

TABLE DES MATIERES

I - ETUDE DES SYSTEMES MECANIQUES	9
1 - Modélisation	9
1.1 - Systèmes mécaniques	9
1.2 - Les liaisons	9
1.3 - Graphe des liaisons	11
1.4 - Liaisons équivalentes	11
1.5 - Cas de la modélisation plane	15
2 - Schémas	16
2.1 - Nature – différents cas	16
2.2 - Tracés des schémas	16
2.3 - Exemple	18
2.4 - Compléments sur la modélisation plane et le schéma de mouvement	20
3 - Chaînes cinématiques – Staticité	22
3.1 - Hyperstaticité - mobilité Les chaînes cinématiques	22
3.2 - Relation générale	25
3.3 - Chaîne ouverte	26
3.4 - Chaîne fermée simple	26
3.5 - Chaîne fermée complexe	27
A retenir	28
Exercices corrigés	31
II - ELEMENTS D'INERTIE	49
1 - Masse	49
1.1 - Notion de masse	49
1.2 - Masse spécifique :	49
1.3 - Point matériel	50
2 - Centre d'inertie	50
2.1 - Concept de barycentre	50
2.2 - Centre d'inertie	51
2.3 - Théorèmes de Guldin	53
2.4 - Recherche pratique d'un centre d'inertie	54
3 - Moments et produits d'inertie	55
3.1 - Moments d'inertie	55
3.2 - Produits d'inertie	55
3.3 - Expressions dans un repère orthonormé	56
4 - Matrice d'inertie	56
4.1 - Définition	56
4.2 - Théorème de Huygens	58
4.3 - Moment par rapport à un axe de direction quelconque	59
4.4 - Détermination pratique	60
5 - Moments et produits quadratiques	62
5.1 - Définitions	62

5.2 - Axes principaux	63
5.3 - Cercle de Mohr	64
A retenir	65
Exercices corrigés	69
III - CINÉTIQUE	86
1 - Torseur cinétique	86
1.1 - Définition	86
1.2 - Calcul de la résultante cinétique	87
1.3 - Relation entre les moments cinétiques en deux points	87
2 - Torseur dynamique	88
2.1 - Définition	88
2.2 - Calcul de la résultante dynamique	88
2.3 - Relation entre les moments dynamiques en deux points	88
3 - Relations entre les deux torseurs	89
3.1 - Relation entre les résultantes	89
3.2 - Relation entre les moments cinétique et dynamique en un point	89
4 - Cas particulier du solide	90
5 - Energie cinétique	92
5.1 - Définition	92
5.2 - Cas du solide	92
6 - Composition des mouvements - Théorèmes de Koenig	94
6.1 - Cas général	94
6.2 - Théorèmes de Koenig	95
7 - Mouvements particuliers fréquents	96
7.1 - Translation d'un solide	96
7.2 - Rotation d'un solide autour d'un axe principal d'inertie	97
7.3 - Rotation d'un solide autour d'un point fixe	97
8 - Inertie équivalente	98
A retenir	100
Exercices corrigés	103
IV - PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE	110
1 - Enoncé du principe fondamental	110
1.1 - Repères d'espace galiléens approchés	110
1.2 - Changement de repère d'espace	111
1.3 - Cas particuliers	112
2 - Théorèmes généraux	112
2.1 - Théorème de la résultante dynamique	112
2.2 - Théorème du moment dynamique	113
3 - Théorème des actions réciproques	114
4 - Résolution d'un problème de dynamique	115
A retenir	117

Exercices corrigés	118
V - APPLICATIONS	136
1 - Rotation d'un solide autour d'un axe fixe	136
1.1 - Equations	136
1.2 - Equilibrage d'un rotor - théorie	138
1.3 - Equilibrage en pratique	140
2 - Rotation d'un solide autour d'un point fixe	143
2.1 - Equations	143
2.2 - Exemple : la toupie	144
Exercices corrigés	147
VI - METHODES ENERGETIQUES	172
1 - Puissance et travail d'une force	172
1.1 - Puissance	172
1.2 - Travail élémentaire	173
1.3 - Travail pour un déplacement fini	174
2 - Fonction de force indépendante du temps	175
2.1 - Définition et propriété	175
2.2 - Champ de force et énergie potentielle	177
3 - Extension à un ensemble matériel	179
3.1 - Définitions	179
3.2 - Fonction de force indépendante du temps	180
3.3 - Cas du solide	181
4 - Interactions	181
4.1 - Interaction entre éléments d'un système indéformable	181
4.2 - Interaction entre deux solides	182
4.3 - Liaison élastique parfaite entre deux solides	184
4.4 - Interactions gravitationnelle et électrique	184
4.5 - Energie potentielle d'une interaction	185
5 - Théorème de l'énergie cinétique	186
5.1 - Systèmes de points matériels	186
5.2 - Cas des solides	187
5.3 - Forme intégrée	189
5.4 - Systèmes conservatifs - Intégrale première de l'énergie	190
5.5 - Théorème de l'énergie cinétique dans un repère non galiléen	190
A retenir	192
Exercices corrigés	195
VII - LES POUTRES	212
1 - Le concept poutre	212
1.1 - Solides, corps rigides et poutres	212
1.2 - Hypothèses de la théorie des poutres	213
1.3 - Conditions réelles	214
2 - Cinématique	215
2.1 - Torseur des petits déplacements	215
2.2 - Torseur des déformations linéiques (ou taux de déformation)	216

2.3 - Simplification résultant de l'hypothèse de Bernoulli	218
2.4 - Taux de déformation en un point quelconque	219
2.5 - Formules de Bresse	219
3 - Contraintes	221
3.1 - La notion de contrainte. Définition	221
3.2 - Torseur des contraintes ou torseur de cohésion	223
3.3 - Théorèmes fondamentaux	223
4 - Diagrammes des poutres droites	224
4.1 - Définition. Exemples simples	224
4.2 - Cas de charges uniquement normales à la poutre	225
5 - Loi de comportement	227
5.1 - Nécessité et choix d'une loi	227
5.2 - Comportement élastique. Loi de Hooke	229
6 - Equations générales des poutres	231
6.1 - Matrice d'élasticité	231
6.2 - Equations des déformations	232
6.3 - Répartition des contraintes	234
A retenir	236
Exercices corrigés	239
VIII - SOLLICITATIONS SIMPLES	243
1 - TRACTION	243
1.1 - Définition - Exemples	243
1.2 - Lois	244
1.3 - Calculs en traction	245
2 - TORSION	247
2.1 - Définition. Observation	247
2.2 - Lois pour des pièces à symétrie axiale	248
2.3 - Calculs en torsion (pièces à symétrie axiale)	250
2.4 - Ressort de torsion	251
3 - FLEXION PLANE	253
3.1 - Définition. Observation	253
3.2 - Lois de la flexion plane simple	254
3.3 - Caractéristiques des sections	256
3.4 - Calculs en flexion plane simple	258
A retenir	261
Exercices corrigés	263
IX - PROBLEMES DE SYNTHESSES	276
1 - Etude d'un centre d'usinage « 5 axes » (MP E3A - 2007)	276
2 - Banc d'essai pour véhicule (d'après PT 2004 SI 1)	283
FORMULAIRE	299
INDEX	308