

ΘΕΜΑ Α

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

A1. Όταν μια μικρή σφαίρα προσπίπτει πλάγια σε κατακόρυφο τοίχο και συγκρούεται με αυτόν ελαστικά, τότε

- α) η γωνία πρόσπτωσης της σφαίρας είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης.
- β) η ορμή της σφαίρας δεν μεταβάλλεται κατά την κρούση.
- γ) η κινητική ενέργεια της σφαίρας πριν την κρούση είναι μεγαλύτερη από την κινητική ενέργεια που έχει μετά την κρούση.
- δ) η δύναμη που ασκεί ο τοίχος στη σφαίρα έχει την ίδια διεύθυνση με την αρχική ταχύτητα της σφαίρας.

5 μονάδες

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 $\pi/2$ rad μεταξύ τους.
- δ) ίδια συχνότητα ταλάντωσης.

5 μονάδες

A3. Σώμα εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Παρατηρείται ότι για δύο διαφορετικές συχνότητες f_1 και f_2 του διεγέρτη με $f_1 < f_2$ το πλάτος της ταλάντωσης είναι ίδιο. Για την ιδιοσυχνότητα f_0 του συστήματος ισχύει:

- α) $f_0 < f_1$
- β) $f_0 > f_2$
- γ) $f_1 < f_0 < f_2$
- δ) $f_1 = f_0$.

5 μονάδες

A4. Η συχνότητα ταλάντωσης μιας πηγής, που παράγει εγκάρσιο αρμονικό κύμα σε ένα ελαστικό μέσο, διπλασιάζεται χωρίς να μεταβληθεί το πλάτος της ταλάντωσης. Τότε

- α)** η ταχύτητα διάδοσης του κύματος διπλασιάζεται.
- β)** το μήκος κύματος του αρμονικού κύματος διπλασιάζεται.
- γ)** το μήκος κύματος του αρμονικού κύματος υποδιπλασιάζεται.
- δ)** η ενέργεια ταλάντωσης ενός σημείου του ελαστικού μέσου στο οποίο διαδίδεται το κύμα διπλασιάζεται.

5 μονάδες

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)** Αν διπλασιάσουμε το μέτρο καθεμιάς από τις δύο δυνάμεις ενός ζεύγους δυνάμεων, χωρίς να αλλάξουμε την απόσταση των φορέων των δυνάμεων, τότε το μέτρο της ροπής του ζεύγους των δυνάμεων τετραπλασιάζεται.
- β)** Η ταυτόχρονη διάδοση δύο ή περισσότερων κυμάτων στην ίδια περιοχή ενός ελαστικού μέσου ονομάζεται συμβολή.
- γ)** Η ενέργεια ταλάντωσης στην απλή αρμονική ταλάντωση μεταβάλλεται αρμονικά με το χρόνο.
- δ)** Στην κεντρική ελαστική κρούση δύο σωμάτων η μεταβολή της ορμής του ενός σώματος είναι πάντα αντίθετη από την μεταβολή της ορμής του άλλου σώματος.
- ε)** Η κίνηση ενός τροχού που κυλίεται είναι αποτέλεσμα της επαλληλίας μιας μεταφορικής και μιας στροφικής κίνησης

5 μονάδες

ΘΕΜΑ Β

B1. Ο δίσκος της παρακάτω εικόνας, έχει ακτίνα $R = 10 \text{ cm}$ και μπορεί να περιστρέφεται γύρω από άξονα περιστροφής που είναι κάθετος στο δίσκο και διέρχεται από σημείο O μιας διαμέτρου, που απέχει 4 cm από το σημείο A της περιφέρειας.

Ο δίσκος περιστρέφεται με γωνιακή ταχύτητα ω_0 . Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ ξεκινά, να εκτελεί ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση και μετά από χρονικό διάστημα t_1 σταματάει.

Τα σημεία της περιφέρειας A και B βρίσκονται πάνω στην ίδια διάμετρο με το σημείο O. Κάποια χρονική στιγμή t_2 το σημείο B είχε κεντρομόλο επιτάχυνση με μέτρο ίσο με το αντίστοιχο μέτρο του σημείου A τη χρονική στιγμή $t_0=0$.

Η χρονική στιγμή t_2 ισούται με:

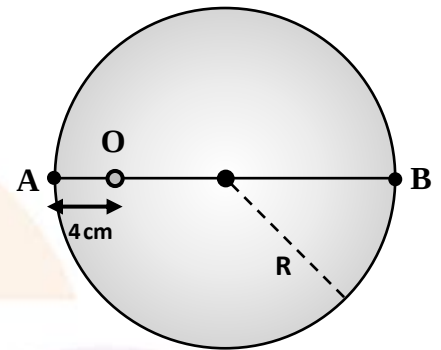
α) $t_2 = \frac{t_1}{4}$

β) $t_2 = \frac{3t_1}{2}$

γ) $t_2 = \frac{t_1}{2}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

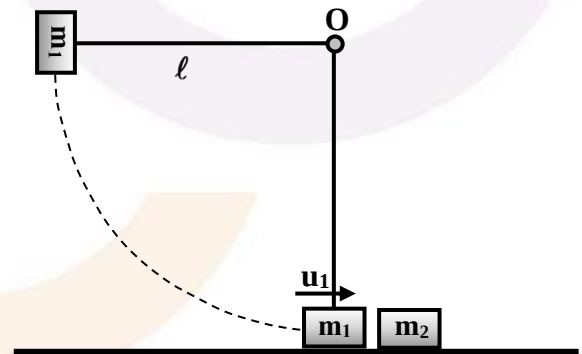
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



2 μονάδες

6 μονάδες

B2. Σώμα Σ μάζας m_1 ισορροπεί δεμένο στο ένα άκρο κατακόρυφου αβαρούς και μη εκτατού νήματος μήκους ℓ , του οποίου το άλλο άκρο είναι στερεωμένο σε ακλόνητο σημείο O. Εκτρέπουμε το σώμα ώστε το νήμα να γίνει οριζόντιο και κάποια στιγμή αφήνουμε το σώμα να κινηθεί. Τη χρονική στιγμή που το νήμα γίνεται κατακόρυφο, το σώμα μάζας m_1 συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με άλλο ακίνητο σώμα μάζας $m_2 = 3m_1$.



ι) Ο λόγος της μεταβολής της στροφορμής του σώματος m_1 προς την μεταβολή της ορμής του σώματος m_2 εξαιτίας της κρούσης ισούται με:

α) $\frac{\ell}{3}$

β) $-\frac{\ell}{3}$

γ) $-\ell$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

1 μονάδες

4 μονάδες

ii) Το μέγιστο ύψος που θα φτάσει το σώμα m_1 μετά την κρούση ισούται με:

α) $\frac{\ell}{4}$

β) $\frac{\ell}{3}$

γ) $\frac{\ell}{2}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

1 μονάδες

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

3 μονάδες

B3. Ένα σώμα δεμένο στην ελεύθερη άκρη κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση αρχικής ενέργειας E_0 και αρχικού πλάτους A_0 , στην οποία η αντιτιθέμενη δύναμη είναι της μορφής $F' = -bu$. Το πλάτος του μειώνεται με το χρόνο σύμφωνα με τη σχέση $A = A_0 e^{-\Lambda t}$, με $\Lambda = \text{σταθερό}$.

Αν η θερμότητα που εκλύεται από τη χρονική στιγμή $t = 0$ μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 είναι $Q = \frac{15}{16} E_0$, τότε η χρονική στιγμή t_1 ισούται με:

α) $\frac{\ln 2}{\Lambda}$

β) $\frac{2 \ln 2}{\Lambda}$

γ) $\frac{4 \ln 2}{\Lambda}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

2 μονάδες

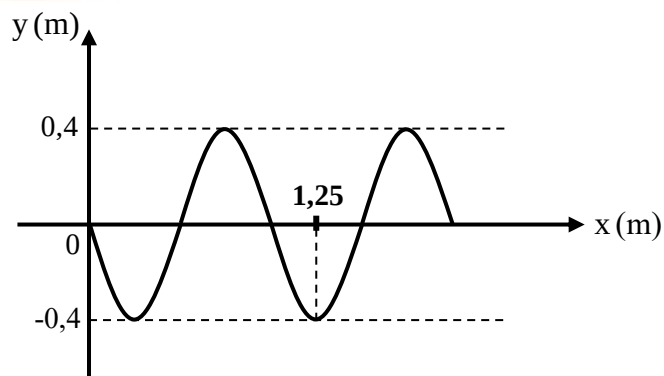
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

6 μονάδες

Θέμα Γ

Το σημείο Ο ενός γραμμικού ελαστικού μέσου αποτελεί πηγή αρμονικής διαταραχής και αρχίζει να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ σύμφωνα με την εξίσωση $y = A \cdot \eta\mu 5\pi t$ (SI).

Το στιγμιότυπο του κύματος που διαδίδεται στο γραμμικό ελαστικό μέσο, τη χρονική στιγμή t_1 φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα.



Γ1. Να υπολογίσετε το μήκος κύματος και το μέτρο της ταχύτητας διάδοσης του κύματος.

Μονάδες 5

Γ2. Να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης των σημείων B ($x_B = 1,25\text{m}$) και Γ ($x_\Gamma = 1,75\text{m}$).

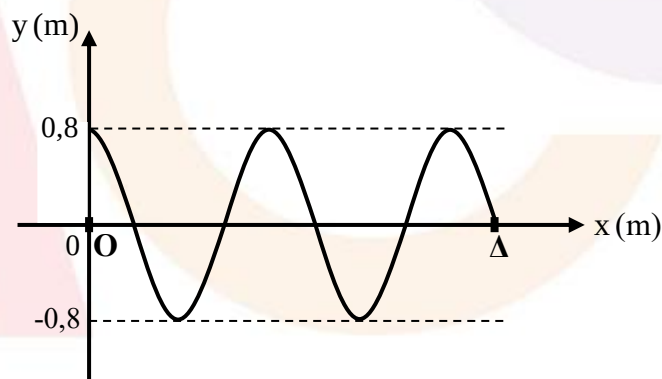
Αν κάποια χρονική στιγμή t_2 το υλικό σημείο Γ βρίσκεται στη θέση μέγιστης θετικής απομάκρυνσης, να βρείτε την απομάκρυνση του υλικού σημείου B από τη θέση ισορροπίας την ίδια χρονική στιγμή.

Μονάδες 6

Γ3. Για το υλικό σημείο B ($x_B = 1,25\text{m}$) να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας συναρτήσει του χρόνου και της φάσης της ταλάντωσης συναρτήσει του χρόνου.

Μονάδες 8

Σε ένα όμοιο γραμμικό ελαστικό μέσο μήκους L , ένα αρμονικό κύμα πλάτους A και συχνότητας $f = 2,5\text{Hz}$ που διαδίδεται κατά τη θετική φορά, συμβάλει με ένα αρμονικό κύμα ίδιου πλάτους και συχνότητας που διαδίδεται κατά την αντίθετη φορά. Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αποκαθίσταται στάσιμο κύμα στο γραμμικό ελαστικό μέσο. Το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος τη χρονική στιγμή $t_3 = 0,65\text{s}$, κατά την οποία όλα τα σημεία του γραμμικού ελαστικού μέσου έχουν μηδενική ταχύτητα φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Γ4. Να γράψετε την εξίσωση του στάσιμου κύματος και να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του σε σύστημα ορθογώνιων βαθμολογημένων αξόνων τη χρονική στιγμή $t_4 = 0,85\text{s}$.

Μονάδες 6

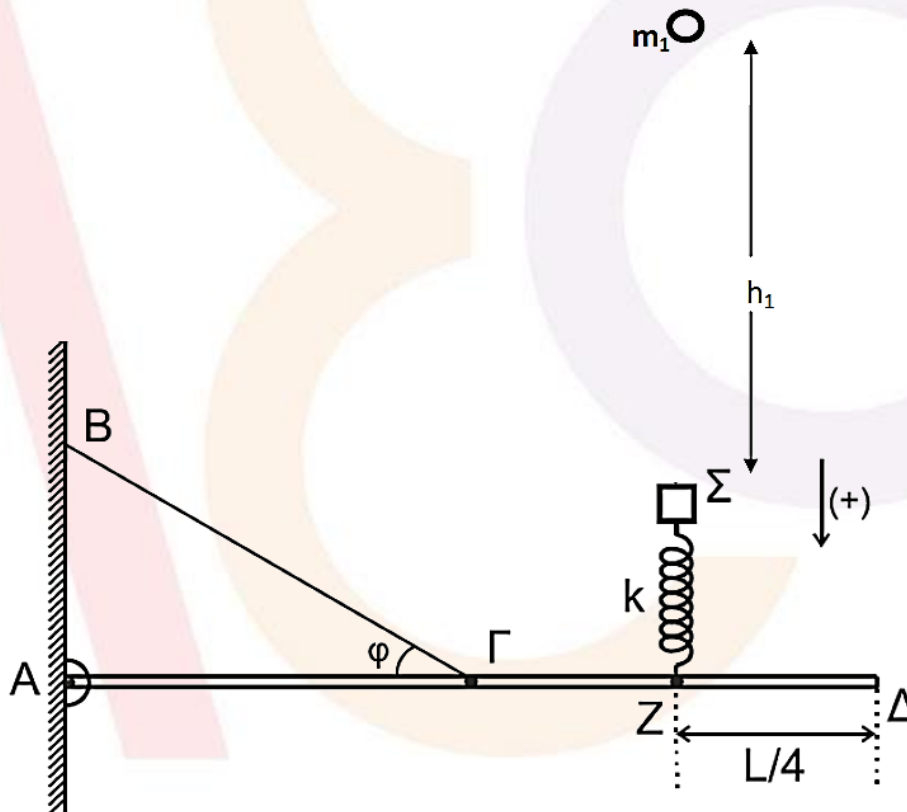
ΘΕΜΑ Δ

Η λεπτή ομογενής και ισοπαχής ράβδος ΑΔ, μάζας $M = 4 \text{ kg}$ και μήκους L του παρακάτω σχήματος ισορροπεί οριζόντια. Το άκρο της Α έχει συνδεθεί με άρθρωση σε κατακόρυφο τοίχο.

Στο μέσον της Γ έχει δεθεί το ένα άκρο αβαρούς και μη εκτατού νήματος, το άλλο άκρο του οποίου έχει στηριχθεί στον κατακόρυφο τοίχο στο σημείο Β. Το νήμα σχηματίζει γωνία $\varphi = 30^\circ$ με τη διεύθυνση της ράβδου.

Σε σημείο Ζ της ράβδου, το οποίο απέχει από το άκρο της Δ απόσταση $(ΖΔ) = L/4$, έχει στερεωθεί το κάτω άκρο κατακόρυφου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς $k = 100 \text{ N/m}$.

Στο πάνω άκρο του ελατηρίου έχει δεθεί σώμα Σ1 μικρών διαστάσεων, μάζας $m_2 = 1 \text{ kg}$.



Δ1. Να υπολογίσετε τη δύναμη που ασκεί η άρθρωση Α στη ράβδο.

Μονάδες 5

Από ύψος $h_1 = 0,8 \text{ m}$ ακριβώς πάνω από το σώμα Σ μάζας m_2 , αφήνεται σώμα σφαίρα μάζας m_1 η οποία συγκρούεται ελαστικά με το σώμα Σ και αναπηδά σε ύψος $h_2 = 0,2 \text{ m}$.

Δ2. Να βρείτε τις ταχύτητες της σφαίρας m_1 , πριν και μετά της σύγκρουσής της με το σώμα m_2 , τη μάζα m_1 καθώς και την ταχύτητα του σώματος m_2 αμέσως μετά την κρούση.

Μονάδες 5

Δ3. Να αποδείξετε ότι μετά την κρούση το σώμα Σ εκτελεί ΑΑΤ και να γράψετε την εξίσωση απομάκρυνσης και ταχύτητας ταλάντωσης σε συνάρτηση με το χρόνο. Θεωρήστε ως χρονική στιγμή $t_0 = 0$ τη στιγμή της κρούσης και θετική φορά προς τα κάτω.

Μονάδες 5

Δ4. Να υπολογίσετε τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή της τάσης του νήματος, κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του σώματος Σ .

Μονάδες 5

Δ5. Ποια η μέγιστη και ποια η ελάχιστη τιμή της Δυναμικής ενέργειας του ελατηρίου

Μονάδες 5

Δίνονται $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\eta\mu 30 = 1/2$, $\sigma\upsilon\nu 30 = \sqrt{3}/2$, $(55\sqrt{3})^2 = 9075$

Ευχόμαστε επιτυχία!