

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ**

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ 2026

Μάθημα: ΦΥΣΙΚΗ 4ωρο Τ. Σ. (47)

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης:

Τετάρτη 24 Ιουνίου 2026

08:00 – 11:00

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

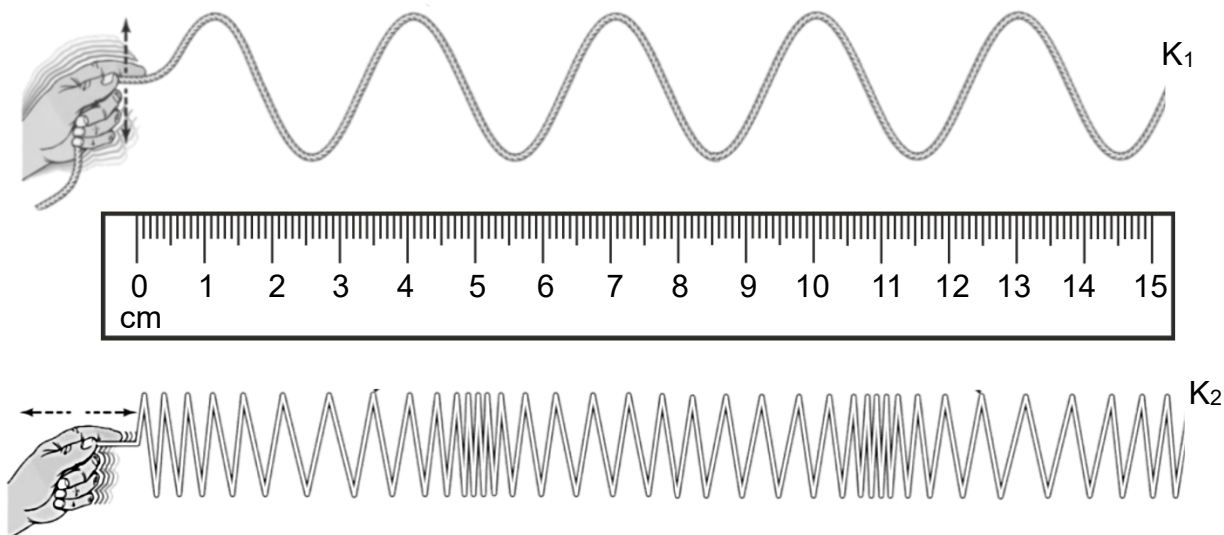
Σημείωση:

Οι πιο κάτω λύσεις είναι ενδεικτικές και δεν αποτελούν μοντέλο απάντησης. Πιθανόν, ορθές απαντήσεις των μαθητών/μαθητριών να μην ταυτίζονται με αυτές των λύσεων.

ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από δέκα (10) ερωτήσεις των πέντε (5) μονάδων η κάθε μία.

Ερώτηση 1

(α) Στην Εικόνα 1.1 φαίνονται δύο κύματα K_1 και K_2 που διαδίδονται σε ένα σχοινί και σε ένα ελατήριο, αντίστοιχα.



Εικόνα 1.1

(i) Να αναφέρετε ποιο κύμα από τα K_1 και K_2 είναι διάμηκες.

(1 μονάδα)

Το κύμα K_2 είναι διάμηκες.

(ii) Να προσδιορίσετε το μήκος κύματος των δύο κυμάτων.

(2 μονάδες)

Χρησιμοποιώντας τον χάρακα της εικόνας, προκύπτει:

$$\lambda_1 = (3,0 \pm 0,2) \text{ cm}$$

$$\lambda_2 = (6,0 \pm 0,4) \text{ cm}$$

(β) Να κατατάξετε τα κύματα (I), (II) και (III) σε εγκάρσια και διαμήκη.

- (I) ραδιοκύματα
- (II) μικροκύματα
- (III) ηχητικά κύματα στον αέρα

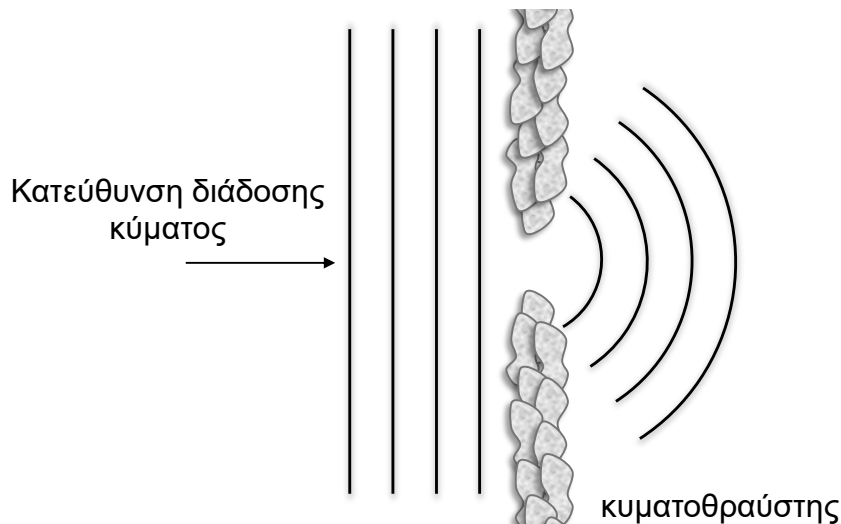
(2 μονάδες)

Σύμφωνα με τη διεύθυνση ταλάντωσης των μορίων:

Κύματα (I) και (II) → Εγκάρσια , Κύμα (III) → Διάμηκες

Ερώτηση 2

(α) Σε πολλές παραλίες της Κύπρου έχουν τοποθετηθεί κυματοθράυστες. Στην Εικόνα 2.1 φαίνονται υδάτινα κύματα, που καθώς διαδίδονται μέσα από το άνοιγμα που σχηματίζουν δύο τέτοιοι κυματοθράυστες, αλλάζουν κατεύθυνση.



Εικόνα 2.1

- (i) Να ονομάσετε το κυματικό φαινόμενο που απεικονίζεται στην Εικόνα 2.1. (1 μονάδα)

Στην Εικόνα 2.1 απεικονίζεται το κυματικό φαινόμενο της περίθλασης.

- (ii) Να γράψετε υπό ποια προϋπόθεση μπορεί το φαινόμενο να παρατηρηθεί πιο έντονα. (1 μονάδα)

Το μήκος κύματος πρέπει να είναι συγκρίσιμο με το εύρος του ανοίγματος μεταξύ των δύο κυματοθραυστών:

$$\lambda \approx d$$

- (iii) Να γράψετε κατά πόσο θα παρατηρηθεί το φαινόμενο του ερωτήματος (α) (i) αν υπήρχε μόνο ο ένας από τους δύο κυματοθραύστες. (1 μονάδα)

Ναι, η περίθλαση μπορεί να παρατηρηθεί υπό την προϋπόθεση ότι το μήκος κύματος έχει συγκρίσιμη τιμή με το μέγεθος του άκρου του κυματοθραύστη.

(β) Σε μια αίθουσα συναυλιών, οι πιο φθηνές θέσεις βρίσκονται πίσω από μεγάλες κολόνες, που καλύπτουν εντελώς τους μουσικούς στη σκηνή.

Να εξηγήσετε γιατί ένα άτομο που βρίσκεται σε αυτές τις θέσεις μπορεί να ακούει τη μουσική, αλλά δεν μπορεί να βλέπει τους μουσικούς.

(2 μονάδες)

Το άτομο μπορεί να ακούει, γιατί το μήκος κύματος του ήχου είναι συγκρίσιμο με το πλάτος της κολόνας και έτσι ο ήχος περιθλάται έντονα στην κολόνα. Αντίθετα, δεν μπορεί να βλέπει, γιατί το μήκος κύματος του ορατού φωτός είναι πολύ μικρότερο από το πλάτος της κολόνας και έτσι το φως δεν περιθλάται στην κολόνα.

Ερώτηση 3

(α) Να ορίσετε την έννοια της περιοδικής κίνησης.

(1 μονάδα)

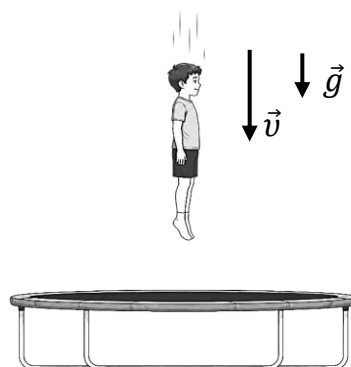
Περιοδική κίνηση ονομάζεται η κίνηση που επαναλαμβάνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα

(β) Να διατυπώσετε την ικανή και αναγκαία συνθήκη, ώστε ένα σώμα να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση (ΑΑΤ).

(1 μονάδα)

Ένα σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση όταν η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται στο σώμα είναι ανάλογη και αντίρροπη της μετατόπισης του από τη θέση ισορροπίας.

(γ) Ένα αγόρι πηδά σε ένα τραμπολίνο και για ένα μικρό χρονικό διάστημα η κίνησή του είναι ευθύγραμμη και περιοδική. Στην Εικόνα 3.1 φαίνεται ένα στιγμιότυπο της δεδομένης κίνησης. Η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.



Εικόνα 3.1

(i) Να εξηγήσετε γιατί η κίνηση του αγοριού, παρόλο που είναι ευθύγραμμη και περιοδική, δεν είναι απλή αρμονική ταλάντωση.

(2 μονάδες)

Σε κάποια χρονικά διαστήματα της κίνησης, η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο αγόρι είναι το βάρος, που είναι σταθερή δύναμη (και άρα δεν ικανοποιείται η συνθήκη της ΑΑΤ).

(ii) Να γράψετε ακόμη ένα παράδειγμα περιοδικής κίνησης από την καθημερινή ζωή.

(1 μονάδα)

Ένα παράδειγμα περιοδικής κίνησης είναι η περιφορά της Γης γύρω από τον Ήλιο. Μερικά άλλα ενδεικτικά παραδείγματα περιοδικής κίνησης είναι:

- η ομαλή κυκλική κίνηση,
- η κίνηση του εκκρεμούς,
- η γραμμική κίνηση μάζας σε ελατήριο

Ερώτηση 4

Οι άνεμοι μέτριας έντασης που επικρατούν στην περιοχή θέτουν σε ταλάντωση μία γέφυρα. Ένα στιγμιότυπο της ταλάντωσης φαίνεται στην Εικόνα 4.1.



Εικόνα 4.1

(α) Να αναφέρετε το είδος της ταλάντωσης που εκτελεί η γέφυρα.

(1 μονάδα)

Η γέφυρα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση

(β) Αν το πλάτος της ταλάντωσης ξεπεράσει μια μέγιστη τιμή υπάρχει κίνδυνος κατάρρευσης της γέφυρας, κάτι που αποδίδεται στον συντονισμό.

Να γράψετε τι είναι ο συντονισμός και υπό ποια συνθήκη εμφανίζεται σ' ένα σύστημα.

(2 μονάδες)

Συντονισμός ονομάζεται η μεγιστοποίηση του ρυθμού απορρόφησης της ενέργειας του διεγέρτη από το σύστημα, που παρατηρείται όταν η συχνότητα του διεγέρτη συμπίπτει με τη χαρακτηριστική συχνότητα ταλάντωσης του συστήματος και έχει ως αποτέλεσμα τη μεγιστοποίηση του πλάτους της εξαναγκασμένης ταλάντωσης.

(γ) Να αναφέρετε ένα άλλο παράδειγμα συστήματος στο οποίο παρατηρείται το φαινόμενο του συντονισμού, αναφέροντας τον διεγέρτη και τον ταλαντωτή.

(2 μονάδες)

Ένα παράδειγμα συστήματος, στο οποίο παρατηρείται συντονισμός είναι η κούνια (εκκρεμές) που σπρώχνεται περιοδικά από κάποιο άτομο. Σε αυτό το σύστημα, τον ρόλο του διεγέρτη έχει η περιοδική δύναμη που ασκεί το άτομο στην κούνια και τον ρόλο του ταλαντωτή έχει η κούνια.

Ερώτηση 5

Στην Εικόνα 5.1 φαίνεται ένα κινητό τηλέφωνο, το οποίο φορτίζεται με τη χρήση ενός φορτιστή. Ο φορτιστής είναι συνδεδεμένος σε ρευματοδότη εναλλασσόμενης τάσης.



Εικόνα 5.1

Στο εσωτερικό του φορτιστή υπάρχει μετασχηματιστής υποβιβασμού τάσης, που υποβιβάζει την εναλλασσόμενη τάση εισόδου (V_1) με ενεργό τιμή 230 V σε εναλλασσόμενη τάση εξόδου (V_2), με ενεργό τιμή 10 V.

(α) Να αναφέρετε το φυσικό φαινόμενο στο οποίο βασίζεται η λειτουργία του μετασχηματιστή.

(1 μονάδα)

Η λειτουργία του μετασχηματιστή βασίζεται στο φαινόμενο της αμοιβαίας επαγωγής (στο οποίο εμπλέκεται και το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής).

(β) Να υπολογίσετε τον λόγο μετασχηματισμού N_2/N_1 , θεωρώντας ότι ο συγκεκριμένος μετασχηματιστής είναι ιδανικός.

(1 μονάδα)

Χρησιμοποιώντας το τυπολόγιο, ο ζητούμενος λόγος ισούται με:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{10 \text{ V}}{230 \text{ V}} = 0,043$$

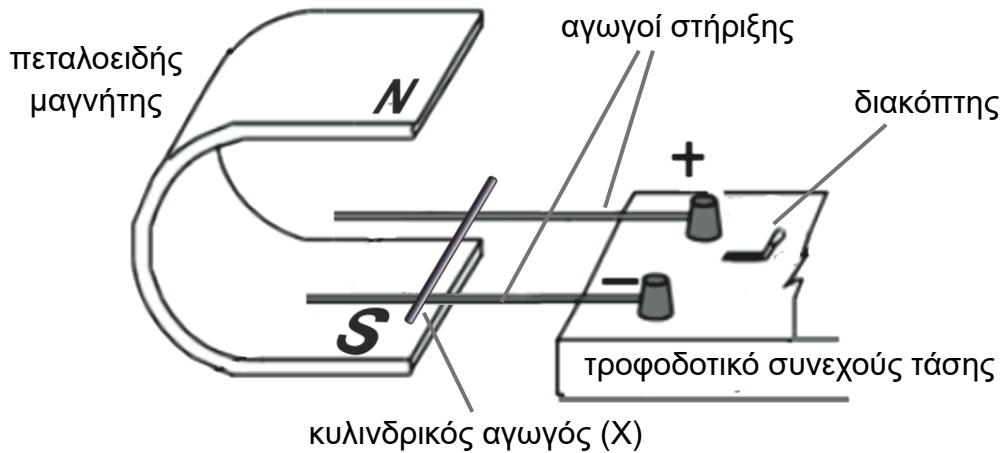
(γ) Να εξηγήσετε γιατί είναι αναγκαίο η τάση που παρέχει ο ρευματοδότης να είναι εναλλασσόμενη, προκειμένου να λειτουργεί ο μετασχηματιστής.

(3 μονάδες)

Η τάση του ρευματοδότη πρέπει να είναι εναλλασσόμενη, ώστε το πρωτεύον πηνίο να διαρρέεται από ρεύμα μεταβαλλόμενης έντασης και έτσι να μεταβάλλεται το μαγνητικό πεδίου \vec{B}_1 του πρωτεύοντος πηνίου (ή, ισοδύναμα, να μεταβάλλεται η μαγνητική ροή στο πρωτεύον πηνίο). Λόγω επαγωγικής σύζευξης των δύο πηνίων, μεταβάλλεται και η μαγνητική ροή στο δευτερεύον πηνίο, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται επαγωγική εναλλασσόμενη τάση εξόδου.

Ερώτηση 6

Η Εικόνα 6.1 παρουσιάζει μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την επίδειξη του φαινομένου της επαγωγής στο εργαστήριο. Ένας μικρός κυλινδρικός αγωγός (X) μπορεί να κινηθεί κατά μήκος των οριζόντιων αγωγών στήριξης, όταν δεχθεί οριζόντια δύναμη.



Εικόνα 6.1

(α) Να εξηγήσετε προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί ο αγωγός (X), όταν διαρρέεται με συνεχές ρεύμα.

(3 μονάδες)

Ο αγωγός X θα κινηθεί προς το τροφοδοτικό (ή προς τα δεξιά) γιατί, ως ρευματοφόρος αγωγός, αλληλεπιδρά με το εξωτερικό μαγνητικό πεδίο δεχόμενος ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace, η οποία, με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού, έχει κατεύθυνση προς το τροφοδοτικό (ή προς τα δεξιά).

(β) Να γράψετε τι θα αλλάξει στην κίνηση του αγωγού (X), σε σχέση με το προηγούμενο ερώτημα (α), αν:

(i) αυξηθεί το ρεύμα που διαρρέει τον αγωγό,

(1 μονάδα)

Ο αγωγός θα κινηθεί με μεγαλύτερη επιτάχυνση, λόγω της αύξησης του μέτρου της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης Laplace.

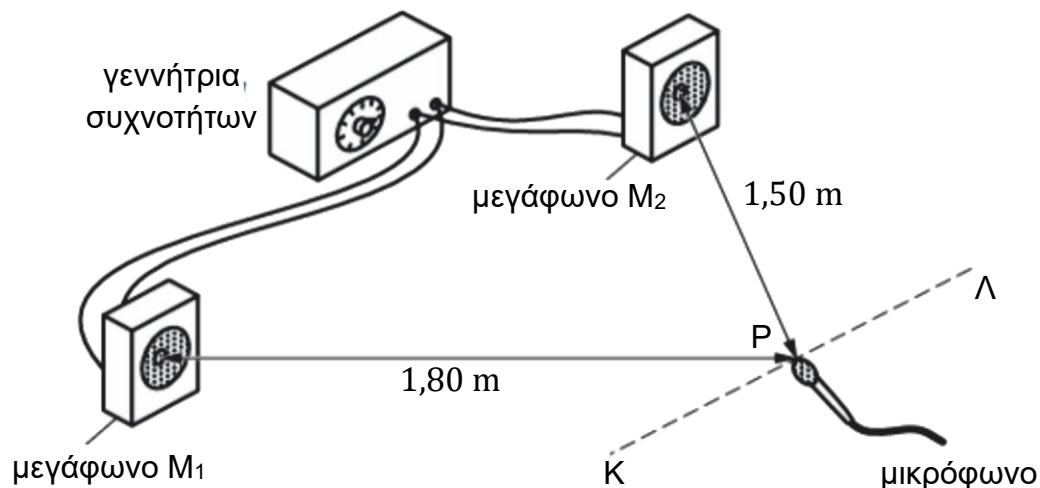
(ii) αντιστραφεί μόνο το μαγνητικό πεδίο.

(1 μονάδα)

Ο αγωγός θα κινηθεί προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Ερώτηση 7

Η Εικόνα 7.1 απεικονίζει μια πειραματική διάταξη για τη διερεύνηση της συμβολής ηχητικών κυμάτων. Μια ομάδα μαθητών/μαθητριών συνδέει δύο μεγάφωνα στην ίδια έξοδο μιας γεννήτριας συχνότητας, η οποία παράγει ένα κύμα συχνότητας 1700 Hz. Η ταχύτητα του ηχητικού κύματος στον αέρα του εργαστηρίου είναι 340 m/s.



Εικόνα 7.1

(α) Να υπολογίσετε το μήκος κύματος του ήχου που παράγεται από τα ηχεία.

(1 μονάδα)

Χρησιμοποιώντας το τυπολόγιο, η ζητούμενη ποσότητα ισούται με:

$$\lambda_{\text{ήχου}} = \frac{v}{f} = \frac{340 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1700 \text{ Hz}} = 0,2 \text{ m}$$

(β) Καθώς το μικρόφωνο μετακινείται παράλληλα με τα μεγάφωνα από το Κ προς το Λ, ανιχνεύει περιοχές μεγίστων και ελαχίστων έντασης ήχου. Το σημείο Ρ απέχει 1,80 m από το μεγάφωνο M₁ και 1,50 m από το μεγάφωνο M₂.

Να διερευνήσετε αν στο σημείο Ρ ανιχνεύεται ενισχυτική ή καταστροφική συμβολή.

(2 μονάδες)

Στο σημείο Ρ ανιχνεύεται καταστροφική συμβολή, γιατί η διαφορά δρόμου είναι περιττό πολλαπλάσιο του μισού μήκους κύματος:

$$|\Delta d| = 1,80 \text{ m} - 1,50 \text{ m} = 0,30 \text{ m} \Rightarrow |\Delta d| = 3 \cdot \frac{\lambda}{2}$$

(γ) Ακολούθως το μεγάφωνο M_1 αποσυνδέεται από τη γεννήτρια συχνοτήτων.

(i) Να γράψετε τη συνέπεια που θα έχει αυτή η αλλαγή στην ένταση του ήχου, που ανιχνεύεται από το μικρόφωνο στο σημείο P.

(1 μονάδα)

Όταν το μεγάφωνο M_1 αποσυνδέεται από τη γεννήτρια συχνοτήτων, η ένταση του ήχου που ανιχνεύεται από το μικρόφωνο στο σημείο P αυξάνεται.

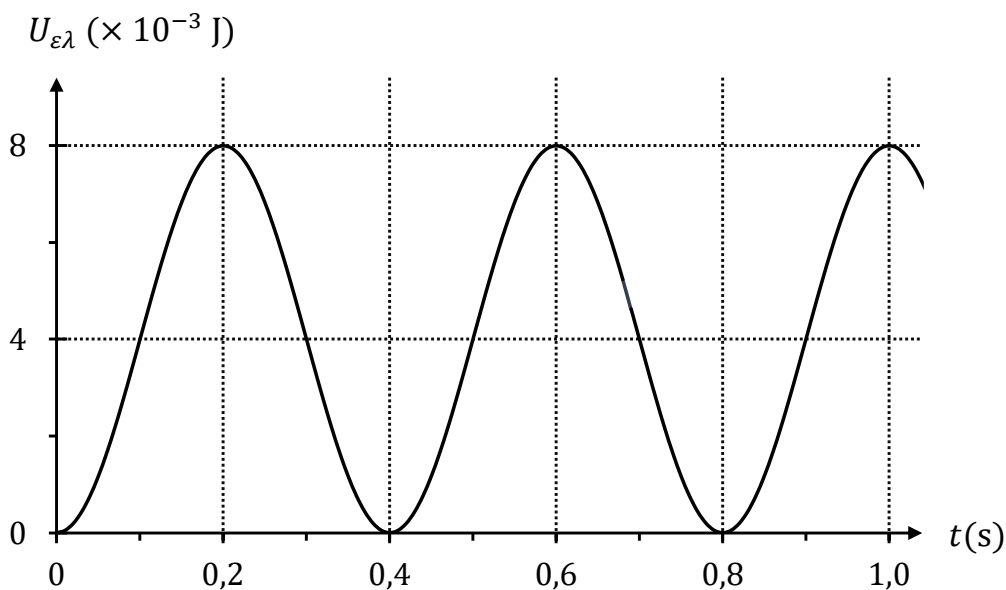
(ii) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας στο ερώτημα (γ) (i).

(1 μονάδα)

Μετά την αποσύνδεση του μεγαφώνου M_1 δεν συμβαίνει καταστροφική συμβολή στο σημείο P. Στο σημείο P φτάνει μόνο το τρέχον ηχητικό κύμα από το μεγάφωνο M_2 , με αποτέλεσμα αυτό να ταλαντώνεται με μεγαλύτερο πλάτος απ' ότι στην περίπτωση της καταστροφικής συμβολής των κυμάτων που έφταναν και από τα δύο μεγάφωνα.

Ερώτηση 8

Ένα σώμα είναι δεμένο στο ελεύθερο άκρο ενός οριζώντιου ελατηρίου, σταθεράς k , και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση γύρω από μία θέση ισορροπίας. Στη Γραφική Παράσταση 8.1 αναπαρίσταται η δυναμική ενέργεια του συστήματος ελατήριο – σώμα ως συνάρτηση του χρόνου και για το χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 1,0$ s. Το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος είναι 0,040 m.



Γραφική Παράσταση 8.1

(α) Να υπολογίσετε τη σταθερά k του ελατηρίου.

(2 μονάδες)

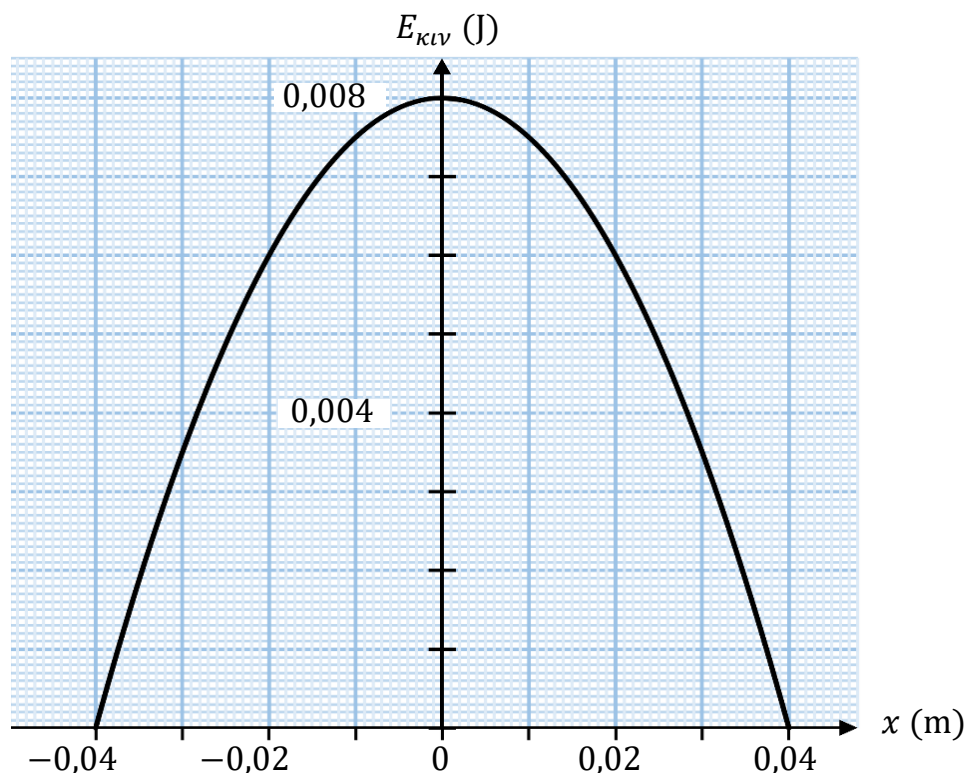
Χρησιμοποιώντας την εξίσωση υπολογισμού της μέγιστης ελαστικής δυναμικής ενέργειας, και λύνοντας ως προς τη ζητούμενη ποσότητα, προκύπτει:

$$U_{\varepsilon\lambda,\mu\varepsilon\gamma} = \frac{1}{2} k x_0^2 \Rightarrow k = \frac{2 U_{\varepsilon\lambda,\mu\varepsilon\gamma}}{x_0^2} = \frac{2 \cdot 0,0080 \text{ J}}{(0,040 \text{ m})^2} = 10 \text{ N/m}$$

(β) Να χαράξετε, σε βαθμονομημένους άξονες, στο χιλιοστομετρικό χαρτί του τετραδίου απαντήσεων, τη γραφική παράσταση της κινητικής ενέργειας του σώματος ως συνάρτηση της μετατόπισής του από τη θέση ισορροπίας, $E_{κιν} = f(x)$.

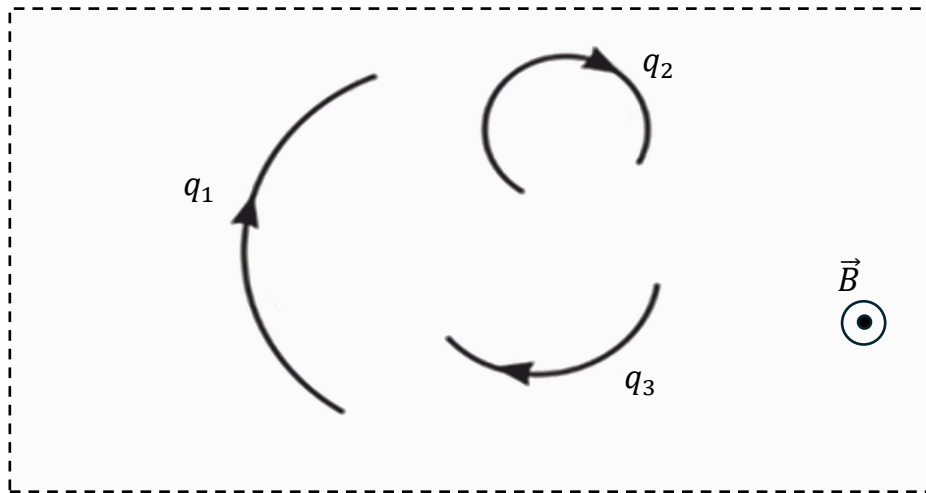
(3 μονάδες)

Λαμβάνοντας υπόψη την εξίσωση $E_{κιν} = \frac{1}{2} m v^2$, όπου $v^2 = \omega^2 (x_0^2 - x^2)$, καθώς επίσης και τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας, η γραφική παράσταση που προκύπτει είναι η εξής:



Ερώτηση 9

Τρία πανομοιότυπα φορτία q_1 , q_2 και q_3 εισέρχονται σε μαγνητικό πεδίο, με ταχύτητα κάθετη στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου και εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση. Στην Εικόνα 9.1 φαίνεται η κάτοψη της περιοχής όπου επικρατεί το ομογενές πεδίο έντασης \vec{B} και τμήματα των τροχιών που διαγράφουν τα τρία φορτία.



Εικόνα 9.1

(α) Να αποδείξετε ότι η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς που ακολουθούν τα φορτία καθορίζεται από τη Σχέση 9.1.

$$R = \frac{m}{|\vec{B}| |q|} |\vec{v}| \quad (\text{Σχέση 9.1})$$

(2 μονάδες)

Η μαγνητική δύναμη επενεργεί ως κεντρομόλος, οπότε:

$$|\vec{F}_{\mu\alpha\gamma\eta\nu}| = |\vec{F}_\kappa|$$

Χρησιμοποιώντας το τυπολόγιο, προκύπτει:

$$|\vec{B}| |\vec{v}| |q| = \frac{m |\vec{v}|^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m}{|\vec{B}| |q|} \cdot |\vec{v}|$$

(β) Να αναφέρετε ποιο φορτίο κινείται με ταχύτητα μεγαλύτερου μέτρου.

(1 μονάδα)

Με ταχύτητα μεγαλύτερου μέτρου κινείται το φορτίο q_1 .

(γ) (i) Να αναφέρετε το είδος των τριών φορτίων.

(1 μονάδα)

Τα φορτία είναι θετικά

(ii) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας στο ερώτημα (γ)(i).

(1 μονάδα)

Αν τα φορτία είναι θετικά τότε ο κανόνας του δεξιού χεριού, με δεδομένα τα διανύσματα του μαγνητικού πεδίου και της ταχύτητας, προβλέπει ότι η ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace είναι προς το κέντρο των κυκλικών τροχιών. Αυτό, όντως, συμβαίνει στο σενάριο της άσκησης και συνεπώς τα φορτία είναι θετικά.

Ερώτηση 10

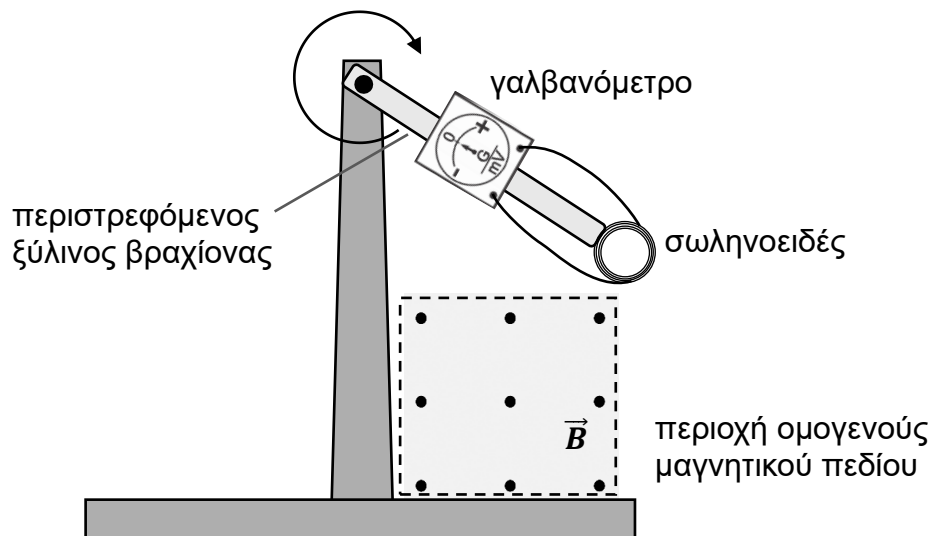
(α) Να διατυπώσετε τον νόμο του Faraday (Φαραντέι) για την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή σε αγωγίμο βρόγχο.

(1 μονάδα)

Σύμφωνα με τον νόμο του Faraday, η ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή, που δημιουργείται σε ένα αγωγίμο βρόγχο, είναι ανάλογη με τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής που διαπερνά την επιφάνεια που περικλείεται από τον βρόγχο

(β) Ένας ξύλινος βραχίονας περιστρέφεται δεξιόστροφα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα, γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το ένα του άκρο. Στο άλλο άκρο του βραχίονα είναι στερεωμένο ένα σωληνοειδές, συνδεδεμένο με γαλβανόμετρο.

Στο στιγμιότυπο της Εικόνας 10.1 φαίνεται το σύστημα λίγο πριν εισέλθει σε περιοχή ομογενούς σταθερού μαγνητικού πεδίου.



Εικόνα 10.1

Καθώς το σωληνοειδές διέρχεται από την περιοχή του ομογενούς μαγνητικού πεδίου, ο δείκτης του γαλβανόμετρου αρχικά εκτρέπεται προς μία κατεύθυνση, ακολούθως μηδενίζεται και μετά εκτρέπεται προς την αντίθετη κατεύθυνση.

(i) Να εξηγήσετε τη συγκεκριμένη παρατήρηση.

(3 μονάδες)

Κατά την είσοδο του σωληνοειδούς στην περιοχή ομογενούς μαγνητικού πεδίου αυξάνεται η μαγνητική ροή, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται επαγωγική τάση στα άκρα του σωληνοειδούς. Κατά την κίνηση ολόκληρου του σωληνοειδούς μέσα στην περιοχή ομογενούς μαγνητικού πεδίου δεν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή, με αποτέλεσμα να μην επάγεται τάση στα άκρα του σωληνοειδούς. Κατά την έξοδο του σωληνοειδούς από την περιοχή ομογενούς μαγνητικού πεδίου μειώνεται η μαγνητική ροή, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται επαγωγική τάση αντίθετης πολικότητας στα άκρα του σωληνοειδούς.

(ii) Να προτείνετε μια ενέργεια στην οποία μπορούμε να προβούμε, προκειμένου το εύρος εκτροπής του δείκτη του γαλβανομέτρου να γίνει μεγαλύτερο.

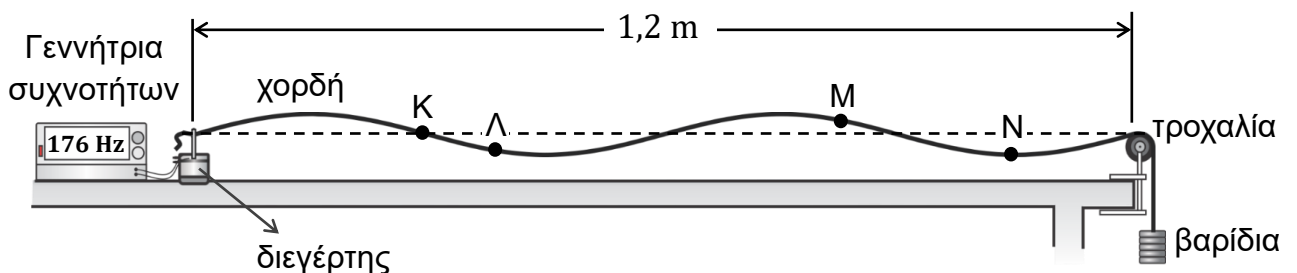
(1 μονάδα)

Προκειμένου το εύρος εκτροπής του δείκτη του γαλβανομέτρου να γίνει μεγαλύτερο, μπορούμε να περιστρέψουμε τον βραχίονα με μεγαλύτερη γωνιακή ταχύτητα ή να τον αφήσουμε ελεύθερο από μεγαλύτερο ύψος (ή να χρησιμοποιήσουμε πηγίο με περισσότερες σπείρες ή που είναι κατασκευασμένο από καλώδιο χαμηλότερης αντίστασης ή να χρησιμοποιήσουμε πιο ισχυρό μαγνήτη, ο οποίος δημιουργεί μαγνητικό πεδίο μεγαλύτερης έντασης).

ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από πέντε (5) ερωτήσεις των δέκα (10) μονάδων η κάθε μία.

Ερώτηση 11

Στην Εικόνα 11.1 φαίνεται το στιγμιότυπο ενός στάσιμου κύματος σε χορδή. Στην ίδια εικόνα έχουν σημειωθεί τέσσερα σημεία Κ, Λ, Μ και Ν της χορδής. Η γεννήτρια συχνοτήτων είναι ρυθμισμένη στα 176 Hz, η οριζόντια απόσταση από τον διεγέρτη μέχρι την τροχαλία είναι 1,2 m και η γραμμική πυκνότητα της χορδής είναι $4,40 \times 10^{-5} \text{ kg/m}$.



Εικόνα 11.1

- (α) Να γράψετε ποιο/ποια σημείο/σημεία, από τα Κ, Λ, Μ και Ν παραμένει/παραμένουν συνεχώς ακίνητο/ακίνητα κατά την ταλάντωση της χορδής. (1 μονάδα)

Το σημείο Κ παραμένει συνεχώς ακίνητο.

- (β) Να γράψετε τη διαφορά φάσης ανάμεσα στα σημεία Λ και Μ. (1 μονάδα)

Τα σημεία Λ και Μ βρίσκονται εκατέρωθεν ενός δεσμού και επομένως: $\Delta\hat{\phi}_{\Lambda\text{M}} = \pi \text{ rad}$

- (γ) (i) Να αναφέρετε τη συνθήκη που πρέπει να ισχύει ώστε να παρατηρηθεί στάσιμο κύμα στη χορδή. (1 μονάδα)

Το μήκος της χορδής θα πρέπει να ικανοποιεί τη σχέση:

$$L = \kappa \frac{\lambda}{2} \quad \text{όπου } \kappa = 1, 2, \dots$$

- (ii) Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του τρέχοντος κύματος στη χορδή. (2 μονάδες)

Από το δοθέν στιγμιότυπο, υπολογίζεται το μήκος κύματος:

$$\lambda = \frac{2L}{\kappa} \xrightarrow{\kappa=4} \lambda = \frac{2 \cdot 1,2 \text{ m}}{4} = 0,6 \text{ m} \quad \text{ή} \quad 2\lambda = L \Rightarrow \lambda = \frac{L}{2} = \frac{1,2 \text{ m}}{2} = 0,6 \text{ m}$$

Χρησιμοποιώντας το τυπολόγιο προκύπτει η ζητούμενη ταχύτητα διάδοσης:

$$v = \lambda f = (0,6 \text{ m})(176 \text{ Hz}) = 105,6 \text{ m/s}$$

- (iii) Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης που τείνει τη χορδή. (2 μονάδες)

Λύνοντας τη σχέση υπολογισμού της ταχύτητας διάδοσης ως προς $|\vec{T}|$, προκύπτει:

$$v = \sqrt{\frac{|\vec{T}|}{\mu}} \Rightarrow |\vec{T}| = \mu v^2$$

Αντικαθιστώντας τα δεδομένα στην πιο πάνω εξίσωση, προκύπτει η ζητούμενη ποσότητα:

$$|\vec{T}| = \left(4,40 \times 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) \left(105,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 0,491 \text{ N}$$

- (δ) Να υπολογίσετε τη συχνότητα στην οποία θα πρέπει να ρυθμιστεί η γεννήτρια συχνοτήτων ώστε να προκύψει, στη δεδομένη διάταξη, στάσιμο κύμα με δύο κοιλίες. (3 μονάδες)

Με δεδομένο ότι οι συχνότητες είναι κβαντισμένες ($f_{\kappa} = \kappa f_0$), εξάγεται σχέση μεταξύ της δεδομένης και της ζητούμενης συχνότητας:

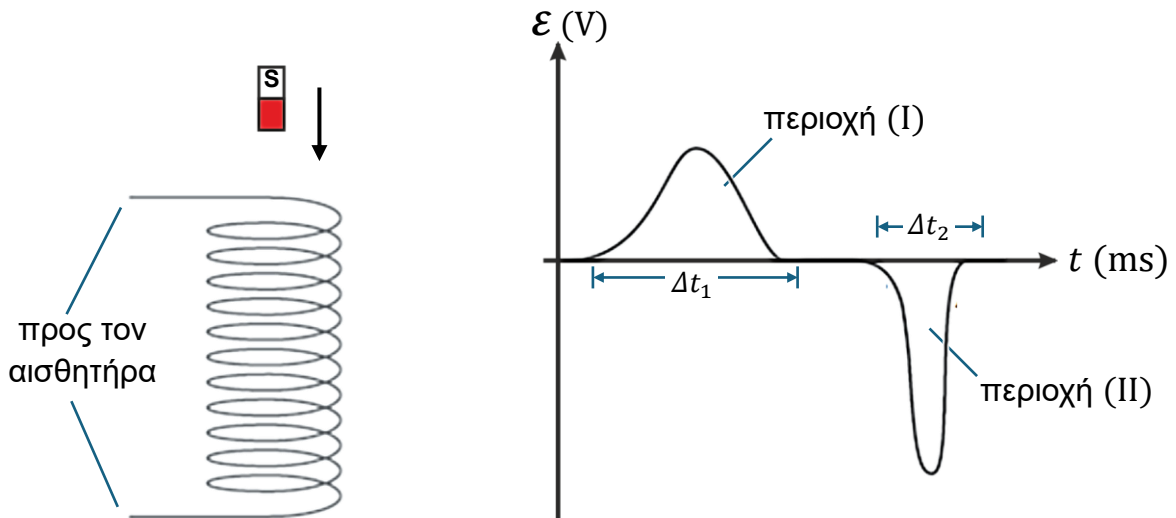
$$\frac{f_{\kappa'}}{f_{\kappa}} = \frac{\kappa' f_0}{\kappa f_0} \Rightarrow f_{\kappa'} = \left(\frac{\kappa'}{\kappa}\right) f_{\kappa}$$

Αντικαθιστώντας τον αρχικό και τελικό αριθμό των κοιλίων, προκύπτει:

$$f_{\kappa'} = \frac{2}{4} (176 \text{ Hz}) = 88 \text{ Hz}$$

Ερώτηση 12

Η Εικόνα 12.1 παρουσιάζει έναν μικρό ραβδόμορφο μαγνήτη που πέφτει ελεύθερα μέσα από ένα σωληνοειδές. Στην ίδια εικόνα εμφανίζεται το διάγραμμα της επαγόμενης ΗΕΔ στο πηνίο ως συνάρτηση του χρόνου, όπως ανιχνεύεται από κατάλληλο αισθητήρα και καταγράφεται στον Η/Υ, κατά τη διέλευση του μαγνήτη.



Εικόνα 12.1

- (α) Να αναφέρετε τον αισθητήρα που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση της επαγόμενης Η.Ε.Δ.

(1 μονάδα)

Για την ανίχνευση της επαγόμενης Η.Ε.Δ. χρησιμοποιήθηκε αισθητήρας τάσης

(β) Να εξηγήσετε γιατί αναπτύσσεται επαγόμενη Η.Ε.Δ. στο πηνίο κατά την κίνηση του μαγνήτη, στο χρονικό διάστημα Δt_1 .

(3 μονάδες)

Κατά την είσοδο του μαγνήτη στο σωληνοειδές, μεταβάλλεται η πυκνότητα των μαγνητικών δυναμικών γραμμών που διαπερνούν την επιφάνεια του σωληνοειδούς, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η μαγνητική ροή δια μέσου της επιφάνειας του σωληνοειδούς. Σύμφωνα με τον νόμο Faraday, επάγεται τάση στα άκρα του σωληνοειδούς.

(γ) Από τη μορφή του διαγράμματος της Εικόνας 12.1, προκύπτει ότι το εύρος των δύο χρονικών διαστημάτων είναι διαφορετικό και η επαγόμενη Η.Ε.Δ. παίρνει διαφορετικές μέγιστες τιμές σε καθένα από τα χρονικά διαστήματα Δt_1 και Δt_2 .

Να εξηγήσετε τις πιο πάνω παρατηρήσεις.

(3 μονάδες)

Ο μαγνήτης επιταχύνεται προς τα κάτω υπό την επίδραση του βάρους, με αποτέλεσμα να εισέρχεται στο σωληνοειδές με μικρότερη ταχύτητα σε σχέση με την αντίστοιχη ταχύτητα εξόδου από το σωληνοειδές. Έτσι το χρονικό διάστημα εισόδου είναι μεγαλύτερο από το χρονικό διάστημα εξόδου και, συνεπώς, ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής κατά την είσοδο είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο ρυθμό κατά την έξοδο.

(δ) Στο Διάγραμμα της Εικόνας 12.1 έχουν σημειωθεί οι περιοχές (I) και (II).

(i) Να εξηγήσετε τι αντιπροσωπεύει το εμβαδόν της κάθε περιοχής.

(2 μονάδες)

Από την εξίσωση που περιγράφει τον νόμο Faraday:

$$E_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} \Delta t = \Delta\Phi$$

προκύπτει το συμπέρασμα ότι τα εμβαδά των περιοχών αντιπροσωπεύουν τη μεταβολή της μαγνητικής ροής

(ii) Να εξηγήσετε γιατί τα εμβαδά των περιοχών (I) και (II) είναι ίσα.

(1 μονάδα)

Τα εμβαδά των δύο περιοχών είναι ίσα, γιατί η συνολική μεταβολή της μαγνητικής ροής ισούται με μηδέν:

$$\Delta\Phi_{ολ} = 0 \Rightarrow |\Delta\Phi_1| - |\Delta\Phi_2| = 0 \Rightarrow |\Delta\Phi_1| = |\Delta\Phi_2|$$

Ερώτηση 13

Μία ομάδα μαθητών/τριών χρησιμοποίησε διάταξη απλού εκκρεμούς για να προσδιορίσει, πειραματικά, την επιτάχυνση της βαρύτητας, g , στο εργαστήριο. Μεταβάλλοντας το μήκος L του εκκρεμούς, υπολόγιζαν την αντίστοιχη περίοδο T και την ποσότητα T^2 , συμπληρώνοντας τον Πίνακα 13.1. Κατά τη διάρκεια του πειράματος διατηρούσαν μικρή τη γωνία εκτροπής του εκκρεμούς.

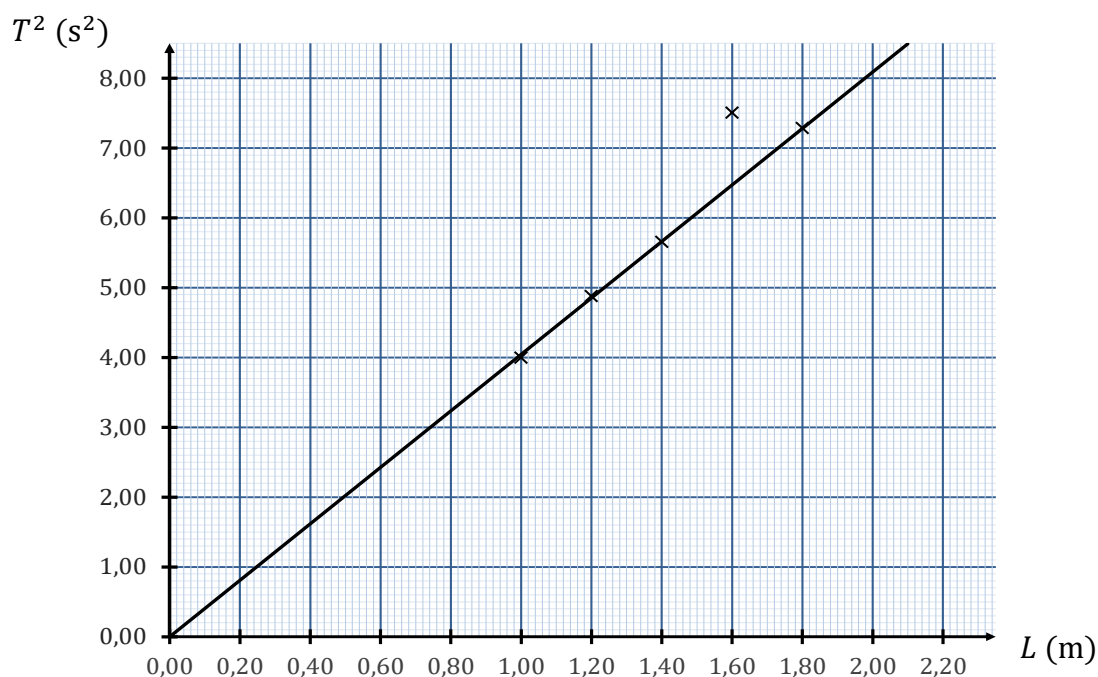
Πίνακας 13.1

	Μέτρηση 1 ^η	Μέτρηση 2 ^η	Μέτρηση 3 ^η	Μέτρηση 4 ^η	Μέτρηση 5 ^η
L (m)	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
T^2 (s ²)	4,00	4,88	5,66	7,51	7,29

(α) (i) Να χαράξετε, σε βαθμονομημένους άξονες στο χιλιοστομετρικό χαρτί του τετραδίου απαντήσεων, τη γραφική παράσταση του τετραγώνου της περιόδου ως συνάρτηση του μήκους του εκκρεμούς, $T^2 = f(L)$.

(4 μονάδες)

Τα εμπλεκόμενα φυσικά μεγέθη ικανοποιούν μια γραμμική σχέση και, με βάση τις πειραματικές μετρήσεις, προκύπτει η εξής γραφική παράσταση:



(ii) Να προσδιορίσετε τη μέτρηση που πρέπει να επαναληφθεί.

(1 μονάδα)

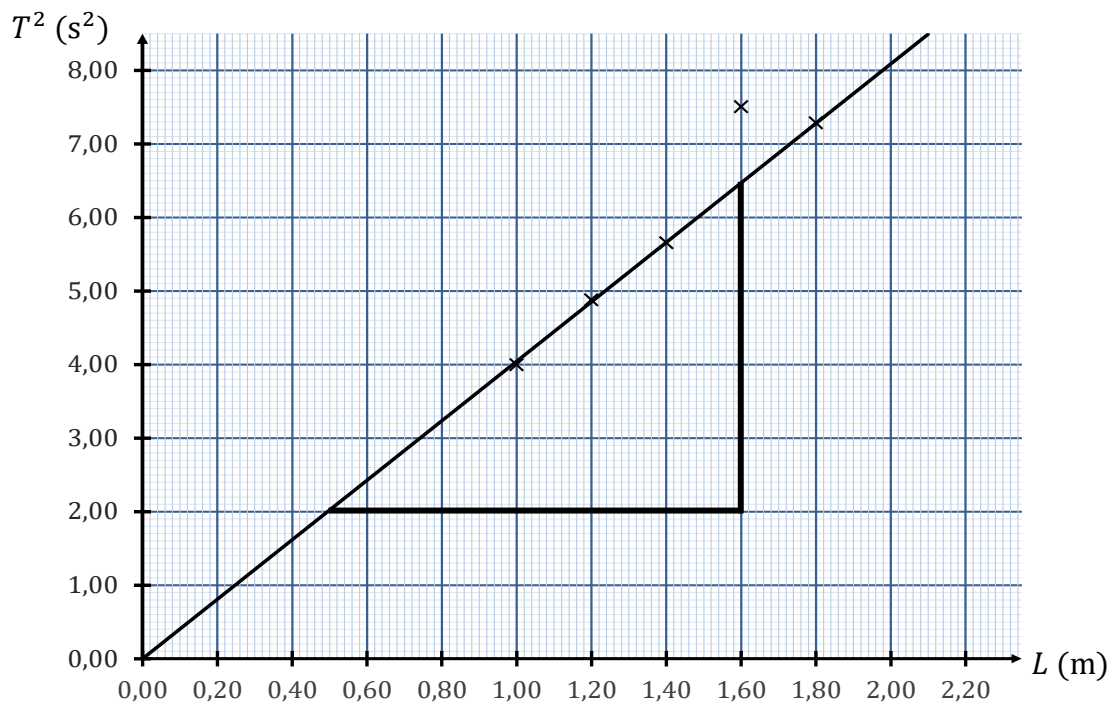
Πρέπει να επαναληφθεί η 4^η μέτρηση.

(iii) Να χρησιμοποιήσετε τη γραφική παράσταση που έχετε χαράξει, για να υπολογίσετε την επιτάχυνση της βαρύτητας, g , δεδομένου ότι ισχύει η Σχέση 13.1.

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \quad (\text{Σχέση 13.1})$$

(3 μονάδες)

Από τη γραφική παράσταση, υπολογίζεται η κλίση της ευθείας που αντιστοιχεί στις πειραματικές μετρήσεις:



$$\text{Κλίση} = \frac{6,50 \text{ s}^2 - 2,00 \text{ s}^2}{1,60 \text{ m} - 0,50 \text{ m}} = 4,091 \frac{\text{s}^2}{\text{m}}$$

Σύμφωνα με τη βασική θεωρία γραφικών παραστάσεων:

$$\frac{4\pi^2}{g} = \text{κλίση} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2}{\text{κλίση}}$$

Αντικαθιστώντας την τιμή της κλίσης προκύπτει το ζητούμενο αποτέλεσμα:

$$g = \frac{4\pi^2}{4,091 \text{ s}^2/\text{m}} \approx 9,91 \text{ m/s}^2$$

(β) Ένας από τους μαθητές εισηγείται να χρησιμοποιήσουν εκκρεμές με όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μήκος.

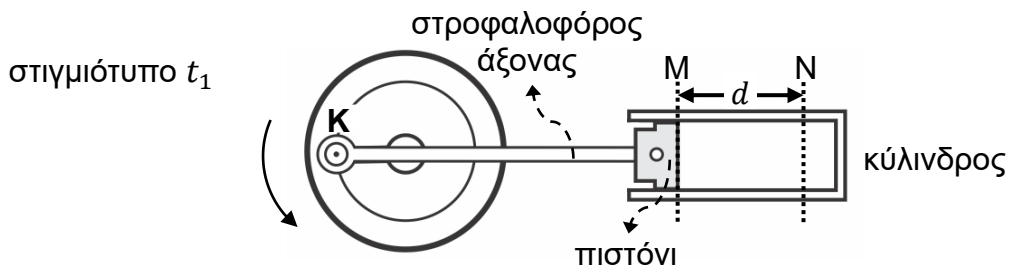
Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους η εισήγηση αυτή είναι σωστή.

(2 μονάδες)

Οι δύο λόγοι είναι: (α) Η μείωση του ποσοστικού σφάλματος στη μέτρηση του μήκους του εκκρεμούς και (β) η μείωση του ποσοστικού σφάλματος στη μέτρηση της περιόδου του εκκρεμούς.

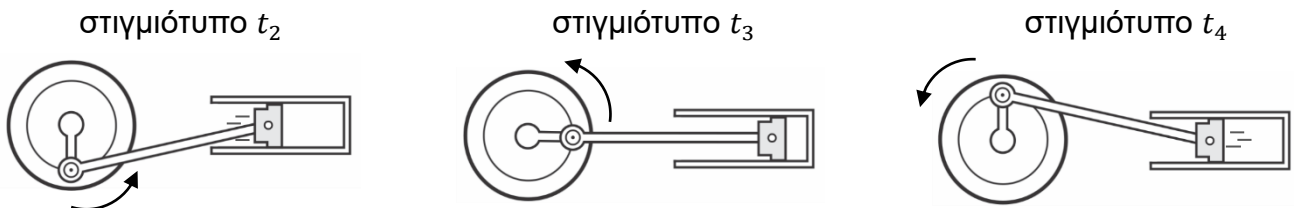
Ερώτηση 14

Η κίνηση του πιστονιού μιας μηχανής επιτυγχάνεται μέσω ενός στροφαλοφόρου άξονα και προσεγγίζεται σαν **απλή αρμονική ταλάντωση** ανάμεσα στις θέσεις M και N ενός οριζόντιου κυλίνδρου, όπως φαίνεται στο στιγμιότυπο t_1 της Εικόνας 14.1. Στην ίδια εικόνα έχουν σημειωθεί το εύρος κίνησης του πιστονιού (d) και η θέση του σημείου K του στροφαλοφόρου άξονα.



Εικόνα 14.1

Στην Εικόνα 14.2 δίνονται τρία μεταγενέστερα στιγμιότυπα t_2 , t_3 και t_4 του συστήματος στροφαλοφόρος άξονας – πιστόνι.



Εικόνα 14.2

(α) Να ονομάσετε την κίνηση που εκτελεί το σημείο K του στροφαλοφόρου άξονα.

(1 μονάδα)

Το σημείο K εκτελεί ομαλή κυκλική κίνηση.

(β) Η εξίσωση ταλάντωσης του πιστονιού δίνεται από τη Σχέση 14.1.

$$x = (0,05 \text{ m}) \eta\mu \left[\left(40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) t \right] \quad (\text{Σχέση 14.1})$$

(i) Να υπολογίσετε το εύρος κίνησης του πιστονιού, d (Εικόνα 14.1).

(2 μονάδες)

Από την δοθείσα εξίσωση ταλάντωσης, προσδιορίζεται το πλάτος της κίνησης: $x_0 = 0,05 \text{ m}$
Η ζητούμενη ποσότητα προκύπτει ως εξής: $d = 2x_0 = 0,10 \text{ m}$

(ii) Να υπολογίσετε τη φάση του πιστονιού τη χρονική στιγμή $0,02 \text{ s}$.

(2 μονάδες)

Αντικαθιστώντας τη δεδομένη χρονική στιγμή στην εξίσωση της φάσης, προκύπτει:

$$\hat{\varphi} = \left(40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) t \Rightarrow \hat{\varphi} = \left(40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) 0,02 \text{ s}$$

Η ζητούμενη ποσότητα ισούται με: $\hat{\varphi} = 2,51 \text{ rad} = 144^\circ$

(iii) Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας του πιστονιού, $v = f(t)$.

(2 μονάδες)

Βάσει του ορισμού της ταχύτητας, προκύπτει η γενική εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης:

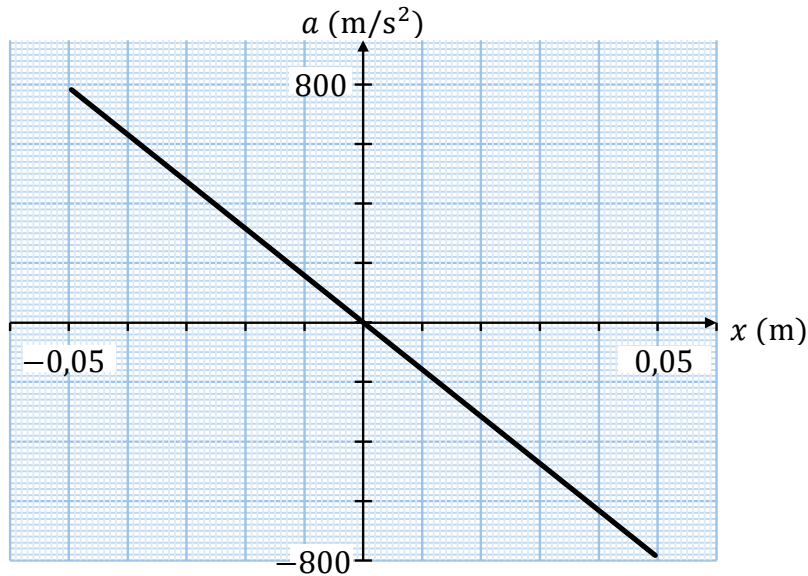
$$v = \frac{dx}{dt} = \omega x_0 \sigma\upsilon\nu(\omega t)$$

Αντικαθιστώντας τα φυσικά μεγέθη με της ορθές της τιμές, προκύπτει η ζητούμενη εξίσωση:

$$v = (6,28 \text{ m/s}) \sigma\upsilon\nu \left[\left(40\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right) t \right]$$

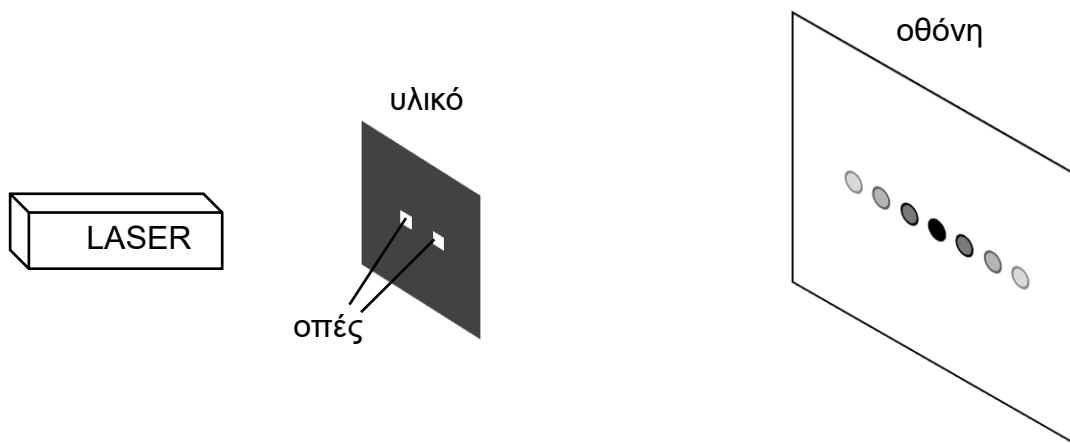
(iv) Να χαράξετε, σε βαθμονομημένους άξονες στο χιλιοστομετρικό χαρτί του τετραδίου απαντήσεων, τη γραφική παράσταση της επιτάχυνσης του πιστονιού ως συνάρτηση της μετατόπισής του από τη θέση ισορροπίας, $a = f(x)$. (3 μονάδες)

Σύμφωνα με την εξίσωση της επιτάχυνσης συναρτήσεως του χρόνου ($a = -\omega^2 x$), για πλάτος κίνησης $x_0 = \pm 0,05$ m και μέγιστη επιτάχυνση $a_{\mu\epsilon\gamma} = \omega^2 x_0 = \pm 790$ m/s², προκύπτει η ακόλουθη γραφική παράσταση:



Ερώτηση 15

Στην Εικόνα 15.1 φαίνεται ένα σύστημα ελέγχου ελαστικού υλικού που μετρά, με χρήση LASER, την απόσταση μεταξύ δύο μικρών οπών σε ένα δείγμα. Λόγω των κυματικών φαινομένων που συμβαίνουν, παρατηρούνται στην οθόνη φωτεινοί κροσσοί.



Εικόνα 15.1

- (α) Να αναφέρετε τα κυματικά φαινόμενα από τα οποία προκύπτουν οι φωτεινοί κροσσοί.
(2 μονάδες)

Στις οπές του υλικού συμβαίνει περίθλαση, ενώ στον χώρο μεταξύ υλικού και οθόνης συμβαίνει συμβολή.

- (β) Όταν χρησιμοποιείται μια δέσμη LASER, μήκους κύματος 488 nm, δυο διαδοχικοί φωτεινοί κροσσοί απέχουν 8,00 mm. Η οθόνη τοποθετήθηκε 3,60 m μακριά από το δείγμα υλικού (Εικόνα 15.1).

Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των οπών στο δείγμα.

(3 μονάδες)

Από το τυπολόγιο προκύπτει η εξίσωση υπολογισμού της απόστασης μεταξύ των δύο οπών του υλικού, συναρτήσει των δεδομένων ποσοτήτων:

$$\Delta x = \lambda \frac{D}{a} \Rightarrow a = \lambda \frac{D}{\Delta x}$$

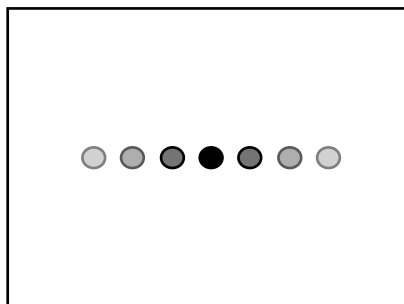
Αντικαθιστώντας τα φυσικά μεγέθη, σε συμβατές μονάδες μέτρησης, προκύπτει η ζητούμενη ποσότητα:

$$a = 488 \text{ nm} \cdot \frac{3,60 \text{ m}}{8,00 \text{ mm}} = (488 \times 10^{-9} \text{ m}) \cdot \left(\frac{3,60 \text{ m}}{8,00 \times 10^{-3} \text{ m}} \right) \approx 2,2 \times 10^{-4} \text{ m}$$

Ορθός υπολογισμός της ζητούμενης ποσότητας:

$$a \approx 2,2 \times 10^{-4} \text{ m}$$

- (γ) Στην Εικόνα 15.2 φαίνεται το μοτίβο των φωτεινών κροσσών που προκύπτει όταν χρησιμοποιείται η πηγή LASER που περιγράφεται πιο πάνω.

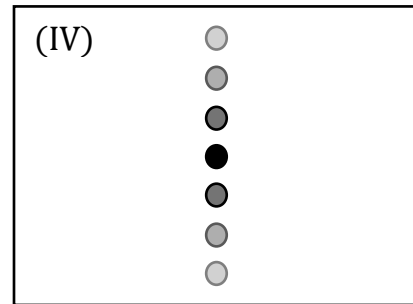
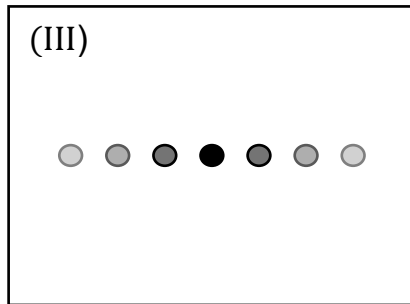
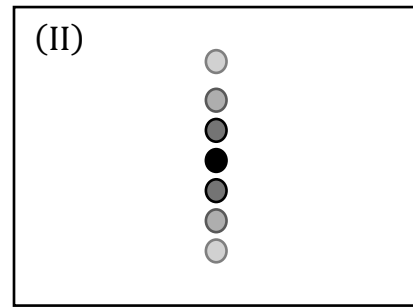
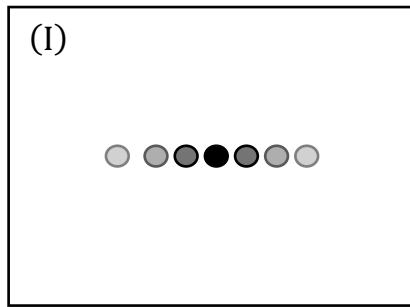


Εικόνα 15.2

- (i) Αντικαθιστούμε το προηγούμενο LASER με άλλο μήκους κύματος 667 nm.

Να επιλέξετε, ποιο από τα μοτίβα (I), (II), (III) ή (IV), αντιπροσωπεύει καλύτερα το νέο μοτίβο κροσσών που θα προκύψει.

(1 μονάδα)



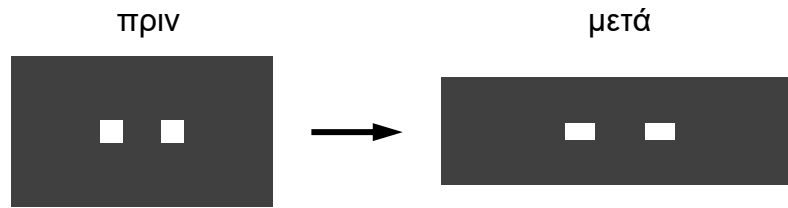
Το νέο μοτίβο που παρατηρείται είναι το μοτίβο (III)

(ii) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(2 μονάδες)

Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών είναι ανάλογη του μήκους κύματος ($\Delta x \propto \lambda$) και, συνεπώς, η αύξηση του μήκους κύματος συνεπάγεται ανάλογη αύξηση της απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών ($\lambda: \uparrow \rightarrow \Delta x: \uparrow$)

- (iii) Στα πλαίσια του ελέγχου, το ελαστικό υλικό παραμορφώνεται στην οριζόντια διεύθυνση, όπως φαίνεται στην Εικόνα 15.3.



Εικόνα 15.3

Να επιλέξετε, ποιο από τα πιο πάνω μοτίβα, (I), (II), (III) ή (IV), αντιπροσωπεύει καλύτερα το νέο μοτίβο κροσσών που θα προκύψει.

(1 μονάδα)

Το νέο μοτίβο που παρατηρείται είναι το μοτίβο (I)

- (iv) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(1 μονάδα)

Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης μεταξύ των δύο οπών ($\Delta x \propto 1/\alpha$) και, συνεπώς, η αύξηση της απόστασης μεταξύ των δύο οπών συνεπάγεται ανάλογη μείωση της απόστασης μεταξύ δύο διαδοχικών φωτεινών κροσσών ($\alpha: \uparrow \rightarrow \Delta x: \downarrow$).

ΤΕΛΟΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΛΥΣΕΩΝ