

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

**ΗΥ-112: Φυσική Ι**  
**Χειμερινό Εξάμηνο 2017**  
**Διδάσκων: Γ. Καφεντζής**

Τρίτη Σειρά Ασκήσεων

Ημερομηνία Ανάθεσης: 13/11/2017

Ημερομηνία Παράδοσης: 23/11/2017

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

**Άσκηση 1.** Η θέση ενός σωματιδίου δεμένου σε ένα ελατήριο δίνεται από τη σχέση

$$x(t) = 0.25 \cos(10t) \quad (1)$$

με το πλάτος  $A$  να μετριέται σε m, τη γωνιακή συχνότητα  $\omega$  σε rad/s, και το χρόνο  $t$  σε s. Σε ποιά χρονική στιγμή η κινητική του ενέργεια είναι διπλάσια της ελαστικής δυναμικής του ενέργειας;

Απάντηση:  $t = 0.096$  s

**Άσκηση 2.** Ένας ταλαντωτής μάζας 0.3 kg έχει ταχύτητα 0.954 m/s όταν η μετατόπισή του είναι 0.03 m και ταχύτητα 0.714 m/s όταν μετατοπίζεται κατά 0.06 m. Ποιά είναι η μέγιστη ταχύτητα του ταλαντωτή;

Απάντηση:  $u_{max} = 1.02$  m/s

**Άσκηση 3.** Ένας μετατροπέας υπερήχων, από αυτούς που χρησιμοποιούνται στην ιατρική απεικόνιση (Σχήμα 1), ουσιαστικά δεν είναι τίποτα άλλο από έναν πολύ λεπτό δίσκο μάζας  $m = 0.0001$  kg ο οποίος κινείται μπρος - πίσω βρισκόμενος σε απλή αρμονική κίνηση με συχνότητα 1.0 MHz οδηγούμενος από ένα ηλεκτρομαγνητικό πηνίο.



Σχήμα 1: Μετατροπέας Υπερήχων Άσκησης 3.

(α) Η μέγιστη δύναμη επαναφοράς που μπορεί να εφαρμοστεί στο δίσκο χωρίς να τον καταστρέψει είναι 40.000 N. Ποιά είναι το μέγιστο πλάτος ταλάντωσης σε αυτήν την περίπτωση;

(β) Ποιά είναι η μέγιστη ταχύτητα του δίσκου υπό αυτό το πλάτος ταλάντωσης;

Απάντηση: (α)  $A = 10.1$   $\mu\text{m}$ , (β)  $u_{max} = 64$  m/s

**Άσκηση 4.** Η κυματοσυνάρτηση ενός οδεύοντος κύματος δίνεται ως

$$y(x, t) = \begin{cases} 0.1 \text{ m}, & |x - 3t| \leq 1 \\ 0 \text{ m}, & |x - 3t| > 1 \end{cases} \quad (2)$$

με τη θέση  $x$  να μετριέται σε μέτρα και το χρόνο  $t$  σε δευτερόλεπτα.

- (α) Σχεδιάστε διαγράμματα κυματοσυνάρτησης  $y$  - θέσης  $x$  από  $x = -2 \text{ m}$  ως  $x = 12 \text{ m}$  ανά διαστήματα ενός δευτερολέπτου από  $t = 0$  ως  $t = 3 \text{ s}$ .
- (β) Βρείτε την ταχύτητα του κύματος από το γράφημα που σχεδιάσατε. Εξηγήστε.
- (γ) Βρείτε την ταχύτητα του κύματος από την κυματοσυνάρτηση. Συμφωνεί η απάντησή σας με την απάντηση που βρήκατε στο προηγούμενο ερώτημα;

Απάντηση: (β-γ)  $u = 3 \text{ m/s}$

**Άσκηση 5.** Ένα κύμα που διαδίδεται σε νήμα περιγράφεται από την κυματοσυνάρτηση

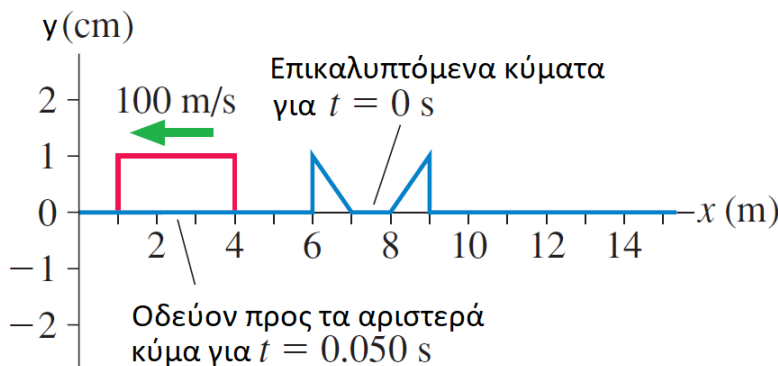
$$y(x, t) = 0.02 \sin(kx - \omega t) \quad (3)$$

με  $k = 12.57 \text{ rad/m}$ ,  $\omega = 638 \text{ rad/s}$ , ενώ η θέση  $x$  μετριέται σε m και ο χρόνος  $t$  σε s. Η γραμμική πυκνότητα μάζας του νήματος είναι  $\mu = 0.005 \text{ kg/m}$ . Βρείτε

- (α) την τάση του νήματος  $T_s$
- (β) τη μέγιστη μετατόπιση ενός στοιχείου του νήματος  $y_{max}(x, t)$
- (γ) τη μέγιστη ταχύτητα ενός στοιχείου του νήματος  $u_{y_{max}}$

Απάντηση: (α)  $T_s = 12.6 \text{ N}$ , (β)  $y_{max}(x, t) = 0.02 \text{ m}$ , (γ)  $u_{y_{max}} = 12.8 \text{ m/s}$

**Άσκηση 6.** Δυο κύματα σε νήμα ταξιδεύουν προς αντίθετες κατευθύνσεις με ταχύτητα  $100 \text{ m/s}$ . Το Σχήμα 2 δείχνει μια φωτογραφία για  $t = 0$ , όταν τα δυο κύματα επικαλύπτονται (μπλέ καμπύλη), και μια φωτογραφία για  $t = 0.05 \text{ s}$  του κύματος που ταξιδεύει προς τα αριστερά (κόκκινη καμπύλη). Σχεδιάστε μια φωτογραφία



Σχήμα 2: Σχήμα Άσκησης 6.

του ταξιδεύοντος προς τα δεξιά κύματος για  $t = 0.05 \text{ s}$ .

**Άσκηση 7.** Δυο ηχεία σε υπερυψωμένες πλατφόρμες βρίσκονται στις απέναντι θέσεις σε απόσταση  $d$  μεταξύ τους. Καθένα εκπέμπει με την ίδια ισχύ και τα ηχητικά κύματα διαδίδονται σε όλες τις κατευθύνσεις ως κυματικά μέτωπα. Η ηχοστάθμη σε ένα σημείο στη μέση της μεταξύ τους απόστασης είναι 75 dB. Ποιά είναι η ηχοστάθμη στο σημείο του  $1/4$  της μεταξύ τους απόστασης, αν υποθέσουμε ότι μετράμε τις ηχοστάθμες σε μια νοητή ευθεία γραμμή που ενώνει τα ηχεία μεταξύ τους;

Απάντηση: 78.48 dB

**Άσκηση 8.** Ο καθηγητής σας στη Φυσική θέλει να σας αποδείξει στην πράξη το φαινόμενο Doppler. Δένει μια σειρήνα που εκπέμπει στα 600 Hz σε ένα σχοινί μήκους 1 m και το στριφογυρίζει σαν λάσσο γύρω από το κεφάλι του<sup>1</sup>, σε κυκλική κίνηση με ταχύτητα  $u_{\text{πηγής}} = 10.47$  m/s. Ποιά είναι η μέγιστη και η ελάχιστη συχνότητα που ακούει ένας φοιτητής στο αμφιθέατρο;

Απάντηση: 619 Hz, 582 Hz

**Άσκηση 9.** Δυο ηχεία  $S_1$  και  $S_2$  μεταδίδουν ηχητικά κύματα ίδιας συχνότητας κατά μήκος του άξονα  $x$ . Το πλάτος καθενός κύματος είναι  $\alpha$ . Η ένταση του ήχου είναι ελάχιστη όταν το ηχείο  $S_2$  βρίσκεται 0.1 m πίσω από το ηχείο  $S_1$ . Η ένταση αυξάνεται όσο το ηχείο  $S_2$  μετακινείται μπροστά και το πρώτο μέγιστο πραγματοποιείται, με πλάτος  $2\alpha$ , όταν βρίσκεται 0.3 m μπροστά από το ηχείο  $S_1$ . Βρείτε

(α) το μήκος κύματος του ήχου

(β) τη διαφορά αρχικής φάσης μεταξύ των δυο ηχείων

(γ) το πλάτος του ήχου (ως πολλαπλάσιο του  $\alpha$ ) αν τα ηχεία τοποθετηθούν δίπλα-δίπλα

Απάντηση: (α)  $\lambda = 0.8$  m, (β)  $\Delta\phi_0 = \frac{3\pi}{4}$  rad, (γ)  $\alpha' = 0.77\alpha$

**Άσκηση 10 - Bonus 10%.** Στο μάθημα είδαμε ότι η γενική εξίσωση κύματος δίνεται ως

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x, t) = \frac{1}{u^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} y(x, t) \quad (4)$$

με το σύμβολο  $\frac{\partial}{\partial x} y(x, t)$  θα συμβολίζει τη μερική παράγωγο του  $y$  ως προς  $x$  (αντίστοιχα η  $\frac{\partial}{\partial t} y(x, t)$  θα συμβολίζει τη μερική παράγωγο του  $y$  ως προς  $t$ ). Στη μερική παραγωγήση, παραγωγίζουμε ως προς τη μεταβλητή που μας ενδιαφέρει, θεωρώντας όλες τις άλλες μεταβλητές ως σταθερές. Είδαμε ότι μια λύση της παραπάνω εξίσωσης είναι η

$$y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi) \quad (5)$$

(α) Δείξτε ότι η εξίσωση

$$y(x, t) = \ln(b(x - ut)) \quad (6)$$

με  $b$  σταθερά, αποτελεί λύση της γενικής εξίσωσης κύματος.

(β) Δείξτε ότι η εξίσωση

$$y(x, t) = e^{b(x-ut)} \quad (7)$$

με  $b$  σταθερά, αποτελεί λύση της γενικής εξίσωσης κύματος.

<sup>1</sup>Σκέφτομαι να το κάνω του χρόνου... :)