

ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ

ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ - ΚΥΜΑΤΑ

ΘΕΜΑ 1 (μονάδες 25:5,5,5,5,5)

Α) Μικρό αντικείμενο εκτελεί φθίνουσα ταλάντωση μέσα σε κάποιο ρευστό και κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης του δέχεται δύναμη αντίστασης στην κίνηση του της μορφής $F = -bv$. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή; Η σταθερά απόσβεσης b εξαρτάται από:

- i) το αρχικό πλάτος της ταλάντωσης
- ii) την αρχική ενέργεια της ταλάντωσης
- iii) τη σταθερά επαναφοράς της ταλάντωσης
- iv) τις ιδιότητες του ρευστού καθώς και από το σχήμα και το μέγεθος του αντικειμένου

Β) Αρμονικό κύμα διαδίδεται σε γραμμικό ελαστικό μέσο το οποίο ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$. Η εξίσωση του κύματος είναι $y = 0,4\eta\mu(4\pi t - 10\pi x)$ (S.I.). Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

Το πηλίκο της μέγιστης ταχύτητας ταλάντωσης του υλικού σημείου που βρίσκεται στην αρχή μέτρησης O του άξονα προς την ταχύτητα διάδοσης του κύματος ισούται με:

- i) 2π
- ii) 4π
- iii) $0,5\pi$
- iv) π

Γ) Η φάση της ταλάντωσης ενός αρμονικού κύματος που διαδίδεται σε γραμμικό ελαστικό μέσο το οποίο ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$ είναι

$\varphi = 4\pi t - 2\pi x$ (S.I.). Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

Το σημείο Z ($x_Z = 2,5m$) ξεκινά να ταλαντώνεται τη χρονική στιγμή:

- i) $2s$
- ii) $5s$
- iii) $2,25s$
- iv) $1,25s$

Δ) Στην επίπεδη επιφάνεια ενός ελαστικού μέσου διαδίδονται δύο αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους A και ίδιου μήκους κύματος λ τα οποία δημιουργούνται από δύο σύγχρονες πηγές Π_1 και Π_2 . Σημείο Δ της επιφάνειας του ελαστικού μέσου απέχει από την πηγή Π_1 απόσταση $r_1 = 5\lambda$ και από την πηγή Π_2 απόσταση $r_2 = 7\lambda/3$. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

Εξαιτίας της δράσης των δύο κυμάτων το σημείο Δ:

- i) ταλαντώνεται με πλάτος A
- ii) ταλαντώνεται με πλάτος $2A$
- iii) ταλαντώνεται με πλάτος $A\sqrt{2}$
- iv) δεν ταλαντώνεται

Ε) Σε γραμμικό ελαστικό μέσο έχει δημιουργηθεί στάσιμο κύμα. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιες λανθασμένες;

Η διαφορά φάσης των ταλαντώσεων δύο σημείων του ελαστικού μέσου:

- i) που βρίσκονται μεταξύ δύο διαδοχικών κοιλιών είναι ίση σε κάθε περίπτωση με $2\pi \text{ rad}$
- ii) που βρίσκονται μεταξύ δύο διαδοχικών δεσμών ισούται με μηδέν
- iii) μεταξύ των οποίων υπάρχουν τρεις δεσμοί ισούται με $\pi \text{ rad}$
- iv) που βρίσκονται εκατέρωθεν ενός δεσμού και ισαπέχουν από αυτόν ισούται με μηδέν
- v) μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή μεταξύ 0 και $2\pi \text{ rad}$.

ΘΕΜΑ 2

Α) Δύο σώματα (1) και (2) με ίσες μάζες ($m_1 = m_2$) είναι στερεωμένα στα άκρα δύο κατακόρυφων ιδανικών ελατηρίων τα άλλα άκρα των οποίων είναι στερεωμένα στο δάπεδο. Τα δύο σώματα ισορροπούν με τα δύο ελατήρια συσπειρωμένα κατά Δl_1 και Δl_2 αντίστοιχα. Εκτρέπουμε κατακόρυφα προς τα κάτω τα δύο σώματα κατά d και στη συνέχεια τα αφήνουμε ταυτόχρονα ελεύθερα να κινηθούν από τη Θ.Ι. όπου τα εκτρέψαμε οπότε αυτά εκτελούν απλή αρμονική ταλάντωση. Όταν το σώμα 1 διέρχεται από τη Θ.Ι. του για πρώτη φορά το σώμα 2 φτάνει για πρώτη φορά από τη στιγμή που το αφήσαμε ελεύθερο σε ακραία θέση ταλάντωσης του.

i) Οι συσπειρώσεις των δύο ελατηρίων ικανοποιούν την σχέση:

- 1) $\Delta l_1 = \Delta l_2$
- 2) $\Delta l_1 = 2\Delta l_2$
- 3) $\Delta l_1 = 4\Delta l_2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ii) Οι μέγιστες ταχύτητες που αποκτούν τα δύο σώματα κατά τη διάρκεια της ταλάντωσης τους ικανοποιούν την σχέση:

- 1) $u_{2,\max} = u_{1,\max}$
- 2) $u_{2,\max} = 2u_{1,\max}$
- 3) $u_{2,\max} = 4u_{1,\max}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8(1,3,1,3)

Β) Το φορτίο ενός πυκνωτή ο οποίος συμμετέχει σε ταλαντούμενο ιδανικό κύκλωμα LC μηδενίζεται 1000 φορές σε κάθε δευτερόλεπτο. Η χρονική εξίσωση του φορτίου του πυκνωτή είναι της μορφής $q = Q \sin \omega t$.

i) Όταν η ενέργεια του πυκνωτή είναι ίση με το $1/3$ της ενέργειας του πηνίου, το φορτίο του πυκνωτή ισούται με:

1) $q = \pm Q/2$

2) $q = \pm Q\sqrt{3}/2$

3) $q = \pm Q\sqrt{2}/2$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ii) Η χρονική στιγμή που για πρώτη φορά η ενέργεια του πυκνωτή ισούται με το $1/3$ της ενέργειας του πηνίου είναι η:

1) $1/3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

2) $1/6 \cdot 10^{-6} \text{ s}$

3) $1/12 \cdot 10^{-2} \text{ s}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 8 (1,3,1,3)

Γ) Δύο διαπασών (I) και (II) απέχουν την ίδια απόσταση από το ίδιο αυτί ενός παρατηρητή και ξεκινούν να πάλλονται ταυτόχρονα. Τα δύο διαπασών πάλλονται με παραπλήσιες συχνότητες f_1 και f_2 αντίστοιχα, για τις οποίες ισχύει $f_1 > f_2$. Ο παρατηρητής ακούει έναν ήχο συχνότητας 300Hz που έχει αυξομειούμενη ένταση. Για να αντιληφθεί ο ανθρώπινος εγκέφαλος ένα ήχο ορισμένης συχνότητας από τη συμβολή δύο ήχων διαφορετικής συχνότητας πρέπει οι δύο συχνότητες των ήχων που φτάνουν στο αυτί του να διαφέρουν μεταξύ τους το πολύ κατά 10Hz.

i) Να αποδείξετε ότι οι συχνότητες f_1 και f_2 έχουν τιμές από 295 έως 305Hz.

ii) Αν ο παρατηρητής ακούει ήχο με ένταση που αυξομειώνεται και η χρονική διαφορά μεταξύ ενός μέγιστου και ενός ελάχιστου της έντασης του ήχου που ακούει ισούται με 0,5s, τότε οι δύο συχνότητες έχουν τιμές:

i) $f_1 = 301\text{Hz}$ και $f_2 = 300\text{Hz}$

ii) $f_1 = 302\text{Hz}$ και $f_2 = 298\text{Hz}$

i) $f_1 = 300,5\text{Hz}$ και $f_2 = 299,5\text{Hz}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 9 (4,1,4)

ΘΕΜΑ 3

Αρμονικό κύμα με εξίσωση $y = 0,2\eta\mu\pi(5t - 0,04x)$ (y σε m, t σε s, x σε cm) διαδίδεται κατά μήκος γραμμικού ελαστικού μέσου που ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$.

A) να υπολογίσετε την ταχύτητα διάδοσης του κύματος καθώς και τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης των υλικών σημείων του ελαστικού μέσου

B) να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες:

i) το στιγμιότυπο του κύματος στο θετικό ημιάξονα τη χρονική στιγμή $t_1 = 0,7s$, καθώς και τη χρονική στιγμή $t_2 = 1s$.

ii) τη γραφική παράσταση της απομάκρυνσης του υλικού σημείου M ($x_M = 1,75m$) από τη $\Theta.I.$ του σε συνάρτηση με τον χρόνο

Γ) να υπολογίσετε τη διαφορά φάσης των ταλαντώσεων των υλικών σημείων M και Λ ($x_\Lambda = 2,5m$) του ελαστικού μέσου για κάθε χρονική στιγμή μετά την έναρξη της ταλάντωσης και των δύο σημείων

Δ) να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας ταλάντωσης του υλικού σημείου M τη χρονική στιγμή που η απομάκρυνση του από τη $\Theta.I.$ του ισούται με $0,1m$.

Μονάδες 25 (5,10,5,5)

ΘΕΜΑ 4

Σε γραμμικό ελαστικό μέσο που ταυτίζεται με τον άξονα $x'Ox$ διαδίδονται με αντίθετες κατευθύνσεις δύο αρμονικά κύματα ίδιου πλάτους A , ίδιου μήκους κύματος λ και ίδιας συχνότητας f . Το κάθε κύμα εξαναγκάζει το υλικό σημείο που βρίσκεται στην αρχή O ($x = 0$) του άξονα να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με εξίσωση $y = A\eta\mu\omega t$. Τα δύο κύματα συμβάλλουν και δημιουργούν στάσιμο κύμα, με αποτέλεσμα το σημείο Δ ($x_\Delta = 0,2m$) να είναι η πιο κοντινή στο O κοιλία του ημιάξονα Ox και οι ακραίες θέσεις της ταλάντωσης του να απέχουν μεταξύ τους απόσταση $h = 0,04m$. Όλα τα υλικά σημεία του ελαστικού μέσου που ταλαντώνονται μετά τη δημιουργία του στάσιμου κύματος περνούν από τη $\Theta.I.$ τους με συχνότητα 10 φορές το δευτερόλεπτο.

A) να γράψετε τις εξισώσεις των δύο κυμάτων που συμβάλλοντας δημιουργούν το στάσιμο κύμα καθώς και την εξίσωση του στάσιμου κύματος

B) να βρείτε τις θέσεις των κοιλιών και των δεσμών στο ευθύγραμμο τμήμα που συνδέει τα σημεία Z ($x_Z = 0,5m$) και Θ ($x_\Theta = -0,8m$).

Γ) να σχεδιάσετε το στιγμιότυπο του στάσιμου κύματος μεταξύ των σημείων Z και Θ τη χρονική στιγμή που η ταχύτητα ταλάντωσης του σημείου O ισούται με $u_1 = 0,1\pi\sqrt{3} \text{ m/s}$ και η απομάκρυνση του είναι θετική

Δ) να βρείτε τη μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης ενός υλικού σημείου που η $\Theta.I.$ του απέχει από έναν οποιοδήποτε δεσμό απόσταση $d_1 = \lambda/8$

Μονάδες 25 (4,6,8,7)