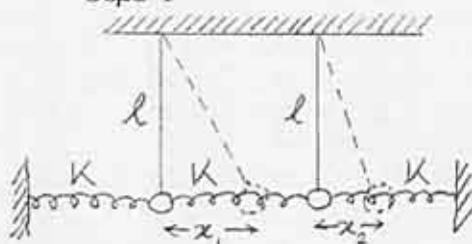




**ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΤΗ ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ της ΣΕΜΦΕ 30.9.05**

**Διάρκεια 2,5 ώρες. Βιβλία, σημειώσεις, κινητά: κλειστά.**  
**Τα θέματα είναι ισοδύναμα και συνοδεύονται απο επαρκές τυπολόγιο.**  
**Γράψτε 4 θέματα. Επιλογή: μόνο ένα απο τα 2-3 και μόνο ένα απο τα 4-5.**  
 Διδάσκοντες: Η. Κατσούφης ( Α-Λ ) και Εμμ. Φωκίτης ( Μ - Ω )

**Θέμα 1**



Δύο ισομήκη εκκρεμή μήκους  $l$  και μάζας  $m$  είναι συνδεδεμένα με τρία όμοια ελατήρια αμελητέας μάζας και σταθεράς  $K$ , όπως στο σχήμα, μέσα στο πεδίο βαρύτητας. Στη θέση ισορροπίας τα ελατήρια δεν είναι παραμορφωμένα. Για μικρές οριζόντιες μετατοπίσεις  $x_1$  και  $x_2$ :

- A)** Γράψτε τις εξισώσεις κίνησης για κάθε εκκρεμές.  
**B)** Υπολογίστε τις ιδιοσυχνότητες ταλάντωσης του συστήματος.

**Θέμα 2**

Θεωρήστε εγκάρσιες ταλαντώσεις μικρού πλάτους μιας συνεχούς, τελείως ελαστικής και ομογενούς χορδής, η οποία τείνεται με δύναμη  $T$  και έχει γραμμική πυκνότητα  $\rho$ . Μελετώντας τη δυναμική συμπεριφορά της χορδής, δείξτε ότι η στιγμιαία απομάκρυνση  $y(x,t)$  τυχόντος σημείου  $x$  της χορδής, ικανοποιεί την κλασική κυματική εξίσωση. Ποιό είναι το φυσικό περιεχόμενο του συντελεστή της δεύτερης παραγώγου ως προς  $x$  στην εξίσωση αυτή;

**Θέμα 3**



Η χορδή του προηγούμενου θέματος έχει δακτυλίους στα άκρα της  $x = 0$  και  $x = L$  που μπορούν να ολισθαίνουν χωρίς τριβή κατά μήκος κατακόρυφων στύλίσκων.

- A)** Βρείτε την έκφραση της στιγμιαίας απομάκρυνσης  $y(x,t)$  σε ένα κανονικό τρόπο ταλάντωσης (ΚΤΤ) της χορδής με αυτές τις συνοριακές συνθήκες.  
**B)** Βρείτε τις γωνιακές συχνότητες  $\omega_n$  των ΚΤΤ της χορδής.  
**Γ)** Έχει φυσικό νόημα η τιμή  $\omega_0 = 0$  για την κίνηση της χορδής αυτής;

**Θέμα 4**

Δύο επίπεδα ηλεκτρομαγνητικά κύματα της ίδιας συχνότητας  $\nu$  και του ίδιου πλάτους ηλεκτρικού πεδίου  $E_0$ , διαδίδονται στο κενό, το ένα κατά τη διεύθυνση  $X$

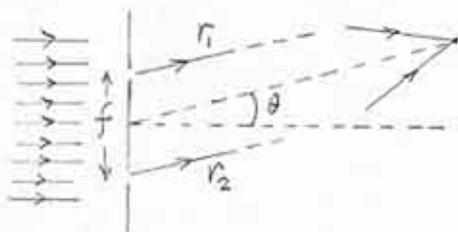
και το άλλο κατά τη διεύθυνση  $Y$ . Το ηλεκτρικό πεδίο και των δύο κυμάτων είναι παράλληλο προς τη διεύθυνση  $Z$ , σε ένα τρισσορθογώνιο σύστημα  $XYZ$ .

A) Θεωρήστε τυχόν σημείο του επιπέδου  $XY$ . Για την επαλληλία των δύο κυμάτων, γράψτε το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο  $E$  και το συνολικό μαγνητικό πεδίο  $B$  στο σημείο αυτό.

B) Βρείτε τα σημεία του χώρου στα οποία η μέση τιμή του  $E^2$  είναι α) συνεχώς μέγιστη και β) συνεχώς μηδέν.

### Θέμα 5

Το ηλεκτρικό πεδίο ενός γραμμικά πολωμένου ηλεκτρομαγνητικού επίπεδου κύματος, περιγράφεται από την  $E(x, t) = a_1 \cos(k_1 x - \omega_1 t) + a_2 \cos(k_2 x - \omega_2 t)$ , περιέχει δηλαδή δύο αρμονικά κύματα με μήκη κύματος  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$ . Το κύμα αυτό προσπίπτει κάθετα σε ένα αδιαφανές πέτασμα, που έχει ένα ζεύγος λεπτών παράλληλων σχισμών, οι οποίες απέχουν απόσταση  $f$  πολύ μεγαλύτερη των  $\lambda_1$  και  $\lambda_2$ . Η διεύθυνση πόλωσης των δύο συνιστωσών του ηλεκτρικού πεδίου είναι παράλληλη προς τη διεύθυνση των σχισμών.



A) Αν  $I_i(r, \theta)$  είναι η ένταση που οφείλεται σε κάθε συνιστώσα  $i=1,2$ , σε απόσταση  $r_i \gg \lambda_i$  και  $r_i \gg f$ , βρείτε το λόγο των εντάσεων  $I_1 / I_2$  συναρτήσει της γωνίας  $\theta$ , σε μία απόσταση από το πέτασμα πολύ μεγαλύτερη από τα  $f, \lambda_1$  και  $\lambda_2$ .

B) Βρείτε, για  $a_1 = a_2 = a$ , τις γωνίες στις οποίες έχουμε  $I_1 / I_2 = 2$ , αν ισχύει επιπλέον

$$f \sin \theta / \lambda_i \ll 1, i=1,2.$$

(Υπόδειξη: Υπολογίστε το  $E^2$  και αναγνωρίστε τους όρους που συνεισφέρει κάθε μήκος κύματος στην αντίστοιχη ένταση, αν υπήρχε μόνον αυτό. Εκφράστε κάθε ένταση συναρτήσει κάποιας διαφοράς φάσης που εξαρτάται από τη γωνία  $\theta$ . Δεχθείτε το γεγονός ότι η συνεισφορά στη συνολική ένταση των όρων που εξαρτώνται από το γινόμενο των στιγμιαίων πλατών των δύο κυμάτων με διαφορετικές συχνότητες έχει μέση χρονική τιμή μηδέν).

### Θέμα 6

Ένα οπτικό φράγμα μήκους 4 cm έχει 4000 γραμμές ανά cm.

A) Υπολογίστε τη διακριτική ικανότητα του φράγματος για ένα μήκος κύματος  $5,9 \times 10^{-7}$  m, στο φάσμα 1<sup>ης</sup> τάξης. Μπορεί το φράγμα αυτό να αναλύσει τις δύο κίτρινες γραμμές του νατρίου με μήκη κύματος  $5,890 \times 10^{-7}$  m και  $5,896 \times 10^{-7}$  m;

B) Μονοχρωματικό φως με  $\lambda = 5,9 \times 10^{-7}$  m προσπίπτει κάθετα σ' αυτό το φράγμα. Υπολογίστε την ελάχιστη γωνία που σχηματίζει ως προς την κάθετο η ανακλώμενη δέσημη.