

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. Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων ίδιας διεύθυνσης, που γίνονται γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας, με το ίδιο πλάτος A και συχνότητες f_1 και f_2 δημιουργείται σύνθετη κίνηση, η οποία παρουσιάζει διακροτήματα. Η περίοδος του διακροτήματος είναι ίση με

$$\alpha) T = \frac{1}{|f_1 - f_2|}$$

$$\beta) T = \left| \frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2} \right|$$

$$\gamma) T = |f_1 - f_2|$$

$$\delta) T = \frac{1}{2|f_1 - f_2|}$$

A2. Δύο υλικά σημεία τα οποία βρίσκονται μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών ενός ελαστικού μέσου στο οποίο έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα, έχουν

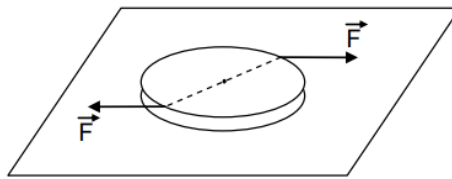
α) ίδιο πλάτος ταλάντωσης.

β) διαφορά φάσης π rad μεταξύ τους.

γ) διαφορά φάσης $\frac{\pi}{2}$ rad μεταξύ τους.

δ) ίδια συχνότητα ταλάντωσης.

A3. Ο ομογενής δίσκος του **σχήματος 1** ισορροπεί σε λείο οριζόντιο δάπεδο. Κάποια χρονική στιγμή ασκούμε στον δίσκο ζεύγος δυνάμεων, όπως φαίνεται στο **σχήμα 1**.



Σχήμα 1

Η κίνηση του δίσκου είναι

α) μόνο στροφική με σταθερή γωνιακή ταχύτητα.

β) μόνο μεταφορική με σταθερή ταχύτητα.

γ) μόνο στροφική με σταθερή γωνιακή επιτάχυνση.

δ) μόνο μεταφορική με σταθερή επιτάχυνση.

A4. Η εξίσωση της συνέχειας των ιδανικών ρευστών είναι άμεση συνέπεια της αρχής διατήρησης

α) της ενέργειας.

β) της ύλης.

γ) της ορμής.

δ) της στροφορμής.

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) Το πλάτος μιας εξαναγκασμένης ταλάντωσης εξαρτάται από τη συχνότητα του διεγέρτη.

β) Σε κάθε εγκάρσιο κύμα δημιουργούνται πυκνώματα και αραιώματα.

- γ) Το συνολικό έργο της στατικής τριβής στην κύλιση χωρίς ολίσθηση ενός στερεού σώματος είναι ίσο με μηδέν.
- δ) Η πίεση που δημιουργεί ένα εξωτερικό αίτιο σε κάποιο σημείο ενός ακίνητου υγρού μεταφέρεται αναλλοίωτη σε όλα τα σημεία του.
- ε) Σε κάθε φθίνουσα ταλάντωση η περίοδος της ταλάντωσης μειώνεται με τον χρόνο.

ΘΕΜΑ Β

B1. Δύο σώματα Σ_1 και Σ_2 με μάζες m και $4m$ αντίστοιχα έχουν ίσες κινητικές ενέργειες. Τα σώματα κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις και συγκρούονται πλαστικά. Ο λόγος της τελικής κινητικής ενέργειας του συστήματος των σωμάτων προς την αρχική κινητική ενέργεια του συστήματος των σωμάτων είναι ίσος με

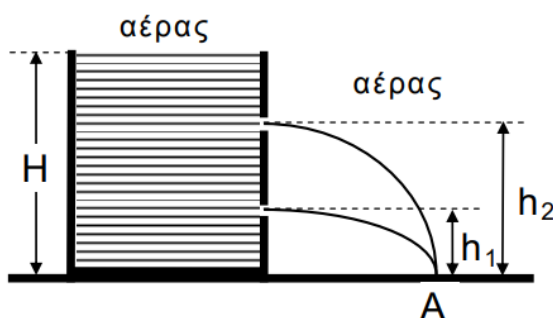
i. $\frac{1}{4}$

ii. $\frac{1}{5}$

iii. $\frac{1}{10}$

- α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

B2. Ένα δοχείο περιέχει νερό μέχρι ύψους H και βρίσκεται πάνω σε ένα οριζόντιο δάπεδο. Ανοίγουμε δύο μικρές οπές στο δοχείο σε ύψη h_1 και $h_2 = 3h_1$ πάνω από το οριζόντιο δάπεδο, όπως φαίνεται στο **σχήμα 2**. Οι δύο φλέβες του νερού που εκρέει από τις δύο μικρές οπές συναντούν το δάπεδο στο ίδιο σημείο A .



Σχήμα 2

Να θεωρήσετε ότι:

- η ταχύτητα με την οποία κατεβαίνει η στάθμη του νερού στο ανοιχτό δοχείο είναι αμελητέα
- το νερό συμπεριφέρεται ως ιδανικό ρευστό
- η ατμοσφαιρική πίεση παραμένει σταθερή

Η σχέση που ισχύει είναι

i. $H = 4h_1$

ii. $H = 5h_1$

iii. $H = 6h_1$

- α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

B3. Ένας απομονωμένος ομογενής αστέρας σφαιρικού σχήματος ακτίνας R στρέφεται γύρω από άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του με αρχική κινητική ενέργεια λόγω ιδιοπεριστροφής K_0 . Ο αστέρας συρρικνώνεται λόγω βαρύτητας διατηρώντας το σφαιρικό του σχήμα και την αρχική του μάζα. Σε κάποιο στάδιο της συρρίκνωσής του η ακτίνα του υποδιπλασιάζεται. Η νέα κινητική του ενέργεια λόγω ιδιοπεριστροφής είναι ίση με K .

Δίνεται η ροπή αδράνειας ομογενούς συμπαγούς σφαίρας ακτίνας r ως προς άξονα που διέρχεται το κέντρο

$$\text{μάζας της } I_{\text{cm}} = \frac{2}{5} m \cdot r^2.$$

Ο λόγος $\frac{K}{K_0}$ είναι ίσος με

i. $\frac{1}{2}$

ii. 2

iii. 4

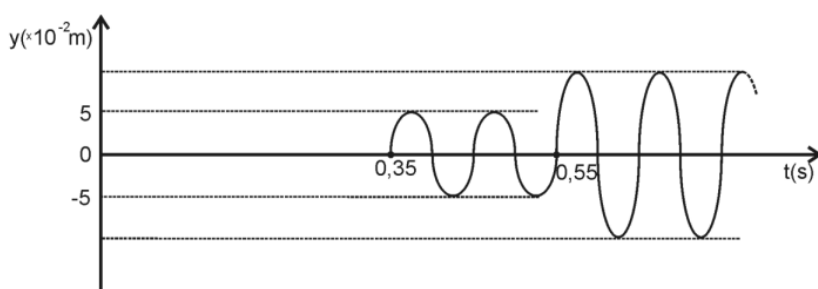
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

ΘΕΜΑ Γ

Στην επιφάνεια ενός υγρού που ηρεμεί βρίσκονται δύο σύγχρονες και όμοιες σημειακές πηγές Π_1 και Π_2 που απέχουν μεταξύ τους απόσταση d . Οι πηγές αρχίζουν να ταλαντώνονται τη χρονική στιγμή $t = 0$ και εκτελούν ταλαντώσεις της μορφής $y = A \cdot \eta\mu\omega t$ δημιουργώντας στην επιφάνεια του υγρού εγκάρσια κύματα.

Ένα υλικό σημείο Σ της επιφάνειας του υγρού που απέχει αποστάσεις $r_1 = 1,4 \text{ m}$ και r_2 ($r_2 > r_1$) αντίστοιχα από τις πηγές Π_1 και Π_2 ταλαντώνεται και η απομάκρυνσή του από τη θέση ισορροπίας του σε συνάρτηση με τον χρόνο περιγράφεται από τη γραφική παράσταση του **σχήματος 3**.



Σχήμα 3

- Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων στην επιφάνεια του υγρού και την απόσταση r_2 του σημείου Σ από την πηγή Π_2 .
- Γ2. Να υπολογίσετε τη συχνότητα ταλάντωσης των πηγών Π_1 και Π_2 και το μήκος κύματος λ των εγκαρσίων κυμάτων που διαδίδονται στην επιφάνεια του υγρού.
- Γ3. Να υπολογίσετε την απομάκρυνση του σημείου Σ από τη θέση ισορροπίας τη χρονική στιγμή $t = \frac{5}{8} \text{ s}$.
- Γ4. Μεταβάλλουμε ταυτόχρονα, με τον ίδιο τρόπο, τη συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών Π_1 και Π_2 . Να υπολογίσετε την ελάχιστη συχνότητα ταλάντωσης των δύο πηγών Π_1 και Π_2 ώστε το σημείο Σ να παραμένει συνεχώς ακίνητο, μετά τη συμβολή των κυμάτων στο σημείο αυτό.

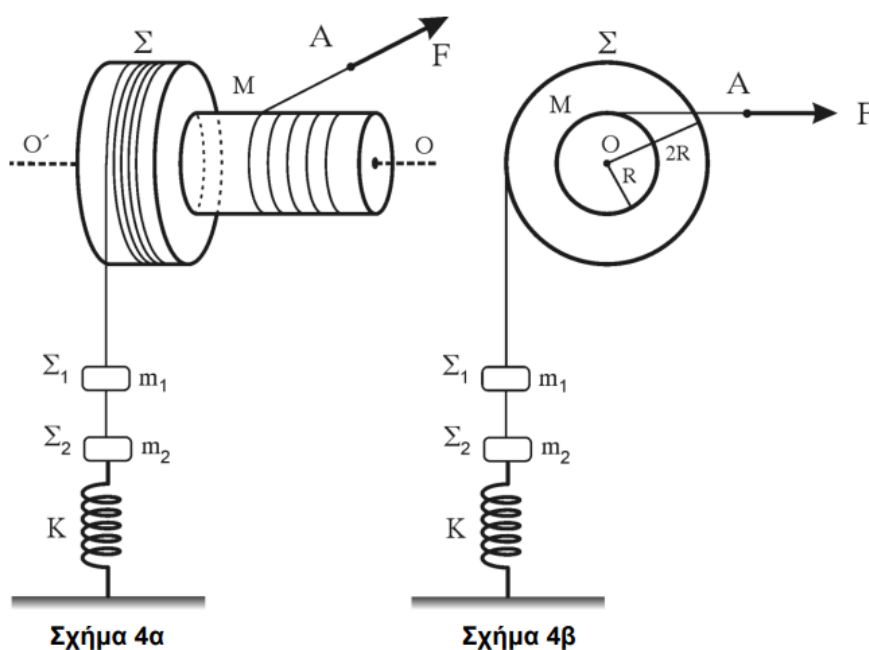
ΘΕΜΑ Δ

Ομογενές στερεό σώμα Σ συνολικής μάζας $M = 8 \text{ kg}$ αποτελείται από δύο κολλημένους ομοαξονικούς κυλίνδρους με ακτίνες R και $2R$, όπου $R = 0,1 \text{ m}$ όπως φαίνεται στα **σχήματα 4α και 4β** (το 4β αποτελεί εγκάρσια τομή του 4α).

Η ροπή αδράνειας του στερεού Σ ως προς τον άξονα περιστροφής του είναι $I = \frac{3}{2}M \cdot R^2$. Το στερεό Σ μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από σταθερό οριζόντιο άξονα $O'O$. Ο οριζόντιος άξονας περιστροφής συμπίπτει με τον άξονα συμμετρίας του κυλίνδρου. Γύρω από τον κύλινδρο του στερεού ακτίνας R είναι τυλιγμένο πολλές φορές αβαρές μη εκτατό νήμα μεγάλου μήκους, στο ελεύθερο άκρο A του οποίου ασκείται οριζόντια δύναμη μέτρου $F = 100 \text{ N}$.

Στο ελεύθερο άκρο αβαρούς μη εκτατού νήματος μεγάλου μήκους, που είναι τυλιγμένο στον κύλινδρο ακτίνας $2R$, είναι δεμένο σώμα Σ_1 μάζας $m_1 = 2 \text{ kg}$. Το σώμα Σ_1 συνδέεται με αβαρές μη εκτατό νήμα με σώμα Σ_2 μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$, που συγκρατείται στερεωμένο σε κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς K .

Το σύστημα του στερεού Σ και των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 αρχικά ισορροπεί, με το ελατήριο να έχει επιμηκυνθεί κατά $\Delta\ell = 0,2 \text{ m}$ από το φυσικό του μήκος. Τη χρονική στιγμή μηδέν ($t_0 = 0 \text{ s}$) το νήμα που συνδέει τα σώματα Σ_1 και Σ_2 κόβεται. Το σώμα Σ_2 αρχίζει να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, ενώ το στερεό Σ αρχίζει να περιστρέφεται γύρω από τον οριζόντιο άξονα περιστροφής του $O'O$.



- Δ1.** Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς K του ελατηρίου.
- Δ2.** Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης σε συνάρτηση με τον χρόνο της απλής αρμονικής ταλάντωσης που εκτελεί το σώμα Σ_2 . Θεωρήστε ως θετική φορά τη φορά προς τα πάνω.
- Δ3.** Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του σώματος Σ_1 και να προσδιορίσετε την κατεύθυνσή της.
- Δ4.** Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού μεταβολής της στροφορμής του στερεού Σ .
- Δ5.** Να υπολογίσετε το έργο της δύναμης F , όταν το στερεό Σ έχει εκτελέσει $\frac{20}{\pi}$ περιστροφές.

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

Όπου εμφανίζεται το π να μη γίνει αριθμητική αντικατάσταση.

Να θεωρήσετε ότι:

- κατά τη διάρκεια της περιστροφής του στερεού Σ το σώμα Σ_1 δεν συγκρούεται με το στερεό Σ .
- η τριβή του νήματος με τους κυλίνδρους του στερεού είναι αρκετά μεγάλη, ώστε να μην παρατηρείται ολίσθηση.
- κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του σώματος Σ_2 , ο άξονας του ελατηρίου παραμένει κατακόρυφος.
- η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.