

ΗΥ-112: Φυσική Ι
Χειμερινό Εξάμηνο 2020
Διδάσκων: Γ. Καφεντζής

Τρίτη Σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Ανάθεσης: 25/11/2020

Ημερομηνία Παράδοσης: 6/12/2020, 23:59:59

Σημείωση: Επιτρέπεται η χρήση υπολογιστή για τις πράξεις. Δείξτε όμως όλα τα βήματα της λύσης σας.

Άσκηση 1. Ένας ταλαντωτής αποτελείται από ένα σώμα συνδεδεμένο σε ένα ελατήριο σταθεράς $k = 400$ N/m. Σε κάποια χρονική στιγμή t , η θέση, η ταχύτητα, και η επιτάχυνση του σώματος είναι $x = 0.1$ m, $u = -13.6$ m/s, και $a = -123$ m/s². Υπολογίστε

- (α) τη συχνότητα του ταλαντωτή
- (β) τη μάζα του σώματος
- (γ) το πλάτος της κίνησης

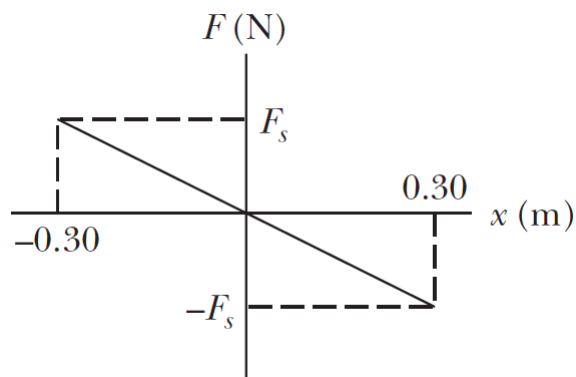
Απ.: (α) $\omega = 35.07$ rad/s, (β) $m = 0.325$ kg, (γ) $A = 0.400$ m

Άσκηση 2. Ένα σύστημα ταλάντωσης ελατηρίου-μάζας έχει μηχανική ενέργεια 1.0 J, πλάτος ταλάντωσης 0.1 m, και μέγιστη ταχύτητα 1.2 m/s. Βρείτε

- (α) τη σταθερά του ελατηρίου
- (β) τη μάζα του σώματος
- (γ) τη συχνότητα ταλάντωσης

Απ.: (α) $k = 200$ N/m, (β) $m = 1.388$ kg, (γ) $f = 1.909$ Hz

Άσκηση 3. Ένας απλός αρμονικός ταλαντωτής αποτελείται από σώμα μάζας $m = 0.5$ kg συνδεδεμένο σε ένα ελατήριο. Το σώμα ολισθαίνει ελεύθερα σε οριζόντια επιφάνεια με θέση ισορροπίας $x = 0$. Τη στιγμή $t = 0$ το σώμα βρίσκεται στη θέση $x = 0$ και κινείται προς τα δεξιά. Το γράφημα του μέτρου της δύναμης ελατηρίου συναρτήσει της θέσης του φαίνεται στο Σχήμα 1. Η τιμή F_s στον κάθετο άξονα ισούται με 75 N.



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 3.

Βρείτε

- (α) το πλάτος ταλάντωσης
- (β) την περίοδο της ταλάντωσης
- (γ) το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης του σώματος
- (δ) τη μέγιστη κινητική ενέργεια του ταλαντωτή

Απ.: (α) $A = 0.3 \text{ m}$, (β) $T = 0.28 \text{ s}$, (γ) $a_{max} = 150 \text{ m/s}^2$, (δ) $K_{max} = 11.3 \text{ J}$

Άσκηση 4. Ένα ημιτονοειδές κύμα ταξιδεύει σε νήμα με ταχύτητα 0.4 m/s . Η μετατόπιση του στοιχείου νήματος στη θέση $x = 0.1 \text{ m}$ δίνεται από τη σχέση

$$y(t) = 0.05 \sin(1 - 4t) \quad (1)$$

Η γραμμική πυκνότητα μάζας του νήματος είναι 0.4 kg/m . Βρείτε

- (α) τη συχνότητα του κύματος f
- (β) τον κυματαριθμό του κύματος k
- (γ) το μήκος κύματος του κύματος λ
- (δ) το πλάτος του κύματος A
- (ε) το σωστό πρόσημο του ω στην κυματοσυνάρτηση

$$y(x, t) = A \sin(kx \pm \omega t) \quad (2)$$

την οποία και να γράψετε

- (ς) την τάση του νήματος T

Απ.: (α) $f = 0.636 \text{ Hz}$, (β) $k = 10 \text{ rad/m}$, (γ) $\lambda = 0.628 \text{ m}$, (δ) $A = 0.05 \text{ m}$, (ε) $y(x, t) = 0.05 \sin(10x - 4t)$,
(ς) $T = 0.064 \text{ N}$

Άσκηση 5. Βρίσκεστε σε ένα πάρτι (προ κορονοϊού) με πολλά άτομα και στην προσπάθειά σας να συνομιλήσετε με μια φίλη σας, “σηκώνετε” τη φωνή σας ώστε να ξεπεράσετε το “θόρυβο του περιβάλλοντος” που αποτελείται από τις φωνές των άλλων ατόμων στο πάρτι. Όμως όταν φτάσετε σε επίπεδο καταπόνησης των φωνητικών σας χορδών, ο μόνος τρόπος να σας ακούσει η φίλη σας είναι να την πλησιάσετε. Μοντελοποιήστε την κατάσταση αυτή υποθέτοντας ότι αποτελείτε μια σημειακή πηγή ήχου σταθερής μέσης ισχύος P , με τα ηχητικά κύματα της φωνής σας να διαδίδονται σφαιρικά στο χώρο, και υποθέστε ότι η φίλη σας αποτελεί σημείο του χώρου που απορροφά τα ηχητικά σας κύματα. Αυτά τα δυο σημεία αρχικά απέχουν $r_i = 1.2 \text{ m}$ (δηλ. εσείς και η φίλη σας βρίσκεστε σε αυτήν την απόσταση). Αν ο θόρυβος από το πάρτι αυξηθεί κατά $\Delta\beta = \beta_f - \beta_i = 5 \text{ dB}$, η ηχοστάθμη στα αυτιά της φίλης σας πρέπει να αυξηθεί επίσης για να μπορεί να σας ακούσει. Πόση απόσταση r_f πρέπει να σας χωρίζει σε αυτήν την περίπτωση;

Απ.: (α) $r_f = 0.674 \text{ m}$

Άσκηση 6. Ένα περιπολικό εξοπλισμένο με σειρήνα εκπέμπει ήχο συχνότητας 1000 Hz και κινείται απομακρυνόμενη από εσάς (που είστε ακίνητος/η) και προς την πρόσοψη ενός τοίχου με ταχύτητα 10 m/s .

- (α) Ποιά είναι η συχνότητα του ήχου που ακούτε εσείς;

- (β) Ποιά είναι η συχνότητα του ήχου που ανακλάται από τον τοίχο και φτάνει σε σας; Υποθέστε ότι η συχνότητα που ανακλάται ισούται με τη συχνότητα που ακούει ένας παρατηρητής που βρίσκεται στον τοίχο.
- (γ) Αν ένα δεύτερο περιπολικό με σειρήνα συχνότητας 1200 Hz και με ταχύτητα 20 m/s πλησιάζει από μακριά το πρώτο περιπολικό, κινούμενα και τα δυο ευθύγραμμα προς την ίδια κατεύθυνση, ποιά είναι η συχνότητα της σειρήνας του δεύτερου περιπολικού που ακούγεται από τον οδηγό του πρώτου;
Βοήθεια: σκεφτείτε ότι το δεύτερο περιπολικό (πηγή) προσπαθεί να πλησιάσει το πρώτο (παρατηρητή), ενώ το πρώτο (παρατηρητής) προσπαθεί να απομακρυνθεί από το δεύτερο (πηγή).

Θεωρήστε ταχύτητα ήχου ίση με 330 m/s.

Απ. (α) 970.6 Hz, (β) 1031.3 Hz, (γ) 1238.7 Hz

Άσκηση 7. Ένα νήμα ταλαντώνεται με βάση την εξίσωση

$$y(x, t) = A \sin(kx) \cos(\omega t) \quad (3)$$

με $A = 0.5 \text{ cm}$, $k = \pi/3 \text{ rad/cm}$, $\omega = 40\pi \text{ rad/s}$.

- (α) Ποιά είναι το πλάτος A' και η ταχύτητα u των δυο κυμάτων (όμοιων, πλην της κατεύθυνσης διάδοσης) των οποίων η υπέρθεση δίνει την παραπάνω εξίσωση;
- (β) Πόση είναι η απόσταση μεταξύ δυο δεσμών;
- (γ) Ποιά είναι η εγκάρσια ταχύτητα ενός στοιχείου του νήματος στη θέση $x = 1.5 \text{ cm}$ όταν $t = 9/8 \text{ s}$;

Απ. (α) $A' = 0.25 \text{ cm}$, $u = 1.2 \times 10^2 \text{ cm/s}$, (β) $d = \lambda/2 = 3.0 \text{ cm}$, (γ) $u_y = 0 \text{ m/s}$

Άσκηση 8. Ένα στάσιμο κύμα σε ένα νήμα περιγράφεται από τη σχέση

$$y(x, t) = 0.040 \sin(5\pi x) \cos(40\pi t) \quad (4)$$

με x, y σε μέτρα και t σε δευτερόλεπτα.

- (α) Για $x \geq 0$, ποιός είναι ο δεσμός με
- i. τη μικρότερη
 - ii. τη δεύτερη μικρότερη
 - iii. την τρίτη μικρότερη
- τιμή του x ;
- (β) Ποιά είναι η περίοδος της κίνησης για ένα (μη-δεσμό) στοιχείο του νήματος;
- (γ) Ποιά είναι η ταχύτητα u και το πλάτος A' των δυο οδεύοντων κυμάτων που συμβάλλουν για να παράξουν το δεδομένο κύμα;
- (δ) Για $t \geq 0$, ποιά είναι η
- i. πρώτη
 - ii. δεύτερη
 - iii. τρίτη
- χρονική στιγμή που όλα τα σημεία του νήματος έχουν μηδενική εγκάρσια ταχύτητα;

Απ.: (α) $x = 0, 1/5, 2/5 \text{ m}$ (β) $T = 0.05 \text{ s}$, (γ) $u = 8.0 \text{ m/s}$, $A' = 0.02 \text{ m}$, (δ) $t = 0, 1/40, 2/40 \text{ s}$