

なぜ「名問」の「森」なのか

物理の実力を伸ばすには…何より基本を大切にすることです。そして、いろいろな問題に出会って理解を深めていくことです。この本は、すでに基本を身につけ、標準問題までは終えていて、高度な入試問題で腕を磨きたい人を対象にしています。

ただ、入試問題は数限りなくあります。一方、皆さんの時間は限られています。そこで、できるだけ**良い問題に取り組みたい**のです。良問とは、理解を深め、視野を広げてくれるもので、それ1題で何題分もの大きな効果をもたらしてくれるものです。また、「こんな見方もあったのか!」とか、一見複雑に見える状況が、快刀乱麻を断つがごとく解決されて、感動を覚えるものです。

この問題集を作成するに当たって、過去60年間ほどの入試問題を見直してみました。物理というのは古い問題だからといって、内容が古びるとか価値が低くなるといったことはありません。自然法則に変わりはないからです。そこで入試問題から良問を選びすぐり、さらに思い切って手を加えました。元々が優れた素材なのですから、磨きをかけることによって「名問」と呼ぶにふさわしいものになったと思っています。2つの問題を融合させた場合もあります。(北海道大+九州大)などとしたものがそうです。ただ、名問はしばしばレベルの高い問題にならざるを得ません。本書は上級者用の問題集です。

問題集にとって大切なことの一つは、**解説が分かりやすく、詳しい**ことです。答え合わせで終わっては、せっかく苦勞して解いたかいないと言ってもいいでしょう。考え方の検証をしてほしいのです。自分で用いた方法より良い方法があればどんどん吸収していきましょう。問題を味わうというか、いろいろな角度から眺めることも大切です。そこで**図解や別解を重視**しました。

数多くの名問が、森の如く奥深く広がっています。1本の木、つまり1題ごとに磨きをかけただけでなく、森全体の調和も考えて構成してあります。この森を探索していくうちに、物理のもつ魅力ある風景に出会い、実力は自ずからついていくことでしょう。問題番号順にきちんと進んで行くのもいいですし、「これは」と思う興味を感じた問題から入ってくれてもいいでしょう。気がついたら、森の中全体に及んでいたというふうに…。**冒険に挑む勇氣と、散歩を楽しむ心**をもって名問の森を進んでみて下さい。

問題を選ぶに当たって、多くの参考書や問題集を参考にさせていただきました。いちいち記せませんが、先人達の力のお陰でこの本ができたことをつけ加えておきたいと思います。

この本の使い方


基礎力がしっかりしていない状態でこの本にとりかかるのは無謀としか言いようがありません。まず、「**物理のエッセンス**」(河合出版)などで学力を整え、「**良問の風**」(河合出版)のような標準的な入試問題集を経てから挑んでみて下さい。

- ① まず、問題文だけを見て解いてみて下さい。
- ② 次に、**Point & Hint**を読んで、できなかった設問や考え方の誤りが見つかったら解き直して見て下さい。ヒントを上手に活用しましょう。ヒントを見た後でも解ければ、答えを見てから理解するよりずっといいのです。でも、はじめからヒントに頼ってはいけません。
- ③ **LECTURE**では、講義に近い形をめざし、詳しい解説を心がけました。答え合わせが目的ではありません。考え方をよく検討してみてください。答えが合った設問でもいろいろと得るところが多いはずです。

設問ごとのレベル (**Level**) を次のように分けて表示しました。

★★：基本 ★：標準 ★：応用 ★★：難

★★や★で間違えたのなら、繰り返しやり直して必ず解けるようにして下さい。入試の可否は標準問題で決まるといっても過言ではないでしょう。標準問題が確実に解けること、それが何より大切です。難関大学をめざす人や物理を得点源にしたい人は★まで（ある程度でいいですから）こなせるようにして下さい。そして、難問にぶつかることによって、物理の面白さを感じたり、基本の理解の浅さを思い知らされることがあるものです。★★にはそのようなものが含まれていますので、いくらかでも吸収していただけたらと思います。

- とくに**重要な問題**には問題番号に赤いバック ■ をつけました。重要問題だけでもかなりの大学に対処できます。
- 習った範囲で解けるかどうか、確認できるように、問題にはタイトルをつけています。
- 大学名は出題時ではなく、現在名で表記しています。大学名のない問題は創作です。とはいえ、いろいろな入試問題を背景にして作っています。
- **Base** は骨格となる法則や考え方です。本当に大切なことは意外に少ないものです。
- できる限り基本に立ち戻っての解説を心がけましたが、限られたスペースでは十分に理由が説明しきれないこともあり、その場合は「物理のエッセンス」の参照ページを書いておきました。(⇒エッセンス(上) p)は「力学・波動」編を、(下)は「熱・電磁気・原子」編を指しています。
- 設問文中、例えば「(1)……の距離 d を求めよ。」とある場合、文字 d は問(2)以下の答えには用いないように。計算式を合わせたいための表示です。
- 問題の内容をより深めたい場合には、解説の終わりに設問を入れました。それが  です。かなり難しいものが多いですが、挑戦してみてください。解答は巻末にあります。

目 次 (重要問題には問題番号に赤色がついています。)

波動Ⅱ

とくに断らない限り、次のように考えて下さい。

- ♣ 波が伝わる時の減衰は無視する。
- ♣ 空気の(絶対)屈折率は1とする。

波の干渉	1 ……	8		6 ……	24
	2 ……	11		7 ……	27
光の干渉	3 ……	14		8 ……	30
	4 ……	19		9 ……	34
	5 ……	22			

電磁気

- ♣ コンデンサーははじめ帯電していない。
- ♣ 電池の内部抵抗は無視できる。

静電気	10 ……	38		24 ……	84
	11 ……	42		直流回路 25 ……	87
	12 ……	44		26 ……	90
	13 ……	47		27 ……	93
	14 ……	50		28 ……	96
	15 ……	54		29 ……	99
コンデンサー	16 ……	57		30 ……	101
	17 ……	61		31 ……	104
	18 ……	64		32 ……	107
	19 ……	67		33 ……	109
	20 ……	71		電流と磁場 34 ……	111
	21 ……	74		35 ……	114
	22 ……	77		電磁誘導 36 ……	117
	23 ……	81		37 ……	120

38	122
39	125
40	128
41	131
42	134
43	137
44	140
45	143
46	146

原子

光の粒子性	56	176
	57	179
	58	182
X線管・物質波	59	184
原子構造	60	187
	61	189
	62	191

過渡現象・交流	47	149
交流	48	152
	49	155
電磁場中の粒子	50	158
	51	161
	52	164
	53	166
	54	168
	55	171

原子核	63	194
	64	197
	65	199
	66	202
	67	204
	68	207
	69	210

Qの解説・解答	213
---------	-------	-----

3.1 直流回路

電圧 100 V で使用すると、80 W を消費する電球 L と、40 W を消費する電球 M がある。L、M にかかる電圧 V [V] と、電球を流れる電流 I [A] との関係を示す特性曲線は図 1 のようである。有効数字 2 桁で答えよ。

- (1) L に電圧 80 V をかけて使用するとき、L の抵抗値はいくらか。また、消費電力はいくらか。
- (2) L を電圧 100 V で使用しているとき、L のフィラメントの温度はいくらか。ただし、抵抗の温度係数を $2.5 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ 、室温を 0°C とする。また、図 1 の点線は L の特性曲線の原点における接線を示すものとする。
- (3) 図 2 において、E は内部抵抗の無視できる起電力 120 V の電池、R は 100Ω の抵抗である。L を端子 XY 間に連結して使用するとき、L の電圧と消費電力はいくらか。
- (4) L と 100Ω の抵抗 3 本を並列にして(図 3)、図 2 の XY 間に連結して使用するとき、L にかかる電圧はいくらか。
- (5) L と M を並列にして、図 2 の XY 間に連結して使用するとき、L の消費電力はいくらか。また、回路全体での消費電力はいくらか。

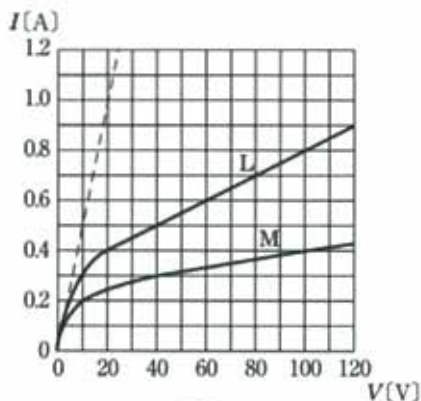


図 1

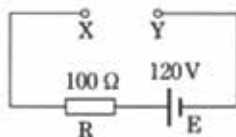


図 2

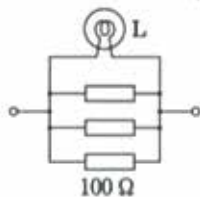


図 3

Level (1)★ (2)★ (3)★ (4)★ (5)★★

Point & Hint

- (2) t [°C]での抵抗値 R は、 0 [°C]での値を R_0 として、 $R = R_0(1 + \alpha t)$ と表される (α は抵抗の温度係数)。消費電力 VI が大きいほど高温になる。つまり、グラフの右上に向かって温度が高くなっている。すると室温はどのあたりか。
- (3), (4) 図1を生かしたいので L にかかる電圧を V 、流れる電流を I として、キルヒホッフの法則で関係式をつくる。一種の連立方程式の問題だが、グラフ上で解くことになる。
- (5) L と M を1つの電球とみて特性曲線をつくってみる。

LECTURE

- (1) 図1より $V = 80$ [V] のとき $I = 0.7$ [A] の電流が流れるから、オームの法則 $V = RI$ より抵抗値 R は

$$R = \frac{V}{I} = \frac{80}{0.7} \approx 1.1 \times 10^2 \text{ } [\Omega]$$

消費電力は $VI = 80 \times 0.7 = 56$ [W]

RI^2 を用いてもよいが、 VI ならダイレクトに計算できる。

- (2) $V = 100$ [V] のとき、 $I = 0.8$ [A] だから

$$R = \frac{V}{I} = \frac{100}{0.8} = 125 \text{ } [\Omega]$$

室温 0 °C はジュール熱の発生が無視できる原点近くの (VI が 0 に近い) 状態である。 0 [°C]での抵抗値 R_0 のまま一定を保てば、特性曲線は点線のような直線となるはずだから $R_0 = \frac{20}{1.0} = 20$ [Ω]

よって、求める温度を t [°C] とすると

$$125 = 20 \times (1 + 2.5 \times 10^{-3} t) \quad \therefore t = 2.1 \times 10^3 \text{ } [^{\circ}\text{C}]$$

点線のどこを使ってもよい

- (3) L の電圧、電流を V 、 I とすると、キルヒホッフの法則より

$$120 = 100I + V \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

この関係を満たす V 、 I は次図の直線(実線)で表される。 L の特性曲線との交点が求める答えだから $V = 60$ [V] $I = 0.6$ [A]

消費電力は $VI = 60 \times 0.6 = 36$ [W]

式①をグラフ化するとき、1次式だから直線

