

## はじめに

物理の学習においてまず大切なことは、各用語の意味や物理量の定義を正しく知り、それらを用いて記述される現象や法則をしっかり理解することです。物理の理論とは、この現象や法則の体系のことですが、この部分の理解が浅いまやみくもに公式を覚えても、物理を得意にすることはできないでしょう。

理論の基礎をひとつお理解したら、実際に手を動かして問題を解く練習をすることも必要です。どの教科にもいえることですが、土台となる基礎ができただけで演習をすることが、実践力を養成するのに最も効率的な方法なのです。物理の問題演習を行うということは、抽象的な物理法則からいかにして具体的な現象が生じるのかを体験するということです。この経験を積み重ねることで、より深い理解に到達することができます。問題を解く能力もさらに上がってくるのです。

「コンプリート 物理」シリーズは、理論体系を学習するための参考書と実践演習を行うための問題集の両方の機能をもつ、欲張りな学習書です。「読んで納得」することと「解いて定着」させることの両方の効果により、物理に対する理解を深めることができます。本書をマスターしたならば、大学入試を突破する実力はすでに備わっていることでしょう。

本書を利用される皆さんが、物理を得意科目にして、志望校に合格することを願ってやみません。

著者一同

## 本書の使い方

まず各章ごとに本文を読んで、しっかり内容を理解しましょう。難しい箇所もあるかと思いますが、何度も繰り返し読んだり自分で図を描いたり計算したりして、とにかく納得することが大切です。その後に章末の演習問題を解いてください。ただし、ある程度自信がある人は、いきなり演習問題に挑戦して疑問が生じたときに本文を参照する、というやり方でも構いません。

本文中には《例題》と【練習】を配置しました。《例題》は、基本概念の確認や公式の導出などを扱っています。中には難しいものもあるので必ずしもすべて自分で解かなくてもよいですが、《例題》の解き方には物理特有の考え方が含まれているので、解法はぜひ読んで理解してください。

【練習】は基本的または典型的な問題を選んでありますので、必ず自分で解いてみてください。初見で解けなくても、何度もやり直して解けるようになるまで繰り返すことが重要です。【練習】が自力で解けるようになったなら、一応の基礎は身についたと思ってよいでしょう。

演習問題は、難易度を3段階（□：やや易～標準、▣：標準～やや難、■：難）で表示しています。難関大を志望する受験生は、すべての問題に取り組むべきでしょう。演習の際には、入試本番を想定して答案を作成することをお勧めします。大学入試に対して合格レベルに達するためには、問題の意味を的確に説解し、法則を正しく適用し、計算した結果を吟味し、そして論理的で説得力のある答案を作成するという総合力が必要です。他者に読んでもらうことを意識して答案を作成することにより、総合力が養成されます。

本書ではその他に、学習の便宜のために、以下の標識を設置しました。

**point**：基本概念を理解する際や問題を解く際に意識すべき重要事項

**comment**：ぜひ知っておきたい周辺知識


**注意**：つまづきやすいところや誤解しがちなところに対する注意喚起

また、本格的な理解を追求するために **STEP** の欄をつくりました。この部分はレベルが高いですが、余裕があったら読んでみてください。物理への興味を高めるのにきっと役立つと思います。


はじめに	2
本書の使い方	3


## 第1部 波動


<b>第1章</b>	<b>波動の伝播</b>	
1.1	波動という現象	8
1.2	波動の数式表現	13
	① 弦を伝わる横波	17
	② 圧力変化としての音波	19
<b>第2章</b>	<b>定常波と固有振動・うなり</b>	
2.1	重ね合わせの原理	22
2.2	定常波	22
2.3	物体の固有振動	27
2.4	うなり	30
	③ 気柱の共鳴と弦の共振・うなり	32
	④ 波の式と定常波	34
	⑤ 反射面に斜めに入射する平面波	35
<b>第3章</b>	<b>波の屈折とレンズ</b>	
3.1	平面内・空間内の波の進み方	36
3.2	波の反射と屈折	37
3.3	レンズ	42
	⑥ 水中の物体の見かけの位置	46
	⑦ 縦波と横波の反射・屈折	48
	⑧ 凸レンズによる実像と虚像	50
<b>第4章</b>	<b>波の干渉</b>	
4.1	干渉条件	51
4.2	波の反射が干渉条件に及ぼす影響	56
4.3	波の式による干渉条件の導出	64
	⑨ 水面波の干渉	67
	⑩ マイケルソン干渉計	69
	⑪ ニュートンリング	70
	⑫ くさび形空気層による光の干渉	71
	⑬ 地震波の反射・屈折と干渉	73

<b>第 5 章</b>		<b>ドップラー効果</b>	
<b>5.1</b>	<b>ドップラー効果</b>		<b>75</b>
	14	スピード測定器	82
	15	流れがある水面上の波	84
	16	超音波による光の回折	86

## 第 2 部 熱力学

<b>第 1 章</b>		<b>熱容量と比熱</b>	
<b>1.1</b>	<b>熱容量と比熱</b>		<b>90</b>
<b>1.2</b>	<b>熱量保存の法則</b>		<b>92</b>
	1	水の状態変化	94
	2	熱量保存の法則 (エネルギー保存則)	95

<b>第 2 章</b>		<b>気体の法則と分子運動論</b>	
<b>2.1</b>	<b>理想気体の状態方程式</b>		<b>97</b>
<b>2.2</b>	<b>気体の分子運動論</b>		<b>102</b>
	3	熱気球	108
	4	断熱膨張における気体分子運動論	109

<b>第 3 章</b>		<b>気体の状態変化</b>	
<b>3.1</b>	<b>気体のエネルギーに関する物理量</b>		<b>110</b>
<b>3.2</b>	<b>熱力学第 1 法則と状態変化</b>		<b>114</b>
	5	断熱自由膨張と気体の混合	122
	6	定積・定圧・断熱変化	123
	7	さまざまな状態変化と $p$ - $V$ グラフ	124
	8	ヒートポンプの原理	125
	9	ばね付きピストン	126
	10	仕事をされながらの気体の混合	128
	11	仕切りのある回転シリンダー内での気体の状態変化	129
	12	液体をのせたシリンダー内の気体	131
	13	ピストンの単振動	132

## 第3部 原子と原子核

第1章	粒子と波動の二重性	
1.1	電磁波の粒子性	134
1.2	物質の波動性	139
	① 光電効果	142
	② 光の圧力と光子気体	144
	③ 結晶表面での電子波の反射	146
	④ 電子線と X 線の回折, 逆光電効果	147
第2章	原子の構造	
2.1	原子の構造	149
2.2	原子の発光	151
	⑤ 水素様イオンのスペクトル	155
	⑥ フランク・ヘルツの実験	157
	⑦ X 線の発生とコンプトン効果	159
	⑧ 運動する原子からの光の放出	161
第3章	原子核と放射線	
3.1	原子核	163
3.2	放射性崩壊	168
	⑨ 電子と陽電子の対消滅	172
	⑩ ニュートリノの発見	174
	⑪ 核融合	176
	⑫ 核分裂	178
	⑬ $\gamma$ 線の放出・吸収とドップラー効果	180
	⑭ 放射性炭素年代測定法	182

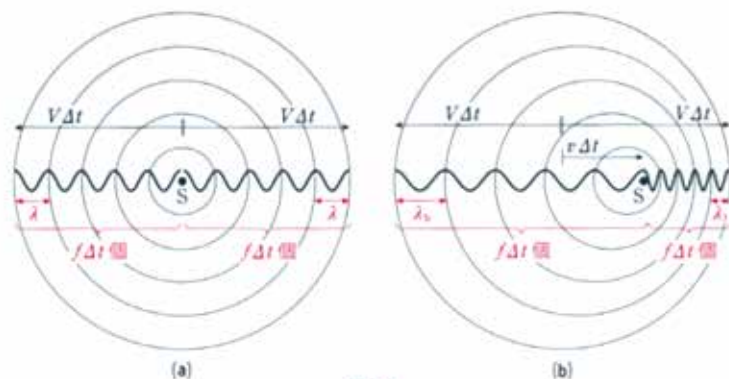


図5.1

$\Delta t$ でSは距離  $v\Delta t$  だけ進み、 $f\Delta t$ 個の波を出す。したがって、Sの前方においては、長さ  $V\Delta t - v\Delta t$  の中に  $f\Delta t$ 個の波が存在することになり、波長は、 $\lambda_1 = \frac{V\Delta t - v\Delta t}{f\Delta t} = \frac{V-v}{f}$  となる。同様に、Sの後方においては、長さ  $V\Delta t + v\Delta t$  の中に  $f\Delta t$ 個の波が存在するので、波長は、 $\lambda_2 = \frac{V\Delta t + v\Delta t}{f\Delta t} = \frac{V+v}{f}$  となる。

**注意** 波の速さは媒質の状態で決まり、波源の運動には影響されない。よって、波は出た位置から等方的に広がって、波面は円(球)となる。

**point** 波源が静止しているときと比べると、運動する波源の前方においては波が押しつぶされて波長が短くなり、後方においては波が引き伸ばされて波長が長くなる。



## 衝撃波

波源の速さ  $v$  が波の速さ  $V$  より大きいときは、図のように出されたすべての球面波を波源が追い越してしまい、波源より前方には波が存在しない。また、波源の斜め後方ではすべての球面波が重なって振幅の大きな波面が形成される。これを衝撃波という。

波源の進行方向と衝撃波面のなす角を  $\theta$  とすると、時間  $\Delta t$  で波源が  $v\Delta t$  だけ進み、この間に衝撃波面が波面に垂直に  $V\Delta t$  だけ進むから、

$$\sin \theta = \frac{V\Delta t}{v\Delta t} = \frac{V}{v} \text{ となる。}$$

