

目次

序章 力学と物理学・工学

1. 力の法則と運動の法則	2
2. 仕事とエネルギー	3
3. 重力と電磁気力	4
4. 物質と物体	5
5. 力学を基礎として	6
6. 発展	7

第1章 運動の表わし方

1.1 質点	10
1.2 座標系	10
1.3 ベクトル	12
1.4 ベクトルと座標系	15
1.5 速度	18
1.6 加速度	21
1.7 放物運動	23
1.8 円運動	26
1.9 単振動	28
1.10 平面極座標での表現	30

演習問題 1...32

第2章 運動の法則

2.1 運動の3法則	38
2.2 運動方程式の表わし方	42
2.3 力の種類	44
2.4 放物運動	47
2.5 等速円運動	50

演習問題 2...55

第3章 いろいろな運動

3.1 単振動	58
3.2 単振り子	61
3.3 摩擦力が作用する場合の運動	63
3.4 粘性抵抗を受ける物体の運動	66
3.5 減衰振動と強制振動	68

演習問題 3...72

第4章 仕事とエネルギー

4.1 仕事	76
4.2 仕事率	80
4.3 運動エネルギー	81
4.4 位置エネルギー (ポテンシャルエネルギー)	84
4.5 保存力	87
4.6 力学的エネルギーの保存則	89
4.7 力学的エネルギーの散逸	92
4.8 ポテンシャルエネルギーと保存力	94
演習問題 4	
96	

第5章 運動量と角運動量

5.1 運動量	102
5.2 運動量の変化と力積	102
5.3 力のモーメント	104
5.4 角運動量	105
5.5 回転の運動方程式	106
5.6 角運動量の保存則	107
演習問題 5	
109	

第6章 中心力による運動

6.1 中心力の作用と角運動量保存	112
6.2 中心力を受ける質点の運動方程式	114
6.3 中心力を受ける質点の力学的エネルギー保存則	117
6.4 中心力を受ける質点の軌道を求める方程式	119
6.5 惑星の運動とケプラーの法則	120
演習問題 6	
128	

第7章 質点系の運動

7.1 2質点系の運動方程式	132
7.2 2質点系の運動量保存と角運動量保存	135
7.3 衝突	138
7.4 連成振動	141
7.5 N 質点系の運動方程式	144
7.6 N 質点系の運動量保存と角運動量保存	145
7.7 N 質点系から剛体へ	148
演習問題 7	
150	

第8章 剛体の運動

8.1 剛体とは	154
8.2 剛体の重心	154

8.3 剛体の運動の自由度と運動方程式	157
8.4 剛体のつりあい	159
8.5 固定軸まわりの剛体の回転運動	161
8.6 慣性モーメント	167
8.7 慣性モーメントに関する定理	170
8.8 剛体の平面運動	174
演習問題 8	176
第9章 非慣性系での運動と見かけの力	
9.1 非慣性系と見かけの力	180
9.2 並進座標系での運動	181
9.3 回転座標系での運動	184
演習問題 9	189
付録 A 微分と積分	191
付録 B 2階微分方程式	198
演習問題の解答	201
索引	234

Coffee Breaks

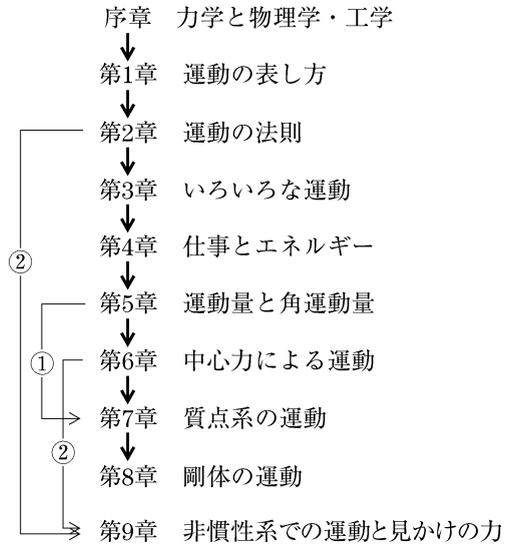
基本的な力	54
歩くとは	66
仕事ゼロ?? そんな…!!	79
登山家の仕事	88
省エネルギー	100
保存量と保存則	110
太陽系外惑星の探索	126
水星の近日点移動の解明	127
皆既日食	137
格子振動・フォノン	149
ゆで卵の回転軸の移動	159
回転するコマは倒れない	167
フィギュアスケートのスピン	176
離れ技	176

写真提供：毎日新聞社
 共同通信社
 中国新聞社
 イラスト：梅本 昇

この本の構成と利用のしかた

この本で学べるのは、物体の運動を表わすために必要な数学（第1章）、質点の運動（第1章～第6章、第9章）とそれを発展させた質点系と剛体の運動（第7章、第8章）である。主な話はまず慣性系で進められる。結果的に、非慣性系での話が後に回されている。

- (1) 質点の運動と剛体の運動を学ぶときは、第8章（または第9章）をゴールにする。時間数に応じて、①のように第5章から第7章へ飛ぶことができる。
- (2) 質点の運動を中心に学ぶときは、第5章または第6章をゴールにする。第9章は、②のように第2章以降のどこからでも飛べるが、第6章まで進んでから学ぶことが望ましい。



留意して頂きたいこと

後回しにしてもよい箇所

各章の節や小見出し項目で標題の右に†のつけられた箇所がある。これらは後回しにして次に進んでもよい。多くの場合、物理の内容というよりは、数学の習熟度を考慮してつけられている。読み飛ばしても、その直後の内容の理解に差し支えはないが、後の章で必要になることなどである。また、物理学的に独立した節につけられている場合もあるが、やはり数学的な理由が大きい。

ベクトル量の記号とスカラー量の記号

ベクトル量とスカラー量は物理量を分類する概念である。これらは文字記号では次のように区別される。この規則は守らねばならない。

- (1) ベクトル量は斜体の太文字（イタリックボールド）で印刷されている。例えば、 $\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}, \mathbf{r}, \mathbf{v}, \mathbf{a}, \mathbf{F}, \dots$ 、これらは、図では、矢線そのものを表わす。
- (2) ベクトル量を手書きするときは、

$$\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}, \mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}, \mathbf{r} \dots$$

または、 $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k}, \vec{r} \dots$

のように表わそう。

- (3) スカラー量は斜体の文字（イタリック）で印刷されている。例えば、時間 t 、質量 m 、電荷 q 、温度 T 、 \dots
- (4) ベクトル \mathbf{A} の大きさは A または $|\mathbf{A}|$ で表わす。これらは矢線の長さを表わす。ベクトル量の大きさはスカラー量である。

単位の書き方

すべての物理量は単位を持つ。物理量を数値で表わすときと、文字記号で表わすときでは単位の書き方が異なる。

- (1) 物理量を数値で表わすとき、単位名に括弧をつけない。数値と単位をあわせたものが物理量である。数値と単位の間は少しあける。

$$2.5 \text{ m}, 9.8 \text{ m/s}^2, \dots \quad (2.5 [\text{m}], 9.8 [\text{m/s}^2] \text{ とは書かない})$$

- (2) 物理量を文字記号で表わすとき、単位名に括弧をつける。文字記号はすでに単位を含む物理量であるとみなし、その単位を括弧つきで付記する。

$$x [\text{m}], g [\text{m/s}^2], \dots \quad (x \text{ m}, g \text{ m/s}^2 \text{ とは書かない})$$

- (3) ベクトル量では成分が単位を持つ。基本単位ベクトル $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ は向きを示すだけで単位は持たない。ただし、数値と $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ を使っているベクトル量の単位には括弧をつけることにする。

$$3\mathbf{i} + 4\mathbf{j} [\text{m}], 9.8\mathbf{k} [\text{m/s}^2]$$