργο εξαγωγής είναι χαρακτηριστικό μέγεθος του μετάλλου της καθόδου.

Μονάδες 5

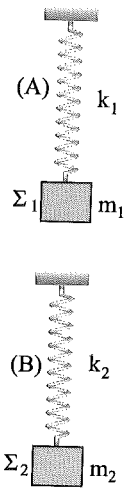
ΘΕΜΑ Β

- B1. Δύο ιδανικά ελατήρια A και B με σταθερές k_1 και k_2 αντίστοιχα κρέμονται από δύο ακλόνητα σημεία. Στα κάτω άκρα των ελατηρίων A και B είναι δεμένα και ισορροπούν δύο σώματα Σ_1 μάζας m_1 και Σ_2 μάζας m_2 .

Στην κατάσταση αυτή το ελατήριο A έχει διπλάσια επιμήκυνση από το ελατήριο B. Εκτρέπουμε τα σώματα Σ_1 και Σ_2 κατακόρυφα μέχρις ότου τα ελατήρια αποκτήσουν το φυσικό τους μήκος και τα αφήνουμε ελεύθερα. Τα σώματα Σ_1 και Σ_2 εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση με ενέργειες ταλάντωσης E_1 και $E_2 = 2E_1$ αντίστοιχα. Ο λόγος των σταθερών k_1 και k_2 των δύο ελατηρίων A και B είναι ίσος με:

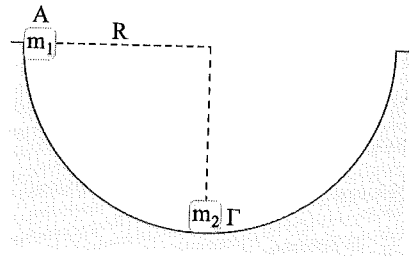
$$\alpha) \frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{4} \quad \beta) \frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{8} \quad \gamma) \frac{k_1}{k_2} = 8$$

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



Μονάδες 8

- B2. Από το εσωτερικό άκρο A ενός ημισφαιρίου ακτίνας R αφήνεται ελεύθερη μάζα m_1 αμελητέων διαστάσεων. Στο κατώτατο σημείο Γ του ημισφαιρίου είναι αρχικά ακίνητη μια πανομοιότυπη μάζα m_2 ($m_1 = m_2 = m$) αμελητέων διαστάσεων. Οι τριβές θεωρούνται αμελητέες.



- B2.I. Η μάζα m_1 συγκρούεται με τη μάζα

m_2 κεντρικά και ελαστικά. Μετά την κρούση η μάζα m_2 θα ανέλθει σε ύψος H ως προς το κατώτατο σημείο του ημισφαιρίου, ίσο με:

$$\alpha) \frac{R}{4} \quad \beta) R \quad \gamma) \frac{3R}{2}$$

- B2.II. Η μάζα m_1 συγκρούεται με τη μάζα m_2 μετωπικά και πλαστικά. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα θα ανέλθει σε ύψος h ως προς το κατώτατο σημείο του ημισφαιρίου ίσο με:

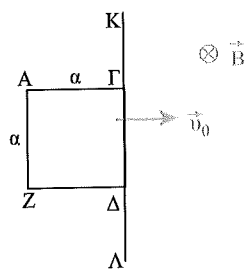
$$\alpha) \frac{R}{4} \quad \beta) R \quad \gamma) \frac{3R}{2}$$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 8 (4+4)

B3. Το οριζόντιο τετράγωνο συμμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ του διπλανού σχήματος έχει μάζα m και είναι τοποθετημένο σε λείο οριζόντιο δάπεδο, με την πλευρά του ΓΔ να εφάπτεται στο ευθύγραμμο όριο ΚΛ κατακόρυφου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης \vec{B} . Κάποια στιγμή το πλαίσιο εκτοξεύεται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου v_0 κάθετη στην ευθεία ΚΛ, όπως στο σχήμα, οπότε αρχίζει να εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο, διαρρέετο αρχικά από επαγωγικό ρεύμα έντασης I_0 και αμέσως πριν την ολοκλήρωση της εισόδου του στο πεδίο διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = \frac{I_0}{2}$. Η θερμότητα που εκλύεται από το πλαίσιο στη χρονική διάρκεια της εισόδου του στο πεδίο, λόγω του φαινομένου Joule ισούται με:



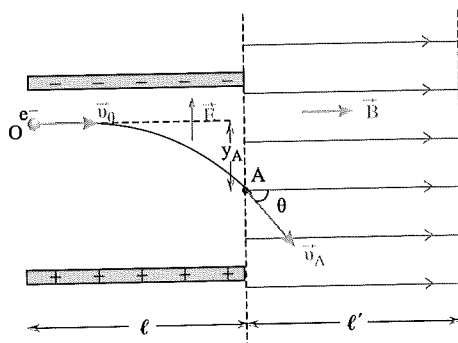
- α) $\frac{1}{8}mv_0^2$ β) $\frac{3}{8}mv_0^2$ γ) $\frac{5}{8}mv_0^2$

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Μια δέσμη ηλεκτρονίων εισέρχεται κάθετα στις δυναμικές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης μέτρου $E = 144 \frac{V}{m}$ από ένα σημείο O, με ταχύτητα μέτρου $v_0 = 1,6 \cdot 10^6 \text{ m/sec}$. Το ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έχει δημιουργηθεί στο εσωτερικό επίπεδου φορτισμένου πυκνωτή με μήκος οπλισμών $\ell = 10 \text{ cm}$. Τα ηλεκτρόνια της δέσμης εξέρχονται από το ηλεκτρικό πεδίο στη θέση A και εισέρχονται αμέσως σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 10^{-4} \text{ T}$ όπως στο σχήμα, εύρους $\ell' = 36\pi \text{ cm}$. Να υπολογίσετε:



Γ1. την απόκλιση y_A της δέσμης λόγω του ηλεκτρικού πεδίου, και τη διαφορά δυναμικού $V_{OA} = V_O - V_A$,

Μονάδες 5

Γ2. το μέτρο της ταχύτητας με την οποία τα ηλεκτρόνια εξέρχονται από το μαγνητικό πεδίο,

Μονάδες 5

Γ3. τη μεταβολής της ορμής κάθε ηλεκτρονίου στη διαδρομή $O \rightarrow A$,

Μονάδες 5

Γ4. την ακτίνα και την περίοδο της ελικοειδούς τροχιάς των ηλεκτρονίων στο μαγνητικό πεδίο,

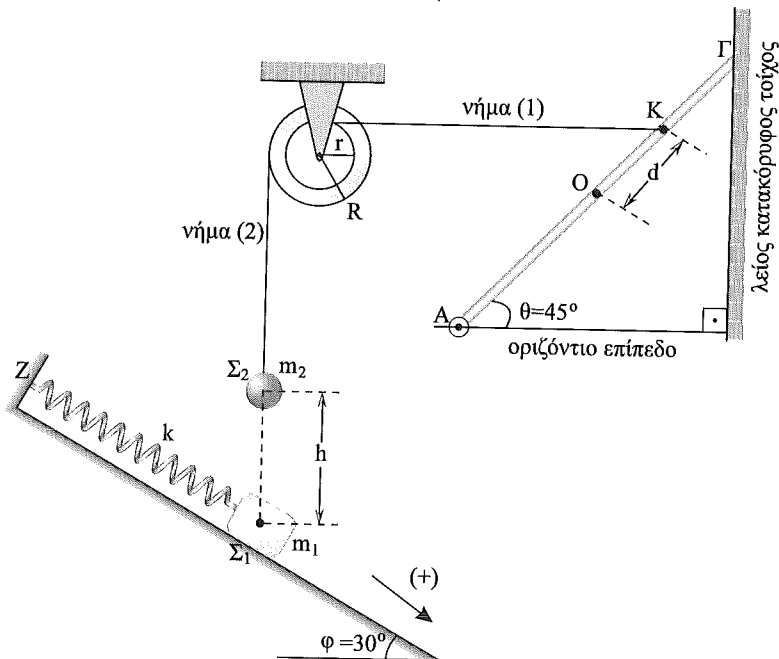
Μονάδες 5

Γ5. το πλήθος των περιστροφών που εκτελούν τα ηλεκτρόνια μέσα στο μαγνητικό πεδίο. Δίνεται η μάζα του ηλεκτρονίου $m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ και το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Μία λεπτή, άκαμπτη και ομογενής ράβδος ΑΓ, μήκους ℓ και μάζας $M = 10 \text{ kg}$ έχει στο άκρο της Α άρθρωση και ισορροπεί στηριζόμενη σε λείο κατακόρυφο τοίχο σχηματίζοντας γωνία $\theta = 45^\circ$ με το οριζόντιο επίπεδο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Σε ένα σημείο Κ, που απέχει $d = \frac{\ell}{6}$ από το μέσο της Ο, είναι δεμένο το ένα άκρο ενός οριζόντιου, λεπτού, αβαρούς και μη εκτατού νήματος (1), το άλλο άκρο του οποίου είναι τυλιγμένο γύρω από τον εσωτερικό κύλινδρο ακτίνας r ενός στερεού, που αποτελείται από δύο ομοαξονικούς κυλίνδρους. Στον εξωτερικό κύλινδρο του στερεού, ακτίνας $R = 2r$, είναι τυλιγμένο ένα δεύτερο λεπτό, αβαρές και μη εκτατό νήμα (2), στο άκρο του οποίου κρέμεται σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$. Το σύστημα στερεό-ράβδος είναι ακίνητο.



- Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης, που δέχεται η ράβδος στο σημείο Γ από τον λείο, κατακόρυφο τοίχο.

Μονάδες 6

Στην κορυφή Ζ λείου κεκλιμένου επιπέδου μεγάλου μήκους και γωνίας κλίσης $\varphi = 30^\circ$, είναι στερεωμένο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k=100 \text{ N/m}$. Ο άξονας του ελατηρίου είναι παράλληλος με το κεκλιμένο επίπεδο και στο άλλο άκρο του ισορροπεί δεμένο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$. Το σώμα Σ_1 μάζας m_1 βρίσκεται στην ίδια κατακόρυφο με το σώμα Σ_2 μάζας m_2 , που κρέμεται στην άκρη του νήματος (2).

Κάποια χρονική στιγμή το νήμα (2) κόβεται και το σώμα Σ_2 , αφού εκτελέσει ελεύθερη πτώση, συγκρούεται πλαστικά με το σώμα Σ_1 . Αμέσως μετά την πλαστική κρούση το συ-

σώματωμα αποκτά κοινή ταχύτητα μέτρου $\frac{3\sqrt{3}}{4} \text{ m/sec}$ και αρχίζει να κινείται πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο ΖΛ, εκτελώντας απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

- Δ2. Να υπολογίσετε το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το συσσωμάτωμα.

Μονάδες 4

- *Δ3. Να βρείτε τη σχέση που δίνει την απομάκρυνση του συσσωματώματος σε συνάρτηση με το χρόνο. (Να θεωρήσετε ως $t = 0$ τη χρονική στιγμή της κρούσης των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 και θετική τη φορά από το Ζ προς το Λ).

Μονάδες 5

- Δ4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος Σ_2 αμέσως πριν την πλαστική κρούση (ο χρόνος της κρούσης θεωρείται αμελητέος) και την αρχική απόσταση h των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 .

Μονάδες 5

- Δ5. Να υπολογίσετε τον λόγο του μέτρου της δύναμης του ελατηρίου προς το μέτρο της δύναμης επαναφοράς της ταλάντωσης, όταν το σώμα που ταλαντώνεται, βρίσκεται στη θέση της μέγιστης επιμήκυνσης του ελατηρίου.

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

(Εξετάσεις)

62ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

Α1. Ένας ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός διαρρέεται από αρμονικά εναλλασσόμενο ρεύμα της μορφής $i = I\eta\mu\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$. Η φορά των μαγνητικών γραμμών που περιβάλλουν τον αγωγό αλλάζει κάθε:

- α) $\frac{T}{4}$ β) $\frac{T}{2}$ γ) T δ) $2T$

Μονάδες 5

Α2. Οι δυνάμεις Laplace που ασκούνται μεταξύ δύο παράλληλων ρευματοφόρων αγωγών μεγάλου μήκους...

- α) είναι πάντα ελκτικές.
β) είναι ελκτικές όταν οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα ίδιας φοράς.
γ) είναι ελκτικές όταν οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα αντίθετης φοράς.
δ) είναι πάντα απωστικές.

Μονάδες 5

Α3. Με βάση την αρχή της αβεβαιότητας...

- α) το γινόμενο της απροσδιοριστίας στη θέση επί την απροσδιοριστία στην ορμή ενός σώματος έχει ένα ανώτερο όριο.
β) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε ταυτόχρονα την απροσδιοριστία στη θέση και την απροσδιοριστία στην ορμή ενός σώματος.
γ) όλες οι μετρήσεις ενέργειας περιέχουν μια αβεβαιότητα, εκτός αν διαθέτουμε άπειρο χρόνο για τη μέτρηση.
δ) το εύρος Δf μιας φασματικής γραμμής στα φάσματα εκπομπής μπορεί να εξηγηθεί από τη συνθήκη κανονικοποίησης.

Μονάδες 5

- A4. Από τις ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες (μικροκύματα, ορατό φως, υπεριώδης ακτινοβολία και ακτίνες X) μεγαλύτερη συχνότητα...
- έχει το ορατό φως.
 - έχει η υπεριώδης ακτινοβολία.
 - έχουν οι ακτίνες X.
 - έχουν τα μικροκύματα.

Μονάδες 5

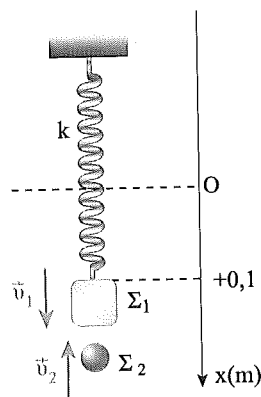
- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Η ταυτόχρονη διάδοση δύο ή περισσότερων κυμάτων στην ίδια περιοχή ενός ελαστικού μέσου ονομάζεται συμβολή.
- Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα είναι εγκάρσιο.
- Στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα δεν ισχύει η αρχή της επαλληλίας.
- Η συχνότητα ενός ραδιοκύματος είναι μεγαλύτερη από τη συχνότητα των ακτίνων X.
- Σε ένα στάσιμο κύμα όλα τα σημεία του μέσου που ταλαντώνονται, φτάνουν ταυτόχρονα στις ακραίες θέσεις τους.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Ένα σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 0,2\text{kg}$ που είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 20\text{N/m}$, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 0,2\text{m}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο σε οροφή. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, που το σώμα Σ_1 βρίσκεται στη θέση $x = +0,1\text{m}$ κινούμενο προς τα κάτω με ταχύτητα \vec{v}_1 , συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m_1$ το οποίο κινείται προς τα πάνω στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου με ταχύτητα $\vec{v}_2 = -\vec{v}_1$.



Η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

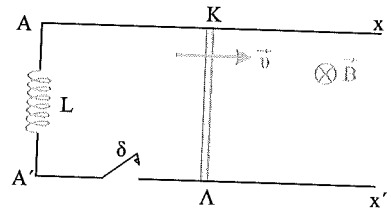
Αμέσως μετά την κρούση, το συσσωμάτωμα...

- αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 0,1\text{m}$.
- αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους $A = 0,2\text{m}$.
- ακινητοποιείται και στη συνέχεια παραμένει ακίνητο.

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

Μονάδες 7

B2. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος, έχει μήκος ℓ , ωμική αντίσταση R και κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα \vec{v} , έχοντας τα άκρα της σε επαφή με δύο ευθύγραμμες οριζόντιες σιδηροτροχιές Αx, Α'x' αμελητέας αντίστασης. Τα άκρα Α, Α' των σιδηροτροχιών συνδέονται με ιδανικό πηνίο συντελεστή αυτεπαγωγής L και η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} .



Τη χρονική στιγμή t_0 κλείνουμε τον αρχικά ανοιχτό διακόπτη δ και ταυτόχρονα αρχίζουμε να ασκούμε στο μέσον της ράβδου ΚΛ κατάλληλη οριζόντια δύναμη \vec{F} , παράλληλη στις σιδηροτροχιές, ώστε η ταχύτητά της να συνεχίσει να είναι σταθερή και ίση με \vec{v} .

A. Η μέγιστη τιμή της ισχύος της δύναμης \vec{F} που πρέπει να ασκούμε στη ράβδο, ισούται με:

α) $\frac{B^2 v^2 \ell^2}{R}$ β) $\frac{B^2 v^2 \ell^2}{2R}$ γ) $\frac{B^2 v^2 \ell^2}{4R}$

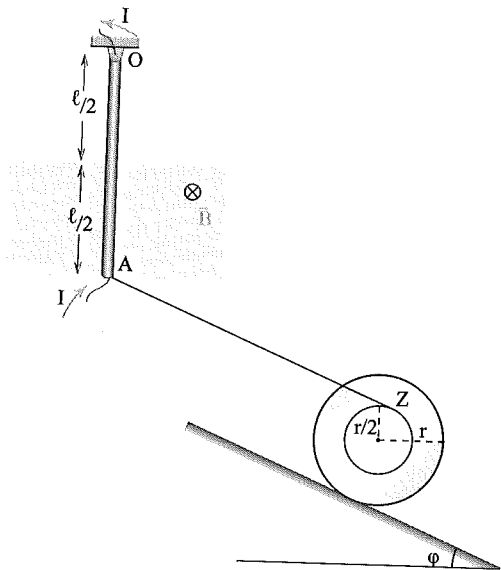
B. Τη χρονική στιγμή που η ισχύς της δύναμης \vec{F} ισούται με το 25% της μέγιστης τιμής της, ο ρυθμός μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο κύκλωμα είναι ίσος με:

α) $\frac{Bv\ell}{4L}$ β) $\frac{Bv\ell}{L}$ γ) $\frac{3Bv\ell}{4L}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4+5)

B3. Ο ομογενής τροχός του σχήματος έχει ακτίνα r , βάρος \vec{W} και είναι τοποθετημένος σε τραχύ κεκλιμένο επίπεδο γωνίας κλίσης $\varphi = 30^\circ$. Ο δίσκος έχει κυκλική εγκοπή ακτίνας $\frac{r}{2}$ γύρω από τον άξονά του, στην οποία είναι τυλιγμένο αβαρές και μη εκτατό νήμα. Το ελεύθερο άκρο του νήματος είναι δεμένο στο κάτω άκρο Α κατακόρυφης μεταλλικής ράβδου ΟΑ μήκους ℓ , της οποίας το πάνω άκρο Ο μπορεί να περιστρέφεται χωρίς



τριβές γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα (άρθρωση). Η ράβδος διαρρέεται από ρεύμα έντασης I όπως στο σχήμα και το μισό της τμήμα MA βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο της σελίδας με φορά προς τα μέσα (από τον αναγνώστη προς τη σελίδα). Αν το σύστημα ισορροπεί με το νήμα AZ παράλληλο στο κεκλιμένο επίπεδο και οι αγωγοί σύνδεσης δεν ασκούν δυνάμεις στη ράβδο, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου ισούται με:

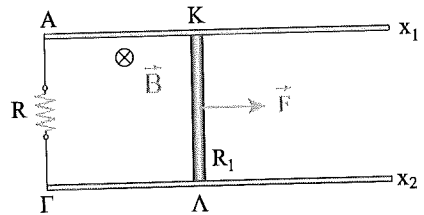
$$\alpha) B = \frac{4W}{I\ell} \qquad \beta) B = \frac{W}{9I\ell} \qquad \gamma) B = \frac{4\sqrt{3}W}{9I\ell}$$

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Τα οριζόντια σύρματα - οδηγοί Ax_1 και Γx_2 του διπλανού σχήματος έχουν αμελητέα αντίσταση και έχουν τα άκρα τους A και Γ γεφυρωμένα με αντιστάτη αντίστασης $R = 0,4\Omega$. Η αρχικά ακίνητη μεταλλική ράβδος KL έχει μήκος $\ell = 1m$, μάζα $m = 1kg$, αντίσταση $R_1 = 0,6\Omega$ και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, με τα άκρα της διαρκώς σε επαφή στους δύο οδηγούς.



Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ασκούμε στο μέσον της ράβδου KL κατάλληλη οριζόντια δύναμη \vec{F} , κάθετη στη ράβδο, οπότε αυτή αποκτά σταθερή επιτάχυνση μέτρου $a = 2m/sec^2$. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1T$, όπως στο σχήμα.

Γ1. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο και την εξίσωση της κινητικής της ενέργειας σε συνάρτηση με τη μετατόπισή της x .

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε το ηλεκτρικό φορτίο που πέρασε από μια διατομή της ράβδου στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t_1 = 5sec$.

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο F_1 της δύναμης \vec{F} τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή t_1 το μέτρο της δύναμης \vec{F} σταθεροποιείται στην τιμή F_1 , με αποτέλεσμα σε μια μεταγενέστερη χρονική στιγμή t_2 η ράβδος να αποκτήσει σταθερή (οριακή) ταχύτητα \vec{v}_{op} . Το διάστημα που διανύει η ράβδος στο χρονικό διάστημα

$t_1 \rightarrow t_2$ ισούται με $d = 2m$.

Μονάδες 5

- Γ4. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης της ράβδου στο χρονικό διάστημα $t_1 \rightarrow t_2$ και να σχεδιάσετε σε κοινό σύστημα βαθμονομημένων αξόνων τις γραφικές παραστάσεις των μέτρων των δυνάμεων \vec{F} και $\vec{F}_{Laplace}$ συναρτήσει του μέτρου της ταχύτητας της ράβδου στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_2$.

Μονάδες 5

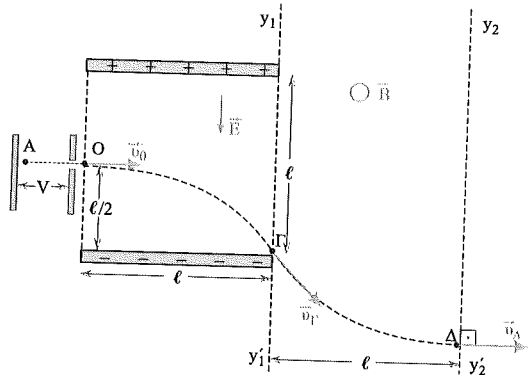
Τη χρονική στιγμή t_2 καταργούμε ακαριαία τη δύναμη \vec{F} , οπότε η ράβδος αρχίζει να επιβραδύνεται και τελικά ακινητοποιείται τη χρονική στιγμή t_3 .

- * Γ5. Να υπολογίσετε τη συνολική θερμότητα που εκλύθηκε στο περιβάλλον από τους αντιστάτες του κυκλώματος κατά τη συνολική διάρκεια της κίνησής της, αν το έργο της δύναμης \vec{F} στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$ ισούται με 76J.

Μονάδες 5

⊕ ΕΜΑ Δ

Ένα φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-10} \text{ kg}$ και φορτίου $q = +10^{-8} \text{ C}$ επιταχύνεται από την ηρεμία υπό τάση $V = 50 \text{ V}$ και στη συνέχεια εισέρχεται, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα με οριζόντια ταχύτητα \vec{v}_0 , κάθετα στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης μέτρου $E = 10^3 \text{ V/m}$ επίπεδου πυκνωτή, από ένα σημείο O που ισαπέχει από τους οπλισμούς του.



Οι οριζόντιοι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν μήκος ℓ ίσο με την απόσταση μεταξύ τους. Το σωματίδιο εξέρχεται από τον πυκνωτή πολύ κοντά στο άκρο Γ του αρνητικού του οπλισμού και στη συνέχεια εισέρχεται αμέσως σε κατακόρυφη ζώνη ισχυρού ομογενούς μαγνητικού πεδίου εύρους ℓ και έντασης \vec{B} , του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του σχήματος. Αν η ταχύτητα εξόδου \vec{v}_Δ του σωματιδίου από το μαγνητικό πεδίο, είναι κάθετη στην κατακόρυφη οριογραμμή $y_2 y_2'$, να υπολογίσετε:

Δ1. το μέτρο της ταχύτητας εισόδου (v_0) του σωματιδίου στον πυκνωτή,

Μονάδες 5

Δ2. το μήκος ℓ ,

Μονάδες 6

Δ3. το μέτρο και την κατεύθυνση της έντασης \vec{B} του μαγνητικού πεδίου,

Μονάδες 7

Δ4. τον συνολικό χρόνο κίνησης του σωματιδίου στη διαδρομή $O \rightarrow \Delta$.

Μονάδες 7

Να θεωρήσετε το βάρος του σωματιδίου αμελητέο. Δίνεται: $\pi = 3,14$.

63ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Ένα σωληνοειδές διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης I και το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του είναι ίσο με B . Αν κόψουμε το σωληνοειδές στη μέση και το ένα από τα δύο κομμάτια το συνδέσουμε με πηγή κατάλληλης ΗΕΔ, ώστε και πάλι να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα ίδιας έντασης I , το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του είναι ίσο με:
- α) $B/4$ β) $B/2$ γ) B δ) $2B$

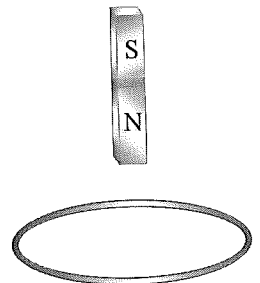
Μονάδες 5

- Α2. Τα δύο άκρα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, με βάση τα μήκη κύματός τους, είναι...
- α) η ιώδης και η ερυθρή ακτινοβολία.
β) η υπεριώδης και η υπέρυθη ακτινοβολία.
γ) οι ακτίνες X και οι ακτίνες γ.
δ) οι ακτίνες γ και τα ραδιοφωνικά κύματα.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

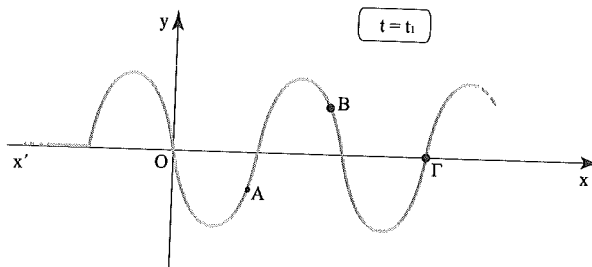
- Α3. Πάνω από το κέντρο ενός οριζόντιου και ακλόνητου μεταλλικού δακτυλίου, αφήνουμε ελεύθερο έναν ραβδόμορφο μαγνήτη, ο οποίος στη συνέχεια περνά μέσα από τον δακτύλιο.
- α) Ο μαγνήτης κινείται διαρκώς με επιτάχυνση ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας g .
β) Το μέτρο της επιτάχυνσης του μαγνήτη είναι μεγαλύτερο από το g μέχρι να φτάσει στο δακτυλίδι και στη συνέχεια γίνεται μικρότερο από g .



- γ) Το μέτρο της επιτάχυνσης του μαγνήτη είναι μικρότερο από g μέχρι να φτάσει στο δαχτυλίδι και στη συνέχεια γίνεται μεγαλύτερο από g .
- δ) Το μέτρο της επιτάχυνσης του μαγνήτη θα είναι μικρότερο από g τόσο όταν πλησιάζει όσο και όταν απομακρύνεται από τον δακτύλιο.

Μονάδες 5

- A4. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται το στιγμιότυπο ενός εγκάρσιου αρμονικού κύματος που διαδίδεται κατά την αρνητική φορά του άξονα $x'Ox$, σε κάποια χρονική στιγμή t_1 .



Για τις ταχύτητες ταλάντωσης των σημείων A, B και Γ ισχύει:

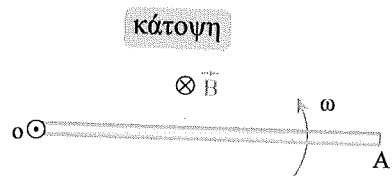
- α) $v_A > 0, v_B > 0, v_\Gamma > 0$
- β) $v_A < 0, v_B > 0, v_\Gamma > 0$
- γ) $v_A > 0, v_B < 0, v_\Gamma > 0$
- δ) $v_A < 0, v_B > 0, v_\Gamma < 0$

(Εξετάσεις)

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.

Μια οριζόντια μεταλλική ράβδος OA μήκους ℓ περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B , όπως στο σχήμα.



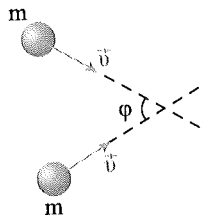
- α) Στη ράβδο αναπτύσσεται ΗΕΔ από επαγωγή με τον αρνητικό πόλο στο O.
- β) Η ΗΕΔ από επαγωγή στη ράβδο είναι ανεξάρτητη από το μήκος της ℓ .
- γ) Η ΗΕΔ από επαγωγή στη ράβδο είναι αντιστρόφως ανάλογη της γωνιακής της συχνότητας.
- δ) Αν η ράβδος είχε μήκος $\ell' = 2\ell$, τότε θα αναπτυσσόταν σ' αυτή διπλάσια ΗΕΔ από επαγωγή.

- ε) Όλα τα θετικά ιόντα της ράβδου δέχονται ίση κατά μέτρο δύναμη από το μαγνητικό πεδίο.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Οι δύο όμοιες σφαίρες μάζας m η κάθε μία του παρακάτω σχήματος, κινούνται με ταχύτητες ίσου μέτρου v και με κατευθύνσεις που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία $\varphi = 60^\circ$. Αν η κρούση των δύο σφαιρών είναι πλαστική, το ποσοστό της απώλειας κινητικής ενέργειας του συστήματος κατά την κρούση είναι:

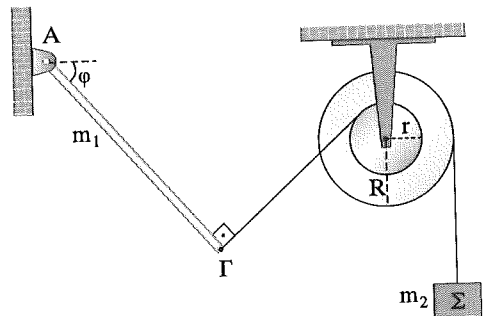


- α) 25%
β) 50%
γ) 75%

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 8

- B2.** Η ομογενής ράβδος ΑΓ του παρακάτω σχήματος, έχει μήκος ℓ , μάζας m_1 και μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα (άρθρωση), που διέρχεται από το άκρο της Α. Στο άκρο Γ της ράβδου είναι δεμένο το ένα άκρο αβαρούς νήματος, που είναι τυλιγμένο στον μικρό κύλινδρο ακτίνας r μιας διπλής τροχαλίας, που μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον οριζόντιο σταθερό άξονά της. Στον μεγάλο κύλινδρο της τροχαλίας ακτίνας $R = 2r$ είναι τυλιγμένο άλλο αβαρές νήμα, στο ένα άκρο του οποίου είναι δεμένο σώμα Σ μάζας m_2 . Το όλο σύστημα ισορροπεί με τη ράβδο να σχηματίζει γωνία $\varphi = 60^\circ$ με τον ορίζοντα.



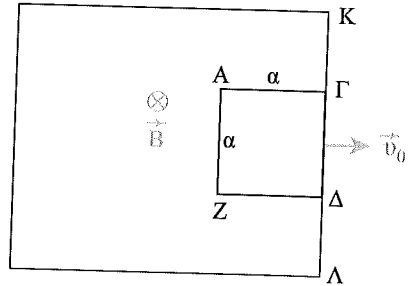
Ο λόγος $\frac{m_1}{m_2}$ των μαζών της ράβδου και του σώματος Σ είναι ίσος με:

- α) 2 β) 4 γ) 8

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

Μονάδες 8

B3. Το τετράγωνο μεταλλικό πλαίσιο ΑΓΔΖ πλευράς $a = 1 \text{ m}$, αντίστασης R και μάζας $m = 0,1 \text{ kg}$ του διπλανού σχήματος είναι τοποθετημένο σε λείο οριζόντιο μονωτικό δάπεδο, ώστε η πλευρά του ΓΔ να εφάπτεται στη διαχωριστική γραμμή ΚΛ, που αποτελεί δεξιό όριο μιας περιοχής στην οποία υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ εκτοξεύουμε το πλαίσιο με ταχύτητα \vec{v}_0 , όπως φαίνεται στο σχήμα, και τη χρονική στιγμή $t = t_1$ η πλευρά του ΑΖ φθάνει στη διαχωριστική γραμμή ΚΛ με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 5 \text{ m/sec}$. Στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$ εκλύεται από το πλαίσιο θερμότητα λόγω του φαινομένου Joule ίση με $Q = 1,2 \text{ J}$. Αν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ είναι ίση με $I_0 = 1,4 \text{ A}$, τότε η ένταση του ρεύματος που το διαρρέει τη χρονική t_1 είναι ίση με:



- α) $0,7 \text{ A}$ β) 1 A γ) $1,2 \text{ A}$

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

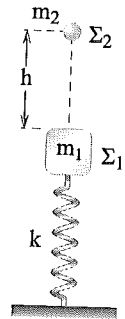
Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$ έχει το κάτω άκρο του στερεωμένο στο δάπεδο. Στο επάνω άκρο του ελατηρίου έχει προσδεθεί σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 4 \text{ kg}$ που ισορροπεί. Δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$ βρίσκεται πάνω από το πρώτο σώμα Σ_1 σε άγνωστο ύψος h , όπως φαίνεται στο σχήμα.

Μετακινούμε το σώμα Σ_1 κατακόρυφα προς τα κάτω κατά $d = \frac{\pi}{20} \text{ m}$ και τη

χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το αφήνουμε ελεύθερο, ενώ την ίδια στιγμή αφήνουμε ελεύθερο και το δεύτερο σώμα Σ_2 .



Γ1. Να υπολογίσετε την τιμή του ύψους h ώστε τα δύο σώματα να συναντηθούν στη θέση ισορροπίας του σώματος Σ_1 .

Μονάδες 6

Γ2. Να δείξετε ότι το συσσωμάτωμα αμέσως μετά την κρούση ακινητοποιείται στιγμιαία.

Μονάδες 6

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης που αποκτά το συσσωμάτωμα.

Μονάδες 6

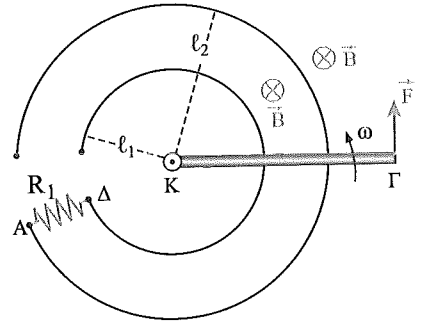
Γ4. Να υπολογίσετε το διάστημα (s) που διανύει το συσσωμάτωμα από την αρχική του θέση έως τη θέση στην οποία η κινητική του ενέργεια γίνεται τριπλάσια της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης, για τέταρτη φορά.

Μονάδες 7

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$. Στις πράξεις σας θεωρήστε $\pi^2 = 10$.

ΘΕΜΑ Δ

Δύο ομόκεντροι και συνεπίπεδοι οριζόντιοι κυκλικοί αγωγοί αμελητέας αντίστασης με ακτίνες $\ell_1 = 1\text{m}$ και $\ell_2 = 2\text{m}$, είναι τοποθετημένοι σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$. Τα άκρα A και Δ των αγωγών είναι συνδεδεμένα με ωμικό αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 6\Omega$. Μια ομογενής μεταλλική ράβδος ΚΓ μήκους $\ell = 2,5\text{m}$ και αντίστασης $R = 10\Omega$ που εφάπτεται με τους κυκλικούς αγωγούς, περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το άκρο της Κ με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = 10\text{rad/sec}$. Να υπολογίσετε:



Δ1. την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο τμήμα της ράβδου που βρίσκεται μεταξύ των δύο κυκλικών αγωγών,

Μονάδες 8

Δ2. την ένταση και τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη R_1 και τη διαφορά δυναμικού $V_{\Delta A} = V_A - V_{\Delta}$ μεταξύ των σημείων A και Δ,

Μονάδες 8

Δ3. το μέτρο της δύναμης \vec{F} που πρέπει να ασκούμε (στο επίπεδο του σχήματος) στο άκρο Γ της ράβδου διαρκώς κάθετα στη διεύθυνσή της, ώστε να περιστρέφεται με την παραπάνω σταθερή γωνιακή ταχύτητα.

Μονάδες 9

64ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

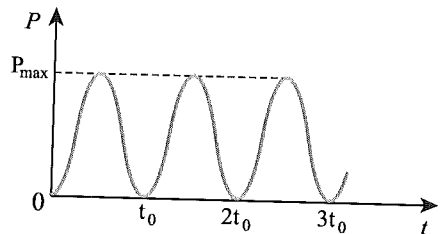
ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Ένα σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση, με πλάτος A που μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο.
- α) Στο σώμα ασκείται δύναμη απόσβεσης της μορφής $F_{επ} = -bv^2$.
 - β) Η περίοδος της ταλάντωσης είναι σταθερή και ανεξάρτητη του πλάτους A , για ορισμένη τιμή της σταθεράς απόσβεσης b .
 - γ) Όταν η σταθερά απόσβεσης αυξάνεται, το πλάτος ταλάντωσης μειώνεται πιο αργά με το χρόνο.
 - δ) Η κίνηση του σώματος παραμένει περιοδική, ακόμη κι αν αυξήσουμε υπερβολικά την τιμή της σταθεράς απόσβεσης b .

Μονάδες 5

- Α2. Στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος παριστάνεται η στιγμιαία ισχύς που καταναλώνεται σε έναν αντιστάτη ωμικής αντίστασης R , ο οποίος διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα της μορφής $i = I\eta\omega t$. Η θερμότητα που εκλύεται από τον αντιστάτη σε χρόνο ίσο με μία περίοδο της έντασης του ρεύματος είναι:



- α) $\frac{1}{2} P_{\max} \cdot t_0$ β) $P_{\max} \cdot t_0$ γ) $2 P_{\max} \cdot t_0$ δ) $4 P_{\max} \cdot t_0$

Μονάδες 5

- Α3. Ένα φορτισμένο σωματίδιο εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με ταχύτητα \vec{v} που σχηματίζει γωνία φ ($0^\circ < \varphi < 90^\circ$) με τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου και εκτελεί ελικοειδή τροχιά.
- α) Η συχνότητα της κίνησής του είναι ανάλογη του μέτρου της ταχύτητάς του v .
 - β) Η συχνότητα της κίνησής του είναι ανεξάρτητη της γωνίας φ .

- γ) Η ακτίνα της τροχιάς του είναι ανάλογη του συνημιτόνου της γωνίας φ .
 δ) Το βήμα τη έλικας είναι ανάλογο του ημιτόνου της γωνίας φ .

Μονάδες 5

- A4. Ένα αρχικά ακίνητο στερεό σώμα που είναι ελεύθερο να κινείται, δέχεται δύναμη \vec{F} που ο φορέας της δεν διέρχεται από το κέντρο μάζας του. Το στερεό θα εκτελέσει...
 α) μόνο μεταφορική κίνηση στην διεύθυνση της δύναμης \vec{F} .
 β) μόνο στροφική κίνηση γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του.
 γ) μεταφορική και στροφική κίνηση γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του και είναι κάθετος στο επίπεδο που ορίζεται από τον φορέα της δύναμης \vec{F} και το κέντρο μάζας του.
 δ) μεταφορική και στροφική κίνηση γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του και ανήκει στο επίπεδο που ορίζεται από τον φορέα της και το κέντρο μάζας του.

Μονάδες 5

- A5. Από την κεραία ενός ραδιοφωνικού σταθμού παράγεται ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα που διαδίδεται στη διεύθυνση ενός άξονα $x'Ox$.
*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) Το ρεύμα στην κεραία γίνεται μέγιστο όταν τα φορτία στα άκρα της μηδενίζονται, ενώ όταν τα φορτία έχουν μέγιστη τιμή το ρεύμα μηδενίζεται.
 β) Το ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο σε μεγάλη απόσταση από την κεραία έχουν διαφορά φάσης ίση με 90° , ενώ κοντά στην κεραία η διαφορά φάσης τους είναι ίση με μηδέν.
 γ) Τα διανύσματα \vec{E} και \vec{B} των εντάσεων του ηλεκτρικού και του μαγνητικού πεδίου είναι κάθετα μεταξύ τους και κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
 δ) Τα μέτρα των εντάσεων \vec{E} και \vec{B} συνδέονται στο κενό με τη σχέση $c = \frac{E}{B}$.
 ε) Η αιτία της δημιουργίας του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι η κίνηση φορτίων με σταθερή ταχύτητα.

Μονάδες 5

ακτίνα $2r$ και αντίσταση $2R$. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στον αγωγό (1) αυξάνεται γραμμικά σε συνάρτηση με τον χρόνο σύμφωνα με τη σχέση: $B_1 = B_0 + \lambda t$ ($\lambda > 0$, σε T/sec). Αν η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του αγωγού (2) είναι ίση με μηδέν, τότε:

I. Η φορά της έντασης του μαγνητικού πεδίου \vec{B}_1 ...

α) είναι ίδια μ' αυτή της έντασης \vec{B}_2 .

β) είναι αντίθετη μ' αυτή της έντασης \vec{B}_2 .

II. Η σταθερά λ είναι ίση με:

α) $\frac{4RB_2}{3\mu_0\pi r}$

β) $\frac{4RB_2}{\mu_0\pi r}$

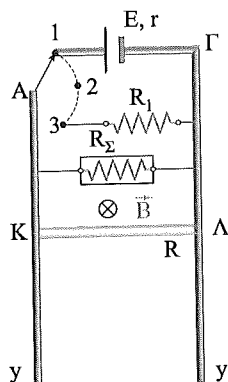
γ) $\frac{12RB_2}{\mu_0\pi r}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (3+6)

ΘΕΜΑ Γ

Ο ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ του διπλανού σχήματος έχει μάζα $m = 0,6 \text{ kg}$, μήκος $\ell = 1 \text{ m}$, αντίσταση $R = 3 \Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα του διαρκώς σε επαφή στις δύο κατακόρυφες σιδηροτροχιές Ay A'y' αμελητέας αντίστασης. Τα άκρα A και Γ των σιδηροτροχιών συνδέονται μέσω μεταγωγικού διακόπτη μ (θέση 1) με πηγή που έχει ΗΕΔ $E=9\text{V}$ και εσωτερική αντίσταση $r = 1\Omega$. Οι δύο σιδηροτροχιές συνδέονται επίσης και με θερμική συσκευή αντίστασης R_Σ που έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας 12V/24W. Ολόκληρη η διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , που έχει τις μαγνητικές του γραμμές κάθετες στο επίπεδο του σχήματος. Αρχικά, με τον μεταγωγικό διακόπτη στη θέση 1, ο ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ ισορροπεί ακίνητος. Να υπολογίσετε:



Γ1. την ισχύ που καταναλώνει η θερμική συσκευή,

Μονάδες 6

Γ2. το μέτρο της έντασης \vec{B} του μαγνητικού πεδίου.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή t_0 μεταφέρουμε τον διακόπτη στη θέση 2. Να υπολογίσετε:

Γ3. τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού ΚΛ, τη χρονική στιγμή που το μέτρο της επιτάχυνσής του ισούται με 5 m/sec^2 ,

Μονάδες 5

Γ4. το μέτρο της σταθερής ταχύτητας (v_{op}) που θα αποκτήσει τελικά ο αγωγός ΚΛ.

Μονάδες 4

Τη χρονική στιγμή t_1 (μετά τη σταθεροποίηση της ταχύτητας του αγωγού ΚΛ) μεταφέρουμε τον διακόπτη στη θέση 3 συνδέοντας τον με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 6\Omega$, με αποτέλεσμα την χρονική στιγμή t_2 ο αγωγός ΚΛ να αποκτήσει νέα σταθερή ταχύτητα (v'_{op}).

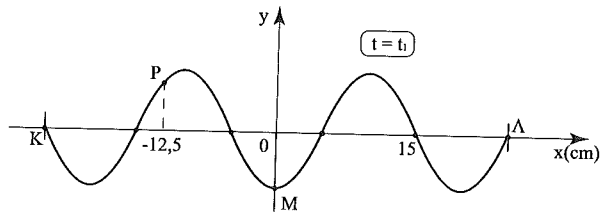
Γ5. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του αγωγού ΚΛ αμέσως μετά την χρονική στιγμή t_1 και το μέτρο της ταχύτητας v'_{op} .

Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο μιας ελαστικής χορδής ΚΛ στην οποία έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα, τη χρονική στιγμή t_1 . Τα άκρα Κ και Λ της χορδής είναι ακλόνητα



στερεωμένα και το μέσο της Μ ($x = 0$) είναι κοιλία. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το υλικό σημείο Μ βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του και κινείται προς της θετική φορά του άξονα y .

I. Σε χρόνο $\Delta t = t_2 - t_1 = 0,4 \text{ sec}$ μετά τη χρονική στιγμή t_1 το υλικό σημείο Μ διανύει διάστημα ίσο με $s = 32 \text{ cm}$ και επανέρχεται στη θέση του σχήματος. Στον χρόνο αυτό η χορδή έχει γίνει 4 φορές ευθύγραμμη.

Δ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των δύο αρμονικών κυμάτων των οποίων η συμβολή δημιούργησε το στάσιμο κύμα.

Μονάδες 4

Δ2. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος.

Μονάδες 4

Δ3. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,55 \text{ sec}$.

Μονάδες 5

Δ4. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση του υλικού σημείου Ρ τις χρονικές στιγμές που η επιτάχυνση του σημείου Μ είναι ίση με $a_M = -40 \text{ m/sec}^2$.

Μονάδες 6

II. Μεταβάλλουμε κατάλληλα τη συχνότητα των δύο αρμονικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα στην τιμή f' , ώστε στη χορδή να δημιουργηθεί νέο στάσιμο κύμα με 4 συνολικά δεσμούς.

- Δ5. Να υπολογίσετε το ποσοστό μεταβολής της μέγιστης κινητικής ενέργειας του υλικού σημείου P πριν ($K_{\max(P)}$) και μετά ($K'_{\max(P)}$) τη μεταβολή της συχνότητας.

Μονάδες 6

Στις πράξεις σας θεωρήστε $\pi^2 = 10$.

65ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο ενός κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού είναι \vec{B} . Αν αντιστρέψουμε την φορά του ρεύματος και ανακατασκευάσουμε τον κυκλικό αγωγό από το ίδιο (εύκαμπτο) σύρμα, ώστε να έχει δύο σπείρες, τότε η ένταση \vec{B}' του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του θα είναι ίση με:

α) $\vec{B}' = \frac{\vec{B}}{2}$ β) $\vec{B}' = -\frac{\vec{B}}{4}$ γ) $\vec{B}' = 2\vec{B}$ δ) $\vec{B}' = -4\vec{B}$

Μονάδες 5

- Α2. Ένα σύστημα ελατηρίου μάζας που έχει ιδιοσυχνότητα f_0 εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση συχνότητας $f_s > f_0$. Αν αυξηθεί η συχνότητα f_s του διεγέρτη τότε...

- α) θα αυξηθεί το πλάτος της ταλάντωσης.
β) θα μειωθεί το πλάτος της ταλάντωσης.
γ) θα αυξηθεί η ολική ενέργεια της ταλάντωσης.
δ) δεν θα παρατηρηθεί καμία μεταβολή στο πλάτος και στην ολική ενέργεια του συστήματος.

Μονάδες 5

- Α3. Δύο σωματίδια (1) και (2) που έχουν ίδιο ειδικό φορτίο $\left(\frac{|q_1|}{m_1} = \frac{|q_2|}{m_2}\right)$ και ορμές

μέτρων ($p_2 = 2p_1$) εισέρχονται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} κάθετα στις μαγνητικές του γραμμές και διαγράφουν κυκλικές τροχιές ίσων ακτίνων.

- α) Τα σωματίδια διαγράφουν κυκλικές τροχιές ίσων περιόδων.
β) Οι μάζες m_1 , m_2 των σωματιδίων συνδέονται με τη σχέση $m_2 = m_1$.
γ) Τα φορτία $|q_1|$, $|q_2|$ των σωματιδίων συνδέονται με τη σχέση $|q_1| = 2|q_2|$.
δ) Τα μέτρα των ταχυτήτων περιστροφής των σωματιδίων συνδέονται με τη σχέση $v_2 = 2v_1$.

Μονάδες 5

- A4. Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής έχει σχηματιστεί στάσιμο κύμα. Για τα διάφορα υλικά σημεία της χορδής ισχύει ότι...
- έχουν ίδιο πλάτος ταλάντωσης.
 - ταλαντώνονται με διαφορετικές συχνότητες.
 - δεν διέρχονται ταυτόχρονα από τη θέση ισορροπίας τους.
 - έχουν πλάτη ταλάντωσης που εξαρτώνται από τη θέση τους.

Μονάδες 5

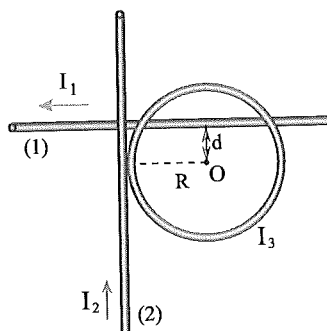
- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Ένα επιβραδυνόμενο νετρόνιο δημιουργεί ηλεκτρομαγνητικό κύμα.
- Οι ακτίνες X και οι υπέρυθρες ακτίνες διαδίδονται στο κενό με την ίδια ταχύτητα.
- Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από ένα σταθερό ηλεκτρικό πεδίο και από ένα σταθερό μαγνητικό πεδίο.
- Ο Ήλιος είναι μία ισχυρή πηγή υπεριώδους ακτινοβολίας.
- Τα ραντάρ χρησιμοποιούν υπέρυθρες ακτίνες.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Οι δύο ευθύγραμμοι απείρου μήκους ρευματοφόροι αγωγοί 1 και 2 του διπλανού σχήματος είναι κάθετοι μεταξύ τους και διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1 = I_2 = I$. Ο ευθύγραμμος αγωγός 2 εφάπτεται σε κυκλικό αγωγό ακτίνας R που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_3 , χωρίς να είναι αγωγική η επαφή τους, ενώ ο ευθύγραμμος αγωγός 1 απέχει απόσταση $d = \frac{R}{2}$ από το κέντρο



Ο του κυκλικού αγωγού. Αν στο σημείο O το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου είναι ίσο με $B_{ολ} = 0$, για τη φορά και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό 3 ισχύει:

- Έχει φορά ίδια με τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού και ένταση $I_3 = \frac{I}{2\pi}$.
- Έχει ίδια φορά με τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού και ένταση $I_3 = \frac{I}{\pi}$.

- γ) Έχει φορά αντίθετη από τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού και ένταση $I_3 = \frac{3I}{\pi}$.

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

Μονάδες 9

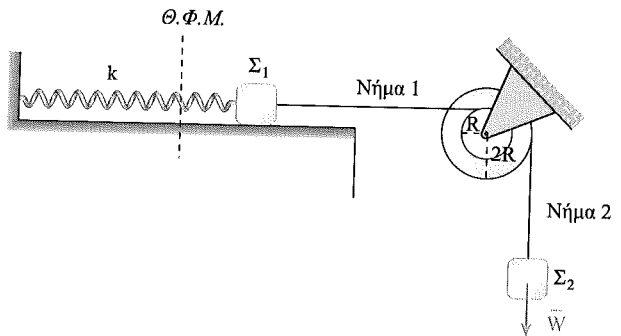
- B2. Ένα σωματίδιο κινείται στη διεύθυνση ενός άξονα x με ταχύτητα v ($v \ll c$), με αβεβαιότητα θέσης ίση με 3λ , όπου λ το μήκος κύματός του κατά de Broglie. Η ελάχιστη αβεβαιότητα της ταχύτητας του σωματιδίου ισούται με:

α) $\frac{v}{6\pi}$ β) $\frac{v}{4\pi}$ γ) $\frac{v}{2\pi}$

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

Μονάδες 7

- B3. Στη διάταξη του σχήματος το σώμα Σ_1 ισορροπεί σε λείο οριζόντιο δάπεδο δεμένο στο ελεύθερο άκρο οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς k , που έχει το άλλο του άκρο ακλόνητα στερεωμένο σε τοίχο. Η δι-



πλή τροχαλία αποτελείται από δύο ομοαξονικούς δίσκους ακτίνων R και $2R$ κολλημένους μεταξύ τους και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον οριζόντιο ακλόνητο άξονα της που διέρχεται από τα κέντρα των δίσκων. Στην περιφέρεια του μικρού δίσκου έχουμε τυλίξει ένα αβαρές νήμα (Νήμα 1), του οποίου το ελεύθερο άκρο είναι δεμένο στο σώμα Σ_1 . (Το ευθύγραμμο τμήμα αυτού του νήματος βρίσκεται στην προέκταση του άξονα του ελατηρίου.) Στην περιφέρεια του μεγάλου δίσκου είναι τυλιγμένο ένα άλλο αβαρές νήμα (Νήμα 2), από το οποίο κρέμεται ένα άλλο σώμα Σ_2 βάρους \vec{W} και το όλο σύστημα ισορροπεί ακίνητο. Αν κόψουμε το νήμα 1, το σώμα Σ_1 θα εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους:

α) $\frac{W}{2k}$ β) $\frac{W}{k}$ γ) $\frac{2W}{k}$

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Ένα τετράγωνο συμμάτινο πλαίσιο αμελητέας ωμικής αντίστασης έχει εμβαδόν $A = 10^{-2} \text{ m}^2$, αποτελείται από $N = 100$ σπείρες και περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα μέτρου $\omega = 20 \text{ rad/sec}$, γύρω από ακλόνητο άξονα που διέρχεται από τα μέσα των δύο απέναντι πλευρών του. Ο άξονας περιστροφής είναι κάθετος στις μαγνητικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$. Στα άκρα Κ και Λ του πλαισίου έχουμε συνδέσει μία θερμική συσκευή με στοιχεία κανονικής λειτουργίας $100\sqrt{2}\text{V} / 200\text{W}$ και η τάση μεταξύ των σημείων Κ και Λ είναι της μορφής $v = V\eta\omega t$.

Γ1. Να εξετάσετε αν η συσκευή υπολειτουργεί ή υπερλειτουργεί.

Μονάδες 4

Γ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνει η συσκευή και να την παραστήσετε γραφικά στο χρονικό διάστημα των πρώτων 1,5 περιστροφών του πλαισίου, μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$.

Μονάδες 6

Γ3. Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύει η συσκευή στο περιβάλλον σε χρόνο Δt στον οποίο εκτελεί $\frac{1200}{\pi}$ περιστροφές.

Μονάδες 3

Μεταβάλλουμε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας περιστροφής του πλαισίου στην τιμή ω' , ώστε η συσκευή να λειτουργεί κανονικά.

Γ4. Να υπολογίσετε τη νέα τιμή ω' του μέτρου της γωνιακής ταχύτητας.

Μονάδες 4

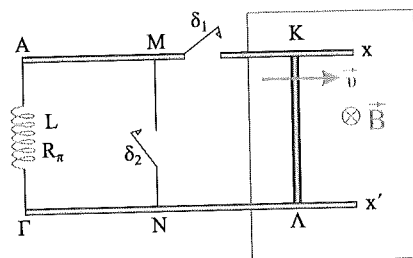
Ακινητοποιούμε το πλαίσιο και συνδέουμε στα άκρα του Κ,Λ, παράλληλα με τη συσκευή, έναν αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 400\Omega$. Μηδενίζουμε το χρονόμετρό μας και τη χρονική στιγμή $t = 0$ αρχίζουμε και πάλι να περιστρέφουμε το πλαίσιο με τη γωνιακή ταχύτητα μέτρου ω' .

Γ5. Να γράψετε τις χρονικές εξισώσεις την εντάσεων των ρευμάτων που διαρρέουν τη συσκευή και τον αντιστάτη R_1 και να υπολογίσετε την ολική μέση ισχύ που καταναλώνει η συνδεσμολογία.

Μονάδες 8 (3+3+2)

ΘΕΜΑ Δ

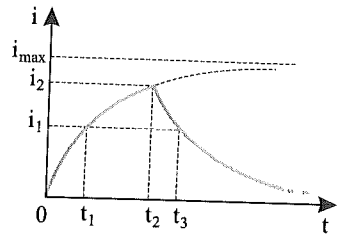
Στη διάταξη του διπλανού σχήματος η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $\ell = 1\text{m}$ και αντίστασης $R = 3\Omega$, κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα μέτρου $v = 20\text{m/sec}$ μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έχοντας τα άκρα της σε επαφή στις δύο παράλληλες οριζόντιες σιδηροτροχιές αμελητέας αντίστασης Αx, Α'x'.



Το πηνίο έχει συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,2\text{H}$ και ωμική αντίσταση $R_{\pi} = 7\Omega$. Αρχικά οι διακόπτες δ_1, δ_2 είναι ανοιχτοί. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε τον διακόπτη δ_1 και ταυτόχρονα αρχίζουμε να ασκούμε στο μέσον της ράβδου ΚΛ κατάλληλη οριζόντια δύναμη \vec{F} παράλληλη στις σιδηροτροχιές, ώστε η ράβδος να συνεχίσει να κινείται με την ίδια ταχύτητα \bar{v} .

Τη χρονική στιγμή t_2 που η ενέργεια του μαγνητικού πεδίου του πηνίου έχει γίνει ίση με $U_{B(2)} = 6,4\text{J}$ ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 και ταυτόχρονα κλείνουμε τον δ_2 χωρίς να σχημα-

τιστεί σπινθήρας. Αν η μέγιστη τιμή $U_{B(\max)}$ της ενέργειας μαγνητικού πεδίου που θα μπορούσε να αποθηκευτεί στο πηνίο αν η ένταση του ρεύματος έφτανε στη μέγιστη της I_{\max} , είναι ίση με το 156,25% της τιμής $U_{B(2)}$, και η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο μεταβάλλεται όπως στο διπλανό διάγραμμα, να υπολογίσετε:



- Δ1. το μέτρο της έντασης B του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στον χώρο που κινείται η ράβδος ΚΛ,

Μονάδες 5

- Δ2. τη διαφορά δυναμικού $V_{AG} = V_A - V_G$ τη χρονική στιγμή $t = t_1$ που η ενέργεια του ομογενούς μαγνητικού πεδίου που έχει αποθηκευτεί στο πηνίο είναι ίση με το 56,25% της ενέργειας $U_{B(2)}$,

Μονάδες 5

- Δ3. την ισχύ που καταναλώνει το πηνίο και το μέτρο (F_1) της δύναμης \vec{F} που ασκούμε στη ράβδο τη χρονική στιγμή t_1 ,

Μονάδες 5

- Δ4. τον ρυθμό αύξησης της έντασης του ρεύματος και τον ρυθμό αποταμίευσης ενέργειας μαγνητικού πεδίου στο πηνίο τη χρονική στιγμή t_1 ,

Μονάδες 5

- Δ5. τον ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος και τον ρυθμό μεταβολής της ενέργειας από το μαγνητικό πεδίο του πηνίου τη χρονική στιγμή t_3 .

Μονάδες 5

- A4. Ένα στερεό σώμα αρχικά παραμένει ακίνητο χωρίς να του ασκούνται δυνάμεις. Κάποια χρονική στιγμή ασκούμε δύο δυνάμεις \vec{F}_1 και \vec{F}_2 στο σώμα. Για να εκτελέσει το σώμα μόνο στροφική κίνηση, οι δυνάμεις αυτές θα πρέπει...
- να είναι κάθετες μεταξύ τους.
 - να έχουν μη συνευθειακές παράλληλες διευθύνσεις, αντίθετες φορές και άνισα μέτρα.
 - να βρίσκονται στην ίδια ευθεία και να είναι αντίθετες.
 - να έχουν μη συνευθειακές παράλληλες διευθύνσεις, αντίθετες φορές και ίσα μέτρα.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

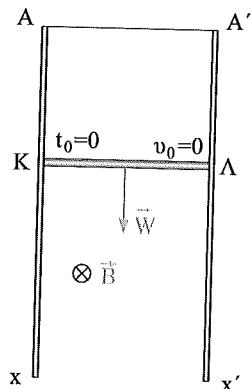
- A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- Το όζον της στρατόσφαιρας απορροφά κατά κύριο λόγο την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία.
- Οι ακτίνες Χ εκπέμπονται σε αντιδράσεις πυρήνων και σε διασπάσεις στοιχειωδών σωματιδίων.
- Το ρεύμα σε μια κεραία παραγωγής ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων γίνεται μέγιστο, όταν τα φορτία στα άκρα της κεραίας μηδενίζονται.
- Τα ραντάρ χρησιμοποιούν μικροκύματα.
- Το ορατό φως παράγεται κατά τις αποδιεγέρσεις ηλεκτρονίων σε άτομα και μόρια.

(Εξετάσεις) Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Η μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος έχει μήκος ℓ , βάρος W , ωμική αντίσταση R και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές έχοντας τα άκρα της σε επαφή με δύο κατακόρυφες σιδηροτροχιές Αx, Α'x' αμελητέας αντίστασης, των οποίων τα πάνω άκρα Α, Α' συνδέονται μεταξύ τους με αγωγό επίσης αμελητέας αντίστασης. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο μαγνητικό πεδίο, του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο των αγωγών. Η ράβδος που συγκρατείται αρχικά ακίνητη, αφήνεται ελεύθερη, οπότε αρχίζει να κινείται



και μετά από λίγο χρόνο αποκτά οριακή ταχύτητα μέτρου v_{op} . Τη χρονική στιγμή t_1 στην οποία ο ρυθμός μείωσης της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας της ράβδου είναι

διπλάσιος του ρυθμού με τον οποίο καταναλώνει ενέργεια η ωμική της αντίσταση R, το μέτρο (v_1) της ταχύτητάς της ισούται με:

α) $\frac{v_{op}}{4}$ β) $\frac{v_{op}}{2}$ γ) $\frac{v_{op}\sqrt{2}}{2}$

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

Μονάδες 7

B2. Δύο όμοιες σφαίρες 1 και 2 που έχουν ίσες μάζες ($m_1 = m_2 = m$), κινούνται σε διευθύνσεις που σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία ϕ με ταχύτητες ίσου μέτρου ($v_1 = v_2 = v$) και συγκρούονται πλάγια και πλαστικά με αποτέλεσμα τη δημιουργία συσσωματώματος ορμής μέτρου $p' = \sqrt{3}mv$.

I. Η απώλεια κινητικής ενέργειας λόγω της κρούσης ισούται με:

α) $0,5K_1$ β) $1,2K_1$ γ) $1,8K_1$

II. Η γωνία ϕ ισούται με:

α) 30° β) 60° γ) 90°

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4 + 5)

B3. Μονοχρωματική ακτινοβολία μήκους κύματος λ και ισχύος P προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια ενός καθρέφτη. Τα φωτόνια της ακτινοβολίας ανακλώνται με την ίδια κατά μέτρο ορμή σε αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της πρόσπτωσής τους.

A. Ο αριθμός $\frac{N}{\Delta t}$ των φωτονίων που προσπίπτουν στην επιφάνεια στη μονάδα

του χρόνου είναι ίσος με:

α) $\frac{N}{\Delta t} = \frac{P\lambda}{2hc}$ β) $\frac{N}{\Delta t} = \frac{P\lambda}{hc}$ γ) $\frac{N}{\Delta t} = \frac{2P\lambda}{hc}$

B. Το μέτρο της δύναμης F που δέχεται ο καθρέπτης από την ακτινοβολία είναι ίσο με:

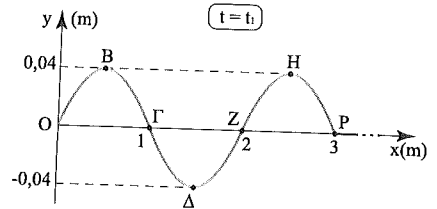
α) $F = \frac{P}{2c}$ β) $F = \frac{P}{c}$ γ) $F = \frac{2P}{c}$

Να επιλέξετε τις σωστές απαντήσεις και να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 9 (4+5)

ΘΕΜΑ Γ

Η πηγή γραμμικού αρμονικού κύματος (Ο) αρχίζει τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση χωρίς αρχική φάση. Το αρμονικό κύμα που δημιουργείται διαδίδεται προς τα θετικά κατά μήκος ελαστικής χορδής, στη διεύθυνση του ημιάξονα Οx. Στο διπλανό σχήμα φαίνεται ένα στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,3\text{sec}$ στην οποία το κύμα έχει διαδοθεί κατά 3m.



Γ1. Να γράψετε την εξίσωση του αρμονικού κύματος.

Μονάδες 4

Γ2. Να σχεδιάσετε το διάγραμμα της φάσης ταλάντωσης των σημείων της χορδής σε συνάρτηση με τη θέση τους κατά μήκος του ημιάξονα Οx, τη χρονική στιγμή t_1 .

Μονάδες 5

Γ3. Να παραστήσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t_2 = 0,35\text{sec}$, στο οποίο να φαίνονται οι θέσεις των σημείων Β, Γ, Δ, Ζ, Η και Ρ, καθώς και τη φορά κίνησης των σημείων Β, Δ και Η.

Μονάδες 5

Γ4. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της απομάκρυνσης του υλικού σημείου Λ ($x_A = 5\text{m}$) σε συνάρτηση με το χρόνο στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, έως τη χρονική στιγμή $t_3 = 0,9\text{sec}$ καθώς και τη γραφική παράσταση της φάσης του υλικού σημείου Λ σε συνάρτηση με το χρόνο στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Μονάδες 5

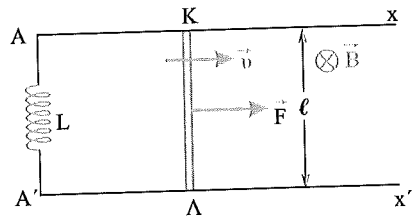
Γ5. Να υπολογίσετε το πλήθος N_1 των υλικών σημείων της χορδής που έχουν μέγιστη κινητική ενέργεια τη χρονική στιγμή t_2 , καθώς και το πλήθος N_2 των υλικών της σημείων τα οποία τη χρονική στιγμή t_2 έχουν κινητική ενέργεια ίση με $\frac{3}{4}$ της μέγιστης τιμής της. Υπολογίστε επίσης το μέτρο της επιτάχυνσης των σημείων πλήθους N_2 τη χρονική στιγμή t_2 .

Μονάδες 6

Στις πράξεις σας θεωρήστε $\pi^2 = 10$.

ΘΕΜΑ Δ

Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ του διπλανού σχήματος, έχει μάζα $m = 0,48\text{kg}$, αντίσταση $R = 6\Omega$ και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές με τα άκρα της σε επαφή σε δύο οριζόντιες σιδηροτροχιές Αx, Α'x' αμελητέας αντίστασης, που απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 30\text{cm}$. Τα άκρα Α', Α' των σιδηροτροχιών συνδέονται μεταξύ τους με ιδανικό πηνίο που έχει συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,2\text{H}$. Η ράβδος κινείται με τη δράση οριζόντιας δύναμης \vec{F} που ασκείται στο μέσο της και παραμένει διαρκώς κάθετη στις σιδηροτροχιές καθώς κινείται. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 4\text{T}$. Αν το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα του οποίου η ένταση είναι της μορφής $i = 3t$ (S.I.), να βρείτε:



- Δ1. την ΗΕΔ από αυτεπαγωγή που αναπτύσσεται στο πηνίο και να σημειώσετε την ποσότητά της στα σημεία Α και Α', Μονάδες 5
- Δ2. τον ρυθμό μεταβολής της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου, τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,5\text{sec}$, Μονάδες 5
- Δ3. τη χρονική εξίσωση του μέτρου της ταχύτητας της ράβδου, Μονάδες 5
- Δ4. το μέτρο της οριζόντιας δύναμης \vec{F} τη χρονική στιγμή t_1 , Μονάδες 5
- Δ5. την ισχύ της δύναμης \vec{F} τη χρονική στιγμή t_1 . Μονάδες 5

67ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Στην κεντρική ανελαστική κρούση μεταξύ δύο σφαιρών...
- α) ένα μέρος της αρχικής κινητικής ενέργειας του συστήματος των δύο σφαιρών μετατρέπεται σε θερμότητα.
 - β) η κινητική ενέργεια του συστήματός τους παραμένει σταθερή.
 - γ) η μηχανική ενέργεια κάθε σφαίρας παραμένει σταθερή.
 - δ) η ορμή κάθε σφαίρας παραμένει σταθερή.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

- Α2. Ένας κυκλικός αγωγός ακτίνας r διαρρέεται από ρεύμα έντασης I και δημιουργεί στο κέντρο του ένταση μαγνητικού πεδίου μέτρου B . Με το σύρμα του αγωγού αυτού κατασκευάζουμε έναν κυκλικό αγωγό N σπειρών, που διαρρέεται και πάλι από ρεύμα έντασης I . Το μέτρο της έντασης B' του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του νέου αγωγού ισούται με:

- α) $\frac{B}{N}$ β) NB γ) $\frac{B}{N^2}$ δ) N^2B

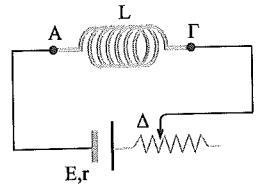
Μονάδες 5

- Α3. Με τη διάταξη του φασματογράφου μάζας μπορούμε να υπολογίσουμε...
- α) το φορτίο ενός σωματιδίου άγνωστης μάζας.
 - β) το φορτίο ενός σωματιδίου γνωστής μάζας.
 - γ) το ειδικό φορτίο ενός σωματιδίου.
 - δ) τον λόγο των μαζών δύο φορτισμένων σωματιδίων ίσων φορτίων.

Από τις παραπάνω προτάσεις, να επιλέξετε αυτή που δεν είναι σωστή.

Μονάδες 5

- A4. Κατά τη μετακίνηση του δρομέα Δ της ρυθμιστικής αντίστασης του κυκλώματος που φαίνεται στο διπλανό σχήμα προς τα δεξιά, στο πηνίο εμφανίζεται ΗΕΔ από αυτεπαγωγή...



- με «+» στο Α.
- με «+» στο Γ.
- με «+» στο Α αν η πηγή συνεχούς τάσης (E, r) έχει την πολικότητα του σχήματος και ο δρομέας μετακινείται προς τ' αριστερά.
- μόνο αν το πηνίο περιέχει πυρήνα από σιδηρομαγνητικό υλικό.

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.

- Η μονάδα μέτρησης της μαγνητικής ροής στο S.I. είναι το 1 Volt·sec.
- Η δύναμη που ασκείται σε έναν ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό έχει την κατεύθυνση της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται ο αγωγός.
- Η μονάδα μέτρησης της σταθεράς απόσβεσης b στο S.I. είναι το 1 kg/sec.
- Κατά τον συντονισμό, οι απώλειες μηχανικής ενέργειας του συστήματος ελατήριο - σώμα που εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση μηδενίζονται.
- Κάθε πλάγια κρούση είναι ανελαστική.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Μια μικρή σφαίρα Σ₁ που έχει μάζα m₁ κινείται σε λείο οριζόντιο δάπεδο με ταχύτητα \bar{v}_1 και συγκρούεται μη κεντρικά και ελαστικά με άλλη αρχικά ακίνητη σφαίρα Σ₂. Μετά την κρούση η σφαίρα Σ₁ κινείται με ταχύτητα \bar{v}'_1 , που είναι κάθετη στην ταχύτητα \bar{v}_1 και έχει μέτρο $v'_1 = \frac{v_1}{2}$. Ο λόγος των μαζών $\frac{m_1}{m_2}$ των

δύο σφαιρών ισούται με:

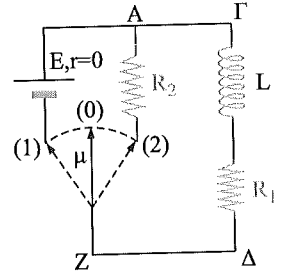
α) $\frac{1}{2}$ β) $\frac{3}{5}$ γ) $\frac{2}{3}$

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

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Το ιδανικό πηνίο του κυκλώματος του διπλανού σχήματος έχει συντελεστή αυτεπαγωγής $L = 0,2\text{H}$ και συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 20\Omega$. Τα άκρα του συστήματος μπορούν να συνδεθούν μέσω μεταγωγικού διακόπτη μ , είτε με ιδανική πηγή συνεχούς τάσης ΗΕΔ $E = 40\text{V}$ (θέση 1), είτε με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 5\Omega$ (θέση 2). Αρχικά ο μεταγωγός βρίσκεται στη θέση (0). Κάποια στιγμή τοποθετούμε τον μεταγωγό στη θέση 1.



Γ1. Να υπολογίσετε την ενέργεια μαγνητικού πεδίου που θα αποθηκευτεί τελικά στο πηνίο,

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε τον ρυθμό αύξησης της ενέργειας του μαγνητικού πεδίου του πηνίου τη χρονική στιγμή που η ένταση του ρεύματος αυξάνεται με ρυθμό $\frac{di}{dt} = 100\text{A/sec}$.

Μονάδες 5

Γ3. Να παραστήσετε γραφικά τον ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με την τιμή της έντασης του ρεύματος, έως την αποκατάστασή της.

Μονάδες 5

Κάποια επόμενη χρονική στιγμή ($t = t_1$), αφού αποκατασταθεί το ρεύμα, μεταφέρουμε ακαριαία τον μεταγωγό στη θέση 2, χωρίς να σχηματιστεί σπινθήρας.

Γ4. Να υπολογίσετε:

i) τον ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος τη χρονική στιγμή ($t = t_2$), που η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο ισούται με $0,4\text{A}$,

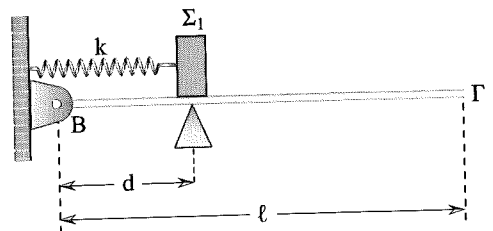
Μονάδες 5

ii) τη θερμότητα που εκλύθηκε συνολικά από τους αντιστάτες R_1, R_2 στο χρονικό διάστημα $t_1 \rightarrow t_2$.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Η λεία οριζόντια σανίδα ΒΓ μήκους $\ell = 3\text{m}$ και μάζας $M = 0,4\text{kg}$ του διπλανού σχήματος, έχει αρθρωμένο το άκρο της Β σε κατακόρυφο τοίχο. Σε απόσταση $d = 1\text{m}$ από τον τοίχο, η σανίδα στηρίζεται ώστε να διατηρείται οριζόντια. Το οριζόντιο ελατή-



ριο σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$ συνδέεται με το ένα άκρο του στον τοίχο και το άλλο σε σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$. Το ελατήριο βρίσκεται στο φυσικό του μήκος, ο άξονάς του είναι οριζόντιος και διέρχεται από το κέντρο μάζας του σώματος Σ_1 .

Το κέντρο μάζας του σώματος Σ_1 βρίσκεται σε απόσταση d από τον τοίχο. Στη συνέχεια, ασκούμε στο σώμα Σ_1 σταθερή οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 40 \text{ N}$ με κατεύθυνση προς το άλλο άκρο Γ της σανίδας. Όταν το σώμα Σ_1 διανύσει απόσταση $s = 5 \text{ cm}$, η δύναμη παύει να ασκείται στο σώμα και στη συνέχεια, το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.

Δ1. Να υπολογίσετε το πλάτος της απλής αρμονικής ταλάντωσης που θα εκτελέσει το σώμα Σ_1 .

Μονάδες 5

Δ2. Να εκφράσετε το μέτρο της δύναμης F_B που δέχεται η σανίδα από τον τοίχο σε συνάρτηση με την απομάκρυνση του σώματος Σ_1 και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση.

Μονάδες 6

Κατά μήκος της σανίδας από το άκρο Γ , κινείται σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$ με ταχύτητα $v_2 = 2\sqrt{3} \text{ m/sec}$. Τα δύο σώματα συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά, όταν η απομάκρυνση του σώματος Σ_1 είναι x_1 , όπου $x_1 \geq 0$. Το σώμα Σ_1 μετά την κρούση ταλαντώνεται με το μέγιστο δυνατό πλάτος.

Δ3. Να υπολογίσετε την απομάκρυνση x_1 .

Μονάδες 7

*Δ4. Να βρείτε μετά από πόσο χρονικό διάστημα από τη στιγμή της κρούσης τα δύο σώματα θα συγκρουστούν για δεύτερη φορά.

Μονάδες 7

Θεωρούμε θετική τη φορά της απομάκρυνσης προς το Γ . Τριβές στην άρθρωση και στο υποστήριγμα δεν υπάρχουν.

Δίνεται η επιτάχυνση βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

(Εξετάσεις)

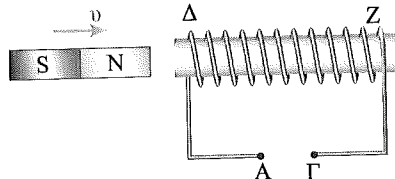
68ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Κατά τη διάρκεια της κίνησης του ραβδόμορφου μαγνήτη του διπλανού σχήματος προς το ακλόνητο στερεωμένο πηνίο...



- α) Στο άκρο Δ του πηνίου εμφανίζεται βόρειος μαγνητικός πόλος.
β) Στο άκρο Δ του πηνίου εμφανίζεται νότιος μαγνητικός πόλος.
γ) Στα άκρα Α, Β εμφανίζεται τάση από επαγωγή με το « + » στο Α.
δ) Στα άκρα Α, Β εμφανίζεται τάση από επαγωγή με το « + » στο Β.

Μονάδες 5

- Α2. Αν η κινητική ενέργεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί ένα σώμα μεγιστοποιείται κάθε 1 sec, η συχνότητα της ταλάντωσης του σώματος ισούται με:

- α) 0,5 Hz β) 1 Hz γ) 2 Hz δ) 4 Hz

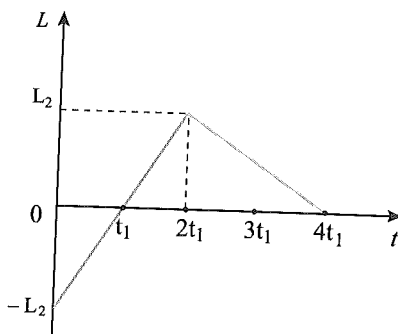
Μονάδες 5

- Α3. Ένα ηλεκτρόνιο επιταχύνεται υπό τάση V και εισέρχεται με ταχύτητα \vec{v} σε χώρο όπου συνυπάρχουν δύο πεδία: ένα ομογενές μαγνητικό έντασης \vec{B} και ένα ομογενές ηλεκτρικό έντασης \vec{E} . Τα διανύσματα \vec{v} , \vec{E} και \vec{B} είναι ανά δύο κάθετα μεταξύ τους. Αν το ηλεκτρόνιο εκτελεί μέσα στο σύνθετο πεδίο ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, τότε ο λόγος των μέτρων των εντάσεων των πεδίων ισούται με:

- α) $\frac{E}{B} = \frac{v}{2}$ β) $\frac{E}{B} = 2v$ γ) $\frac{E}{B} = v$ δ) $\frac{E}{B} = v^2$

Μονάδες 5

A4. Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται η αλγεβρική τιμή της στροφορμής ενός σημειακού σώματος που περιστρέφεται γύρω από σταθερό κατακόρυφο άξονα.



- α) Στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow t_1$ το σώμα εκτελεί ομαλά επιβραδυνόμενη περιστροφική κίνηση και στο χρονικό διάστημα $t_1 \rightarrow 2t_1$ εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη περιστροφική κίνηση.
- β) Στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow 2t_1$, το σώμα εκτελεί ομαλά επιταχυνόμενη περιστροφική κίνηση.
- γ) Η γωνιακή επιτάχυνση του σώματος στο χρονικό διάστημα $0 \rightarrow 2t_1$ αυξάνεται.
- δ) Η κατεύθυνση της συνισταμένης ροπής που ασκείται στο σώμα, αλλάζει τις χρονικές στιγμές που αλλάζει κατεύθυνση και η στροφορμή του.

Μονάδες 5

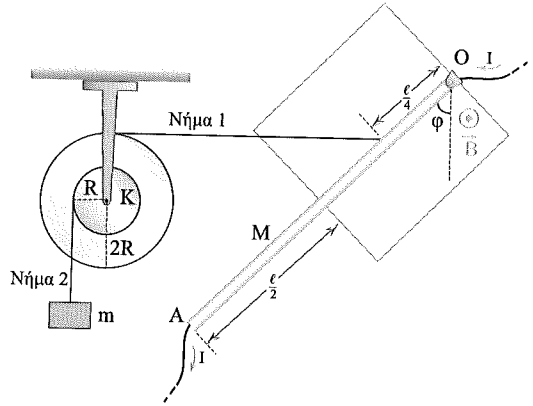
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

Σε μια συσκευή φωτοκυττάρου:

- α) Η τάση αποκοπής εξαρτάται από τη συχνότητα της φωτεινής δέσμης και είναι μεγαλύτερη για την κίτρινη ακτινοβολία παρά για την πράσινη ($f_{\kappa} < f_{\pi}$).
- β) Η συχνότητα καταφλίου εξαρτάται από το έργο εξαγωγής του μετάλλου και είναι μεγαλύτερη για το κάλιο ($\varphi_{\kappa} = 2,2\text{eV}$) από ό, τι για το καίσιο ($\varphi_{\text{Cs}} = 1,4\text{eV}$).
- γ) Η τάση αποκοπής εξαρτάται από το έργο εξαγωγής του μετάλλου και είναι μεγαλύτερη για το κάλιο ($\varphi_{\kappa} = 2,2\text{eV}$) από ό, τι για το καίσιο ($\varphi_{\text{Cs}} = 1,4\text{eV}$).
- δ) Τα φωτοηλεκτρόνια εξέρχονται από την κάθοδο με μεγαλύτερη κινητική ενέργεια όταν η κάθοδος φωτίζεται με κίτρινο φως από ό, τι όταν φωτίζεται με πράσινο φως ($f_{\kappa} < f_{\pi}$).
- ε) Η τάση αποκοπής εξαρτάται από την ενέργεια των φωτονίων της φωτεινής δέσμης και ελαττώνεται όταν φωτίζουμε την κάθοδο με φωτόνια μεγαλύτερης ενέργειας.

Μονάδες 5

από σταθερό άξονα που τον τέμνει στο άκρο του Ο και ισορροπεί σχηματίζοντας με την κατακόρυφο γωνία φ (ημφ = 0,6 και συνφ = 0,8), με τη βοήθεια οριζώντιου αβαρούς νήματος (Νήμα 1), που κατά ένα μέρος του είναι τυλιγμένο στον μεγάλο δίσκο διπλής τροχαλίας και δένεται σε σημείο του αγωγού, που απέχει $\frac{\ell}{4}$



από το άκρο του Ο. Η διπλή τροχαλία αποτελείται από δύο ομόκεντρους δίσκους ακτίνων R και 2R και μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον σταθερό οριζόντιο άξονά της. Στον μικρό δίσκο της τροχαλίας έχουμε τυλίξει άλλο αβαρές νήμα (Νήμα 2), το ελεύθερο άκρο του οποίου είναι δεμένο σε σώμα μάζας m ($m = \frac{M}{2}$). Αν το όλο σύστημα ισορροπεί ακίνητο, η ένταση του ρεύματος που

διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό ΟΑ ισούται με:

α) $I = \frac{0,6mg}{Bl}$

β) $I = \frac{1,4mg}{Bl}$

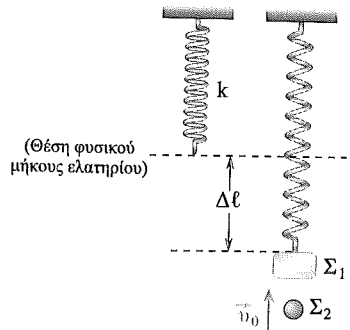
γ) $I = \frac{4mg}{Bl}$

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

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Ένα κατακόρυφο ιδανικό ελατήριο σταθεράς k έχει το πάνω άκρο του στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο. Στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου αναρτάται σώμα Σ₁ μάζας m₁ = 1kg και, όταν το σώμα ισορροπεί, η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι ίση με Δℓ = 0,05 m. Δεύτερο σώμα Σ₂ μάζας m₂ = 1 kg κινούμενο κατακόρυφα προς τα πάνω συγκρούεται πλαστικά με ταχύτητα μέτρου v₀ με το σώμα Σ₁. Η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα και το συσσωμάτωμα, που προκύπτει από την κρούση, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης D = k και φτάνει μέχρι τη θέση στην οποία το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος.



Γ1. Να υπολογίσετε τη σταθερά k του ελατηρίου και το πλάτος της ταλάντωσης που εκτελεί το συσσωμάτωμα.

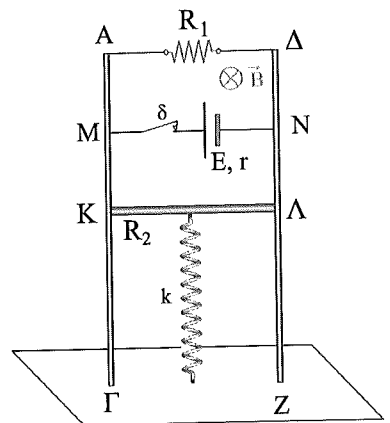
Μονάδες 4

- Γ2. Να υπολογίσετε την κινητική ενέργεια του σώματος Σ_2 αμέσως πριν την κρούση.
Μονάδες 6
- Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του σώματος Σ_2 κατά την κρούση και να προσδιορίσετε την κατεύθυνσή της.
Μονάδες 4
- Γ4. Αν ως $t_0 = 0$ θεωρηθεί η χρονική στιγμή της κρούσης, να γράψετε την εξίσωση που δίνει την απομάκρυνση του συσσωματώματος από την θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο.
Μονάδες 4
- Γ5. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της δυναμικής ενέργειας βαρύτητας του συσσωματώματος.
Μονάδες 7

Να θεωρήσετε ως θετική κατεύθυνση την κατεύθυνση κίνησης του συσσωματώματος αμέσως μετά την κρούση και επίπεδο μηδενικής δυναμικής ενέργειας βαρύτητας το οριζόντιο επίπεδο που διέρχεται από το μέσον της απόστασης μεταξύ της θέσης φυσικού μήκους (Θ.Φ.Μ.) του ελατηρίου και της θέσης ισορροπίας του συσσωματώματος. Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Οι παράλληλες σιδηροτροχιές ΑΓ και ΔΖ του διπλανού σχήματος που απέχουν $\ell = 1\text{m}$, έχουν αμελητέα αντίσταση και τα πάνω άκρα τους Α και Δ συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 3\Omega$. Τα σημεία Μ και Ν των σιδηροτροχιών συνδέονται μέσω διακόπτη δ με πηγή συνεχούς τάσης ΗΕΔ $E = 18\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1\Omega$. Ο διακόπτης είναι αρχικά κλειστός. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ έχει μάζα $m = 0,4\text{kg}$ αντίσταση $R_2 = 6\Omega$ και έχει τα άκρα της σε επαφή με τις σιδηροτροχιές. Το μέσον της ράβδου είναι δεμένο στο πάνω άκρο ελατηρίου σταθεράς $k = 10\text{N/m}$ που έχει το κάτω άκρο του στερεωμένο σε μονωτικό δάπεδο, στο οποίο είναι στερεωμένα επίσης και τα κάτω άκρα Γ, Ζ των σιδηροτροχιών. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$ που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών. Η ράβδος είναι αρχικά ακίνητη.



- Δ1. Να υπολογίσετε την παραμόρφωση $\Delta\ell$ του ελατηρίου.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ανοίγουμε τον διακόπτη, οπότε η ράβδος αρχίζει να κινείται.

Δ2. Να αποδείξετε ότι η ράβδος θα εκτελέσει φθίνουσα ταλάντωση και να υπολογίσετε τη σταθερά απόσβεσης b .

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή t_1 η ράβδος διέρχεται από τη θέση στην οποία μηδενίζεται η δύναμη επαναφοράς που δέχεται κατά την ταλάντωσή της, με ταχύτητα μέτρου $v_1 = 1 \text{ m/sec}$.

Δ3. Να υπολογίσετε:

i) το φορτίο που πέρασε από μια διατομή της ράβδου στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$,

Μονάδες 4

ii) τη θερμότητα που εκλύθηκε από το κύκλωμα στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$.

Μονάδες 4

Δ4. Να υπολογίσετε τη συνολική θερμότητα που θα εκλυθεί από το κύκλωμα στη διάρκεια των ταλαντώσεων της ράβδου, καθώς και το συνολικό έργο της δύναμης του ελατηρίου.

Μονάδες 6

Στις πράξεις σας θεωρήστε ότι $\frac{0,8}{9} = 0,09$.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

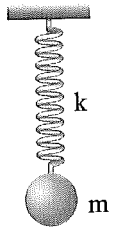
69ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Το κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς k του σχήματος έχει το ένα του άκρο στερεωμένο σε οροφή, ενώ στο άλλο του άκρο ισορροπεί δεμένο ένα σώμα μάζας m . Ανυψώνουμε το σώμα έως τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου και από τη θέση αυτή το αφήνουμε ελεύθερο. Θεωρούμε τη θετική φορά προς τα πάνω. Η χρονική εξίσωση της δύναμης που δέχεται το σώμα από το ελατήριο είναι η εξίσωση:



- α) $F_{ελ} = mg - mg \eta \mu \left(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \frac{\pi}{2} \right)$
- β) $F_{ελ} = mg - mg \eta \mu \left(\sqrt{\frac{m}{k}} t + \frac{3\pi}{2} \right)$
- γ) $F_{ελ} = -mg - mg \eta \mu \left(\sqrt{\frac{m}{k}} t + \frac{\pi}{2} \right)$
- δ) $F_{ελ} = -mg - mg \eta \mu \left(\sqrt{\frac{k}{m}} t + \frac{3\pi}{2} \right)$

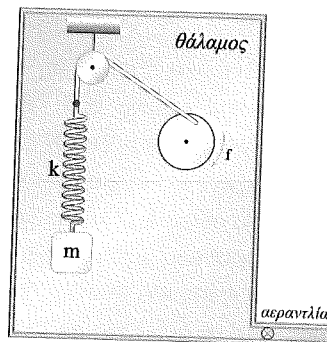
Μονάδες 5

- Α2. Αν αυξήσουμε τη σταθερά απόσβεσης σε μια φθίνουσα μηχανική ταλάντωση, τότε...

- α) ο ρυθμός μείωσης του πλάτους θα αυξηθεί.
- β) η περίοδος της φθίνουσας ταλάντωσης θα μειωθεί.
- γ) η συνολική θερμότητα που θα εκλυθεί θα αυξηθεί.
- δ) ο χρόνος υποδιπλασιασμού του πλάτους της ταλάντωσης θα αυξηθεί.

Μονάδες 5

- A3. Στην πειραματική διάταξη του σχήματος, ο τροχός περιστρέφεται με σταθερή συχνότητα f_1 και το σύστημα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση πλάτους A_1 . Χωρίς να μεταβάλλουμε την πίεση του αέρα μέσα στο θάλαμο της πειραματικής διάταξης, αυξάνουμε τη συχνότητα περιστροφής του τροχού στην τιμή f_2 , οπότε το πλάτος της ταλάντωσης σταθεροποιείται και πάλι στην τιμή A_1 .



Για την ιδιοσυχνότητα f_0 του συστήματος ισχύει:

- α) $f_0 = f_1$ β) $f_1 < f_0 < f_2$
 γ) $f_0 = f_2$ δ) $f_0 > f_2$

Μονάδες 5

- A4. Σ' ένα ελαστικό μέσο έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Όλα τα σημεία του μέσου, που περιλαμβάνονται μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών ενός στάσιμου κύματος...
- α) έχουν ίσα πλάτη ταλάντωσης.
 β) έχουν ίσες φάσεις ταλάντωσης.
 γ) έχουν φάση ίση με μηδέν ή ίση με π rad.
 δ) έχουν διαφορετικές συχνότητες ταλάντωσης.

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) Σε μια ελαστική κρούση δύο σωμάτων η απώλεια κινητικής ενέργειας του ενός σώματος ισούται με την αύξηση της κινητικής ενέργειας του άλλου σώματος.
 β) Η μηχανική ενέργεια ενός συστήματος κατακόρυφου ελατηρίου - μάζας, που ταλαντώνεται μέσα σε θάλαμο που περιέχει αέρα, μειώνεται γραμμικά με την πάροδο του χρόνου.
 γ) Η συχνότητα μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης είναι πάντοτε ίση με την συχνότητα του διεγέρτη.
 δ) Αν σε ένα σύστημα ελατηρίου - μάζας που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση μεταβληθεί η μάζα του ταλαντούμενου σώματος, τότε θα μεταβληθεί και η σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης.
 ε) Αν η γωνία περιστροφής ενός δίσκου, ο οποίος περιστρέφεται γύρω από σταθερό άξονα που διέρχεται από το κέντρο του και είναι κάθετος στην επιφάνειά του, δίνεται από τη σχέση $\theta = 5t + 2t^2$ (S.I.), τότε το μέτρο της γωνιακής του επιτάχυνσης είναι ίσο με 2 rad/sec^2 .

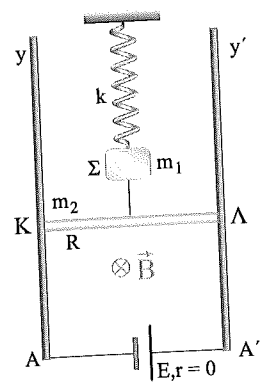
Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Το σώμα Σ μάζας $m_1 = 5\text{kg}$ του διπλανού σχήματος ισορροπεί δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 100\text{ N/m}$, που έχει το άλλο του άκρο στερεωμένο ακλόνητα σε οροφή.

Το σώμα Σ είναι δεμένο με αβαρές νήμα στο μέσο μιας οριζόντιας μεταλλικής ράβδου μάζας $m_2 = 1\text{kg}$, μήκους $\ell = 1\text{m}$ και αντίστασης $R = 0,5\Omega$, που ισορροπεί ακίνητη με τα άκρα της σε επαφή σε δύο κατακόρυφες ακλόνητες σιδηροτροχιές Ay, A'y', αμελητέας αντίστασης.

Τα κάτω άκρα A, A' των σιδηροτροχιών συνδέονται μεταξύ τους με πηγή ΗΕΔ Ε αμελητέας εσωτερικής αντίστασης και η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$. Κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα, οπότε το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Αν η ανώτερη θέση της τροχιάς του σώματος Σ ταυτίζεται με τη θέση φυσικού μήκους (Θ.Φ.Μ.) του ελατηρίου, τότε η ΗΕΔ Ε της πηγής είναι ίση με:

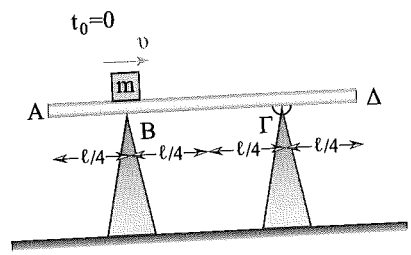


- α) 5V β) 8V γ) 10V

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

Μονάδες 9

B2. Ομογενής λεία και άκαμπτη σανίδα, μικρού πάχους, μάζας Μ και μήκους ℓ ισορροπεί οριζόντια με τη βοήθεια δύο υποστηρίγματα. Η κορυφή του ενός υποστηρίγματος συνδέεται μέσω άρθρωσης σε σημείο Γ της ράβδου, το οποίο απέχει από το άκρο της Δ απόσταση $\Gamma\Delta = \frac{\ell}{4}$.



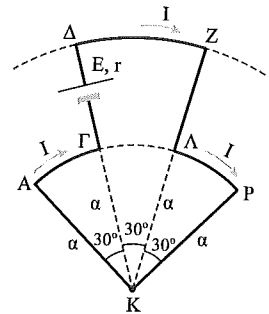
Η ράβδος ακουμπά στην κορυφή Β του άλλου στηρίγματος, το οποίο απέχει από το άκρο της Α απόσταση $AB = \frac{\ell}{4}$. Ένας μικρός κύβος μάζας $m = 2M$, τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, διέρχεται από το σημείο Β με σταθερή ταχύτητα v , κινούμενος προς τα δεξιά χωρίς τριβές. Η σανίδα ανατρέπεται τη χρονική στιγμή:

- α) $t_1 = \frac{3\ell}{4v}$ β) $t_1 = \frac{9\ell}{16v}$ γ) $t_1 = \frac{5\ell}{8v}$

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

(Εξετάσεις)
Μονάδες 8

B3. Ο αγωγός του διπλανού σχήματος αποτελείται από τα ομόκεντρα κυκλικά τμήματα ΑΓ, ΛΡ κέντρου Κ και ακτίνας α, το κυκλικό τμήμα ΔΖ κέντρου Κ ακτίνας 2α και τα ευθύγραμμα ακτινικά τμήματα ΚΑ, ΓΔ, ΛΖ και ΚΡ. Στο τμήμα ΓΔ έχουμε τοποθετήσει πηγή συνεχούς τάσης (E, r) και το κύκλωμα διαρρέεται από ρεύμα έντασης I.



Τα τόξα ΑΓ, ΔΖ και ΛΡ αντιστοιχούν το καθένα σε επίκεντρη γωνία 30°.

Το μέτρο της έντασης B του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Κ είναι:

- α) $\frac{5\mu_0 I}{48\alpha}$ β) $\frac{5\mu_0 I}{16\alpha}$ γ) $\frac{\mu_0 I}{8\alpha}$

όπου μ_0 η μαγνητική διαπερατότητα του κενού.

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

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Σε ελαστική χορδή ΟΖ μήκους ℓ , που ταυτίζεται με το θετικό ημιάξονα Οx ενός άξονα x'Οx, έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα ως αποτέλεσμα της συμβολής δύο αρμονικών κυμάτων ίδιου πλάτους και ίδιας συχνότητας που διαδίδονται ταυτόχρονα σ' αυτή προς αντίθετες κατευθύνσεις. Το αριστερό άκρο (Ο) της χορδής βρίσκεται στη θέση $x = 0$ και είναι ελεύθερο να κινείται, ενώ το δεξιό της άκρο (Ζ) είναι ακλόνητα στερεωμένο. Στη θέση $x = 0$ έχει σχηματιστεί κοιλία και συνολικά η χορδή εμφανίζει τέσσερις δεσμούς. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το σημείο Ο ($x = 0$) διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του κινούμενου προς τα θετικά και το στάσιμο κύμα έχει εγκατασταθεί σε όλη την έκταση της χορδής.

Η εξίσωση του στάσιμου κύματος είναι $y = 0,4\text{syn}(5\pi x)\eta\mu(5\pi t)$ (S.I.).

Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των δύο αρμονικών κυμάτων που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα και το μήκος ℓ της χορδής.

Μονάδες 4

Γ2. Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης των ταλαντώσεων των υλικών σημείων Κ ($x_K = \frac{5\lambda}{8}$) και Λ ($x_\Lambda = \frac{9\lambda}{8}$) της χορδής και να σχεδιάσετε την απομάκρυνσή τους από

τη θέση ισορροπίας τους σε συνάρτηση με το χρόνο, στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq \frac{7T}{4}$ (όπου λ το μήκος κύματος και T η περίοδος των δύο αρμονικών κυμάτων

που δημιούργησαν το στάσιμο κύμα).

Μονάδες 6

Γ3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη κατακόρυφη απόσταση των σημείων Κ και Λ κατά τη διάρκεια της ταλάντωσής τους και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,3 \text{ sec}$, στο οποίο να φαίνονται τα σημεία Κ και Λ.

Μονάδες 5

Γ4. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της μέγιστης τιμής της ταχύτητας ταλάντωσης των υλικών σημείων της χορδής σε συνάρτηση με τη θέση τους x πάνω στον άξονα.

Μονάδες 5

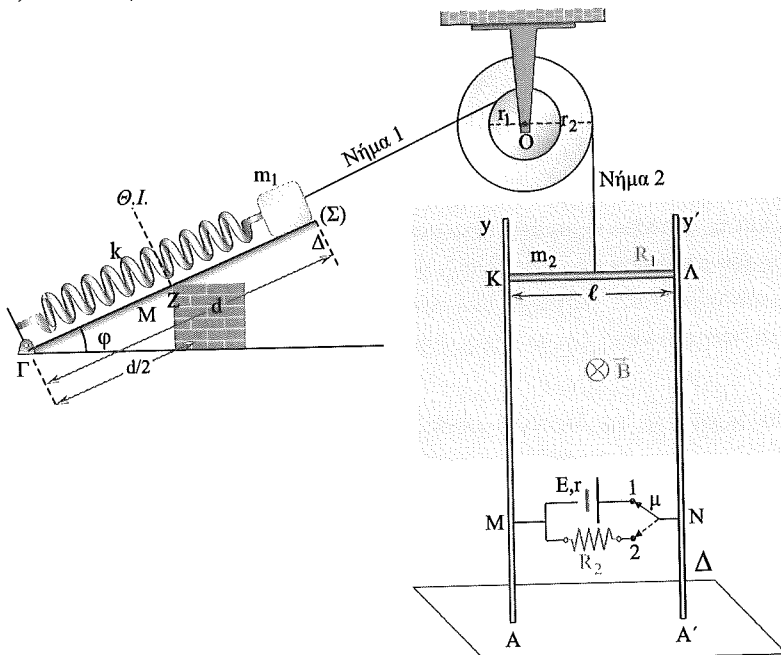
Γ5. Μεταβάλλουμε την τιμή της συχνότητας από f σε f' , ώστε στο σημείο Κ να δημιουργείται δεσμός και μεταξύ του σημείου Ο (που παραμένει κοιλία) και του σημείου Κ να σχηματίζονται δύο δεσμοί. Να υπολογίσετε την τιμή της συχνότητας f' .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Δ

Στη διάταξη του διπλανού σχήματος, η λεία δοκός ΓΔ μάζας $M = 1 \text{ kg}$ και μήκους $d = 0,8 \text{ m}$ μπορεί να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο χωρίς τριβές, γύρω από οριζόντιο άξονα (άρθρωση) που διέρχεται από το άκρο της Γ.

Η δοκός ακουμπά στο μέσο της Ζ σε λεία ακμή, σχηματίζοντας έτσι με τον οριζόντιο γωνία φ ($\eta\mu\varphi = 0,6$ και $\sigma\upsilon\eta\varphi = 0,8$) και ισορροπεί.



Πάνω στη δοκό έχουμε τοποθετήσει ελατήριο σταθερής $k = 100 \text{ N/m}$, το ένα άκρο του οποίου είναι στερεωμένο ακλόνητα όπως στο σχήμα και στο άλλο του άκρο είναι δεμένο

σώμα Σ μάζας $m_1 = 1\text{kg}$. Το σώμα ισορροπεί αρχικά στο σημείο Δ της δοκού δεμένο με αβαρές νήμα (νήμα 1), το οποίο έχει τη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και είναι κατά ένα μέρος του τυλιγμένο στον μικρό δίσκο ακτίνας r_1 μιας διπλής τροχαλίας.

Η τροχαλία, που μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από τον ακλόνητο οριζόντιο άξονά της έχει τυλιγμένο στον μεγάλο δίσκο της ακτίνας $r_2 = 2r_1$ άλλο αβαρές νήμα (νήμα 2), το ελεύθερο άκρο του οποίου είναι δεμένο στο μέσον μιας οριζόντιας μεταλλικής ράβδου ΚΛ μάζας $m_2 = 0,8\text{kg}$ και μήκους $\ell = 1\text{m}$. Τα άκρα Κ και Λ της ράβδου που έχει αντίσταση $R_1 = 0,6\Omega$ μπορούν να ολισθαίνουν χωρίς τριβές κατά μήκος δύο κατακόρυφων σιδηροτροχιών Αγ και Α'γ', που έχουν μεγάλο μήκος αμελητέα αντίσταση και στηρίζονται στα σημεία τους Α, Α' σε μονωτικό δάπεδο. Αρκετά χαμηλότερα από την αρχική θέση της ράβδου, τα σημεία Μ και Ν των σιδηροτροχιών συνδέονται μέσω μεταγωγικού διακόπτη μ είτε με πηγή συνεχούς τάσης ΗΕΔ $E = 2\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 0,4\Omega$ (θέση 1), είτε με αντιστάτη αντίστασης $R_2 = 1,9\Omega$ (θέση 2). Στην περιοχή των σιδηροτροχιών υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στο επίπεδο των σιδηροτροχιών, έντασης μέτρου $B = 1\text{T}$ και το όλο σύστημα ισορροπεί.

Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης $F_{\alpha(0)}$ που δέχεται το σώμα από το ελατήριο.

Μονάδες 5

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε ταυτόχρονα τα νήματα 1, 2 και τοποθετούμε τον μεταγωγό μ στη θέση 2, οπότε το σώμα Σ αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ και με τη θέση ισορροπίας στο μέσον της δοκού, ενώ η ράβδος αρχίζει να κατέρχεται.

Δ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση $x = f(t)$ της απομάκρυνσης του σώματος Σ από τη θέση ισορροπίας του. Να θεωρήσετε τη θετική φορά από τη βάση Γ προς την κορυφή Δ της δοκού.

Μονάδες 5

Δ3. Να γράψετε την εξίσωση της δύναμης F_z που ασκεί η ακμή στη δοκό σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x του σώματος Σ από τη θέση ισορροπίας του και να την παραστήσετε γραφικά.

Μονάδες 7

Η ράβδος ΚΛ επιταχύνεται και τελικά αποκτά οριακή ταχύτητα (v_{op}), πριν εξέλθει από το μαγνητικό πεδίο.

Δ4. α) Να βρείτε τη σχέση $a = f(v)$ του μέτρου της επιτάχυνσης της ράβδου σε συνάρτηση με το μέτρο της ταχύτητάς της, κατά την κίνησή της μέσα στο μαγνητικό πεδίο και να την παραστήσετε γραφικά.

Μονάδες 4

β) Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού $V_{\kappa\lambda} = V_{\kappa} - V_{\lambda}$ μεταξύ των άκρων της ράβδου στη θέση όπου η ταχύτητά της είναι ίση με $v = 62,5\% v_{op}$.

Μονάδες 4

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/sec}^2$.

70ο Κριτήριο Αξιολόγησης

Σε όλη την ύλη

ΘΕΜΑ Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α4 να γράψετε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή φράση.

- Α1. Όταν δύο σφαίρες μικρών διαστάσεων, ίδιας μάζας, που κινούνται σε λείο οριζόντιο δάπεδο, συγκρουστούν έκκεντρα και ελαστικά, τότε...
- α) ανταλλάσσουν ταχύτητες.
 - β) ελαττώνεται η κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σφαιρών.
 - γ) διατηρείται η ορμή του συστήματος των δύο σφαιρών.
 - δ) δεν μεταβάλλεται η ορμή της κάθε σφαίρας κατά την κρούση.

(Εξετάσεις)

Μονάδες 5

- Α2. Ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται στο κενό με ταχύτητα $c = 3 \cdot 10^8$ m/sec κατά τη διεύθυνση ενός άξονα $x'Ox$. Η εξίσωση που περιγράφει το ηλεκτρικό κύμα είναι:

$$E = 3 \cdot 10^{-3} \eta\mu\pi \left(10^{15} t - \frac{10^7}{3} x \right) \text{ (S.I.)}$$

- α) Το ηλεκτρομαγνητικό κύμα ανήκει στην ορατή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος.
- β) Η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι ίση με 10^{15} Hz.
- γ) Αν σε κάποια χρονική στιγμή $t = t_1$ η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου έχει τιμή $E_1 = 3 \cdot 10^{-4}$ V/m, τότε την ίδια στιγμή η ένταση του μαγνητικού πεδίου έχει μέτρο $B_1 = 9 \cdot 10^{-4}$ T.
- δ) Η εξίσωση που περιγράφει το μαγνητικό κύμα είναι:

$$B = 10^{-11} \eta\mu\pi \left(10^{15} t + \frac{10^7}{6} x \right) \text{ (S.I.)}$$

Μονάδες 5

- Α3. Αν το πλάτος της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη υποδιπλασιαστεί, τότε ο ρυθμός με τον οποίο ο αντιστάτης αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον...

- α) υποδιπλασιάζεται. β) διπλασιάζεται.
 γ) υποτετραπλασιάζεται. δ) τετραπλασιάζεται.

(Εξετάσεις)
 Μονάδες 5

- A4. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση, όταν ο ταλαντωτής κινείται προς τη θέση ισορροπίας:
- α) η δυναμική ενέργεια του ταλαντωτή αυξάνεται.
 β) το μέτρο της επιτάχυνσης του ταλαντωτή μειώνεται.
 γ) το μέτρο της ταχύτητας του ταλαντωτή μειώνεται.
 δ) το μέτρο της δύναμης επαναφοράς στον ταλαντωτή αυξάνεται.

(Εξετάσεις)
 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.

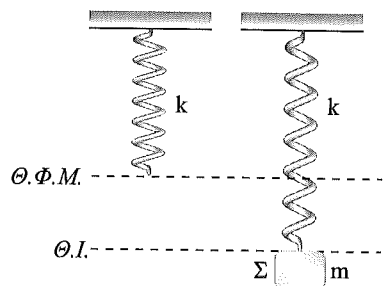
- α) Αν διπλασιάσουμε το μέτρο καθεμιάς από τις δύο δυνάμεις ενός ζεύγους δυνάμεων, χωρίς να αλλάξουμε την απόσταση των φορέων των δυνάμεων, τότε το μέτρο της ροπής του ζεύγους των δυνάμεων τετραπλασιάζεται.
 β) Αν μέσα σε σωληνοειδές, που διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης, τοποθετήσουμε πυρήνα μαλακού σιδήρου, οι δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του πυρήνα θα πυκνώσουν.
 γ) Αν μικρή σφαίρα συγκρουστεί κάθετα και ελαστικά με λείο κατακόρυφο τοίχο έχοντας ορμή μέτρου p , η μεταβολή του μέτρου της ορμής της είναι ίση με $2p$.
 δ) Τα εγκάρσια μηχανικά κύματα διαδίδονται μόνο σε στερεά, ενώ τα διαμήκη σε στερεά, υγρά και αέρια.
 ε) Σε μια εξαναγκασμένη ταλάντωση με σταθερά απόσβεσης b , το μέγιστο πλάτος της ταλάντωσης στην περιοχή συντονισμού εξαρτάται από την τιμή της σταθεράς b .

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1. Σώμα Σ μικρών διαστάσεων και μάζας m ισορροπεί δεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k , το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο, όπως στο διπλανό σχήμα.

Εκτελούμε δύο πειράματα:



Πείραμα 1

Μετακινούμε το σώμα Σ στη θέση φυσικού μήκους (Θ.Φ.Μ.) του ελατηρίου, το αφήνουμε ελεύθερο και αυτό εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ και πλάτος A_1 .

Πείραμα 2

Στην αρχική θέση ισορροπίας (Θ.Ι.) του σώματος Σ ασκείται σε αυτό, συνεχώς, κατακόρυφη δύναμη \vec{F} μέτρου $F = mg$ με φορά προς τα πάνω και τότε το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ και πλάτος A_2 .

Για τα πλάτη A_1 και A_2 των παραπάνω πειραμάτων, ισχύει:

α) $A_1 = A_2$ β) $A_1 = \frac{1}{2}A_2$ γ) $A_1 = 2A_2$

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

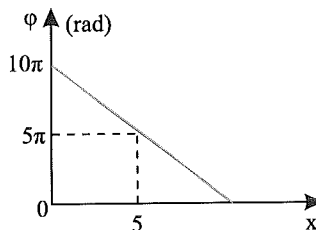
(Εξετάσεις)

Μονάδες 9

B2. Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται χωρίς απώλειες ενέργειας σε γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$ προς τη θετική κατεύθυνση.

Η πηγή του κύματος βρίσκεται στην αρχή O του άξονα $x'Ox$ και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση $y = A\eta\mu\omega t$.

Στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος παριστάνεται η φάση των σημείων του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με την απόστασή τους x από την πηγή, τη χρονική στιγμή $t_1 = 2 \text{ sec}$. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι ίση με:

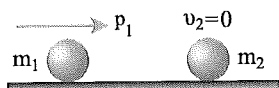


α) 0,8m/sec β) 5 m/sec γ) 12,5 m/sec

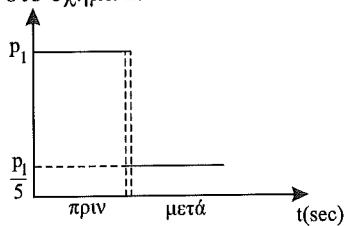
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

B3. Σφαίρα μάζας m_1 κινείται με ορμή μέτρου p_1 και συγκρούεται, κεντρικά και ελαστικά, με ακίνητη σφαίρα μάζας m_2 , όπως φαίνεται στο σχήμα 1. Η γραφική παράσταση της ορμής της σφαίρας m_1 φαίνεται στο σχήμα 2.



Σχήμα 1



διάρκεια κρούσης αμελητέα

Σχήμα 2

Το ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταβιβάστηκε από τη σφαίρα μάζας m_1 στη σφαίρα μάζας m_2 κατά την κρούση είναι ίσο με:

- α) 64% β) 80% γ) 96%

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

(Εξετάσεις)

Μονάδες 9

ΘΕΜΑ Γ

Οι μεγάλου μήκους, κατακόρυφοι, μεταλλικοί αγωγοί Αx και Γy απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση $\ell = 1 \text{ m}$ και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Στα άκρα Α, Γ συνδέεται πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης $E = 9 \text{ V}$ και εσωτερικής αντίστασης $r = 1 \Omega$. Αγωγός ΚΛ μήκους $\ell = 1 \text{ m}$, μάζας $m = 0,3 \text{ kg}$ και ωμικής αντίστασης $R_{\text{ΚΛ}} = 2 \Omega$ έχει τα άκρα του Κ, Λ πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς Αx και Γy, είναι κάθετος σε αυτούς και είναι δυνατόν να ολισθαίνει κατά μήκος των αγωγών χωρίς τριβές, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Η όλη διάταξη βρίσκεται σε περιοχή όπου υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του σχήματος.

Αρχικά ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός, ο διακόπτης δ_2 είναι ανοικτός και ο αγωγός ΚΛ είναι ακίνητος στη θέση 1.

- Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο B της έντασης του μαγνητικού πεδίου και να προσδιορίσετε την κατεύθυνσή της.

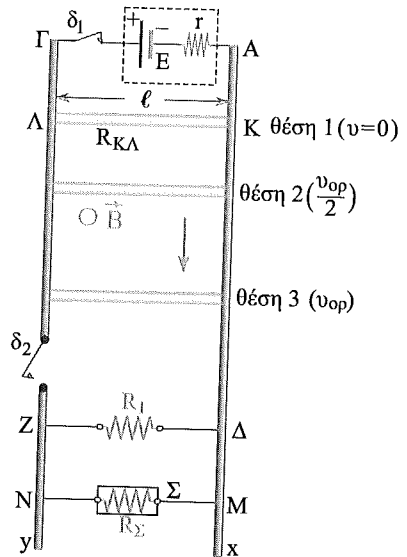
Μονάδες 4 (3+1)

Στο κάτω μέρος της διάταξης, μεταξύ των σημείων Ζ και Δ, είναι συνδεδεμένος αντιστάτης με ωμική αντίσταση $R_1 = 3 \Omega$ και στα σημεία Μ, Ν είναι συνδεδεμένη θερμική συσκευή Σ ωμικής αντίστασης R_Σ , η οποία όταν στα άκρα της Μ, Ν έχει τάση ίση με 6 V λειτουργεί κανονικά αποδίδοντας θερμική ισχύ 6 W .

Ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 , κλείνοντας ταυτόχρονα τον διακόπτη δ_2 και ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κατέρχεται παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος χωρίς τα άκρα του Κ, Λ να χάνουν την επαφή με τους αγωγούς Αx και Γy.

- Γ2. Έστω ότι ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα v_{op} στη θέση 3. Να δικαιολογήσετε το είδος της κίνησης που εκτελεί ο αγωγός ΚΛ από τη θέση 1 έως τη θέση 3 και να υπολογίσετε τη σταθερή οριακή ταχύτητα v_{op} .

Μονάδες 9 (3+6)



Γ3. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του αγωγού στη θέση 2, στην οποία η ταχύτητά του είναι ίση με $\frac{v_{op}}{2}$.

Μονάδες 6

Γ4. Όταν ο αγωγός έχει αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα, να εξετάσετε αν η θερμική συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά.

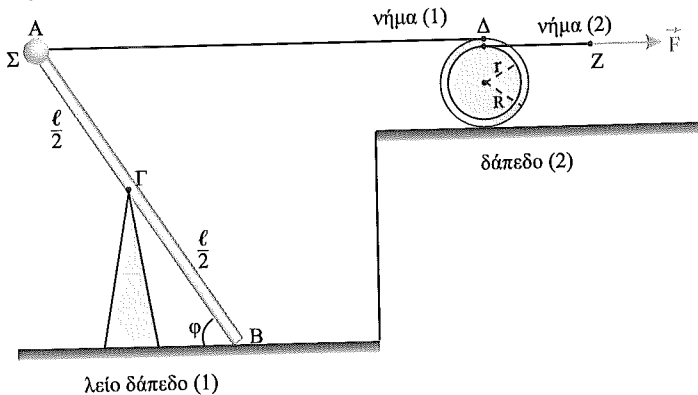
Μονάδες 6

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

(Εξετάσεις)

ΘΕΜΑ Δ

Λεπτή, άκαμπτη αβαρής ράβδος AB μήκους $\ell = 1 \text{ m}$, φέρει στο άκρο της A σφαιρίδιο Σ μάζας $m = 1 \text{ kg}$, αμελητέων διαστάσεων, και ισορροπεί σε πλάγια θέση με τη βοήθεια κατακόρυφου υποστηρίγματος, το οποίο έχουμε στερεώσει στο λείο οριζόντιο δάπεδο (1). Η ράβδος ακουμπά με το άκρο της B στο δάπεδο (1) σχηματίζοντας γωνία φ , όπου $\eta\mu\varphi = 0,8$ και $\sigma\upsilon\eta\varphi = 0,6$. Η κορυφή του υποστηρίγματος συνδέεται με την ράβδο στο μέσον της Γ με άρθρωση και το σύστημα ράβδος-σφαιρίδιο μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το σημείο Γ (κάθετα στο επίπεδο του σχήματος). Με τη βοήθεια του οριζόντιου, αβαρούς και μη εκτατού νήματος (1) έχουμε συνδέσει το σφαιρίδιο Σ με το ανώτερο σημείο Δ τροχαλίας ακτίνας $R = 0,4 \text{ m}$. Η τροχαλία σε απόσταση $r = 0,3 \text{ m}$ από το κέντρο της Ο έχει ένα λεπτό κυκλικό αυλάκι στο οποίο έχουμε τυλίξει πολλές φορές αβαρές και μη εκτατό νήμα (2). Στο άκρο Ζ του νήματος (2) ασκούμε σταθερή δύναμη \vec{F} . Όλη η διάταξη ισορροπεί στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο.



Δ1. Αν το μέτρο της δύναμης που ασκεί το νήμα (1) στο σφαιρίδιο Σ είναι $10,5 \text{ N}$, να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που δέχεται η ράβδος στο άκρο της B από το λείο δάπεδο (1).

Μονάδες 4

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κόβουμε το νήμα (1). Το σύστημα ράβδος – σφαιρίδιο Σ αρχίζει να περιστρέφεται σε κατακόρυφο επίπεδο, χάνοντας την επαφή του με το δάπεδο (1).

- Δ2. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της στροφορμής του σφαιριδίου ως προς τον άξονα περιστροφής του, αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος (1) και ενώ η ράβδος έχει χάσει την επαφή της με το λείο δάπεδο (1).

Μονάδες 4

Κατά την περιστροφή του συστήματος ράβδου–σφαιριδίου Σ , το σφαιρίδιο Σ χτυπά στο οριζόντιο δάπεδο. Η γωνιακή ταχύτητα του συστήματος αμέσως μετά την κρούση έχει μέτρο $\frac{\omega}{2}$, όπου ω το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας ακριβώς πριν την κρούση.

- Δ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της στροφορμής $\Delta \vec{L}$ του σφαιριδίου Σ και να σχεδιάσετε το διάνυσμα $\Delta \vec{L}$.

Μονάδες 6

Η τροχαλία, αμέσως μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, αρχίζει να κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει στο οριζόντιο δάπεδο (2) με την επίδραση της δύναμης \vec{F} , αποκτώντας γωνιακή επιτάχυνση μέτρου $\alpha_{\gamma\omega\nu} = 10 \frac{\text{rad}}{\text{sec}^2}$. Ο άξονας περιστροφής της παραμένει συνεχώς οριζόντιος και κάθετος στο επίπεδο του σχήματος.

- Δ4. Να υπολογίσετε τον αριθμό των περιστροφών N που εκτέλεσε η τροχαλία και το μήκος ℓ του νήματος που ξετυλίχτηκε, στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1 = 2 \text{ sec}$.

Μονάδες 6

- Δ5. Να υπολογίσετε τη μετατόπιση του σημείου εφαρμογής Z της δύναμης \vec{F} στο χρονικό διάστημα $t_0 \rightarrow t_1$.

Μονάδες 5

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

(Διασκευή θέματος εξετάσεων)

- β) απορροφά κάποιο μέρος της ακτινοβολίας που προσπίπτει σ' αυτό, που καθορίζεται από τη θερμοκρασία του.
 γ) απορροφά μόνο το λευκό φως.
 δ) δεν μπορεί να εκπέμψει φως, σε όποια θερμοκρασία και αν βρίσκεται.

Μονάδες 5

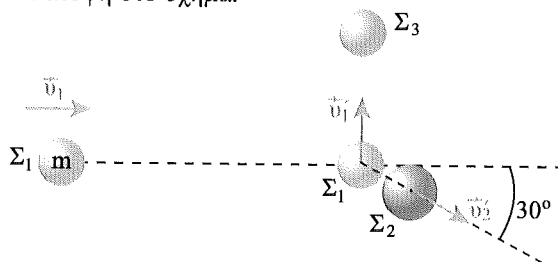
A5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν γράφοντας στο τετράδιό σας, δίπλα στο γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση, τη λέξη **Σωστό**, αν η πρόταση είναι σωστή, ή τη λέξη **Λάθος**, αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

- α) Όταν δύο σφαίρες συγκρούονται κεντρικά, οι ταχύτητες τους βρίσκονται στην ίδια διεύθυνση και μετά την κρούση.
 β) Κατά την εξαναγκασμένη ταλάντωση ενός σώματος, ο τρόπος αποδοχής της ενέργειας από τον διεγέρτη είναι εκλεκτικός και εξαρτάται από την συχνότητα, υπό την οποία προσφέρεται ενέργεια στο σώμα από τον διεγέρτη.
 γ) Στους ρευματοδότες του οικιακού ηλεκτρικού δικτύου της χώρας μας η τάση μηδενίζεται 50 φορές το δευτερόλεπτο.
 δ) Μεταξύ δύο σημείων Κ και Λ ενός στάσιμου κύματος, που έχει δημιουργηθεί σε ένα γραμμικό ελαστικό μέσο, παρεμβάλλεται ένας δεσμός. Τα σημεία Κ και Λ έχουν μεταξύ τους διαφορά φάσης ίση με π rad.
 ε) Όταν ένα στερεό σώμα εκτελεί μεταφορική κίνηση, κάθε στιγμή όλα τα σημεία του έχουν ίσες ταχύτητες.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

B1. Σε λείο οριζόντιο επίπεδο σφαίρα Σ_1 μάζας $m_1 = m$ που κινείται με ταχύτητα \vec{v}_1 , συγκρούεται ελαστικά, αλλά όχι κεντρικά, με δεύτερη σφαίρα Σ_2 μάζας $m_2 = 2m$, η οποία είναι αρχικά ακίνητη. Αμέσως μετά την κρούση, η σφαίρα Σ_1 κινείται κάθετα στην αρχική της διεύθυνση με ταχύτητα \vec{v}'_1 και η σφαίρα Σ_2 κινείται με ταχύτητα \vec{v}'_2 σε διεύθυνση που σχηματίζει γωνία 30° με την αρχική διεύθυνση κίνησης της σφαίρας Σ_1 . Στη συνέχεια, η σφαίρα Σ_1 συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ακίνητη σφαίρα Σ_3 μάζας $m_3 = m$ που βρίσκεται ακίνητη στο ίδιο λείο οριζόντιο επίπεδο, όπως φαίνεται σε κάτοψη στο σχήμα.



που απέχει $\frac{\ell}{6}$ από το άκρο της Z, συνδέονται μέσω αγωγών αμελητέας μάζας με ηλεκτρική πηγή ΗΕΔ = 36V και εσωτερικής αντίστασης $r = 1 \Omega$, που είναι τοποθετημένη στο έδαφος. Αν το τμήμα ΓΔ της ράβδου βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 1T$ που έχει την φορά του σχήματος, τότε το ελατήριο...

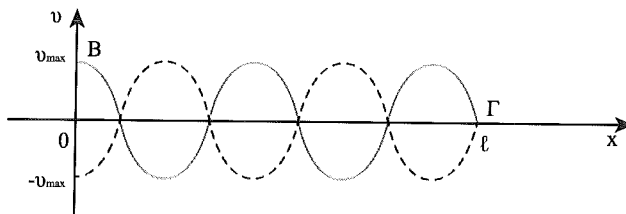
- α) βρίσκεται σε επιμήκυνση.
- β) βρίσκεται σε συσπείρωση.
- γ) έχει το φυσικό του μήκος.

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

Μονάδες 8

ΘΕΜΑ Γ

Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής ΒΓ, της οποίας το άκρο Β είναι στη θέση $x = 0$ και το άκρο Γ είναι στη θέση $x = \ell$, δημιουργείται στάσιμο κύμα. Η ελάχιστη απόσταση ανάμεσα σε έναν δεσμό και σε μία γειτονική του κοιλία είναι $d_{\min} = 4\text{cm}$ ενώ η μέγιστη απόστασή τους είναι $d_{\max} = 5\text{cm}$. Τα κύματα που συμβάλλουν και δημιουργούν το στάσιμο κύμα έχουν ταχύτητα διάδοσης $v = 40\text{cm/sec}$. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της ταχύτητας των σημείων του στάσιμου κύματος σε συνάρτηση με τη θέση x , τη χρονική στιγμή $t = 0$, στην οποία όλα τα σημεία της χορδής έχουν τη μέγιστη ταχύτητά τους.



- Γ1. Να υπολογίσετε το φυσικό μήκος ℓ της χορδής.

Μονάδες 5

- Γ2. Να υπολογίσετε τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης του άκρου Β της χορδής.

Μονάδες 5

- Γ3. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της απομάκρυνσης του μέσου Μ της χορδής από τη θέση ισορροπίας του.

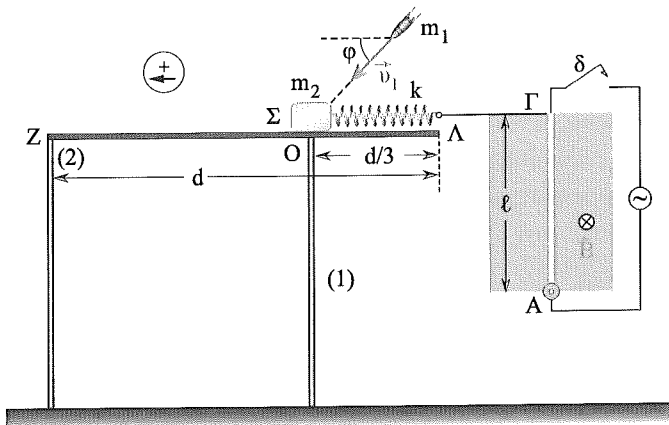
Μονάδες 5

- Γ4. Τη χρονική στιγμή t_1 όλα τα σημεία της χορδής έχουν μηδενική ταχύτητα για δεύτερη φορά μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$. Να σχεδιάσετε τα στιγμιότυπα του στάσιμου κύματος, τη χρονική στιγμή t_1 και τη χρονική στιγμή $t_2 = \frac{11}{30}$ sec.

Γ5. Μεταβάλλουμε τη συχνότητα των δυο κυμάτων, των οποίων η συμβολή δημιούργησε το στάσιμο κύμα από f σε f' , με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένας δεσμός μεταξύ των άκρων της Β και Γ, δίχως να αλλάξει η κινητική κατάσταση των σημείων Β και Γ. Να υπολογίσετε το ποσοστό μεταβολής (%) της συχνότητας των κυμάτων.

ΘΕΜΑ Δ

Η δοκός ΖΛ μήκους d του παρακάτω σχήματος έχει μάζα $M = 0,4 \text{ kg}$ και ισορροπεί σε οριζόντια θέση με τη βοήθεια δύο κατακόρυφων υποστηριγμάτων 1, 2. Το υποστήριγμα 1 είναι τοποθετημένο στο σημείο Ο, σε απόσταση $\frac{d}{3}$ από το δεξιό της άκρο Λ. Το υποστήριγμα 2 (που είναι αβαρές), στηρίζει τη δοκό στο αριστερό της άκρο Ζ.



Ακριβώς πάνω από το υποστήριγμα 1 βρίσκεται αρχικά ακίνητο ένα ξύλινο σώμα Σ μάζας $m_2 = 0,9 \text{ kg}$, δεμένο στο αριστερό άκρο οριζώντιου ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$. Το ελατήριο, που βρίσκεται στο φυσικό του μήκος έχει δεμένο το άλλο του άκρο σε οριζόντιο αβαρές άκαμπτο σύρμα. Το άλλο άκρο του σύρματος είναι δεμένο στο πάνω άκρο Γ κατακόρυφης μεταλλικής ράβδου ΑΓ μήκους $l = 1 \text{ m}$, η οποία μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κάτω άκρο της Α. Η ράβδος ΑΓ που έχει αντίσταση $R = 0,5 \Omega$, βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} και τα άκρα της Α και Γ συνδέονται με πηγή αρμονικά εναλλασσόμενης τάσης μέσω διακόπτη δ.

Βλήμα μάζας $m_1 = 0,1 \text{ kg}$ που κινείται με ταχύτητα μέτρου v_1 , η οποία σχηματίζει γωνία $\varphi = 60^\circ$ με την οριζόντια διεύθυνση, σφηνώνεται την χρονική στιγμή $t_0 = 0$ στο σώμα Σ. Το συσσωμάτωμα (που δεν αναπηδά λόγω της κρούσης) αποκτά αμέσως μετά την κρούση, ταχύτητα μέτρου $v_0 = 2 \text{ m/sec}$ και αρχίζει να κινείται στη λεία επιφάνεια της δοκού. Ταυ-

τόχρονα, με τη σφήνωση του βλήματος, κλείνουμε τον διακόπτη δ , οπότε η ράβδος ΑΓ τροφοδοτείται από τάση της μορφής $v = 10\eta\mu 10t$ (S.I.) και αμέσως μετά τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αρχίζει να διαρρέεται από ρεύμα με φορά από το Γ προς το Α. Η ράβδος παραμένει ακίνητη στην αρχική κατακόρυφη θέση της κατά την απλή αρμονική ταλάντωση του συσσωματώματος πάνω στη δοκό (με σταθερά επαναφοράς $D = k$) και η δοκός μόλις δεν ανατρέπεται.

- Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας \bar{v}_1 του βλήματος αμέσως πριν την κρούση.
Μονάδες 3
- Δ2. Να σχεδιάσετε τις γραφικές παραστάσεις της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος και της στιγμιαίας ισχύος που καταναλώνει η ράβδος ΑΓ σε συνάρτηση με τον χρόνο, για τις δύο πρώτες περιόδους της ταλάντωσης.
Μονάδες 6
- Δ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης \vec{B} του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
Μονάδες 6
- Δ4. Να υπολογίσετε το μήκος d της δοκού.
Μονάδες 4
- Δ5. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση $F_2 = f(t)$ της δύναμης που ασκεί το υποστήριγμα 2 στη δοκό και να υπολογίσετε την τιμή της δύναμης που ασκεί το υποστήριγμα 2 στο δάπεδο τη χρονική στιγμή που η κινητική ενέργεια του συσσωματώματος γίνεται για πρώτη φορά τριπλάσια της δυναμικής ενέργειας της ταλάντωσης.
Μονάδες 6
- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \text{ m/sec}^2$.

... Στη συνέχεια να λύσετε τα θέματα των πανελλαδικών εξετάσεων, του έτους 2023 και μετά.

