

## Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

### Θέματα Τελικών εξετάσεων στη Θεματική Ενότητα ΦΥΕ34

## ΚΥΜΑΤΙΚΗ

Διάρκεια: 210 λεπτά

Ονοματεπώνυμο: .....

Τμήμα: .....

#### Θέμα 1<sup>ο</sup> (Μονάδες: 2.0)

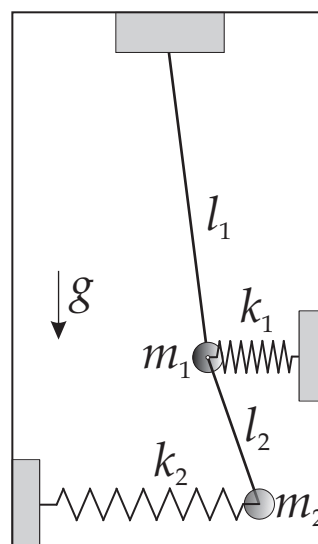
Το σύστημα του σχήματος αποτελείται από δύο εκκρεμή με μάζες  $m_1 = m_2 = m$  και αβαρείς ράβδους μηκών  $l_1 = l$  και  $l_2 = l/2$ , αντίστοιχα. Επιπλέον, οι μάζες  $m_1$  και  $m_2$  είναι συνδεδεμένες με ιδανικά ελατήρια σταθερών  $k_1 = k$  και  $k_2 = 3k$ , αντίστοιχα. Η επιτάχυνση της βαρύτητας

είναι  $g$  και δίνεται ότι  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{l}}$ . Επίσης δίνεται ότι

το φυσικό μήκος και των δύο ελατηρίων είναι τέτοιο ώστε η θέση ισορροπίας των δύο μαζών να είναι η κατακόρυφη. Για μικρές ταλαντώσεις των μαζών  $m_1$  και  $m_2$ ,

A) Να βρεθούν οι διαφορικές εξισώσεις κίνησης του συστήματος.

B) Να βρεθούν οι γωνιακές συχνότητες των κανονικών τρόπων ταλάντωσης του συστήματος.



#### Θέμα 2<sup>ο</sup> (Μονάδες: 1.5)

Ομογενής κυλινδρική ράβδος διαμέτρου  $d = 5 \text{ mm}$  και μήκους  $L = 50 \text{ cm}$ , έχει μάζα  $m = 40 \text{ g}$  και συντελεστή διάτμησης  $G = 4 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ . Η ράβδος στερεώνεται μόνο στο ένα άκρο της και τοποθετείται οριζόντια. Θεωρώντας μόνο εγκάρσιες μετατοπίσεις της ράβδου, για τον τέταρτο κατά σειρά αρμονικό τρόπο ταλάντωσης

A) Να βρεθούν τα σημεία που το στάσιμο κύμα παρουσιάζει δεσμούς και κοιλίες.

B) Να βρεθεί η συχνότητα ταλάντωσης.

Γ) Να γραφεί η συνάρτηση που περιγράφει το στάσιμο κύμα αν είναι γνωστό ότι η μέγιστη απομάκρυνση του ελεύθερου άκρου της ράβδου είναι  $1 \text{ cm}$  και συμβαίνει τη χρονική στιγμή  $t = 0$ .

**Θέμα 3<sup>ο</sup>** (Μονάδες: 1.0)

Τετραγωνική μεμβράνη πλευράς  $a$  πακτώνεται σε δύο κάθετες πλευρές ενώ οι άλλες δύο μπορούν να κινούνται ελεύθερα εγκαρσίως προς τη μεμβράνη. Η μεμβράνη τείνεται με τάση ανά μονάδα μήκους  $T$  και η επιφανειακή της πυκνότητα είναι  $\sigma$ .

- A) Να βρεθούν οι συχνότητες των κανονικών τρόπων ταλάντωσης της μεμβράνης.  
B) Να βρεθεί το μέγιστο δυνατό μήκος κύματος που μπορεί να αναπτυχθεί.

**Θέμα 4<sup>ο</sup>** (Μονάδες: 1.5)

Το ηλεκτρικό πεδίο ηλεκτρομαγνητικού κύματος συχνότητας  $\omega$  δίνεται από

$$\vec{E} = E_0 \left\{ \hat{y} \cos \left[ \omega \left( t - \frac{x}{c} \right) \right] + \hat{z} \cos \left[ \omega \left( t - \frac{x}{c} \right) - \frac{\pi}{6} \right] \right\}$$

- A) Να υπολογιστεί το μαγνητικό πεδίο.  
B) Να υπολογίσετε το διάνυσμα του Poynting.

**Θέμα 5<sup>ο</sup>** (Μονάδες: 1.0)

Ακτίνα μη πολωμένου φωτός εντάσεως  $I$  προσπίπτει υπό γωνία ολικής πόλωσης (Brewster) από τον αέρα σε γυάλινη επιφάνεια με δείκτη διάθλασης  $n = \sqrt{3}$ . Κάθετα στην προσπίπτουσα ακτίνα τοποθετείται πολωτής ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται με άξονα περιστροφής την προσπίπτουσα ακτίνα. Έστω  $\phi$  η γωνία μεταξύ του άξονα του πολωτή και της κάθετης στο επίπεδο πρόσπτωσης. Να βρεθεί η ένταση της ανακλώμενης ακτίνας σαν συνάρτηση της γωνίας  $\phi$ . ( $n_{\text{αέρα}}=1$ )

**Θέμα 6<sup>ο</sup>** (Μονάδες: 1.0)

Αποκλίνων φακός εστιακής απόστασης 15 cm τοποθετείται δεξιά από αντικείμενο και σε απόσταση 60 cm από αυτό. Δεξιά από τον αποκλίνοντα φακό και σε απόσταση 10 cm από αυτόν τοποθετείται συγκλίνων φακός εστιακής απόστασης 20 cm.

- A) Να προσδιοριστεί η θέση, η μεγέθυνση και το είδος του ειδώλου.  
B) Αν στη θέση του συγκλίνοντα φακού τοποθετήσουμε έναν άλλο ώστε το είδωλο να σχηματίζεται στο άπειρο, τι είδους φακό χρειαζόμαστε και ποια η εστιακή του απόσταση;

**Θέμα 7<sup>ο</sup>** (Μονάδες: 2.0)

Φως μήκους κύματος 600 nm προσπίπτει κάθετα σε φράγμα περίθλασης. Δύο γειτονικά κύρια μέγιστα παρατηρούνται σε γωνίες με  $\sin \theta = 0.30$  και  $\sin \theta = 0.36$  αντίστοιχα. Το (κύριο) μέγιστο τέταρτης τάξης απουσιάζει.

- A) Ποια είναι η απόσταση μεταξύ των σχισμών;  
B) Ποιο είναι το ελάχιστο δυνατό πάχος της κάθε σχισμής;  
Γ) Πόσα κύρια μέγιστα εμφανίζονται στην οθόνη, για απόσταση σχισμών και πάχος σχισμής που δίνονται από τα αποτελέσματα των (A) και (B);

**ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ**

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2}, c = 3.00 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Οι εξισώσεις του Maxwell στο κενό σε διαφορική μορφή είναι

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0, \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}, \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

Χρησιμοποιείτε όπου απαιτείται σταθερές από τα βιβλία σας.

**ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ**