

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
Θέματα Επαναληπτικών Εξετάσεων στη Θεματική
Ενότητα ΦΥΕ34

ΚΥΜΑΤΙΚΗ

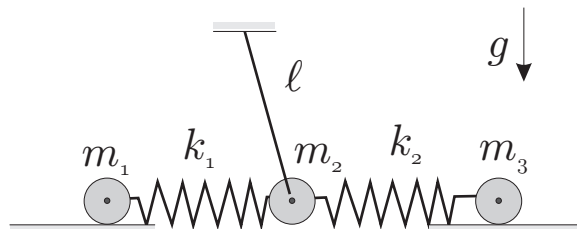
Διάρκεια: 210 λεπτά

Όνοματεπώνυμο:

Τμήμα:

Θέμα 1^ο (Μονάδες: 2.5)

Τρεις μάζες $m_1 = 2m$, $m_2 = 3m$, $m_3 = m$, δύο ιδανικά ελατήρια σταθερών $k_1 = 2k$, $k_2 = k$ και μια αβαρής ράβδος μήκους ℓ συνδέονται όπως στο Σχήμα. Οι τριβές αγνοούνται, η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι g και δίνεται ότι $\ell = \frac{mg}{2k}$. Το φυσικό μήκος



των ελατηρίων είναι ℓ_0 . Για μικρές ταλαντώσεις του συστήματος

- A) Να βρεθούν οι διαφορικές εξισώσεις κίνησης του συστήματος
 B) Να βρεθούν οι γωνιακές συχνότητες των κανονικών τρόπων ταλάντωσης του συστήματος.

Θέμα 2^ο (Μονάδες: 1.5)

Η διάδοση μεταβολών στην πίεση του αέρα κατά μήκος κυλινδρικού σωλήνα, μήκους L , περιγράφεται από την κυματική εξίσωση

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = \frac{1}{q^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$$

όπου x είναι η συντεταγμένη κατά μήκος του σωλήνα και p είναι η τιμή της υπέρ-πίεσης (θετικό $p = P - P_0$) ή της υπό-πίεσης (αρνητικό $p = P - P_0$) του αέρα μέσα στο σωλήνα, αναφορικά με την ατμοσφαιρική πίεση του περιβάλλοντος (εάν κάποια χρονική στιγμή, σε κάποιο σημείο είναι $p = 0$ τότε η απόλυτη πίεση σ' αυτό το σημείο, P , ισούται με την ατμοσφαιρική πίεση του περιβάλλοντος, $P_0 = 1 \text{ atm}$).

- A) Ποια είναι η φυσική σημασία της σταθερής ποσότητας q και τι τιμή έχει (προσεγγιστικά) υπό κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας;
 B) Εάν ο σωλήνας είναι κλειστός στο ένα άκρο του ($x = 0$) και ανοικτός στο άλλο ($x = L$) και θεωρώντας ότι η λύση της κυματικής εξίσωσης πίεσης είναι της μορφής στάσιμου κύματος:

$$p(x, t) = [A \cos(k \cdot x) + B \sin(k \cdot x)] \cos(\omega \cdot t)$$

Να υπολογίσετε συναρτήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του σωλήνα και της τιμής φυσικής ποσότητας q , τις παραμέτρους A , B , k και ω , δεδομένου ότι την χρονική στιγμή $t=0$ στο σημείο $x=0$ είναι $p(x=0, t=0) = p_0$

(Υπόδειξη: Παρατηρήσετε και χρησιμοποιείστε το γεγονός ότι οι δεσμοί στο στάσιμο κύμα πίεσης δημιουργούνται στα σημεία που εμφανίζονται κοιλίες στο στάσιμο κύμα

μετατόπισης των μορίων (ξ): $p(x, t) = P(x, t) - P_0 = -\kappa \frac{\partial \xi(x, t)}{\partial x}$)

Γ) Εάν $L=0.5$ m, ποια είναι η συχνότητα (σε Hz) και το μήκος κύματος (σε m) της πρώτης και δεύτερης αρμονικής.

Θέμα 3^ο (Μονάδες: 1.5)

Σε πείραμα συμβολής εκ τριών ομοίων σχισμών, πόσος πρέπει να είναι ο λόγος του εύρους προς την απόσταση των σχισμών ώστε το πρώτο ελλείπον μέγιστο (εκατέρωθεν του κεντρικού) να είναι:

A) το 3^ο πρωτεύον μέγιστο,

B) το 3^ο δευτερεύον μέγιστο.

Θέμα 4^ο (Μονάδες: 1.0)

Δύο επίπεδα κύματα

$$\xi_1(x, y, z, t) = \xi_0 \sin(k_1 x - \omega t)$$

$$\xi_2(x, y, z, t) = \xi_0 \sin(k_2 y + \omega t)$$

όπου ξ_0, k_1, k_2, ω θετικοί αριθμοί. Τα μέτρα των ταχυτήτων των δύο κυμάτων ικανοποιούν τη σχέση $v_1 = 3v_2$.

A) Να βρείτε προς ποια διεύθυνση και φορά διαδίδεται κάθε κύμα. Με ποιο από τα επίπεδα xy, xz, yz αντίστοιχα είναι παράλληλα τα μέτωπα κύματος;

B) Ποια η σχέση μεταξύ των μηκών κύματος λ_1, λ_2 και των συχνοτήτων f_1, f_2 των δύο κυμάτων;

Γ) Να βρείτε το γεωμετρικό τόπο των ελαχίστων και των μεγίστων της έντασης του κύματος που προκύπτει από τη συμβολή των δύο κυμάτων σε συνάρτηση του λ_1 .

Θέμα 5^ο (Μονάδες: 1.5)

Μία κυματική λύση των εξισώσεων Maxwell δίνεται από τη σχέση

$\vec{E} = (E_0 \hat{x}) \cos(2\sqrt{3}z) \cos(7 \cdot 10^{10} t)$, όπου $E_0 > 0$ και το z μετράται σε cm και το t σε δευτερόλεπτα.

A) Πόσο είναι το μήκος κύματος και η συχνότητα της κυματικής διαταραχής;

B) Πόσος είναι ο δείκτης διάθλασης του μέσου στο οποίο διαδίδεται;

Γ) Δώστε μία έκφραση για την ένταση του μαγνητικού πεδίου, \vec{B} , συναρτήσει των E_0, z και t

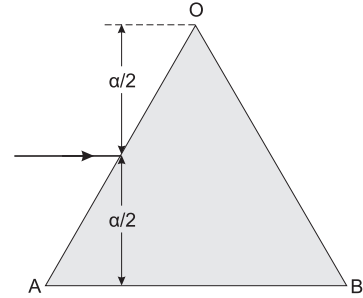
Δ) Βρείτε τη μέση χρονική τιμή του μέτρου του διανύσματος Poynting για $x = y = 3$ και $z = \sqrt{3}$

Θέμα 6^ο (Μονάδες: 1.0)

Σε ένα πείραμα στην ορατή περιοχή του φάσματος, λευκό φως προσπίπτει υπό γωνία 60° σε λεπτή πλάκα δείκτη διάθλασης $n = 1.4$. Παρατηρούμε ευκρινώς από ανάκλαση πράσινο χρώμα (6000 Å). Από διάθλαση παρατηρείται ευκρινώς το κόκκινο χρώμα (4500 Å). Ποιο είναι το πάχος της πλάκας;

Θέμα 7ο (Μονάδες: 1.0)

Ένας φοιτητής θέλει να εκτελέσει ένα πείραμα οπτικής με ένα ισόπλευρο πρίσμα ($AB=AO=OB$) ύψους $a = 10\text{ cm}$. Αναζητώντας τον δείκτη διάθλασης του υλικού για συγκεκριμένο μήκος κύματος λ στο βιβλίο του εργαστηρίου διαπιστώνει ότι υπάρχει ασάφεια στο δεύτερο σημαντικό ψηφίο με αποτέλεσμα να μην μπορεί να διακρίνει ανάμεσα σε $n = 1.35$ και $n = 1.85$. Ο βοηθός του εργαστηρίου τον συμβουλεύει να χρησιμοποιήσει δέσμη laser μήκους κύματος λ με διεύθυνση πρόσπτωσης παράλληλη στη βάση AB όπως φαίνεται στο σχήμα και να ελέγξει αν από την πλευρά OB εξέρχεται δέσμη ή όχι.



A) Εξηγήστε πώς ο φοιτητής μπορεί να αξιοποιήσει αυτή τη συμβουλή, και σε τι συμπέρασμα καταλήγει για το δείκτη διάθλασης του πρίσματος αν το αποτέλεσμα του πειράματος είναι αρνητικό (δεν εξέρχεται δέσμη από την OB)

B) Αν δεν εξέρχεται η δέσμη από την πλευρά OB , εξετάστε αν θα εξέλθει από την πλευρά AB και σε ποια απόσταση από το σημείο B .

Χρησιμοποιείτε όπου απαιτείται σταθερές από τα βιβλία σας.

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ