

# 物 理 I B

(全 問 必 答)

第 1 問 次の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 24)

問 1 図 1 のように、地面からの高さ  $h$  [m] の所で小石を速さ  $9.8 \text{ m/s}$  で水平方向に投げたところ、小石は  $t$  [s] 後に地面に  $45^\circ$  の角度で落下した。落下に要する時間  $t$ 、高さ  $h$  はおよそいくらか。最も適当な数値を、下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m/s}^2$  とし、空気による抵抗を無視する。

$$t = \text{  }$$

$$h = \text{  }$$

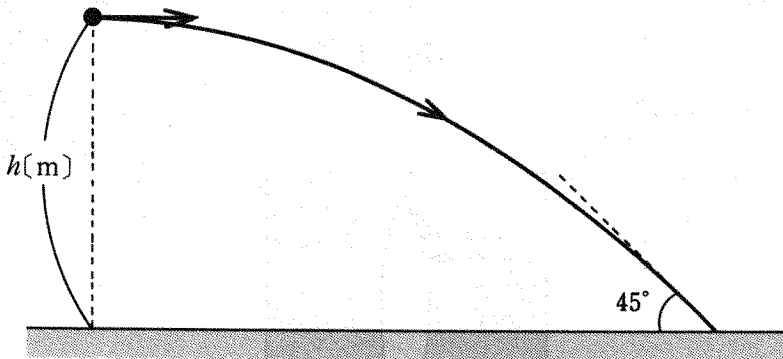
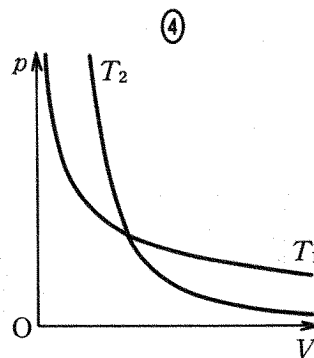
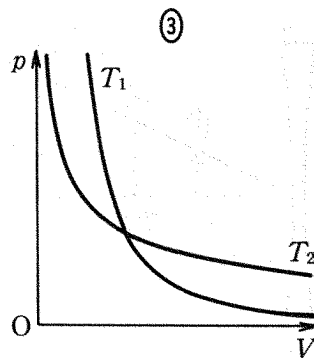
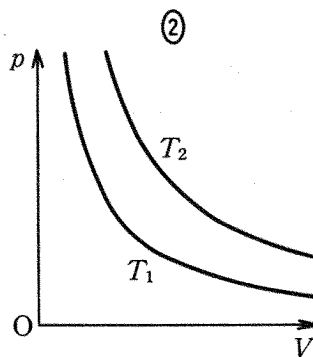
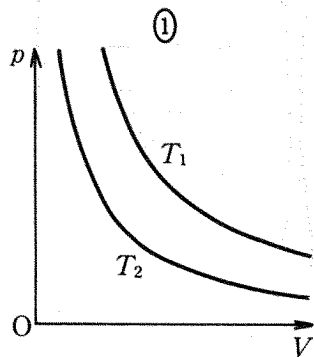


図 1

- ① 0.1      ② 0.5      ③ 1      ④ 5      ⑤ 10

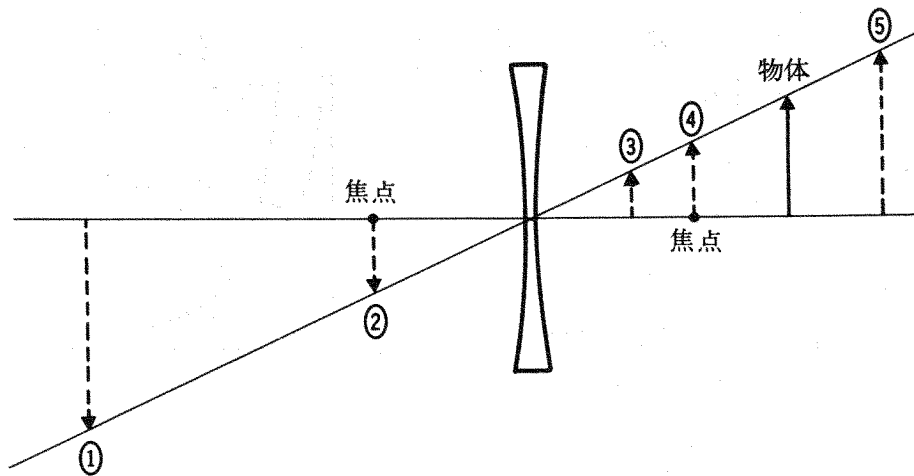
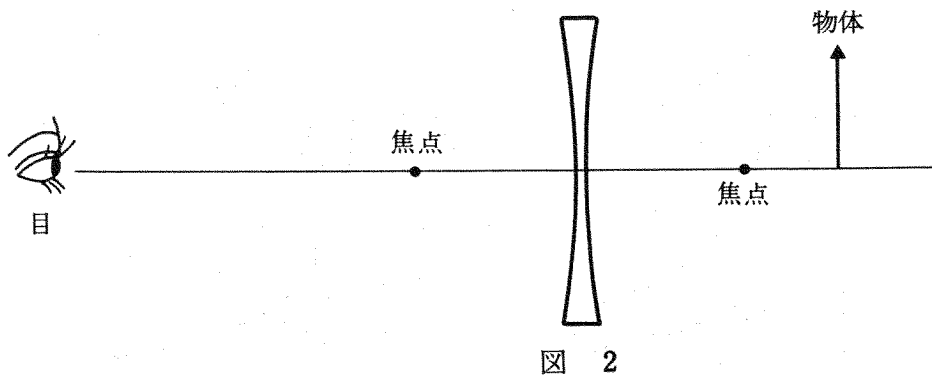
問 2 絶対温度  $T_1$ ,  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ) の理想気体 1 モルの圧力  $p$  と体積  $V$  との関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

3



物理 I B

問 3 図 2 のように、凹レンズの前方に物体を置いた。この物体の像として正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。



問 4 図 3 で、 $\oplus$ と $\ominus$ は電気量の絶対値が等しい正負の点電荷で、破線は一定の電位差ごとに描かれた等電位線である。別の正電荷を A から F までの実線に沿って矢印の向きに運ぶとき、外力のする仕事が、正で最大の区間はどれか。正しいものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

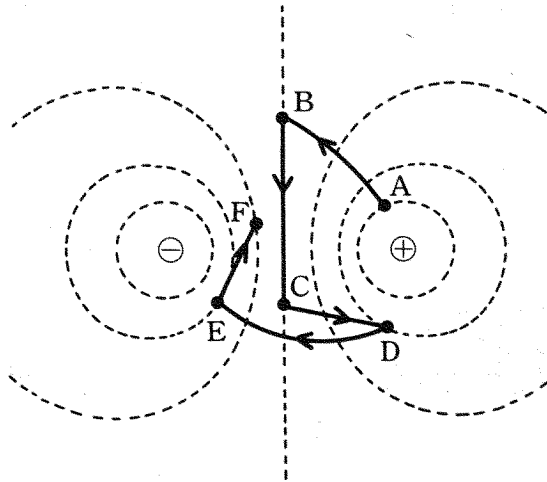


図 3

- ① AB      ② BC      ③ CD      ④ DE      ⑤ EF

問 5 原子や電子および放射線などに関する記述として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6

- ① 原子の質量は、ほとんど原子核の質量に等しいので、原子の大きさは原子核の大きさにほぼ等しい。
- ② 電子の質量は原子核の質量の約 2000 倍である。
- ③  $\beta$ 線の粒子のもつ電荷は、 $\alpha$ 線の粒子のもつ電荷と逆符号である。
- ④ ある原子とその同位体では原子核中の中性子の数は同じである。
- ⑤  $\gamma$ 線は負電荷をもつ粒子の流れである。

物理 I B

第 2 問 次の問い A(問 1～3), B(問 4・問 5)に答えよ。

[解答番号  ～  ](配点 24)

A 氷の上で石を滑らせることについて考えよう。はじめ、図 1 のように、質量  $M$  の人が質量  $m$  の石とともに、速度  $V_0$  で摩擦のない水平な氷の上を滑っている。ただし、すべての運動は一直線上で起こるとし、図 1・図 2 の右向きを正の向きとする。

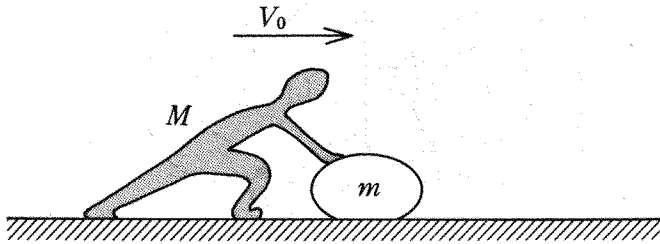


図 1

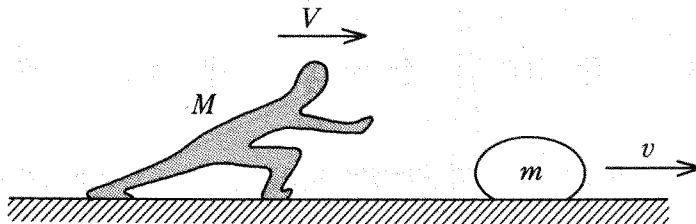


図 2

問 1 人が一定の力  $F$  を時間  $\Delta t$  の間だけ加えて石を水平に押したところ、図 2 のように、人と石は互いに離れて、人の速度は  $V$ 、石の速度は  $v$  となった。 $V$  と  $v$  はそれぞれいくらか。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

$$V = \boxed{1}$$

$$v = \boxed{2}$$

- ①  $V_0$                       ②  $V_0 + \frac{F}{m} \Delta t$                       ③  $V_0 - \frac{F}{m} \Delta t$   
 ④  $V_0 + \frac{F}{M} \Delta t$                       ⑤  $V_0 - \frac{F}{M} \Delta t$

問 2 問 1 で石が人の手を離れたとき、人がちょうど静止した。この場合、人と石の運動エネルギーの合計は、石を押した後には、押す前に比べて何倍になったか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  $\boxed{3}$  倍

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

問 3 石が人と離れて速度  $v$  となった後、石はあらい面の場所に来てまもなく静止した。静止するまでにあらい面のところを滑った距離はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、石とあらい面の間の動摩擦係数を  $\mu'$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。  $\boxed{4}$

- ①  $\frac{v}{2\mu'g}$                       ②  $\frac{v^2}{2\mu'g}$                       ③  $\frac{v}{\mu'g}$   
 ④  $\frac{v^2}{\mu'g}$                       ⑤  $\frac{2v}{\mu'g}$                       ⑥  $\frac{2v^2}{\mu'g}$

物理 I B

B 質量  $m$  のかたくて一様な筒 AB がある。この筒は両端が開いており、図 3 のように AB の間 C に仕切りがある。AC, CB の長さは、それぞれ、 $l_1$ ,  $l_2$  である。筒は十分細長く、仕切りの質量は無視できるとする。

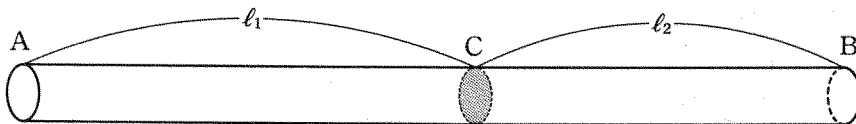


図 3

問 4 この筒を点 A, B, C を含む鉛直面内でなめらかに回転できるように、C を支点として支えたところ、図 4 のように端 A が床に接した。このとき、端 A および支点 C で、筒が鉛直上向きに受けている力の大きさはそれぞれいくらか。正しいものを、下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とし、床はなめらかとする。

端 A で受ける力の大きさ

支点 C で受ける力の大きさ

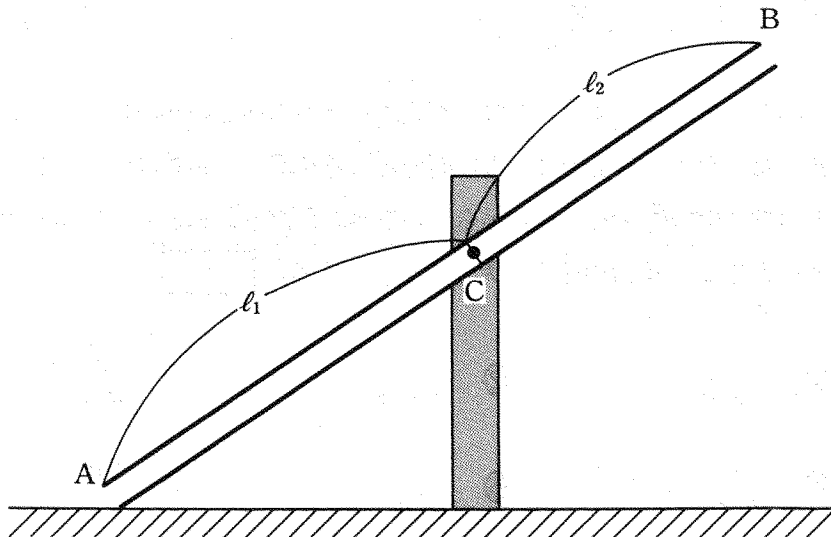


図 4

①  $mg$

②  $\frac{1}{2} mg \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)$

③  $\frac{1}{2} mg \left(1 - \frac{l_1}{l_2}\right)$

④  $\frac{1}{2} mg \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)$

⑤  $\frac{1}{2} mg \left(1 - \frac{l_2}{l_1}\right)$

問 5 仕切りで区切られた筒の C B の部分には水をためることができる。ちょうど端 B まで水で満たされたとき筒が回転を始めるようにしたい。筒の断面積を  $S$ 、水の密度を  $\rho$  とするとき、 $l_1$  と  $l_2$  の関係式として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

①  $l_1 = l_2 + \frac{1}{m} \rho S l_2^2$

②  $l_1 = l_2 + \frac{2}{m} \rho S l_2^2$

③  $l_1 = l_2 + \frac{1}{m} \rho S l_2$

④  $l_1 = l_2 + \frac{2}{m} \rho S l_2$



第3問 次の問いA(問1～3), B(問4～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ](配点 20)

A 比熱の測定について考えよう。

熱量計の熱容量があらかじめわからなくても、比熱のわかっている金属Aを利用すれば金属Bの比熱を測定することができる。

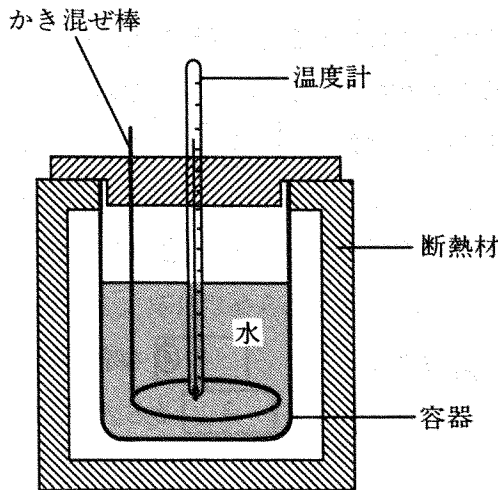


図 1

問1 図1のような熱量計(かき混ぜ棒と容器および温度計からなる)に適当な量の水を入れ、じゅうぶん時間が経過した後の温度は $t$ であった。金属A(比熱 $c_A$ , 質量 $m$ )をあたためて、 $t$ よりじゅうぶん高い温度 $t_0$ にした後、熱量計に入れ、かき混ぜ棒で内部の水をゆっくりとかき混ぜたところ温度は $t_1$ となった。金属Aの失った熱量はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

①  $c_A(t_1 - t)$

②  $c_A(t_0 - t_1)$

③  $mc_A(t_1 - t)$

④  $mc_A(t_0 - t_1)$

問 2 次に、問 1 と同じ条件下で、金属 A と同じ質量の金属 B について同じ実験を行ったところ、かき混ぜた後の温度は  $t_2$  となった。熱量計とその内部の水を合わせたもの全体の熱容量が金属 A に対する測定時と同じであることを使えば、金属 B の比熱はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

$$\textcircled{1} \quad c_A \frac{(t_0 - t_1)(t_2 - t)}{(t_0 - t_2)(t_1 - t)}$$

$$\textcircled{2} \quad c_A \frac{(t_0 - t_2)(t_1 - t)}{(t_0 - t_1)(t_2 - t)}$$

$$\textcircled{3} \quad c_A \frac{(t_0 - t_2)(t_0 - t_1)}{(t_1 - t)(t_2 - t)}$$

$$\textcircled{4} \quad c_A \frac{(t_0 - t_1)(t_2 - t)}{(t_0 - t)(t_2 - t_1)}$$

問 3 金属 B の比熱を、これまでの実験と同じ手順、同じ条件でもう一度測定しようとした。ところが、あたためた金属 B を熱量計に入れる直前に、水の一部が断熱材の外部にこぼれてしまった。それでも測定を続けた場合、こぼれたことを無視して求めた比熱は、水がこぼれなかったときの正しい値より大きくなるか小さくなるか。理由を含めて最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

① かき混ぜた後の全体の温度は、正確な実験における値より低くなるため、測定された比熱は正しい値より大きくなる。

② かき混ぜた後の全体の温度は、正確な実験における値より低くなるため、測定された比熱は正しい値より小さくなる。

③ かき混ぜた後の全体の温度は、正確な実験における値より高くなるため、測定された比熱は正しい値より大きくなる。

④ かき混ぜた後の全体の温度は、正確な実験における値より高くなるため、測定された比熱は正しい値より小さくなる。

## 物理 I B

B 気体の熱的性質について考えよう。

図2のような、シリンダーとなめらかに動くピストンからなる断熱容器があり、ピストンにはバネが付けられている。また、シリンダーにはヒーターが付けられており、断熱容器に閉じ込められた気体に外部から熱を加えることができる。さらに、シリンダーにはコックが付けられている。

最初にコックは開かれており、容器内の圧力は大気圧と同じであった。このとき、シリンダーの気体の部分の長さ**と**バネの長さはともに  $l_0$  であり、バネは自然の長さであった。また、シリンダーの断面積を  $S$ 、大気圧を  $p_0$ 、室温を絶対温度で  $T_0$  とする。

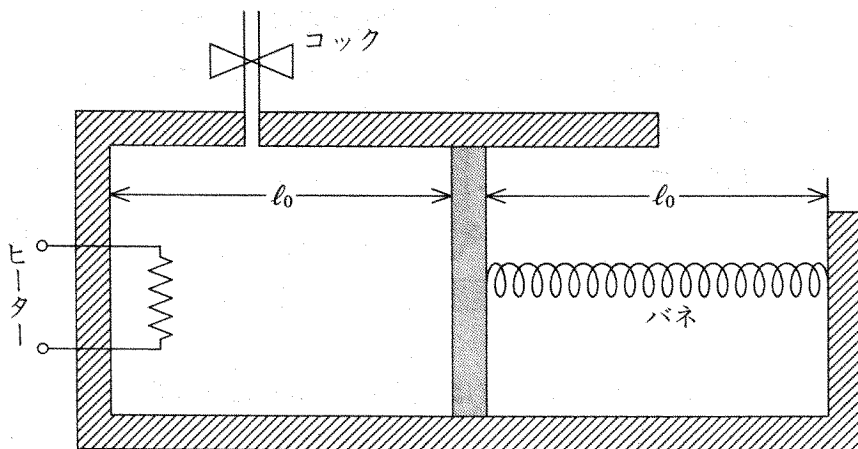


図 2

問 4 コックを閉じ、ヒーターによって熱を与えて容器内の空気を膨張させる。

容器内の空気の圧力が  $\frac{10}{9}p_0$  となったとき、バネの長さは  $\frac{7}{8}l_0$  となっ

た。バネ定数は  $\frac{p_0 S}{l_0}$  の何倍か。正しいものを、次の①～⑧のうちから一

つ選べ。  倍

①  $\frac{63}{8}$

②  $\frac{63}{80}$

③  $\frac{9}{8}$

④  $\frac{9}{80}$

⑤  $\frac{80}{9}$

⑥  $\frac{8}{9}$

⑦  $\frac{80}{63}$

⑧  $\frac{8}{63}$

問 5 このとき、容器内の空気の絶対温度は  $T_0$  の何倍か。正しいものを、次の

①～⑥のうちから一つ選べ。  倍

①  $\frac{9}{10}$

②  $\frac{8}{9}$

③  $\frac{4}{5}$

④  $\frac{5}{4}$

⑤  $\frac{9}{8}$

⑥  $\frac{10}{9}$

問 6 この間に容器内部の空気は、外部(大気とバネ)に対して仕事をする。この

仕事は  $p_0 S l_0$  の何倍か。正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

倍

①  $\frac{25}{144}$

②  $\frac{19}{144}$

③  $\frac{17}{144}$

④  $\frac{13}{144}$

⑤  $\frac{11}{144}$

第 4 問 次の文章を読み、下の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 12)

図 1 のような、入口 S から音を入れ、左右二つの経路(SAT と SBT)を通った音を干渉させ、出口 T で音を聞くことができる装置がある。また、右側の経路の長さは、管 B を出し入れすることにより変化させることができる。図 1 のように管 B を完全に入れた状態で、左右の経路の長さは等しくなっているとす。

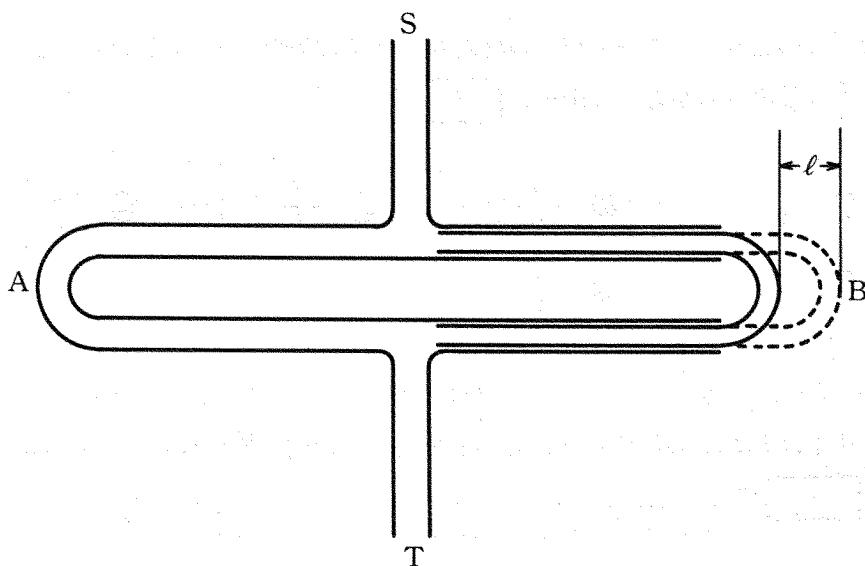


図 1

問 1 音源の振動数が  $f$  のとき、管 B を引き出していくと、出口 T で聞く音が次第に小さくなり、ちょうど  $l$  だけ引き出したとき、はじめて最小になった。音速を  $v$  とすると、振動数  $f$  はいくらか。正しいものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{v}{8l}$       ②  $\frac{v}{4l}$       ③  $\frac{v}{2l}$       ④  $\frac{v}{l}$       ⑤  $\frac{2v}{l}$

問 2 次に、管 B を元にもどし、入口 S から振動数  $f$  の音と、 $f$  より少し低い振動数  $f'$  の音を同時に入れる。このとき、管 B を引き出すにつれて、出口 T で聞こえる音はどのように変化するか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① はじめ、振動数  $f - f'$  のうなりが聞こえるが、 $l$  だけ引き出すと振動数  $f'$  の音だけが目立って聞こえる。
- ② はじめ、振動数  $f - f'$  のうなりが聞こえるが、 $l$  だけ引き出すと振動数  $f$  の音だけが目立って聞こえる。
- ③ はじめ、振動数  $\frac{f - f'}{2}$  のうなりが聞こえるが、 $l$  だけ引き出すと振動数  $f'$  の音だけが目立って聞こえる。
- ④ はじめ、振動数  $\frac{f - f'}{2}$  のうなりが聞こえるが、 $l$  だけ引き出すと振動数  $f$  の音だけが目立って聞こえる。

問 3 室温を変えて問 1 と同じ実験を行ったときの  $l$  [m] の値の変化を考える。はじめの室温は  $30^\circ\text{C}$  であり、次に室温を  $5^\circ\text{C}$  とした。ここで、温度  $t$  [ $^\circ\text{C}$ ] における音速  $v$  [m/s] は次式で与えられる。

$$v = 331.5 + 0.6t$$

音の振動数を  $500\text{ Hz}$  とするとき、 $l$  の値の変化の大きさはおよそいくらか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3  $\times 10^{-2}\text{ m}$

- ① 0.4                      ② 0.8                      ③ 1.2
- ④ 1.6                      ⑤ 2.0                      ⑥ 2.4

第 5 問 次の文章を読み、下の問い(問 1～5)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕(配点 20)

図 1 のように、内部抵抗の無視できる起電力  $V$  の電池、抵抗値  $R$  の抵抗、電気容量  $C$  のコンデンサー、およびスイッチを直列につないだ回路がある。

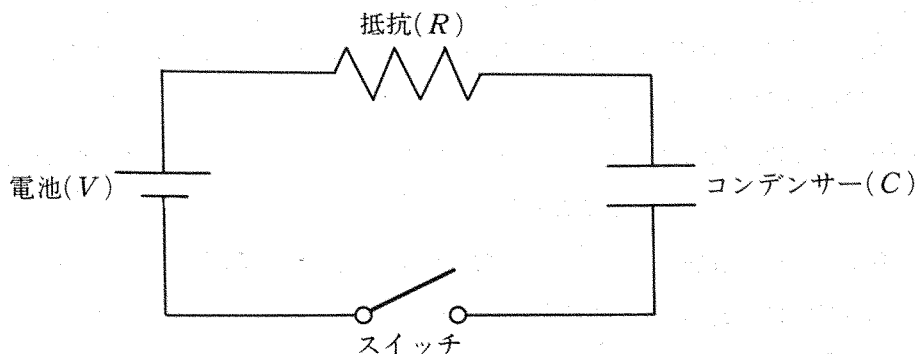


図 1

問 1 スイッチを閉じた後しばらくすると電流が流れなくなった。このとき、コンデンサーに蓄えられた電気量はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{1}{2} CV$       ②  $CV$       ③  $\frac{1}{2} \frac{V}{R}$       ④  $\frac{V}{R}$

問 2 問 1 で、電池のした仕事のうち、一部は抵抗で発生する熱エネルギーとなり、残りはコンデンサーに蓄えられる。スイッチを閉じる前にはコンデンサーに電荷はなかったとすると、スイッチを閉じてから電流が流れなくなるまでに抵抗で発生した熱量はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{1}{2} CV^2$       ②  $CV^2$       ③  $\frac{1}{2} \frac{V^2}{R}$       ④  $\frac{V^2}{R}$

問 3 スイッチを開き、コンデンサーの電荷を再びゼロにした後、抵抗値がより大きな抵抗に取り替えてスイッチを閉じた。このときの様子を表す文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 抵抗での電圧降下が大きくなり、充電時間が短くなった。
- ② 抵抗での電圧降下が大きくなり、蓄えられる電気量が増加した。
- ③ 抵抗を電流が流れにくくなり、充電時間が長くなった。
- ④ 抵抗を電流が流れにくくなり、蓄えられる電気量が減少した。

問 4 コンデンサーを充電した後に、スイッチを開いて、平行板の間隔を2倍にした。このとき、コンデンサーにした仕事はいくらか。正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ①  $\frac{1}{2} CV^2$
- ②  $CV^2$
- ③  $\frac{1}{2} \frac{V^2}{R}$
- ④  $\frac{V^2}{R}$

問 5 次に、スイッチを再び閉じた。この後の抵抗を流れる電流について正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

- ① 電流は流れない。
- ② 電流は電池からコンデンサーへ流れ、しばらくすると流れなくなる。
- ③ 電流はコンデンサーから電池へ流れ、しばらくすると流れなくなる。
- ④ 電流は最初、電池からコンデンサーへ流れるが、しばらくすると逆に流れる。
- ⑤ 電流は最初、コンデンサーから電池へ流れるが、しばらくすると逆に流れる。