

Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 23/10/2021

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

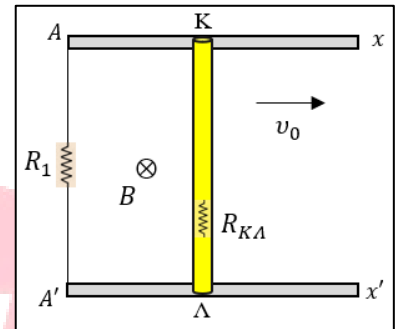
Α1. Αγώγιμο πλαίσιο αμελητέας ωμικής αντίστασης στρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και στα άκρα του εμφανίζει εναλλασσόμενη τάση της μορφής $v = 50 \eta\mu(100t) \text{ S.I.}$ Αν διπλασιάσουμε τη συχνότητα περιστροφή του πλαισίου η νέα εναλλασσόμενη τάση στα άκρα του περιγράφεται από την εξίσωση:

- α) $v = 100 \eta\mu(100t) \text{ S.I.}$ γ) $v = 100 \eta\mu(200t) \text{ S.I.}$
 β) $v = 50 \eta\mu(200t) \text{ S.I.}$ δ) $v = 200 \eta\mu(100t) \text{ S.I.}$ (5 μονάδες)

Α2. Θερμική συσκευή ωμικής αντίστασης R συνδέεται με πηγή εναλλασσόμενης τάσης και διαρρέεται από εναλλασσόμενο ρεύμα της μορφής $i = I \eta\mu(\omega t)$. Στο χρονικό διάστημα $0 < t < T$, όπου T η περίοδος της εναλλασσόμενης τάσης, η μέση ισχύς της θερμικής συσκευής γίνεται ίση με τη στιγμιαία ισχύ

- α) τέσσερις φορές β) τρεις φορές γ) δύο φορές δ) μία φορά (5 μονάδες)

Α3. Ευθύγραμμος αγωγός $ΚΛ$ έχει μήκος ℓ και ωμική αντίσταση $R_{ΚΛ}$. Τα άκρα $Κ, Λ$ του αγωγού είναι διαρκώς σε επαφή με τους οριζώντιους οδηγούς Ax και $A'x'$ αμελητέας ωμικής αντίστασης. Στα άκρα A, A' των οδηγών έχει συνδεθεί αντιστάτης ωμικής αντίστασης R_1 . Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Κάποια στιγμή ο αγωγός εκτοξεύεται προς τα δεξιά με αρχική ταχύτητα \vec{v}_0 . Τριβές μεταξύ του ευθύγραμμου αγωγού και των οδηγών δεν υπάρχουν.



- α) Ο αγωγός εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.
 β) Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό έχει σταθερό μέτρο και είναι αντίρροπη της αρχικής ταχύτητας.
 γ) Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει τη διάταξη έχει φορά ίδια με αυτή των δεικτών του ρολογιού.
 δ) Η αρχική κινητική ενέργεια του αγωγού μετατρέπεται ολόκληρη σε θερμότητα λόγω φαινομένου Joule στις δύο αντιστάσεις όταν ο αγωγός θα έχει ακινητοποιηθεί. (5 μονάδες)

Α4. Σώμα μάζας m ισορροπεί δεμένο στο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου προκαλώντας αρχική παραμόρφωση $\Delta\ell$. Εκτρέπουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας του και το αφήνουμε ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$ και πλάτος $A < \Delta\ell$. Για τη μετακίνηση του σώματος από την πάνω ακραία θέση στην κάτω ακραία θέση

- α) το έργο της δύναμης επαναφοράς είναι μηδενικό.
 β) το έργο της δύναμης του ελατηρίου είναι μηδενικό.
 γ) η δυναμική ενέργεια του ελατηρίου είναι συνεχώς ίση με τη δυναμική ενέργεια ταλάντωσης.
 δ) το μέτρο της δύναμης του ελατηρίου μηδενίζεται στις ακραίες θέσεις της ταλάντωσης. (5 μονάδες)

Α5. Να χαρακτηρίσετε την κάθε πρόταση παρακάτω με το γράμμα Σ αν είναι σωστή ή με το γράμμα Λ αν είναι λανθασμένη.

- α) Ένα σύστημα μάζας - ελατηρίου εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Αν αλλάξουμε τη σταθερά του ελατηρίου θα αλλάξει και η συχνότητα της ταλάντωσης.
 β) Η ενεργός ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος έχει σταθερή τιμή.
 γ) Αν διπλασιαστεί η ενεργός ένταση του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη τότε διπλασιάζεται και η μέση ισχύς του.
 δ) Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση όταν διπλασιάζεται το πλάτος της, διπλασιάζεται και το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας.
 ε) Η ολική ενέργεια της απλής αρμονικής ταλάντωσης μεταβάλλεται αρμονικά με τον χρόνο. (5 μονάδες)

ΘΕΜΑ Β

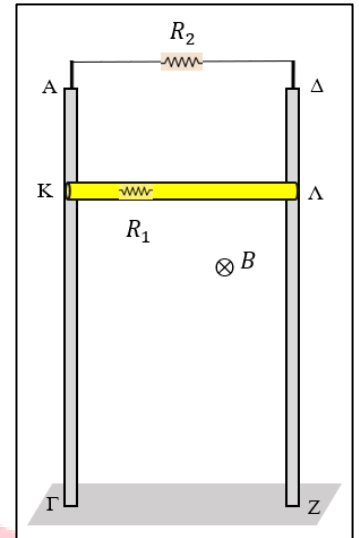
B1. Ηλεκτρική πηγή συνεχούς τάσης V_S συνδέεται με ωμική αντίσταση $R_1 = R$ και ηλεκτρική πηγή εναλλασσόμενης τάσης συνδέεται με ωμική αντίσταση $R_2 = 6R$. Οι εσωτερικές αντιστάσεις των δύο πηγών θεωρούνται αμελητέες. Αν στις δύο αντιστάσεις στο ίδιο χρονικό διάστημα παράγεται η ίδια θερμική ενέργεια τότε για το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης ισχύει:

- α) $V = 2\sqrt{3}V_S$ β) $V = \sqrt{6}V_S$ γ) $V = 6V_S$

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

(1+5 μονάδες)

B2. Δύο παράλληλοι κατακόρυφοι αγωγίμοι οδηγοί μεγάλου μήκους $A\Gamma$ και ΔZ , αμελητέας ωμικής αντίστασης, απέχουν μεταξύ τους απόσταση ℓ και συνδέονται στα άκρα τους A, Δ με την ωμική αντίσταση $R_2 = R$. Πάνω στους οδηγούς είναι τοποθετημένος ευθύγραμμος αγωγός $K\Lambda$ μήκους ℓ μάζας m και ωμικής αντίστασης $R_1 = R$. Μεταξύ του αγωγού $K\Lambda$ και των παράλληλων οδηγών δεν εμφανίζεται τριβή. Η διάταξη βρίσκεται μέσα σε ένα οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο σταθερού μέτρου έντασης B . Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ ο αγωγός $K\Lambda$ αφήνεται ελεύθερος να κινηθεί μένοντας συνεχώς σε επαφή με τους κατακόρυφους οδηγούς. Κάποια χρονική στιγμή t_1 όταν ο αγωγός έχει μετατοπιστεί κατακόρυφα κατά h , έχει αποκτήσει ταχύτητα \vec{v} και η επιτάχυνσή του έχει μέτρο $a = \frac{g}{4}$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.



I. Στο χρονικό διάστημα $\Delta t = t_1 - t_0$ το φορτίο που έχει περάσει από μια διατομή του αγωγού είναι:

- α) $\Delta q = \frac{B\ell h}{R}$ β) $\Delta q = \frac{B\ell h}{2R}$ γ) $\Delta q = \frac{2B\ell h}{R}$

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

(1+5 μονάδες)

II. Τη χρονική στιγμή t_1 ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας στις αντιστάσεις της διάταξης είναι:

- α) $\frac{dQ_{Ro\lambda}}{dt} = \frac{3}{4}mgu$ β) $\frac{dQ_{Ro\lambda}}{dt} = \frac{1}{4}mgu$ γ) $\frac{dQ_{Ro\lambda}}{dt} = mgu$

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

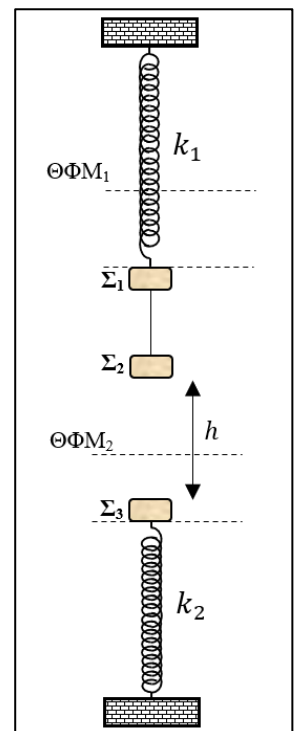
(1+5 μονάδες)

B3. Ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k_1 = k$ έχει στερεωμένο το ένα άκρο του ακλόνητα σε οροφή ενώ στο ελεύθερο άκρο του κρέμεται σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = m$. Δεύτερο σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = m$ είναι δεμένο μέσω αβαρούς μη ελαστικού νήματος με το σώμα Σ_1 . Το σύστημα των σωμάτων Σ_1, Σ_2 είναι αρχικά ακίνητο. Στην ίδια κατακόρυφο και σε απόσταση h από το σώμα Σ_2 , ισορροπεί στο άκρο ενός άλλου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k_2 = k$ σώμα Σ_3 $m_3 = m$, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο σε οριζόντιο δάπεδο. Κάποια στιγμή κόβουμε το νήμα που συνδέει τα σώματα Σ_1, Σ_2 οπότε το σώμα Σ_1 ξεκινά να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D_1 = k_1 = k$ και πλάτος $A_1 = A$. Το σώμα Σ_2 κινούμενο κατακόρυφα και αφού διανύσει την κατακόρυφη απόσταση h συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά το σώμα Σ_3 . Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D_2 = k_2 = k$ και πλάτος $A_2 = 2A$. Η κατακόρυφη απόσταση h που απέχουν τα σώματα Σ_2, Σ_3 είναι:

- α) $h = A$ β) $h = 2A$ γ) $h = 3A$

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

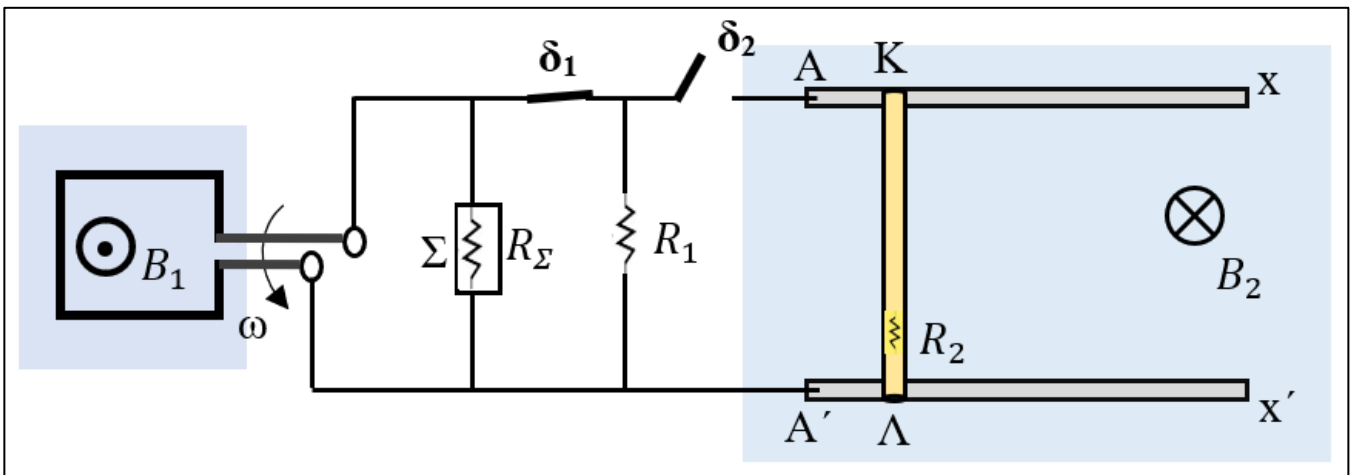
(1+6 μονάδες)



ΘΕΜΑ Γ

Θερμική συσκευή Σ με στοιχεία κανονικής λειτουργίας $\ll 50W, 10V \gg$ συνδέεται στα άκρα περιστρεφόμενου πλαισίου μιας γεννήτριας εναλλασσόμενης τάσης. Το ορθογώνιο πλαίσιο της γεννήτριας έχει εμβαδόν $A = 100\text{cm}^2$, ωμική αντίσταση $R_{\pi} = 3\Omega$ και αποτελείται από $N = 40$ σπείρες. Το πλαίσιο βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο περιορισμένου εύρους, με φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη. Το μαγνητικό πεδίο έχει μέτρο έντασης $B_1 = \sqrt{2}T$ και οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στον άξονα περιστροφής πλαισίου που διέρχεται από τα μέσα των δύο απέναντι πλευρών του. Μέσω του διακόπτη δ_1 η συσκευή συνδέεται με ωμική αντίσταση $R_1 = 2\Omega$.

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί οδηγοί μεγάλου μήκους Ax και $A'x'$ αμελητέας ωμικής αντίστασης απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 1m$ και συνδέονται μέσω διακόπτη δ_2 με την ωμική αντίσταση R_1 . Αρχικά ο διακόπτης δ_1 είναι κλειστός ενώ ο διακόπτης δ_2 είναι ανοικτός. Το επίπεδο του πλαισίου είναι οριζόντιο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (κάτοψη) και τη χρονική στιγμή $t = 0$ αρχίζει να περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 50\text{rad/s}$ έτσι ώστε στα άκρα του να αναπτύσσεται εναλλασσόμενη τάση.



- Γ1.** Να γράψετε την εξίσωση της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος που παράγει η γεννήτρια. (4 μονάδες)
- Γ2.** Να εξετάσετε αν η θερμική συσκευή λειτουργεί κανονικά. (4 μονάδες)
- Γ3.** Κάποια χρονική στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη δ_1 . Να βρείτε πόσο πρέπει να μεταβληθεί γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου έτσι ώστε η συσκευή Σ να λειτουργεί κανονικά. (4 μονάδες)

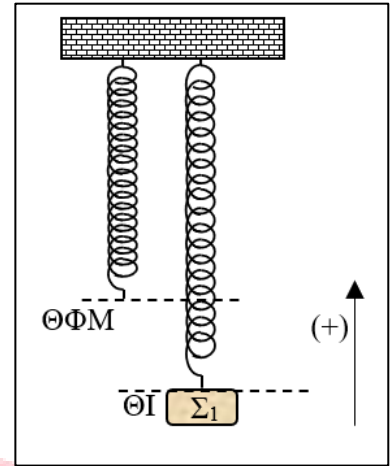
Πάνω στους οδηγούς Ax , $A'x'$ και δεξιά της αντίστασης R_1 είναι τοποθετημένος αρχικά ακίνητος ευθύγραμμος αγωγός KL μήκους $\ell = 1m$, μάζας $m = 1Kg$ και ωμικής αντίστασης $R_2 = 2\Omega$. Μεταξύ του αγωγού KL και των παράλληλων οδηγών δεν εμφανίζεται τριβή. Ο αγωγός KL και οι παράλληλοι οδηγοί βρίσκονται μέσα σε ένα δεύτερο κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο σταθερού μέτρου έντασης $B_2 = 1T$ μεγάλου μήκους, επίσης περιορισμένου εύρους με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Τη χρονική στιγμή $t' = 0$, έχοντας τον διακόπτη δ_1 ανοικτό, κλείνουμε τον διακόπτη δ_2 και ταυτόχρονα ασκούμε στον αγωγό KL οριζόντια δύναμη \vec{F} προς τα δεξιά έτσι ώστε να κινείται με επιτάχυνση σταθερού μέτρου $a = 2m/s^2$.

Γ4. Να βρείτε πως μεταβάλλεται η δύναμη \vec{F} σε συνάρτηση με τον χρόνο ($F = f(t)$) και γίνει η αντίστοιχη γραφική παράσταση στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 10s$. (5 μονάδες)

Γ5. Να βρείτε τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του αγωγού τη χρονική στιγμή που το ηλεκτρικό ρεύμα που τον διαρρέει έχει ένταση $I = 2A$. Πόσο φορτίο διέρχεται από μια διατομή του αγωγού μέχρι τότε; (4+4 μονάδες)

ΘΕΜΑ Δ

Σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 1Kg$ είναι δεμένο στο άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100N/m$ και ισορροπεί όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το άλλο άκρο του ελατηρίου έχει στερεωθεί ακλόνητα σε οροφή. Εκτρέπουμε το σώμα κατακόρυφα προς τα κάτω κατά $d = 0,3m$ και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Το σύστημα ελατήριο – σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$.



Δ1. Να γράψετε την εξίσωση απομάκρυνσης ταλάντωσης του σώματος Σ_1 σε συνάρτηση με τον χρόνο ($y_1 = f(t)$) και να σχεδιάσετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση σε βαθμολογημένους άξονες για χρονικό διάστημα

$0 \ll t \ll T$, όπου T η περίοδος της ταλάντωσης. Θετικά του άξονα της ταλάντωσης να θεωρήσετε προς τα πάνω και χρονική στιγμή $t = 0$ όταν το σώμα αφήνεται ελεύθερο να κινηθεί. (5+3 μονάδες)

Δ2. Ποια χρονική στιγμή για πρώτη φορά το σώμα Σ_1 έχει επιτάχυνση $a = -15 m/s^2$; (5 μονάδες)

Κάποια στιγμή που το σώμα Σ_1 έχει απομάκρυνση $y_1 = -0,1m$ κινούμενο προς τα κάτω συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ένα σώμα Σ_2 μικρών διαστάσεων μάζας $m_2 = 1Kg$ που κινείται προς τα πάνω στην ίδια κατακόρυφο. Το σώμα Σ_2 ελάχιστα πριν την κρούση έχει μέτρο ταχύτητας $v_2 = 6\sqrt{2}m/s$.

Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται αμέσως μετά την κρούση εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Να βρείτε:

Δ3. Την ταχύτητα του σώματος Σ_1 πριν την κρούση. (4 μονάδες)

Δ4. Το πλάτος της ταλάντωσης που εκτελεί το συσσωμάτωμα μετά την κρούση. (4 μονάδες)

Δ5. Τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του συσσωματώματος τη στιγμή που για πρώτη φορά το μέτρο της δύναμης επαναφοράς είναι ίσο με το βάρος του συσσωματώματος.

(4 μονάδες)

Δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$.