

Διαγώνισμα Φυσικής Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών Γ' Λυκείου 9/5/2021

Διάρκεια 3 ώρες

ΘΕΜΑ Α

Στις ερωτήσεις Α1 – Α4 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α1. Υλικό σημείο εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που εκτελούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι ταλαντώσεις έχουν το ίδιο πλάτος και παραπλήσιες συχνότητες για τις οποίες ισχύει $f_1 = 1,04f_2$. Η σύνθετη κίνηση είναι μια ιδιόμορφη ταλάντωση που εμφανίζει διακροτήματα. Αν f_δ είναι η συχνότητα των διακροτημάτων και \bar{f} η συχνότητα της ιδιόμορφης ταλάντωσης τότε ισχύει:

α) $\frac{f_\delta}{f} = \frac{1}{102}$ β) $\frac{f_\delta}{f} = \frac{2}{51}$ γ) $\frac{f_\delta}{f} = \frac{1}{51}$ δ) $\frac{f_\delta}{f} = \frac{2}{101}$ (5 μονάδες)

Α2. Τετράγωνο πλαίσιο πλευράς ℓ , ωμικής αντίστασης R , αποτελείται από N σπείρες και βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο μέτρου έντασης B . Το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με αγωγίμο σύρμα ωμικής αντίστασης R . Μηδενίζουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου σε χρονικό διάστημα Δt . Το φορτίο που μετακινήθηκε μέσα από μια διατομή του σύρματος είναι:

α) $\Delta q = N \frac{B\ell^2}{2R}$ β) $\Delta q = N \frac{B \cdot \ell^2}{R}$ γ) $\Delta q = N \frac{B \cdot \ell^2}{4R}$ δ) $\Delta q = N \frac{B \cdot \ell}{2R}$ (5 μονάδες)

Α3. Ιδανικό ελατήριο σταθεράς k έχει δεμένο στο άκρο του σώμα μάζας m . Το σύστημα βρίσκεται στον ατμοσφαιρικό αέρα σε σταθερή πίεση. Τροχός διεγέρτης συνδέεται με το σύστημα ελατηρίου - μάζας και το εξαναγκάζει σε ταλάντωση. Η συχνότητα περιστροφής του τροχού είναι $f_\delta = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$.

- α) Το σύστημα απορροφά ενέργεια από τον διεγέρτη κατά τον βέλτιστο τρόπο.
 β) Για να επιτευχθεί συντονισμός πρέπει να μειώσουμε τη συχνότητα περιστροφής του τροχού.
 γ) Για να επιτευχθεί συντονισμός πρέπει να αυξήσουμε τη συχνότητα περιστροφής του τροχού.
 δ) Το σώμα ταλαντώνεται με το μέγιστο πλάτος. (5 μονάδες)

Α4. Κάτω από το στόμιο μιας βρύσης σταθερής παροχής βρίσκεται ένα δοχείο το οποίο γεμίζει σε χρονικό διάστημα Δt . Αν βάλουμε το δάκτυλό μας και μειώσουμε το εμβαδόν διατομής του στομίου στο μισό του αρχικού, το ίδιο δοχείο γεμίζει σε χρονικό διάστημα:

α) $\Delta t' = 2\Delta t$ β) $\Delta t' = \Delta t/2$ γ) $\Delta t' = \Delta t$ δ) $\Delta t' = 4\Delta t$ (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) Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση τα διανύσματα της ταχύτητας και της επιτάχυνσης είναι αντίρροπα κάθε φορά που το σώμα κινείται προς τις ακραίες θέσεις.
 β) Σε μία φθίνουσα ταλάντωση που το πλάτος της μειώνεται εκθετικά με τον χρόνο η ενέργεια μειώνεται κατά το ίδιο ποσό σε κάθε περίοδο.
 γ) Ένα στερεό σώμα στρέφεται πιο εύκολα αν η δύναμη που ασκούμε έχει μικρό μοχλοβραχίονα.
 δ) Από τον νόμο του Faraday συμπεραίνουμε ότι η αριθμητική τιμή της ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται σε ένα πηνίο εξαρτάται από τον αριθμό των σπειρών του και τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής.
 ε) Ένας αρμονικός ταλαντωτής έχει ιδιοσυχνότητα $f_0 = 55\text{Hz}$ και εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Όταν η συχνότητα του διεγέρτη παίρνει τιμές $38\text{Hz} < f_\delta < 55\text{Hz}$ το πλάτος αυξάνεται. (5 μονάδες)

ΘΕΜΑ Β

B1. Σώμα μάζας m μικρών διαστάσεων εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις που εξελίσσονται στην ίδια ευθεία και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι εξισώσεις των απομακρύνσεων σε συνάρτηση με τον χρόνο των δύο ταλαντώσεων περιγράφονται από τις σχέσεις:

$$x_1 = A\sqrt{2} \eta\mu \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad \text{και} \quad x_2 = A \eta\mu(\omega t)$$

I. Η ενέργεια της σύνθετης ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα είναι:

α) $E = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$ β) $E = \frac{3}{2} m\omega^2 A^2$ γ) $E = \frac{5}{2} m\omega^2 A^2$

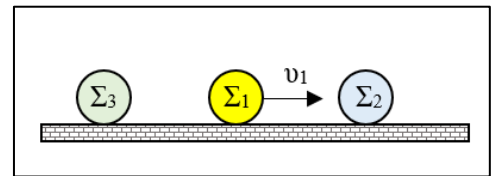
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+3 μονάδες)

II. Τη χρονική στιγμή $t = \frac{T}{4}$ η απομάκρυνση του σώματος λόγω της σύνθετης ταλάντωσης είναι:

α) $x = +A$ β) $x = +A\sqrt{3}$ γ) $x = (\sqrt{2} + 1)A$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+4 μονάδες)

B2. Σφαίρα Σ_1 άγνωστης μάζας m_1 κινείται ευθύγραμμα έχοντας ταχύτητα μέτρου v_1 και κινητική ενέργεια K_1 . Η σφαίρα Σ_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με ακίνητη σφαίρα Σ_2 μάζας $m_2 = 3m$ μεταβιβάζοντας σε αυτή το 75% της κινητικής της

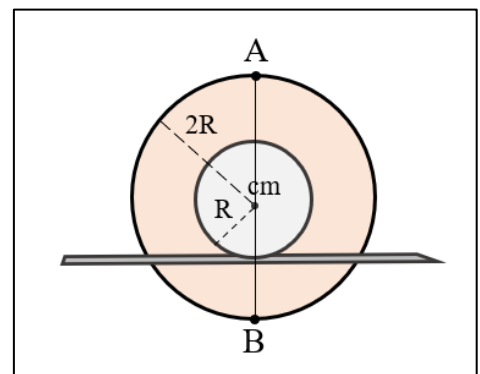


ενέργειας. Στη συνέχεια η σφαίρα Σ_1 κινούμενη προς την αντίθετη κατεύθυνση συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με ακίνητη σφαίρα Σ_3 μάζας $m_3 = m$. Κατά την κίνηση των σφαιρών πάνω στο οριζόντιο επίπεδο τριβές δεν υπάρχουν. Η απώλεια ενέργειας κατά τη διάρκεια της πλαστικής κρούσης είναι:

α) $E_{απωλ} = \frac{1}{8} K_1$ β) $E_{απωλ} = \frac{1}{16} K_1$ γ) $E_{απωλ} = \frac{1}{9} K_1$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να την αιτιολογήσετε. (1+6 μονάδες)

B3. Το στερεό του διπλανού σχήματος αποτελείται από δύο ομογενείς ομόκεντρους δίσκους ακτίνων R και $2R$ αντίστοιχα που είναι κολλημένοι μεταξύ τους και μπορούν να στρέφονται σαν ένα σώμα. Το στερεό είναι αρχικά ακίνητο πάνω σε μια οριζόντια ράγα, με την περιφέρεια του δίσκου ακτίνας R να εφάπτεται σε αυτήν. Δύο σημεία A και B της περιφέρειας του δίσκου ακτίνας $2R$ βρίσκονται στην κατακόρυφη διάμετρο. Τη



χρονική στιγμή $t = 0$ το στερεό ξεκινά να κινείται εκτελώντας κύλιση χωρίς ολίσθηση πάνω στη ράγα με σταθερή επιτάχυνση.

I. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ο λόγος των μέτρων των επιταχύνσεων των σημείων A και B είναι:

α) $\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 1$ β) $\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{2}{1}$ γ) $\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{3}{1}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+3 μονάδες)

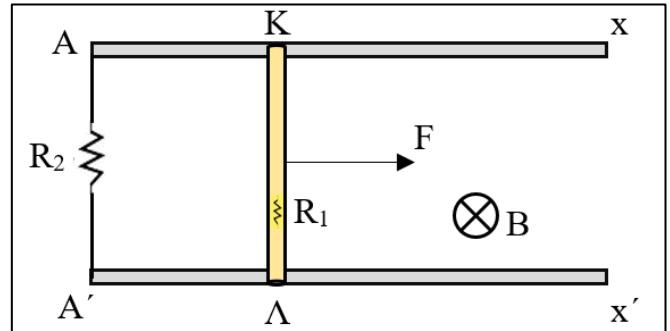
II. Τη χρονική στιγμή t το κέντρο μάζας του στερεού έχει μέτρο ταχύτητας v_{cm} και το σημείο A έχει διαγράψει γωνία 60° από την αρχική του θέση. Το μέτρο της ταχύτητας του σημείου A τότε είναι:

α) $v_A = \sqrt{3} v_{cm}$ β) $v_A = \sqrt{5} v_{cm}$ γ) $v_A = \sqrt{7} v_{cm}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. (1+4 μονάδες)

ΘΕΜΑ Γ

Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί Ax και A'x' με αμελητέα αντίσταση απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 1m$ και τα άκρα τους A και A' συνδέονται με αγωγό ωμικής αντίστασης $R_2 = 3\Omega$. Ένας άλλος αγωγός ΚΛ, με μάζα $m = 0,5Kg$, μήκος $\ell = 1m$ και ωμική αντίσταση $R_1 = 2\Omega$, μπορεί και ολισθαίνει χωρίς τριβές μένοντας



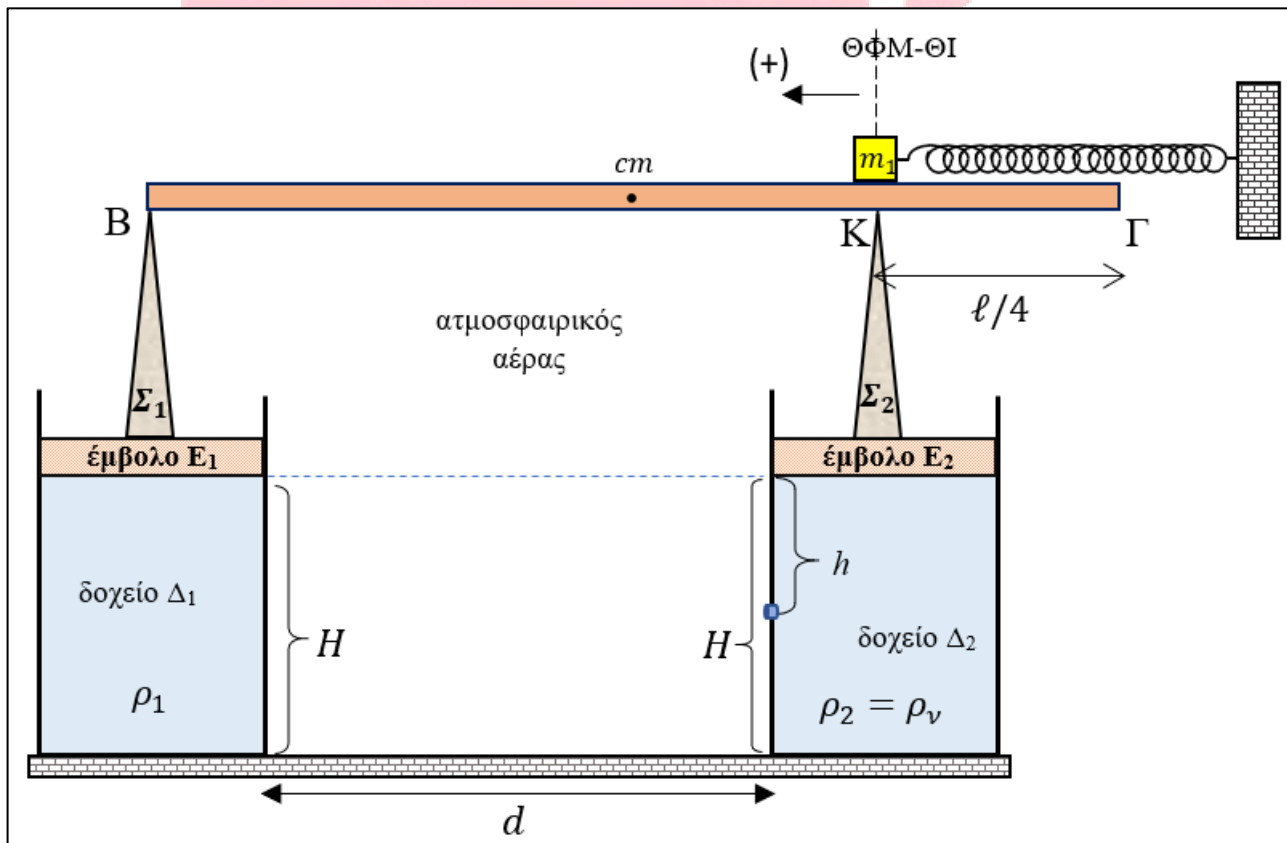
κάθετος και σε επαφή με τους παράλληλους αγωγούς Ax και A'x'. Το σύστημα των τεσσάρων αγωγών είναι σε οριζόντιο επίπεδο και βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο μέτρου έντασης $B = 1T$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Ο αγωγός ΚΛ είναι αρχικά ακίνητος. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ασκείται στον αγωγό ΚΛ δύναμη \vec{F} , της ίδιας διεύθυνσης με αυτή των παράλληλων αγωγών, η οποία τον εξαναγκάζει να κινηθεί με σταθερή επιτάχυνση μέτρου $\alpha = 2 m/s^2$. Μεταξύ των οριζόντιων αγωγών Ax και A'x' και του αγωγού ΚΛ εμφανίζεται σταθερού μέτρου τριβή $T = 2N$.

- Γ1. Να βρείτε τη διαφορά δυναμικού $V_{K\Lambda}$ στα άκρα του αγωγού ΚΛ τη χρονική στιγμή $t = 3s$. (5 μονάδες)
- Γ2. 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 $0 \leq t \leq 5s$. (5 μονάδες)
- Γ3. Αν το έργο που παράγει η δύναμη \vec{F} από τη χρονική στιγμή $t = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή $t = 5s$ είναι $108,3J$ να υπολογιστεί η συνολική θερμότητα που παράχθηκε λόγω φαινομένου Joule στις αντιστάσεις στο ίδιο χρονικό διάστημα. (5 μονάδες)
- Γ4. Να υπολογιστεί ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται η κινητική ενέργεια του αγωγού τη χρονική στιγμή $t = 2s$. (5 μονάδες)
- Γ5. Τη χρονική στιγμή $t = 5s$ το μέτρο της δύναμης \vec{F} σταθεροποιείται. Στη συνέχεια ο αγωγός ΚΛ αφού διανύσει απόσταση d αποκτά σταθερού μέτρου ταχύτητα. Στο χρονικό διάστημα από τη στιγμή που σταθεροποιείται η δύναμη και μέχρι ο αγωγός να αποκτήσει τη σταθερή ταχύτητα παράγεται επιπλέον θερμότητα στις αντιστάσεις $6,25J$. Να βρείτε το φορτίο που διέρχεται από μια διατομή των αγωγών της διάταξης από τη χρονική στιγμή $t = 0$ και μέχρι τη στιγμή που ο αγωγός ΚΛ να αποκτά σταθερή ταχύτητα. (5 μονάδες)

ΘΕΜΑ Δ

Ομογενής δοκός ΒΓ βάρους $w = 30N$ και μήκους $\ell = 2m$ ισορροπεί πάνω σε δύο αβαρή στηρίγματα Σ_1 και Σ_2 . Το στήριγμα Σ_2 είναι τοποθετημένο σε απόσταση $\ell/4$ από το άκρο Γ. Πάνω στη δοκό, στη θέση που βρίσκεται το στήριγμα Σ_2 , είναι τοποθετημένο σώμα μάζας $m_1 = 3Kg$ το οποίο είναι αρχικά ακίνητο. Το σώμα είναι δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100N/m$ το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε κατακόρυφο τοίχο. Δύο ίδιων διαστάσεων δοχεία Δ_1 και Δ_2 περιέχουν ιδανικά υγρά στο ίδιο ύψος $H = 1m$, κλείνονται με εφαρμοστά έμβολα και αποτελούν τις βάσεις για τα στηρίγματα Σ_1 και Σ_2 αντίστοιχα όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Τα δοχεία έχουν κατακόρυφη τομή σχήματος ορθογωνίου και οι πλαϊνές τους επιφάνειες απέχουν μεταξύ τους απόσταση $d = 1,2m$.

Το δοχείο Δ_1 κλείνεται με έμβολο E_1 εμβαδού διατομής $S = 400cm^2$, βάρους $w_{E1} = 142N$ και περιέχει ιδανικό υγρό άγνωστης πυκνότητας ρ_1 . Το δοχείο Δ_2 κλείνεται με έμβολο E_2 ίδιου εμβαδού διατομής $S = 400cm^2$, βάρους $w_{E2} = 38N$ και περιέχει νερό πυκνότητας $\rho_v = \rho_2 = 10^3Kg/m^3$. Σε βάθος $h = 50,5cm$ από το έμβολο E_2 υπάρχει οπή με πολύ μικρό εμβαδόν διατομής συγκρινόμενο με το εμβαδόν διατομής του εμβόλου, η οποία κλείνεται με τάπα. Εκτρέπουμε το σώμα μάζας m_1 πάνω στη δοκό προς το άκρο Γ κατά $40cm$ και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί. Τριβές δεν υπάρχουν και το σύστημα ελατήριο – σώμα m_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D = k$. Τα θετικά του άξονα της ταλάντωσης είναι προς το άκρο Β της δοκού.



- Ούλοφ Πάλμε & Επάφου & Χρυσίππου 1
Ζωγράφου , ☎ 210 74 88 030
- Φανερωμένης 13
Χολαργός , ☎ 210 65 23 017

Δ1. Να βρείτε πως μεταβάλλονται οι δυνάμεις που ασκούνται στη δοκό από τα στηρίγματα Σ_1 και Σ_2 σε συνάρτηση με την απομάκρυνση x της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα μάζας m_1 ($F_{\Sigma_1} = f(x), F_{\Sigma_2} = f(x)$) και να σχεδιάσετε σε κοινό διάγραμμα τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις.
(7 μονάδες)

Δ2. Όταν το σώμα μάζας m_1 έχει απομάκρυνση $x = +0,4m$ οι πιέσεις στους πυθμένες των δύο δοχείων είναι ίσες. Να υπολογίσετε την πυκνότητα ρ_1 του άγνωστου υγρού.
(5 μονάδες)

Κάποια στιγμή που το σώμα μάζας m_1 βρίσκεται στην ακραία θετική απομάκρυνση συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με βλήμα μάζας $m_2 = 2Kg$ το οποίο κινούμενο οριζόντια ελάχιστα πριν την κρούση έχει μέτρο ταχύτητας $v_2 = 5 m/s$. Το συσσωμάτωμα που δημιουργείται εκτελεί νέα απλή αρμονική ταλάντωσης με την ίδια σταθερά επαναφοράς $D = k$.

Δ3. Να δείξετε ότι η δοκός ανατρέπεται.
(4 μονάδες)

Δ4. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του συσσωματώματος τη στιγμή της ανατροπής της δοκού.
(4 μονάδες)

Δ5. Τη χρονική στιγμή που μόλις η δοκός χάνει την επαφή της με το στηρίγμα Σ_1 αφαιρούμε ακαριαία την τάπα από την οπή. Να βρείτε το ύψος του σημείου στην πλαϊνή επιφάνεια του δοχείου Δ_1 στο οποίο θα χτυπήσει η πρώτη στοιχειώδης μάζα του νερού που φτάνει σε αυτό.
(5 μονάδες)

Δίνεται $g = 10 \frac{m}{s^2}$ και η ατμοσφαιρική πίεση $p_{atm} = 10^5 \frac{N}{m^2}$.