

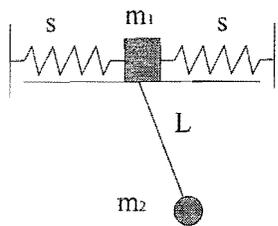
**Σχολή Ε.Μ.Φ.Ε – ΦΥΣΙΚΗ ΙΙΙ (ΚΥΜΑΤΙΚΗ)**  
**Κανονικές Εξετάσεις Χειμερινού εξαμήνου 2008-2009**

20/02/2009

Διάρκεια εξέτασης 2:30

Ι. Σ. Ράπτης, Ε. Φωκίτης

**Θέμα 1.** Θεωρήστε έναν γραμμικό αρμονικό ταλαντωτή μάζας  $m$  και σταθεράς ελατηρίου  $s$ , που υφίσταται εξωτερική διέγερση  $F(t) = F_0 \cos(\omega t)$ , ενώ οι τριβές θεωρούνται αμελητέες. **(α)** Βρείτε μία έκφραση για το πλάτος μετατόπισης  $A = A(\omega)$ , (ως συνάρτηση της συχνότητας διέγερσης  $\omega$ ), που εκφράζει την απόκριση του ταλαντωτή στη μόνιμη κατάσταση. **(β)** Ποια είναι η τιμή στην οποία τείνει το πλάτος  $A$ , όταν  $\omega \rightarrow 0$ ; Σχολιάστε. **(γ)** Σχεδιάστε, ως συνάρτηση του  $\omega$ , την  $|A(\omega)|$  και τη διαφορά φάσης  $\varphi(\omega)$  μεταξύ της απομάκρυνσης και της δύναμης, πάλι στη μόνιμη κατάσταση.



**Θέμα 2.** Σώμα μάζας  $m_1$  ευρίσκεται μεταξύ δύο ακλόνητων τοιχωμάτων με τα οποία είναι συνδεδεμένο με δύο ελατήρια σταθεράς  $s$ , το καθένα, και μπορεί να κινείται σε οριζόντιο επίπεδο χωρίς τριβές. Από το σώμα κρέμεται, με αβαρές μη-εκτατό νήμα μήκους  $L$ , σώμα μάζας  $m_2$ . **(α)** Να γράψετε τις εξισώσεις κίνησης, για μικρές απομακρύνσεις από την κατάσταση ισορροπίας.

Στην περίπτωση που  $s/m_1 = g/L = \omega_0^2$ ,  $m_2 = 2m_1$ : **(β)** Να υπολογίσετε τις συχνότητες των κανονικών τρόπων ταλάντωσης. **(γ)** Να προσδιορίσετε τις κανονικές μεταβλητές.

**Θέμα 3.** Η εξίσωση διάδοσης ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος στο εσωτερικό πλάσματος (μακροσκοπικά ουδέτερη κατάσταση της ύλης στην οποία συνυπάρχουν θετικά ιόντα και ελεύθερα ηλεκτρόνια) έχει τη μορφή  $\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 E}{\partial z^2} - \omega_p^2 E$ , όπου  $z$  η διεύθυνση διάδοσης, κάθετα στη

διαχωριστική επιφάνεια πλάσμα-κενό, και  $\omega_p$  μία χαρακτηριστική “συχνότητα πλάσματος”. **(α)** Να προσδιορίσετε τη σχέση διασποράς των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων στο πλάσμα. **(β)** Να προσδιορίσετε την περιοχή συχνοτήτων για την οποία το ηλεκτρομαγνητικό κύμα διαδίδεται στο πλάσμα χωρίς απορρόφηση. **(γ)** Για την περιοχή συχνοτήτων που το Η/Μ κύμα διαδίδεται στο πλάσμα χωρίς απορρόφηση, να υπολογιστούν η φασική και η ομαδική ταχύτητα, ως συναρτήσεις της συχνότητας, και να δειχθεί ότι ενώ η φασική ταχύτητα παίρνει τιμές μεγαλύτερες της ταχύτητας  $c$  του φωτός στο κενό, η ομαδική ταχύτητα παραμένει μικρότερη του  $c$ . **(δ)** Να προσδιορίσετε την περιοχή μηκών κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, στο κενό, που μπορεί να διαδοθεί σε θερμοπυρηνικό πλάσμα το οποίο έχει χαρακτηριστική συχνότητα πλάσματος  $\omega_p = 6.5 \times 10^{11} \text{ s}^{-1}$ .

**Θέμα 4. (α)** Περιγράψτε τη διάταξη του συμβολόμετρου Michelson. Εξηγήστε το ρόλο των διαφόρων συστατικών του, και την αρχή λειτουργίας του, όταν λειτουργεί με ένα μονοχρωματικό ηλεκτρομαγνητικό κύμα. **(β)** Υποθέστε ότι στο ημιδιαπερατό κάτοπτρο του συμβολόμετρου Michelson, προσπίπτει ένα Η/Μ κύμα της μορφής  $\vec{E} = \vec{E}_0 \cos(\omega t)$ , και βρείτε μία έκφραση για τη συνολική ένταση  $I = I(x)$ , στην έξοδο του συμβολόμετρου, ως συνάρτηση της διαφοράς οπτικού δρόμου  $x$  ανάμεσα στους δύο κλάδους του. **(γ)** Σε ένα συμβολόμετρο Michelson, που λειτουργεί με φως μήκους κύματος  $\lambda$  και βρίσκεται σε κατάσταση μέγιστης ενισχυτικής συμβολής, μετακινούμε το ένα από τα δύο κάτοπτρα κατά  $\Delta x_1 = 9\lambda/16$ . Υπολογίστε (επί %) τη μεταβολή έντασης στην έξοδό του.

**ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΩΣ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΣΧΕΣΕΙΣ**

$$\cos(A) + \cos(B) = 2 \cos\left(\frac{A+B}{2}\right) \cos\left(\frac{A-B}{2}\right), \quad v_{phase} = \frac{\omega}{k}, \quad v_{group} = \frac{d\omega}{dk}, \quad c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

Επίπεδο Η/Μ κύμα ( $E \perp z$ ) στο κενό:  $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial z^2}, \quad \vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$