

# 理 科

<監督者の指示があるまで開いてはいけない>

1. 受験票に指定した2科目について、解答を別紙の解答用紙に記入しなさい。
2. 下書きや計算は問題用紙の白紙部分を利用しなさい。
3. 記入中でない解答用紙は必ず裏がえしにしておきなさい。
4. 問題用紙は各科目の試験終了後持ち帰ってもよい。  
ただし、試験途中では持ち出してはいけない。

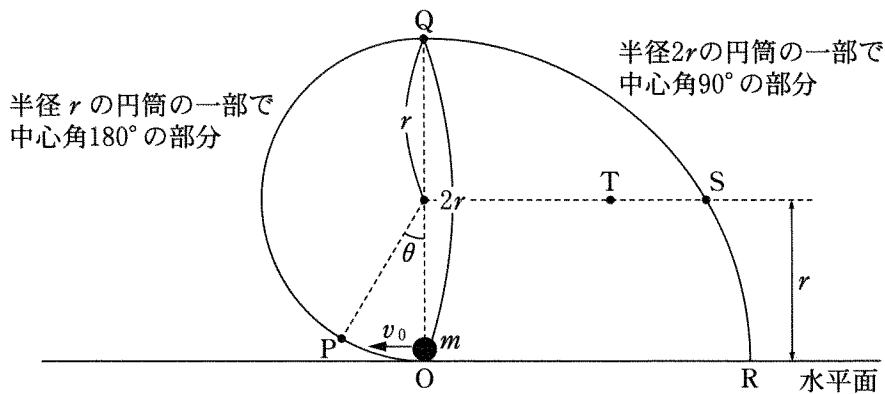
## 問 題 目 次

物 理	1 ~ 5	ページ
化 学	6 ~ 12	ページ
生 物	13 ~ 21	ページ

# 物 理

1. 次の文章を読み、文章中の  に入る最も適当な式、または数値を答えよ。

図のように、半径  $r$  の円筒の一部で中心角  $180^\circ$  の部分と、半径  $2r$  の円筒の一部で中心角  $90^\circ$  の部分とを点  $Q$  でなめらかにつなぎあわせ、水平面上に置いて固定した。水平面と円筒内面は点  $O$  でなめらかにつながっており、円筒内面はなめらかである。重力加速度の大きさを  $g$  とし、以下に述べる小球の運動はすべて同一鉛直面内で行われるものとする。



半径  $r$  の円筒の最下点  $O$  に置いた質量  $m$  の小球に、円筒の軸に垂直で水平左向きに初速  $v_0$  を与えたところ、小球は円筒内面から離れることなく水平面上の点  $R$  に到達した。点  $O$  から中心角にして  $\theta$  だけ上昇した点  $P$  を小球が通過したときの速さ  $v_1$  は  イ  で、点  $P$  で小球が円筒内面から受けた垂直抗力の大きさを  $v_1$  などを用いて表すと  $m(g$   口  +  ハ  ) となる。また、小球が最高点  $Q$  を通過したときの速さ  $v_2$  を  $v_0$  などを用いて表すと  二  である。小球が円筒内面  $QR$  から離れないための条件は  $v_2 \geq$   ホ  である。

次に、初速  $v_0$  をちょうど  $3\sqrt{gr}$  にしたところ、小球は円筒内面から離れることなく水平面上の点 R に達してはねかえり、水平面からの高さ  $r$  の点 S で円筒内面から離れた。円筒内面から離れたときの小球の速さ  $v_3$  は  と表されるので、点 R ではねかえった直後の小球の速さは  $r$  と  $g$  を用いて  と表される。したがって、点 R での小球と水平面との間のはねかえり係数(反発係数)は  である。

小球が点 S で円筒内面から離れてから再び点 S と同じ高さの点 T を通過するまでの時間  $t$  は  $v_3$  と  $g$  を用いて  と表され、ST 間の距離は  $v_3$  と  $t$  を用いて  と表される。

2. 次の文章を読み、文章中の  に入る最も適当な式、または数値を答えよ。

図1のように、抵抗値が  $R$ 、 $2R$ 、 $3R$  の3個の抵抗、電気容量が  $C$  の2個のコンデンサー、内部抵抗の無視できる起電力  $6V_0$  の電池、およびスイッチ  $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$  からなる回路がある。はじめ、2個のコンデンサーには電荷は蓄えられておらず、全てのスイッチは開いている。回路中の点  $O$  の電位を  $0$  とする。

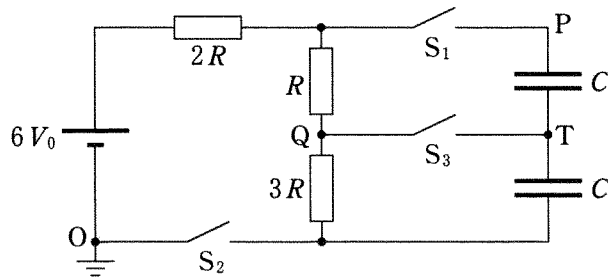


図1

図1の状態からスイッチ  $S_1$  を閉じたのち、スイッチ  $S_2$  を閉じた(図2)。スイッチ  $S_2$  を閉じた直後に、点  $Q$  を流れた電流の大きさは  イ  で、点  $T$  を流れた電流の大きさは  ロ  である。また、スイッチ  $S_2$  を閉じてから十分に時間が経過したときに、点  $Q$  を流れている電流の大きさは  ハ  で、点  $T$  の電位は  ニ  である。

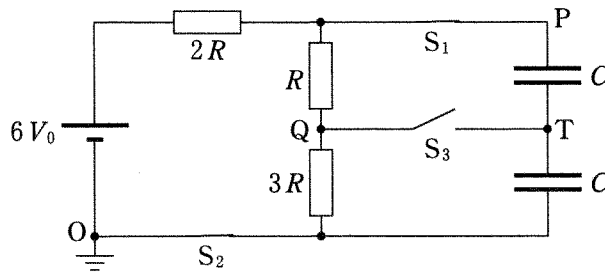


図2

つづいて、図2の状態からスイッチ  $S_2$  を閉じたままスイッチ  $S_1$  を開いたのち、スイッチ  $S_3$  を閉じて、十分に時間が経過した(図3)。図3の点Pの電位は  である。

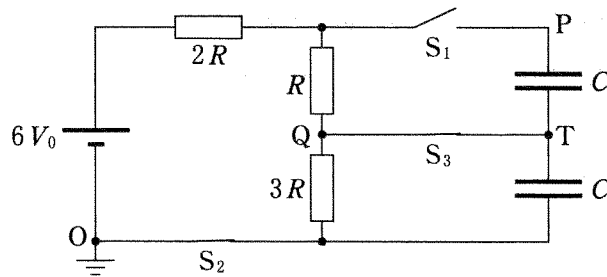


図3

次に、図3の状態からスイッチ  $S_3$  を開いたのち、スイッチ  $S_1$  を再び閉じて、十分に時間が経過した(図4)。図4で点Pの電位は  であり、2個のコンデンサーの点T側の全電荷は  である。また、点Tの電位は  である。

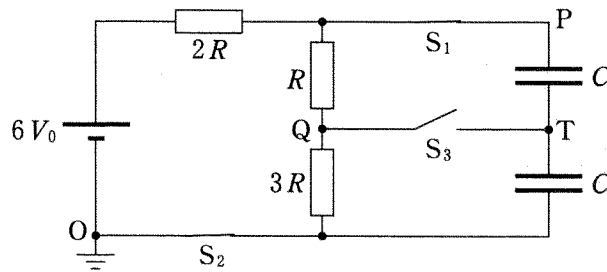


図4

さらに、図4の状態からスイッチ  $S_2$  を開いて十分に時間が経過した(図5)。図5の点Qの電位は  であり、点Pと点Tの電位差は  である。

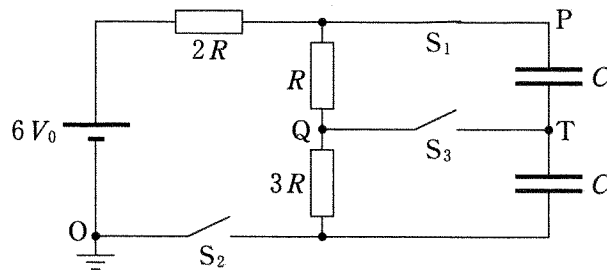
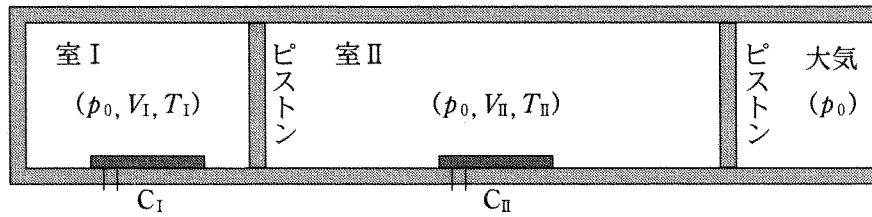


図5

3. 図のように、なめらかに動く2つのピストンで室ⅠとⅡに分けられたシリンダー内に同種の単原子分子の理想気体を閉じ込め、大気中においた。ピストンおよびシリンダーは断熱材でつくられていて、室ⅠとⅡにはそれぞれ、体積が無視できる温度調節器  $C_I$  と  $C_{II}$  が付けられている。はじめ、室Ⅰの気体の体積は  $V_I = 1.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  で温度は  $T_I = 3.0 \times 10^2 \text{ K}$ 、室Ⅱの気体の体積は  $V_{II} = 2.0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$  で温度は  $T_{II} = 4.0 \times 10^2 \text{ K}$  であった。大気圧を  $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$  とし、次の各問いに答えよ。



- 問 1. 室ⅠとⅡの気体の内部エネルギー  $U_I$  と  $U_{II}$  の比  $U_I/U_{II}$  はいくらか。分数のままで答えよ。

次に、温度調節器  $C_I$  から室Ⅰの気体にゆっくり熱を与えて、温度を  $T_I' = 4.5 \times 10^2 \text{ K}$  にしたのち、2つのピストンを固定した。

- 問 2. 室Ⅰの気体の体積  $V_I'$  は何  $\text{m}^3$  か。

- 問 3. 室Ⅰの気体に与えた熱量  $Q_I$  は何 J か。

2つのピストンを固定したまま、温度調節器  $C_{II}$  で室Ⅱの気体から熱を奪って温度を  $T_{II}' = 3.0 \times 10^2 \text{ K}$  にした。

- 問 4. 室Ⅱの気体の圧力  $p_{II}$  は何  $\text{N/m}^2$  か。答えに至る過程も含めて簡潔に記せ。

- 問 5. 温度調節器  $C_{II}$  が室Ⅱの気体から奪った熱量  $Q_{II}$  は何 J か。答えに至る過程も含めて簡潔に記せ。