

平成24年度入学試験問題（前期日程）

理 科  
(医学部医学科)

物 理	1 ページから	5 ページまで
化 学	6 ページから	9 ページまで
生 物	10 ページから	11 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄(1か所)に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

# 物 理

1 以下の文章中の  に最も適切な数式または選択肢の記号を記入せよ。(20点)

問1 図1-Iのように、電池、コンデンサー、抵抗、スイッチからなる回路を考える。電気容量  $C_1, C_2, C_3$  [F] のコンデンサーの合成容量は  (1) [F] となり、抵抗値  $R_1, R_2, R_3$  [ $\Omega$ ] の抵抗の合成抵抗は  (2) [ $\Omega$ ] となる。時刻  $t = 0$  [s] でスイッチ S を閉じた後の電流  $I$  [A] の変化を正しく示しているのは図1-II の(ア)~(カ)の中の  (3) である。ただし、 $t = 0$  [s] ですべてのコンデンサーには電荷はたくわえられていないものとする。

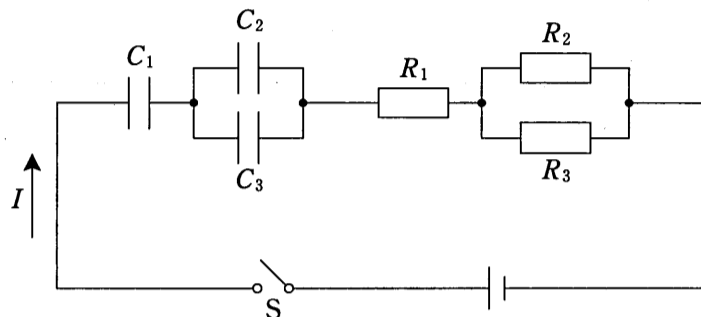


図1-I

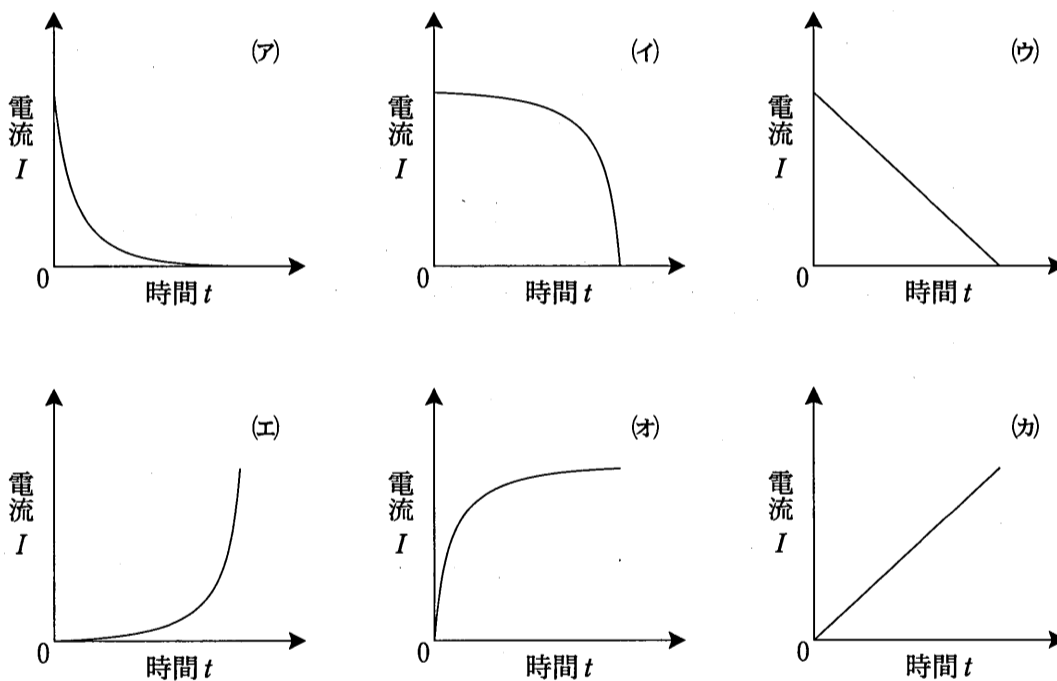


図1-II

問 2 なめらかに動くピストンを持つシリンダー内に 1 モルの理想気体を封入し、気体の圧力  $p$  と体積  $V$  を図 1—Ⅲ の  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  の経路に従ってゆっくりと変化させた。  $B \rightarrow C$  では、温度が一定に保たれているものとする。状態  $A$  における温度を  $T_A$  [K]、状態  $B$ 、 $C$  における温度を  $T_B$  [K] とする。また、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とすると、理想気体 1 モルの温度  $T$  [K] における内部エネルギーは、 $\frac{3}{2}RT$  [J] である。このとき、以下の問に答えよ。ただし、気体は外部から熱を吸収したり、外部へ熱を放出する事ができるものとする。

- (1)  $A \rightarrow B$  において、気体に加えられる熱量は、 [J] である。  
 (2)  $C \rightarrow A$  において、気体になされる仕事は、 [J] である。

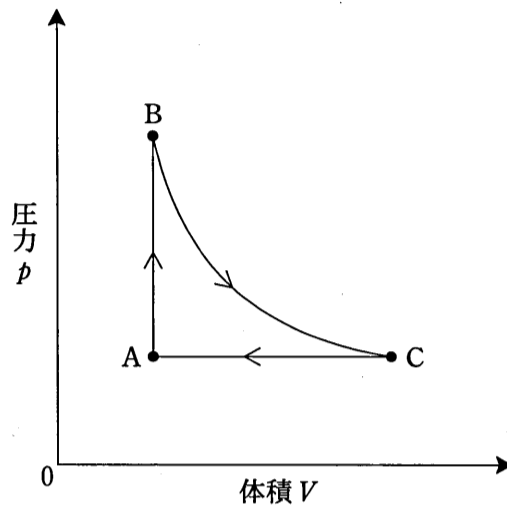


図 1—Ⅲ

問 3 図 1—Ⅳのように、床の上に左から反射体  $R$ 、音源  $S$ 、観測者  $O$  の順に直線上に並んでいる。観測者は音源からの直接音と、音源から出た音が反射体で反射されてくる反射音の両方を聞くことができるものとする。静止している音源から出る音の振動数を  $f$  [Hz]、音の速さを  $V$  [m/s] とし、以下の問に答えよ。ただし、風の影響は無視できるものとする。

- (1) 反射体  $R$  と観測者  $O$  が静止し、音源  $S$  が一定の速さ  $v$  [m/s] で反射体の方向に移動するとき、観測者が聞く反射音の振動数は、 [Hz] である。ただし、 $v < V$  とする。  
 (2) このとき観測者  $O$  が聞くうなりは 1 秒間に  回である。  
 (3) 音源  $S$  と観測者  $O$  が静止し、反射体  $R$  が速さ  $u$  [m/s] で観測者  $O$  の方向に移動するとき、観測者が聞く反射音の波長は、 [m] である。

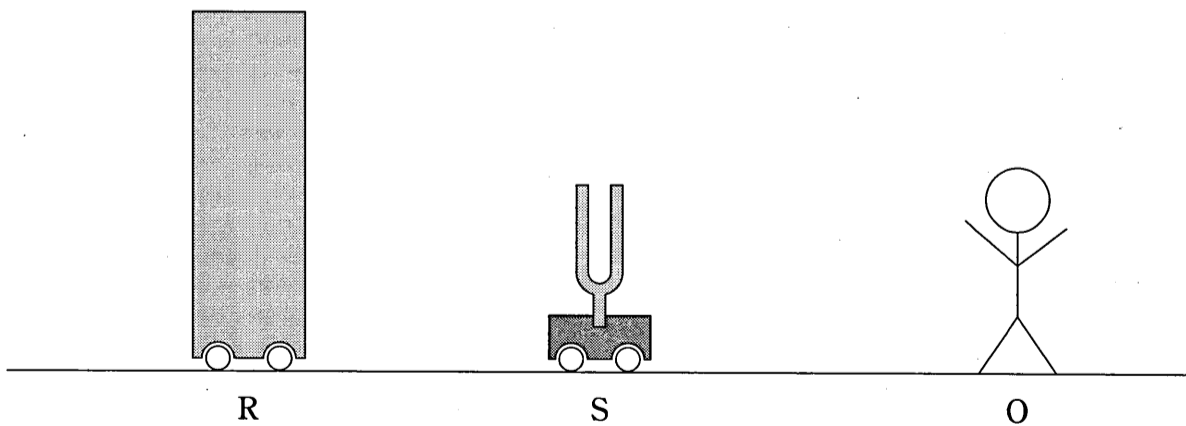


図 1—Ⅳ

- 2 図2—Iのような、床の上に置かれた台車と、その上にある小物体を考える。床と台車の上面は水平であり、小物体と台車は、 $x$ 軸の正または負方向になめらかに運動する。台車の両端には、上面に垂直な壁があり、内側の壁面をA、Bとする。小物体の壁面との衝突は、完全弾性衝突である。小物体、台車の質量をそれぞれ  $m$ 、 $3m$  とする。ここであつかう速度は床に対するものであり、右向きを正とする。以下の文章を読んで、各問に答えよ。(15点)

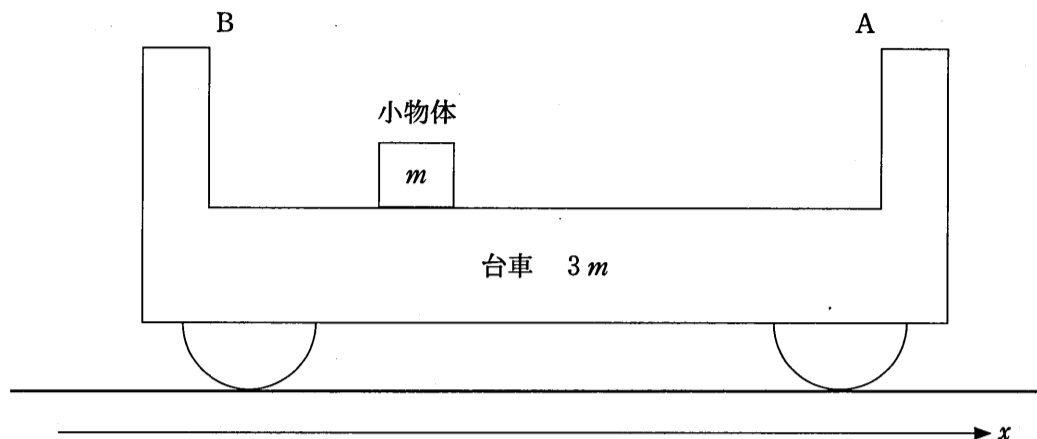


図2—I

壁面Bと接し  $x = 0$  にあった小物体が、時刻  $t = 0$  に一定の速度  $v_0 (> 0)$  で動き始めた。小物体は、壁面Bと接する位置から、静止している台車の上面を距離  $L$  だけ動き、壁面Aと衝突した。衝突直後の小物体、台車の速度がそれぞれ  $v$ 、 $w$  になった。

問1 運動量保存則から、 $v_0$ 、 $v$ 、 $w$  の関係式を求めよ。

問2 小物体と台車の間の反発係数(はねかえり係数)が1であることから、 $v_0$ 、 $v$ 、 $w$  の関係式を求めよ。

上記の問1、問2で得られた式より、小物体が壁面Aと衝突した直後における小物体と台車の速度が、それぞれ  $-\frac{v_0}{2}$ 、 $\frac{v_0}{2}$  になった。その後、小物体は壁面Bと衝突し、その直後の台車の速度は0であった。

問3 壁面Bと衝突した直後における小物体の速度  $v'$  を、 $v_0$  を用いて表せ。

$t = 0$  で動き始めてから、小物体は壁面A、Bとの完全弾性衝突をくり返した。Aとの  $n$  回目の衝突の直後における小物体の速度を  $v_A(n)$ 、Bとの  $n$  回目の衝突の直後における小物体の速度を  $v_B(n)$  とする。また、小物体の位置について、Aとの  $n$  回目の衝突時における座標を  $x_A(n)$ 、Bとの  $n$  回目の衝突時における座標を  $x_B(n)$  とする。なお、衝突はきわめて短い時間に起こるものとする。

問4  $v_A(n)$ 、 $v_B(n)$  を、それぞれ  $v_0$ 、 $n$  から必要なものを用いて表せ。

問5  $x_A(n)$ 、 $x_B(n)$  を、それぞれ  $L$ 、 $n$  から必要なものを用いて表せ。

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(15点)

A 図3-Iのように、抵抗値 $r(\Omega)$ の抵抗 $R_1, R_2, R_3$ , 自己インダクタンス $L(H)$ のコイル, 検流計 $G_1, G_2$ , スイッチ $S_1, S_2$ , 起電力 $E_1, E_2(V)$ の電池からなる回路がある。はじめにスイッチ $S_1, S_2$ は開いている。ここで $r, E_1, E_2, L$ は正の定数である。また、検流計の抵抗, および電池の内部抵抗は無視するものとする。

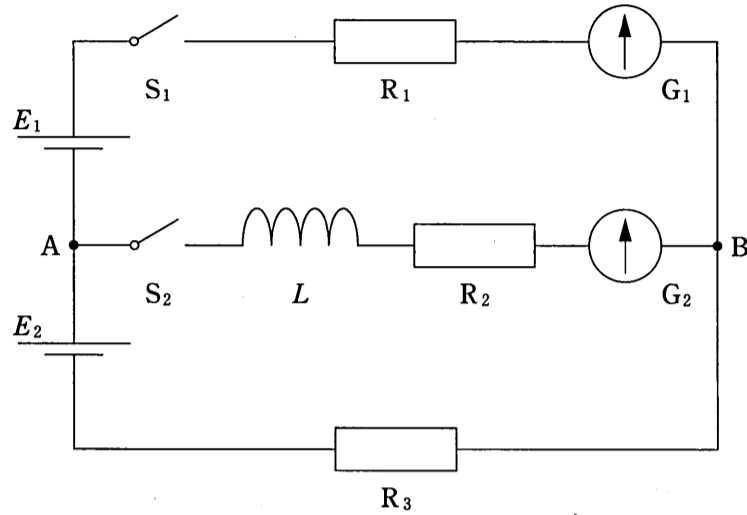


図3-I

問1 スイッチ $S_1$ を閉じたとき、Bを基準とするAの電位 $V_{AB}(V)$ を $E_1, E_2$ を用いて表せ。

問2 スイッチ $S_1, S_2$ を閉じた後、十分な時間が経過した。次の問に答えよ。

- (1) 検流計 $G_2$ に流れる電流の大きさ $I_2$ はいくらになるか。必要があれば $r, E_1, E_2$ を用いてもよい。
- (2) コイルにたくわえられるエネルギー $U$ が、抵抗 $R_2$ で消費される5秒間の電力量に等しいとき、自己インダクタンス $L$ を求めよ。必要があれば $r, E_1, E_2$ を用いてもよい。

B 図3-IIのように、 $x$ 軸と $y$ 軸を決める。面積の広い2つの平板電極CとDを、一端が $y$ 軸に接するようにして $x$ 軸と平行においた。 $-x_0 \leq x \leq 0$ の領域には、磁束密度の大きさ $B$ [T] ( $B > 0$ )の一樣な磁場(磁界)が紙面に垂直に表から裏向きにかけられている。 $x$ 軸の正の方向に速さ $v_0$ [m/s]で運動していた質量 $m$ [kg]、電気量 $q$ [C] ( $q > 0$ )の電荷が、図に点線で示したように点P、点Qを通り、点Rから $x$ 軸に平行に飛び出した。以下の各問に答えよ。ただし、 $x < -x_0$ および $x > 0$ の領域では磁束密度の大きさは $B = 0$ で、2つの平板電極の間にのみ一樣な電場(大きさ $E$ )があるものとする。また、空気および重力の影響は無視できるものとする。

問1 磁場中の電荷の軌道は、図に示した半径 $r$ の円の円周の一部である。半径 $r$ を $v_0$ 、 $m$ 、 $q$ および $B$ を用いて表せ。

問2 点Qでの電荷の $x$ 軸方向の速さ $v_x$ および $y$ 軸方向の速さ $v_y$ を求めよ。ただし、図に示したように直線GPとGQのなす角を $\theta$ とする。

問3 点Qを通過して、 $t$ 秒後の $y$ 軸方向の電荷の速さ $v_y'$ を求めよ。ただし、電荷は点Qと点Rの間にあるものとする。

問4 電荷が点Qから点Rまで移動するのに要する時間 $t'$ を $v_y$ 、 $m$ 、 $q$ および $E$ を用いて表せ。

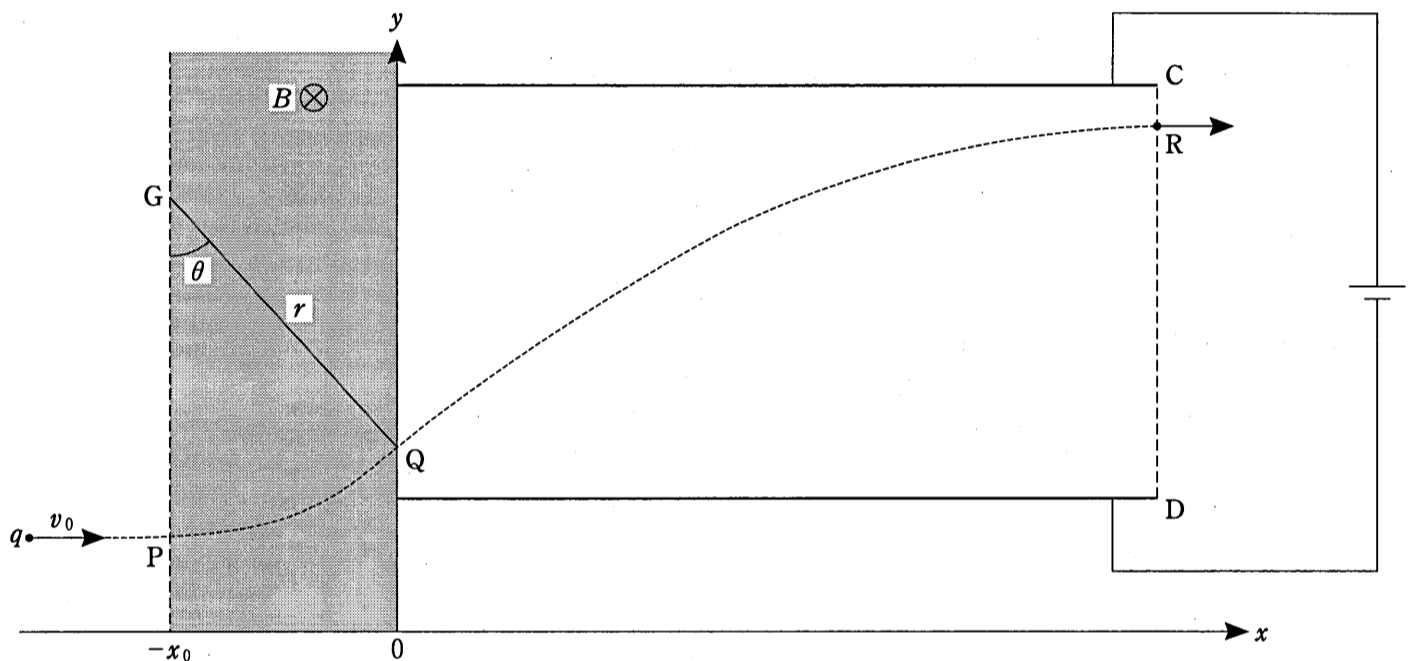


図3-II