

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 1. Équilibre, mouvement stationnaire et oscillatoire du solide libre	3
1.1. Expression du principe fondamental pour le solide libre	3
1.2. Forme canonique du principe fondamental	5
1.2.1. Somme dynamique	6
1.2.2. Moment dynamique en O_S	7
1.2.3. Principe fondamental de la dynamique	8
1.3. Équilibre du solide libre	8
1.3.1. Équations de l'équilibre	8
1.3.2. Stabilité de l'équilibre	10
1.4. Équations générales des petits mouvements d'un solide libre	10
1.4.1. Rappel sur les développements limités au premier ordre	10
1.4.1.1. Fonction d'une variable	10
1.4.1.2. Fonction de deux variables	10
1.4.1.3. Fonction de n variables	11
1.4.1.4. Variation d'un produit de fonctions	11
1.4.2. Équations des petits mouvements du solide libre	12
1.4.2.1. Équations vectorielles des petits mouvements	12
1.4.2.2. Applications	14
1.4.2.3. Équation torsielle des petits mouvements d'un solide libre	36
1.4.3. Mécanique analytique du solide libre	37
1.4.3.1. Forme canonique de l'énergie cinétique	37
1.4.3.2. Équations de la mécanique analytique	39
1.4.3.3. État d'équilibre du solide	40

1.4.3.4. Petits mouvements du solide autour de la position d'équilibre	41
1.4.3.5. Application : problème 4	42
1.5. Expression matricielle des petits mouvements du solide libre	51
1.5.1. À partir de la représentation vectorielle	51
1.5.2. À partir de la mécanique analytique	54
1.5.3. Situation relative des repères à l'équilibre	56
1.6. Mouvement stationnaire	58
1.6.1. Paramètres cycliques	58
1.6.2. Caractérisation d'un mouvement stationnaire	58
1.6.3. Conditions de réalisation d'un mouvement stationnaire	59
1.6.4. Mouvements voisins et stabilité d'un mouvement stationnaire	61
1.6.4.1. Linéarisation des équations de rang j	61
1.6.4.2. Linéarisation des équations de rang i	62
1.6.5. Application.	64

Chapitre 2. Résolution des équations des petits mouvements 65

2.1. Systèmes différentiels linéaires à coefficients constants	65
2.1.1. Solution générale périodique du système homogène	66
2.1.2. Solution particulière du système	69
2.1.3. Exercice 1	70
2.1.3.1. Recherche d'une solution générale du système homogène	70
2.1.3.2. Recherche d'une solution particulière du système	73
2.1.3.3. Solution générale du système.	74
2.2. Transformation de Laplace.	75
2.2.1. Définition.	75
2.2.2. Linéarité de la transformation de Laplace.	75
2.2.3. Transformées de Laplace de fonctions courantes	76
2.2.4. Propriétés fonctionnelles de la transformation de Laplace	79
2.2.4.1. Premier groupe de propriétés	79
2.2.4.2. Deuxième groupe de propriétés	80
2.2.5. Exemples d'utilisation de la transformée de Laplace	80
2.2.5.1. Système homogène.	80
2.2.5.2. Cas des sollicitations forcées	81
2.2.5.3. Système d'équations différentielles	82
2.2.6. Applications	83
2.2.6.1. Exercice 2	83
2.2.6.2. Exercice 3	84
2.2.6.3. Exercice 4	84

2.2.6.4. Exercice 5	85
2.2.6.5. Exercice 6	86
2.2.6.6. Exercice 7	86
2.2.6.7. Problème 5.	89
Chapitre 3. Études d'oscillateurs	99
3.1. Nature physique du mouvement oscillatoire	99
3.2. L'oscillateur unique	100
3.2.1. Définitions	100
3.2.2. Conditions d'un mouvement oscillatoire	101
3.2.3. Étude du mouvement oscillatoire libre	101
3.2.3.1. Étude du mouvement apériodique critique.	103
3.2.3.2. Étude du mouvement pseudo-périodique.	105
3.2.4. Étude des oscillations forcées.	105
3.2.5. Étude d'un signal oscillatoire modulé	108
3.3. Mouvement d'oscillateurs couplés	110
3.3.1. Couplage de deux oscillateurs	110
3.3.2. Étude de l'oscillation libre.	111
3.3.3. Application : problème 6	119
3.4. Dispositif oscillatoire de k oscillateurs – Équilibre et stabilité	133
3.4.1. Approche du problème.	133
3.4.2. Critères de Routh	134
Chapitre 4. Le mouvement gyroscopique	141
4.1. Couplage gyroscopique.	141
4.1.1. Constitution du dispositif	141
4.1.2. Torseurs distributeurs des vitesses	144
4.1.3. Énergies cinétiques des trois constituants.	144
4.1.4. Équations de la dynamique	145
4.1.5. Équations de la mécanique analytique.	146
4.1.6. Situations d'équilibre du dispositif gyroscopique	149
4.1.7. Stabilité du mouvement stationnaire.	150
4.2. Le pendule gyroscopique.	153
4.2.1. Constitution du dispositif	153
4.2.2. Torseurs distributeurs des vitesses	154
4.2.3. Énergies cinétiques	155
4.2.4. Équations de Lagrange.	155
4.2.5. Équilibre et stabilité	156
4.3. Le gyrocompas.	159

4.3.1. Constitution du dispositif	159
4.3.2. Principe fondamental de la dynamique	161
4.3.3. Équations de la mécanique analytique.	162
4.3.3.1. Forme générale des équations de Lagrange	162
4.3.3.2. Torseurs d'inertie d'entraînement et de Coriolis	165
4.3.3.3. Équations de Lagrange	167
4.3.4. Mouvement stationnaire et stabilité	168
4.3.5. Remarque sur l'établissement des équations de Lagrange	172
4.4. Application : problème 7 – Stabilisateur de mouvement	173
Table des notations	185
Bibliographie	193
Index	195
Sommaire d'Équations du mouvement 1.	199
Sommaire d'Équations du mouvement 2.	201
Sommaire d'Équations du mouvement 3.	205