

## はじめに

本書は、大学入学共通テスト「物理基礎」で高得点がとれるようになることを目標とした単元別の問題集です。共通テスト「物理基礎」の内容は

1. 運動とエネルギー
2. 熱
3. 波
4. 電気
5. エネルギーとその利用

の5分野です。共通テストはこれらの分野から満遍なく出題されるので、高得点をとるためには、全ての分野について偏りなく学習し、それらの内容を理解して正解を導く力を身につける必要があります。

### ◆本書の特長◆

- ① 共通テストに頻出のテーマを網羅しています。
- ② 大問ごとに目安となる解答所要時間と配点を示してあります。
- ③ 大問ごとの問題の難易度を3段階で示してあります。

(★★=やや難, ★=標準, 無印=やや易)

- ④ 解答・解説は別冊になっています。
- ⑤ 解説はできる限りわかりやすく書いてあります。
- ⑥ 各分野の基本事項のまとめが各章のはじめにあります。

### ◆本書の効率的な使い方◆

- ① 示されている解答所要時間を目安に自力で問題を解いてみる。
- ② 解答を参照して採点する。
- ③ まとめを参考にしながら、できなかった問題をもう一度解いてみる。
- ④ 解説をじっくり読んで、できなかった問題を深く研究する。
- ⑤ すこし時間を空けてから、問題を解いてみる。

最も大切なことは、できなかった問題ができるようになることです。本書の問題を繰り返し解いて、苦手分野をなくし、共通テストの得点力をアップさせましょう。

本書を活用して、共通テストに自信がもてるようになってもらえれば幸いです。皆さんの夢が実現するように頑張りましょう。

著者

# 目次

レベル表記：無印…やや易 ★…標準 ★★…やや難

第1章 運動とエネルギー	7	第2章 熱	59
第1問 速度と加速度, $v-t$ グラフ……	12	第22問 熱と温度 ……	62
★第2問 相対速度 ……	16	★第23問 比熱の測定 ……	64
★第3問 自由落下と鉛直投げ上げ……	18	★第24問 固体の融解 ……	66
★★第4問 放物運動 ……	20	第25問 水の加熱 ……	68
第5問 力のつりあい ……	22	★★第26問 熱膨張 ……	69
第6問 弾性力 ……	24	第27問 熱と仕事, ジュールの 実験 ……	70
★第7問 運動方程式 ……	26	★第28問 摩擦熱, 不可逆変化 ……	72
★第8問 滑車 ……	28	第29問 熱力学第1法則, 熱サイ クル ……	74
★★第9問 斜面台上の物体 ……	30	★★第30問 金属の比熱の測定実験 ……	76
★第10問 摩擦力 ……	32		
★第11問 弾性力と摩擦力による水 平面上の運動 ……	34	第3章 波	79
★★第12問 浮力 ……	36	★第31問 正弦波 ……	82
第13問 空気抵抗 ……	38	第32問 縦波 ……	84
第14問 仕事 ……	40	★第33問 波の反射 ……	86
★第15問 動摩擦の仕事 ……	42	★★第34問 定常波 ……	88
★第16問 糸振り子 ……	44	★★第35問 弦の振動 ……	92
★★第17問 力学的エネルギーの変化 と仕事 ……	46	第36問 音速の測定 ……	94
第18問 弾性力と弾性エネルギー……	48	★第37問 気柱の共鳴 ……	96
★第19問 弾性力による物体の運動……	50	第38問 うなり ……	98
★★第20問 重力と弾性力による鉛直 方向の運動 ……	52	第39問 音声 ……	100
★★第21問 等加速度運動の実験 ……	54		
		第4章 電気	105
		第40問 電荷 ……	108
		★第41問 電気抵抗 ……	110
		★第42問 合成抵抗 ……	112
		第43問 抵抗を含む回路 ……	114
		★第44問 電球 ……	116

★ 第 45 問	電気製品の消費電力	.....	118
第 46 問	電圧計と電流計	.....	120
第 47 問	磁石が作る磁場	.....	122
★ 第 48 問	電流が作る磁場①	.....	124
第 49 問	電流が作る磁場②	.....	126
第 50 問	電磁誘導	.....	128
★★ 第 51 問	発電機	.....	130
第 52 問	交流	.....	132
第 53 問	変圧器	.....	134
★ 第 54 問	電磁波	.....	136
第 55 問	静電気力	.....	138

## 第5章 エネルギーとその利用 141

第 56 問	エネルギーの形態と変換.....	142
第 57 問	原子核	..... 144
第 58 問	放射線	..... 146
第 59 問	核反応	..... 148
第 60 問	ヒートポンプ	..... 150

# 第1章 運動とエネルギー

## — 基本事項 —

### □速度, 加速度

時間  $\Delta t$  の変位を  $\Delta x$  として,

速度 単位時間あたりの変位

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

時間  $\Delta t$  の速度変化を  $\Delta v$  として,

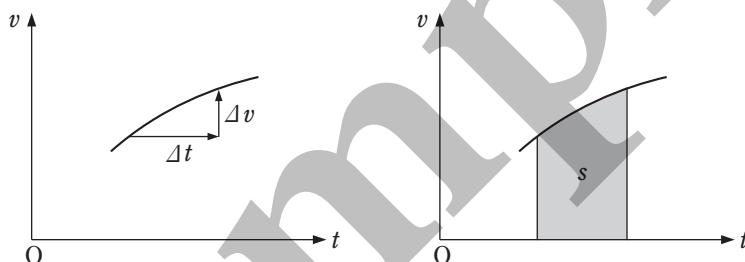
加速度 単位時間あたりの速度変化

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

### □ $v-t$ グラフ

加速度 = ( $v-t$  グラフの接線の傾き)

変位  $s$  = ( $v-t$  グラフの面積)



### □等加速度直線運動の公式

一定の加速度を  $a$ , 時刻  $t=0$  における速度を  $v_0$  として,

速度  $v = v_0 + at$

変位  $s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

### □相対速度

速度  $\vec{v}_a$  で動く観測者 a から速度  $\vec{v}_b$  で動く物体 b を見たとき, 観測者に対する物体の相対速度は

$$\vec{v}_{ab} = \vec{v}_b - \vec{v}_a$$

### □自由落下

重力加速度の大きさを  $g=9.8\text{m/s}^2$  として,

速さ  $v = gt$

落下距離  $s = \frac{1}{2} gt^2$

### □鉛直打ち上げ

初速度を  $v_0$ , 打ち上げの位置を  $y=0$  として,

速度 (鉛直上向きを正)  $v=v_0-gt$

位置  $y=v_0t-\frac{1}{2}gt^2$

### □いろいろな力

①地表での重力 質量  $m$ , 重力加速度の大きさを  $g=9.8\text{ m/s}^2$  として,

$F=mg$  (鉛直下向き)

②ばねの弾性力 ばねの自然長からの変位の大きさ(伸び, または縮み)を  $x$ , ばね定数を  $k$  として,

$F=kx$  (変位の逆向き)

③張力 軽いひもの張力の大きさは, ひものどの点でも等しい。

④抗力 垂直抗力は接触面に垂直な力, 摩擦力は接触面に平行な力。

静止摩擦力:  $R \leq \mu N$  ( $\mu$ : 静止摩擦係数,  $N$ : 垂直抗力)

動摩擦力:  $R = \mu' N$  ( $\mu'$ : 動摩擦係数)

静止摩擦力は摩擦がなければするであろう運動を妨げる向き, 動摩擦力は現実の運動を妨げる向き。

### □水圧

静止流体(液体, 気体)中のある点の圧力は, 面の向きによらず等しい。また, 重力の作用下では, 同一水平面内の静止流体の圧力は共通である。大気圧を  $p_0$ , 水の密度を  $\rho$  として, 水深  $d$  の水圧  $p$  は,

$$p=p_0+\rho gd$$

### □浮力

浮力は流体から物体の表面に垂直にはたらく力の和であり, その大きさは物体が排除した流体の重さに等しい。物体の体積を  $V$ , 流体の密度を  $\rho$  として,

$$F=\rho Vg \quad (\text{鉛直上向き})$$

### □運動の法則

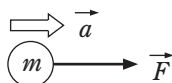
#### ①慣性の法則

物体に力がはたらかない, またははたらく力がつりあうとき, 物体は静止, もしくは等速直線運動を続ける。慣性の法則が成り立つ座標系を慣性系という。

#### ②運動方程式

質量  $m$  の物体にはたらく力の和を  $\vec{F}$ , 生じる加速度を  $\vec{a}$  として,

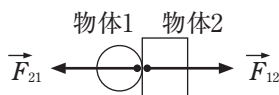
$$m\vec{a}=\vec{F}$$



### ③作用反作用の法則

物体1が物体2に及ぼす力 $\vec{F}_{12}$ は、物体2が物体1の及ぼす力 $\vec{F}_{21}$ と同じ大きさで逆向きである。

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$



### □力の単位

①1N(ニュートン) 質量1kgの物体に $1\text{m/s}^2$ の加速度が生じるとき、はたらく力の大きさ。

②1kgw(キログラム重) 地表で質量1kgの物体に働く重力の大きさ。「重さ」は、重力の大きさを表す。

$$1\text{kgw} \doteq 1\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 = 9.8\text{N}$$

### □仕事と運動エネルギー

物体にはたらく力の大きさを $F$ 、物体の移動距離を $s$ 、移動方向と力の向きのなす角を $\theta$ として、

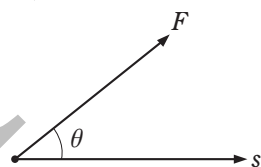
$$\text{仕事 } W = F s \cos \theta$$

物体の速さを $v$ として、

$$\text{仕事率 } P = F v \cos \theta$$

物体の運動エネルギーの変化は物体がされた仕事に等しい。質量 $m$ の物体の速さが $v_0$ から $v$ に変化したとき、

$$\frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2 = W$$



以下、物体の質量を $m$ 、物体の速さを $v$ 、重力加速度の大きさを $g$ 、基準点からの高さを $y$ 、ばね定数を $k$ 、ばねの自然長からの変位の大きさを $x$ とする。

### □保存力と位置エネルギー

仕事が始点と終点の位置で決まり、途中の経路によらない力を保存力という。重力、弾性力、静電気力、などは保存力である。

基準点から点Pまで物体をゆっくり移動させるとき、保存力に逆らう力の仕事的位置エネルギーとして蓄えられる。

#### ①重力による位置エネルギー

$$U = mgy \quad (y=0 \text{ を基準})$$

②ばねの弾性力による位置エネルギー (弾性エネルギー)

$$U = \frac{1}{2} kx^2 \quad (\text{自然長 } x=0 \text{ を基準})$$

摩擦力の仕事は途中の経路によるので、摩擦力は非保存力である。

### □力学的エネルギー

力学的エネルギーは、運動エネルギーと位置エネルギーの和である。

点Pから点Qへ物体が移動するとき、点Pでの運動エネルギーと位置エネルギーを、 $K_P$ ,  $U_P$ , 点Qでの運動エネルギーと位置エネルギーを、 $K_Q$ ,  $U_Q$ とする。保存力がする仕事は $(U_P - U_Q)$ である。このとき、非保存力の仕事を  $W$ として、運動エネルギーの変化は、

$$K_Q - K_P = (U_P - U_Q) + W$$

より、力学的エネルギーの変化＝非保存力の仕事 が成り立つ。

$$(K_Q + U_Q) - (K_P + U_P) = W$$

### □力学的エネルギー保存の法則

保存力だけが仕事をする場合 ( $W=0$ )

$$K_Q + U_Q = K_P + U_P$$

①重力だけが仕事をする場合

$$\frac{1}{2} mv^2 + mgy = \text{一定}$$

②弾性力だけが仕事をする場合

$$\frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kx^2 = \text{一定}$$

**第 1 問** 次の文章を読み、下の問い(問 1～3)に答えよ。(配点 12) 【8 分】

カーリングの競技のように、水平で平らな氷面上で重い石をすべらせる**実験 1～3**を行って、石がすべった距離と時間との関係を調べてみた。

**実験 1**：初速度  $V_0$  を  $3.0\text{m/s}$  にして石を目標点に止まるようにすべらせたとき、測定時刻  $t$  とすべった距離  $l$  の測定結果が表 1 のようになった。石がすべっていた時間は  $30\text{s}$ 、すべった全距離  $L_1$  は  $45.0\text{m}$  であった。

表 1

$t [\text{s}]$	0	6	12	18	24	30
$l [\text{m}]$	0	16.2	28.8	37.8	43.2	45.0

**問 1** 時刻  $t$  が  $6\text{s}$  から  $12\text{s}$  までの間の平均速度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。   $\text{m/s}$

- ① 1.5      ② 2.1      ③ 2.4      ④ 2.7      ⑤ 3.0



**実験2**：初速度  $V_0$  を  $2.0\text{m/s}$  に変えて石をすべらせたとき，すべっていた時間は  $20\text{s}$ ，すべった全距離は  $L_2$  であった。

**実験3**：さらに初速度  $V_0$  を  $1.0\text{m/s}$  にして石をすべらせたとき，すべっていた時間は  $10\text{s}$ ，すべった全距離は  $L_3$  であった。

**実験1～3**の測定結果をまとめて，速度  $v$  と時刻  $t$  の関係をグラフにしたのが図1である。

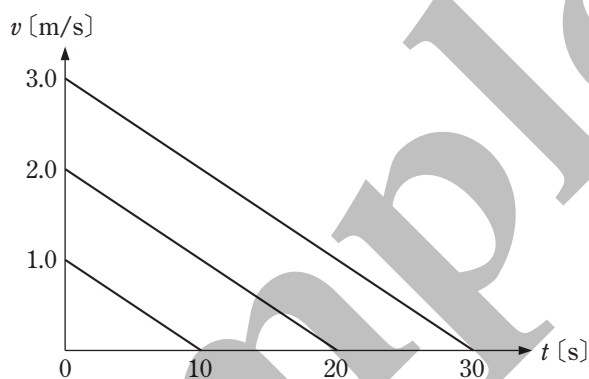


図 1

問2 実験2・実験3で石がすべった全距離の比 $L_2:L_3$ はどのようなになるか。図1を参考にして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 3:2      ② 2:1      ③ 9:4      ④ 3:1      ⑤ 4:1

問3 石がすべっているときの加速度の大きさはいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3 m/s<sup>2</sup>

- ① 0.10      ② 0.20      ③ 0.30      ④ 10      ⑤ 20      ⑥ 30