

## 平成17年度入学試験問題

# 理 科

### (注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理ⅠB・物理Ⅱ	1 ～ 10	17 ～ 19	3
化学ⅠB・化学Ⅱ	11 ～ 24	20 ～ 25	6
生物ⅠB・生物Ⅱ	25 ～ 42	26 ～ 31	6
地学ⅠB・地学Ⅱ	43 ～ 57	32 ～ 36	5

4. 各解答紙の2箇所受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. 経済学部経済工学科の配点は、表示されているものの $\frac{4}{5}$ 、医学部保健学科看護学専攻については $\frac{2}{5}$ です。

# 物 理 I B · 物 理 II

- [ 1 ] 地上から高さ  $H$  [m] の場所を水平に速さ  $V$  [m/s] で移動している飛行機がある。飛行機につながれているボールをそっと切り離して落とし、飛行機よりも遅い速さ  $v$  [m/s] で同じ向きへ走行している自動車でキャッチしようと考えた。自動車とボールの質量はそれぞれ  $M$  [kg] と  $m$  [kg] である。飛行機と自動車は同一鉛直面内を移動し、水平方向は右向きを正、鉛直方向は上向きを正とする。重力加速度の大きさは  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、空気の抵抗と自動車の長さや高さは無視できるとする。以下の問いに答えよ。(45 点)

問 1. 次の文章中の〔ア〕から〔オ〕の空欄を適当な数式で埋めよ。

図 1 のように、A 地点の上空で飛行機がボールを落とした瞬間に B 地点を走行中の自動車が加減速することなしに C 地点でボールをキャッチしようと考えた。落とされた瞬間のボールの速度は、地面から見て水平方向は〔ア〕で鉛直方向は〔イ〕である。よって、ボールが地面に落ちるまでの時間は〔ウ〕となり、ボールの水平方向の移動を考えると AC 間の距離は〔エ〕となる。したがって、自動車が C 地点でうまくボールをキャッチできるためには AB 間の距離は〔オ〕でなくてはならない。つまり、飛行機と自動車の速さの差が大きいほど AB 間の距離を大きくとらなくてはならないということがわかる。

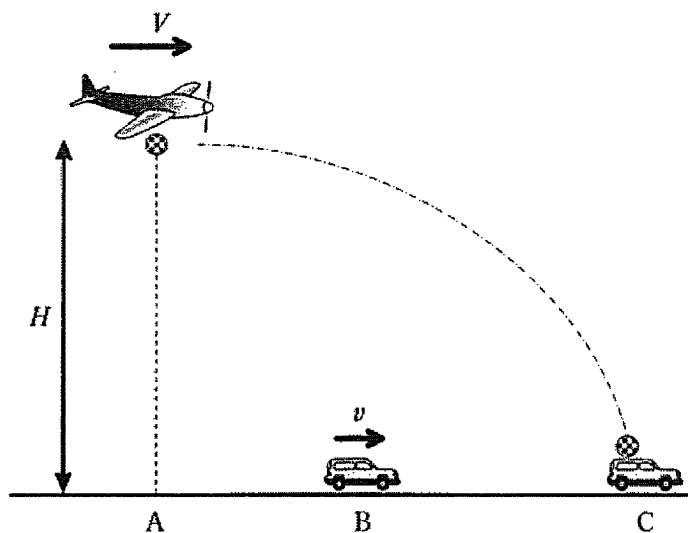


図 1

問 2. これを実際に行おうとしたところ、図 2 のように、飛行機がボールを落とした瞬間に自動車はまだその真下の A 地点を通過中であつた。これにすぐ気づいた自動車はボールが落とされた瞬間から加速して追いかけたが、ボールはその前方 C 地点で地面と衝突してはねかえつた。そして、ボールが D 地点に 2 回目に落ちてきたところで、自動車はちょうどこのボールに追いついてキャッチすることができた。ただし、AD 間での自動車の加速度は一定であり、衝突に関して地面は十分になめらかとみなしてよく、ボールと地面の間の反発係数(はねかえり係数)は 0.5 とする。

- (1) C 地点で地面と衝突する直前のボールの鉛直方向の速度を求めよ。
- (2) CD 間の距離を求めよ。
- (3) AD 間での自動車の加速度を求めよ。
- (4) 自動車の出せる最大の速さが  $v_M$  (m/s) であつたとすると、D 地点で自動車がボールに追いつくために飛行機の速さ  $V$  (m/s) が満たすべき条件式を求めよ。
- (5) 自動車は D 地点でボールをキャッチする直前に加速をやめたという。この場合に、ボールをキャッチした直後の自動車の速度を求めよ。ただし、ボールをキャッチする際に自動車と地面の間に摩擦ははたらかないとする。

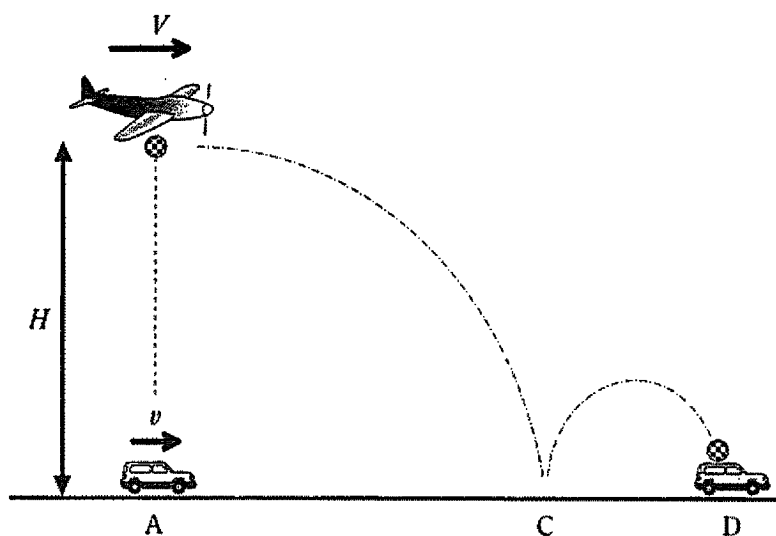


図 2

[ 2 ] 以下の問いに答えよ。ただし、導線の抵抗と電池の内部抵抗は無視できるものとする。(40点)

問 1. 次の文章中の〔ア〕と〔イ〕の空欄に最も適当な語句または数式を記入し、〔ウ〕と〔エ〕の空欄には図3中の記号を用いた数式を記入せよ。

(1) 磁場の向きに対して角度 $\theta$ [rad]の向きに張った導線に $I$ [A]の電流を流すとき、導線の長さ $L$ [m]の部分が受ける力の大きさ $F$ [N]は、磁束密度を $B$ [T]とすると、

$$F = [ \text{ア} ]$$

と表すことができる。

(2) 図3のように、起電力 $E_1$ [V]、 $E_2$ [V]、 $E_3$ [V]の電池と、抵抗値 $R_1$ [ $\Omega$ ]、 $R_2$ [ $\Omega$ ]、 $R_3$ [ $\Omega$ ]の電気抵抗とで構成される直流回路がある。電気抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ を流れる電流を $I_1$ [A]、 $I_2$ [A]、 $I_3$ [A]とし、それぞれ図3中の矢印の向きを正とする。電流 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ を求めるには、次の2つの法則を用いればよい。

① 〔イ〕の第一法則

図3の接続点bについてこの法則は $I_1 = [ \text{ウ} ]$ と書ける。

② 〔イ〕の第二法則

図3の閉回路abcdefについてこの法則は $E_1 = [ \text{エ} ]$ と書ける。

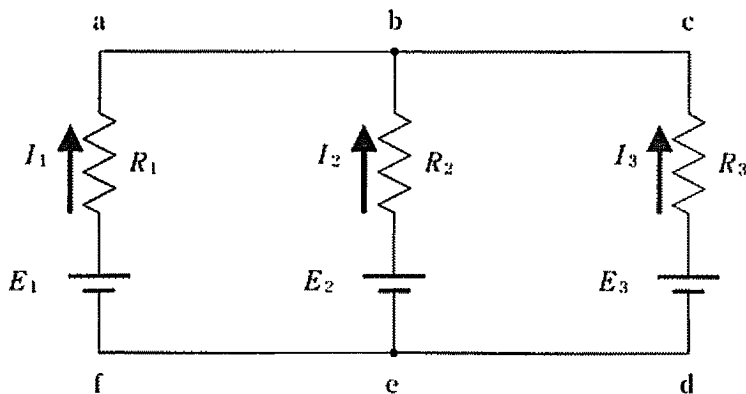


図 3

問 2. 図 4 のように、閉回路  $abcd$  が磁場中に置かれている。辺  $ad$  および  $bc$  には、それぞれ抵抗値  $3\Omega$  の電気抵抗が接続されている。いま、図 5 のように、この回路を貫く磁束  $\phi$  [Wb] を  $0$  Wb から  $2$  Wb の範囲で変化させる。ただし、回路を流れる電流が作る磁場は無視できるものとする。

- (1) 時刻  $t$  [s] が  $0$  s から  $5$  s までの間に回路全体に生じる誘導起電力を図示せよ。ただし、誘導起電力は、 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$  の向きに誘導電流を流す向きを正とする。
- (2) 時刻  $t$  [s] が  $0$  s から  $5$  s までの間に回路全体から発生するジュール熱の総量を求めよ。

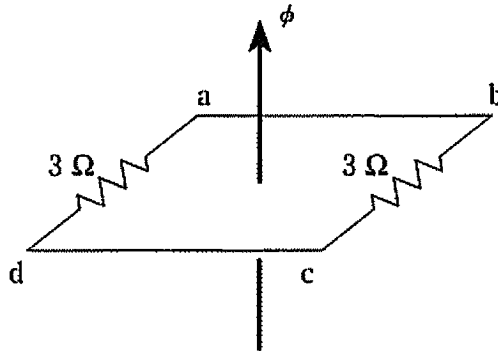


図 4

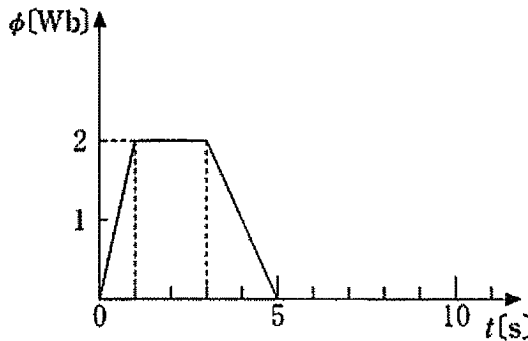


図 5

問 3. 図 6 のように、一辺の長さ  $L$  [m] の正方形を 2 つ用いて構成されるはしご型の回路 abcdef を紙面と平行に置いた。辺 af, be, cd には抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の電気抵抗が接続されている。いま、辺 af と垂直に  $x$  軸をとり、 $x$  軸の正の向きに速度  $v$  (m/s) でこの回路を移動させる。 $x > 3L$  の領域には紙面に垂直に裏から表に向かう磁束密度  $B$  [T] の一様な磁場があるとす。時刻  $t = 0$  [s] での辺 af の位置を  $x = 0$  [m] として、次の問いに答えよ。ただし、移動中に回路は変形しないものとし、図 6 のように、電流は a→f および c→d の向きを正とする。

- (1) 時刻  $t$  [s] が  $\frac{L}{v} < t < \frac{2L}{v}$  の範囲において、辺 af に流れる電流  $I_1$  [A] および辺 cd に流れる電流  $I_2$  [A] を求めよ。
- (2) 時刻  $t$  [s] が  $\frac{2L}{v} < t < \frac{3L}{v}$  の範囲において、辺 af に流れる電流  $I_1$  [A] および辺 cd に流れる電流  $I_2$  [A] を求めよ。

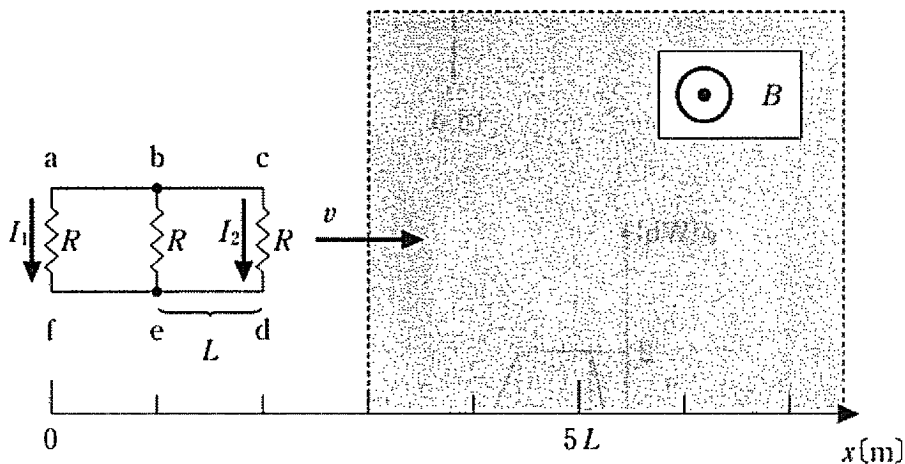


図 6



- [3] 図7のように、1モルの単原子分子理想気体が断面積  $S(\text{m}^2)$  のシリンダー内に、滑らかに動くピストンで閉じこめられている。シリンダーには温度調節器が取り付けられており、シリンダー内の気体を加熱したり冷却したりできる。ただし、温度調節器の体積と熱容量は無視でき、シリンダーとピストンは断熱材でできている。それらを通した熱の出入りは考えなくてよい。以下の文章を読んで各問いに答えよ。(40点)

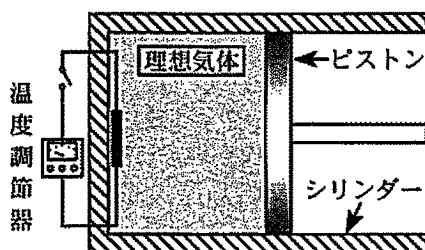


図 7

図 8(a)のように、この装置を水平に置きシリンダー内の理想気体の圧力を外の大気圧  $P(\text{N}/\text{m}^2)$  と等しくすると、シリンダー底面からピストンまでの距離は  $L(\text{m})$  となった。この状態を状態 A とする。内部エネルギーは温度に  $\frac{3}{2}R$  (ただし、 $R$  は気体定数) を掛け合わせることで与えられることから、状態 A の内部エネルギー  $U_A(\text{J})$  は [ ア ] である。次に、状態 A において温度調節器のスイッチを入れ、ピストンの位置を一定に保ちながら気体を加熱して圧力を 2 倍にした。これを状態 B とする(図 8(b))。状態 A から状態 B への変化(過程 A→B)で気体に加えた熱量  $Q_1(\text{J})$  は [ イ ] である。ここで、温度調節器のスイッチを切り、状態 B から気体をゆっくりと断熱膨張させると、ピストンはシリンダー底面から  $L_c(\text{m})$  の距離で静止した。これを状態 C とする(図 8(c))。状態 B、C における内部エネルギーをそれぞれ  $U_B(\text{J})$ 、 $U_C(\text{J})$  とすると、過程 B→C における内部エネルギーの変化  $(U_C - U_B)(\text{J})$  は [ ウ ] であり、この過程で気体が行った仕事  $W_1(\text{J})$  は [ エ ] である。最後に、状態 C で再び温度調節器のスイッチを入れ、気体を冷却して状態 A に戻した。過程 C→A における内部エネルギーの変化  $(U_A - U_C)(\text{J})$  は [ オ ] であり、気体が行った仕事  $W_2(\text{J})$  は [ カ ] である。したがって、過程 C→A で気体から奪った熱量  $Q_2(\text{J})$  は [ キ ] である。

問 1. [ ア ]から[ キ ]の空欄に入るべき数式を、 $S$ 、 $P$ 、 $L$ 、 $L_c$ を用いて表せ。

問 2. 気体に加えた熱量  $Q_1$  と気体から奪った熱量  $Q_2$  の関係を次の中から選び、番号で答えよ。

- ①  $Q_1 > Q_2$                       ②  $Q_1 = Q_2$                       ③  $Q_1 < Q_2$

問 3. 気体のした仕事  $W_1$ 、 $W_2$  と熱量  $Q_1$ 、 $Q_2$  との間に成り立つ関係式を書け。

問 4. 状態 B において、温度調節器のスイッチを入れたまま、状態 C と同じ圧力になるまで気体を等温的に膨張させた。その状態を  $C^*$  とする。このときのシリンダー底面からピストンまでの距離を  $L_{c^*}$  とすると、 $L_c$  と  $L_{c^*}$  との間に成り立つ関係を次の中から選び、番号で答えよ。

- ①  $L_c > L_{c^*}$                       ②  $L_c = L_{c^*}$                       ③  $L_c < L_{c^*}$

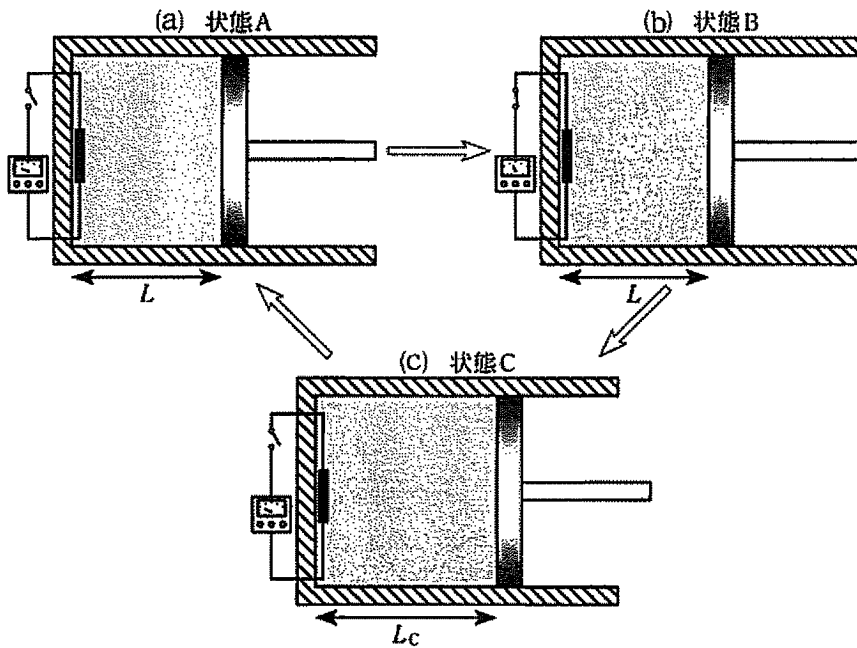


図 8

