

Ανακοίνωση σχετικά με την διδαχθείσα ύλη του μαθήματος της Κυματικής Φυσικής

Η ύλη του μαθήματος της Κυματικής Φυσικής που έχει διδαχθεί στη διάρκεια του τρέχοντος εξαμήνου και θα εξετασθεί δίνεται παρακάτω.

Για ευκολία των φοιτητών, οι οποίοι ζητούν καθορισμό της ύλης με ακρίβεια σελίδας, δίνω σαν παράδειγμα, τις σχετικές σελίδες από το βιβλίο του H.J. Pain “Φυσική των Ταλαντώσεων και των Κυμάτων”.

Προσοχή: αυτό δεν σημαίνει ότι προτείνω το συγκεκριμένο βιβλίο για αποκλειστική χρήση από τους φοιτητές.

Διδαχθείσα Ύλη

Κεφ. 1 (σελ. 1-52): Απλή και αποσβενόμενη απλή αρμονική κίνηση (εκτός των παραγράφων 1.8, 1.9 και 1.10 που θα διδαχτούν αργότερα με τα οπτικά κύματα/φυσική οπτική)

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήσαμε τις περιοδικές κινήσεις που εκτελούν τα σώματα κάτω από την δράση εξωτερικών δυνάμεων, που είναι ανάλογες της απομάκρυνσης από τη θέση ισορροπίας. Επίσης ασχοληθήκαμε με τη μελέτη της κίνησης όταν επιπλέον υπάρχουν δυνάμεις αντίστασης στη κίνηση.

Επιγραμματικά οι έννοιες που μελετήσαμε είναι:

- Δύναμη επαναφοράς
- Διαφορική εξίσωση της κίνησης
- Αρμονικός ταλαντωτής
- Σύνθεση ταλαντώσεων
- Διακρότημα
- Δυνάμεις απώλειας
- Φθίνουσα ταλάντωση
- Κρίσιμη απόσβεση
- Συντελεστής ποιότητας

Κεφ. 2 (σελ. 55-82): Ο εξαναγκασμένος ταλαντωτής

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε η μελέτη των εξαναγκασμένων ταλαντώσεων. Εδிகότερα, εξετάσαμε την διατύπωση των διαφορικών εξισώσεων κίνησης που αντιστοιχούν σε εξαναγκασμένες ταλαντώσεις με ή χωρίς απόσβεση και τις λύσαμε. Τέλος, έγινε συστηματική μελέτη των λύσεων των διαφορικών εξισώσεων κίνησης εξετάσαμε λεπτομερειακά τα φαινόμενα συντονισμού. Επιγραμματικά οι έννοιες που μελετήσαμε είναι:

- Εξαναγκασμένη ταλάντωση
- Οδηγός δύναμη
- Φυσική συχνότητα ή ιδιοσυχνότητα
- Συντονισμός
- Εξαναγκασμένη ταλάντωση χωρίς απόσβεση
- Εξαναγκασμένη ταλάντωση με απόσβεση
- Μεταβατικές ταλαντώσεις
- Μεταβολή του μέτρου και της φάσης της ταχύτητα και της μετατόπισης από τη συχνότητα της διεγείρουσας δύναμης
- Μεταφορά ισχύος από τη διεγείρουσα δύναμη
- Ο συντονισμός

- Παράγοντας Q

Κεφ. 3 (σελ. 84-112): Συζευγμένες ταλαντώσεις

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήσαμε συστηματικά μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα συζευγμένων ταλαντώσεων (μηχανικών και ηλεκτρικών) και παρουσιάσαμε αναλυτικά τον μαθηματικό φορμαλισμό για την αντιμετώπιση παρόμοιων προβλημάτων. Ειδικότερα, ασχοληθήκαμε με την ελαστική σύζευξη δύο ελεύθερων ταλαντωτών, τις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις δύο συζευγμένων ταλαντωτών, την ελαστική σύζευξη πολλών ελεύθερων ταλαντωτών, το ηλεκτρικό ανάλογο των ηλεκτρικών συζευγμένων ταλαντώσεων, τις ταλαντώσεις των συνεχών μέσων (μέσω του μοντέλου της χορδής με σφαιρίδια) και τέλος εξάγαμε την κυματική εξίσωση. Οι έννοιες με τις οποίες εξοικειωθήκατε είναι:

- Σύζευξη-αποσύζευξη
- Ελαστική σύζευξη
- Κανονικές συντεταγμένες, βαθμοί ελευθερίας
- Κανονικοί τρόποι ταλάντωσης
- Κανονικές συχνότητες ή φυσικές συχνότητες ή ιδιοσυχνότητες
- Συζευγμένες διαφορικές εξισώσεις κίνησης
- Συλλογικές ταλαντώσεις
- Εντοπισμένες ταλαντώσεις
- Συζευγμένες ταλαντώσεις χορδής με σφαιρίδια
- Κυματική εξίσωση

Κεφ. 4 (σελ. 114-164): Εγκάρσια κυματική κίνηση

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε η εξαγωγή της κυματικής εξίσωσης στην περίπτωση της χορδής και διατυπώθηκαν οι λύσεις της κυματικής εξίσωσης και οι μαθηματικές τους ιδιότητες. Επίσης, διατυπώθηκε η έννοια του κύματος, καθώς και η φυσική σημασία της κυματικής διαταραχής και των διαφόρων ταχυτήτων που σχετίζονται με την διάδοση των κυμάτων. Στη συνέχεια, μελετήθηκε η σύνθετη αντίσταση χορδής, η ανάκλαση και διάδοση κυμάτων χορδής σε ένα σύνορο, η προσαρμογή σύνθετων αντιστάσεων και η δημιουργία στασίμων κυμάτων σε χορδή σταθερού μήκους. Επιπλέον, παρουσιάστηκε η ενεργειακή μελέτη των προηγούμενων περιπτώσεων. Τέλος, εξετάστηκε η έννοια της ομαδικής ταχύτητας και της σχέσης διασποράς και παρουσιάστηκαν δύο σπουδαίες εφαρμογές-επεκτάσεις των προηγούμενων προσεγγίσεων για εγκάρσια κύματα σε περιοδικές δομές και για μια γραμμική διάταξη δύο ειδών ατόμων σε ιοντικούς κρυστάλλους και εξήχθησαν οι αντίστοιχες σχέσεις διασποράς. Οι έννοιες με τις οποίες εξοικειωθήκατε είναι:

- Κύμα
- Σωματιδιακή ταχύτητα, Κυματική ή φασική ταχύτητα και ομαδική ταχύτητα.
- Κυματική εξίσωση και μορφή των λύσεων της.
- Σύνθετη αντίσταση.
- Συντελεστές ανάκλασης και διάδοσης πλάτους.
- Συντελεστές ανάκλασης και διάδοσης ενέργειας.
- Προσαρμογή σύνθετων αντιστάσεων.
- Στάσιμα κύματα και κανονικές συχνότητες ταλάντωσης.
- Κυματομάδα και ομαδική ταχύτητα.
- Διασπορά, σχέση διασποράς.
- Το θεώρημα εύρους ζώνης.

Κεφ. 8 (σελ. 250-267): Κύματα σε περισσότερες διαστάσεις (2D, 3D)

Στο κεφάλαιο αυτό εξήχθη η κυματική εξίσωση για 2-διαστάσεις, περιγράφηκαν οι κανονικοί τρόποι ταλάντωσης και η μέθοδος επίλυσης της κυματικής εξίσωσης με τη μέθοδο χωρισμού μεταβλητών. Εξετάστηκαν οι περιπτώσεις ταλάντωσης ορθογώνιας και τετράγωνης μεμβράνης. Στη συνέχεια εξήχθη η κυματική εξίσωση για 3-διαστάσεις και συζητήθηκαν οι σχετικοί κανονικοί τρόποι ταλάντωσης. Τέλος, μελετήθηκε η κατανομή συχνοτήτων της ενέργειας που ακτινοβολείται από ένα θερμό σώμα και ο νόμος του Planck.

Οι έννοιες με τις οποίες εξοικειωθήκατε είναι:

- Κυματική εξίσωση σε 2D και 3D
- Μέτωπο κύματος σε 2D και 3D, Κυματικός αριθμός
- Κανονικοί τρόποι ταλάντωσης
- Επίλυση της κυματικής εξίσωσης με τη μέθοδο χωρισμού μεταβλητών
- Νόμος του Planck

Κεφ. 9 (σελ. 282-316): Μέθοδοι Fourier

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήσαμε την εφαρμογή των σειρών Fourier σε επιλεγμένα παραδείγματα, ξεκινώντας από την υπέρθεση των κανονικών τρόπων ταλάντωσης μιας στερεωμένης χορδής και στη συνέχεια για διάφορες άρτιες και περιττές συναρτήσεις. Επίσης υπολογίστηκε η ενέργεια των κανονικών τρόπων ταλάντωσης μιας παλλόμενης χορδής. Στη συνέχεια μελετήσαμε το φάσμα συχνοτήτων μιας σειράς Fourier. Τέλος, εισήχθη η έννοια των ολοκληρωμάτων Fourier και των μετασχηματισμών Fourier και παρουσιάστηκαν οι εφαρμογές τους στις περιπτώσεις της οπτικής περίθλασης και της γκαουσσιανής κατανομής.

Οι έννοιες με τις οποίες εξοικειωθήκατε είναι:

- Σειρά Fourier
- Ολοκλήρωμα Fourier
- Μετασχηματισμοί Fourier

Κεφάλαιο 10 (σελ. 336-388):

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήσαμε αναλυτικά τα φαινόμενα συμβολής με διαίρεση μετώπου κύματος και με διαίρεση πλάτους. Περιγράφηκαν επίσης οι κυριότερες συμβολομετρικές διατάξεις αναλυτικά. Τέλος περιγράφηκαν αναλυτικά τα φαινόμενα περίθλασης για τις περιπτώσεις μιας σχισμής και πολλών σχισμών. Επίσης μελετήθηκε αναλυτικά η περίθλαση Fraunhofer από ορθογώνιο και κυκλικό άνοιγμα. Ενώ έγινε σύντομη περιγραφή της περίθλασης Fresnel. Τέλος, συζητήθηκε η εφαρμογή των μετασχηματισμών Fourier στα προβλήματα περίθλασης.

Οι κυριότερες έννοιες με τις οποίες εξοικειωθήκατε είναι:

- Αρχή του ελαχίστου χρόνου ή αρχή του Fermat.
- Συμβολή δύο ή περισσότερων κυμάτων και συνθήκες ενισχυτικής και καταστρεπτικής συμβολής
- Περίθλαση και είδη περίθλασης: περίθλαση Fraunhofer και περίθλαση Fresnel
- Η σημασία των μετασχηματισμών Fourier στη περίθλαση