

ΘΕΜΑ Α

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

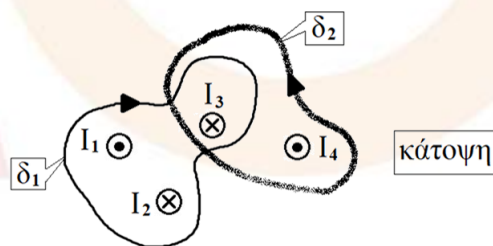
- A1.** Ένα σώμα αμελητέων διαστάσεων εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, τότε:
- α. η ταχύτητα του σώματος είναι μέγιστη όταν η δύναμη που του ασκείται είναι κατά μέτρο μέγιστη.
 - β. η επιτάχυνση του σώματος μηδενίζεται στιγμιαία στις ακραίες θέσεις της ταλάντωσης.
 - γ. η ταχύτητα του σώματος είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου.
 - δ. η επιτάχυνση του σώματος είναι αρμονική συνάρτηση του χρόνου.
- Μονάδες 5**
- A2.** Η συχνότητα ενός αρμονικού κύματος που διαδίδεται σ' ένα γραμμικό ελαστικό μέσο καθορίζεται από:
- α. τη συχνότητα της ταλάντωσης της πηγής του κύματος.
 - β. το πλάτος της ταλάντωσης της πηγής του κύματος.
 - γ. την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.
 - δ. από τις ιδιότητες του ελαστικού μέσου.
- Μονάδες 5**
- A3.** Κατά τη μετωπική και πλαστική κρούση δύο σωμάτων διαφορετικής μάζας τα οποία αποτελούν μονωμένο σύστημα, η αρχική κινητική ενέργεια του συστήματος των δύο σωμάτων μετατρέπεται εξ ολοκλήρου σε θερμότητα. Για να συμβεί αυτό, πρέπει τα δύο σώματα πριν από την κρούση να έχουν:
- α. ίσες ταχύτητες.
 - β. αντίθετες ορμές.
 - γ. ίσες κινητικές ενέργειες.
 - δ. ίσες ορμές.
- Μονάδες 5**
- A4.** Σύμφωνα με τον νόμο της επαγωγής (νόμος Faraday):
- α. όσο γρηγορότερα μεταβάλλεται η μαγνητική ροή σ' ένα πλαίσιο τόσο μεγαλύτερη κατ' απόλυτη τιμή είναι η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται σε αυτό.
 - β. η τιμή της επαγωγικής τάσης που αναπτύσσεται σ' ένα πλαίσιο δεν εξαρτάται από τη χρονική διάρκεια στην οποία συμβαίνει η μεταβολή της μαγνητικής ροής.
 - γ. η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται σ' ένα πλαίσιο είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη μεταβολή της μαγνητικής του ροής.
 - δ. η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται σ' ένα πλαίσιο είναι τόσο μεγαλύτερη κατ' απόλυτη τιμή όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των σπειρών του πλαισίου.
- 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 κεντρική ελαστική κρούση μεταξύ δύο σφαιρών, διατηρείται η κινητική ενέργεια του συστήματος.
 - Ο κανόνας του Lenz είναι άμεση συνέπεια της αρχής διατήρησης του φορτίου.
 - Τόσο τα διαμήκη όσο και τα εγκάρσια κύματα, διαδίδονται στον αέρα.
 - Ο νόμος των Biot και Savart ισχύει μόνο στην περίπτωση που ο ρευματοφόρος αγωγός είναι ευθύγραμμος.
 - Στα άκρα ενός σωληνοειδούς μεγάλου μήκους, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στα άκρα του είναι το μισό από το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Στο **σχήμα 1** απεικονίζονται τέσσερις ρευματοφόροι αγωγοί (1), (2), (3) και (4) οι οποίοι διαρρέονται από ρεύματα εντάσεων $I_1 = 2 \cdot I$, $I_2 = 4 \cdot I$, I_3 και $I_4 = 8 \cdot I$ αντίστοιχα και δύο κλειστές διαδρομές δ_1 , και δ_2 . Το άθροισμα των γινομένων $\sum \vec{B} \cdot \Delta \ell \cdot \sin \theta$, όπου B το μέτρο της έντασης $\vec{B}$ του μαγνητικού πεδίου στη θέση των στοιχειωδών τμημάτων $\Delta \ell$ της κάθε διαδρομής και θ η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ κάθε τμήματος και του διανύσματος της έντασης $\vec{B}$, είναι το ίδιο και στις δύο διαδρομές.



σχήμα 1

Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό (3) είναι:

- $I_3 = 5 \cdot I$
- $I_3 = 3 \cdot I$
- $I_3 = 2 \cdot I$

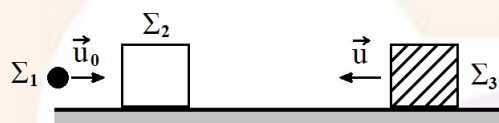
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 6

- B2.** Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = m$ κινείται οριζόντια προς ένα ακίνητο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3 \cdot m$, το οποίο βρίσκεται πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Το σώμα Σ_1 σφηνώνεται στο σώμα Σ_2 (πλαστική κρούση) έχοντας ελάχιστα πριν από την κρούση ταχύτητα μέτρου u_0 , όπως φαίνεται στο **σχήμα 2**. Το συσσωμάτωμα $\Sigma_1 - \Sigma_2$ που δημιουργείται κινείται στο λείο δάπεδο και στη συνέχεια συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με σώμα Σ_3 μάζας $m_3 = 2 \cdot m$, το οποίο λίγο πριν από την κρούση με το συσσωμάτωμα των $\Sigma_1 - \Sigma_2$ κινείται στην αντίθετη κατεύθυνση με ταχύτητα μέτρου u .



σχήμα 2

Αν μετά και από τη δεύτερη κρούση, το συσσωμάτωμα $\Sigma_1 - \Sigma_2 - \Sigma_3$ που προκύπτει παραμένει ακίνητο, η συνολική θερμότητα που εκλύεται από το σύστημα των τριών σωμάτων (δηλαδή η θερμότητα που εκλύεται και από τις δύο κρούσεις) είναι:

α. $Q = 3mu^2$

β. $Q = \frac{mu^2}{4}$

γ. $Q = 2mu^2$

Να θεωρήσετε ότι:

- οι κρούσεις διαρκούν αμελητέο χρονικό διάστημα
- σε καμία κρούση δεν έχουμε απώλεια μάζας (λόγω κάποιου θραύσματος).

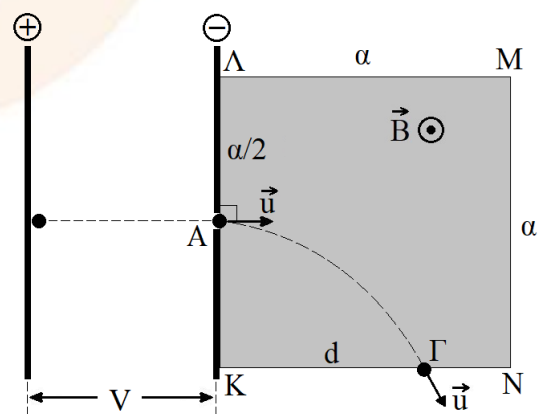
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 2

Μονάδες 6

- B3.** Στο **σχήμα 3** φαίνεται ένα οριζόντιο μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου B και μια κατακόρυφη τομή του είναι τετράγωνο ΚΛΜΝ πλευράς a . Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο επιταχύνεται από την ηρεμία από τάση V και εισέρχεται με την ταχύτητα $\vec{u}$ που αποκτά, από το μέσον A της πλευράς ΚΛ κάθετα σε αυτή και κάθετα στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Το σωματίδιο εξέρχεται από ένα σημείο Γ της πλευράς ΝΚ που απέχει από την κορυφή Κ απόσταση $d = \frac{a\sqrt{3}}{2}$.



σχήμα 3

Το ειδικό φορτίο του σωματιδίου είναι:

α. $\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 a^2}$

β. $\frac{q}{m} = \frac{2V}{Ba}$

γ. $\frac{q}{m} = \frac{V}{B^2 a^2}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

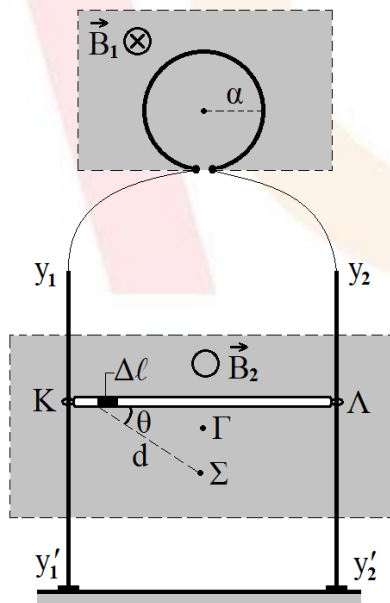
Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Γ

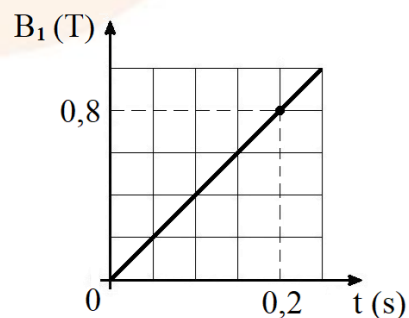
Το κυκλικό πλαίσιο του **σχήματος 4** έχει συνολική αντίσταση $R_{\pi} = 1,5 \, \Omega$, ακτίνα $a = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \, \text{m}$ και αποτελείται

από $N = 10$ σπείρες. Το πλαίσιο βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο μεταβλητής έντασης $\vec{B}_1$ και συγκρατείται ακλόνητο με το επίπεδό του κατακόρυφο και κάθετα στις μαγνητικές γραμμές του πεδίου. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται μέσω συρμάτων αμελητέας αντίστασης με τους κατακόρυφους οδηγούς $y_1 y_1'$ και $y_2 y_2'$ που και αυτοί έχουν αμελητέα αντίσταση.

Οι κατακόρυφοι οδηγοί απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 1 \, \text{m}$ και είναι στερεωμένοι σε μονωτικό δάπεδο. Μεταξύ των οδηγών και στο ίδιο επίπεδο με αυτούς, συγκρατείται ακίνητη μια μεταλλική ράβδος ΚΛ, μήκους $\ell = 1 \, \text{m}$, μάζας $m = 0,5 \, \text{kg}$ και αντίστασης $R_{\text{KL}} = 0,5 \, \Omega$, όπως φαίνεται στο **σχήμα 4**. Τα άκρα της ράβδου ακουμπούν στους κατακόρυφους οδηγούς και η ράβδος μπορεί να κινείται χωρίς τριβές κατά τη διεύθυνσή τους. Η ράβδος ΚΛ βρίσκεται μέσα σε άλλο οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο σταθερής έντασης $\vec{B}_2$ (του οποίου η φορά των μαγνητικών είναι άγνωστη).



σχήμα 4



σχήμα 5

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αρχίζουμε να μεταβάλλουμε το μέτρο της έντασης $\vec{B}_1$ με σταθερό ρυθμό, όπως φαίνεται στο διάγραμμα του **σχήματος 5**, χωρίς όμως να μεταβάλλουμε την κατεύθυνσή της και ταυτόχρονα αφήνουμε τη ράβδο ελεύθερη, παρατηρώντας ότι αυτή συνεχίζει να ισορροπεί στη θέση που τη συγκρατούσαμε αρχικά.

Γ1. Να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στο κυκλικό πλαίσιο αιτιολογώντας την απάντησή σας (μονάδες 3) και στη συνέχεια να υπολογίσετε την τιμή της έντασης του επαγωγικού ρεύματος που το διαρρέει (μονάδες 4).

Μονάδες 7

Γ2. Να βρείτε τη θερμότητα που εκλύεται από τη ράβδο ΚΛ σε χρονικό διάστημα $\Delta t = 10 \text{ s}$ (μονάδες 3) καθώς και το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή της στο ίδιο χρονικό διάστημα (μονάδες 3).

Μονάδες 6

Γ3. Να προσδιορίσετε την ένταση $\vec{B}_2$ (μέτρο και φορά) του μαγνητικού πεδίου στο οποίο βρίσκεται η ράβδος ΚΛ ώστε αυτή να ισορροπεί από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ και μετά.

Μονάδες 6

Ένα σημείο Σ απέχει απόσταση $d = 5 \text{ cm}$ από ένα στοιχειώδες τμήμα του αγωγού ΚΛ μήκους $\Delta \ell = 1 \text{ mm}$. Η γωνία θ μεταξύ των $\Delta \ell$ και d δίνεται $\theta = 30^\circ$, όπως φαίνεται στο **σχήμα 4**.

Σε ένα άλλο σημείο Γ, που απέχει απόσταση x από τον αγωγό ΚΛ, η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο αυτό έχει μέτρο $B_\Gamma = 0,52 \text{ T}$.

Γ4. Να βρείτε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το στοιχειώδες τμήμα $\Delta \ell$ του αγωγού ΚΛ στο σημείο Σ (μονάδες 3) και στη συνέχεια να υπολογίσετε την απόσταση x του σημείου Γ από τον αγωγό ΚΛ, αν θεωρήσουμε ότι ο αγωγός ΚΛ έχει πολύ μεγάλο μήκος συγκριτικά με την απόσταση x (μονάδες 3).

Μονάδες 6

Δίνονται:

- το μέτρο της επιτάχυνσης λόγω της βαρύτητας, $g = 10 \text{ m/s}^2$
- το εμβαδόν κύκλου ακτίνας a , $A = \pi \cdot a^2$
- $\eta_{30^\circ} = \frac{1}{2}$ και $\sigma_{30^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{2}$
- η μαγνητική διαπερατότητα του κενού, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$.

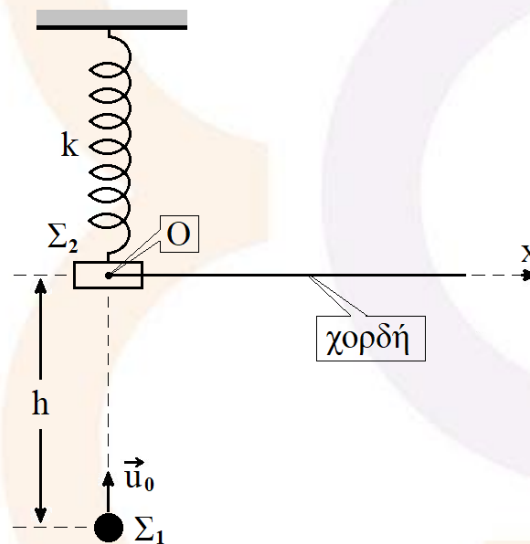
Να θεωρήσετε ότι:

- το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

ΘΕΜΑ Δ

Στο **σχήμα 6** απεικονίζεται ένα σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$ το οποίο είναι στερεωμένο στο ένα άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 300 \text{ N/m}$, το άλλο άκρο του οποίου είναι ακλόνητα στερεωμένο στην οροφή. Στο σώμα Σ_2 είναι δεμένη μια οριζόντια ελαστική χορδή μεγάλου μήκους και αμελητέας μάζας, η οποία ταυτίζεται με τον ημιάξονα Ox . Το σώμα Σ_2 αρχικά ηρεμεί.

Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$ που βρίσκεται στη διεύθυνση του άξονα του ελατηρίου και σε κατακόρυφη απόσταση $h = 0,45 \text{ m}$ κάτω από το σώμα Σ_2 , εκτοξεύεται προς τα πάνω με ταχύτητα μέτρου $u_0 = 5 \text{ m/s}$. Κάποια στιγμή, την οποία θεωρούμε ως $t_0 = 0$, τα σώματα Σ_1 και Σ_2 συγκρούονται κεντρικά και ελαστικά. Αμέσως μετά την κρούση το σώμα Σ_2 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$, με αποτέλεσμα στη χορδή να διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα, χωρίς απώλειες ενέργειας.



σχήμα 6

- Δ1.** Να αποδείξετε ότι το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος Σ_2 είναι $A = 0,2 \text{ m}$ (μονάδες 4) και να βρείτε τη μεταβολή της ορμής (μέτρο και κατεύθυνση) του σώματος Σ_1 εξαιτίας της κρούσης (μονάδες 2).
- Μονάδες 6**
- Δ2.** Να υπολογίσετε το ποσοστό της αρχικής κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_1 που μεταβιβάστηκε στο σώμα Σ_2 κατά την κρούση.
- Μονάδες 4**
- Δ3.** Να βρείτε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του σώματος Σ_2 τη χρονική στιγμή κατά την οποία διέρχεται από τη θέση όπου το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος για δεύτερη φορά μετά την κρούση.
- Μονάδες 6**

Δ4. Αν γνωρίζετε ότι κατά τη διάδοση του αρμονικού κύματος στη χορδή, η μέγιστη ταχύτητα της ταλάντωσης των μορίων της χορδής και η ταχύτητα διάδοσης του κύματος ικανοποιούν τη σχέση $\frac{u_{\max}}{u_{\delta}} = 0,1\pi$, να γράψετε την εξίσωση του απλού αρμονικού κύματος.

Μονάδες 4

Δ5. Να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή κατά την οποία η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου στο οποίο είναι δεμένο το σώμα Σ_2 γίνεται μέγιστη για δεύτερη φορά (μονάδες 3) και στη συνέχεια να υπολογίσετε τη μέγιστη απόσταση μεταξύ ενός όρους του κύματος και της αμέσως επόμενης κοιλάδας (μονάδες 2).

Μονάδες 5

Δίνονται:

- το μέτρο της επιτάχυνσης λόγω της βαρύτητας, $g = 10 \text{ m/s}^2$
- για τις πράξεις, $\sqrt{416} = 20,4$.

Να θεωρήσετε:

- σε κάθε περίπτωση θετική τη φορά προς τα πάνω
- ότι τα σώματα Σ_1 και Σ_2 είναι αμελητέων διαστάσεων
- ότι η κρούση είναι ακαριαία
- αμελητέα την αντίσταση του αέρα
- αμελητέο το φαινόμενο μείωσης του πλάτους της ταλάντωσης του σώματος Σ_2 εξαιτίας της μεταφοράς ενέργειας από την ταλάντωσή του προς το κύμα που διαδίδεται στη χορδή
- ότι το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

ΚΑΛΗ ΤΥΧΗ !!!