TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

GÉNIE MÉCANIQUE

Actions mécaniques Statique Inertie

De la théorie aux applications pratiques

Claude CHÈZE Françoise BRONSARD

ellipses

531-38.1

AVANT-PROPOS

Actions mécaniques, statique et inertie sont toute la Mécanique... sans le mouvement :

- les actions mécaniques sont une réalité intrinsèque,
- la statique étudie les équilibres,
- l'inertie rassemble les éléments descriptifs des systèmes matériels.

Mais si ces notions n'impliquent pas celle de mouvement, elles sont indispensables pour étudier les mouvements, c'est-à-dire pour aborder les autres branches de la mécanique. Ces notions sont aussi indispensables pour étudier les contraintes et les déformations, et donc pour aborder la Résistance des matériaux et la Construction.

Elles sont donc fondamentales et incontournables en Génie Mécanique.

Or, que ne voit-on pas comme fâcheuses confusions sur les actions mécaniques, comme blocages devant les équations à écrire en statique ou en embarras pour effectuer des calculs d'inertie ?

Les choses sont pourtant simples, et donc faciles à comprendre puis à mettre en oeuvre. Mais à la condition essentielle d'être strict et rigoureux.

D'où cet ouvrage qui fait un point précis et complet, depuis les concepts et la théorie, jusqu'à leur mise en oeuvre effective dans des applications pratiques.

A cet effet, l'exposé présente une construction méthodique des concepts successifs, de complexité croissante, à partir des éléments précédents. Chaque notion est d'abord brièvement justifiée par son intérêt, puis définie avec précision. Les propriétés sont analysées pour dégager les idées fondamentales et les méthodes applicables. Enfin, l'accent est surtout mis sur l'utilisation pratique, elle-même toujours illustrée par des exemples variés.

L'ouvrage est structuré en cinq parties :

- La première partie introduit et présente *l'outil mathématique* spécifique permettant de prendre en compte les particularités des actions mécaniques et d'en assurer une modélisation. Ce sont d'abord les vecteurs pour modéliser les forces (grandeurs orientées). Puis, pour modéliser les actions mécaniques en ajoutant à la notion de force la nécessaire prise en compte de sa localisation, ce sont les vecteurs glissants et leur généralisation : les torseurs.
- La deuxième partie peut alors traiter effectivement des *actions mécaniques* (ponctuelles et réparties). Elle s'étend en particulier sur les actions de contact (lois de Coulomb) et sur leur gestion dans la réalisation des liaisons entre solides.
- La troisième partie est le coeur de l'ouvrage. Elle introduit le principe de la *statique* et les équations qui s'en déduisent, en s'attachant à leur mise en oeuvre pratique. Un

chapitre est entièrement consacré à des exemples variés développés sous forme de problèmes résolus et discutés.

- La quatrième partie développe, en tant que *compléments*, des applications et des prolongements directs de la statique.
  Elle comprend cinq chapitres indépendants qui sont consacrés à
  - la *statique graphique*, commode pour résoudre des problèmes de statique plane,
  - les *diagrammes* des *poutres droites*, préliminaire purement statique de l'étude des contraintes et des déformations,
  - la *méthode* des *travaux virtuels* et sa mise en oeuvre, notamment pour les machines simples,
  - les limites de la statique et quelques éléments d'approche pour la résolution des *systèmes hyperstatiques*,
  - la *statique des fluides*.
- La cinquième partie, indépendante des précédentes, présente les élérnents d'*inertie* des systèmes matériels : masse, centre de gravité, moments et produits d'inertie, matrices d'inertie, et pour les sections planes : moments quadratiques.

Chaque chapitre est lui-même composé de trois éléments complémentaires :
- l'exposé proprement dit, pour *comprendre* et *assimiler*,
- une courte synthèse récapitulative, pour *retenir* l'essentiel,
- des exercices entièrement corrigés, pour *s'entraîner* et *se tester*.

L'ouvrage est ainsi à la fois un document de référence et un outil de travail.

Il ne nécessite pas de prérequis et il est facilement abordable par tout bachelier.

Il est tout particulièrement adapté aux I.U.P, aux I.U.T., aux classes de B.T.S., comme aux différents cycles de formation continue.

Il est aussi destiné à tous ceux que la mécanique pourrait embarrasser.

C'est l'ouvrage permettant à chacun de s'assurer la maîtrise des bases solides qu'exige le Génie Mécanique.

Les Auteurs

TABLE DES MATIERES

Partie A : OUTILS MATHEMATIQUES

I - VECTEURS

1. Généralités page 7
2. Propriétés des vecteurs 10
3. Opérations sur les vecteurs 12

Résumé 16
Exercices 18

II- VECTEURS GLISSANTS - TORSEURS

1. Vecteurs glissants 23
2. Torseurs 26
3. Systèmes de vecteurs glissants 30

Résumé 34
Exercices 36

Partie B : ACTIONS MECANIQUES

III - FORCES ET ACTIONS MECANIQUES

1. Forces 43
2. Actions mécaniques ponctuelles 45
3. Torseurs d'actions mécaniques 46

Résumé 52
Exercices 53

IV - ACTIONS DE CONTACT - LIAISONS

1. Contact ponctuel 60
2. Lois de Coulomb 61
3. Liaisons entre solides 64
4. Différentes liaisons sans frottement 65
5. Schématisation d'une liaison réelle 69

Résumé 72

Partie C : STATIQUE

V - EQUILIBRE DES SYSTEMES MATERIELS

1. Principe fondamental 75
2. Equilibre des ensembles de solides 77
3. Recommandations pratiques 81
4. Exemple type : treuil 82

Résumé 85
Exercices 87

VI - PROBLEMES DE STATIQUE

1. Meule 91
2. Elément de charpente plan 92
3. Trois disques empilés 94
4. Echelle contre un mur 95
5. Système bielle-manivelle 96
6. Mesure du coefficient de frottement 97
7. Treuil et son système de freinage 99
8. Tabouret 102
9. Frein electromécanique 106
10. Joint de Cardan 108

Partie D : COMPLEMENTS

VII - STATIQUE GRAPHIQUE
1. Méthode générale 113
2. Dynamique et funiculaire 116
3. Crémona 121
Résumé 123
Exercices 124

VIII - POUTRES DROITES - DIAGRAMMES
1. Objets réels 128
2. Cas des poutres 129
3. Diagrammes des poutres droites 130
4. Exemples 133
Résumé 137
Exercices 138

IX - NOTIONS SUR LES SYSTEMES HYPERSTATIQUES
1. Généralités 145
2. Méthodes de résolution 147
3. Exemples 147
Résumé 151
Exercices 152

X - TRAVAUX VIRTUELS
1. Notion de travail 155
2. Théorème des travaux virtuels 159
3. Applications 161
Résumé 165
Exercices 166

XI - STATIQUE DES FLUIDES
1. Lois de comportement 171
2. Equilibre des fluides 173
3. Hydrostatique 175
Résumé 177
Exercices 178

Partie E : INERTIE

XII - MASSE ET CENTRE D'INERTIE
1. Masse 183
2. Barycentre 184
3. Centre d'inertie 185
Résumé 189
Exercices 191

XIII - ELEMENTS D'INERTIE
1. Moments et produits d'inertie 199
2. Matrice d'inertie 201
3. Moments et produits quadratiques 205
Résumé 209
Exercices 211