

目 次

1	運動の法則	1
1.1	力と運動	1
1.2	質量と運動	6
1.3	ニュートンの運動の法則	6
1.4	自由な質点の運動と慣性の法則	9
1.5	保存力とエネルギー	11
1.6	仕事と保存力	15
1.7	中心力と角運動量	17
	演習問題 1	19
2	保存力と非保存力	20
2.1	様々な力	20
2.2	万有引力	21
2.3	クーロン力	23
2.4	電磁場中で荷電粒子が受ける力	24
2.5	非保存力	25
2.6	力のつり合い	27
	演習問題 2	29
3	最小作用の原理（ハミルトンの原理）	32
3.1	ラグランジアンと作用積分	32
3.2	点変換と一般化座標	36
3.2.1	球座標	37
3.2.2	一般化座標の例：2重振り子	40

3.3	回転座標系における運動	42
3.4	磁場中の荷電粒子の作用	43
3.5	保存則と作用の不変性	44
3.5.1	ネーターの定理	44
3.5.2	ネーターの定理の応用	45
3.6	最小作用の原理と積分可能条件	46
	演習問題 3	49
4	力学の正準形式	51
4.1	ハミルトニアン	51
4.2	ポアッソン括弧	55
4.3	保存量	57
4.3.1	運動量, 角運動量とエネルギー	58
4.3.2	万有引力中のレンツベクトル	59
4.4	正準変換	61
4.5	正準変換とポアッソン括弧並びにリウビルの定理	64
4.6	簡単な力学系の正準形式	67
	演習問題 4	74
5	一般の微少振動	76
5.1	1次元微少振動	77
5.2	3次元微少振動	79
5.3	多重微少振動——波動	80
5.4	強制振動	81
5.5	減衰振動	83
5.6	パラメーター共鳴	85
	演習問題 5	86
6	ケプラー問題のまとめ	88
6.1	閉じた負エネルギーの軌道	89
6.2	開いた正エネルギーの軌道	91
6.3	クーロンポテンシャルによる質点の散乱	93
	演習問題 6	94
7	ハミルトン-ヤコビ方程式	95
7.1	座標の関数としての作用積分	95

7.2	ハミルトン-ヤコビ方程式	97
7.3	変数分離	98
7.4	循環座標	99
7.5	ハミルトン-ヤコビ方程式の応用	100
	演習問題 7	105
8	剛体の運動	106
8.1	角速度	106
8.2	慣性テンソル	109
8.3	剛体の運動方程式	111
8.4	応用	114
8.4.1	物理振り子	114
8.4.2	円柱の運動	115
8.4.3	滑車の運動	116
8.5	対称物体の運動	120
	演習問題 8	121
9	断熱不変量	123
9.1	断熱不変量の導出	123
9.1.1	例 調和振動子	125
9.2	運動方程式と断熱不変量	125
	演習問題 9	128
10	量子論への道	129
10.1	ミクロな物体	129
10.2	断熱不変量とエネルギー量子	130
10.3	干渉と波動	131
10.4	ドブロイ波	135
10.5	量子力学	136
付録		139
付録 A	微分方程式の解法	139
A.1	関数の微分	139
A.2	関数の積分	140
A.3	複素関数論を応用した関数の定積分	141
A.4	簡単な微分方程式の解法	141

A.5	定数係数微分方程式の解法	142
付録 B	一般曲線直交座標におけるベクトル解析	144
B.1	ベクトルの微分	144
付録 C	行列の対角化と 2 次形式の標準形	151
C.1	行列の固有値問題	151
C.2	2 次形式の標準形	152
付録 D	拘束系の正準形式	152
D.1	拘束条件の代数が閉じている。	153
D.2	拘束条件の代数が閉じていない。	155
付録 E	相互の関連のまとめ	156
付録 F	文字や記号	158
演習問題 付録		158
演習問題の解答		159
参 考 書		180
索 引		181