

**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.** Μονάδα μέτρησης της ροπής αδράνειας στο διεθνές σύστημα μονάδων είναι
- 1 kg.
  - $1 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{sec}^2$ .
  - $1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ .
  - $1 \text{ N} \cdot \text{m}$ .
- A2.** Κατά τη διάδοση ενός μηχανικού κύματος μεταφέρεται
- ενέργεια και ορμή.
  - ύλη και ενέργεια.
  - ύλη και ορμή.
  - ύλη.
- 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
- θα παραμείνει ακίνητο.
  - θα εκτελέσει μόνο στροφική κίνηση.
  - θα εκτελέσει μόνο μεταφορική κίνηση.
  - θα εκτελέσει σύνθετη κίνηση που αποτελείται από μία μεταφορική και μία στροφική κίνηση.
- A4.** Σε κάθε κρούση δύο σωμάτων, που αποτελούν μονωμένο σύστημα,
- διατηρείται η ορμή του συστήματος.
  - διατηρείται η μηχανική ενέργεια του συστήματος.
  - διατηρείται και η ορμή και η μηχανική ενέργεια του συστήματος.
  - 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.
- 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.
  - Η σύνθετη κίνηση στερεού σώματος μπορεί να μελετηθεί ως επαλληλία μιας μεταφορικής και μιας στροφικής κίνησης.
  - Η ροή ενός ιδανικού ρευστού παρουσιάζει στροβίλους.
  - Στις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις ο διεγέρτης αφαιρεί συνεχώς ενέργεια από το σύστημα μέσω της διεγείρουσας δύναμης.
  - Η μονάδα μέτρησης της ροπής δύναμης ως προς σημείο ή άξονα είναι το  $1 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ .

## ΘΕΜΑ Β

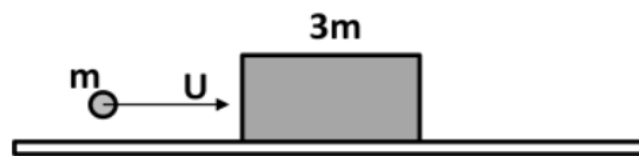
**B1.** Σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση πλάτους  $A$ . Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  διέρχεται από τη θέση ισορροπίας κινούμενο προς τη θέση μέγιστης απομάκρυνσης. Αν  $\Delta t_1$  είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να κινηθεί το σώμα από τη θέση ισορροπίας ( $x = 0$ ) μέχρι τη θέση  $x_1 = +\frac{A}{2}$  και  $\Delta t_2$  είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να κινηθεί το σώμα από τη θέση  $x_1 = +\frac{A}{2}$  έως τη θέση  $x_2 = +A$ , τότε:

- i.  $\Delta t_1 > \Delta t_2$                       ii.  $\Delta t_1 < \Delta t_2$                       iii.  $\Delta t_1 = \Delta t_2$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**B2.** Σώμα μάζας  $m$  που κινείται με ταχύτητα  $U$  συγκρούεται κεντρικά και πλαστικά με αρχικά ακίνητο σώμα μάζας  $3m$  (Σχήμα 1). Το ποσοστό απώλειας ενέργειας του συστήματος κατά την πλαστική κρούση ισούται με:



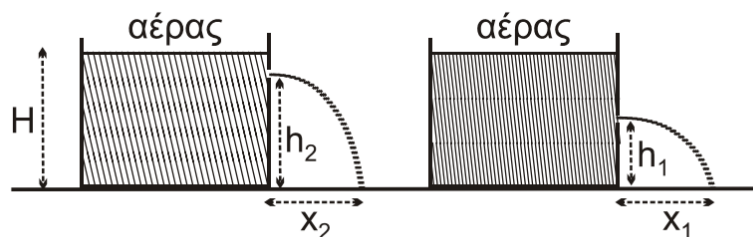
Σχήμα 1

- i. 50%                      ii. 25%                      iii. 75%

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

**B3.** Δύο διαφορετικά ιδανικά υγρά 1 και 2 περιέχονται σε όμοια κυλινδρικά δοχεία που βρίσκονται σε οριζόντιο επίπεδο εντός του βαρυτικού πεδίου της γης. Το ύψος των υγρών και στα δύο δοχεία είναι ίσο με  $H$ . Το δοχείο που περιέχει το υγρό 1 φέρει μικρή οπή στο πλευρικό τοίχωμα, σε ύψος  $h_1$  από τη βάση του, ενώ το δοχείο με το υγρό 2, φέρει μικρή οπή στο πλευρικό τοίχωμα, σε ύψος  $h_2$  από τη βάση του, με  $h_2 > h_1$  (Σχήμα 3).



Σχήμα 3

Από τις δύο οπές εξέρχονται τα υγρά 1 και 2 αντίστοιχα. (Θεωρήστε ότι η ταχύτητα με την οποία κατεβαίνει η στάθμη των υγρών στα ανοιχτά δοχεία είναι αμελητέα, τα υγρά συμπεριφέρονται ως ιδανικά ρευστά και η ατμοσφαιρική πίεση παραμένει σταθερή).

Αν οι φλέβες των δύο υγρών πέφτουν στο οριζόντιο επίπεδο σε αποστάσεις  $x_1$  και  $x_2$  (βεληνεκή) από τα κατακόρυφα τοιχώματα και ισχύει  $x_1 = x_2$ , τότε η σχέση των δύο υψών  $h_1$  και  $h_2$  είναι:

- i.  $h_1 + h_2 = H$                       ii.  $h_1 + h_2 = \frac{3H}{2}$                       iii.  $h_1 + h_2 = \frac{5H}{3}$

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  $\Delta m$  βρίσκονται στα σημεία  $K$  και  $\Lambda$  της χορδής, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 3**.



Σχήμα 3

Τα υλικά σημεία  $K, \Lambda$  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  $\Lambda$ . 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  $\Lambda$  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  $\lambda$ , τη συχνότητα  $f$  και την ταχύτητα διάδοσης του κύματος.  
**Γ2.** Να γράψετε την εξίσωση της ταχύτητας ταλάντωσης του υλικού σημείου  $\Lambda$  σε συνάρτηση με τον χρόνο.

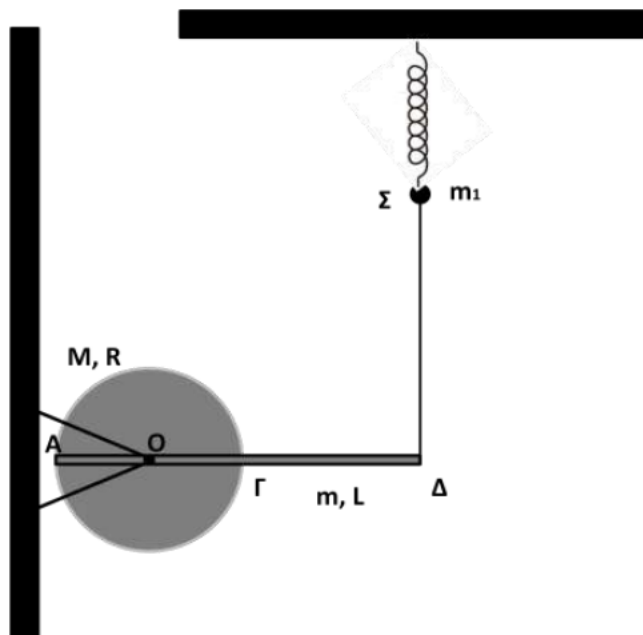
Αυξάνουμε τη συχνότητα ταλάντωσης της πηγής χωρίς να αλλάξει το πλάτος του κύματος.

- Γ3.** Να υπολογίσετε την αύξηση της συχνότητας  $\Delta f$  έτσι ώστε, όταν μια χρονική στιγμή τα υλικά σημεία  $K$  και  $\Lambda$  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  $K$  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

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 ( $A\Delta$ ) μάζας  $m = 3 \text{ kg}$ , μήκους  $L = 4R = 0,8 \text{ m}$ . Η ράβδος είναι συγκολλημένη στον δίσκο κατά μήκος της διαμέτρου  $A\Gamma$  του δίσκου με το μέσο της στο σημείο  $\Gamma$  της περιφέρειας του δίσκου. Το στερεό μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από ακλόνητο οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο  $O$  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.



Σχήμα 4

- Δ1. Κατά την αρχική ισορροπία των σωμάτων υπολογίστε την τάση του νήματος και τη δύναμη που δέχεται το στερεό από τον άξονα περιστροφής O.
- Δ2. Κόβουμε το νήμα. Αμέσως μετά το κόψιμο του νήματος υπολογίστε το μέτρο της γωνιακής επιτάχυνσης του στερεού ως προς τον άξονα περιστροφής στο O.
- 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 O. Υπολογίστε το μέτρο της στροφορμής του όταν θα έχει στραφεί κατά γωνία  $\varphi = 90^\circ$  από την αρχική του θέση.
- 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.

- 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.