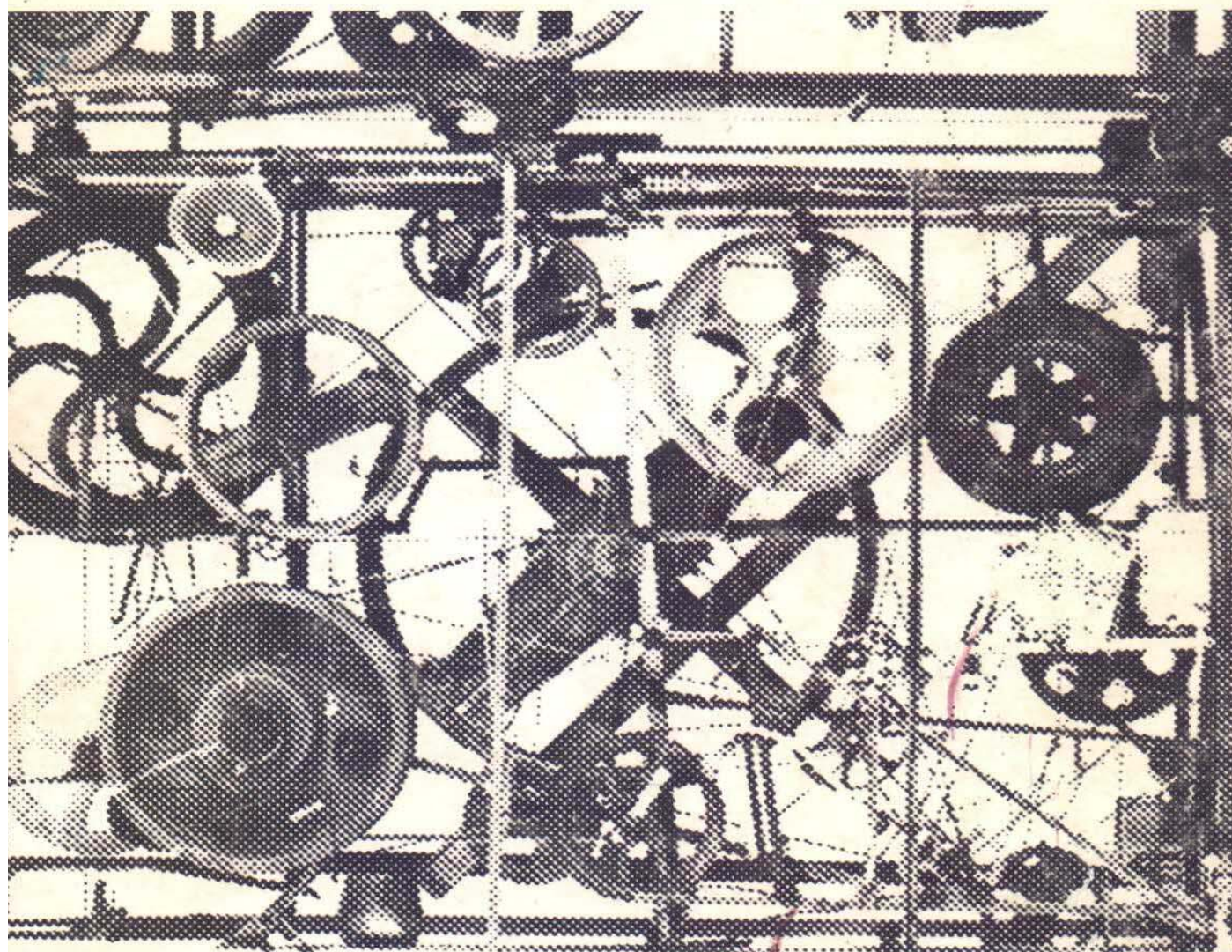


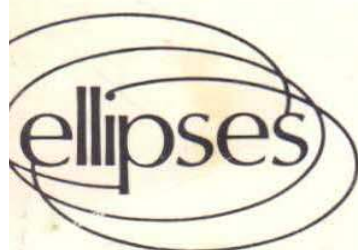
MECANIQUE

Rappels de cours

Exercices et problèmes posés aux concours
d'entrée aux Grandes Écoles Scientifiques



2ème édition



P. DENÈVE

TABLE DES MATIERES

I - MÉCANIQUE CLASSIQUE (OU NEWTONIENNE) DU POINT	9
Rappels de cours	9
A. Cinématique classique (ou cinématique de Galilée)	9
1. Hypothèses fondamentales	9
2. Changement de référentiel	10
B. Dynamique	14
1. Référentiels galiléens - Principe fondamental de la dynamique	14
2. Moment cinétique	16
3. Énergie cinétique - Énergie mécanique	16
4. Loi fondamentale dans un référentiel non galiléen	17
Exercices et problèmes	18
A. Dynamique dans un référentiel galiléen	18
1. Mouvement d'une particule dans l'air (E.N. Aviation Civile 1981)	18
2. Mouvement d'un point matériel sur une cardioïde (E.I. Ville de Paris 1980)	21
3. Mouvement d'un point sur un cercle fixe (E.S.T.P. 1980)	22
4. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique et un champ magnétique uniformes et perpendiculaires (École Navale 1982)	25
5. Étude d'une lentille magnétique mince (E.N.S. Ulm M' 1974)	28
B. Dynamique dans un référentiel non galiléen	35
6. Mouvement d'un point sur un disque en rotation (Centrale/Sup'Élec TA 1982)	35
7. Équilibre d'un point sur un cercle mobile (E.N. Aviation Civile 1979)	36
8. Étude d'un oscillateur dans un référentiel non galiléen (E.N. Aviation Civile 1982)	39
C. Mouvements à force centrale - Cas particulier d'une force centrale en $\frac{1}{r^2}$ - Champ gravitationnel	43
9. Point matériel soumis à une force centrale en $\frac{1}{r^3}$ (Mines/Ponts M et P' 1974)	43
10. Étude d'une étoile double (Concours spécial T' 1981)	45
11. Quelques propriétés de satellites artificiels terrestres (E.N. Aviation Civile 1980)	50
12. Diffusion de particules α - Section efficace (E.N.S. Saint-Cloud M' 1975)	57
13. Univers en expansion (E.S.M. Saint-Cyr 1982)	62
14. Formation d'une étoile (E.N.S. Ulm P' 1978)	66

D. Oscillateurs	72
15. Étude de pendules (E.N.S.E.T. M' 1982)	72
16. Pendule cycloïdal (E.I. Ville de Paris 1982)	75
17. Étude d'un capteur d'amplitude (E.N.S. Arts et Métiers 1982)	78
18. Étude d'un système oscillant avec frottement solide (E.N.S.E.T. M' 1982)	82
19. Oscillateurs couplés (École Polytechnique M' 1975)	85
20. Oscillateur non harmonique (E.N.S. Ulm M' 1978)	87
E. Choc de deux particules	94
21. Choc élastique de deux particules - Spectrométrie neutronique (E.N.S.I. Chimie Sud P 1977)	94

II - MÉCANIQUE CLASSIQUE DES SYSTEMES 97

Rappels de cours	97
A. Cinétique	97
1. Introduction	97
2. Centre d'inertie - Référentiel barycentrique	98
3. Torseur cinétique	98
4. Torseur dynamique	100
5. Énergie cinétique	101
B. Étude particulière du solide	102
1. Étude cinématique	102
2. Opérateur d'inertie	102
3. Moment cinétique, moment dynamique, énergie cinétique d'un solide	106
C. Dynamique	108
1. Actions mécaniques intérieures - Actions mécaniques extérieures	108
2. Principe fondamental de la dynamique dans un référentiel galiléen (R)	109
3. Relation fondamentale de la dynamique dans un référentiel non galiléen (R')	110
4. Théorème de l'énergie cinétique	114
5. Quelques remarques sur le contact de deux solides	117
Exercices et problèmes	120
A. Dynamique du solide	120
22. Mouvement d'une tige rectiligne sur une marche d'escalier (E.I.T.P.E. 1976)	120
23. Mouvement d'un skieur (Mines/Ponts M, P' et TA 1983)	122
24. Mouvements d'un disque sur un plan (E.N.S. Saint-Cloud P' 1978)	128
25. Oscillations d'un solide (E.N.S.E.T. P' 1979)	133
26. Chute d'une barre sur un plan horizontal (E.N.I.T.R.T.S. Strasbourg 1982)	142
27. Mouvement d'une porte de wagon (E.N.S.I.E.T.A. 1981)	149
28. Mouvements d'une sphère sur un plan (E.N.S.I. Physique P 1983)	155
29. Mouvements d'un demi-cercle (Centrale/Sup'Élec M 1980)	160
30. Étude d'un pendule gyroscopique (Concours Spécial T' 1978)	165
31. Étude de la stabilisation d'un satellite par gradient de gravité (Centrale/Sup'Élec M 1982)	169
B. Dynamique des systèmes	180
32. Mouvement hélicoïdal (E.I.T.P.E. 1979)	180
33. Équilibre relatif d'un point matériel sur une barre mobile (E.N.S.I.E.T.A. 1978)	183
34. Oscillations d'un système matériel (E.N.S.E.T. T 1977)	187
35. Étude du démarrage d'un véhicule automobile (E.S.M. Saint-Cyr 1978)	192
36. Stabilisation d'une girouette (E.S.I. Marseille M et P' 1978)	197
37. Mouvement d'un rouleau dans une coupelle (E.I.T.P.E. 1981)	203

38. Mouvement d'un cerceau avec fourche sur un plan incliné (Centrale/Sup'Élec M 1980)	209
39. Étude de différents mouvements d'un pendule composé (E.N.S. Saint-Cloud P' 1978)	213
40. Étude d'un train d'atterrissage d'un avion (École Polytechnique M' 1974)	218
41. Barre reposant sur un cylindre (E.N.S.I. Physique P 1982)	222

III - MÉCANIQUE RELATIVISTE 231

Rappels de cours 231

A. Cinématique relativiste 231

- | | |
|---|-----|
| 1. Rappel des hypothèses fondamentales de cinématique classique | 231 |
| 2. Hypothèses fondamentales de cinématique relativiste | 232 |
| 3. Transformation spéciale de Lorentz | 232 |
| 4. Quelques conséquences de la transformation spéciale de Lorentz | 235 |

B. Dynamique relativiste 239

- | | |
|--|-----|
| 1. Quadrivecteur impulsion-énergie | 239 |
| 2. Cas particulier des particules de masse nulle | 240 |
| 3. Quadrivecteur force | 241 |
| 4. Chocs entre particules | 243 |

Exercices et problèmes 245

- | | |
|---|-----|
| 42. Mouvement d'une fusée (E.N.S.E.T. M' 1978) | 245 |
| 43. Effet Compton sur des électrons au repos (E.N.S.I. Chimie Sud P 1977) | 252 |
| 44. Effet Doppler - Effet Compton sur des électrons mobiles
(E.N.S.E.T. M' 1980) | 257 |
| 45. Interaction Deutons-noyaux (E.N.S. Saint-Cloud P' 1976) | 262 |
| 46. Désintégration d'une particule (E.N.S.E.T. P' 1976) | 264 |
| 47. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique uniforme
(Centrale/Sup'Élec M 1974) | 269 |
| 48. Particules chargées dans un champ électromagnétique
(E.N.S. Saint-Cloud P' 1976) | 272 |
| 49. Influence mécanique d'un faisceau électromagnétique sur un écran
(École Polytechnique M' et P' 1983) | 279 |
| 50. Mouvement d'une particule soumise à une force centrale en $\frac{1}{r^2}$
(E.N.S.I. Physique M 1981) | 282 |