

## Φυλλάδιο Ασκήσεων 2

### Εγκάρσια κύματα σε χορδή. Κυματική εξίσωση

(οι λύσεις των ασκήσεων έγιναν στο μάθημα 4 (β μέρος))

#### Ερωτήσεις κατανόησης

- Μια κυματική διαταραχή σε μία τεντωμένη χορδή
  - Μεταφέρει ύλη από το ένα σημείο της χορδής στο άλλο
  - Μεταφέρει ενέργεια και ορμή από το ένα σημείο στο άλλο
  - Όλα τα παραπάνω
- Ποιες από τις παρακάτω συναρτήσεις περιγράφουν τρέχοντα (ή οδεύοντα) κύματα

$x^2 - 2cxt + c^2t^2$	NAI	OXI
$10(x^2 - c^2t^2)$	NAI	OXI
$\sigma x^2 + Tt^2$	NAI	OXI
$\sqrt[3]{\sin[(x - ct)^3]}$	NAI	OXI
$2x - 3ct$	NAI	OXI

3. Ένα εγκάρσιο κύμα περιγράφεται από τη συνάρτηση  $y = 4.0 \sin [2\pi(2.5t + 0.14x)]$ , όπου τα  $y$  και  $x$  μετρούνται σε m και το  $t$  σε sec. Ποιο είναι το μέτρο και η κατεύθυνση της ταχύτητας του κύματος;

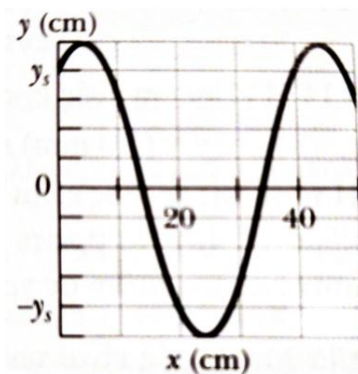
- 1.8 m/s στη κατεύθυνση  $+x$
- 1.8 m/s στη κατεύθυνση  $-x$
- 18 m/s στη κατεύθυνση  $-x$
- 7.2 m/s στη κατεύθυνση  $+x$
- 0.35 m/s στη κατεύθυνση  $-x$

#### Ασκήσεις

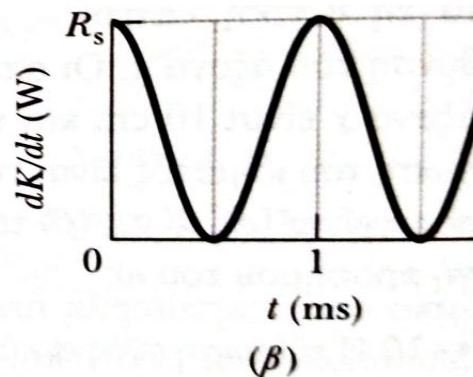
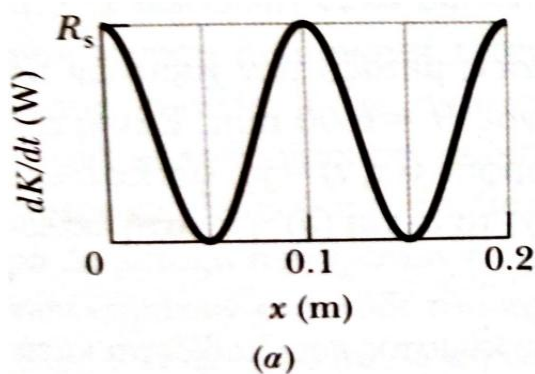
- Να χρησιμοποιήσετε την κυματική εξίσωση για να βρείτε την ταχύτητα ενός κύματος που δίνεται από τη γενική συνάρτηση  $h(x, t)$ :

$$y(x, t) = (4.00\text{mm})h[(30\text{m}^{-1})x + (6.0\text{s}^{-1})t]$$

2. Ημιτονοειδές εγκάρσιο κύμα διαδίδεται κατά μήκος χορδής προς την **αρνητική** κατεύθυνση του άξονα  $x$ . Το διπλανό σχήμα δείχνει ένα διάγραμμα της μετατόπισης ως συνάρτηση της θέσης για  $t=0$ . Η κλίμακα του άξονα  $y$  καθορίζεται από τη τιμή  $y_s = 4.0\text{cm}$ . Η τάση της χορδής είναι  $3.6\text{N}$  και η γραμμική της πυκνότητα  $25\text{g/m}$ . Να βρείτε **(α)** το πλάτος, **(β)** το μήκος κύματος, **(γ)** τη ταχύτητα του κύματος και **(δ)** τη περίοδο του κύματος. **(ε)** Να βρείτε τη μέγιστη εγκάρσια ταχύτητα για ένα σωματίδιο της χορδής. Εάν το κύμα είναι της μορφής  $y(x, t) = y_m \sin(kx \pm \omega t + \varphi_0)$ , πόσο είναι **(στ)** το  $k$ , **(ζ)** το  $\omega$ , **(η)** η  $\varphi_0$  και **(θ)** ποια είναι η σωστή επιλογή προσήμου μπροστά από το  $\omega$ ;



3. Ημιτονοειδές κύμα στέλνεται κατά μήκος μιας χορδής γραμμικής πυκνότητας  $2.0\text{g/m}$ . Καθώς διαδίδεται, οι κινητικές ενέργειες των στοιχείων της μάζας της χορδής μεταβάλλονται. Το σχήμα (α) δίνει το ρυθμό  $dK/dt$  με τον οποίο η κινητική ενέργεια περνάει από τα στοιχεία της χορδής σε δεδομένη χρονική στιγμή, συναρτήσει της απόστασης  $x$  κατά μήκος της χορδής. Το σχήμα (β) είναι παρόμοιο, αλλά δίνει το  $dK/dt$  συναρτήσει του χρόνου, σε συγκεκριμένη θέση  $x$ . Και για τα δυο σχήματα η κλίμακα στον κατακόρυφο άξονα καθορίζεται από τη τιμή  $R_s = 10\text{W}$ . Πόσο είναι το πλάτος του κύματος;



4. Να αποδείξετε ότι η μέση χωρική και η μέση χρονική τιμή της πυκνότητας ενέργειας είναι ίσες. Υπόδειξη: υπολογίστε  $\frac{\int_0^\lambda \rho_M dx}{\lambda}$  και  $\frac{\int_0^T \rho_M dt}{T}$