

# Table des Matières

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Avant-propos                                                                        | 3         |
| sommaire                                                                            | 4         |
| <b>Chapitre 1 : Généralités</b>                                                     | <b>7</b>  |
| 1. Introduction                                                                     | 8         |
| 2. Systèmes                                                                         | 8         |
| 3. Vibrations                                                                       | 10        |
| 4. Mouvements périodiques                                                           | 14        |
| 5. Représentation des mouvements                                                    | 16        |
| → Travaux dirigés                                                                   | 20        |
| <b>Chapitre 2 : Mouvement harmonique simple</b>                                     | <b>25</b> |
| 1. Introduction                                                                     | 26        |
| 2. Quelques notions fondamentales                                                   | 27        |
| 3. Etude d'un système mécanique en oscillations libres                              | 33        |
| 4. Résolution de l'équation différentielle $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$            | 39        |
| 5. Calcul de l'amplitude maximale et du déphasage par rapport à l'origine des temps | 42        |
| 6. Conséquences dynamiques                                                          | 44        |
| 7. Méthode des énergies                                                             | 47        |
| 8. Méthode de Lagrange                                                              | 54        |
| 9. Etude du circuit LC en oscillation libre                                         | 57        |
| 10. Analogie électro-mécanique                                                      | 60        |
| → Travaux dirigés                                                                   | 61        |
| <b>Chapitre 3 : Mouvement harmonique amorti simple</b>                              | <b>69</b> |
| 1. Introduction                                                                     | 70        |
| 2. Causes de l'amortissement                                                        | 70        |

|                                                                                            |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3. Etude du mouvement amorti simple du système mécanique masse-ressort                     | 71         |
| 4. Résolution de l'équation différentielle $\ddot{x} + 2\lambda\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$ | 73         |
| 5. Décrément logarithmique                                                                 | 81         |
| 6. Energie totale d'un oscillateur harmonique amorti                                       | 81         |
| 7. Facteur de qualité                                                                      | 82         |
| 8. Aspect énergétique pour un système mécanique                                            | 84         |
| 9. Circuit électrique amorti                                                               | 85         |
| 10. Aspect énergétique pour un circuit électrique                                          | 86         |
| 11. Analogie entre oscillations amorties mécaniques et électriques                         | 87         |
| → Travaux dirigés                                                                          | 88         |
| <b>Chapitre 4 : Réponse d'un oscillateur linéaire à une excitation</b>                     | <b>93</b>  |
| 1. Définition d'une oscillation forcée                                                     | 94         |
| 2. Réponse d'un oscillateur linéaire à une excitation sinusoïdale                          | 94         |
| 3. Bande passante                                                                          | 106        |
| 4. Puissance moyenne fournie par l'excitateur                                              | 108        |
| 5. Etude du circuit R L C série en oscillation forcée                                      | 109        |
| 6. Synthèse des résultats et généralisations                                               | 117        |
| 7. Réponse d'un oscillateur linéaire à une excitation non sinusoïdale                      | 118        |
| → Travaux dirigés                                                                          |            |
| <b>Chapitre 5 : Oscillateurs couplés</b>                                                   | <b>133</b> |
| 1. Introduction                                                                            | 134        |
| 2. Exemple d'oscillateurs couplés                                                          | 134        |
| 3. Modes normaux                                                                           | 138        |
| 4. Oscillations libres longitudinales de deux masses couplées                              | 139        |
| 5. Analogie électro-mécanique                                                              | 156        |

|                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6. Oscillations forcées sans amortissement de systèmes à deux degrés de liberté | 160        |
| → Travaux dirigés                                                               | 164        |
| <b>Chapitre 6 : N degrés de liberté</b>                                         | <b>173</b> |
| 1. Introduction                                                                 | 174        |
| 2. Etude d'un système mécanique à N degrés de liberté avec extrémités fixées    | 174        |
| 3. Etude d'un système mécanique à N degrés de liberté avec extrémités libres    | 196        |
| → Travaux dirigés                                                               | 200        |
| <b>Solutions des travaux dirigés</b>                                            | <b>223</b> |
| → TD chapitre 1 : Généralités                                                   | 224        |
| → TD chapitre 2 : Mouvement harmonique simple                                   | 232        |
| → TD chapitre 3 : Mouvement harmonique amorti simple                            | 248        |
| → TD chapitre 4 : Réponse d'un oscillateur linéaire à une excitation            | 263        |
| → Solutions des TD chapitre 5 : Oscillateurs couplés                            | 286        |
| → Solutions des TD chapitre 6 : N degrés de liberté                             | 318        |
| <b>Solutions des sujets d'examens</b>                                           | <b>345</b> |
| <b>Bibliographie</b>                                                            | <b>391</b> |

# Chapitre

## Généralités

### Objectifs du chapitre :

- ♦ Définir les différents types de systèmes et de mouvements.
- ♦ Définir le mouvement harmonique et les grandeurs le caractérisant.

### Dans ce chapitre:

1. Introduction
2. Systèmes
3. Vibrations
4. Mouvements périodiques
5. Représentation des mouvements

### Travaux dirigés