

ΘΕΜΑ Α

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

A1. Η εξίσωση της απομάκρυνσης της ταλάντωσης σώματος μάζας m με ιδανικό ελατήριο σταθεράς K , δίνεται

από τη σχέση: $x = A\eta\mu\left(\sqrt{\frac{2K}{m}}t + \varphi_0\right)$, όπου A το σταθερό πλάτος. Η παραπάνω ταλάντωση είναι

- α)** φθίνουσα.
β) ελεύθερη.
γ) εξαναγκασμένη σε συντονισμό.
δ) εξαναγκασμένη αλλά όχι σε συντονισμό.
- A2.** Ένα σώμα κάνει ταυτόχρονα δύο απλών αρμονικές ταλαντώσεις, ίδιου πλάτους A , ίδιας διεύθυνσης και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας. Οι συχνότητες των δύο ταλαντώσεων είναι $f_1 = 398$ Hz και $f_2 = 402$ Hz. Στην παραγόμενη σύνθετη κίνηση, σε χρονικό διάστημα ενός δευτερολέπτου, το πλάτος μεγιστοποιείται
- α)** 2 φορές. **β)** 4 φορές. **γ)** 400 φορές. **δ)** 800 φορές.
- A3.** Ένα στερεό σώμα αρχικά ακίνητο, δέχεται μόνο 2 δυνάμεις, την \vec{F}_1 και την \vec{F}_2 , που είναι αντίθετες και δεν έχουν τον ίδιο φορέα. Το παραπάνω σώμα
- α)** θα παραμείνει ακίνητο.
β) θα εκτελέσει μόνο στροφική κίνηση.
γ) θα εκτελέσει μόνο μεταφορική κίνηση.
δ) θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση που αποτελείται από μία μεταφορική και μία στροφική κίνηση.
- A4.** Σε κάθε κρούση δύο σωμάτων, που αποτελούν μονωμένο σύστημα,
- α)** διατηρείται η ορμή του συστήματος.
β) διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος.
γ) διατηρείται και η ορμή και η μηχανική ενέργεια του συστήματος.
δ) δεν διατηρείται η ορμή, ούτε η μηχανική ενέργεια του συστήματος.
- 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.
- α)** Σε μία φθίνουσα ταλάντωση η σταθερά απόσβεσης b εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου και από το σχήμα και το μέγεθος του αντικειμένου που ταλαντώνεται.
β) Η σύνθετη κίνηση στερεού σώματος μπορεί να μελετηθεί ως επαλληλία μιας μεταφορικής και μιας στροφικής κίνησης.
γ) Η ροή ενός ιδανικού ρευστού παρουσιάζει στροβίλους.
δ) Στις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις ο διεγέρτης αφαιρεί συνεχώς ενέργεια από το σύστημα μέσω της διεγείρουσας δύναμης.
ε) Η μονάδα μέτρησης της ροπής δύναμης ως προς σημείο ή άξονα είναι το $1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$.

μετά την κρούση, αποκτά ταχύτητα προς τα αριστερά μέτρου $V = \frac{U}{10}$. (Να θεωρήσετε ότι η κρούση είναι ακαριαία και οι πορείες των υλικών σημείων μέσα στο κιβώτιο κατά τη διάρκεια της κρούσης δεν επηρεάζουν τη συνολική μάζα του συστήματος και επιτρέπουν το ένα να διαπερνά και το άλλο να ενσωματώνεται ταυτόχρονα).



Σχήμα 2

i. $M = 3m_1$

ii. $M = 3m_2$

iii. $M = 30m_1$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

ΘΕΜΑ Γ

Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται σε ομογενές γραμμικό ελαστικό μέσο (χορδή) κατά μήκος της ημιευθείας Ox προς τη θετική κατεύθυνση. Η διάδοση του κύματος γίνεται χωρίς απώλειες ενέργειας. Η πηγή του κύματος βρίσκεται στο άκρο O της χορδής. Δύο υλικά σημεία της χορδής ίδιας στοιχειώδους μάζας Δm βρίσκονται στα σημεία K και Λ της χορδής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3

Τα υλικά σημεία K, Λ απέχουν μεταξύ τους απόσταση $(K\Lambda) = 0,2 \text{ m}$. Το κύμα κατά τη διάδοσή του περνάει πρώτα από το σημείο K και μετά από το σημείο Λ . Θεωρούμε ως αρχή μέτρησης των αποστάσεων ($x = 0$), τη θέση ισορροπίας του υλικού σημείου K και ως αρχή μέτρησης των χρόνων ($t = 0$), τη χρονική στιγμή που το κύμα φτάνει για πρώτη φορά στο σημείο K . Το σημείο K τη στιγμή αυτή βρίσκεται στη θέση ισορροπίας του ($y = 0$) και ξεκινά να κινείται προς τη θετική κατεύθυνση. Κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του υλικού σημείου K , η κινητική του ενέργεια μεγιστοποιείται κάθε $0,25 \text{ sec}$. Παρατηρούμε ότι, μια χρονική στιγμή που το υλικό σημείο Λ βρίσκεται σε κορυφή κύματος ($y = +A$), το υλικό σημείο K βρίσκεται και αυτό σε κορυφή κύματος ($y = +A$) και ανάμεσά τους υπάρχει ακόμα μια κορυφή κύματος ($y = +A$). Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των ακραίων θέσεων ταλάντωσης του υλικού σημείου K είναι $0,04 \text{ m}$.

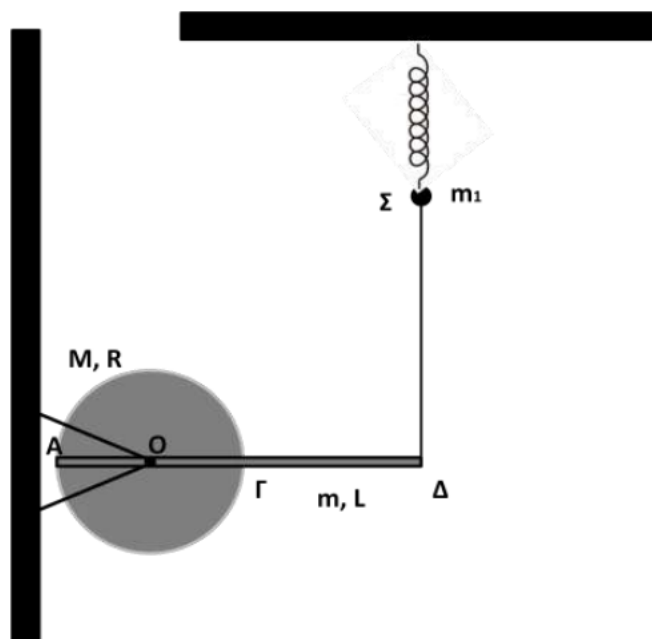
Γ1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος λ , τη συχνότητα f και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.

Γ2. Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης του υλικού σημείου Λ σε συνάρτηση με τον χρόνο και να κάνετε τη γραφική της παράσταση σε συνάρτηση με τον χρόνο, σε βαθμολογημένους άξονες από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t_1 = 1,75 \text{ sec}$.

Αυξάνουμε τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής χωρίς να αλλάξει το πλάτος του κύματος.

- Γ3. Να υπολογίσετε την αύξηση της συχνότητας Δf έτσι ώστε, όταν μια χρονική στιγμή τα υλικά σημεία Κ και Λ βρίσκονται σε κορυφές κυμάτων ($y = +A$), ανάμεσά τους να υπάρχουν συνολικά 3 κορυφές κύματος ($y = +A$).
- Γ4. Αν $K_{\max,1}$ είναι η μέγιστη κινητική ενέργεια του υλικού σημείου Κ πριν την αλλαγή της συχνότητας f και $K_{\max,2}$ η κινητική του ενέργεια μετά την αλλαγή της συχνότητας f , να υπολογίσετε την τιμή του λόγου $\frac{K_{\max,1}}{K_{\max,2}}$.

ΘΕΜΑ Δ



Σχήμα 4

Το στερεό του **σχήματος 4** αποτελείται από λεπτό ομογενή δίσκο μάζας $M = 6 \text{ kg}$, ακτίνας $R = 0,2 \text{ m}$ και λεπτή άκαμπτη ομογενή ράβδο (ΑΔ) μάζας $m = 3 \text{ kg}$, μήκους $L = 4R = 0,8 \text{ m}$. Η ράβδος είναι συγκολλημένη στον δίσκο κατά μήκος της διαμέτρου ΑΓ του δίσκου με το μέσο της στο σημείο Γ της περιφέρειας του δίσκου. Το στερεό μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο Ο του δίσκου και είναι κάθετο σε αυτόν. Αρχικά, το στερεό ισορροπεί με τη βοήθεια του κατακόρυφου μη εκτατού νήματος, ώστε η ράβδος να είναι οριζόντια. Το σώμα Σ αμελητέων διαστάσεων μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$ του σχήματος είναι δεμένο στο κατακόρυφο νήμα αλλά και στο κάτω

άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $K = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, του οποίου το πάνω άκρο είναι στερεωμένο ακλόνητα. Αρχικά και το σώμα Σ ισορροπεί.

- Δ1. Κατά την αρχική ισορροπία των σωμάτων υπολογίστε την τάση του νήματος και τη δύναμη που δέχεται το στερεό από τον άξονα περιστροφής Ο.
- Δ2. Κόβουμε το νήμα. Αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος υπολογίστε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής της ράβδου ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από το Ο.
- Δ3. Το στερεό μετά το κόψιμο του νήματος στρέφεται χωρίς τριβές και άλλες αντιστάσεις σε κατακόρυφο επίπεδο γύρω από τον οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το Ο. Υπολογίστε το μέτρο της στροφορμής του όταν θα έχει στραφεί κατά γωνία φ από την αρχική του θέση με $\eta\mu\varphi = \frac{5}{6}$.
- Δ4. Μετά το κόψιμο του νήματος το σώμα Σ μάζας m_1 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση στον κατακόρυφο άξονα. Να γραφεί η εξίσωση της ταχύτητας του σώματος Σ σε σχέση με τον χρόνο, θεωρώντας ως θετική τη φορά προς τα επάνω και $t = 0$ τη χρονική στιγμή που κόψαμε το νήμα.
- Δ5. Για την κατακόρυφη απλή αρμονική ταλάντωση του Σ, υπολογίστε την παραμόρφωση του ελατηρίου όταν για δεύτερη φορά το σώμα Σ έχει ταχύτητα μέτρου $U = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

- Οι ροπές αδράνειας ομογενούς δίσκου για άξονα που διέρχεται κάθετα από το κέντρο του $I_{\text{CM}, \text{Δίσκου}} = \frac{1}{2} MR^2$

και λεπτής ομογενούς ράβδου για άξονα που διέρχεται κάθετα από το μέσο $I_{\text{CM}, \text{Ράβδου}} = \frac{1}{12} mL^2$.

- Δίνεται ότι η όλη διάταξη βρίσκεται στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο, στο οποίο είναι κάθετος ο οριζόντιος άξονας.
- Για όλες τις κινήσεις θεωρούνται αμελητέες οι τριβές και οι αντιστάσεις.