

平成 25 年度入学試験問題

医 学 科 (前 期)

理 科

| 科 目 | ページ数 |
|-----|---------------|
| 物 理 | 1 ページ～ 8 ページ |
| 化 学 | 9 ページ～14 ページ |
| 生 物 | 15 ページ～20 ページ |

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

(注 意)

1. 問題冊子及び解答冊子は試験開始の合図があるまで開かないでください。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には受験番号も必ず記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。
4. 選択した科目の解答冊子の選択科目確認欄に正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
5. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
6. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の所定の欄に記入してください。
7. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
8. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
9. 試験時間は 120 分です。
10. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
11. 問題冊子は持ち帰ってかまいません。

物 理

1. 物理は全部で3問題あり，合計8ページあります。
2. すべての問題に解答してください。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄に記入してください。

- 1 下の文章を読んで、問1～問7に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答にいたる過程の説明を必ず記入しなさい。

図1-1のように、水平面からの傾きが θ のなめらかな斜面がある。斜面の下端に軽いばねの一端を固定し、ばねの他端には質量 M (kg)の物体Pを取りつけたところ、ばねは自然の長さから a (m)だけ縮んで静止した。斜面に沿って斜面上向きに x 軸を取り、釣り合いの位置を原点 O とした。

$x = b$ (m)の斜面最上段に質量 m (kg)の小球Qを置き静かに手を放したところ、小球Qは斜面を滑り降りて、物体Pと衝突した。衝突後、小球Qは斜面上向きに跳ね返った。物体Pは単振動の一部の運動をし、衝突後初めて振動の中心に戻った瞬間に、速さが最大になり、小球Qと2度目の衝突をした。

物体Pと小球Qの衝突は弾性衝突であり、空気の抵抗及び物体Pと小球Qの大きさは無視できるものとし、重力加速度の大きさを g (m/s^2)とする。

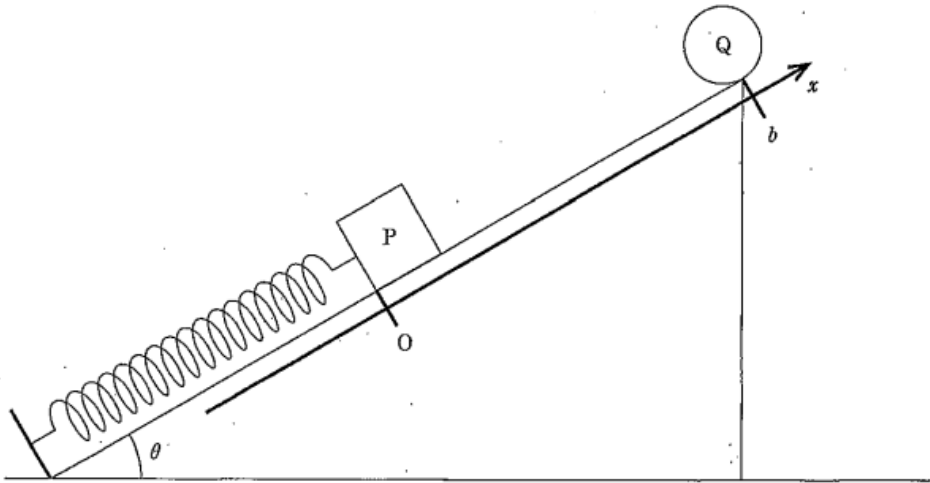


図1-1

- 問1 このばねのばね定数 k (N/m)を求めなさい。
- 問2 1回目の衝突直後の物体Pの速さ v_P (m/s)と小球Qの速さ v_Q (m/s)をそれぞれ求めなさい。
- 問3 1回目の衝突後のばねの縮みの最大値 y (m)を求めなさい。
- 問4 物体Pの速さが1回目の衝突後初めて最大になった瞬間に、小球Qと2度目の衝突をするための距離 b (m)を最初のばねの縮み a (m)を用いて表しなさい。

次に、図1-2のように小球Qをばねに取り付けた物体Pに押しつけて、ばねを原点より距離 d (m)だけ縮めて手を放した。初め小球Qと物体Pと一緒に運動をしていたが、ある地点で小球Qは物体Pから離れて斜面を上昇し、図1-3のように、斜面の最高点(床からの高さ h (m))から速さ v (m/s)で飛びだし、床と衝突をして跳ね返った。その後、衝突の度に跳ね返りの高さは減少して、やがて小球Qは跳ね返らずに床面を滑った。床はなめらかであり、小球Qと床との跳ね返り係数は e である。

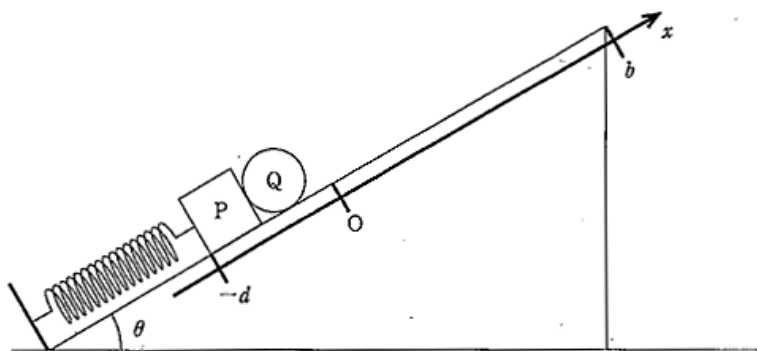


図1-2

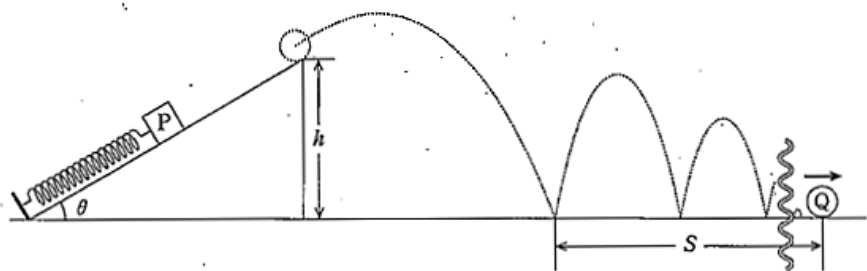


図1-3

- 問5 小球Qが物体Pから離れた地点の x 座標を求めなさい。
- 問6 小球Qが物体Pから離れた後、物体Pは単振動をした。この単振動の振幅 A (m)を求めなさい。
- 問7 小球Qが床に1回目の衝突をしてから跳ね返らなくなるまでに進んだ水平方向の距離 S (m)を求めなさい。ただし、小球と床との衝突時間は非常に短く無視できるものとする。

- 2 次の文章を読んで、問1～問7に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答にいたる過程の説明を必ず記入しなさい。

エールステッドは導線に電流を流すと近くの磁針が触れることから、電流のまわりに磁場(磁界)ができることを発見した。ここでは直線電流が作る磁場について考えてみよう。

図2のように直線状の導線AB、スイッチ、抵抗1および2、コンデンサー(電気容量 $C(F)$)、コイル(自己インダクタンス $L(H)$)、直流電流計、直流電源を導線で接続した。導線ABは南北(地磁気の方向)に水平に張り、その直下の5.0 cmの場所に磁針を置いた。スイッチを閉じ導線ABに南から北に直流電流 $I(A)$ を流すと磁針のN極が西に 30° 振れて静止した。

このようにスイッチを閉じ回路に電流を流すと、回路の抵抗1(半径 $a(m)$ 、長さ $b(m)$ 、抵抗率 $\rho(\Omega \cdot m)$)に電流が流れ、ジュール熱が発生し空气中に放出される。抵抗1が放出する熱エネルギーは、抵抗1と周囲の空気の温度差と、抵抗1の側面積の積に比例する。この比例定数を $K(W/m^2 \cdot ^\circ C)$ とすると単位時間、単位長さあたりに放出する熱エネルギーを計算することができる。

スイッチを閉じ電流を流し、N極が西に 30° 振れて静止した状態で、十分に長い時間がたつと放出する熱エネルギーは一定になった。抵抗1および2以外の抵抗は無視できるものとする。

問1 導線ABを中心とする同心円の半径すなわち電流からの距離 $r(m)$ の位置で、導線ABを流れる電流 $I(A)$ が作る磁場の強さ H の方向と大きさを求めなさい。また、磁場の強さの単位を、長さ(m)、質量(kg)、時間(s)、電流(A)の単位中から必要なものを用いて答えなさい。1つの解答欄に解答を2つとも記入しなさい。

問2 磁針のN極が西に 30° 振れて静止した状態のときの電流 $I(A)$ を求めなさい。また、磁針の位置における磁束密度 $B(T)$ の値を求めなさい、ただし、地磁気の水平成分による磁束密度は $3.0 \times 10^{-5} T$ とし、透磁率は $1.26 \times 10^{-6} N/A^2$ とし、磁針の大きさは十分小さいとする。1つの解答欄に解答を2つとも記入しなさい。

問3 抵抗1の抵抗値 $R(\Omega)$ を求めなさい。また、この抵抗1から単位時間、単位長さあたりに発生するジュール熱 $J(J)$ を求めなさい。

問4 コンデンサーに蓄えられた電気量 $Q(C)$ とエネルギー $W_1(J)$ を求めなさい。

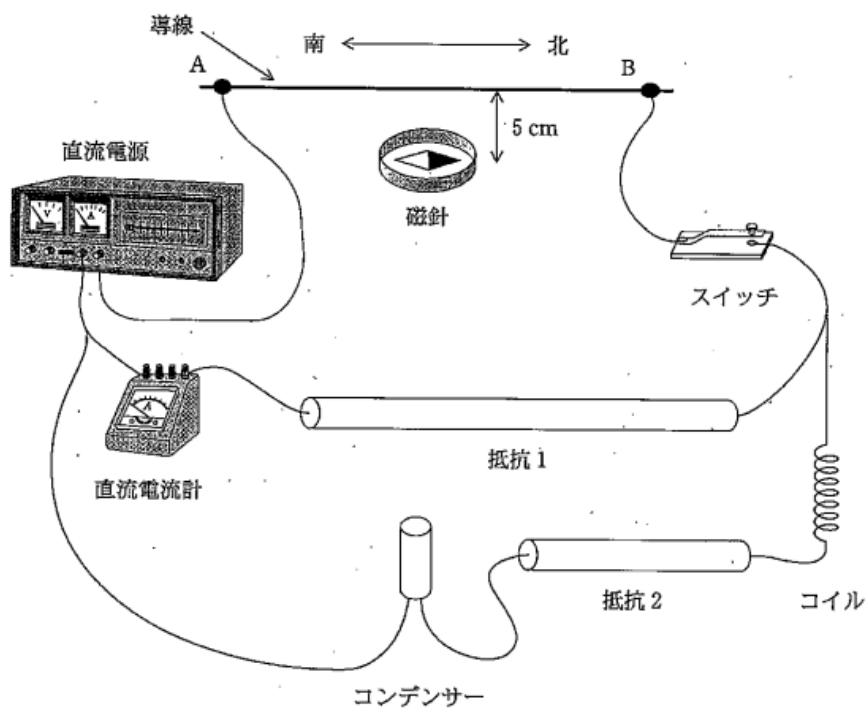


図 2

問 5 磁針を導線 AB の直下 5.0 cm におき、N 極が西に 30° 振れて静止しているとき抵抗 1 の半径を 2.0 mm として抵抗 1 と周囲の空気の温度差 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ を求めなさい。ただし抵抗 1 の抵抗率は温度に依存せず $\rho = 1.0 \times 10^{-7} \Omega \cdot \text{m}$ とし、比例定数 $K = 10 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$ とする。

次に、スイッチを切ると、コンデンサーに蓄えられた電荷が移動し、電流が流れた。その後、電流値が 0 になり、逆方向に流れだした。このような電荷の移動を繰り返しながら十分な時間が経過すると電流が完全に流れなくなった。

問 6 スwitchを切った後、いったん流れだした電流が初めて流れなくなるまでの時間 $t(\text{s})$ を求めなさい。

問 7 スwitchを切った後、流れだした電流が完全に流れなくなるまでに抵抗 2 で消費されるエネルギー $W_2(\text{J})$ を求めなさい。ただし抵抗 2 の抵抗率と半径は抵抗 1 と同じで、長さは抵抗 1 の半分とする。

- 3 次の文章を読んで、問1～問7に答えなさい。ただし、解答欄には最終結果だけでなく、解答にいたる過程の説明を必ず記入しなさい。

太陽光のような平行な光が凸(とつ)レンズに入射すると、焦点を含む光軸に垂直な平面上の1点に光は集まる。

図3-1のように焦点距離が20 cmの凸レンズ L_1 と一様な明るさで長さ8 cmの線状の単色光源AOB(両端をA, B, 中心をOとする。AO = BO = 4 cm)とついたてをおいた。光源AOBをレンズ L_1 の手前30 cmにおき、ついたてを動かして像のできるところにおいた。

次に、図3-2のようにレンズ L_1 と焦点距離が30 cmの凸レンズ L_2 と光源AOB, およびついたてを配置した。光源AOBとレンズ L_1 との距離は20 cm, ついたてとレンズ L_2 との距離は30 cm, レンズ L_1 とレンズ L_2 との距離は50 cm以上とした。

さらに、図3-3のようにレンズ L_1 とレンズ L_2 と、1つの角が 90° で2つの角が 45° の直角プリズムP(屈折率は $\sqrt{2}$)、光源AOB, およびついたてを配置した。光源AOBとレンズ L_1 との距離は20 cm, ついたてとレンズ L_2 との距離は30 cmとし、プリズムは十分大きいものとする。

また、レンズは薄く十分大きいものとし、空気の屈折率は1とする。

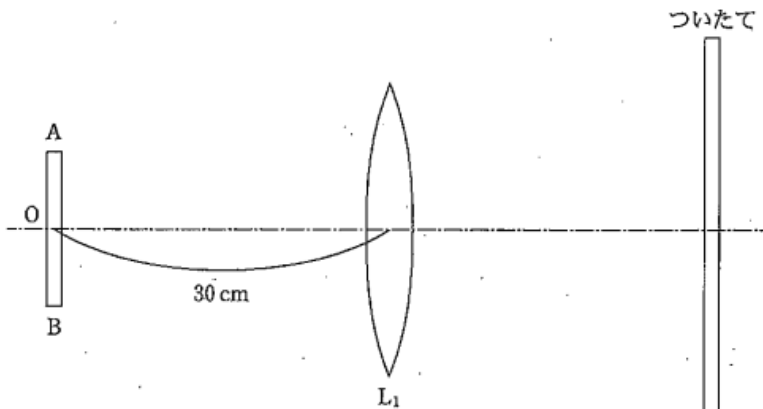


図3-1

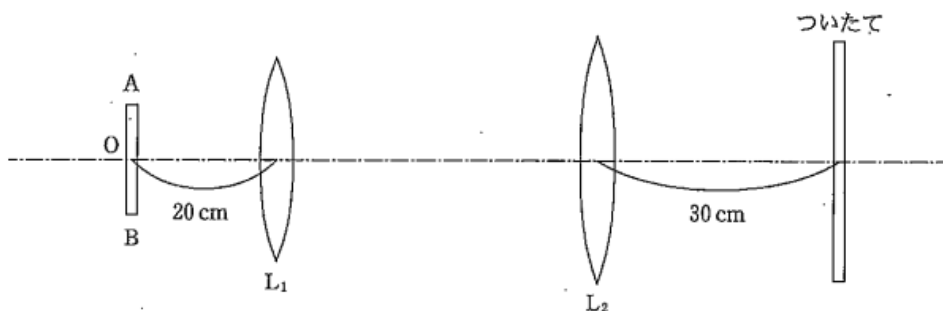


図 3-2

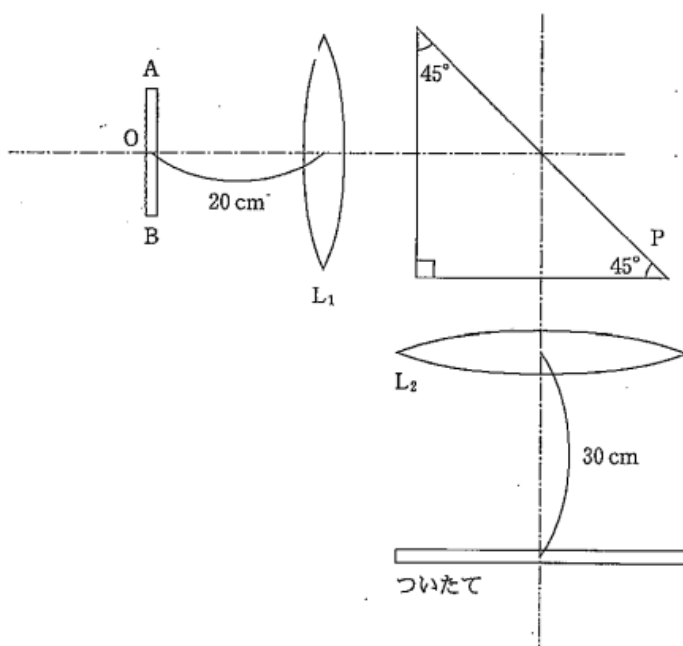


図 3-3

問 1 図 3-1 のとき、ついたてとレンズ L_1 との距離 l (cm) を求めなさい。また、このときで
 ける像の長さ $A'B'$ (cm) を求めなさい。1 つの解答欄に解答を 2 つとも記入しなさい。

問 2 図 3-2 のとき、光源上の点 A から出た光がどのように進むかを考え、解答用紙に 2 本
 の線で描かれた光がレンズ L_1 を通ったあと、20 cm までどのように進むかを描きなさい。
 ただし、作図に用いた補助線は残すこと。

- 問 3 図 3—2 のとき、光源 AOB の像はついたて上にできるか考察し、できる場合にはどのような像になるか説明しなさい。できない場合にはその理由を説明しなさい。必要に応じて図を描いて説明してもよい。
- 問 4 光が直角プリズム P から空気中に入射するとき、全反射の臨界角 θ_c を求めなさい。
- 問 5 図 3—3 のとき、点 A から出た光がレンズ L_1 を通ったあと、どのように進むか説明しなさい。
- 問 6 図 3—3 のとき、光源 AOB の AO 部分の像はついたて上にできるか考察し、できる場合にはどのような像になるか説明しなさい。できない場合にはその理由を説明しなさい。
- 問 7 図 3—3 のとき、光源 AOB の像はついたて上にできるか考察し、できる場合にはどのような像になるか説明しなさい。できない場合にはその理由を説明しなさい。