大阪医科大学

平成27年度入学試験問題（前期）

理　　　科

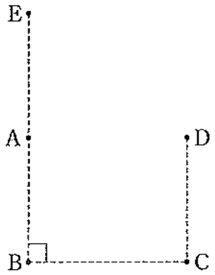
注　　意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理，化学，生物のうちから2科目を選択し，別紙解答用紙に受験番号，氏名を記入すること。
   （ただし受験票，入学願書に記入した2科目に限る。）
3. 選択した科目以外の科目（例えば物理，化学を選択した場合は生物）の解答用紙にも受験番号，氏名を記入し，全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合，及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合，その答案は無効とする。
6. 問題冊子は1冊，別紙解答用紙は各科目それぞれ1枚である。
7. 受験票は机上に出しておくこと。

物　理（前　期）　（その1）

Ⅰ　以下の問に答えよ。

(1)　木星の公転周期は約12年である。木星と太陽の間の距離は，太陽と地球の間の距離の何倍か。両惑星の軌道は円として，最も近い整数で答えよ。

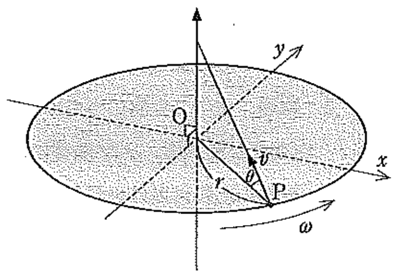


(2)　右図のように，同一平面上に点A～Eがある。AB間，AE間，CD間は$3a$〔m〕，BC間，AD間は$4a$〔m〕であり，Aに$+Q$〔C〕，Bに$-Q$〔C〕の電荷がある。電荷q〔C〕の点電荷をCからDに移動させるのにW〔J〕の仕事を必要とした。同じ点電荷をCからEに移動させるのに必要な仕事W'〔J〕は，Wの何倍か。

(3)　変電所から街まで離れているので，送電線で電力損失が生じる。一軒の家が電気を使用すると4％の電力損失が起きた。40軒の家が同時に電気を使用すると，送電線による電力損失は何％になるか。なお，各家の電力消費量は同じとする。

(4)　大気圧1000 hPa，温度300 Kの湖上で，なめらかに動くピストンをもつ，断熱材で覆われた容器の内部に，1モルの空気を封入したところ，体積はV_0〔m^3〕であった。この容器を水深100 mまでゆっくりと沈めた。この時の容器内の空気の温度を求め，空気がされた仕事を気体定数R〔J/(mol·K)〕を用いて表せ。ただし，水の密度は1000 kg/m^3，重力加速度は10 m/s^2，空気の定積モル比熱C_Vは$\frac{5}{2}R$とし，空気は理想気体として扱えるものとする。断熱変化では，圧力Pと体積Vの間に，$PV^{\frac{C_V+R}{C_V}}$＝一定の関係が成り立つ。なお$11^{\frac{2}{7}}$は2とせよ。

Ⅱ　水平なxy平面上に原点Oを中心として回転できる半径r〔m〕の薄い円板を置いた。円板の回転の角速度をω〔rad/s〕($\omega \geqq 0$，反時計回りを正)とする。この円板外周の1点には質量m〔kg〕の小球を放出できる発射台Pが乗っている。Pの砲身は円板の中心軸の上方を向いており，水平面に対して角θ〔rad〕($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)をなしている。発射台や小球の大きさ，空気抵抗など全ての摩擦は，いずれも無視できるものとして，次の問に答えよ。ただし，問題文中で表される小球の初速v〔m/s〕は，円板上の発射台Pから見た大きさを示すものとし，重力加速度はg〔m/s^2〕とする。



(1)　円板を$\omega = \omega_0 (> 0)$で回転させながら，Pから$v = v_0$，$\theta = \theta_0$で放出された小球の運動エネルギーは，円板の回転を止めた状態($\omega = 0$)で，Pから$v = v_0$，$\theta = \theta_0$で放出された小球の運動エネルギーよりどれだけ大きいか，m，r，ω_0，v_0，θ_0，gから必要な記号を用いて表せ。

(2)　$\omega = \omega_1 (> 0)$で回転する円板上のPがx軸上の点$(r, 0)$を通過するときに，$v = v_1$，$\theta = \theta_1$で小球を放出した。この小球の最高到達点の高さh_1〔m〕と，xy平面に落下する点のx座標x_1〔m〕およびy座標y_1〔m〕を，m，r，ω_1，v_1，θ_1，gから必要な記号を用いて表せ。

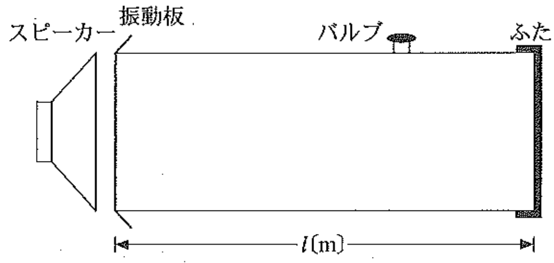
(3)　円板の回転を止めた状態($\omega = 0$)で，Pから$v = v_2$，$\theta = \theta_2$で小球を放出したところ，小球はちょうどOに落下した。このとき，v_2はいくらか，m，r，θ_2，gから必要な記号を用いて表せ。

(4)　(3)のあと小球は跳ね返った。小球の次の落下点はOからどれだけ離れた場所になるか。小球と円板の反発係数をe ($0 < e < 1$)として，その距離を，e，m，r，θ_2，gから必要な記号を用いて表せ。

(5)　$\omega = \omega_2 (> 0)$で回転する円板上のPがx軸上の点$(r, 0)$を通過するときに，$v = v_2$，$\theta = \theta_2$で小球を放出した。この小球が，円板上で2回以上弾むためには$\omega_2 \leqq \boxed{\text{①}} \times \boxed{\text{②}}$を満たさなければならない。①には$m$，$r$，$\theta_2$，$g$から必要な記号を用いた式，②には$e$を用いた式を入れよ。

物　理（前　期）　（その２）

Ⅲ　図のように，長さ l〔m〕の円筒容器の両端が振動板とふたで密閉され，その内部に m〔g〕の理想気体が封入されている。振動板の近くにスピーカーを置き，これを鳴らすと振動板が振動することにより内部に気柱の共鳴が生じる。気体中で音が伝わる速さは $v=\sqrt{\dfrac{\alpha P}{\rho}}$〔m/s〕（$P$〔Pa〕は気体の圧力，$\rho$〔kg/m^3〕は気体の密度，$\alpha$ は気体固有の定数）で表されるとして，以下の問に答えよ。



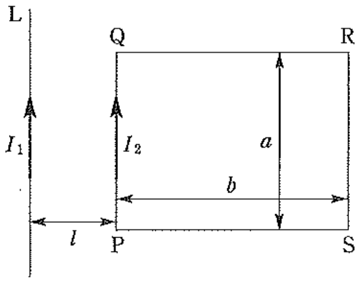
(1)　容器内の気体の温度が 0 ℃(273 K)，圧力が 1 気圧の状態で，スピーカーの発する音の振動数を徐々に高くしていくと，ある振動数 f_1〔Hz〕で容器の内部に 1 回目の気柱の共鳴が生じた。さらに振動数を高くしていくと振動数 f_2〔Hz〕で 2 回目の共鳴が生じた。気柱を伝わる音の速さを v〔m/s〕として，f_1，f_2 を l と v で表せ。

(2)　容器内の気体の温度を T〔℃〕に上昇させて(1)と同じ実験をしたところ，(1)とは異なる振動数で気柱の共鳴が生じた。1 回目および 2 回目の共鳴が生じた時の振動数 f_1'〔Hz〕と f_2'〔Hz〕は f_1，f_2 のそれぞれ何倍か。ただし，容器の膨張は無視できるほど小さいものとする。

(3)　容器内の気体の温度を T〔℃〕に保ったまま容器に取り付けられたバルブを開け，気体の圧力を 1 気圧に戻した。容器から抜けた気体の質量 Δm〔g〕を T と m で表せ。また，この状態で共鳴実験を行ったとき，1 回目および 2 回目の共鳴が生じた時の振動数 f_1''〔Hz〕と f_2''〔Hz〕は，f_1，f_2 のそれぞれ何倍か。

(4)　バルブを閉め，図の右側のふたを外して開口端にし，容器内を 0 ℃，1 気圧の空気で完全に入れ替えて共鳴実験を行うと，1 回目に共鳴する振動数 f_1'''〔Hz〕は f_1 の $\dfrac{1}{6}$ であった。最初に密封されていた気体の 0 ℃における音の速さは，空気の 0 ℃における音の速さの何倍か。また，2 回目に共鳴する振動数 f_2'''〔Hz〕は f_2 の何倍か。（開口端補正は考えなくてもよい）

Ⅳ　図のように，透磁率 μ_0〔N/A^2〕の空間内に置かれた無限に長い導線 L に電流 I_1〔A〕が流れている。この導線と同じ平面内に PQ が a〔m〕，QR が b〔m〕の長方形の回路 PQRS があり，電流 I_2〔A〕が流れている。導線 L と PQ は平行であり，その間の距離は l〔m〕である。また，PQ を流れる電流 I_2 は電流 I_1 と同じ向きである。μ_0，I_1，I_2，l，a，b のうち，必要な記号を用いて以下の問に答えよ。



(1)　電流 I_1 が，導線 L から距離 l〔m〕離れた位置に作る磁束密度 B〔Wb/m^2〕はいくらか。

(2)　電流 I_1 が，回路の PQ 部分に及ぼす力 F_1〔N〕はいくらになるか。またこの力は導線 L に対して引力となるか斥力となるか。

(3)　電流 I_1 が，回路 PQRS 全体に及ぼす力 F_2〔N〕はいくらになるか。またこの力は導線 L に対して引力となるか斥力となるか。

次に，回路 PQRS に電流を流すのをやめ，QR 方向に R に向かって一定の速度 v〔m/s〕で回路を動かした。導線 L と PQ との距離が x〔m〕のとき，回路に生じた起電力を次のような方法で計算した。回路の単位長さ当たりの抵抗を r〔Ω/m〕とし，μ_0，r，I_1，x，a，b，v のうち必要な記号を用いて以下の問に答えよ。

(4)　回路の PQ 部分が単独で速度 v で動いていると考えると，このとき PQ に生ずる誘導起電力 E_1〔V〕はいくらか。P に対して Q の電位が高い場合は正の符号（＋），低い場合は負の符号（－）をつけて答えよ。

(5)　(4)と同様に回路 QR 部分が単独で速度 v で動いていると考えると，このとき QR に生ずる誘導起電力 E_2〔V〕はいくらか。Q に対して R の電位が高い場合は正の符号（＋），低い場合は負の符号（－）をつけて答えよ。

(6)　(4)や(5)のように考えていくと，回路 PQRS が速度 v で動いているときの回路 PQRS 全体の起電力が計算できる。オームの法則を考慮して，この回路に流れる電流 I〔A〕を求めよ。ただし，回路を時計回りに流れる向きを正とする。