

# 理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～9	4 問
化学	10～21	4 問
生物	22～35	4 問

## 注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で35ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
2. 下表により1科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から1科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から1科目選択

3. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
4. 解答用紙は共通でマーク式解答用紙1枚である。
5. 解答用紙の指定欄に座席番号(数字)，氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。  
解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の(例)のように，解答番号60の解答欄の⑤のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

(例)

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
7. 一つの解答欄に二つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
8. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
9. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

# 物 理

- 1 図 1 のように、密度が一様な直方体の物体をあらい板の上に置いた。板をゆっくり傾けると、水平な床と板の間の角度  $\theta$  の値が  $\theta_1$  となったところで物体は転倒することなくすべり始めた。ただし、物体の縦横の辺の長さはそれぞれ  $a, b$ 、物体の質量は  $m$ 、物体と板の間の静摩擦係数は  $\mu_1$ 、動摩擦係数は  $\mu_1$ 、物体と板の間の摩擦力は  $f$ 、物体が板から受ける垂直抗力の大きさは  $N$  である。斜面に沿って下向きを正方向とし、物体の左端が板と接している場所を点 P とする。重力加速度の大きさを  $g$  とする。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

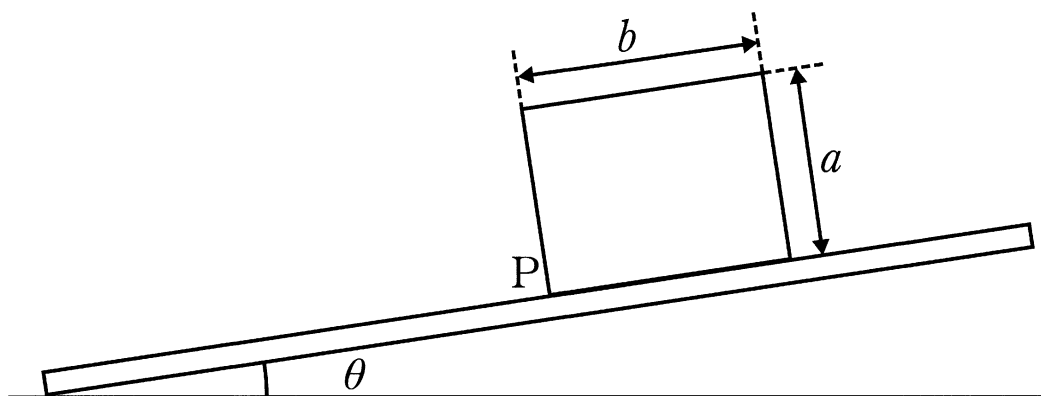


図 1

問 1. 板の傾きが  $\theta = \theta_0$  ( $\theta_0 < \theta_1$ ) のとき、 $f$  の値はいくらか。

1

- ①  $mg \sin \theta_0$       ②  $\mu_1 mg \sin \theta_0$       ③  $\mu_1 mg \cos \theta_0$   
 ④  $-mg \sin \theta_0$       ⑤  $-\mu_1 mg \sin \theta_0$       ⑥  $-\mu_1 mg \cos \theta_0$

問 2. 問 1 のとき、斜面上に垂直な方向の力のつり合いを表す式として正しいものはどれか。

2

- ①  $mg \sin \theta_0 - f = 0$       ②  $mg \cos \theta_0 - f = 0$       ③  $mg - f = 0$   
 ④  $mg \sin \theta_0 - N = 0$       ⑤  $mg \cos \theta_0 - N = 0$       ⑥  $mg - N = 0$

問 3. 板の傾きが  $\theta = \theta_1$  のとき,  $f$  の値はいくらか。

3

- ①  $mg \cos \theta_1$       ②  $\mu_1 mg \sin \theta_1$       ③  $\mu_1 mg \cos \theta_1$   
④  $-mg \cos \theta_1$       ⑤  $-\mu_1 mg \sin \theta_1$       ⑥  $-\mu_1 mg \cos \theta_1$

問 4.  $\tan \theta_1$  の値はいくらか。

4

- ①  $2\mu_1$       ②  $\mu_1$       ③  $\sqrt{2}\mu_1$       ④  $\frac{1}{2\mu_1}$       ⑤  $\frac{1}{\mu_1}$       ⑥  $\frac{1}{\sqrt{2}\mu_1}$

問 5. 物体がすべり出した後, 物体は斜面に沿って等加速度運動を始めた。物体の加速度はいくらか。

5

- ①  $g(\mu'_1 \cos \theta_1 - \sin \theta_1)$       ②  $g(\mu'_1 \sin \theta_1 - \cos \theta_1)$       ③  $-g \sin \theta_1$   
④  $g(\sin \theta_1 - \mu'_1 \cos \theta_1)$       ⑤  $g(\cos \theta_1 - \mu'_1 \sin \theta_1)$       ⑥  $g \sin \theta_1$

次に板を交換し, 同じように板の一端をゆっくりと持ち上げたところ,  $\theta = \theta_2$  で物体がすべらずに転倒した。物体と板の間の静止摩擦係数を  $\mu_2$  とする。以降の問いでは  $\theta = \theta_2$  であるとする。

問 6. 点 P のまわりの力のモーメントのつり合いを表す式として正しいものはどれか。

6

- ①  $\frac{a}{2} mg \sin \theta_2 - \frac{b}{2} mg \cos \theta_2 = 0$       ②  $\frac{a}{2} mg \cos \theta_2 - \frac{b}{2} mg \sin \theta_2 = 0$   
③  $\frac{a}{2} mg \sin \theta_2 - bmg \cos \theta_2 = 0$       ④  $\frac{a}{2} mg \cos \theta_2 - bmg \sin \theta_2 = 0$   
⑤  $amg \sin \theta_2 - \frac{b}{2} mg \cos \theta_2 = 0$       ⑥  $amg \cos \theta_2 - \frac{b}{2} mg \sin \theta_2 = 0$

問 7.  $\tan\theta_2$  の値はいくらか。

7

- ①  $\frac{b}{a}$     ②  $\frac{a}{b}$     ③  $\frac{b}{2a}$     ④  $\frac{a}{2b}$     ⑤  $\frac{2b}{a}$     ⑥  $\frac{2a}{b}$

問 8. 物体がすべらずに転倒する条件はどれか。

8

- ①  $b\mu_2 > a$     ②  $a\mu_2 > b$     ③  $b > \mu_2 a$   
④  $a > \mu_2 b$     ⑤  $ab > \mu_2$     ⑥  $\mu_2 > ab$

2 図1のように、電気抵抗がそれぞれ  $3.4\ \Omega$ ,  $8.0\ \Omega$ ,  $2.0\ \Omega$  の抵抗器  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ , 電気容量が  $3.0\ \mu\text{F}$  のコンデンサー  $C$ , 起電力がそれぞれ  $2.0\ \text{V}$ ,  $5.0\ \text{V}$  の直流電源  $E_1$ ,  $E_2$  およびスイッチ  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  からなる回路がある。はじめ、すべてのスイッチは開いており、コンデンサーには電荷が蓄えられていないものとする。また、直流電源の内部抵抗は無視できるものとする。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

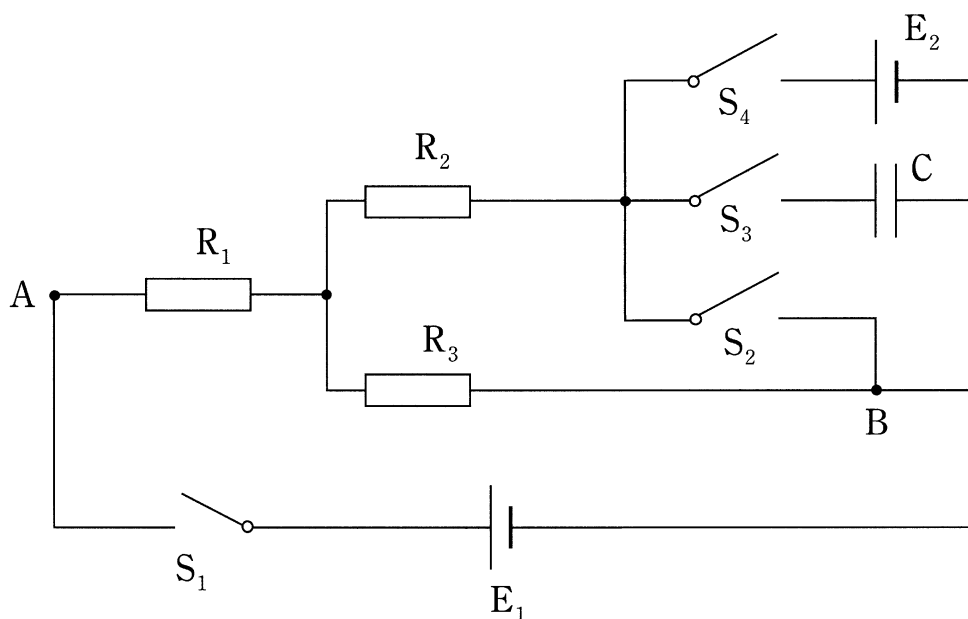


図 1

問 1.  $S_2$  を閉じたとき、図 1 の 2 点 AB 間の合成抵抗はいくらか。 9  $[\Omega]$

- ① 1.6    ② 2.0    ③ 3.4    ④ 5.0    ⑤ 8.0    ⑥ 9.8

問 2. 問 1 のあと、さらに  $S_1$  を閉じた。このとき、 $R_2$  を流れる電流の大きさはいくらか。 10  $[\text{A}]$

- ①  $2.0 \times 10^{-2}$     ②  $4.0 \times 10^{-2}$     ③  $8.0 \times 10^{-2}$   
 ④  $1.6 \times 10^{-1}$     ⑤  $3.2 \times 10^{-1}$     ⑥  $6.4 \times 10^{-1}$

問 3. 問 2 において、回路全体で消費される電力はいくらか。 11 [W]

- ① 0.20    ② 0.40    ③ 0.80    ④ 1.2    ⑤ 1.6    ⑥ 2.0

問 4.  $S_1$  を閉じたまま、 $S_2$  を開いて  $S_3$  を閉じた。その後十分な時間が経過したときに  $R_1$  を流れる電流の大きさはいくらか。 12 [A]

- ①  $1.3 \times 10^{-1}$     ②  $2.2 \times 10^{-1}$     ③  $3.7 \times 10^{-1}$   
④  $4.5 \times 10^{-1}$     ⑤  $5.9 \times 10^{-1}$     ⑥  $8.2 \times 10^{-1}$

問 5. 問 4 において、C に蓄えられた電気量はいくらか。 13 [C]

- ①  $1.3 \times 10^{-6}$     ②  $2.2 \times 10^{-6}$     ③  $3.7 \times 10^{-6}$   
④  $4.5 \times 10^{-6}$     ⑤  $5.9 \times 10^{-6}$     ⑥  $8.2 \times 10^{-6}$

問 6. 問 4 の状態の後に、 $S_1$  を開いた。 $S_1$  を開いてから十分時間がたつまでにすべての抵抗器で発生するジュール熱の合計はいくらか。 14 [J]

- ①  $1.3 \times 10^{-7}$     ②  $2.2 \times 10^{-7}$     ③  $3.7 \times 10^{-7}$   
④  $4.5 \times 10^{-7}$     ⑤  $5.9 \times 10^{-7}$     ⑥  $8.2 \times 10^{-7}$

問 7. 問 6 の状態の後に、 $S_3$  を開いて  $S_1$  と  $S_4$  を閉じた。このとき、 $R_3$  を流れる電流の大きさはいくらか。 15 [A]

- ①  $1.7 \times 10^{-1}$     ②  $2.0 \times 10^{-1}$     ③  $3.5 \times 10^{-1}$   
④  $4.6 \times 10^{-1}$     ⑤  $5.3 \times 10^{-1}$     ⑥  $6.6 \times 10^{-1}$

問 8. 問 7 において、回路全体の消費電力はいくらか。 16 [W]

- ① 1.2    ② 1.8    ③ 2.7    ④ 3.4    ⑤ 4.5    ⑥ 6.9

- 3 野球の球速を測定するスピードガンはマイクロ波という電磁波のドップラー効果を利用している。図1のように、速さ $v$ で等速直線運動するボールに向けて、ボールの進行方向と角度 $\theta$ をなす位置のスピードガンから周波数 $f_0$ で速さ $c$ のマイクロ波を発射した。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

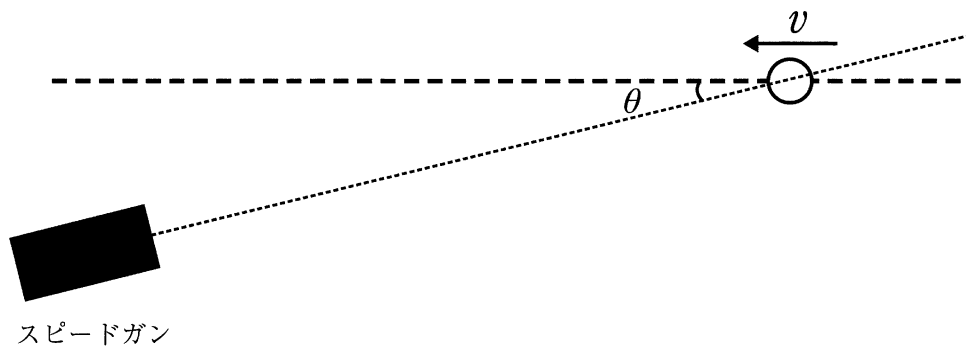


図1

問1. ボールがスピードガンから受けとるマイクロ波の波長はいくらか。

17

- ①  $\frac{c}{f_0}$     ②  $\frac{c+v}{f_0}$     ③  $\frac{c+v\cos\theta}{f_0}$     ④  $\frac{c-v}{f_0}$     ⑤  $\frac{c-v\cos\theta}{f_0}$

問2. ボールがスピードガンから受けとるマイクロ波の周波数はいくらか。

18

- ①  $f_0$     ②  $\frac{c+v\cos\theta}{c} f_0$     ③  $\frac{c-v\cos\theta}{c} f_0$   
 ④  $\frac{c}{c+v\cos\theta} f_0$     ⑤  $\frac{c}{c-v\cos\theta} f_0$

問3. スピードガンがボールから受けとるマイクロ波の波長はいくらか。

19

- ①  $\frac{c}{f_0}$                       ②  $\frac{(c-v)c}{(c+v)f_0}$                       ③  $\frac{(c+v)c}{(c-v)f_0}$
- ④  $\frac{(c-v\cos\theta)c}{(c+v\cos\theta)f_0}$                       ⑤  $\frac{(c+v\cos\theta)c}{(c-v\cos\theta)f_0}$

問4. スピードガンがボールから受けとるマイクロ波の周波数  $f_1$  の値はいくらか。

20

- ①  $f_0$                       ②  $\frac{c-v}{c+v} f_0$                       ③  $\frac{c+v}{c-v} f_0$
- ④  $\frac{c-v\cos\theta}{c+v\cos\theta} f_0$                       ⑤  $\frac{c+v\cos\theta}{c-v\cos\theta} f_0$

問5. スピードガンは  $f_1$  の値を測定した。このときの  $v$  の値はいくらか。

21

- ①  $\frac{c}{\cos\theta}$                       ②  $\frac{(f_1-f_0)c}{f_1+f_0}$                       ③  $\frac{(f_1+f_0)c}{f_1-f_0}$
- ④  $\frac{(f_1-f_0)c}{(f_1+f_0)\cos\theta}$                       ⑤  $\frac{(f_1+f_0)c}{(f_1-f_0)\cos\theta}$



- 4 理想気体の状態変化を使った熱機関を図 1 の状態  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  が 1 サイクルとなるように運転する。この熱機関の過程のうち、 $A \rightarrow B$ 、 $C \rightarrow D$  は体積一定、 $B \rightarrow C$ 、 $D \rightarrow A$  は圧力一定である。以下の各問いの答えとして最も適するものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

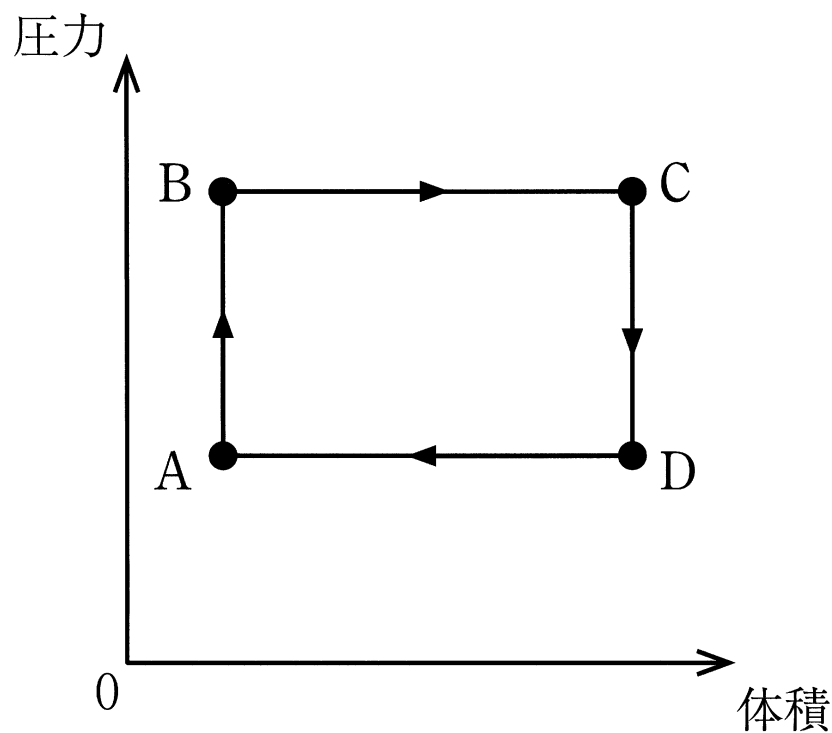


図 1

問 1. この熱機関が外部に対して正の仕事をする過程はどれか。

22

- ①  $A \rightarrow B$  のみ      ②  $B \rightarrow C$  のみ      ③  $C \rightarrow D$  のみ  
 ④  $D \rightarrow A$  のみ      ⑤  $A \rightarrow B$  と  $C \rightarrow D$       ⑥  $B \rightarrow C$  と  $D \rightarrow A$

問 2. 外部からこの熱機関に正の熱量が供給される過程はどれか。

23

- ①  $A \rightarrow B$  のみ      ②  $B \rightarrow C$  のみ      ③  $C \rightarrow D$  のみ  
 ④  $D \rightarrow A$  のみ      ⑤  $A \rightarrow B$  と  $B \rightarrow C$       ⑥  $B \rightarrow C$  と  $D \rightarrow A$

問 3. 以下の記述で正しいものはどれか。

24

- ① この熱機関は, 1 サイクルで外部から供給された熱をすべて仕事に変える。
- ② この熱機関を 1 サイクル運転すると, 外部に仕事をした分だけ気体の内部エネルギーが減少する。
- ③ この熱機関は, 1 サイクルの間に外部から受け取る熱の一部を使って外部に仕事をする。
- ④ この熱機関が 1 サイクルの間に外部から受け取る熱と外部に放出する熱の量は等しい。
- ⑤ この熱機関が 1 サイクルの間に外部にする仕事と外部からされる仕事の大きさは等しい。

問 4. 以下の記述の空欄 (ア), (イ) に入るものとして適切なものはどれか。

物体に与えた熱量を  $Q$ , 物体にした仕事を  $W$ , 物体の内部エネルギーの変化量を  $\Delta U$  とすると, 熱力学第 1 法則を表す式は (ア) となる。第 1 種永久機関とは, 外部から何も供給することなく外に対して仕事をし, 自身はもとの状態にもどる装置である。第 1 種永久機関を 1 サイクル運転すると  $\Delta U$ ,  $Q$ ,  $W$  はそれぞれ (イ) となり, 熱力学第 1 法則に反することがわかる。したがって第 1 種永久機関は存在しない。

25

- ① ア:  $\Delta U = Q + W$ , イ:  $\Delta U < 0, Q < 0, W > 0$
- ② ア:  $\Delta U = Q + W$ , イ:  $\Delta U = 0, Q = 0, W < 0$
- ③ ア:  $\Delta U = Q + W$ , イ:  $\Delta U > 0, Q > 0, W = 0$
- ④ ア:  $\Delta U = Q - W$ , イ:  $\Delta U < 0, Q < 0, W > 0$
- ⑤ ア:  $\Delta U = Q - W$ , イ:  $\Delta U = 0, Q = 0, W < 0$
- ⑥ ア:  $\Delta U = Q - W$ , イ:  $\Delta U > 0, Q > 0, W = 0$

---

(物理問題終わり)