

# 理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～11	4 問
化学	12～22	4 問
生物	23～42	4 問

## 注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で **42** 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、水平でなめらかな床1、床2の上に物体A、物体Bが置かれている。床1の面と物体Bの上面は同じ高さになっている。ばね定数 $k$ の軽いばねの一端を壁に固定し、物体Aをばねに押し付けて、ばねを自然長から長さ $x$ だけ縮めてから静かにはなした。すると、物体Aはばねから離れて床1をすべって進み、さらに物体Bの上をすべった。以下の各問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。ただし、物体A、物体Bの質量はそれぞれ $m$ 、 $M$ 、物体A、物体Bの長さはそれぞれ $L_1$ 、 $L_2$ 、物体Aと物体Bのあいだの動摩擦係数は $\mu$ 、重力加速度の大きさは $g$ である。図の右向きを正の向きとする。ただし、物体Aが床1から物体B上に移るあいだ、 $L_1$ を無視する。

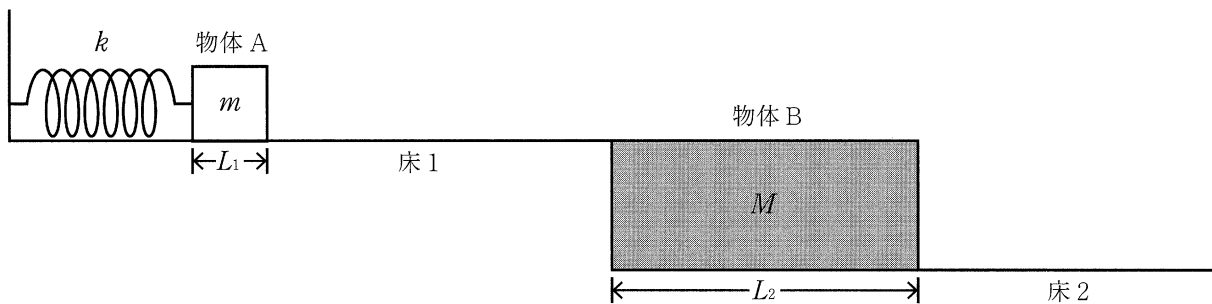


図 1

問 1. ばねを離れた直後の物体Aの速度 $v_0$ の値はいくらか。

1

- ①  $\frac{kx}{m}$       ②  $\frac{2kx}{m}$       ③  $\sqrt{\frac{kx}{m}}$       ④  $\sqrt{\frac{2kx}{m}}$       ⑤  $x\sqrt{\frac{k}{m}}$

問 2. 物体Aが物体B上をすべっているときの床2に対する物体Aの加速度はいくらか。

2

- ①  $\mu g$       ②  $\frac{\mu mg}{M}$       ③  $\frac{\mu Mg}{m}$   
 ④  $-\mu g$       ⑤  $-\frac{\mu mg}{M}$       ⑥  $-\frac{\mu Mg}{m}$

問3. 物体Aが物体B上をすべっているときの床2に対する物体Bの加速度は  
いくらか。

3

- ①  $\mu g$                       ②  $\frac{\mu mg}{M}$                       ③  $\frac{\mu Mg}{m}$   
④  $-\mu g$                       ⑤  $-\frac{\mu mg}{M}$                       ⑥  $-\frac{\mu Mg}{m}$

問4. 物体Aが物体B上をすべり始めてから、物体Bに対して静止するまでの  
時間はいくらか。ただし、物体Aは物体Bの上から落ちないものとする。

4

- ①  $\frac{v_0}{\mu g}$                       ②  $\frac{mv_0}{(m+M)\mu g}$                       ③  $\frac{Mv_0}{(m+M)\mu g}$   
④  $\frac{mv_0}{(m-M)\mu g}$                       ⑤  $\frac{Mv_0}{(m-M)\mu g}$

問5. 物体Aが物体B上の端から物体Bに対して静止するまでに、物体Bの上  
をすべった距離はいくらか。

5

- ①  $\frac{v_0^2}{2\mu g}$                       ②  $\frac{mv_0^2}{2(m+M)\mu g}$                       ③  $\frac{Mv_0^2}{2(m+M)\mu g}$   
④  $\frac{mv_0^2}{2(m-M)\mu g}$                       ⑤  $\frac{Mv_0^2}{2(m-M)\mu g}$

問 6. 物体 A が物体 B の上からはみ出さずに、物体 B に対して静止するための  $x$  の条件は次のどれか。

6

- ①  $x < \sqrt{\frac{2m(m+M)L_1\mu g}{Mk}}$       ②  $x < \sqrt{\frac{2M(m+M)L_1\mu g}{mk}}$
- ③  $x < \sqrt{\frac{2m(m-M)L_1\mu g}{Mk}}$       ④  $x < \sqrt{\frac{2m(m+M)L_2\mu g}{Mk}}$
- ⑤  $x < \sqrt{\frac{2M(m+M)L_2\mu g}{mk}}$       ⑥  $x < \sqrt{\frac{2m(m-M)L_2\mu g}{Mk}}$

問 7. 物体 A が物体 B に対して静止した後の床に対する物体 B の速度はいくらか。

7

- ①  $v_0$       ②  $\frac{mv_0}{m+M}$       ③  $\frac{Mv_0}{m+M}$
- ④  $\frac{(m+M)v_0}{m}$       ⑤  $\frac{(m+M)v_0}{M}$

問 8. 物体 A が物体 B に対して静止した後の物体 A と物体 B の力学的エネルギーの和は、物体 A が物体 B 上をすべる前の物体 A と物体 B の力学的エネルギーの和の何倍か。

8

 倍

- ① 1      ②  $\frac{m}{m+M}$       ③  $\frac{M}{m+M}$       ④  $\frac{m+M}{m}$       ⑤  $\frac{m+M}{M}$

2 図1のように、平行板コンデンサーと電圧  $v$  の値を調節できる直流電源を接続した。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。

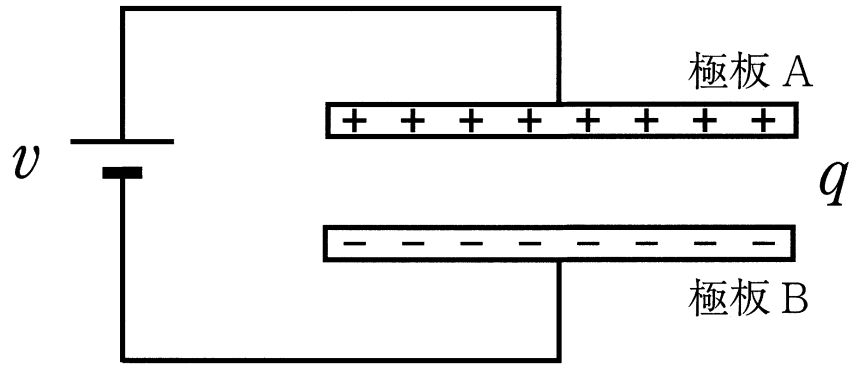
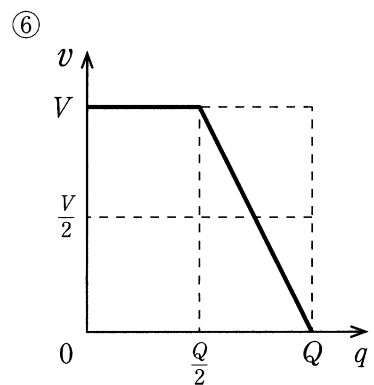
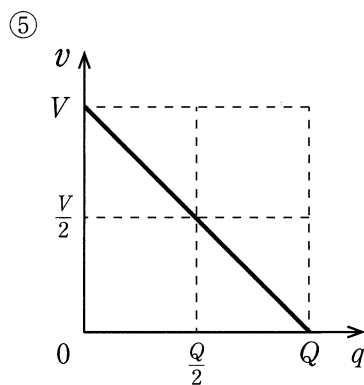
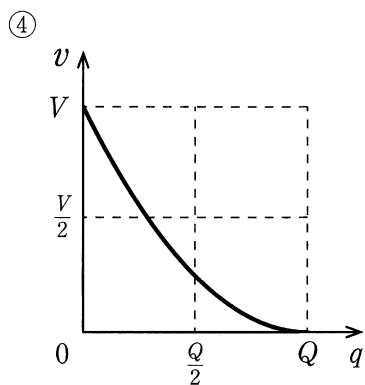
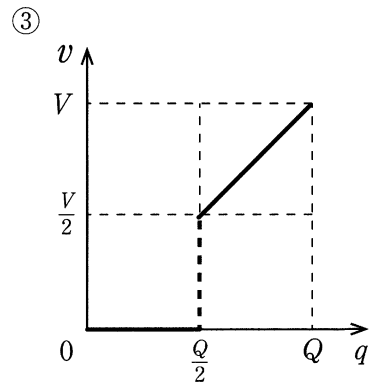
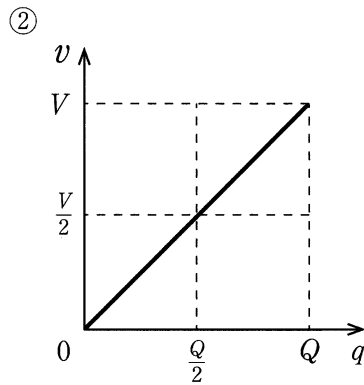
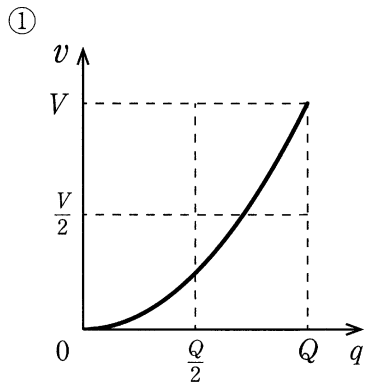


図1

問1. 電圧  $v$  の値を0から  $V$  までゆっくりと変化させた。コンデンサーに蓄えられる電気量  $q$  と  $v$  の関係を表すグラフとして正しいのはどれか。ただし、 $v = V$  のとき  $q = Q$  であるとする。

9



問 2. コンデンサーを充電する過程では、極板 B から極板 A に正電荷が移動するものと考えることができる。このとき、回路には電流  $i$  が流れる。ごくわずかな時間  $\Delta t$  の間に電源がする仕事  $\Delta W$  はいくらか。ただし、 $\Delta t$  の間の電源電圧は一定値  $v$  であるとする。

10

- ①  $\frac{iv}{\Delta t}$       ②  $\frac{i^2v}{\Delta t}$       ③  $\frac{iv^2}{\Delta t}$   
④  $iv\Delta t$       ⑤  $i^2v\Delta t$       ⑥  $iv^2\Delta t$

問 3. 問 2 の時間  $\Delta t$  の間に移動した電気量を  $\Delta q$  とすると、 $\Delta W$  はどのように表されるか。

11

- ①  $\frac{1}{2}\Delta qiv$       ②  $\Delta qiv$       ③  $2\Delta qiv$   
④  $\frac{1}{2}\Delta qv$       ⑤  $\Delta qv$       ⑥  $2\Delta qv$

問 4. コンデンサーの電気量を 0 から  $Q$  まで蓄えるのに電源がした仕事  $W$  はいくらか。

12

- ①  $\frac{1}{2}QV$       ②  $QV$       ③  $2QV$   
④  $\frac{1}{2}QV^2$       ⑤  $QV^2$       ⑥  $2QV^2$

問 5. 極板 A を取り囲む閉曲面を考え、ガウスの法則を適用する。極板 A に電気量  $Q$  の電荷が蓄えられているとき、ガウスの法則を表す式はどれか。ただし、 $E$  は極板間の一様な電界の大きさ、 $k$  はクーロンの法則の比例定数、 $S$  は極板の面積である。

13

- ①  $QE = -4\pi kS$       ②  $\frac{E}{Q} = -4\pi kS$       ③  $ES = -4\pi kQ$   
 ④  $QE = 4\pi kS$       ⑤  $\frac{E}{Q} = 4\pi kS$       ⑥  $ES = 4\pi kQ$

問 6. 極板間の電位差  $V$ 、極板間の間隔  $d$  のとき、コンデンサーの電気量  $Q$  の値はいくらか。

14

- ①  $\frac{SV}{4\pi kd}$       ②  $\frac{SV}{d}$       ③  $\frac{4\pi kSV}{d}$   
 ④  $\frac{dV}{4\pi kS}$       ⑤  $\frac{dV}{S}$       ⑥  $\frac{4\pi kdV}{S}$

問 7. 問 4 で、電源がした仕事  $W$  はそのすべてが静電エネルギー  $U$  としてコンデンサーに蓄えられる。その後、電源を切りはなし、コンデンサーの電気量を一定値  $Q$  に保ちながら極板間の間隔を  $d$  から  $d + \Delta d$  までわずかに変位させた。このとき、 $U$  の変化量  $\Delta U$  の値はいくらか。

15

- ①  $-\frac{kQ^2\Delta d}{S}$       ②  $-\frac{4\pi kQ^2\Delta d}{S}$       ③  $-\frac{2\pi kQ^2\Delta d}{S}$   
 ④  $\frac{kQ^2\Delta d}{S}$       ⑤  $\frac{4\pi kQ^2\Delta d}{S}$       ⑥  $\frac{2\pi kQ^2\Delta d}{S}$

問 8.  $\Delta U$  は、極板に加える外力が極板間にはたらく力  $F$  に逆らって極板を変位させる仕事に等しい。 $F$  の値はいくらか。斥力の方向を正方向とする。

16

①  $-\frac{kQ^2}{S}$

②  $-\frac{4\pi kQ^2}{S}$

③  $-\frac{2\pi kQ^2}{S}$

④  $\frac{kQ^2}{S}$

⑤  $\frac{4\pi kQ^2}{S}$

⑥  $\frac{2\pi kQ^2}{S}$



- 3  $x$  軸上を進む正弦波がある。これを入射波とよぶことにする。入射波の振幅を  $a$ 、周期を  $T$ 、速度を  $v$  とすると、時刻  $t$ 、位置  $x$  での媒質の変位  $y$  は

$$y = a \sin \left\{ \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{x}{v} \right) \right\}$$

で表される。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。

- 問 1. 入射波が時刻  $t = 0$  のときに  $x = 0$  の点 A を通過し、その後  $x = L$  の点 B で反射した。反射波が位置  $x$  ( $0 < x < L$ ) の点 P に到達する時刻はいつか。

17

- ①  $\frac{L+x}{v}$       ②  $\frac{L-x}{v}$       ③  $\frac{x-L}{v}$   
 ④  $\frac{2L+x}{v}$       ⑤  $\frac{2L-x}{v}$       ⑥  $\frac{x-2L}{v}$

- 問 2. 問 1 の反射が自由端反射の場合、時刻  $t$  における点 P での反射波による媒質の変位はいくらか。

18

- ①  $a \sin \left\{ \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{2L-x}{v} \right) \right\}$       ②  $a \cos \left\{ \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{2L-x}{v} \right) \right\}$   
 ③  $-a \sin \left\{ \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{L-x}{v} \right) \right\}$       ④  $-a \cos \left\{ \frac{2\pi}{T} \left( t - \frac{L-x}{v} \right) \right\}$   
 ⑤  $a \sin \left\{ \frac{2\pi}{T} \left( t + \frac{x}{v} \right) \right\}$       ⑥  $-a \sin \left\{ \frac{2\pi}{T} \left( t + \frac{x}{v} \right) \right\}$

問3. 入射波と反射波は重なりあって合成波をつくる。問2において、点Bでの合成波の振幅はいくらか。

19

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

問4. 点Pが定常波の節となる条件はどれか。ただし、 $m = 1, 2, 3, \dots$ とする。

20

- ①  $x = L - \left(\frac{2m-1}{4}\right)vT$     ②  $x = L - \left(\frac{2m+1}{2}\right)vT$   
③  $x = L - (2m+1)vT$     ④  $x = L - \frac{1}{2}mvT$   
⑤  $x = L - mvT$     ⑥  $x = L - 2mvT$

問5. 問1の反射が固定端反射の場合、点Pが定常波の節となる条件はどれか。

21

- ①  $x = L - \left(\frac{2m-1}{4}\right)vT$     ②  $x = L - \left(\frac{2m+1}{2}\right)vT$   
③  $x = L - (2m+1)vT$     ④  $x = L - \frac{1}{2}mvT$   
⑤  $x = L - mvT$     ⑥  $x = L - 2mvT$

- 4 図1のように、かき混ぜ棒と温度計を備えた容器の中に  $10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  の水  $150\text{ g}$  を入れた。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。ただし、水の比熱を  $4.20\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  とする。また、かき混ぜ棒、温度計、そして容器の熱容量は無視でき、熱は外部に逃げないものとする。

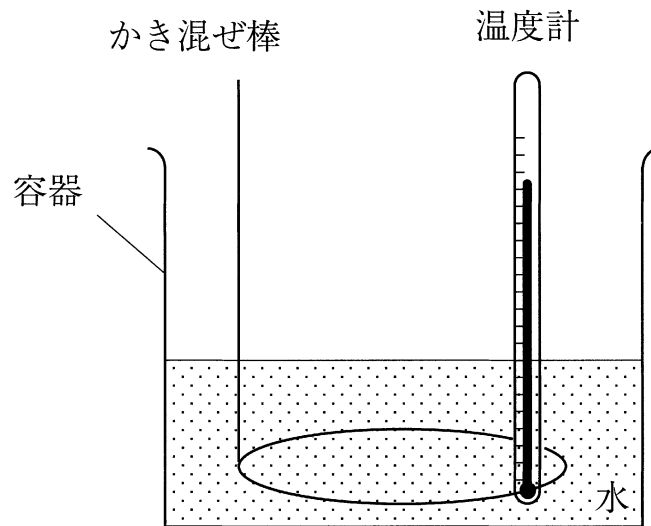


図1

問1. 容器内の水に、 $50.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $50.0\text{ g}$  の水を加えてよくかき混ぜた。このときの水の温度はいくらか。 22 [ $^{\circ}\text{C}$ ]

- ① 15.0    ② 20.0    ③ 25.0    ④ 30.0    ⑤ 35.0    ⑥ 40.0

問2. 問1の後、容器内の水の温度が  $10.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  になるまで冷却した。この水の中に、 $40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  に熱した金属球  $500\text{ g}$  を入れてよくかき混ぜたところ全体の温度が  $15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  になった。この金属球が失った熱量はいくらか。 23 [J]

- ①  $3.15 \times 10^3$     ②  $4.20 \times 10^3$     ③  $9.45 \times 10^3$   
 ④  $1.26 \times 10^4$     ⑤  $1.58 \times 10^4$     ⑥  $2.10 \times 10^4$

問3. 問2で使用した金属球の比熱はいくらか。

24 [J/(g·K)]

- ①  $1.75 \times 10^{-1}$       ②  $2.38 \times 10^{-1}$       ③  $3.36 \times 10^{-1}$   
④  $4.48 \times 10^{-1}$       ⑤  $5.24 \times 10^3$       ⑥  $6.59 \times 10^3$

問4. 問2において、水の中にヒーターを入れてかき混ぜながら一定の電力でゆっくりと熱を加え続けたところ、図2のように水の温度が変化した。ヒーターが消費した電力はいくらか。ただし、時刻  $t = 0$  s においてヒーターのスイッチを入れ、ヒーターの熱容量は無視できるものとする。また、ヒーターが消費した電力は水と金属球の温度上昇にすべて使われたものとし、水と金属球の温度差は無視できるほど小さいものとする。

25 [W]

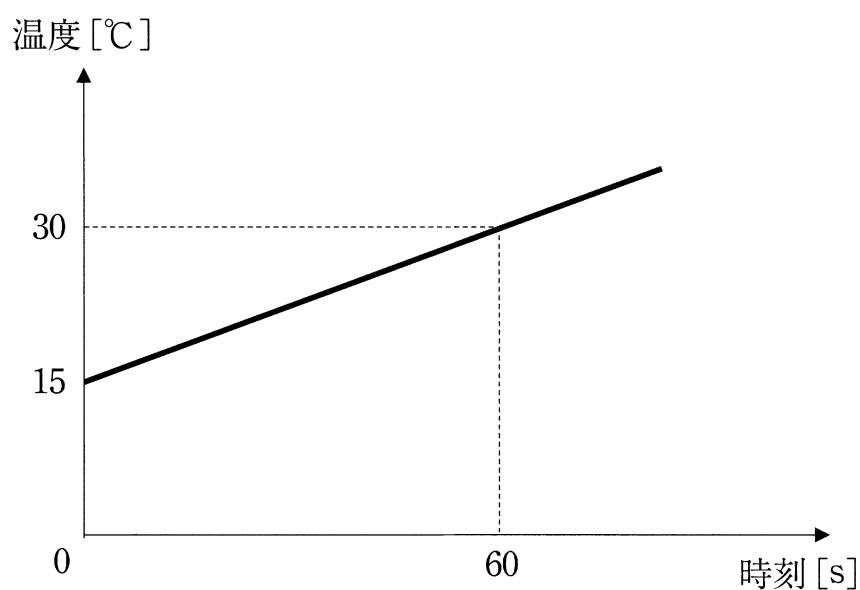


図2

- ①  $4.20 \times 10^1$       ②  $8.40 \times 10^1$       ③  $2.10 \times 10^2$   
④  $2.52 \times 10^2$       ⑤  $4.20 \times 10^2$       ⑥  $5.04 \times 10^2$

(物理問題終わり)