

関西医科大学 一般

2014 年度入学試験問題(後期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 22 ページあり、問題数は、物理 4 問、化学 4 問、生物 4 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に、それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。また、※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて、選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの、および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは、理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子、解答用紙はともに持ち出してはならない。
- 7) 途中退場または試験終了時には、解答が他の受験生の目に触れないように解答用紙を裏返して、下から順に物理、化学、生物の解答用紙を重ねて、監督者の許可を得た後に退出すること。

物

理

I 図のように、半径 R のなめらかな半球面を水平な床の上に固定し、半球面の頂点から床に下ろした垂線の足を O とする。半球面の頂点に、大きさの無視できる質量 m の小物体を静かに置いたところ、小物体は半球面上を滑り落ち始めた。その後の小物体の運動について以下の問に答えよ。重力加速度の大きさを g とする。途中の考え方も記せ。

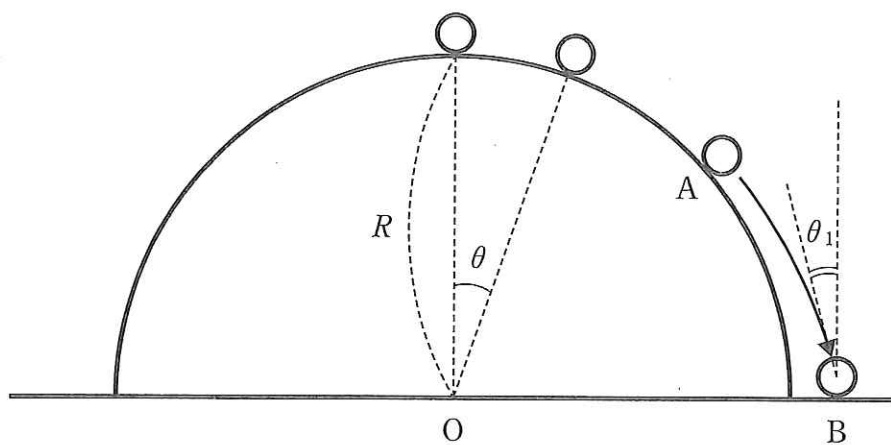
問 1 図に示すように、運動する小物体が、点 O から見て鉛直方向から θ の角度をなす位置で半球面に接しているとき、小物体の速さを、 θ を用いて表せ。

問 2 問 1 の状態で、小物体が半球面から受ける垂直抗力の大きさを、 θ を用いて表せ。

問 3 問 1 の状態で、小物体が持つ加速度の大きさを、 θ を用いて表せ。

問 4 小物体は図中の点 A で半球面から離れた。この瞬間の小物体の速さを求めよ。

問 5 点 A で半球面から離れた小物体は、その後、半球面に再び接触することなく、図中に示す床面上の点 B に衝突した。衝突する直前の小物体の入射角度を、図に示すように、鉛直方向に対して θ_1 とする。 $\tan \theta_1$ の値を求めよ。



Ⅱ 図1のように2つの平行板コンデンサーに、電圧が V_a , V_b ($V_a < V_b$)である直流電源をそれぞれ接続し、充電した。コンデンサー1, コンデンサー2の電気容量はそれぞれ C および $2C$ であり、両コンデンサーとも、極板間は空気で満たされている。

問1 コンデンサー1, コンデンサー2に蓄えられた電気量をそれぞれ求めよ。

その後、4つのスイッチを同時に切り替え、図2の状態にした。

問2 スwitchを切り替えた直後に点Aに流れる電流の向きは、ア、イのどちらか。

問3 スwitchを切り替えてから、じゅうぶん時間が経った後、コンデンサー1, コンデンサー2に蓄えられた電気量をそれぞれ求めよ。

問3の状態から、コンデンサー1の極板間距離を2倍に引き伸ばした。

問4 この操作の間に、図2の点Aに流れる電流の向きは、ア、イのどちらか。
また、この操作によって移動した電気量を求めよ。

問5 極板を引き離す操作に要した仕事が、全て電荷の再充電に使われたとする。
この仕事を求めよ。

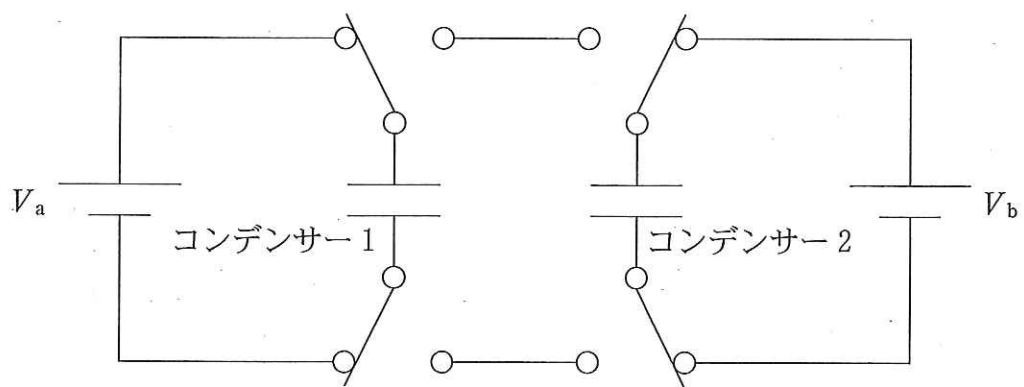


図 1

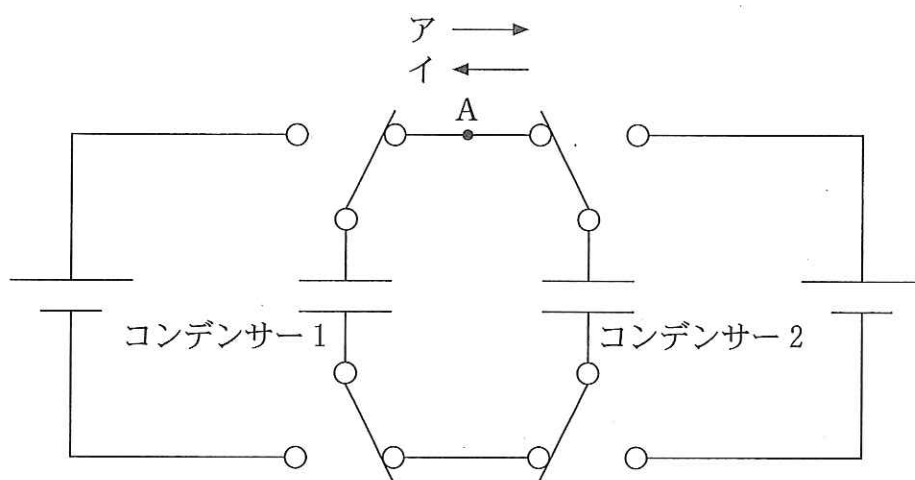


図 2

Ⅲ 空気中を伝わる音は、波の進行方向と媒質の振動方向が平行な波である。このような波を 波という。

図1のように x 軸の正方向へ進む、正弦波形で表される音波を考える。図1の縦軸は変位で、媒質が x 軸の正方向へ変位している時に正の値をとる。図1のA～Hのうち、空気の密度が最も密なのは , 最も疎なのは の位置である。図2のような、長さ L で片方が閉じた管に、開口端から音波が入射した場合、入射した音波は閉じている方の端(閉口端)で反射される。閉口端での空気の変位は常に である。このように、媒質の変位が常に であるような端を一般に 端という。

問1 上記文章の空欄ア～オを適切な語、数字、記号で埋めよ。

以下、図1の音波が図2の管に入射し、共鳴現象を起こした場合について考える。管は開口端から閉口端に向かう方向が、 x 軸の正方向と一致するように置かれているものとする。ただし、図1に示す波長と図2に示す管の長さは対応していないことに注意せよ。開口端補正は考えなくてよい。

問2 この管で起こる共鳴のうち、2番目に振動数の小さい共鳴状態にあるとする。波のAの部分が管に入射し、反射されて開口端に戻って来た時、Aと重なる部分はどこか。解答欄の正弦波曲線上に○で示せ。

問3 問2に述べた振動数での共鳴状態にあるとき、以下の各時点での、管の中の空気の変位を、図3に示した解答例に従って解答欄の管図中に作図せよ。変位0の基準線を、管図中の点線にとり、点線より上の領域を正の変位、下の領域を負の変位とする。

- ① 図1のAの部分が反射されて開口端に戻ってきた時
- ② 図1のCの部分が反射されて開口端に戻ってきた時

問 4 問 3 までの音速を v_0 とする。気温が ΔT ($\Delta T > 0$) 上昇したとき、管の長さを縮めることにより、振動数を変えずに共鳴を起こすには、管の長さをいくらにすればよいか。ただし、このときの音速は $v_0 + b\Delta T$ (b は正の定数) で表され、 $b\Delta T$ は v_0 より小さいとする。解答欄には、途中の考え方も記せ。

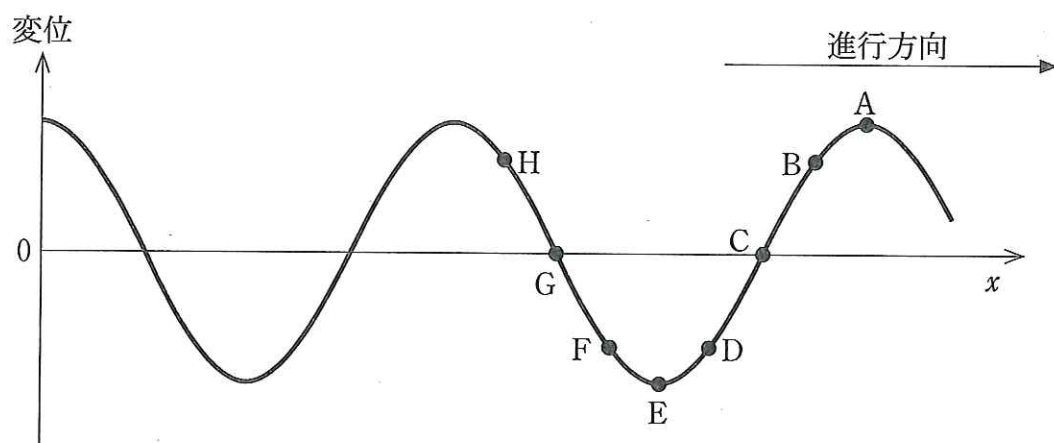


図 1

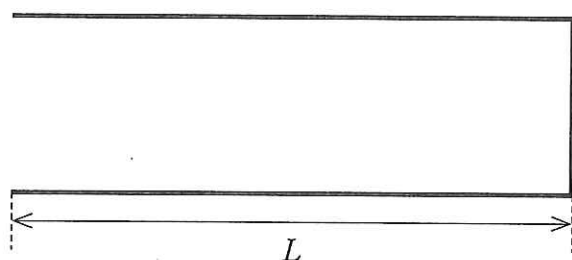


図 2

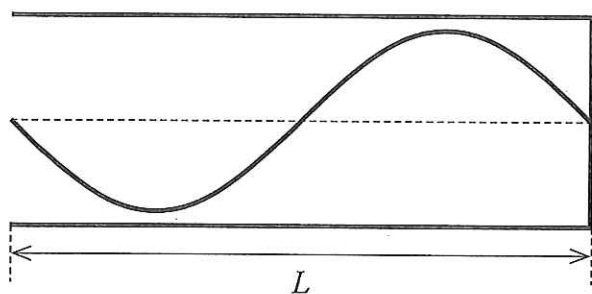


図 3

IV 図のように、断面積 S で質量 m の滑らかに動けるピストンを取り付けた、シリンダーが鉛直に置かれている。このシリンダーとピストンは、熱容量の無視できる断熱材でできている。また、シリンダーの内部には質量、体積、および熱容量の無視できる気密性の高い仕切りがあり、シリンダー底面から距離 L' の位置にあるストッパーより下の範囲で、滑らかに動くことができる。なお、このストッパーの体積と熱容量は無視できるものとする。

ピストンから仕切りまでを領域 I、仕切りからシリンダー底面までを領域 II とする。それぞれの領域には同じ種類で等しい量の理想気体が入っており、領域 II には体積の無視できるヒーターが取り付けられている。仕切りは熱の良導体でできており、2つの領域の気体は常に熱平衡の状態を保つものとする。

ここで、ヒーターに、ある一定の電流をある時間流し続ける間に、2つの領域の理想気体が起こした一連の変化について、以下の問に答えよ。重力加速度の大きさを g 、大気圧を p_0 とする。領域 I、II それぞれの理想気体について、内部エネルギーの変化 ΔU と温度変化 ΔT の間には、 C を定数として $\Delta U = C\Delta T$ の関係があり、圧力 p 、体積 V 、絶対温度 T の間には、 a を定数として $pV = aT$ の関係があるとせよ。

問 1 ヒーターに一定の大きさの電流を流し始めると、最初にシリンダー底面から距離 L_0 ($L_0 < L'$) の位置にあった仕切りはゆっくりと移動を始めた。通電を開始してから、仕切りがシリンダー底面から距離 L_1 ($L_0 < L_1 < L'$) の位置に達するまでの間に、シリンダー内の気体全体がした仕事を求めよ。

問 2 問 1 で述べた変化に要した時間は t_1 であった。ヒーターの抵抗値を r とし、流した電流の大きさを求めよ。また、この変化の途中でシリンダー内の気体全体の温度を 1 K 上昇させるのに必要なヒーターの発熱量を求めよ。

そのままヒーターに電流を流し続けると、仕切りはストッパーに到達し、ピストンはその後も移動を続けた。通電を終えると、ピストンはシリンダー底面からの距離が $(2 + b)L'$ の位置 ($b > 0$) で静止した。

問 3 最終状態での領域Ⅱの気体の圧力を求めよ。

問 4 下線部の過程の途中で、シリンダー内の気体全体の温度を 1 K 上昇させるのに必要なヒーターの発熱量を求めよ。

問 5 領域Ⅰの気体の体積と、通電時間の関係を示すグラフの概形を、解答欄に図示せよ。電流を流し始めた時刻を時間軸上で 0 とせよ。時間軸に値は記入しなくてよい。

