

平成26年度入学試験問題

理 科

物理Ⅰ・物理Ⅱ 化学Ⅰ・化学Ⅱ
生物Ⅰ・生物Ⅱ 地学Ⅰ・地学Ⅱ

注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理Ⅰ・物理Ⅱ4枚，化学Ⅰ・化学Ⅱ5枚，生物Ⅰ・生物Ⅱ4枚，地学Ⅰ・地学Ⅱ5枚，下書き用紙は4枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1～8	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（1または2）の科目を選択し，解答しなさい。
化学Ⅰ・化学Ⅱ	9～22	
生物Ⅰ・生物Ⅱ	23～35	
地学Ⅰ・地学Ⅱ	36～46	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等により解答できない場合は，手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 選択する科目の解答用紙は上記1に示す枚数を回収するので，選択する科目の解答用紙と下書き用紙を切り取り，選択する科目すべての解答用紙に，それぞれ2箇所受験番号を記入しなさい。選択しない科目の解答用紙には受験番号を記入する必要はありません。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙は，試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして機の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 解答は，すべて解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 7 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

物理 I ・ 物理 II

問題に単位の指定がない場合、用いられる記号は SI (国際単位系) 単位にしたがっているものとする。

第 1 問

図 1 のように、エレベーターの天井の点 P から長さ L の糸で吊り下げられた大きさの無視できる質量 m の小球が、なめらかな水平の床の上で等速円運動している。糸はたるまず、糸と鉛直線のなす角 θ は一定で、糸の質量は無視できるとする。小球の速さを v 、重力加速度の大きさを g とするとき次の問いに答えよ。

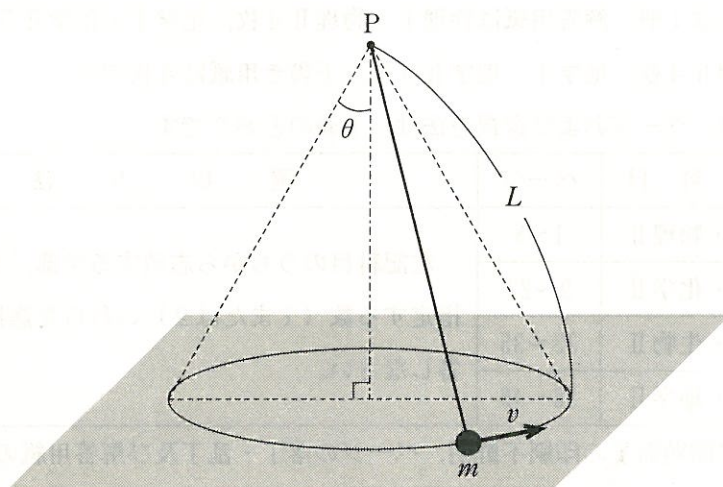


図 1

- 問 1 エレベーターが静止しているとき、小球にはたらく向心力の大きさを求めよ。
- 問 2 このときの糸の張力の大きさ、および小球が床から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
- 問 3 エレベーターが静止している状態で小球の速さ v をゆっくり増加させたとき、小球が床を離れた。小球が床を離れる瞬間の小球の速さ v_1 を求めよ。また、このときの糸の張力の大きさを求めよ。

次に、この実験を加速度の大きさ α で上昇するエレベーターの中で行った。エレベーター内の人を観察しているとして次の問いに答えよ。

問 4 小球が床から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。

問 5 問 3 と同様に、 v をゆっくり増加させたとき、小球が床を離れる瞬間の小球の速さ v_2 を求めよ。

問 6 v_2 が v_1 の n 倍であるとき、上昇するエレベーターの加速度の大きさ α を求めよ。

第 2 問

図 2 のようにひと巻きコイルの上方に磁石がある。コイルの面積は $0.3 \text{ [m}^2\text{]}$ である。磁石の N 極がコイルの方を向いている。この磁石を手で動かしコイルに向かって運動させる。コイルには回路配線が取り付けられており、 $10 \text{ [}\Omega\text{]}$ の抵抗とスイッチがつながれている。図 2 にあるように配線の途中に電極 A と B をとりつけ、回路中の起電力を A 点を基準とし、B 点で測る。回路及びコイルの抵抗は考えない。

- 問 1 スイッチを開いたままにしておきコイルを運動させると、コイルをつらぬく磁束密度は時間とともに図 3 のように変化した。このときの回路の起電力の時間変化を、解答用紙の図に記載せよ。
- 問 2 このときの起電力の最大値 $[\text{V}]$ を求めよ。
- 問 3 最大の起電力が発生している時にスイッチを閉じた。このときに流れる電流の向きは図 2 の矢印において、抵抗からコイルに向かう方向 (ア) か、それともコイルから抵抗に向かう方向 (イ) か、どちらかを答えよ。
- 問 4 問 3 で流れる電流の大きさ $[\text{A}]$ を求めよ。ただしコイルの自己インダクタンスは充分小さいとする。
- 問 5 この電流は運動する磁石に対してどのような働きをするか、30 文字以内で述べよ。

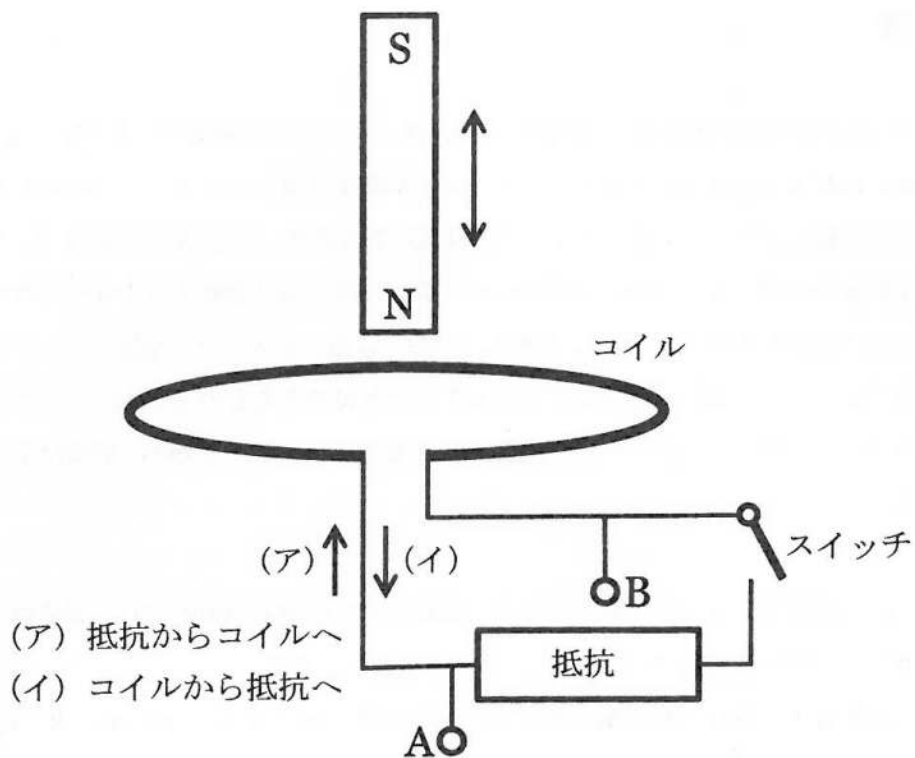


図 2

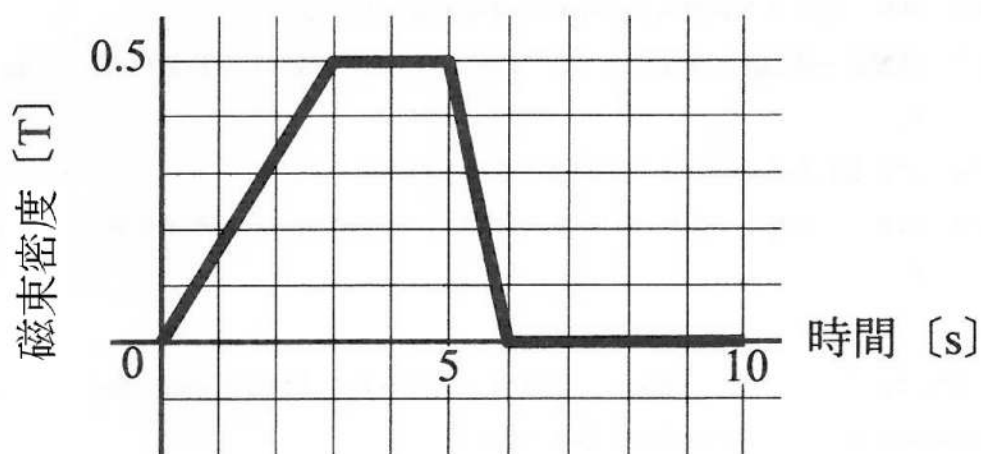


図 3

第3問

図4に示すように、容器Aと容器Bとが、コックのついた細管でつながれている。容器Aにはピストンがついており、ピストンは容器Aの奥からストッパーの位置までなめらかに動く。ピストンがストッパーの位置にあるとき、容器Aの容積は $4V_0$ である。容器Bの容積は V_0 である。容器Aと容器Bには、同じ単原子分子理想気体が入っている。装置の外側の圧力は p_0 である。なお、容器、ピストン、細管、コックは断熱材でできており、細管およびコックの大きさは無視できるものとする。各問に対する解答は、{ }内に示されている記号を用いて記すこと。この問題で、熱量は正の量とする。

はじめの状態ではコックは開いており、容器A内の気体の体積は $2V_0$ 、温度は T_0 、容器B内の気体の温度は T_0 であった。これを状態0とする。

問1 容器A内の気体の物質量を求めよ。気体定数を R とする。 $\{p_0, V_0, R, T_0\}$

コックを閉じて容器A内の気体をゆっくりと加熱したところ、ピストンは右に動き、ストッパーに接して停止した。停止した瞬間の状態を状態1とする。その後、容器A内の気体の圧力が $4p_0$ になったところで、加熱を停止した。この状態を状態2とする。

問2 状態1における容器A内の気体の温度を求めよ。 $\{T_0\}$

問3 状態0→状態1の変化において、容器A内の気体が吸収した熱量を求めよ。 $\{p_0, V_0\}$

問4 状態2における容器A内の気体の温度を求めよ。 $\{T_0\}$

問5 状態1→状態2の変化において、容器A内の気体が吸収した熱量を求めよ。 $\{p_0, V_0\}$

状態2においてコックを開くと、容器Aと容器B内の気体は断熱的に混合した後、平衡状態に達した。この状態を状態3とする。

問6 状態3における気体の温度を求めよ。 $\{T_0\}$

問7 状態3における気体の圧力を求めよ。 $\{p_0\}$

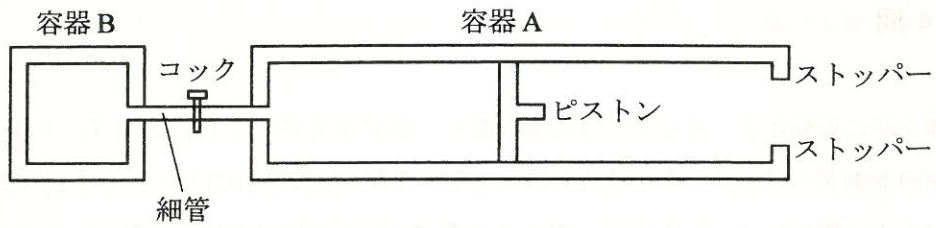


図 4

第4問

静止時に振動数 f の音を出す模型飛行機が、点 C を中心とした、周期 T 、半径 l の等速円運動をしている。模型飛行機は、上空からみて、反時計回りに、速さ v_p で運動している。観測者は、点 C から $2l$ 離れた位置で、この模型飛行機から発せられる音の振動数を測定している。模型飛行機の運動面は観測者の頭と同じ高さの水平面内にある。この状況を上から見たのが図5(a)であり、横から見たのが図5(b)である。音の速さを v_s 、風はないものとし、問1から問3は、問題文中で与えられた記号 f 、 l 、 v_s 、 v_p 、 T のうち必要なものを用いて答えよ。

観測者の聞く音の振動数は連続的に変化するが、このうち、一番高い振動数を f_H 、一番低い振動数を f_L とする。

問1 f_H と f_L を求めよ。また、これらの振動数の音は、模型飛行機がどの位置にある時に発せられたかを、それぞれ、 f_H 、 f_L の記号とともに、解答用紙の図に丸印で記入せよ。

問2 観測者は、途中で振動数 f の音を聞く。この音は、模型飛行機がどの位置にある時に発せられたかを、解答用紙の図に丸印で記入せよ。また、観測者がこの振動数 f の音を聞く時間間隔を求めよ。位置、時間間隔ともに、答えが2つあることに注意せよ。

問3 観測者が、振動数 f の音を聞いてから、次に振動数の一番高い音 f_H を聞くまでの時間を求めよ。答えが2つあることに注意せよ。

問4 問1で測定した音の振動数 f_L と f_H の比の値が $7/8$ で、一番高い振動数 f_H の音が聞こえてから一番低い振動数 f_L の音が聞こえるまでが 4.0 [s] であった。音の速さ v_s を 345 [m/s] としたとき、 v_p 、 l および T を求めよ。ただし、 $\pi = 3.14$ として、有効数字を考慮して計算せよ。

図 5 (a)

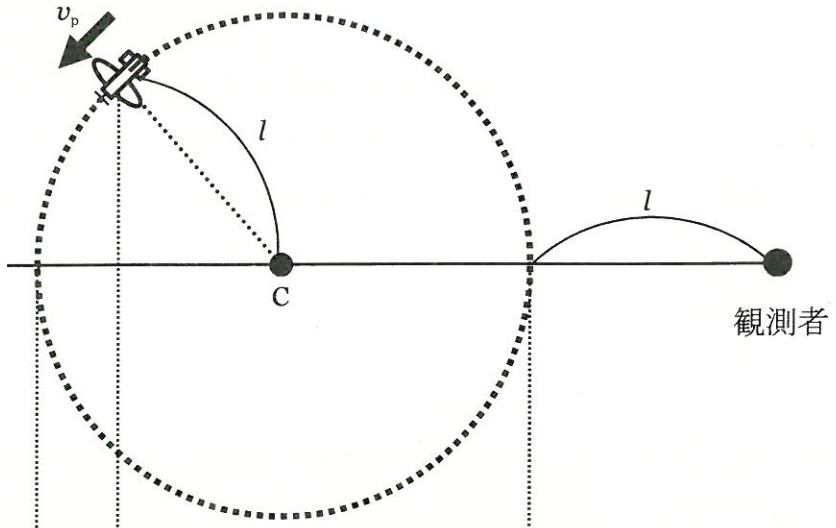


図 5 (b)

