

# 理 科

物 理： 1 ～ 7 ページ

化 学： 8 ～ 14 ページ

生 物： 15 ～ 20 ページ

## 注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 試験開始後、ただちにページ数を確認し、落丁や印刷の不鮮明なものなどがあれば申し出なさい。
3. 解答は、物理、化学、生物のうちから**2科目を選び**、選択した科目の解答用紙の所定の場所に記入しなさい。解答用紙は**物理**（白色）1枚、**化学**（黄色）1枚、**生物**（緑色）1枚です。
4. 解答時間は**2科目で120分間**です。
5. 受験番号を、問題冊子と物理、化学、生物**すべての**解答用紙の所定欄に記入しなさい。
6. 選択しない科目の解答用紙には全面に大きく**×印**をつけなさい。
7. 試験終了後、**物理、化学、生物すべての**解答用紙を提出しなさい。問題冊子は持ち帰りなさい。

受験番号	
------	--

# 物 理

1  $-10^{\circ}\text{C}$ の氷  $200\text{g}$  を容器に入れ、電熱器で加熱し、氷(水)に連続して一定の熱を加えた。加熱を始めた時刻を  $0$  秒とし、時刻  $340$  秒で、全ての氷が融解し  $0^{\circ}\text{C}$  の水になった。さらに時刻  $540$  秒で水温は  $50^{\circ}\text{C}$  になった。容器の熱容量および外部への熱の放出は無視でき、氷の比熱を  $2.1\text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ 、水の比熱を  $4.2\text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$  とする。以下の各問いに答えなさい。

問1 氷(水)に加えられた  $1$  秒間あたりの熱量  $Q$  を求めなさい。

問2  $0^{\circ}\text{C}$  で氷  $1\text{g}$  を水にするために必要な熱量(融解熱)  $W$  を求めなさい。

問3 時刻  $0$  秒から  $540$  秒までの氷(水)の温度変化を図に描きなさい。

問4 水温が  $50^{\circ}\text{C}$  になったとき、容器内に  $0^{\circ}\text{C}$  の氷  $100\text{g}$  を投入し、加熱を続けた。この後、水温が再び  $50^{\circ}\text{C}$  になる時刻  $t$  を求めなさい。

## 2

A 以下は電磁波の分類とそのおよその波長境界を示している。電磁波の説明や利用方法（区分された範囲の一部の電磁波の場合もある）を参考にし、ア～オに入る最も適当な電磁波の名称を記入しなさい。

波長 [m]	電磁波の名称	電磁波の説明や利用方法
1	ア	対象物の方向と距離を測定するために使用される。一部は電子レンジにも利用される。
$10^{-4}$	イ	大気中を透過しやすいので、遠くの物体の撮影に用いられる。
$0.77 \times 10^{-6}$	可視光線	
$0.38 \times 10^{-6}$	ウ	蛍光灯の管の内面に塗布されている蛍光体を発光させる。殺菌作用があるので、殺菌灯として使用される。
$10^{-9}$	エ	物質に吸収されにくいので、物質や人体内部を透視するために使用される。 また結晶構造を調べるためにも使用される。
$10^{-12}$	オ	主に放射性物質から放出され、原子核反応で発生する。医療では治療に用いられる。

**B** 下図のような、内部抵抗が無視できる起電力  $E$  の電池，電気容量  $C$  のコンデンサー，可変抵抗  $R_x$ ，抵抗値  $R_0$  の抵抗，内部抵抗のある電流計  $A$ ，スイッチ  $S$  が接続された回路がある。以下で i) と ii) の操作を行ったとき電流計  $A$  に流れる電流値は等しくなった。

操作 i)  $R_x$  の値を  $R_1$  にして， $S$  を閉じた直後。

操作 ii)  $R_x$  の値を  $R_2$  にして， $S$  を閉じ十分時間が経過した後。

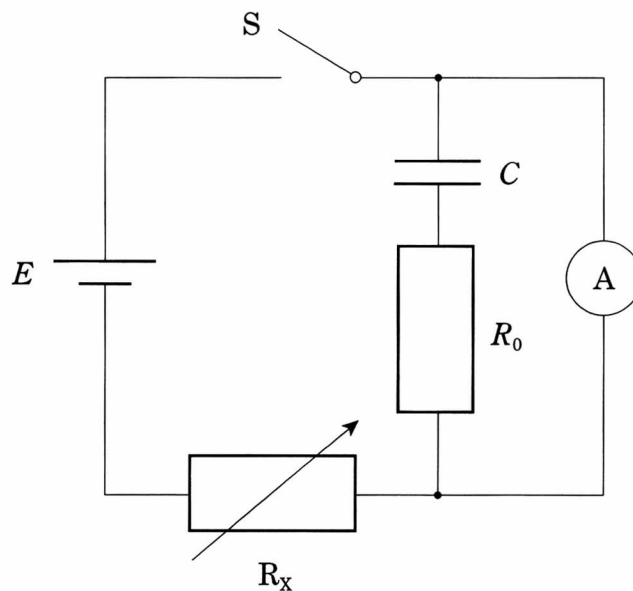
ただし，いずれの場合もはじめコンデンサーには電荷はない。以下の各問いに答えなさい。

問 1 電流計  $A$  の内部抵抗の値  $r$  を求めなさい。

以下では電流計  $A$  の内部抵抗の値を  $r$  として求めなさい。

問 2 操作 ii) でコンデンサーに蓄えられた静電エネルギー  $W$  を求めなさい。

問 3 操作 ii) の後，スイッチ  $S$  を開いた直後に電流計  $A$  に流れる電流値  $I$  を求めなさい。



3 以下の各問いに答えなさい。ここでは音波の速さを  $V$ 、風による影響は無視し、音波は減衰せず、その振幅は伝播距離に依存せず変化しない。

問1 図1のように、音源  $S_0$  の前方に両端の開いた長さ可変の円筒  $E$  を置いた。 $S_0$  からは  $E$  に向かって進む平面波の音波を発生する。今、 $E$  の長さを  $0$  から少しずつ長くしていったところ、長さが  $\ell_1$  の時に初めて共鳴した。 $S_0$  の発する音波の振動数  $f_1$  を  $V$ 、 $\ell_1$  を用いて求めなさい。

問2 原理的には問1のようにして音源  $S_0$  の振動数を求めることができるが、実際に実験を行ってみると、 $f_1$  は  $S_0$  の振動数よりも少し高く算出されることが確認されている。この理由を40字以内で記述しなさい。

図2のように、2つの音源  $S_0$ 、 $S_1$  を  $\ell_1$  と比較して十分大きな距離だけ離して固定した。 $S_1$  は  $S_0$  と同じ振動数  $f_1$  を持つ音波を発生しその位相、振幅も等しく、図2の点線上を観測者に向かって進む平面波である。

問3 はじめ観測者は音源  $S_0$ 、 $S_1$  の中間点  $C$  に立ち、点  $C$  から  $S_1$  に向かってゆっくりと右に移動したところ、 $C$  から距離  $x$  離れた特定の位置で観測者には音が聞こえなくなった。距離  $x$  の条件を  $f_1$  と正の整数  $n$  を用いて求めなさい。

問4 つぎに図3のように、観測者が音源  $S_0$  から  $S_1$  に向かって右方向に一定の速さ  $u$  で動いたとき、1秒間に6回のうなりが聞こえた。観測者の速さ  $u$  を求めなさい。

問5 図4のように、観測者が問4と同じ速さで右方向に一定の速さで動くと同時に、音源  $S_1$  を右方向に一定の速さ  $u'$  で動かしたとき、観測者にうなりは聞こえなくなった。 $S_1$  の速さ  $u'$  を  $f_1$ 、 $V$  を用いて求めなさい。

問2の草稿欄（これは解答欄ではない）

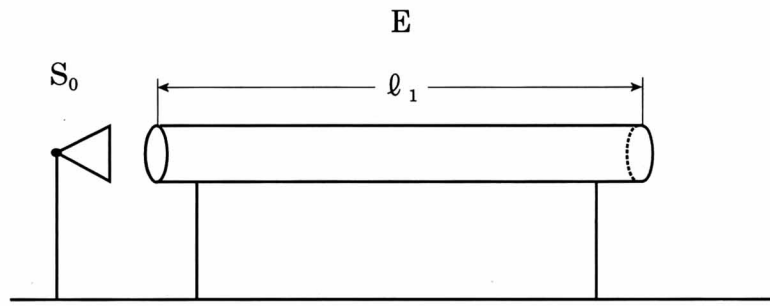



図 1

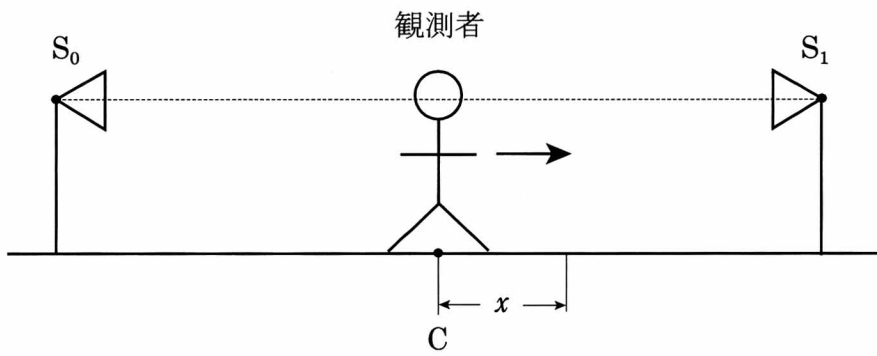


図 2

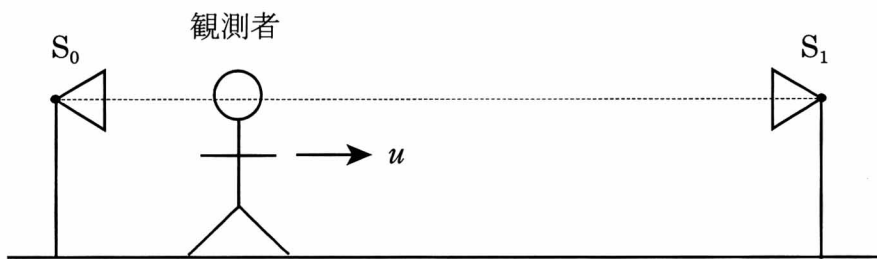


図 3

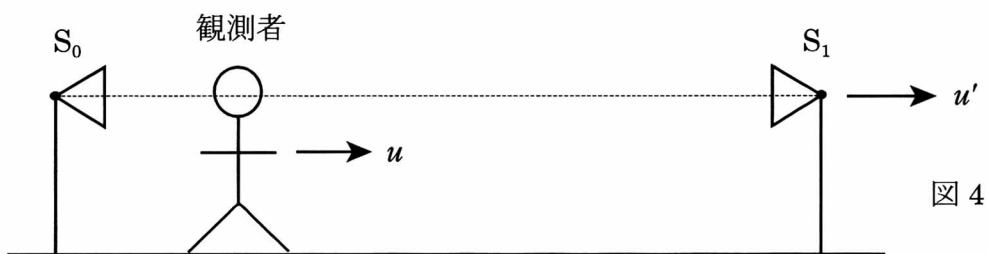


図 4

4 図1のように、鉛直線と側面とのなす角度が $\theta$ の円錐を水平面上に固定した。円錐の頂点Oにばね定数 $k$ 、自然長 $l$ のばねの上端を固定し、下端に大きさが無視できる質量 $m$ の小物体 $m$ をつけた。 $m$ に速度を与え、徐々に早くしていったところ、 $m$ は円錐底面の円周上を回転する等速円運動をした。このとき、 $m$ に対する円錐側面および水平面からの垂直抗力は両方ともに0であった。重力加速度の大きさを $g$ として、以下の各問いに答えなさい。ただし、円錐の側面はなめらかで、ばねの質量と大きさ、空気抵抗は無視できる。また問2以下で必要なときは、問1で求めたばねの伸びを $a$ として求めなさい。

問1 小物体 $m$ が等速円運動をしているときのばねの伸び $a$ を求めなさい。

問2 小物体 $m$ の等速円運動の周期 $T$ と速さ $v_0$ を求めなさい。

図2のように、底面の円周上の点Pに大きさが無視できる質量 $M$ の物体 $M$ を置いたところ、小物体 $m$ が $M$ に衝突した。衝突後、 $m$ は側面のOP線路上に沿った単振動をし、 $M$ は水平面上を直進していった(図3)。 $M$ と水平面との間の動摩擦係数を $\mu'$ とする。

問3 衝突後、物体 $M$ が止まるまでに進んだ距離 $S$ を $v_0$ を用いて求めなさい。

問4 衝突後の小物体 $m$ の単振動の振幅 $A$ を求めなさい。

問5 単振動をしている小物体 $m$ の速さの最大値 $v_{\max}$ を求めなさい。

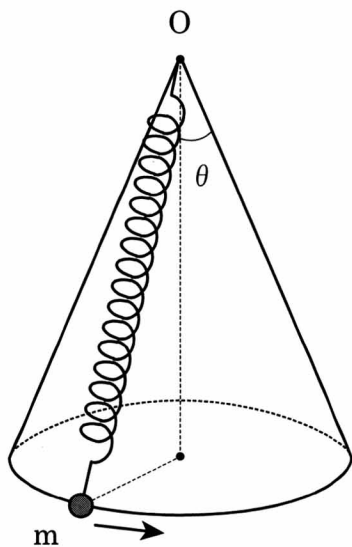


图 1

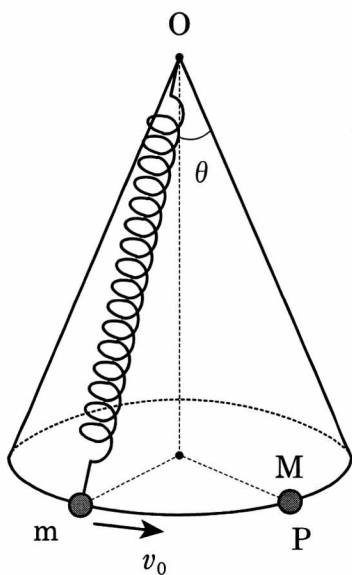


图 2

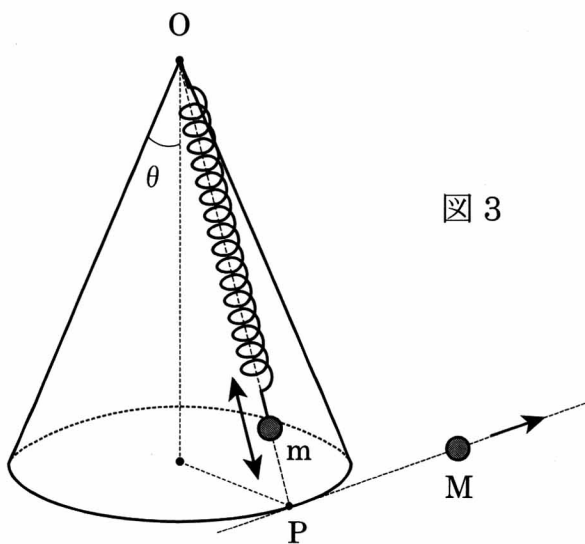


图 3