

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 σταθερά απόσβεσης b μιας φθίνουσας ταλάντωσης, στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι ανάλογη της ταχύτητας,

- α) εξαρτάται από την ταχύτητα του σώματος που ταλαντώνεται.
- β) μειώνεται κατά τη διάρκεια της φθίνουσας ταλάντωσης
- γ) έχει μονάδα μέτρησης στο S.I. το $\text{kg} \cdot \text{s}$.
- δ) εξαρτάται από τις ιδιότητες του μέσου μέσα στο οποίο γίνεται η φθίνουσα ταλάντωση.

A2. Κατά τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων, ίδιας διεύθυνσης και ίδιου πλάτους, που γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο και που οι περίοδοι τους T_1 και T_2 διαφέρουν πολύ λίγο μεταξύ τους, προκύπτει ταλάντωση μεταβλητού πλάτους με περίοδο T που είναι ίση με

$$\alpha) T = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad \beta) T = \frac{2T_1T_2}{T_1 + T_2} \quad \gamma) T = \frac{|T_1 - T_2|}{2} \quad \delta) T = \frac{2T_1T_2}{|T_2 - T_1|}$$

A3. Εγκάρσια μηχανικά ονομάζονται τα κύματα

- α) στα οποία όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου ταλαντώνονται παράλληλα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
- β) στα οποία σχηματίζονται πυκνώματα και αραιώματα.
- γ) στα οποία όλα τα σημεία του ελαστικού μέσου ταλαντώνονται κάθετα στη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.
- δ) που διαδίδονται στα αέρια.

A4. Μια αθλήτρια του καλλιτεχνικού πατινάζ περιστρέφεται, χωρίς τριβές, έχοντας τα χέρια της σε σύμπτυξη. Όταν η αθλήτρια, κατά την περιστροφή της, απλώσει τα χέρια της σε οριζόντια θέση, τότε

- α) η στροφορμή της μειώνεται.
- β) η στροφορμή της αυξάνεται.
- γ) η συχνότητα περιστροφής της αυξάνεται.
- δ) η συχνότητα περιστροφής της μειώνεται.

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) Η ταυτόχρονη διάδοση δύο ή περισσότερων κυμάτων στην ίδια περιοχή ενός ελαστικού μέσου ονομάζεται συμβολή.
- β) Η ταχύτητα ροής ενός ασυμπίεστου ιδανικού ρευστού κατά μήκος ενός σωλήνα που δεν έχει σταθερή διατομή, είναι μεγαλύτερη εκεί που πυκνώνουν οι ρευματικές γραμμές.
- γ) Η ροή ενός ρευστού είναι στρωτή, όταν παρουσιάζει στροβίλους.
- δ) Η ροπή αδράνειας ενός στερεού σώματος είναι διανυσματικό μέγεθος.

- ε) Σε μια κρούση αμελητέας χρονικής διάρκειας η δυναμική ενέργεια των σωμάτων, που εξαρτάται από τη θέση τους στο χώρο, δεν μεταβάλλεται.

ΘΕΜΑ Β

- B1.** Ένα μικρό σώμα εκτελεί ταυτόχρονα δύο απλές αρμονικές ταλαντώσεις, με εξισώσεις απομάκρυνσης

$$x_1 = A_1 \eta \mu \omega t \quad \text{και} \quad x_2 = A_2 \eta \mu \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

και με ενέργειες ταλάντωσης E_1 και E_2 , αντίστοιχα. Οι ταλαντώσεις γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο και στην ίδια διεύθυνση. Η ενέργεια ταλάντωσης E της σύνθετης ταλάντωσης είναι ίση με:

i. $E = \frac{E_1 + E_2}{2}$

ii. $E = E_1 + E_2$

iii. $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

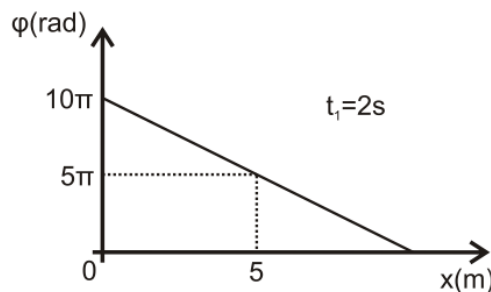
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

- B2.** Εγκάρσιο αρμονικό κύμα διαδίδεται χωρίς απώλειες ενέργειας σε γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$ προς τη θετική κατεύθυνση.

Η πηγή του κύματος βρίσκεται στην αρχή O του άξονα $x'Ox$ και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση $y = A \eta \mu \omega t$.

Στο διάγραμμα του **σχήματος 1** παριστάνεται η φάση των σημείων του ελαστικού μέσου σε συνάρτηση με την απόστασή τους x από την πηγή, τη χρονική στιγμή $t_1 = 2 \text{ s}$. Η ταχύτητα διάδοσης του κύματος είναι ίση με:



i. $v = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

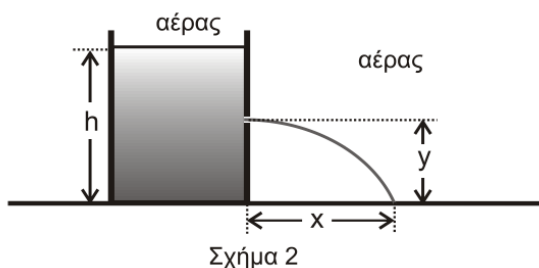
ii. $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

iii. $v = 12,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

- B3.** Δοχείο με κατακόρυφα τοιχώματα περιέχει ένα ασυμπίεστο ιδανικό υγρό. Το ύψος του υγρού στο δοχείο είναι h , όπως φαίνεται στο **σχήμα 2**.



Στο δοχείο ανοίγουμε μικρή οπή στο πλευρικό του τοίχωμα, σε ύψος $y = h/2$ από τη βάση του. Η φλέβα που δημιουργείται, συναντά το έδαφος σε οριζόντια απόσταση x από τη βάση του δοχείου. Η απόσταση x είναι ίση με:

i. h

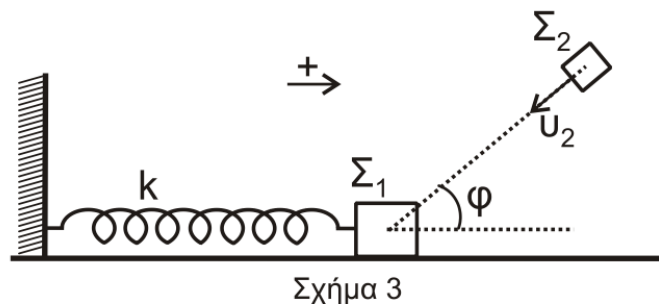
ii. $\frac{h}{2}$

iii. $2h$

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

ΘΕΜΑ Γ

Σώμα Σ_1 , μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$, είναι δεμένο στο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. Το άλλο άκρο του ελατηρίου είναι ακλόνητα στερεωμένο. Το σώμα Σ_1 εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση, πλάτους $A = 0,4 \text{ cm}$, σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Τη χρονική στιγμή που το σώμα Σ_1 έχει απομάκρυνση $x_1 = +\frac{A\sqrt{3}}{2}$, κινούμενο κατά τη θετική φορά, συγκρούεται πλαστικά με σώμα Σ_2 , μάζας $m_2 = 3 \text{ kg}$. Το σώμα Σ_2 κινείται, λίγο πριν την κρούση, με ταχύτητα $v_2 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ σε διεύθυνση που σχηματίζει γωνία φ (όπου $\sin\varphi = \frac{1}{3}$) με το οριζόντιο επίπεδο, όπως φαίνεται στο **σχήμα 3**. Το συσσωμάτωμα που προκύπτει μετά την κρούση, εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.



- Γ1. Να υπολογίσετε την ταχύτητα του σώματος Σ_1 λίγο πριν την κρούση και την ταχύτητα του συσσωματώματος, αμέσως μετά την κρούση.
 Γ2. Να υπολογίσετε το πλάτος της ταλάντωσης του συσσωματώματος.
 Γ3. Να εκφράσετε την κινητική ενέργεια του συσσωματώματος σε συνάρτηση με την απομάκρυνση. Να σχεδιάσετε (με στυλό) σε βαθμολογημένους άξονες την κινητική ενέργεια του συσσωματώματος σε συνάρτηση με την απομάκρυνση.
 Γ4. Να υπολογίσετε το ποσοστό επί τοις εκατό (%) της κινητικής ενέργειας του συστήματος των σωμάτων Σ_1 και Σ_2 , ακριβώς πριν την κρούση που μετατράπηκε σε θερμότητα, κατά την κρούση.

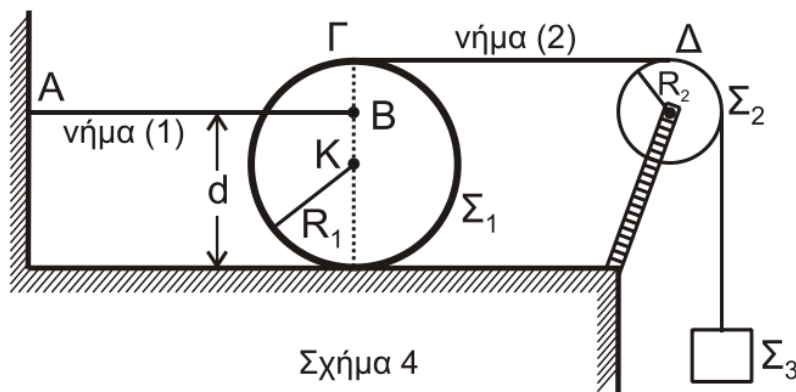
Να θεωρήσετε ότι:

- η διάρκεια της κρούσης είναι αμελητέα.
- η θετική φορά είναι αυτή που φαίνεται στο **σχήμα 3**.

ΘΕΜΑ Δ

Ομογενής δίσκος Σ_1 έχει μάζα $M_1 = 8 \text{ kg}$ και ακτίνα $R_1 = 0,2 \text{ m}$. Στο σημείο Β της κατακόρυφης διαμέτρου του δίσκου, που απέχει απόσταση $d = \frac{3}{2}R_1$ από το οριζόντιο επίπεδο, είναι στερεωμένο οριζόντιο αβαρές μη εκτατό νήμα (1). Το άλλο άκρο Α του νήματος (1) είναι ακλόνητα στερεωμένο, όπως φαίνεται στο **σχήμα 4**. Γύρω από την περιφέρεια του δίσκου Σ_1 είναι τυλιγμένο πολλές φορές άλλο δεύτερο αβαρές μη εκτατό νήμα (2), το οποίο διέρχεται

από τροχαλία Σ_2 , μάζας $M_2 = 2 \text{ kg}$ και ακτίνας $R_2 = 0,1 \text{ m}$. Στο άλλο άκρο του νήματος (2) είναι συνδεδεμένο σώμα Σ_3 , μάζας $M_3 = 1 \text{ kg}$. Το σύστημα αρχικά ισορροπεί. Το τμήμα ΓΔ του νήματος (2) είναι οριζόντιο.



Δ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης που ασκεί το νήμα (1) στο δίσκο Σ_1 .

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ το νήμα (1) κόβεται. Το σώμα Σ_3 κατέρχεται με επιτάχυνση. Η τροχαλία Σ_2 αρχίζει να περιστρέφεται, χωρίς τριβές, γύρω από τον άξονά της και ο δίσκος Σ_1 αρχίζει να κυλιέται, χωρίς να ολισθαίνει, πάνω στο οριζόντιο επίπεδο.

Δ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της επιτάχυνσης του κέντρου μάζας του δίσκου Σ_1 .

Δ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της στροφορμής της τροχαλίας Σ_2 τη χρονική στιγμή $t_1 = 1 \text{ s}$.

Δ4. Να υπολογίσετε τη μεταβολή της βαρυτικής δυναμικής ενέργειας του σώματος Σ_3 για την κίνηση του από τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t_1 = 1 \text{ s}$.

Δίνονται:

- η ροπή αδρανείας του δίσκου ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από το κέντρο μάζας του
$$I_1 = \frac{1}{2} M_1 R_1^2$$
- η ροπή αδρανείας της τροχαλίας ως προς τον άξονα περιστροφής που διέρχεται από το κέντρο μάζας του
$$I_2 = \frac{1}{2} M_2 R_2^2$$
- η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Να θεωρήσετε ότι:

- η τριβή του νήματος (2) τόσο με το δίσκο Σ_1 , όσο και με την τροχαλία Σ_2 , είναι αρκετά μεγάλη ώστε να μην παρατηρείται ολίσθηση.
- κατά τη διάρκεια όλου του φαινομένου, ο δίσκος παραμένει στο οριζόντιο επίπεδο, χωρίς να συγκρούεται με την τροχαλία.
- ο άξονας περιστροφής του δίσκου δεν αλλάζει κατεύθυνση, κατά τη διάρκεια της κίνησής του.
- το σώμα Σ_3 έχει αμελητέες διαστάσεις.
- η αντίσταση του αέρα είναι αμελητέα.