

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

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

Τρίτη Σειρά Ασκήσεων - Λύσεις

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 εξίσωση ταχύτητας του σωματιδίου είναι

$$u_x(t) = -0.25 \times 10 \sin(10t) \quad (1)$$

Θέτοντας  $K = 2U$  έχουμε

$$\frac{1}{2} m u_x^2(t) = 2 \left( \frac{1}{2} k x^2(t) \right) \quad (2)$$

$$\frac{1}{2} m \left[ (-2.5) \sin(10t) \right]^2 = k \left[ 0.25 \cos(10t) \right]^2 \quad (3)$$

$$\frac{\sin^2(10t)}{\cos^2(10t)} = 2 \frac{k}{m} \frac{0.25^2}{2.5^2} = 2\omega^2 \frac{1}{100} \quad (4)$$

$$\tan^2(10t) = 2(10)^2 \frac{1}{100} = 2 \quad (5)$$

$$t = \frac{1}{10} \tan^{-1} \sqrt{2} = 0.096 \text{ s} \quad (6)$$

**Άσκηση 2.** Η συνολική ενέργεια του συστήματος διατηρείται, άρα

$$\frac{1}{2} m u_1^2 + \frac{1}{2} k x_1^2 = \frac{1}{2} m u_2^2 + \frac{1}{2} k x_2^2 \quad (7)$$

$$\frac{1}{2} (0.3)(0.954)^2 + \frac{1}{2} k (0.03)^2 = \frac{1}{2} (0.3)(0.714)^2 + \frac{1}{2} k (0.06)^2 \quad (8)$$

$$k = 44.48 \text{ N/m} \quad (9)$$

Η συνολική ενέργεια του ταλαντωτή είναι

$$E_{total} = \frac{1}{2} m u_1^2 + \frac{1}{2} k x_1^2 = 0.1565 \text{ J} \quad (10)$$

Όμως επειδή

$$E_{total} = \frac{1}{2} m u_{max}^2 \quad (11)$$

έχουμε

$$u_{max} = 1.02 \text{ m/s} \quad (12)$$

**Άσκηση 3.**

(α) Ο δίσκος υπόκειται σε απλή αρμονική κίνηση. Από το 2ο νόμο του Newton έχουμε

$$F_{\text{επ}} = ma_{\text{max}} \implies 40000 = 0.1 \times 10^{-3} a_{\text{max}} \implies a_{\text{max}} = 4 \times 10^8 \text{ m/s}^2 \quad (13)$$

Όμως ξέρουμε ότι

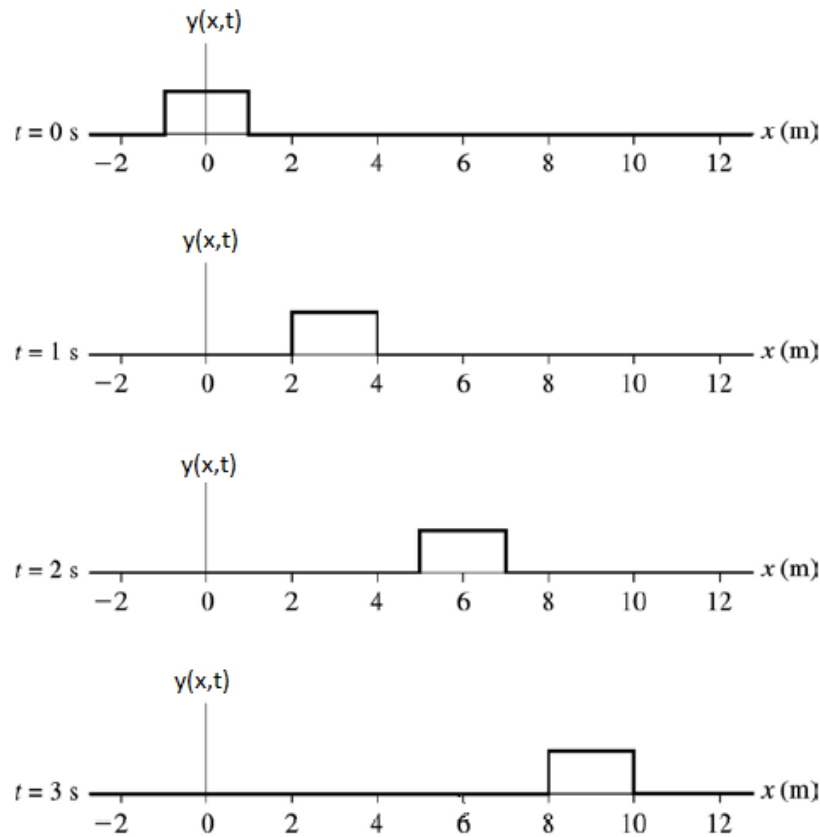
$$a_{\text{max}} = \omega^2 A \implies A = \frac{a_{\text{max}}}{\omega^2} = 1.01 \times 10^{-5} = 10.1 \text{ } \mu\text{m} \quad (14)$$

(β) Η μέγιστη ταχύτητα είναι

$$u_{\text{max}} = \omega A = 2\pi(1 \times 10^6)(1.01 \times 10^{-5}) = 64 \text{ m/s} \quad (15)$$

**Άσκηση 4.**

(α) Δείτε το Σχήμα 1.



Σχήμα 1: Σχήμα Άσκησης 4.

(β) Η προπορευόμενη ακμή του κύματος κινείται προς τα δεξιά 3 μέτρα κάθε δευτερόλεπτο. Άρα η ταχύτητα του κύματος είναι 3 m/s.

(γ) Η ποσότητα  $|x - 3t|$  είναι της μορφής  $y(x - ut)$ , άρα ο παλμός κινείται προς τα δεξιά με ταχύτητα  $u = 3$  m/s.

**Άσκηση 5.**

(α) Από την εξίσωση διάδοσης κύματος σε νήμα, έχουμε

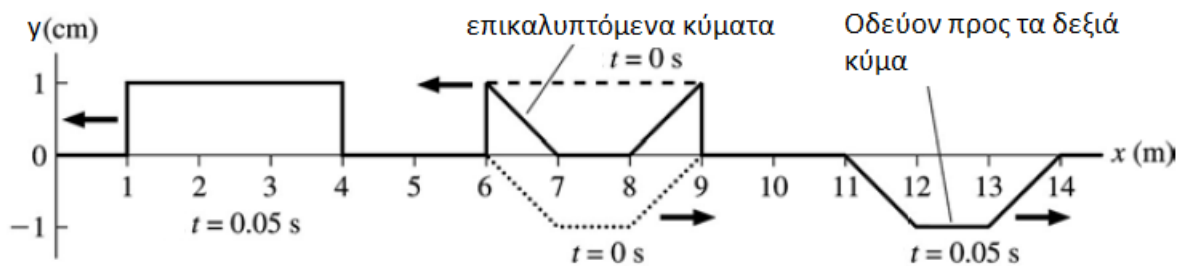
$$u = \sqrt{\frac{T_s}{\mu}} \implies T_s = \mu u^2 = \mu \left(\frac{\omega}{k}\right)^2 = 12.6 \text{ N} \quad (16)$$

(β) Η μέγιστη μετατόπιση του πλάτους είναι  $y_{max}(x, t) = 0.02 \text{ m}$ .

(γ) Έχουμε

$$u_{y_{max}} = \omega A = 638 \times 2 \times 10^{-2} = 12.8 \text{ m/s} \quad (17)$$

**Άσκηση 6.** Η αρχή της υπέρθεσης θα μας φανεί χρήσιμη. Επειδή οι παλμοί ταξιδεύουν με ταχύτητα 100 m/s, διανύουν απόσταση ίση με  $100 \times 0.05 = 5 \text{ m}$  σε 0.05 δευτερόλεπτα. Το “μπροστά” τμήμα του παλμού που ταξιδεύει προς τα αριστερά, και βρίσκεται στη θέση  $x = 1 \text{ m}$  όταν  $t = 0.05 \text{ s}$ , μετατοπίστηκε στη θέση  $x = 6 \text{ m}$  όταν  $t = 0$ . Αυτό μας βοηθά να σχεδιάσουμε τη φωτογραφία του κύματος που κινείται αριστερά όταν  $t = 0$ . Αφαιρώντας αυτό το κύμα από το υπόλοιπο σχήμα για  $t = 0$  μας δίνει το κύμα που ταξιδεύει προς τα δεξιά για  $t = 0$ .



Σχήμα 2: Σχήμα Άσκησης 6.

**Άσκηση 7.** Έστω  $d$  η απόσταση των ηχείων. Έστω ότι η ένταση στη μέση της απόστασης ( $d/2$ ) είναι  $I_1$  και η ηχοστάθμη εκεί είναι  $\beta_1 = 75 \text{ dB}$ . Έστω  $I_2$  και  $\beta_2$  τα αντίστοιχα μεγέθη σε απόσταση  $1/4$  της συνολικής  $d$  από το ένα ηχείο και  $3/4$  της  $d$  από το άλλο ηχείο, στη νοητή γραμμή που τα συνδέει. Αναζητούμε το  $\beta_2$ .

Στην περίπτωση της σφαιρικής συμμετρίας, ισχύει  $I = \frac{P_{\mu\epsilon\sigma\eta}}{A}$ , με  $A$  το εμβαδό του σφαιρικού μετώπου, δηλ.  $A = 4\pi R^2$ . Έχουμε

$$I_1 = \frac{P}{4\pi(d/2)^2} + \frac{P}{4\pi(d/2)^2} = \frac{2P}{\pi d^2} \quad (18)$$

$$I_2 = \frac{P}{4\pi(d/4)^2} + \frac{P}{4\pi(3d/4)^2} = \frac{40P}{9\pi d^2} = \frac{20}{9} I_1 \quad (19)$$

Επίσης

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \log_{10} \left(\frac{I_2}{I_1}\right) = 3.48 \text{ dB} \quad (20)$$

και έτσι

$$\beta_2 = \beta_1 + \Delta\beta = 75 + 3.48 = 78.48 \text{ dB} \quad (21)$$

**Άσκηση 8.** Η συχνότητα της σειρήνας, η οποία έχει ταχύτητα  $u_s = 10.47$  m/s, όταν προσεγγίζει τους φοιτητές είναι

$$f' = \frac{f}{1 - u_s/u} = \frac{600}{1 - \frac{10.47}{343}} = 619 \text{ Hz} \quad (22)$$

ενώ όταν απομακρύνεται, είναι

$$f' = \frac{f}{1 + u_s/u} = \frac{600}{1 + \frac{10.47}{343}} = 582 \text{ Hz} \quad (23)$$

**Άσκηση 9.**

(α) Για να πάμε από καταστρεπτική σε ενισχυτική συμβολή πρέπει να μετακινήσουμε το ηχείο κατά  $\Delta r = \frac{\lambda}{2}$ , που ισούται με διαφορά φάσης  $\pi$ . Αφού  $\Delta r = 0.4$  m, έχουμε  $\lambda = 0.8$  m.

(β) Η καταστρεπτική συμβολή για  $\Delta r = 0.1$  m απαιτεί

$$2\pi \frac{\Delta r}{\lambda} + \Delta\phi = 2\pi \frac{0.1}{0.8} + \Delta\phi = \pi \implies \Delta\phi = \frac{3\pi}{4} \quad (24)$$

(γ) Όταν είναι δίπλα-δίπλα,  $\Delta r = 0$ , και άρα  $\Delta\Phi = \Delta\phi = 3\pi/4$ . Το πλάτος τότε θα είναι

$$\alpha' = \left| 2\alpha \cos(\Delta\phi/2) \right| = \left| 2\alpha \cos(3\pi/8) \right| = 0.77\alpha \quad (25)$$

**Άσκηση 10 - Bonus 10%.**

Bonus! :)