

**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.** Ταλαντωτής εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση. Η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας ( $F = -bu$ ). Η ενέργεια της ταλάντωσης τη χρονική στιγμή  $t_1$  είναι ίση με  $E$  και το πλάτος της ίσο με  $A$ . Αν μετά από χρόνο  $t$  η ενέργεια της ταλάντωσης είναι ίση με  $\frac{E}{4}$  τότε το νέο πλάτος της ταλάντωσης θα είναι ίσο με

- α)  $\frac{A}{4}$                       β)  $\frac{A}{2}$                       γ)  $\frac{3A}{4}$                       δ)  $A$

**A2.** Το οριζόντιο ομογενές στερεό του **Σχήματος 1** είναι ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο και μπορεί να περιστραφεί κάθε φορά γύρω από τους κατακόρυφους παράλληλους άξονες  $\epsilon_1$  ή  $\epsilon_2$  ή  $\epsilon_3$  ή  $\epsilon_4$ , με την ίδια σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega$ .

Το μέτρο της στροφορμής του στερεού έχει τη μεγαλύτερη τιμή του όταν το στερεό σώμα περιστρέφεται γύρω από τον άξονα

- α)  $\epsilon_1$                       β)  $\epsilon_2$                       γ)  $\epsilon_3$                       δ)  $\epsilon_4$

**A3.** Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων που εκτελούνται στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας με εξισώσεις  $x_1 = A\eta\mu 100\pi t$  (S.I.) και  $x_2 = A\eta\mu 104\pi t$  (S.I.) δημιουργούνται διακροτήματα. Η συχνότητα των διακροτημάτων είναι ίση με

- α) 0,5 Hz                      β) 1,0 Hz                      γ) 2,0 Hz                      δ) 4,0 Hz

**A4.** Το **Σχήμα 2** παριστάνει έναν κυλινδρικό σωλήνα μικρής διατομής που βρίσκεται σε κατακόρυφο επίπεδο. Ο σωλήνας έχει σταθερή διατομή και στο εσωτερικό του ρέει ιδανικό ρευστό με σταθερή παροχή.

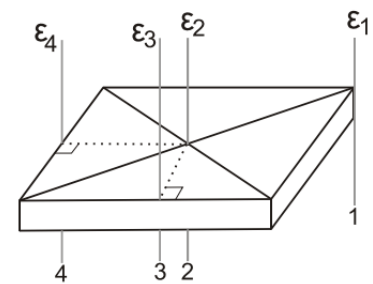
Για τις πιέσεις και τις ταχύτητες στα σημεία A

και B του σωλήνα ισχύει:

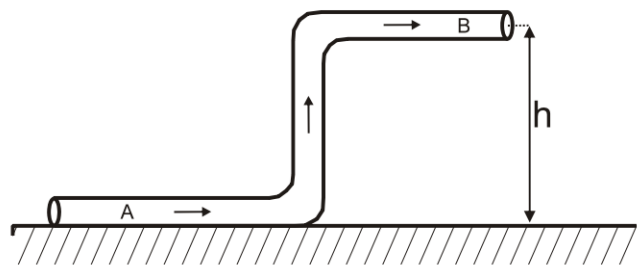
- α)  $p_A = p_B$  και  $u_A = u_B$   
 β)  $p_A > p_B$  και  $u_A > u_B$   
 γ)  $p_A < p_B$  και  $u_A = u_B$   
 δ)  $p_A > p_B$  και  $u_A = u_B$

**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 μια φθίνουσα ταλάντωση η ενέργεια του ταλαντωτή παραμένει σταθερή.  
 β) Σε ένα στάσιμο κύμα όλα τα σημεία του μέσου τα οποία ταλαντώνονται φτάνουν ταυτόχρονα σε θέσεις μέγιστης απομάκρυνσης.  
 γ) Όταν ένας παρατηρητής πλησιάζει με σταθερή ταχύτητα μια ακίνητη ηχητική πηγή, η συχνότητα του ήχου που ακούει είναι συνεχώς μεγαλύτερη από τη συχνότητα που παράγει η πηγή.



**Σχήμα 1**



**Σχήμα 2**

- δ) Αν σε ένα αρχικά ακίνητο ελεύθερο στερεό σώμα ασκηθεί σταθερή δύναμη της οποίας ο φορέας διέρχεται από το κέντρο μάζας του, το σώμα θα περιστραφεί.
- ε) Η ταχύτητα ενός ιδανικού ρευστού που ρέει σε οριζόντιο σωλήνα είναι μεγαλύτερη στις περιοχές όπου οι ρευματικές γραμμές είναι πυκνότερες.

**ΘΕΜΑ Β**

**B1.** Δύο ιδανικά ελατήρια A και B με σταθερές  $k_1$  και  $k_2$  αντίστοιχα κρέμονται από δύο ακλόνητα σημεία (Σχήμα 3). Στα κάτω άκρα των ελατηρίων A και B είναι δεμένα και ισορροπούν δύο σώματα  $\Sigma_1$  μάζας  $m_1$  και  $\Sigma_2$  μάζας  $m_2$ .

Στην κατάσταση αυτή το ελατήριο A έχει διπλάσια επιμήκυνση από το ελατήριο B. Εκτρέπουμε τα σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  κατακόρυφα μέχρις ότου τα ελατήρια αποκτήσουν το φυσικό τους μήκος και τα αφήνουμε ελεύθερα. Τα σώματα  $\Sigma_1$  και  $\Sigma_2$  εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση με ενέργειες ταλάντωσης  $E_1$  και  $E_2 = 2E_1$  αντίστοιχα.

Ο λόγος των σταθερών  $k_1$  και  $k_2$  των δύο ελατηρίων A και B είναι ίσος με:

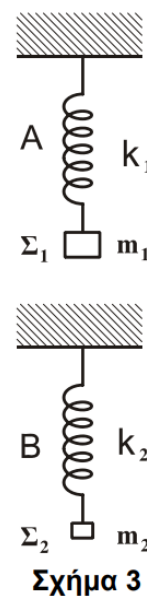
α)  $\frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{4}$

β)  $\frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{8}$

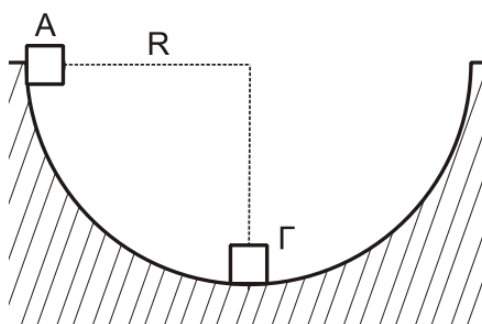
γ)  $\frac{k_1}{k_2} = 8$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



**B2.** Από το εσωτερικό άκρο A ενός ημισφαιρίου ακτίνας R (Σχήμα 4) αφήνεται ελεύθερη μάζα  $m_1$  αμελητέων διαστάσεων. Στο κατώτατο σημείο Γ του ημισφαιρίου είναι ακίνητη μια πανομοιότυπη μάζα  $m_2$  ( $m_1 = m_2 = m$ ) αμελητέων διαστάσεων. Οι τριβές θεωρούνται αμελητέες.



Σχήμα 4

**A.** Η μάζα  $m_1$  συγκρούεται με τη μάζα  $m_2$  κεντρικά και ελαστικά. Μετά την κρούση η μάζα  $m_2$  θα ανέλθει σε ύψος H ως προς το κατώτατο σημείο του ημισφαιρίου ίσο με

α)  $\frac{R}{4}$

β) R

γ)  $\frac{3R}{2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

**B.** Η μάζα  $m_1$  συγκρούεται με τη μάζα  $m_2$  μετωπικά και πλαστικά. Μετά την κρούση το συσσωμάτωμα θα ανέλθει σε ύψος h ως προς το κατώτατο σημείο του ημισφαιρίου ίσο με

α)  $\frac{R}{4}$

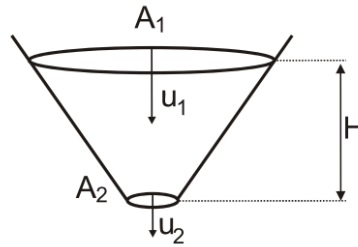
β) R

γ)  $\frac{3R}{2}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- B3.** Σε ανοιχτό κωνικό δοχείο (**Σχήμα 5**) που περιέχει ιδανικό ρευστό αφαιρούμε τον πυθμένα με αποτέλεσμα το ρευστό να αρχίσει να ρέει. Κάποια χρονική στιγμή το περιεχόμενο ρευστό στο δοχείο έχει ύψος  $H$ . Η ταχύτητα του ρευστού στην επιφάνεια εμβαδού  $A_1$  είναι ίση με  $u_1$  ενώ η αντίστοιχη ταχύτητα του ρευστού στον πυθμένα εμβαδού  $A_2 = \frac{A_1}{6}$  είναι ίση με  $u_2$ .



**Σχήμα 5**

Τότε το ύψος  $H$  ισούται με:

α)  $\frac{11u_1^2}{2g}$

β)  $\frac{35u_1^2}{2g}$

γ)  $\frac{35u_1^2}{g}$

Να επιλέξετε το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

### **ΘΕΜΑ Γ**

Γραμμικό ελαστικό μέσο μεγάλου μήκους εκτείνεται κατά μήκος του ημιάξονα  $Ox$ .

Το άκρο  $O(x=0)$  του ελαστικού μέσου εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις στην ίδια διεύθυνση και γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας.

Οι δύο ταλαντώσεις του άκρου  $O$  περιγράφονται από τις σχέσεις:

$$y_1 = A\eta\mu\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ (S.I.)} \quad \text{και} \quad y_2 = \sqrt{3}\eta\mu\left(\omega t - \frac{\pi}{6}\right) \text{ (S.I.)}$$

Το άκρο  $O$  του ελαστικού μέσου ξεκινά να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή  $t=0$  και εκτελεί 10 πλήρεις ταλαντώσεις κάθε 2 sec με πλάτος ταλάντωσης  $A=0,05$  m. Η συνησταμένη ταλάντωση του άκρου  $O$  του ελαστικού μέσου δημιουργεί αρμονικό κύμα που διαδίδεται στο ελαστικό μέσο και σε χρόνο  $t_1=0,3$  sec διανύει απόσταση 1,5 m.

- Γ1.** Να δείξετε ότι η εξίσωση απομάκρυνσης  $y$  της απλής αρμονικής ταλάντωσης του άκρου  $O$  σε συνάρτηση με το χρόνο είναι  $y=0,1\eta\mu(10\pi t)$  (S.I.).

- Γ2.** Να γράψετε την εξίσωση του στιγμιότυπου του κύματος τη χρονική στιγμή  $t_2 = t_1 + 5\frac{T}{4}$  και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή  $t_2$  σε βαθμολογημένους άξονες.

- Γ3.** Να υπολογίσετε την ταχύτητα ταλάντωσης ενός σημείου Ν που βρίσκεται σε απόσταση  $x = 1,75 \text{ m}$  από το άκρο Ο του ελαστικού μέσου τη χρονική στιγμή που η φάση της ταλάντωσης του άκρου Ο είναι ίση με  $3,75\pi \text{ rad}$ .
- Γ4.** Εάν κατά μήκος της χορδής διαδοθεί ταυτόχρονα με το παραπάνω κύμα ένα κύμα αντίθετης φοράς με τα ίδια χαρακτηριστικά, τότε τα δύο κύματα συμβάλλουν με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί στάσιμο κύμα με κοιλία στη θέση  $x = 0$ .

Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος και να βρείτε τη θέση του πέμπτου δεσμού του στάσιμου κύματος.

$$\text{Δίνονται: } \eta\mu 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ και } \sigma\upsilon\nu 60^\circ = \frac{1}{2}$$

### ΘΕΜΑ Δ

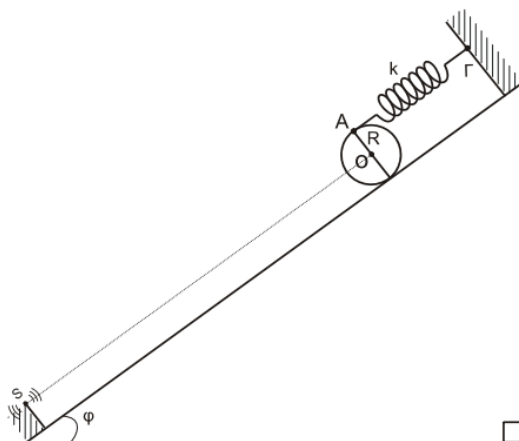
Συμπαγής ομογενής κύλινδρος μάζας  $m$  και ακτίνας  $R = 0,1 \text{ m}$  είναι προσδεμένος σε ιδανικό ελατήριο σταθεράς

$$k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

στο σημείο Α και ισορροπεί πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο μεγάλου μήκους γωνίας κλίσης  $\varphi$  όπως φαίνεται

στο **Σχήμα 6**.

Ο άξονας του ελατηρίου είναι παράλληλος στο κεκλιμένο επίπεδο. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι στερεωμένο ακλόνητα στο σημείο Γ. Η επιμήκυνση του ελατηρίου είναι  $\Delta\ell = 0,06 \text{ m}$ .



**Σχήμα 6**

- Δ1.** Να υπολογίσετε τη μάζα του κυλίνδρου.

Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  ο κύλινδρος αποσπάται από το ελατήριο και κυλιέται χωρίς να ολισθαίνει κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου.

Να υπολογίσετε:

- Δ2.** την επιτάχυνση του κέντρου μάζας του κυλίνδρου,
- Δ3.** το μέτρο της στατικής τριβής που δέχεται ο κύλινδρος από το κεκλιμένο επίπεδο κατά τη διάρκεια της κύλισής του,
- Δ4.** τον ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του κυλίνδρου τη χρονική στιγμή  $t = 1 \text{ sec}$ .

Έστω ότι στο κέντρο μάζας του κυλίνδρου είναι ενσωματωμένος σημειακός ανιχνευτής ηχητικών κυμάτων, ο οποίος φέρει λαμπάκι. Στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου είναι στερεωμένη πηγή S ηχητικών κυμάτων, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 6**, συχνότητας  $f_s = 1700 \text{ Hz}$ . Το λαμπάκι του ανιχνευτή ανάβει όταν ανιχνεύονται συχνότητες μεταξύ των τιμών  $f_1 = 1750 \text{ Hz}$  και  $f_2 = 1800 \text{ Hz}$ .

**Δ5.** Κατά την κύλιση του κυλίνδρου στο κεκλιμένο επίπεδο να εξετάσετε αν το λαμπάκι θα ανάψει από τη χρονική στιγμή  $t_1 = 1 \text{ sec}$  μέχρι τη χρονική στιγμή  $t_2 = 2 \text{ sec}$ .

Δίνονται:

- η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- η ροπή αδράνειας του κυλίνδρου ως προς τον άξονα που διέρχεται από το κέντρο μάζας του είναι ίση με  $I_{\text{cm}} = \frac{1}{2}mR^2$
- $\eta\mu\phi = 0,6$  και  $\sigma\upsilon\nu\phi = 0,8$
- η ταχύτητα του ήχου στον αέρα ίση με  $u_{\text{ηχ}} = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Να θεωρήσετε ότι:

- ο άξονας περιστροφής του κυλίνδρου παραμένει συνεχώς σε οριζόντια θέση σε όλη τη διάρκεια της κίνησης του
- η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα
- η ευθεία που ενώνει την πηγή και τον ανιχνευτή είναι παράλληλη στο κεκλιμένο επίπεδο.
- η λήψη των ηχητικών κυμάτων από τον ανιχνευτή δεν επηρεάζεται από την κύλιση και το υλικό του κυλίνδρου.