

COLLECTION
LE COURS
DE PHYSIQUE

UNIVERSITE
DE
TIZI-OUZOU

INSTITUT DES SCIENCES EXACTES

M. TAMINE

O. LAMROUS

VIBRATIONS ET ONDES

PREMIERE PARTIE

MODULE TPO10 (COURS ET TD)



2-534-26-1/1



PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES

TABLE DES MATIERES

FORMALISME DE LAGRANGE

PAGES

1 - Notions Principales

- 1-1 Coordonnées généralisées
- 1-2 Degré de liberté
- 1-3 Energie cinétique d'un système mécanique
- 1-4 Energie potentielle

2 - Postulat de Lagrange et Principe de Moindre Action (principe d'Hamilton)

GENERALITES SUR LES VIBRATIONS

1 - Introduction

2 - Mouvement général d'un système à un degré de liberté

3 - Définition d'une vibration (vue sous l'aspect énergétique)

4 - Domaines énergétiques de vibrations

- 4-1 Le système possède l'énergie E_1
- 4-2 Le système possède l'énergie E_2
- 4-3 Le système possède l'énergie E_3

5 - Conclusion

6 - Définition d'une vibration

- 6-1 Représentation du mouvement dans l'espace des phases
- 6-2 Notion de point d'équilibre
- 6-3 Points d'équilibre stable
- 6-4 Point d'équilibre instable
- 6-5 Stabilités au sens de Liapounov

OSCILLATIONS DES SYSTEMES A UN DEGRE DE LIBERTE

1 - Position du Problème	9
2 - Calcul de la période des oscillations	10
3 - Equation du mouvement	11
4 - Classification des oscillations linéaires	
4-1 Oscillations libres	
4-2 Oscillations amorties	
4-3 Oscillations forcées	
5 - Oscillations linéaires libres	12
6 - Oscillations linéaires amorties	13
6-1 Résolution de l'équation différentielle	
6-2 Décrément Logarithmique	16
6-3 Analogie Electrique - Mécanique	17
7 - Oscillations Forcées	17
7-1 Cas où l'excitation extérieure est de Forme sinusoïdale	18
7-2 Résolution de l'équation différentielle	
7-3 Tracé des courbes de l'amplitude	19
7-4 Notion de coefficient de Qualité et Impédance	20
8 - Notion d'Oscillations non linéaires (oscillations anharmoniques)	22
9 - Résonance Paramétrique	23

OSCILLATIONS DES SYSTEMES A PLUSIEURS DEGRES DE LIBERTE

1 - Rappels des résultats antérieurs	25
Application	

2 - Notion de couplage	28
2-1 Définition du coefficient de couplage	
2-1 Cas de deux oscillations identiques	
3 - Oscillations libres des systèmes à plusieurs degrés de liberté	29
PHENOMENES DE PROPAGATION	
1 - Introduction	33
2 - Equation de propagation	
3 - Interprétation et discussion de la solution générale	35
4 - Relations scalaires et vectorielles	36
4-1 Définition du plan équiphase ou plan d'onde	
4-2 Signification des fonctions f et F	37
4-3 Vecteur d'onde	
5 - Propagation dans un milieu dispersif	38
5-1 Introduction	
5-2 Vitesse de groupe et Vitesse de phase	
5-3 Application à la lumière	
6 - Effet Döppler	41

PROPAGATION DES ONDES LONGITUDINALES A UNE DIMENSION

1 - Propagation des ondes planes dans les fluides	43
1-1 Introduction	
1-2 Mise en équation	44
1-3 Equation mécanique du système	45
1-4 Vitesse du son (application)	47
2 - Résolution dans le cas de l'approximation acoustique	
3 - L'onde sonore divergente unique	48
4 - Onde réfléchie et ses conséquences	49
4-1 Calcul du coefficient de réflexion	
4-2 Calcul de la fonction f en tout point	
4-3 Calcul de l'impédance en tout point	
4-4 Discussion de quelques cas particuliers d'impédance terminale	
4-5 Le taux d'onde stationnaires dans le cas général	
5 - Ondes à une variable dans les tuyaux non cylindriques	52
5-1 Mise en équation	
5-2 Ondes sphériques ou coniques	
5-3 Obtention de l'expression donnant la pression P	
5-4 Onde divergente à grande distance du centre	
5-5 Déphasage de π d'une onde conique au passage par un foyer	
6 - Propagation d'ondes planes dans un barreau solide	59

PROPAGATION DES ONDES TRANSVERSALES A UNE DIMENSION

1 - Introduction	61
2 - Cordes vibrantes	
2-1 Définition	
2-2 Equation de propagation d'un ébranlement le long d'une corde	
2-3 Conditions de résonance	
3 - Effet de polarisation d'une onde transversale	64
3-1 Polarisation rectiligne	
3-2 Polarisation circulaire	
4 - Energie d'une onde	66
4-1 Calcul de l'énergie d'une onde plane lors de sa propagation dans un fluide	
4-2 Energie cinétique	
4-3 Energie potentielle	
4-4 Cas de l'onde élastique longitudinale dans un barreau solide	
4-5 Intensité de l'onde	
5 - Propagation d'ondes transversales dans une membrane	70
5-1 Cas des membranes circulaires	
5-2 Conditions de résonance	
EXERCICES.	78