

平成 27 年度入学試験問題(前期)

理 科

物 理	(新教育課程 旧教育課程)	物理基礎, 物理 物理 I, 物理 II)	1~ 8 ページ
化 学	(新教育課程 旧教育課程)	化学基礎, 化学 化学 I, 化学 II)	9~18 ページ
生 物	(新教育課程 旧教育課程)	生物基礎, 生物 生物 I, 生物 II)	19~31 ページ
地 学	(新教育課程 旧教育課程)	地学基礎, 地学 地学 I, 地学 II)	32~40 ページ

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いて見てはならない。
2. あらかじめ選択を届け出た科目について解答すること。それ以外の科目について解答しても無効である。
3. 各科目のページは上記のとおりである。落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所等がある場合には、申し出ること。
4. 解答用紙を別に配布している。解答は、問題と同じ科目、同じ番号の解答用紙に記入すること。指定の箇所以外に記入したものは無効である。
5. 各科目の問題は、学部・学科・専攻等によって異なる点があるから、下に表示する。
 - (1) 物理を選択した受験者
該当する学部全学科 ① ② ③ ④
 - (2) 化学を選択した受験者
教育学部 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
医学部医学科 ① ② ③ ④
医学部保健学科 ① ② ③ ⑤
理工学部 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
農学生命科学部分子生命科学科 ① ② ④ ⑤
農学生命科学部生物学科, 生物資源学科, 園芸農学科 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥
 - (3) 生物を選択した受験者
教育学部 ① ② ④ と ⑤ または ⑥ の 4 問
医学部医学科 ① ② ③
医学部保健学科 ① ② ③
理工学部 ① ② ④ と ⑤ または ⑥ の 4 問
農学生命科学部分子生命科学科 ① ② ③
農学生命科学部生物学科, 生物資源学科, 園芸農学科 ① ② ④ と ⑤ または ⑥ の 4 問
 - (4) 地学を選択した受験者
該当する学部全学科 ① ② ③ ④
6. 解答用紙の指定された欄に、学部名と受験番号を記入すること。
7. 提出した解答用紙以外は、すべて持ち帰ること。

物 理

1 図のような水平面に対し角度 $\theta_1 (0^\circ < \theta_1 < 90^\circ)$ と $\theta_2 (0^\circ < \theta_2 < 90^\circ)$ をなす 2 つの十分に長いあらい斜面がある。斜面上に質量 m の物体 A, B が置かれ、斜面の頂上にある摩擦が無視できる軽い定滑車を通したひもでつながれている。はじめに A を O の位置で手で押さえ物体を静止させ、その後時刻 $t = 0$ で手をはなすと B が斜面をすべり降りた。A が O の位置から距離 l 進んだ位置を P、重力加速度の大きさを g 、左側の斜面の動摩擦係数を μ_1 、右側の斜面の動摩擦係数を μ_2 とする。また空気抵抗の影響は無視でき、糸は伸び縮みせずその質量は無視できるものとする。A, B は斜面に沿って進んでも斜面の頂上にある定滑車や水平面にぶつからないものとして、下記の問いに答えなさい。

問 1 B にはたらいっている動摩擦力の大きさ F を、 m, g, μ_2, θ_2 のうち必要なものを用いて表しなさい。

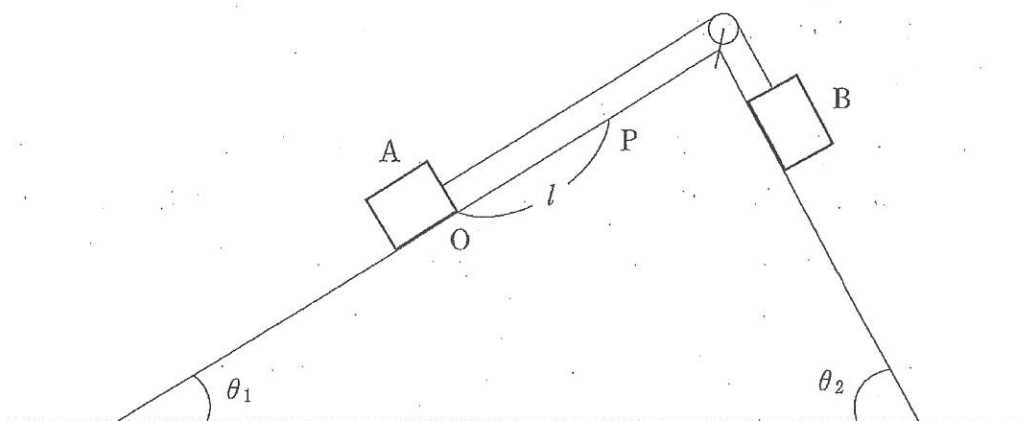
問 2 B の加速度の大きさ a を、 $g, \mu_1, \mu_2, \theta_1, \theta_2$ のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 3 糸の張力の大きさ T を、 $m, g, \mu_1, \mu_2, \theta_1, \theta_2$ のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 4 A が P の位置に到達する時刻 t_1 を、 $g, \mu_1, \mu_2, l, \theta_1, \theta_2$ のうち必要なものを用いて表しなさい。

問 5 時刻 t での A の力学的エネルギーを $E_A(t)$ とする。 $t = 0$ から A が P の位置に到達する時刻 $t = t_1$ までの A の力学的エネルギーの変化量 $\Delta E_A = E_A(t_1) - E_A(0)$ を、 $m, g, l, \mu_1, \mu_2, \theta_1, \theta_2$ を用いて表しなさい。

問 6 問5と同様に、時刻 t での B の力学的エネルギーを $E_B(t)$ とし、 $t=0$ から $t=t_1$ までの B の力学的エネルギーの変化量を $\Delta E_B = E_B(t_1) - E_B(0)$ とする。A の力学的エネルギーの変化量と B の力学的エネルギーの変化量の和 $\Delta E_A + \Delta E_B$ を、 $m, g, l, \mu_1, \mu_2, \theta_1, \theta_2$ のうち必要なものを用いて表しなさい。またこのとき、力学的エネルギーが保存されるかどうか理由とともに答えなさい。



2 空気の温度が調整できる部屋でおんさをを用いて次の実験を行った。以下の各問いに答えなさい。

問 1 おんさ A, B, X を用意した。A の固有振動数は 260 Hz, B の固有振動数は 255 Hz, X の固有振動数は不明である。おんさ A とおんさ X を同時に鳴らすと、5 秒間に 10 回のうなりが発生した。次に、おんさ B とおんさ X を同時に鳴らすと、10 秒間に 30 回のうなりが発生した。おんさ X の固有振動数 f_x [Hz] を求めなさい。

問 2 固有振動数 250 Hz のおんさ C を用意した。図 1 に示すように、一様な太さのガラス管の中にピストンがはめ込まれている。管の左端からピストンまでの距離を l とする。おんさ C を管口の左端の近くで鳴らし、ピストンを管の左端から右へゆっくり動かしていく実験を行った。以下の問いに答えなさい。なお、おんさの固有振動数は温度によって変化しないものとする。

(1) 空気の温度を $t = t_0$ [°C] に調整して実験を行ったところ、 $l = 30.5$ cm で最初の共鳴が起こり、次に $l = 98.5$ cm で 2 回目の共鳴が起こった。おんさ C から発生している音波の波長を、2 つの共鳴位置間の距離を用いて求めなさい。

(2) (1) の実験において、おんさ C から発生している音波が空気中を伝わる速さを求めなさい。

(3) 次に空気の温度を 10 °C 上昇させ、 $t = t_0 + 10$ [°C] とした後におんさを鳴らし、同様の実験を行った。最初の共鳴位置と 2 回目の共鳴位置との間の距離を求めなさい。ただし音波が空気中を伝わる速さ V [m/s] と空気の温度 t [°C] との関係は、 $V = 331.5 + 0.60t$ で与えられるものとする。

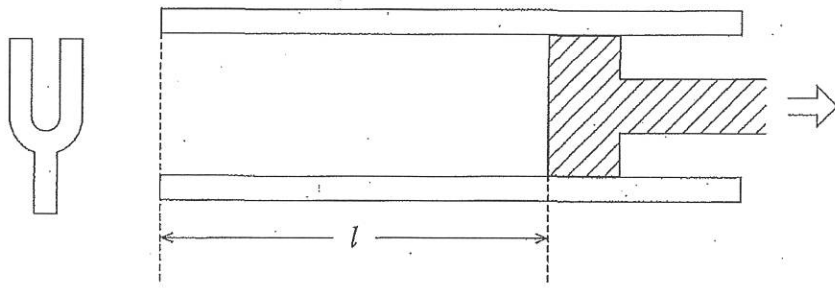


图 1

3 圧力 P_0 、温度 T_0 の単原子分子の理想気体で満たされた十分広い空間に、容器 A、B とピストンを有するシリンダ C からなる装置が置かれている。図 1 のように各容器とシリンダにはコック S_a 、 S_b 、 S_c が取り付けられた細い管が接続されている。容器、細い管、コックそしてシリンダとピストンは断熱材でできており、容器 A の内部にはヒーターが取り付けられている。シリンダ C のピストンは摩擦がなくなめらかに動く。またヒーターと細い管の体積は無視できる。

初期状態として、すべてのコック S_a 、 S_b 、 S_c は閉じられ、容器 A は容積 V で温度 T_a 、圧力 P_a の単原子分子の理想気体が入っている。容器 B は容積 V で、圧力 P_b 、温度 T_b の単原子分子の理想気体が入っている。またシリンダ C 内の容積は 0 である。

次に示す手順にしたがって装置を操作し、操作ごとに熱平衡に達するまで、装置を放置した。気体定数を R として以下の問いに答えなさい。

手順 1 : S_b を開いた。

手順 2 : S_b を閉じて S_a を開いた。そして容器 A 内の気体が圧力 P_0 、温度 T_0 となるまで待つて S_a を閉じた。

手順 3 : S_c を開いて容器 A 内の気体をヒーターで加熱した。その結果、ピストンが動きシリンダ C 内の容積が $4V$ となった。

手順 4 : S_c を閉じ、ピストンを外から手で引いてシリンダ C 内の容積を増加させた。

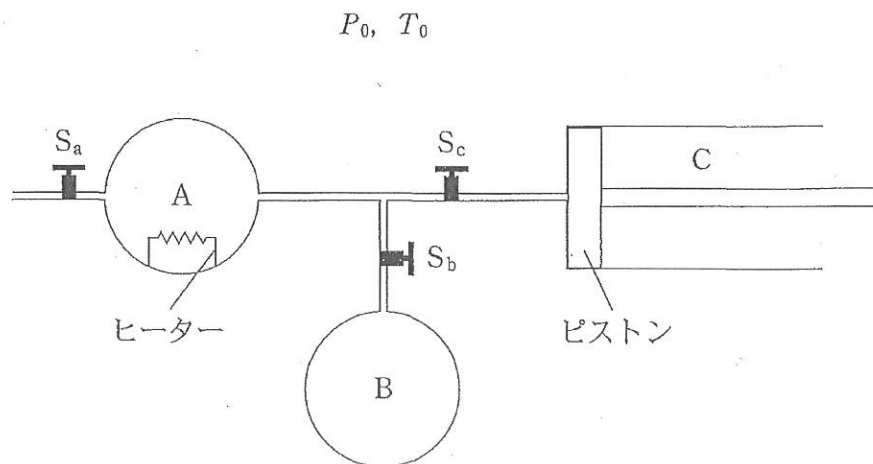


図 1

問 1 手順 1 を行って熱平衡に達した後の容器 A, B 内の気体の温度を求めなさい。

問 2 手順 1 を行って熱平衡に達した後の容器 A, B 内の気体の圧力を求めなさい。

問 3 手順 1 を行ったことで生じた容器 B 内の気体のモル数の変化量を求めなさい。ただし、モル数の変化量は変化後のモル数から変化前のモル数を引いた値とする。

問 4 手順 3 を行ったことで容器 A 内とシリンダ C 内の気体に生じた内部エネルギーの変化量を求めなさい。ただし、内部エネルギーの変化量は変化後の内部エネルギーから変化前の内部エネルギーを引いた値とする。

問 5 手順 3 でヒーターが気体に与えた熱量を求めなさい。

問 6 手順 4 を行うことでシリンダ C 内の気体の温度が、上がるか、または、下がるかを答えなさい。また、その温度変化が生じる理由を熱力学第 1 法則に基づいて説明しなさい。

- 4 電場と磁場中の荷電粒子の運動に関する実験を行った。ただし、全ての実験は真空中で行われているものとし、荷電粒子は重力および地磁気の影響を受けないものとする。以下の各問いに答えなさい。

問 1 図1のように、間隔 d 、長さ l の十分広い平行電極板を置いた。電極間に直流電圧 $V (V > 0)$ をかけ、電極板間に一様な電場を発生させた。そこに、質量 m 、電気量 $q (q > 0)$ の荷電粒子を、速さ v_0 で電極の左端から電極板に平行に入射させた。図1のように、荷電粒子の入射方向を x 軸、電極板に垂直な方向を y 軸にとり、電極板の左端の荷電粒子の入射点を座標の原点 $O (0, 0)$ とする。ただし、荷電粒子は電極板に衝突しないものとする。

- (1) 荷電粒子が電場から受ける力の x 成分と y 成分、荷電粒子の加速度の x 成分と y 成分を求めなさい。ただし、 x 軸と y 軸の正の向きを電場、力および加速度の正の向きとする。
- (2) $0 \leq x \leq l$ の区間における荷電粒子の軌道を x と y の関係式として表しなさい。
- (3) 荷電粒子が電極の右端 ($x = l$) に到達したときの座標 y を求めなさい。

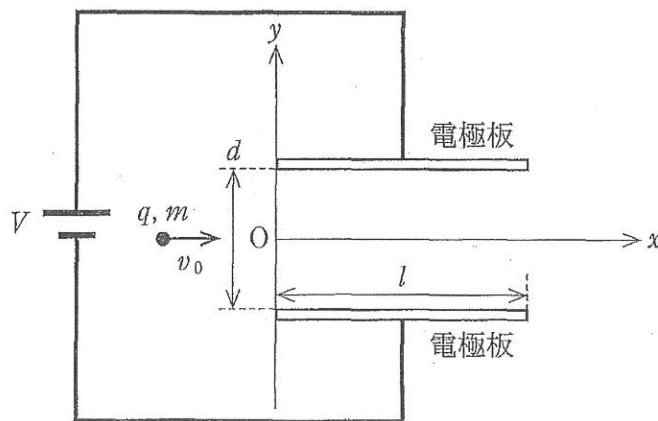


図 1

問 2 図 2 に示すように、図 1 の実験装置の電極板間と $x \geq L$ の領域に、紙面に垂直で表側から裏側に向かう磁束密度 B の一様な磁場をかけた。質量 m 、電気量 q ($q > 0$) の荷電粒子を、速さ v_1 で電極の左端から x 軸に平行に原点 $O(0, 0)$ に入射させたところ、この荷電粒子は電極板間を x 軸に平行に直進した。荷電粒子は電極板間を通り抜けた後、 x 軸上の点 $P(L, 0)$ に入射した。

- (1) 荷電粒子の速さ v_1 を求めなさい。
- (2) 荷電粒子が $x \geq L$ の領域を運動した後、点 $Q(L, R)$ に到達した。荷電粒子の質量 m を q, d, R, V, B を用いて表しなさい。
- (3) $x \geq L$ の領域における荷電粒子の軌道を x と y の関係式として表しなさい。ただし、答えは x, y, m, q, d, L, V, B を用いて表しなさい。

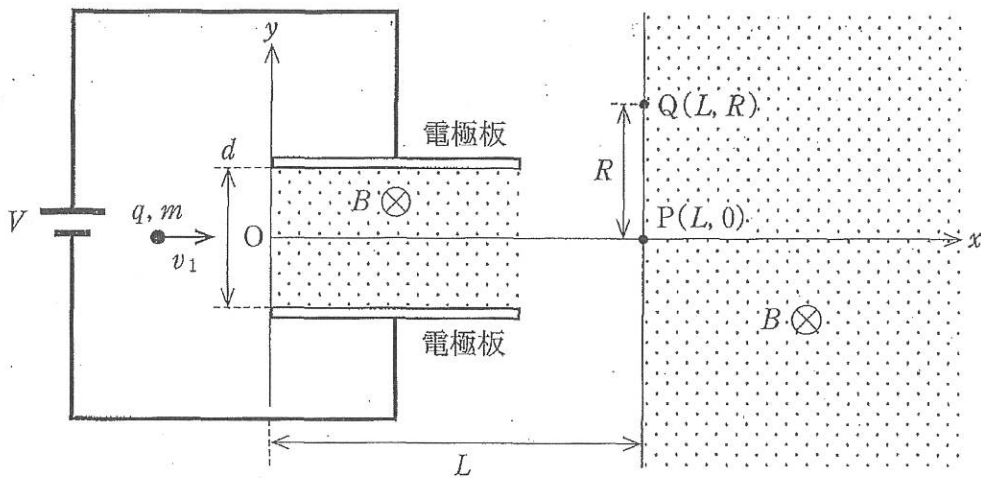


図 2