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

**ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ 2024**

**Μάθημα:** ΦΥΣΙΚΗ (38)

**Ημερομηνία και ώρα εξέτασης:**
Παρασκευή 21 Ιουνίου 2024
8:00 – 11:00

# ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

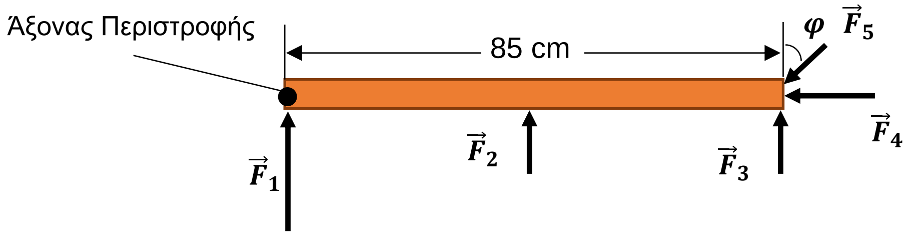
Σημείωση:

Οι πιο κάτω απαντήσεις είναι ενδεικτικές και η καθεμία δεν αποτελεί μοντέλο απάντησης. Πιθανόν, ορθές απαντήσεις των μαθητών να μην ταυτίζονται με αυτές των προτεινόμενων λύσεων.

## ΜΕΡΟΣ Α΄: Αποτελείται από 10 ερωτήσεις των 5 μονάδων η καθεμιά.

### <u>Ερώτηση 1</u>

Το πιο κάτω σχήμα δείχνει την κάτοψη μιας πόρτας και τον άξονα περιστροφής της, ο οποίος είναι κάθετος στο επίπεδο της σελίδας. Στην πόρτα ασκούνται πέντε δυνάμεις, όπως φαίνεται στο σχήμα, με μέτρα: $|\vec{F}_1| = 10\ \mathrm{N}$, $|\vec{F}_2| = 5\ \mathrm{N}$, $|\vec{F}_3| = 5\ \mathrm{N}$, $|\vec{F}_4| = 8\ \mathrm{N}$ και $|\vec{F}_5| = 5\ \mathrm{N}$.




**(α)** Να εξηγήσετε ποια από τις πέντε δυνάμεις προκαλεί τη μεγαλύτερη σε μέτρο ροπή κατά μήκος του άξονα περιστροφής της πόρτας.

(3 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Η $\vec{F}_3$.<br>Είναι ίση κατά μέτρο με τις δυνάμεις που έχουν μη μηδενική ροπή.<br>Έχει μεγαλύτερο μοχλοβραχίονα από αυτές. | **1 μον.**<br>**1 μον.**<br>**1 μον.** |

**(β)** Το πλάτος της πόρτας είναι $85\ \mathrm{cm}$ και η γωνία $\varphi$ που σχηματίζει η δύναμη με την κάθετο στην πόρτα είναι $45^{o}$.
Να υπολογίσετε τη ροπή κατά μήκος του άξονα περιστροφής της πόρτας που προκαλεί η δύναμη $\vec{F}_5$ (μέτρο και κατεύθυνση).

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| $|\vec{M}_{\vec{F}_5}| = |\vec{F}_5||\vec{r}_5|\ \eta\mu\ \theta$<br>$\Rightarrow |\vec{M}_{\vec{F}_5}| = (5\ \mathrm{N}) \times (0{,}85\ \mathrm{m}) \times \eta\mu(135^{o})$<br>ή $|\vec{M}_{\vec{F}_5}| = (5\ \mathrm{N}) \times (0{,}85\ \mathrm{m}) \times \sigma\upsilon\nu(45^{o})$<br>Ορθός υπολογισμός του μέτρου της ροπής δύναμης:<br>$|\vec{M}_{\vec{F}_5}| = 3\ \mathrm{N \cdot m}$ | **1 μον.** |
| Καθορισμός της ορθής κατεύθυνσης:<br>Διεύθυνση: Κατά μήκος του άξονα περιστροφής,<br>Φορά: Από τον αναγνώστη προς τη σελίδα<br>ή<br>$\otimes$ | **1 μον.** |

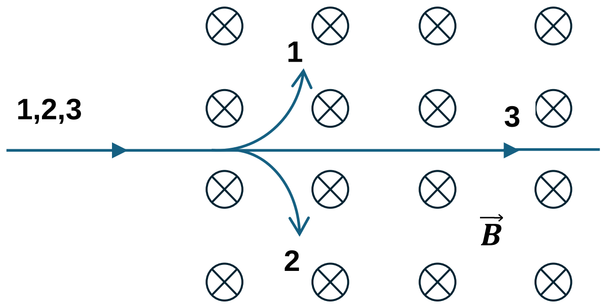
**<u>Ερώτηση 2</u>**

**Α.** Ένα ακίνητο, σημειακό ηλεκτρικό φορτίο βρίσκεται μέσα σε σταθερό και ομογενές μαγνητικό πεδίο. Να εξηγήσετε αν ασκείται μαγνητική δύναμη στο ηλεκτρικό φορτίο.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Δεν ασκείται. | **1 μον.** |
| Η μαγνητική δύναμη ασκείται μόνο σε κινούμενα ηλεκτρικά φορτία. | **1 μον.** |

**Β.** Τρία σωματίδια 1, 2 και 3 εισέρχονται με σταθερή ταχύτητα σε σταθερό και ομογενές μαγνητικό πεδίο, κάθετο στο επίπεδο της σελίδας και ακολουθούν τις διαδρομές που φαίνονται στο πιο κάτω σχήμα.




Να εξηγήσετε τι είδος ηλεκτρικού φορτίου μπορεί να φέρει το κάθε σωματίδιο.

(3 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Είδος φορτίου και ορθή εξήγηση για κάθε ένα από τα τρία σωματίδια: | |
| Σωματίδιο 1: $q_1 > 0$ (ή θετικό φορτίο), γιατί η μαγνητική δύναμη έχει φορά προς τα πάνω (σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού). | **1 μον.** |
| Σωματίδιο 2: $q_2 < 0$ (ή αρνητικό φορτίο), γιατί η μαγνητική δύναμη έχει φορά προς τα κάτω (σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού). | **1 μον.** |
| Σωματίδιο 3: $q_3 = 0$ (ή συνολικό φορτίο ίσο με μηδέν ή ουδέτερο), γιατί δεν δέχεται μαγνητική δύναμη (συνεχίζει να κινείται ευθύγραμμα). | **1 μον.** |

**<u>Ερώτηση 3</u>**

Οι πιο κάτω προτάσεις αναφέρονται στο κεφάλαιο Μηχανική Στερεού Σώματος. Να σημειώσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τη λέξη «ΟΡΘΟ» για κάθε πρόταση η οποία είναι ορθή και τη λέξη «ΛΑΘΟΣ» για κάθε πρόταση η οποία είναι λανθασμένη.

**(α)** Επειδή η Ροπή δύναμης, το Έργο δύναμης και η Ενέργεια έχουν ως μονάδα μέτρησης το $\mathrm{N \cdot m}$, είναι όλα μονόμετρα μεγέθη.

**(β)** Η ροπή μιας δύναμης είναι πάντα η ίδια ως προς διαφορετικά σημεία του χώρου**.**

**(γ)** Όταν το σημείο εφαρμογής μιας δύναμης μετακινείται πάνω στον φορέα της, η ροπή της δύναμης ως προς ένα σημείο του χώρου παραμένει σταθερή.

**(δ)** Μπορούμε να επιταχύνουμε το Κέντρο Μάζας ενός σώματος ασκώντας σε αυτό μόνο ένα ζεύγος δυνάμεων.

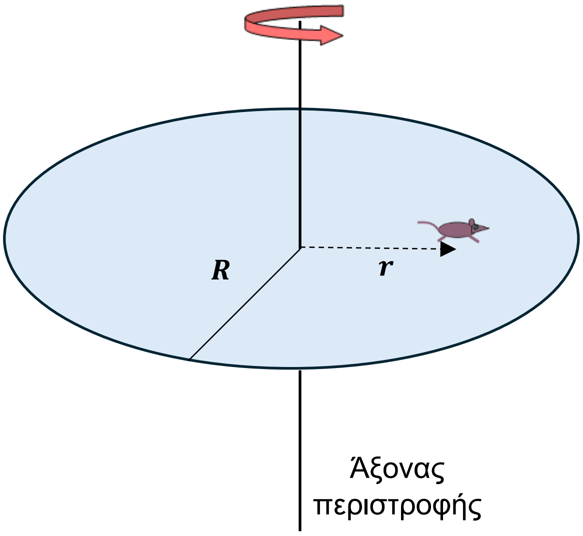
**(ε)** Δύο σώματα ίσης μάζας τα οποία περιστρέφονται με την ίδια γωνιακή ταχύτητα, έχουν πάντοτε την ίδια περιστροφική κινητική ενέργεια.

(5 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Μια μονάδα για κάθε σωστή απάντηση:<br>**(α)** ΛΑΘΟΣ<br>**(β)** ΛΑΘΟΣ<br>**(γ)** ΟΡΘΟ<br>**(δ)** ΛΑΘΟΣ<br>**(ε)** ΛΑΘΟΣ | **5 μον.** |

## Ερώτηση 4

Ένα μικρό ποντίκι με μάζα $m$ βρίσκεται πάνω σε έναν οριζόντιο, κυκλικό, ομογενή δίσκο με μάζα $M$ οκταπλάσια από τη μάζα του ποντικιού ($M = 8m$) και ακτίνα $R$. Ο δίσκος περιστρέφεται, χωρίς τριβές, γύρω από τον κεντρικό κατακόρυφο άξονα συμμετρίας του με γωνιακή ταχύτητα $\omega_1 = 1{,}75\ \mathrm{rad/s}$. Το ποντίκι βρίσκεται αρχικά σε απόσταση $r = 0{,}600R$ από το κέντρο του δίσκου, αλλά μετά περπατά και σταματά στην περιφέρεια του δίσκου. Να θεωρήσετε το ποντίκι ως υλικό σημείο. Η ροπή αδράνειας του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής του δίδεται από τη σχέση $I_{\Delta} = \frac{1}{2} MR^2$.




**(α)** Να διατυπώσετε την Αρχή Διατήρησης της Στροφορμής.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Ορθή διατύπωση της Αρχής Διατήρησης της Στροφορμής:<br>*Εάν το άθροισμα των εξωτερικών ροπών σε ένα σώμα ή σύστημα μηδενίζεται ως προς κάποιο σημείο του χώρου, η συνολική στροφορμή του σώματος ή συστήματος, ως προς το ίδιο σημείο διατηρείται.* | **1 μον.** |

**(β)** Να υπολογίσετε το μέτρο της γωνιακής ταχύτητας του δίσκου, όταν το ποντίκι βρίσκεται στην τελική του θέση.

(3 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Διαπίστωση της Αρχής Διατήρησης της Στροφορμής:<br>$\Sigma\vec{M}_{\varepsilon\xi} = \vec{0} \Rightarrow \Delta\vec{L} = \vec{0}$ | **1 μον.** |
| Σωστή ανάπτυξη της πιο πάνω εξίσωσης:<br>$(I_{\Delta} + I_{\pi})\omega_1 = (I_{\Delta} + I'_{\pi})\omega_2$<br>$\Rightarrow \left(\frac{1}{2}MR^2 + mr^2\right)\omega_1 = \left(\frac{1}{2}MR^2 + mR^2\right)\omega_2$<br>Ορθός υπολογισμός της ζητούμενης γωνιακής ταχύτητας:<br>$\Rightarrow \left[\frac{1}{2}(8m)R^2 + m(0{,}600R)^2\right]\omega_1 = \left[\frac{1}{2}(8m)R^2 + mR^2\right]\omega_2$ | **1 μον.** |

| | |
|---|---|
| $$\Rightarrow \omega_2 = \left(\frac{4{,}36}{5{,}00}\right)\omega_1$$ $$\Rightarrow \omega_2 = 1{,}53\ \mathrm{rad/s}$$ | **1 μον.** |

**(γ)** Να δικαιολογήσετε κατά πόσο η κινητική ενέργεια περιστροφής του δίσκου, όταν το ποντίκι βρίσκεται στην αρχική του θέση, είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από την κινητική ενέργεια περιστροφής του δίσκου, όταν το ποντίκι βρίσκεται στην τελική του θέση.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Από την σχέση υπολογισμού της περιστροφικής κινητικής ενέργειας, για $I_\Delta = \text{σταθ.}$ και $\omega_2 < \omega_1$, προκύπτει ότι: $E_{\text{κιν},2} < E_{\text{κιν},1}$ | **1 μον.** |

## Ερώτηση 5

Οι πιο κάτω ερωτήσεις αναφέρονται στο κεφάλαιο Ταλαντώσεις και αφορούν σώμα μάζας $m$ που είναι αναρτημένο από ένα αβαρές, κατακόρυφο ελατήριο. Το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

Να σημειώσετε στο τετράδιο απαντήσεών σας τη λέξη «ΟΡΘΟ» για κάθε πρόταση η οποία είναι ορθή και τη λέξη «ΛΑΘΟΣ» για κάθε πρόταση η οποία είναι λανθασμένη.

**(α)** Όταν το σώμα βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του, τότε μηδενίζεται η δύναμη ελατηρίου.

**(β)** Εάν η ίδια διάταξη σώματος - ελατηρίου μεταφερθεί στη Σελήνη, τότε η σταθερά της ταλάντωσης παραμένει η ίδια.

**(γ)** Εάν τετραπλασιαστεί η μάζα του σώματος, η συχνότητα ταλάντωσής του θα υποδιπλασιαστεί.

**(δ)** Το σώμα είναι δυνατόν να έχει ταυτόχρονα μηδενική ταχύτητα και μηδενική επιτάχυνση.

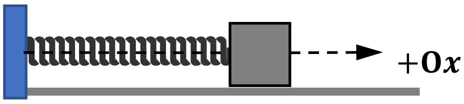
**(ε)** Το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που ασκείται στο σώμα είναι μέγιστο στις ακραίες θέσεις της ταλάντωσης.

(5 μονάδες)

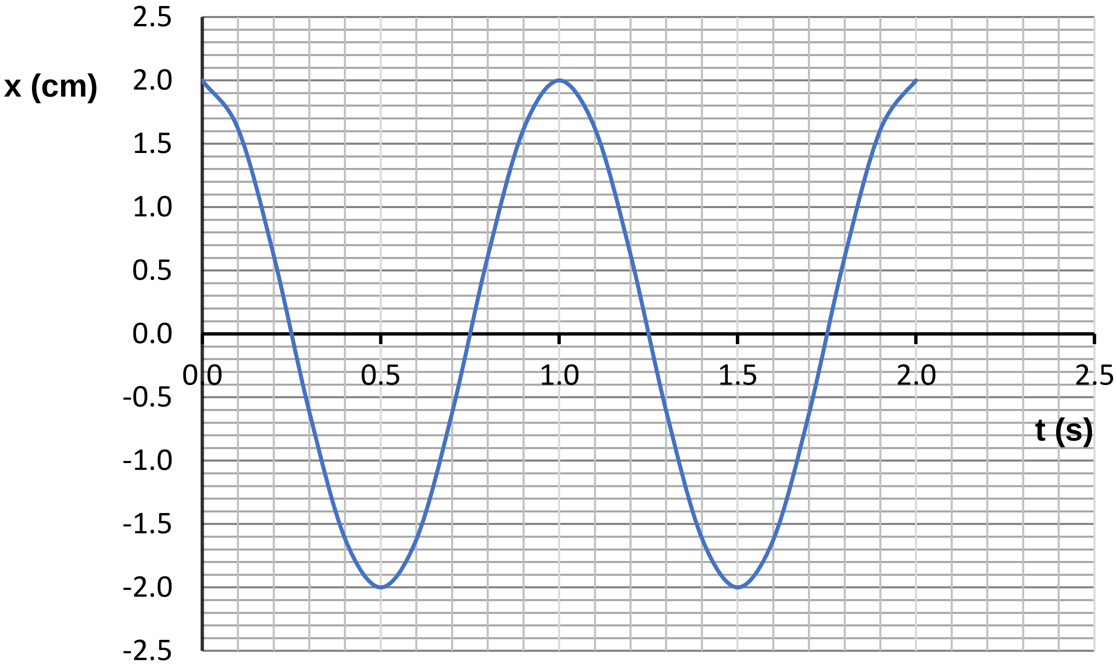
| | |
|---|---|
| Μια μονάδα για κάθε σωστή απάντηση:<br>**(α)** ΛΑΘΟΣ<br>**(β)** ΟΡΘΟ<br>**(γ)** ΟΡΘΟ<br>**(δ)** ΛΑΘΟΣ<br>**(ε)** ΟΡΘΟ | **5 μον.** |

**Ερώτηση 6**

Ένα σώμα μικρών διαστάσεων, μάζας $m$, είναι στερεωμένο στην ελεύθερη άκρη ενός αβαρούς οριζόντιου ελατηρίου σταθεράς $k$ και κινείται σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Η άλλη άκρη του ελατηρίου είναι στερεωμένη σε ακλόνητο τοίχο, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Αρχικά το σώμα ισορροπεί και το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος.




Το σώμα εκτρέπεται από την αρχική του θέση και αφήνεται να κινηθεί. Η γραφική παράσταση της μετατόπισης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του σαν συνάρτηση του χρόνου, απεικονίζεται στο πιο κάτω σχήμα.




Η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο σώμα δίνεται από τη σχέση $\Sigma\vec{F} = -k\vec{x}$.

**(α)** Να εξηγήσετε πώς από τη σχέση της συνισταμένης δύναμης συμπεραίνουμε ότι το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Η συνισταμένη δύναμη είναι ανάλογη και αντίρροπη της μετατόπισης από τη θέση ισορροπίας. | **1 μον.** |

**(β)** Να χρησιμοποιήσετε δεδομένα από τη γραφική παράσταση για να υπολογίσετε τη μέγιστη επιτάχυνση του σώματος.

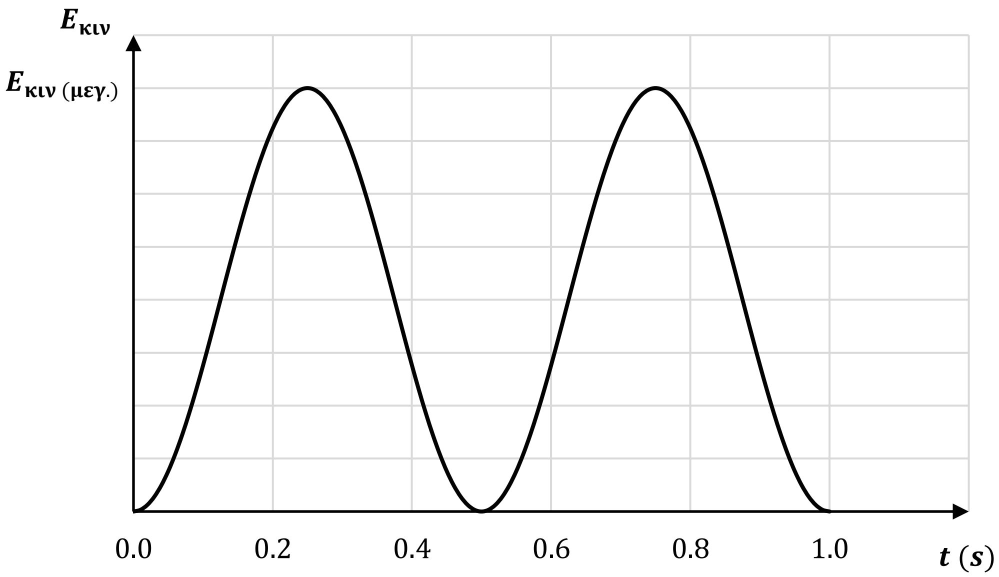
(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Εξαγωγή δεδομένων από τη γραφική παράσταση: $x_0 = 2{,}0\ \mathrm{cm}$, $T = 1{,}0\ \mathrm{s}$<br>Ορθός υπολογισμός της ζητούμενης επιτάχυνσης: | **1 μον.** |

| | |
|---|---|
| $a_0 = \omega^2 x_0 = \left(\dfrac{4\pi^2}{T^2}\right) x_0 = \left(\dfrac{4\pi^2}{1{,}0\ \mathrm{s}}\right) \times (2{,}0\ \mathrm{cm})$ <br> $\Rightarrow a_0 = 79\,\dfrac{\mathrm{cm}}{\mathrm{s}^2} = 0{,}08\pi^2\ \mathrm{m/s^2} = 0{,}79\ \mathrm{m/s^2}$ | **1 μον.** |

**(γ)** Η μέγιστη κινητική ενέργεια του σώματος είναι $E_{κιν(μεγ.)}$. Στο τετραγωνισμένο χαρτί του τετραδίου σας, να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της κινητικής ενέργειας του σώματος σε σχέση με τον χρόνο ($E_{\text{κιν}} = f(t)$) για το πρώτο δευτερόλεπτο της κίνησής του. Να βαθμολογήσετε μόνο τον άξονα του χρόνου.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Η γραφική παράσταση να ξεκινά από το σημείο $(0{,}0)$ και να έχει ορθή μορφή. | **1 μον.** |
| Ορθή περιοδικότητα της συνάρτησης. <br>   | **1 μον.** |

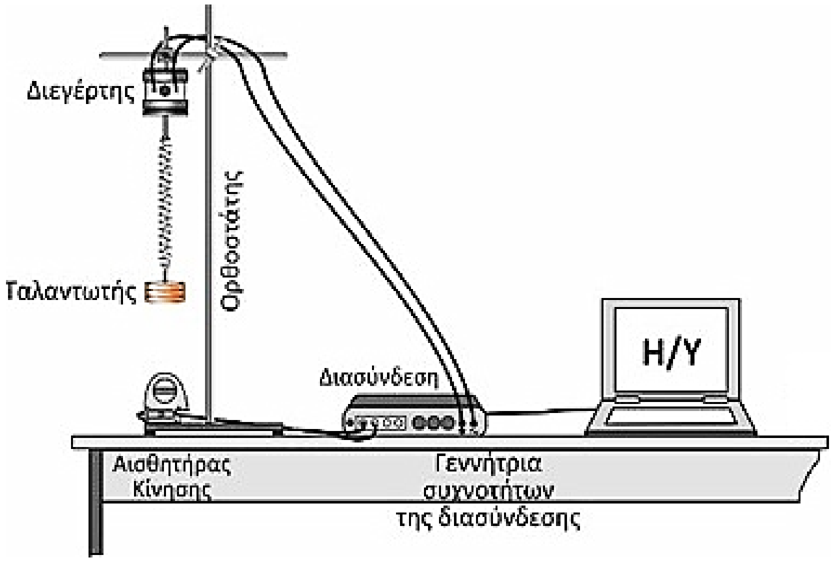
## Ερώτηση 7

**(α)** Να γράψετε ποιο φαινόμενο ονομάζουμε συντονισμό στις ταλαντώσεις και να εξηγήσετε πότε συμβαίνει.

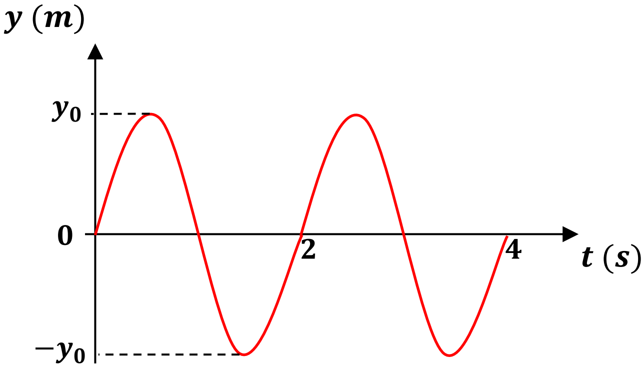
(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Συντονισμός ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο το πλάτος της εξαναγκασμένης ταλάντωσης μεγιστοποιείται. | **1 μον.** |
| Συμβαίνει όταν: $f_{Διεγ.} \simeq f_0$ | **1 μον.** |

**(β)** Μια ομάδα μαθητριών συναρμολόγησε την πιο κάτω πειραματική διάταξη για να μελετήσει το φαινόμενο του συντονισμού.




Η γραφική παράσταση της μετατόπισης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του, $y = f(t)$, που προέκυψε όταν το σύστημα βρισκόταν σε κατάσταση συντονισμού φαίνεται στο ακόλουθο γράφημα:




Οι μαθήτριες στη συνέχεια μείωσαν στο μισό τη συχνότητα του διεγέρτη.

**(i)** Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί το πλάτος της ταλάντωσης του σώματος.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Θα μειωθεί, | **1 μον.** |
| γιατί $f_{Διεγ} \neq f_0$, για την οποία $f_0$ αντιστοιχεί το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης. | **1 μον.** |

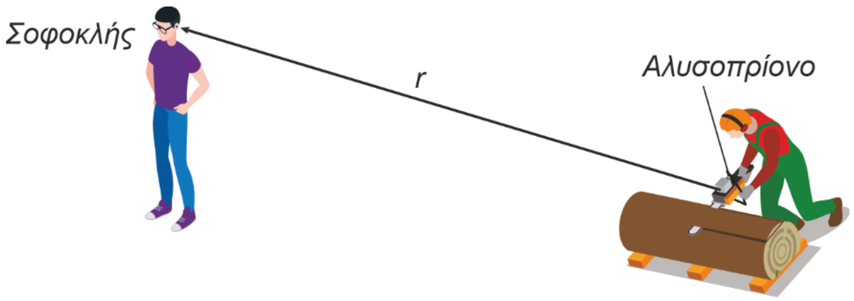
**(ii)** Να αναφέρετε αν θα αλλάξει η περίοδος ταλάντωσης του σώματος.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Θα αλλάξει. | **1 μον.** |

## Ερώτηση 8

Ο Σοφοκλής στέκεται σε απόσταση $r$ από ένα αλυσοπρίονο, το οποίο εκπέμπει ήχο με ισχύ $P_0 = 0{,}45\ \mathrm{W}$. Το επίπεδο έντασης του ήχου που φθάνει στο αυτί του Σοφοκλή, είναι $70\ \mathrm{db}$. Να θεωρήσετε ότι ο ήχος που εκπέμπει το αλυσοπρίονο διαδίδεται ομοιόμορφα σε όλες τις διευθύνσεις και ότι οι ανακλάσεις μπορούν να αγνοηθούν.




**(α)** Να υπολογίσετε την απόσταση $r$ του Σοφοκλή από το αλυσοπρίονο.

(3 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Υπολογισμός της έντασης του ήχου στη θέση του Σοφοκλή: $$(70\ \mathrm{db}) = 10\log\left(\frac{I_{\Sigma o\varphi}}{I_o}\right) \Rightarrow \frac{I_{\Sigma o\varphi}}{I_o} = 10^7$$ $$\Rightarrow I_{\Sigma o\varphi} = 10^7 I_o = 10^{-5}\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}$$ | **1 μον.** |
| Μετασχηματισμός της σχέσης υπολογισμού της απόσταση *r* από την πηγή: $$I_{\Sigma o\varphi} = \frac{P_o}{4\pi r^2} \Rightarrow r^2 = \frac{P_o}{4\pi I_{\Sigma o\varphi}}$$ | **1 μον.** |
| Υπολογισμός του τελικού αποτελέσματος: $$r^2 = \frac{0{,}45\ \mathrm{W}}{4\pi \times \left(10^{-5}\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2}\right)} \Rightarrow r^2 = 3580{,}98\ \mathrm{m}^2$$ $$\Rightarrow r = 59{,}84\ \mathrm{m}$$ | **1 μον.** |

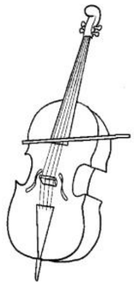
**(β)** Να αναφέρετε δύο χαρακτηριστικά των ηχητικών κυμάτων.

(2 μονάδες)

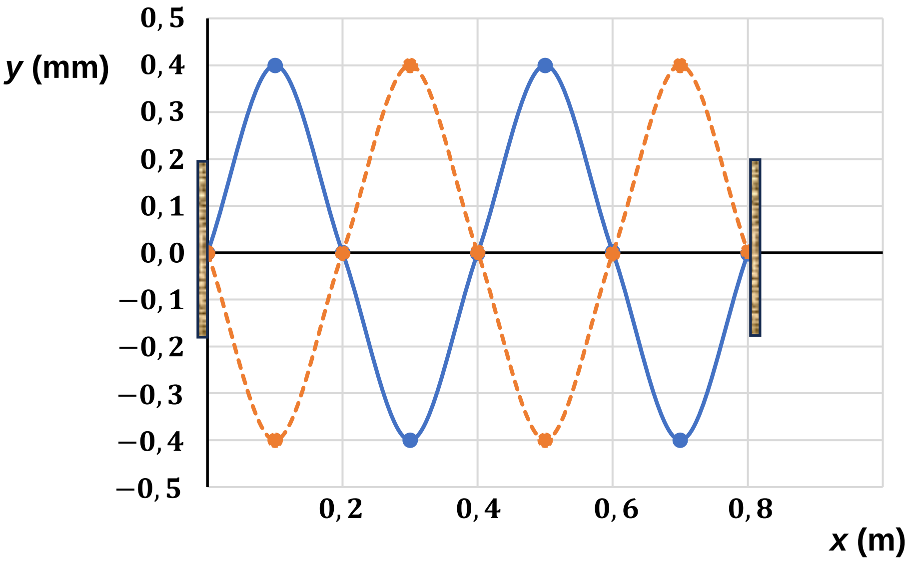
| | |
|---|---|
| Διάμηκες κύμα, | **1 μον.** |
| μηχανικό κύμα, | **1 μον.** |
| ή οποιοδήποτε άλλο ορθό χαρακτηριστικό. | |

**Ερώτηση 9**

Το βιολοντσέλο είναι ένα έγχορδο μουσικό όργανο που μπορεί να παράξει ήχο, είτε με τη χρήση δοξαριού είτε κτυπώντας (τσιμπώντας) τις χορδές με τα δάκτυλα.



Μία από τις χορδές που δονείται στο βιολοντσέλο έχει μήκος $0{,}80\ \mathrm{m}$, μάζα $m = 2{,}5\ \mathrm{g}$ και τείνεται από δύναμη μέτρου $|\vec{T}| = 325{,}0\ \mathrm{N}$. Η χορδή ταλαντώνεται και δημιουργείται στάσιμο κύμα σ' αυτή. Η μορφή του κύματος φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα. Στο σχήμα απεικονίζονται δύο στιγμιότυπα της χορδής.




**(α)** Να γράψετε τον ορισμό του στάσιμου κύματος.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Ορθή διατύπωση του ορισμού: *Στάσιμο κύμα ονομάζεται η υπέρθεση δύο τρεχόντων αρμονικών κυμάτων ίδιας φύσης, της ίδιας συχνότητας και πλάτους, που διαδίδονται στο ίδιο μέσο σε αντίθετες κατευθύνσεις.* | **1 μον.** |

**(β)** Να προσδιορίσετε το μήκος κύματος των εγκαρσίων κυμάτων που προκαλούν το στάσιμο κύμα στη χορδή.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| $\lambda = 0{,}40\ \mathrm{m}$ | **1 μον.** |

**(γ)** Να προσδιορίσετε την αρμονική συχνότητα, με την οποία πάλλεται η χορδή.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| 4η αρμονική ή $f_4$ ή ορθή αριθμητική τιμή της $f_4$. | **1 μον.** |

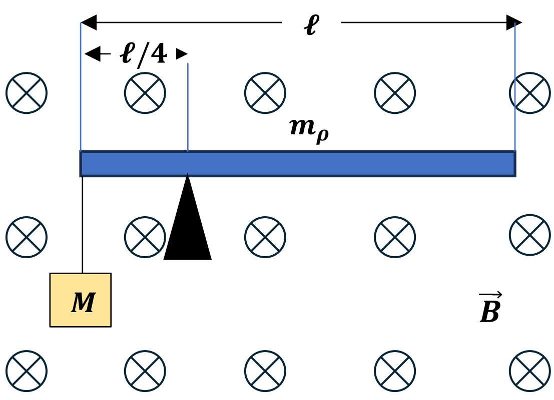
**(δ)** Να υπολογίσετε τη συχνότητα των εγκαρσίων κυμάτων που δημιουργούν το στάσιμο κύμα.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Υπολογισμός της ταχύτητας με τη χρήση της σχέσης $\mu = m/L$: $$\upsilon = \sqrt{\frac{\lvert\vec{T}\rvert}{\mu}} = \sqrt{\frac{\lvert\vec{T}\rvert L}{m}} = \sqrt{\frac{(325{,}0\ \mathrm{N})(0{,}80\ \mathrm{m})}{0{,}0025\ \mathrm{kg}}}$$ $$\Rightarrow \upsilon = 322{,}5\ \mathrm{m/s}$$ | **1 μον.** |
| Υπολογισμός της συχνότητας $$f = \frac{\upsilon}{\lambda} = \frac{322{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{0{,}40\ \mathrm{m}}$$ $$\Rightarrow f = 806{,}2\ \mathrm{Hz}$$ Ο υπολογισμός της συχνότητας μπορεί να προκύψει και μέσω της σχέσης: $$f_n = n\frac{\upsilon}{2L}$$ | **1 μον.** |

**<u>Ερώτηση 10</u>**

Ομογενής, αγώγιμη ράβδος μήκους $\ell$ και μάζας $m_\rho$ είναι τοποθετημένη σε στήριγμα, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση $\ell/4$ από το αριστερό άκρο της ράβδου. Η ράβδος βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$, με κατεύθυνση όπως φαίνεται στο σχήμα. Ένα σώμα του οποίου η μάζα $M$ είναι πέντε φορές μεγαλύτερη από τη μάζα της ράβδου $m_\rho$ ($M = 5\,m_\rho$), κρέμεται από το αριστερό άκρο της ράβδου. Τη ράβδο διαρρέει ηλεκτρικό ρεύμα με αποτέλεσμα να ισορροπεί οριζόντια. (Τα καλώδια που τροφοδοτούν τη ράβδο με ηλεκτρικό ρεύμα και τα οποία ασκούν αμελητέες δυνάμεις σε αυτή <u>δεν φαίνονται</u> στο σχήμα).



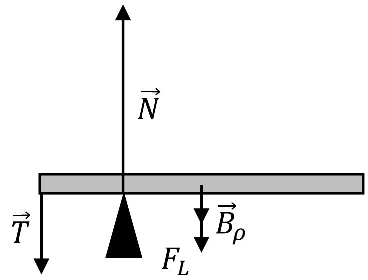
Να <u>καθορίσετε</u> τη φορά και να <u>υπολογίσετε</u> την τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που θα πρέπει να διαρρέει τη ράβδο, έτσι ώστε να ισορροπεί οριζόντια στο στήριγμα. Η απάντησή σας να δοθεί ως συνάρτηση των μεγεθών $\ell$, $m_\rho$, $|\vec{B}|$ και $g$.

(5 μονάδες)

Ορθός καθορισμός της φοράς της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος:

$$\left.\begin{matrix} M > m_\rho \\ d_{\vec{T}} = d_{\vec{B}_\rho} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \left|\vec{M}_{\vec{T}}\right| > \left|\vec{M}_{\vec{B}_\rho}\right|$$

$\Rightarrow \vec{F}_L$: Έχει φορά προς τα κάτω και προκαλεί δεξιόστροφη περιστροφή.




Καθορισμός της φοράς της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού:

$I$: Από δεξιά προς αριστερά **1 μον.**

Ορθή εφαρμογή της συνθήκης ισορροπίας:

$$\Sigma\vec{M}_{\varepsilon\xi} = \vec{0} \Rightarrow \vec{M}_{\vec{T}} + \vec{M}_{\vec{B}_\rho} + \vec{M}_{\vec{F}_L} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \left|\vec{M}_{\vec{T}}\right| - \left|\vec{M}_{\vec{B}_\rho}\right| - \left|\vec{M}_{\vec{F}_L}\right| = 0$$

**1 μον.**

Αντικατάσταση με τον ορθό μοχλοβραχίονα κάθε δύναμης:

$$\frac{5m_\rho g\ell}{4} - \frac{m_\rho g\ell}{4} - \left|\vec{F}_L\right|\frac{\ell}{4} = 0$$

**1 μον.**

Εξαγωγή της σχέσης για το μέτρο της $\vec{F}_L$:

$$\left|\vec{F}_L\right| = 4m_\rho g$$

**1 μον.**

Εξαγωγή της σχέσης υπολογισμού της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος:

$$\left|\vec{B}\right| I\ell = 4m_\rho g$$

$$\Rightarrow I = \frac{4m_\rho g}{\left|\vec{B}\right| \ell}$$

**1 μον.**

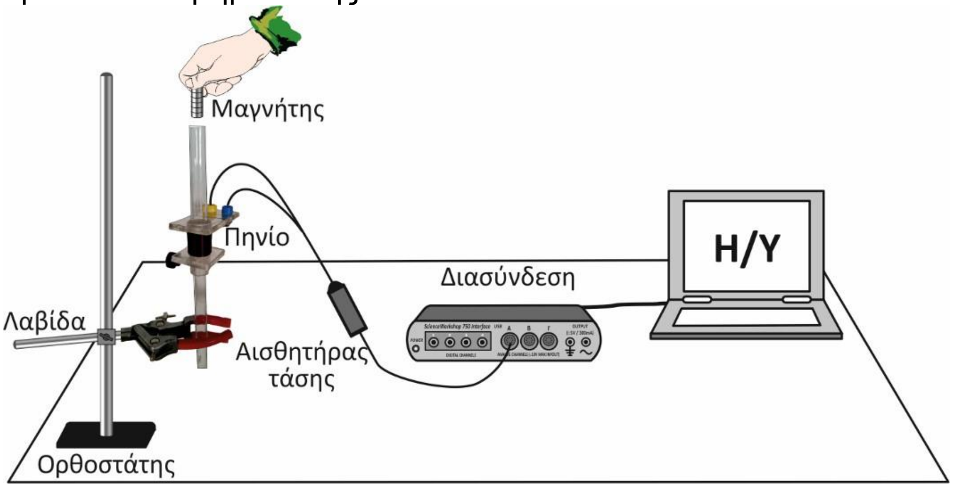
**ΤΕΛΟΣ ΜΕΡΟΥΣ Α΄**

**ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΜΕΡΟΣ Β΄**

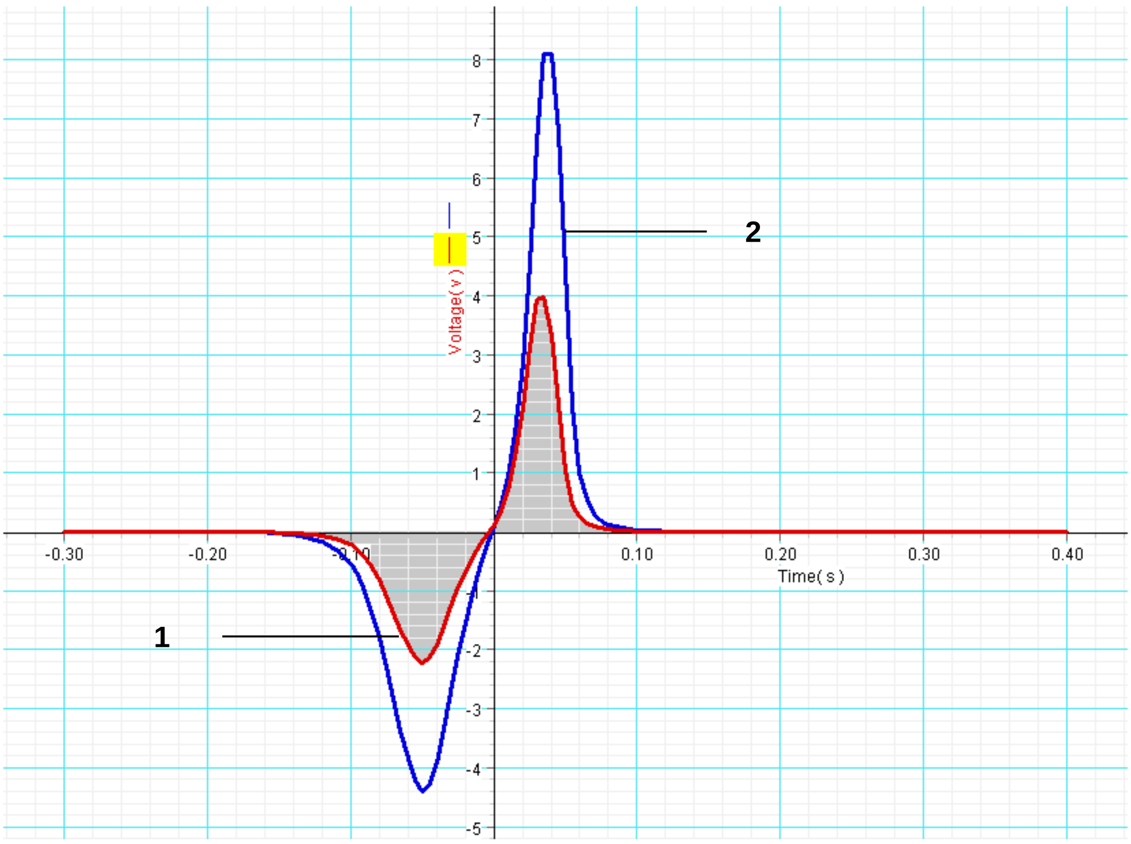
**ΜΕΡΟΣ Β΄: Αποτελείται από 5 ερωτήσεις των 10 μονάδων η καθεμιά.**

**<u>Ερώτηση 11</u>**

**Α**. Σε πειραματική μελέτη του φαινομένου της επαγωγής, με τη χρήση αισθητήρα τάσης και διασύνδεσης, χρησιμοποιήθηκε η πιο κάτω πειραματική διάταξη όπου ένας μαγνήτης αφήνεται να πέσει από κάποιο ύψος και να περάσει μέσα από πηνίο, το οποίο είναι συνδεδεμένο με τον αισθητήρα τάσης.




Στην οθόνη του υπολογιστή λήφθηκαν οι πιο κάτω γραφικές παραστάσεις, 1 και 2, που αντιστοιχούν σε δύο διαφορετικές εκτελέσεις του πειράματος. Οι γραφικές παραστάσεις δίνουν την επαγόμενη τάση σε σχέση με το χρόνο, όταν αφήνουμε τον μαγνήτη να πέσει ελεύθερα και να περάσει μέσα από το πηνίο.



**(α)** Να εξηγήσετε γιατί επάγεται τάση στα άκρα του πηνίου, αναφέροντας και τον σχετικό νόμο.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Διότι παρατηρείται μεταβολή της μαγνητικής ροής δια μέσου του πηνίου κατά τη διέλευση του μαγνήτη μέσα από αυτό<br>και σύμφωνα με τον νόμο του Faraday:<br>$\Delta\Phi \neq 0 \Rightarrow E_{\varepsilon\pi} \neq 0$ | **1 μον.**<br>**1 μον.** |

**(β)** Να αναφέρετε ποιο φυσικό μέγεθος εκφράζει το εμβαδόν της σκιασμένης περιοχής στη γραφική παράσταση 1.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Μεταβολή της μαγνητικής ροής ($\Delta\Phi$) ή αρνητική μεταβολή της μαγνητικής ροής ($-\Delta\Phi$) ή $-N\Delta\Phi$ ή Μαγνητική ροή. | **1 μον.** |

**(γ)** Τα εμβαδά των σκιασμένων περιοχών στις δύο πλευρές του κατακόρυφου άξονα είναι ίσα κατ' απόλυτη τιμή. Να εξηγήσετε γιατί ισχύει αυτή η διαπίστωση.

(1 μονάδα)

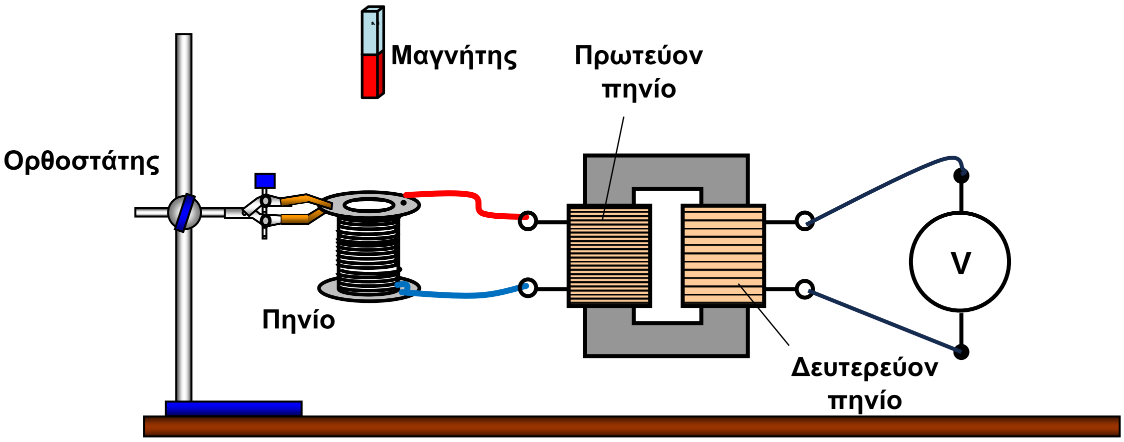
| | |
|---|---|
| Επειδή η μεταβολή της μαγνητικής ροής κατά την είσοδο του μαγνήτη είναι <u>αντίθετη</u> της μεταβολής της μαγνητικής ροής κατά την έξοδο του μαγνήτη από αυτό.<br>$\Delta\Phi_{\varepsilon\iota\sigma.} = -\Delta\Phi_{\varepsilon\xi.}$ ή $\lvert\Delta\Phi_{\varepsilon\iota\sigma.}\rvert = \lvert\Delta\Phi_{\varepsilon\xi.}\rvert$ ή $\Delta\Phi_{o\lambda} = 0$ | **1 μον.** |

**(δ)** Να γράψετε δύο πιθανές αλλαγές που έγιναν στην πειραματική διαδικασία σε σχέση με την εκτέλεση 1 για να ληφθεί η γραφική παράσταση 2.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Δύο από τις ακόλουθες απαντήσεις:<br>– Χρησιμοποίηση πηνίου με περισσότερες σπείρες.<br>– Χρησιμοποίηση πηνίου με μεγαλύτερο εμβαδό διατομής.<br>– Χρησιμοποίηση μαγνήτη με μαγνητικό πεδίο μεγαλύτερης έντασης. | **2 μον.** |

**Β.** Σε ένα δεύτερο πείραμα, αποσυνδέουμε τον αισθητήρα τάσης και συνδέουμε στα άκρα του πηνίου την πιο κάτω διάταξη, η οποία αποτελείται από δύο άλλα πηνία συζευγμένα μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το πρωτεύον πηνίο έχει περισσότερες σπείρες από ότι το δευτερεύον.




**(α)** Να αναφέρετε το φαινόμενο που συμβαίνει στη διάταξη με το πρωτεύον και το δευτερεύον πηνίο κατά τη διέλευση του μαγνήτη μέσα από το πηνίο.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Αμοιβαία επαγωγή. | **1 μον.** |

**(β)** Να εξηγήσετε κατά πόσο η μέγιστη τιμή της τάσης που θα έχουμε στο δευτερεύον πηνίο θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με τη μέγιστη τάση εισόδου στο πρωτεύον πηνίο κατά τη διέλευση του μαγνήτη μέσα από το πηνίο.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Μικρότερη μέγιστη τιμή της τάσης, | **1 μον.** |
| επειδή $N_2 < N_1$ στον λόγο μετασχηματισμού, οπότε $V_{0,2} < V_{0,1}$. | **1 μον.** |

**(γ)** Να γράψετε τι θα παρατηρήσουμε στην ένδειξη του βολτομέτρου, αν αντικαταστήσουμε την τάση εισόδου στο πρωτεύον πηνίο με πηγή συνεχούς τάσης.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Μηδενική ένδειξη. | **1 μον.** |

## <u>Ερώτηση 12</u>

**(α)** Μια ομάδα μαθητών στο εργαστήριο Φυσικής μελετά το απλό εκκρεμές. Να περιγράψετε πώς θα εργαστούν πειραματικά για να ελέγξουν αν η περίοδος του εκκρεμούς είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του εκκρεμούς.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Μέτρηση της περιόδου της ΑΑΤ του εκκρεμούς για μία τιμή της μάζας, διατηρώντας σταθερές τις υπόλοιπες εμπλεκόμενες ποσότητες ($\ell, g$). | **1 μον.** |
| Επανάληψη της διαδικασίας για διάφορες τιμές της μάζας και έλεγχος κατά πόσον η περίοδος παραμένει σταθερή. | **1 μον.** |

**(β)** Ακολούθως δίδεται οδηγία στους μαθητές να υπολογίσουν την περίοδο της ταλάντωσης $T$ για διάφορες τιμές του μήκους $\ell$ του εκκρεμούς.

Ένας μαθητής αναφέρει: «*Θα ξεκινούμε το χρονόμετρο μόλις αφήνουμε τη σφαίρα του εκκρεμούς από το πιο ψηλό σημείο της διαδρομής της και θα σταματούμε το χρονόμετρο όταν η σφαίρα περνά από το ίδιο σημείο ξανά για πρώτη φορά*»

Να εξηγήσετε πώς ο μαθητής θα έπρεπε να κάνει τη μέτρηση της περιόδου για να είναι πιο ακριβής.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Μέτρηση χρονικού διαστήματος περισσοτέρων ταλαντώσεων και υπολογισμός της περιόδου από αυτό. | **1 μον.** |

**(γ)** Ο πιο κάτω πίνακας δείχνει τις μετρήσεις της περιόδου $T$, που πήρε η ομάδα των μαθητών, σε σχέση με το μήκος $\ell$ του εκκρεμούς.

| $\boldsymbol{\ell}$ (m) | $\boldsymbol{T}$ (s) | |
|---|---|---|
| 0,20 | 1,00 | |
| 0,40 | 1,34 | |
| 0,60 | 1,63 | |
| 0,80 | 1,85 | |
| 1,00 | 2,07 | |
| 1,20 | 2,23 | |

Η σχέση που συνδέει τα δύο μεγέθη $T$ και $\ell$ είναι $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$, όπου $g$ είναι σταθερά.

**(i)** Να σχεδιάσετε, <u>στο τετραγωνισμένο χαρτί</u>, κατάλληλη γραφική παράσταση για να εξετάσετε κατά πόσο τα δεδομένα του πίνακα ικανοποιούν την πιο πάνω σχέση (μπορείτε να αξιοποιήσετε και μια τρίτη στήλη του πίνακα).

(5 μονάδες)

Συμπλήρωση της 3ης στήλης του πίνακα: **1 μον.**

| $\ell$ (m) | $T$ (s) | $T^2$ ($s^2$) |
|---|---|---|
| 0,20 | 1,00 | 1,00 |
| 0,40 | 1,34 | 1,80 |
| 0,60 | 1,63 | 2,66 |
| 0,80 | 1,85 | 3,42 |
| 1,00 | 2,07 | 4,28 |
| 1,20 | 2,23 | 4,97 |

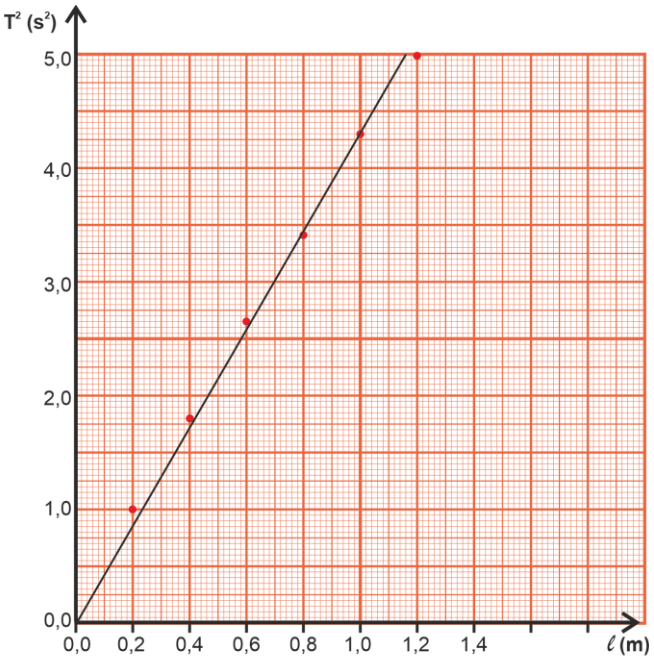
ή

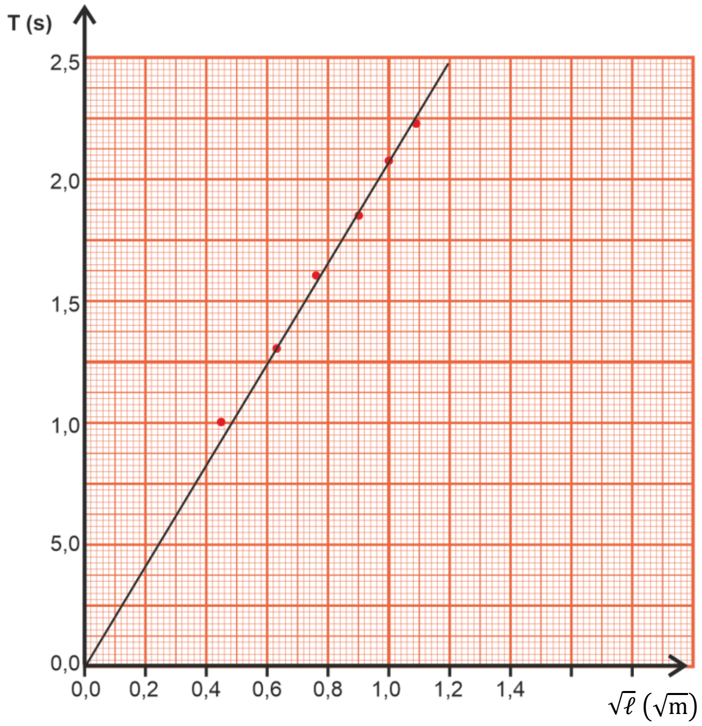
| $\ell$ (m) | $T$ (s) | $\sqrt{\ell}$ ($\sqrt{m}$) |
|---|---|---|
| 0,20 | 1,00 | 0,45 |
| 0,40 | 1,34 | 0,63 |
| 0,60 | 1,63 | 0,77 |
| 0,80 | 1,85 | 0,89 |
| 1,00 | 2,07 | 1,00 |
| 1,20 | 2,23 | 1,10 |

Ορθή βαθμονόμηση, φυσικά μεγέθη και αντίστοιχες μονάδες μέτρησης σε κάθε άξονα. **2 μον.**

Ορθή τοποθέτηση τουλάχιστον τεσσάρων σημείων στο τετραγωνισμένο χαρτί. **1 μον.**

Ορθή χάραξη της κατάλληλης ευθείας. **1 μον.**



| | |
|---|---|
| ή για τη γραφική παράσταση $T = f(\sqrt{\ell})$:   | |

**(ii)** Να εξηγήσετε κατά πόσο η γραφική παράσταση που σχεδιάσατε επιβεβαιώνει τη σχέση αναλογίας $T \propto \sqrt{\ell}$.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Η σχέση αναλογίας επιβεβαιώνεται, γιατί προκύπτει ευθεία που διέρχεται από την αρχή των αξόνων. | **1 μον.** |

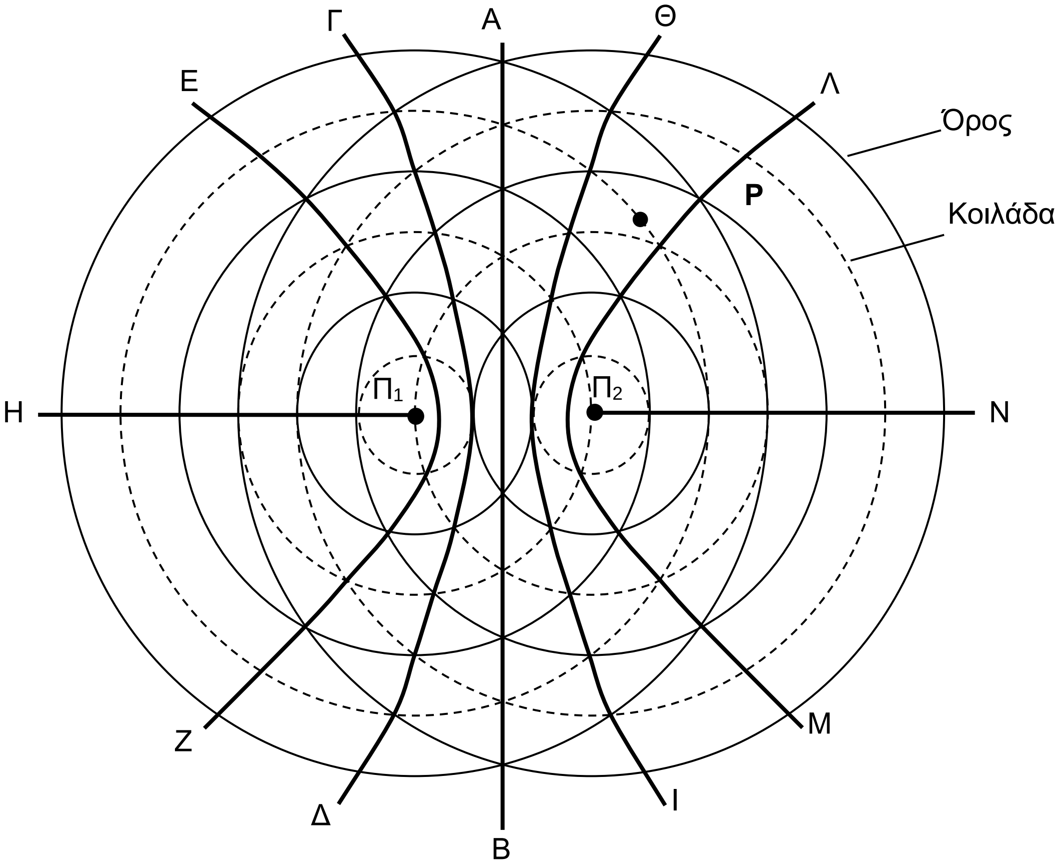
**(iii)** Να αναφέρετε πώς από τη γραφική παράσταση θα υπολογίζατε τη σταθερά $g$.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Υπολογίζουμε την κλίση της γραφικής παράστασης $T^2 = f(\ell)$ και εφαρμόζουμε τη σχέση $g = \frac{4\pi^2}{\text{κλίση}}$.<br>( Στη γραφική παράσταση $T = f(\sqrt{\ell})$: $g = \frac{4\pi^2}{\text{κλίση}^2}$ ) | **1 μον.** |

## Ερώτηση 13

Στο σχήμα απεικονίζεται ένα στιγμιότυπο της επιφάνειας μιας λεκάνης νερού, πάνω στην οποία διαδίδονται κυκλικά κύματα ίσου πλάτους και συχνότητας από δύο σημειακές σύμφωνες πηγές $Π_1$ και $Π_2$. Τα μέτωπα κύματος που αντιστοιχούν σε μέγιστα (όρη) αναπαρίστανται με συνεχείς κύκλους ενώ τα μέτωπα που αντιστοιχούν σε ελάχιστα (κοιλάδες) με διακεκομμένους κύκλους. Στο σχήμα σημειώνονται με έντονες γραμμές οι καμπύλες ενισχυτικής και καταστροφικής συμβολής.




**(α)** Να διατυπώσετε την αρχή της υπέρθεσης των παλμών.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Ορθή διατύπωση της αρχής της υπέρθεσης:<br>*Όταν δύο ή περισσότεροι παλμοί διαδίδονται σε ένα μέσο και συναντώνται, συνεχίζουν να διαδίδονται χωρίς να επηρεάζει ο ένας τον άλλο.*<br>*Η συνολική μετατόπιση ενός σημείου του μέσου ισούται με το διανυσματικό άθροισμα των μετατοπίσεων που οφείλονται σε κάθε παλμό ξεχωριστά.* | **1 μον.** |

**(β)** Η απόσταση μεταξύ μιας κοιλάδας και του αμέσως επόμενου όρους είναι 2 cm. Η συχνότητα των κυμάτων είναι 40 Hz. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Ορθός υπολογισμός του μήκους κύματος: $$\frac{\lambda}{2} = 2\ \mathrm{cm} \Rightarrow \lambda = 4\ \mathrm{cm}$$ | **1 μον.** |
| Ορθός υπολογισμός της ταχύτητας διάδοσης των κυμάτων: $$\upsilon = \lambda f = (4\ \mathrm{cm}) \times (40\ \mathrm{Hz})$$ $$\Rightarrow \upsilon = 160\ \mathrm{cm/s} = 1{,}60\ \mathrm{m/s}$$ | **1 μον.** |

**(γ)** Να προσδιορίσετε μία καμπύλη ενισχυτικής και μία καμπύλη καταστροφικής συμβολής και να εξηγήσετε την επιλογή σας σε κάθε περίπτωση.

(4 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Μία εκ των καμπυλών ενισχυτικής συμβολής: $AB$ ή $ΛM$ ή $EZ$, | **1 μον.** |
| γιατί κατά μήκος τους τα δύο κύματα συναντώνται σε φάση. | **1 μον.** |
| (Εναλλακτικά: Συνάντηση με «όρος – όρος» ή «κοιλάδα – κοιλάδα» ή αναφορά στην κατάλληλη διαφορά δρόμου) | |
| Μία εκ των καμπυλών καταστροφικής συμβολής: $ΓΔ$ ή $ΘI$ ή $Π_2N$ ή $Π_1H$, | **1 μον.** |
| γιατί κατά μήκος τους τα δύο κύματα συναντώνται με αντίθετη φάση. | **1 μον.** |
| (Εναλλακτικά: Συνάντηση με «όρος – κοιλάδα» ή αναφορά στην κατάλληλη διαφορά δρόμου) | |

**(δ)** Να υπολογίσετε τη διαφορά δρόμου των κυμάτων από τις πηγές $Π_1$ και $Π_2$ που φτάνουν στο σημείο Ρ.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Ορθός υπολογισμός της διαφοράς δρόμου:<br>Στο σημείο Ρ παρατηρείται ενίσχυση $\Rightarrow |d_1 - d_2| = \kappa\lambda = 4\ \mathrm{cm}$<br>Εναλλακτικά, από το σχήμα προκύπτει: $$|d_1 - d_2| = 3\lambda - 2\lambda = \lambda = 4\ \mathrm{cm}$$ | **1 μον.** |

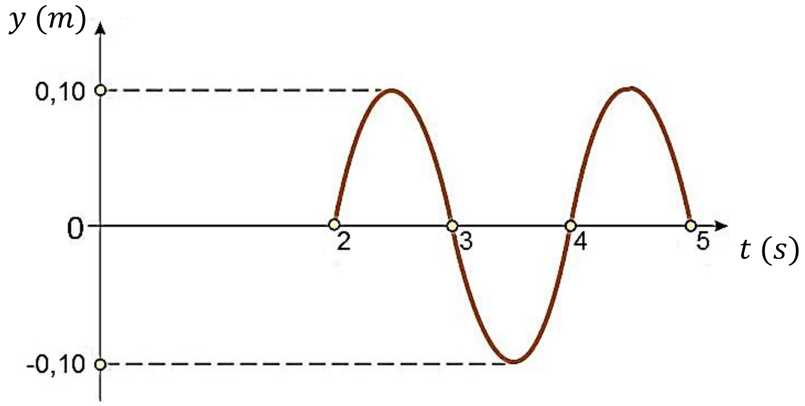
**(ε)** Να αναφέρετε δύο τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να αυξήσουμε την πυκνότητα των παρατηρούμενων υπερβολών.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Να αυξήσουμε τη συχνότητα ταλάντωσης των πηγών. | **1 μον.** |
| Να αυξηθεί η απόσταση μεταξύ των πηγών. | **1 μον.** |

**Ερώτηση 14**

Κατά μήκος μιας ελαστικής χορδής διαδίδεται εγκάρσιο αρμονικό κύμα. Το κύμα διαδίδεται κατά τη θετική φορά και η διάδοσή του ξεκίνησε τη στιγμή $t_0 = 0$. Στο πιο κάτω σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της μετατόπισης από τη θέση ισορροπίας, σε σχέση με τον χρόνο, ενός σημείου Α της χορδής. Το σημείο Α απέχει απόσταση $0{,}4\ \mathrm{m}$ από την πηγή του κύματος, η οποία βρίσκεται στη θέση $x = 0$.




**(α)** Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Ορθός υπολογισμός της ταχύτητας διάδοσης: $$\upsilon = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_{\mathrm{A}}}{t_{\mathrm{A,αρχ}}} = \frac{0{,}4\ \mathrm{m}}{2\ \mathrm{s}} = 0{,}2\ \mathrm{m/s}$$ | **1 μον.** |

**(β)** Να υπολογίσετε το μήκος του κύματος.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Ορθός καθορισμός της περιόδου από τη γραφική παράσταση: $T = 2\ \mathrm{s}$ | **1 μον.** |
| Ορθός υπολογισμός του μήκους κύματος: $$\lambda = \upsilon T = (0{,}2\ \mathrm{m/s})(2\ \mathrm{s}) = 0{,}4\ \mathrm{m}$$ | **1 μον.** |

**(γ)** Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης μεταξύ του σημείου Α και της πηγής του κύματος.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Ορθός υπολογισμός της διαφοράς φάσης: $$\Delta\theta = 2\pi\frac{\Delta x}{\lambda} = (2\pi\ \mathrm{rad})\left(\frac{0{,}4\ \mathrm{m}}{0{,}4\ \mathrm{m}}\right) = 2\pi\ \mathrm{rad}$$ | **1 μον.** |

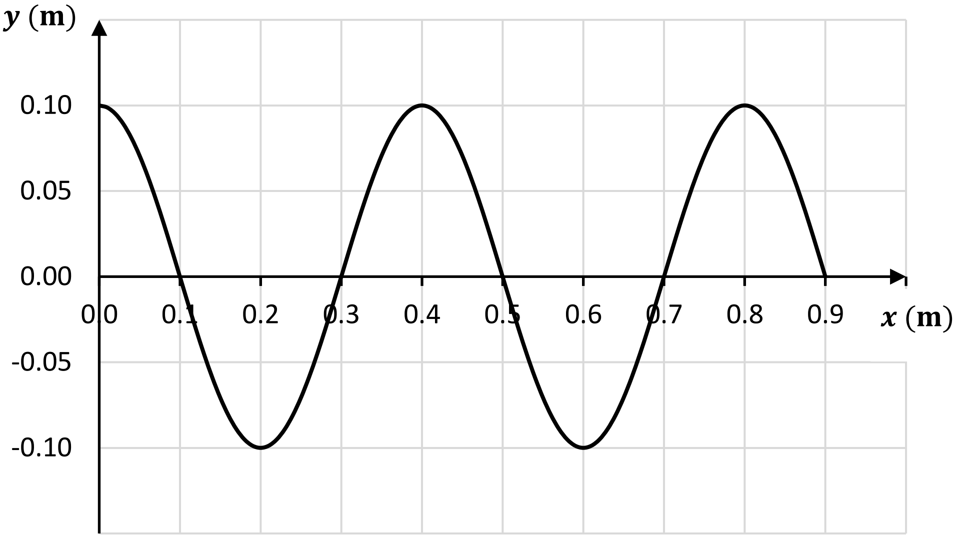
**(δ)** Να γράψετε την εξίσωση που περιγράφει τη μετατόπιση του σημείου Α από τη θέση ισορροπίας του, σε συνάρτηση με το χρόνο.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Εξαγωγή της ορθής εξίσωσης ταλάντωσης: $$y_A = (0{,}10\ \mathrm{m})\ \text{ημ}\left[(2\pi\ \mathrm{rad})\left(\frac{t}{2\ \mathrm{s}} - 1\right)\right] = (0{,}10\ \mathrm{m})\ \text{ημ}\left[\left(\pi\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right)t - (2\pi\ \mathrm{rad})\right]$$ | **1 μον.** |

**(ε)** Να σχεδιάσετε στο τετραγωνισμένο χαρτί το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t = 4{,}5\ \mathrm{s}$.

(2 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Ορθό πλάτος και απόσταση που διένυσε το κύμα: $$y_0 = 0{,}10\ \mathrm{m}\ ,\ x(t) = 0{,}9\ \mathrm{m}$$ | **1 μον.** |
| Ορθά φυσικά μεγέθη στους άξονες και ορθή μορφή της γραφικής παράστασης.   | **1 μον.** |

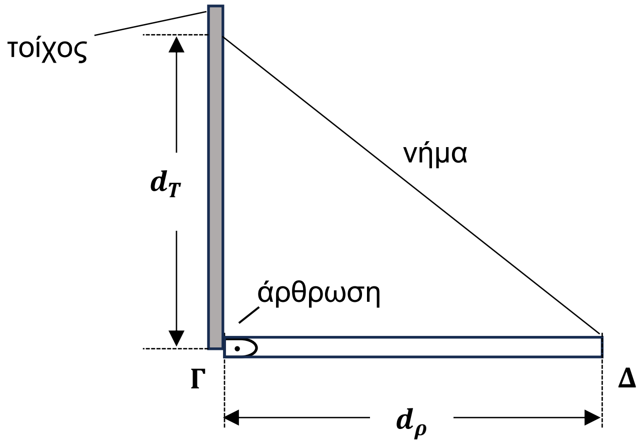
**(στ)** Να γράψετε την εξίσωση ενός άλλου κύματος που διαδίδεται στην ίδια χορδή, προς την ίδια κατεύθυνση, με το ίδιο πλάτος και διπλάσια συχνότητα από το αρχικό.

(3 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Ορθός υπολογισμός της νέας συχνότητας ή περιόδου: $$T' = \frac{1}{f'} = \frac{1}{2f} = \frac{1}{2}T$$ $$\Rightarrow T' = 1\ \mathrm{s}$$ | **1 μον.** |
| Ορθός υπολογισμός του νέου μήκους κύματος: $$\lambda' = \frac{\upsilon}{f'} = \frac{\upsilon}{2f} = \frac{\lambda}{2} = \frac{0{,}4\ \mathrm{m}}{2}$$ $$\Rightarrow \lambda' = 0{,}2\ \mathrm{m}$$ | **1 μον.** |
| Εξαγωγή της ορθής εξίσωσης κύματος: $$y = (0{,}10\ \mathrm{m})\ \text{ημ}\left[(2\pi\ \mathrm{rad})\left(\frac{t}{T'} - \frac{\mathrm{x}}{\lambda'}\right)\right]$$ $$\Rightarrow y = (0{,}10\ \mathrm{m})\ \text{ημ}\left[\left(2\pi\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{s}}\right)t - \left(10\pi\frac{\mathrm{rad}}{\mathrm{m}}\right)\mathrm{x}\right]$$ | **1 μον.** |

## Ερώτηση 15

Μια λεπτή, οριζόντια ομογενής ράβδος ΓΔ, μήκους $d_\rho = 3{,}0\ \mathrm{m}$ και μάζας $m_\rho = 2{,}0\ \mathrm{kg}$, ισορροπεί με τη βοήθεια αβαρούς νήματος δεμένου στο άκρο της Δ. Το άκρο Γ της ράβδου είναι στερεωμένο μέσω άρθρωσης σε κατακόρυφο τοίχο, όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.

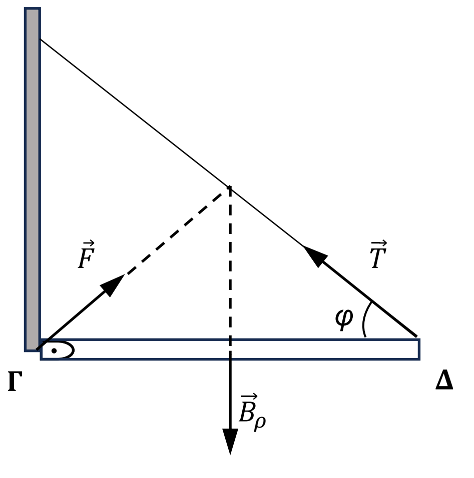



Το νήμα είναι δεμένο στον τοίχο σε σημείο που απέχει κατακόρυφα από την άρθρωση απόσταση $d_\tau = 4{,}0\ \mathrm{m}$. Η ροπή αδράνειας της ράβδου, ως προς οριζόντιο άξονα που διέρχεται από την άρθρωση και είναι κάθετος προς τη διεύθυνση της ράβδου, δίνεται από τη σχέση:

$$I_\rho = \frac{1}{3} m_\rho d_\rho^2$$

**Α. (α)** Να μεταφέρετε το σχήμα στο τετράδιο απαντήσεων και να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στη ράβδο.

(1 μονάδα)

| | |
|---|---|
| Ορθός σχεδιασμός όλων των δυνάμεων:   | **1 μον.** |

**(β)** Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος.

(3 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Ορθός υπολογισμός της γωνίας κλίσης του νήματος: $$\varepsilon\varphi\ \phi = \frac{d_\tau}{d_\rho} = \frac{4{,}0\ \mathrm{m}}{3{,}0\ \mathrm{m}}$$ $$\Rightarrow \phi \simeq 53^{\mathrm{o}}$$ | **1 μον.** |
| Ορθός μετασχηματισμός της εξίσωσης για τη συνθήκη ισορροπίας, ως προς το σημείο της άρθρωσης: $$\Sigma\vec{M}_{\varepsilon\xi} = \vec{0} \Rightarrow \vec{M}_{\vec{F}} + \vec{M}_{\vec{B}_\rho} + \vec{M}_{\vec{T}} = \vec{0}$$ $$\Rightarrow \left(\lvert\vec{T}\rvert \eta\mu\phi\right) d_\rho - \lvert\vec{B}_\rho\rvert \frac{d_\rho}{2} = 0$$ | **1 μον.** |
| Ορθός υπολογισμός του μέτρου της τάσης του νήματος: $$\left(\lvert\vec{T}\rvert \eta\mu\phi\right) d_\rho - m_\rho g \frac{d_\rho}{2} = 0 \Rightarrow \lvert\vec{T}\rvert = \frac{m_\rho g}{2\ \eta\mu\phi} = \frac{(2{,}0\ \mathrm{kg})(9{,}81\ \mathrm{m/s^2})}{2\ \eta\mu 53^{\mathrm{o}}}$$ $$\Rightarrow \lvert\vec{T}\rvert \simeq 12{,}3\ \mathrm{N}$$ | **1 μον.** |

**Β.** Τη στιγμή $t = 0$ κόβεται το νήμα.

**(α)** Να υπολογίσετε την αλγεβρική τιμή του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής της ράβδου, τη στιγμή που κόβεται το νήμα.

(3 μονάδες)

| | |
|---|---|
| Κατανόηση του γεγονότος ότι η συνισταμένη ροπή ισούται με τη ροπή του βάρους: $$\frac{\Delta\vec{L}}{\Delta t} = \Sigma\vec{M}_{\varepsilon\xi} = \vec{M}_{\vec{B}_\rho}$$ | **1 μον.** |
| Καθορισμός του ορθού προσήμου, σύμφωνα με τη σύμβαση: $$\frac{\Delta L}{\Delta t} = -\lvert\vec{B}_\rho\rvert \frac{d_\rho}{2}$$ | **1 μον.** |
| Ορθός υπολογισμός της ζητούμενης ποσότητας: $$\frac{\Delta L}{\Delta t} = -\frac{m_\rho g d_\rho}{2} = -\frac{(2{,}0\ \mathrm{kg}) \times \left(9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s^2}}\right) \times 3{,}0\ \mathrm{m}}{2}$$ $$\Rightarrow \frac{\Delta L}{\Delta t} = -29{,}43\ \frac{\mathrm{kg \cdot m^2}}{\mathrm{s^2}}$$ | **1 μον.** |

**(β)** Να υπολογίσετε το μέτρο της γραμμικής ταχύτητας του άκρου Δ της ράβδου όταν γίνεται, για πρώτη φορά, κατακόρυφη.

(3 μονάδες)

| | |
|---|---|
| (Θεώρημα διατήρησης της ενέργειας: $W_{\Sigma\vec{F}} = W_{\vec{B}} \Rightarrow \Delta E_{\mu\eta\chi} = 0$)<br>Υπολογισμός της τελικής γωνιακής ταχύτητας, από την πιο πάνω σχέση:<br>Π.χ., ως προς επίπεδο που διέρχεται από το ΚΜ της ράβδου όταν αυτή βρίσκεται στην κατακόρυφη θέση για πρώτη φορά<br>$\Delta E_{\mu\eta\chi} = 0 \Rightarrow \Delta E_{\kappa\iota\nu} + \Delta U_{\delta\upsilon\nu}^{\beta\alpha\rho} = 0$<br>$\Rightarrow \frac{1}{2} I_{\Delta}\omega_{\tau\varepsilon\lambda}^2 - \frac{m_\rho g d_\rho}{2} = 0$ | **1 μον.** |
| $\omega_{\tau\varepsilon\lambda} = \sqrt{\frac{m_\rho g d_\rho}{I_\Delta}} = \sqrt{\frac{3g}{d_\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times \left(9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right)}{3{,}0\ \mathrm{m}}}$<br>$\Rightarrow \omega_{\tau\varepsilon\lambda} = 3{,}132\ \mathrm{rad/s}$ | **1 μον.** |
| Χρήση της σχέσης $\upsilon_{\tau\varepsilon\lambda} = \omega_{\tau\varepsilon\lambda}\, d_\rho$:<br>$\upsilon_{\tau\varepsilon\lambda} = \sqrt{\frac{3g}{d_\rho}}\, d_\rho = \sqrt{3 g d_\rho}$<br>Υπολογισμός του τελικού αποτελέσματος:<br>$\lvert\vec{\upsilon}\rvert = \sqrt{3 \times \left(9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right) \times (3{,}0\ \mathrm{m})}$<br>$\Rightarrow \lvert\vec{\upsilon}\rvert = 9{,}40\ \mathrm{m/s}$ | **1 μον.** |