

ΦΥΣΙΚΗ ΟΜΑΔΑΣ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

3^ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ (ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ)

ΘΕΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ Α

Στις προτάσεις Α1α έως Α4β να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση, η οποία τη συμπληρώνει σωστά.

Α1α. Ο συντονισμός είναι μια περίπτωση εξαναγκασμένης ταλάντωσης όπου το πλάτος ταλάντωσης του συστήματος μεγιστοποιείται διότι

- α) ο διεγέρτης προσφέρει ενέργεια στο σύστημα με τον βέλτιστο τρόπο.
- β) η συχνότητα του διεγέρτη γίνεται μέγιστη.
- γ) το ταλαντούμενο σύστημα δεν χάνει ενέργεια λόγω τριβών.
- δ) το ταλαντούμενο σύστημα χάνει ενέργεια λόγω τριβών.

(Μονάδες 3)

Α1β. Ένα σώμα που εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση για να μεταβεί από τη μία ακραία θέση στην άλλη διανύει απόσταση d . Το πλάτος της ταλάντωσης A και η απόσταση d συνδέονται με τη σχέση

- α) $A = 2d$.
- β) $A = d$.
- γ) $A = d/2$.
- δ) $A = d/4$.

(Μονάδες 2)

Α2α. Ένα σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση με πλάτος που ικανοποιεί τη σχέση $A = A_0 e^{-\lambda t}$, όπου A_0 το αρχικό πλάτος και λ μια θετική σταθερά. Η δύναμη που αντιτίθεται στην κίνηση έχει

- α) ίδια φορά με την ταχύτητα του σώματος.
- β) μέτρο που μηδενίζεται όταν το σώμα βρίσκεται σε ακραία θέση.
- γ) κάθε στιγμή ίδια φορά με την επιτάχυνση του σώματος.
- δ) μέτρο ανάλογο της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας του σώματος και φορά αντίθετη αυτής.

(Μονάδες 3)

Α2β. Ένας ταλαντωτής εκτελεί ταλάντωση που προκύπτει από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων που έχουν την ίδια διεύθυνση, το ίδιο πλάτος, εξελίσσονται γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας και συχνότητες $f_1 = 496$ Hz και $f_2 = 504$ Hz. Το πλάτος της σύνθετης ταλάντωσης

- α) μεταβάλλεται με συχνότητα $f = 8$ Hz.
- β) παραμένει σταθερό με τον χρόνο.
- γ) μεγιστοποιείται κάθε 2s.
- δ) μηδενίζεται κάθε 8s.

(Μονάδες 2)

A3α. Η διαφορά φάσης μεταξύ της ταχύτητας και της συνισταμένης δύναμης, σε μια γραμμική αρμονική ταλάντωση, $\varphi_v - \varphi_F$, είναι

- α) μηδέν.
- β) $-\pi/2$ rad.
- γ) π rad.
- δ) $-\pi$ rad.

(Μονάδες 3)

A3β. Ένας αρμονικός ταλαντωτής εκτελεί εξαναγκασμένη ταλάντωση. Όταν η συχνότητα του διεγέρτη παίρνει τιμές $f_1 = 42$ Hz και $f_2 = 68$ Hz, το πλάτος της ταλάντωσης έχει την ίδια τιμή A . Το πλάτος της ταλάντωσης μπορεί να γίνει μεγαλύτερο του A όταν η συχνότητα του διεγέρτη πάρει την τιμή

- α) 26 Hz.
- β) 34 Hz.
- γ) 58 Hz.
- δ) 110 Hz.

(Μονάδες 2)

A4α. Ένα σώμα εκτελεί ταλάντωση που προκύπτει από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων που εξελίσσονται πάνω στην ίδια διεύθυνση, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας και περιγράφονται από τις σχέσεις $x_1 = A\eta\mu\omega t$ και $x_2 = 2A\eta\mu(\omega t + \pi)$. Η εξίσωση της συνισταμένης ταλάντωσης περιγράφεται από τη σχέση

- α) $x = A\eta\mu\omega t$.
- β) $x = 2A\eta\mu\omega t$.
- γ) $x = 3A\eta\mu\omega t$.
- δ) $x = A\eta\mu(\omega t + \pi)$.

(Μονάδες 3)

A4β. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση της οποίας το πλάτος μειώνεται εκθετικά με το χρόνο, ο λόγος δύο διαδοχικών μεγίστων απομακρύνσεων προς την ίδια κατεύθυνση σε σχέση με τον χρόνο

- α) μειώνεται γραμμικά.
- β) μειώνεται εκθετικά.
- γ) μεταβάλλεται αρμονικά.
- δ) διατηρείται σταθερός.

(Μονάδες 2)

A5. Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.

α. Αν διπλασιάσουμε την ενέργεια ταλάντωσης ενός σώματος που εκτελεί α.α.τ., τότε τετραπλασιάζεται η μέγιστη ταχύτητά του.

β. Σε μια απλή αρμονική ταλάντωση τα διανύσματα της ταχύτητας και της επιτάχυνσης είναι ομόρροπα κάθε φορά που το σώμα κινείται προς τη θέση ισορροπίας του.

γ. Το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται για να γίνεται η κινητική ενέργεια ίση με τη δυναμική σε ένα απλό αρμονικό ταλαντωτή είναι μικρότερο από $T/2$.

δ. Σε μια φθίνουσα ταλάντωση αν μειώσουμε τις τριβές, η συχνότητα της ταλάντωσης μειώνεται.

ε. Από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων ίσων πλατών, που έχουν την ίδια διεύθυνση και γίνονται γύρω από το ίδιο σημείο, προκύπτει πάντα απλή αρμονική ταλάντωση.

(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

B1. Ένα σώμα μάζας m είναι προσδεμένο στο κάτω άκρο κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς k του οποίου το πάνω άκρο είναι στερεωμένο σε οροφή. Μετατοπίζουμε κατακόρυφα το σώμα από τη θέση ισορροπίας του μέχρι τη θέση που το ελατήριο αποκτά το φυσικό του μήκος και το αφήνουμε ελεύθερο. Το σώμα εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση, με τη δύναμη που αντιτίθεται στην κίνησή του να είναι της μορφής $F=-bv$.

Το μέτρο της ταχύτητας του σώματος τη στιγμή που διέρχεται από την αρχική θέση ισορροπίας του για πρώτη φορά,

α) μειώνεται με ρυθμό $\frac{bv}{m}$.

β) αυξάνεται με ρυθμό $\frac{bv}{m}$.

γ) παίρνει την μέγιστη τιμή του.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

B2. Ένα σώμα εκτελεί ταλάντωση που προκύπτει από τη σύνθεση δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων που εξελίσσονται πάνω στην ίδια διεύθυνση, γύρω από την ίδια θέση ισορροπίας με εξισώσεις

κίνησης $x_1 = A \eta \mu \omega t$, $x_2 = A \eta \mu \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$.

Η μέγιστη ταχύτητα του σώματος είναι

α. $v_{\max} = \omega A$.

β. $v_{\max} = 2\omega A$.

γ. $v_{\max} = \frac{\sqrt{3}}{2} \omega A$.

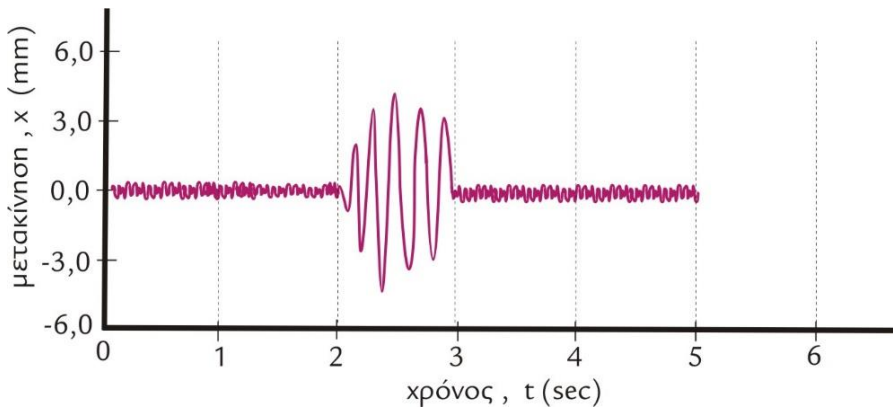
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

B3. Στο παρακάτω διάγραμμα δείχνεται το πλάτος ταλάντωσης της ακίδας ενός σειсмоγράφου σε συνάρτηση με τον χρόνο (σειсмоγράφημα), όπως αυτό καταγράφηκε σε μια σειсмоγενή περιοχή.



Η ιδιοσυχνότητα ταλάντωσης ενός ψηλού κτιρίου μάζας $M=16 \cdot 10^5 \text{Kg}$ προσεγγίζεται με την ίδια μαθηματική σχέση που δίνει την ιδιοσυχνότητα ενός απλού αρμονικού ταλαντωτή.

Οι μηχανικοί που θα κατασκευάσουν το κτίριο στην παραπάνω σειсмоγενή περιοχή πρέπει να χρησιμοποιήσουν τα υλικά με τρόπο που η σταθερά D επαναφοράς της ταλάντωσης του εξαιτίας ενός παρόμοιου σεισμού να βρίσκεται στην περιοχή τιμών ($\pi^2 \approx 10$)

α. $15 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}} - 19 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

β. $13 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}} - 17 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

γ. $2 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}} - 6 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

(Μονάδες 4)

B4. Ένα σωματίδιο εκτελεί μια ιδιόμορφη ταλάντωση που προκύπτει από την επαλληλία δύο απλών αρμονικών ταλαντώσεων που έχουν ίδια διεύθυνση, ίδια θέση ισορροπίας, ίσα πλάτη και παραπλήσιες συχνότητες f_1 και f_2 αντίστοιχα, με $f_1 < f_2$.

Η συχνότητα διέλευσης του σώματος από τη θέση ισορροπίας του είναι f_α , ενώ η συχνότητα μηδενισμού του πλάτους του είναι $f_\alpha / 50$.

Αν μειώσουμε κατά Δf τη συχνότητα f_2 παρατηρούμε ότι το σώμα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Αν αυξήσουμε κατά Δf τη συχνότητα f_2 , τότε η συχνότητα διέλευσης του σωματιδίου από τη θέση ισορροπίας του γίνεται

α. $1,04 f_\alpha$.

β. $1,02 f_\alpha$.

γ. $0,96 f_\alpha$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

(Μονάδες 2)

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

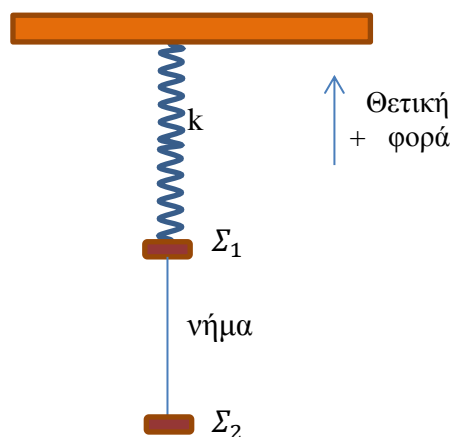
(Μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Γ

Στο σχήμα δείχνεται ένα κατακόρυφο ελατήριο σταθεράς $k=100\text{N/m}$ στερεωμένο σε οροφή, στο κάτω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο ένα σώμα Σ_1 , μάζας $m_1=1\text{kg}$. Από το σώμα Σ_1 μέσω ενός μη εκτατού νήματος που έχει αμελητέα μάζα είναι κρεμασμένο ένα δεύτερο σώμα Σ_2 , μάζας $m_2=3\text{kg}$. Το σύστημα των σωμάτων αρχικά ισορροπεί.

Μετατοπίζουμε αργά το σώμα Σ_2 προς τα κάτω κατά $d=0,4\text{m}$ και το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί τη χρονική στιγμή $t_0=0\text{s}$. Το όλο σύστημα εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με σταθερά επαναφοράς $D=k$ χωρίς το νήμα να χαλαρώνει.

Γ1. Να υπολογίσετε την ενέργεια που δαπανήσαμε για να θέσουμε το σύστημα σε ταλάντωση.



(Μονάδες 5)

Γ2. Να γράψετε την εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος Σ_2 , γύρω από τη θέση ισορροπίας του, σε συνάρτηση του χρόνου.

(Μονάδες 5)

Γ3. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας του Σ_2 τη χρονική στιγμή που η ταχύτητά του είναι $v_1=+1\text{m/s}$ για δεύτερη φορά.

(Μονάδες 5)

Γ4. Να υπολογίσετε το μέτρο της τάσης του νήματος τη χρονική στιγμή που η ταχύτητά του είναι $u_1 = +1 \text{ m/s}$ για δεύτερη φορά.

(Μονάδες 5)

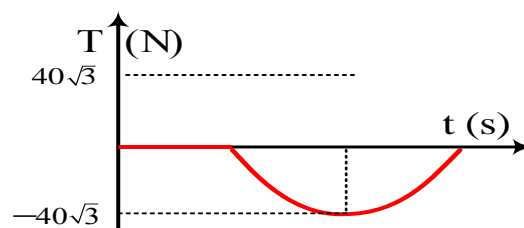
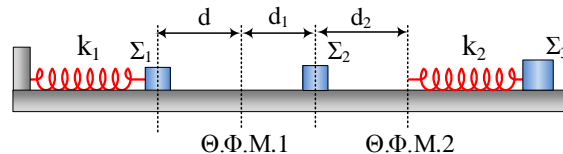
Γ5. Αν κόψουμε το νήμα τη χρονική στιγμή που το σώμα Σ_2 βρίσκεται στην κατώτερη θέση της ταλάντωσής του, να βρείτε την μέγιστη ταχύτητα που αποκτά το σώμα Σ_1 .

(Μονάδες 5)

Για την ταλάντωση θεωρούμε θετική την φορά προς τα πάνω.
Δίνεται $g = 10 \text{ m/s}^2$.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σώμα Σ_1 , μάζας $m_1 = 1 \text{ kg}$, μπορεί να κινείται χωρίς τριβές σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το Σ_1 είναι δεμένο σε οριζόντιο ιδανικό ελατήριο σταθεράς $k_1 = 100 \text{ N/m}$, με το αριστερό άκρο του να είναι στερεωμένο σε ακλόνητο κατακόρυφο τοίχο. Σε απόσταση d_1 από τη θέση ισορροπίας του Σ_1 και δεξιά αυτής, βρίσκεται ένα ακίνητο σώμα Σ_2 , μάζας m_2 , το οποίο μπορεί να κινείται και αυτό στο ίδιο επίπεδο χωρίς τριβές. Δεξιά του σώματος Σ_2 και σε απόσταση d_2 βρίσκεται το ελεύθερο άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς k_2 που έχει το δεξιό του άκρο στερεωμένο σε σώμα Σ_3 , μάζας m_3 . Το Σ_3 παρουσιάζει τριβή με το οριζόντιο δάπεδο.



Ασκώντας στο σώμα Σ_1 κατάλληλη δύναμη συμπιέζουμε το ελατήριο σταθεράς k_1 κατά d και στη συνέχεια το αφήνουμε ελεύθερο να εκτελέσει απλή αρμονική ταλάντωση. Μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t_1 = \pi/15 \text{ s}$ από τη στιγμή που ελευθερώσαμε το σώμα Σ_1 , αυτό συγκρούεται κεντρικά και ελαστικά με το σώμα Σ_2 , με αποτέλεσμα το Σ_1 αμέσως μετά την κρούση να αρχίσει μία νέα ταλάντωση με μηδενική ταχύτητα. Το σώμα Σ_2 μετά την ελαστική κρούση και αφού διανύσει διάστημα d_2 , προσπίπτει στο ελεύθερο άκρο του ελατηρίου σταθεράς k_2 . Η στατική τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ δαπέδου και σώματος Σ_3 το κρατά ακίνητο και το μέτρο της μεγιστοποιείται για πρώτη φορά αφού περάσει χρονικό διάστημα $\Delta t_2 = \pi/40 \text{ s}$ μετά την εμφάνισή της. Η γραφική παράσταση της στατικής τριβής δείχνεται στο σχήμα.

Δ1. Να βρείτε τη μάζα του σώματος Σ_2 καθώς και το μέτρο της μέγιστης δύναμης που ασκεί το ελατήριο σταθεράς k_2 κατά την συμπίεσή του.

(Μονάδες 5)

Δ2. Να βρείτε τη μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου σταθεράς k_2 .

(Μονάδες 5)

Δ3. Να υπολογίσετε την ταχύτητα u_1 του σώματος Σ_1 ελάχιστα πριν την κρούση με το Σ_2 .

(Μονάδες 5)

Δ4. Να γράψετε την εξίσωση της ταλάντωσης του σώματος Σ_1 μετά την κρούση του με το Σ_2 , θεωρώντας ως $t' = 0$ την στιγμή έναρξης της νέας ταλάντωσης.

(Μονάδες 5)

Δ5. Να υπολογίσετε την απόσταση d_2 ώστε τα σώματα να ξανασυγκρουσθούν στη θέση ισορροπίας του Σ_1 , όταν αυτό διέρχεται από αυτήν για $2^{\text{η}}$ φορά μετά την πρώτη σύγκρουσή τους.

(Μονάδες 5)

Θετική θεωρούμε για κάθε ταλάντωση την φορά προς τα δεξιά. Οι διαστάσεις των σωμάτων είναι αμελητέες. Δίνεται $\pi\sqrt{3} = 5,4$

---- ΕΥΧΟΜΑΣΤΕ ΕΠΙΤΥΧΙΑ ----

Η εκπόνηση του διαγωνίσματος έγινε με τη βοήθεια Εθελοντών Εκπαιδευτικών:
Τα θέματα επιμελήθηκαν οι Δουκατζής Βασίλειος και Κορκίζογλου Πρόδρομος, Φυσικοί.
Ο επιστημονικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε από τον Παλόγο Αντώνιο, Φυσικό.