

平成 23 年度入学者選抜学力検査問題

理 科

物 理 1 ページ～ 21 ページ

化 学 22 ページ～ 34 ページ

生 物 35 ページ～ 63 ページ

地 学 64 ページ～ 71 ページ

注 意 事 項

1. この冊子は、監督者から解答を始めるよう合図があるまで開いてはいけません。
2. 監督者から指示があったら、解答用紙の上部の所定欄には受験番号、座席番号を、また、下部の所定欄には座席番号をそれぞれ必ず記入しなさい。その他の欄には記入してはいけません。
3. 選択科目として届け出た科目について解答しなさい。それ以外の科目について解答すると失格となります。
4. 解答すべき問題の番号は、各学部・学科ごとに異なるので、各科目の最初にかいてある注意事項の表で確認しなさい。
5. この冊子の余白の部分を計算、下書きに使用してもかまいません。
6. 解答用紙は、記入の有無にかかわらず、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子は持ち帰ってかまいません。
8. 落丁、乱丁、または印刷の不備なものがあつたら申し出なさい。

# 物 理

注意 1. 志望学部・学科により、以下に示す番号の問題に解答すること。

志望する学部・学科	解答する問題番号
教育学部 志望者のうち物理を選択する者	2 4 5
理学部 物理学科志望者	2 3 6 8
理学部 地球科学科志望者のうち物理を選択する者	1 3 5 7
医学部 志望者のうち物理を選択する者	2 4 8
	私費外国人留学生 2 7
看護学部 志望者のうち物理を選択する者	2 3 5
工学部 志望者のうち物理を必須とされている者および選択する者	1 4 5 7
園芸学部 志望者のうち物理を選択する者	1 3 5
先進科学プログラム(方式Ⅱ) 物理学分野志望者	2 3 6 8
先進科学プログラム(方式Ⅱ) 物理化学分野志望者のうち物理を選択する者	2 3 6 8
先進科学プログラム(方式Ⅱ) 電気電子工学分野および情報画像分野志望者	1 4 5 7
先進科学プログラム(方式Ⅱ) ナノサイエンス分野および画像科学分野志望者のうち物理を選択する者	1 4 5 7

2. 解答はすべて所定の解答用紙に記入すること。
3. 問題文中に特に指示がない限り、結果のみを解答用紙の該当する欄に記入すること。

1 図のように、弧 ABC は点 O を中心とする半径  $r$  の円の一部で、水平な床と点 B で接して固定され  $\angle AOB = \angle BOC = 60^\circ$  であり、点 A で円の接線方向の上方に伸びた斜面とつながっている。ばね定数  $k$  の質量が無視できるばねがあり、その上端は斜面に固定されていて、下端は自然長のとき点 A の位置にあった。最初、そのばねの下端に質量  $m$  の小球を押しつけ、斜面に沿って自然長から  $x_0$  押し込んで静止させた。次に静かに小球から手を離れたところ、小球はばねに押されて斜面を下がり、点 A でばねから離れ、弧 ABC に沿って動いた後、点 C より飛び出した。点 A でばねから離れた直後の小球の速さは  $v_1$  であった。点 C から水平方向に  $x_1$  離れた場所に水平な台があり、台の端の点 D には質量  $M$  の物体 P が静止している。小球は点 C から飛び出した後、物体 P と衝突して、台の左側の床に落ちた。衝突したときには、小球の速度の鉛直成分は 0 であった。物体 P は小球との衝突により動き出し、台上を滑って水平距離  $x_3$  の位置で停止した。小球と物体 P との間の反発係数(はねかえり係数)は  $e$  ( $0 < e < 1$ )、物体 P と台との間の動摩擦係数は  $\mu$ 、重力加速度の大きさは  $g$  とする。小球と物体 P の大きさは十分小さく、小球と斜面および弧 ABC との間の摩擦や空気抵抗は、無視できるものとする。また、物体 P と台との間の静止摩擦は考えなくてよいものとする。

以下の問 1～問 5 では、 $v_1$ 、 $m$ 、 $M$ 、 $e$ 、 $\mu$ 、 $g$ 、 $r$  のうち必要な記号を用いて答えなさい。

問 1 小球が点 B を通過する瞬間の速さ  $v_B$  を求めなさい。

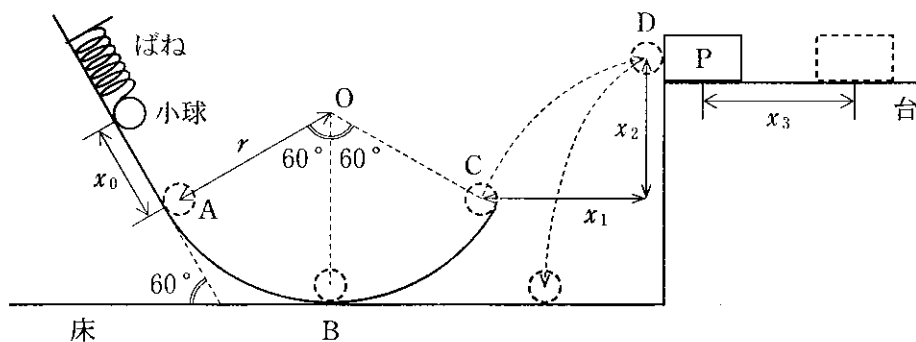
問 2 小球が点 C を飛び出した瞬間の速度  $\vec{v}_C$  の水平成分と鉛直成分の大きさを求めなさい。

問 3 点 C と点 D の間の水平距離  $x_1$  と高さの差  $x_2$  を求めなさい。

問 4 小球と衝突した直後の物体 P の速さ  $V$  を求めなさい。

問 5 物体 P が小球と衝突した後、停止するまでの距離  $x_3$  を求めなさい。

問 6  $v_1$  が  $\sqrt{r\left(g + \frac{kr}{3m}\right)}$  に等しいとき、最初に小球を押し込んだ距離  $x_0$  を、  
 $k, m, g, r$  のうち必要な記号を用いて答えなさい。



図

2 図のように、床の上に鉛直に取り付けられたばねの上に小球 A を付けて静止させた。その後、天井から小球 B を糸で吊り下げ、徐々に糸の長さを伸ばして小球 A と丁度接触する長さにして静止させた。このとき、糸の長さは  $L$  になった。小球 A と小球 B の質量はともに  $m$  で、重力加速度の大きさは  $g$  である。ばねの自然の長さは  $L_0$  で、ばね定数は  $k$  である。以下の問いに答えなさい。ただし、ばねは鉛直方向にのみ運動し、糸の伸縮はないものとし、ばねの質量、糸の質量、空気抵抗、および小球の大きさは無視できるものとする。以下の問いに、 $m$ 、 $g$ 、 $L_0$ 、 $k$  および問 2 で与える  $d$  のうち、必要な記号を用いて答えなさい。

問 1 小球 A が静止しているときのばねの長さ  $L_1$  を求めなさい。

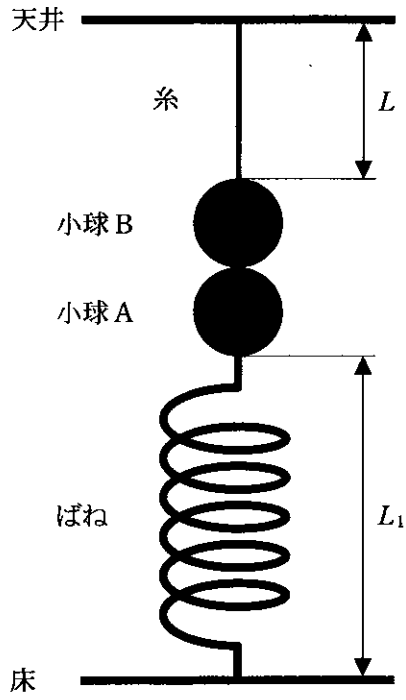
問 2 小球 A を、図の位置から  $d$  (ただし、 $d < L$ 、 $d < L_1$ ) だけ押し下げ静止させ、静かに手を離したところ、小球 A は上昇して小球 B と衝突した。衝突直前の小球 A の速さ  $v_0$  を求めなさい。

問 3 小球 A と小球 B は完全非弾性衝突して、一体となって上昇した。小球 A と小球 B が一体となった直後の速さ  $v_1$  を求めなさい。

問 4 小球 A と小球 B は一体となったまま、最も高い位置に達した。このときのばねの長さ  $L_2$  を求めなさい。

問 5 最も高い位置に達した後、小球 A と小球 B は一体となったまま下降し、最初に衝突した位置で小球 A と小球 B は離れた。小球 A と小球 B が衝突してから離れるまでの時間  $T$  を求めなさい。ただし、この問いにおいてのみ、 $d = \sqrt{6} \frac{mg}{k}$  が成り立つとして、 $d$  を用いずに答えなさい。

問 6 小球 B と離れた小球 A はさらに下降して、最も低い位置にきた。そのときのばねの長さ  $L_3$  を求めなさい。



図

3 図1は、電圧  $V$  の直流電源、抵抗値  $R$  の抵抗、面積  $S$  の極板 A, B からなる平行板コンデンサー、スイッチ Sw から構成される回路を示している。図1における平行板コンデンサーにおいて、極板間は真空中で、極板間の距離を  $d$  とし、極板の端における電場(あるいは電界)の乱れは無視できるものとする。真空の誘電率を  $\epsilon_0$  とする。また、電位は、図1に示す点 G を基準に測るものとする。

はじめ、極板 A, B には電荷はないとする。次に、スイッチ Sw を閉じた。以下の問いに答えなさい。

問 1 スイッチ Sw を閉じた瞬間に抵抗を流れる電流  $I$  を求めなさい。

問 2 スイッチ Sw を閉じてから十分に時間が経過した後、スイッチ Sw を開いた。平行板コンデンサーの極板間の電場の強さ  $E_1$  と、コンデンサーの電気容量  $C_1$  を求めなさい。

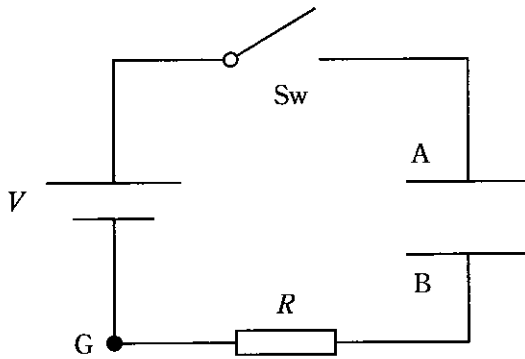


図1

その後、スイッチ Sw を開いたまま、図2に示すように、平行板コンデンサーの極板 B に完全に接するように、極板と同形で厚さ  $\frac{d}{3}$  の誘電体を挿入した。誘電体の比誘電率は 2 とする。以下の問いに答えなさい。

問 3 コンデンサー内部の真空中に生じる電場の強さ  $E_2$  と、誘電体内部の電場の強さ  $E_3$  を求めなさい。

問 4 極板 A に向かって極板 B からの距離  $\frac{d}{3}$  の位置のコンデンサー内部の電位  $V_1$  と、距離  $d$  の位置の電位  $V_2$  を求めなさい。また、これらを用いて、横軸を極板 B からの距離、縦軸を電位とするグラフを描きなさい。グラフの縦軸には、電圧  $V$  を用いて適切に目盛りを記入しなさい。特に、距離  $\frac{d}{3}$ 、距離  $d$  の位置での電位を明確に記入しなさい。

問 5 図 2 に示すコンデンサーの電気容量  $C_2$  を求めなさい。

さらにその後、スイッチ Sw を開いたまま、図 3 に示すように、極板 A を極板 B 側に  $\frac{d}{3}$  移動させた。以下の問いに答えなさい。

問 6 この極板 A の移動によるコンデンサーの静電エネルギーの変化量  $\Delta U$  が、正か負か答えなさい。また、そのときの変化量の絶対値  $|\Delta U|$  を求めなさい。

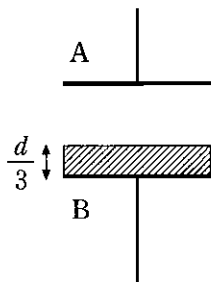


図 2

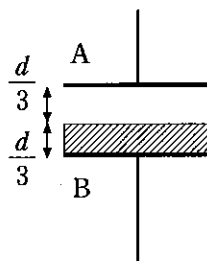


図 3



4 次の文章を読み、以下の問い(問1および問2)に答えなさい。

図1のように $+z$ 方向を向いた磁束密度の大きさが $B_z$  [T]の様な磁場の存在する空間がある。この中を電荷 $-e$  [C]、質量 $m$  [kg]の電子が磁場に垂直な平面内で等速円運動をしており、ある時刻で電子の速度 $\vec{v}$ は $(v_1, 0, 0)$  [m/s]であった。但し、 $B_z > 0$ 、 $e > 0$ 、 $v_1 > 0$ である。この電子の等速円運動の半径は  [m]、周期は  [s]である。電子の円運動は $+z$ 方向から見て[ウ：時計回り・反時計回り]となる。

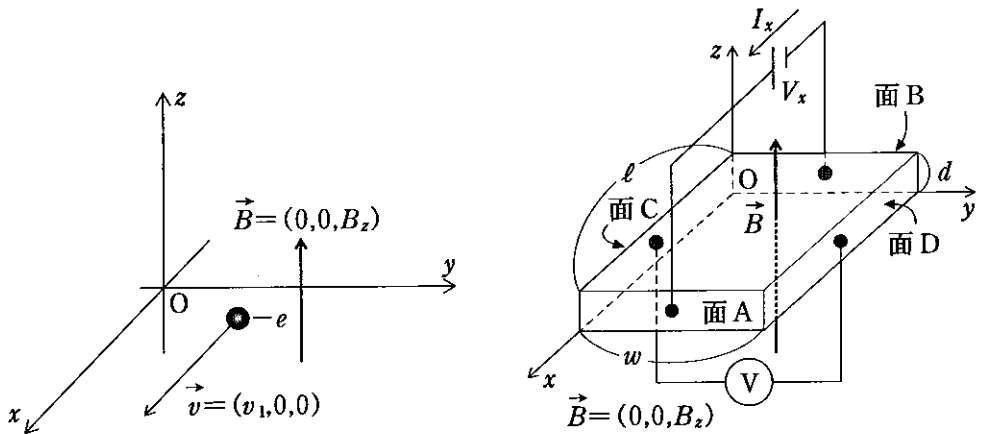


図1

図2

次に図2のような幅 $w$  [m]、長さ $l$  [m]、厚さ $d$  [m]の直方体の導体をこの磁場の中に置いたときの、その導体内の自由電子の運動について考える。導体の長さ $l$ は、幅 $w$ および厚さ $d$ に比べて十分長いとする。この面Aと面Bの間に図のような正の電圧 $V_x$  [V]をかけ、 $y$ 方向の面Cと面Dの対向する点の電圧差 $V$ を  
図のように電圧計で測定したところ、 $V_y$  [V]となった。導体内を $-x$ 方向に流れる電流を $I_x$  [A]とすると、 $I_x$ と $V_y$ の関係は図3のように磁束密度の大きさに依存して変化した。

導体内を流れる電子の単位体積あたりの個数 $n$  [個/m<sup>3</sup>]は一定として、各電子が $x$ 方向に一定の速さ $v_x$  [m/s]で移動すると仮定し、 $I_x$ を $n$ 、 $v_x$ を含んだ式で表

すと  $I_x =$   [A]となる。 $V$ の大きさが一定値  $V_y$ であるとき、 $v_x$ を用いて  $V_y$ を表すと  $V_y =$   [V]となる。ここで、 $v_x$ を用いることなく  $I_x$ を用いて  $V_y$ を表すと  $V_y =$   [V]となる。いま、 $e = 1.6 \times 10^{-19}$ [C]、 $d = 1.0 \times 10^{-6}$ [m]、 $m = 9.1 \times 10^{-31}$ [kg]として、図3のグラフを用いて  $n$ を有効数字2桁で求めると、 $n =$   [個/m<sup>3</sup>]となる。

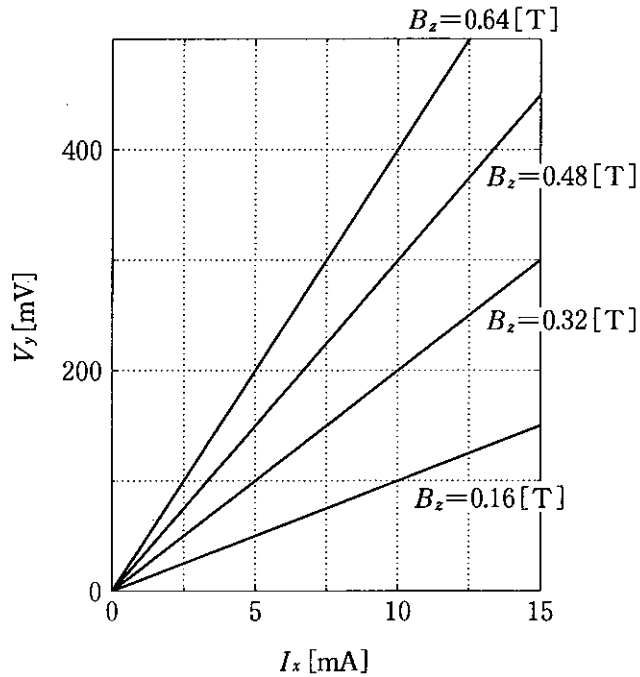


図3

現実の導体中には電子の運動を妨害する粒子が多く存在する。この様子を次のモデルで考える。 $B_z = 0$  [T] のとき電子は  $\Delta t$  [s] の時間間隔でこの妨害粒子に衝突し、運動量を完全に失って  $v_x = 0$  となり、次いで電場により加速され、 $\Delta t$  [s] 後に再び妨害粒子と衝突して  $v_x = 0$  となる。この過程が導体中で繰り返されるとする。このとき、 $v_x = 0$  となる時刻  $t = 0$  から微小時間  $\Delta t$  [s] 後(ただし、 $0 \leq \Delta t \leq \Delta \tau$ ) の速さ  $v_x$  は  [m/s] となる。 $x$  方向の平均速度  $v_m$  は、衝突と衝突の間に  $x$  方向に動く距離を  $\Delta \tau$  で割って求められ、 [m/s] となる。そして導体の抵抗率  $\rho$  は  [ $\Omega\text{m}$ ] となる。一般に温度が上昇すると衝突時間  $\Delta \tau$  は減少する。磁場が存在する場合にも上記のモデルが成り立つとすると、 $V_x$  を一定にして  $V_y$  を測定したとき、導体の温度上昇によって  $V_y$  の値は[サ：大きく・小さく]なることが予測される。ここで  $V_y$  の値が温度上昇前と変わらないようにするには、 $B_z$  の大きさを[シ：大きく・小さく]しなければならない。

問 1 , ,  ~  および  ~  にあてはまる適切な文字式を、 にあてはまる適切な数値を答えなさい。また、[ウ：時計回り・反時計回り], [サ：大きく・小さく] および [シ：大きく・小さく] では、2つの語のうち適切なものを選びなさい。

問 2 下線部の現象に関して、どのようにして  $V_y$  の値が決まるかを、電子にはたらく力のつり合いや面 C と面 D の電位の関係を含めて 80~120 字で述べなさい。

- 5 図1のように断面積  $S$  の円筒状の容器を鉛直に立てて水平面上に置く。容器中には質量  $m$  のピストンがあり、なめらかに動くことができるものとする。容器内には物質量  $n$  モルの理想気体が封入されている。外圧は一定で  $p_0$ 、重力加速度を  $g$  とする。容器内の気体と外部との熱のやりとりはないものとする。

問 1 ピストンは容器の底面からピストン下面までの高さが  $h$  の位置でつり合い、静止している。以下の問いに答えなさい。

- (1) 容器内の圧力  $p_1$  を  $p_0$ ,  $m$ ,  $g$ ,  $S$  を用いて表しなさい。
- (2) 容器内の気体の温度  $T_1$  を  $p_1$ ,  $S$ ,  $h$ ,  $n$  と気体定数  $R$  を用いて表しなさい。

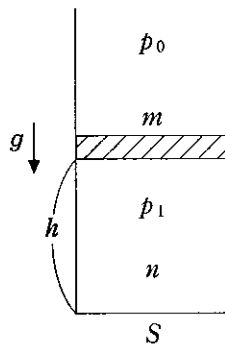


図1

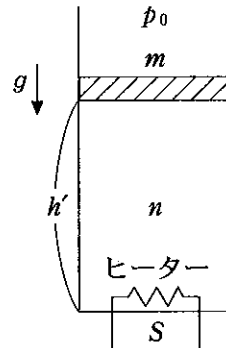


図2

問 2 図 2 のように前問の容器内にヒーターを入れて加熱したところ、ピストン下面までの高さが  $h'$  になった。気体の定積モル比熱を  $C_v$  とするとき、以下の問いに答えなさい。ヒーターの体積は無視できるものとする。

- (1) 加熱後の容器内の温度  $T_1'$  を  $p_1$ ,  $S$ ,  $h'$ ,  $n$ ,  $R$  を用いて表しなさい。
- (2) 加熱前と加熱後の間の内部エネルギーの増分  $\Delta U$  を  $C_v$ ,  $n$ ,  $T_1'$ ,  $T_1$  を用いて表しなさい。
- (3) 加熱前と加熱後の間に容器内の気体が外部にした仕事  $W$  を  $p_1$ ,  $S$ ,  $h$ ,  $h'$  を用いて表しなさい。
- (4) 気体がした仕事  $W$  と加えた熱量  $Q$  の比の値  $\frac{W}{Q}$  を  $C_v$ ,  $R$  を用いて表しなさい。

- 6 図1のように断面積  $S$  の円筒状の容器を鉛直に立てて水平面上に置く。容器中には質量  $m$  のピストンがあり、なめらかに動くことができるものとする。容器内には物質量  $n$  モルの理想気体が封入されている。外圧は一定で  $p_0$ 、重力加速度を  $g$  とする。容器内の気体と外部との熱のやりとりはないものとする。

問 1 ピストンは容器の底面からピストン下面までの高さが  $h$  の位置でつり合い、静止している。以下の問いに答えなさい。

- (1) 容器内の圧力  $p_1$  を  $p_0$ 、 $m$ 、 $g$ 、 $S$  を用いて表しなさい。
- (2) 容器内の気体の温度  $T_1$  を  $p_1$ 、 $S$ 、 $h$ 、 $n$  と気体定数  $R$  を用いて表しなさい。

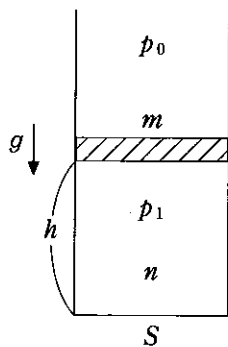


図1

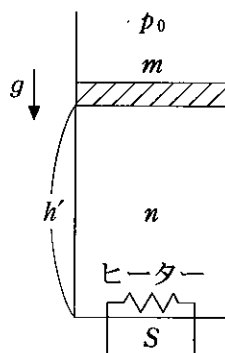


図2

問 2 図 2 のように前問の容器内にヒーターを入れて加熱したところ、ピストン下面までの高さが  $h'$  になった。気体の定積モル比熱を  $C_v$  とするとき、以下の問いに答えなさい。ヒーターの体積は無視できるものとする。

- (1) 加熱後の容器内の温度  $T_1$  を  $p_1$ ,  $S$ ,  $h'$ ,  $n$ ,  $R$  を用いて表しなさい。
- (2) 加熱前と加熱後の間の内部エネルギーの増分  $\Delta U$  を  $C_v$ ,  $n$ ,  $T_1$ ,  $T_1$  を用いて表しなさい。
- (3) 加熱前と加熱後の間に容器内の気体が外部にした仕事  $W$  を  $p_1$ ,  $S$ ,  $h$ ,  $h'$  を用いて表しなさい。
- (4) 気体がした仕事  $W$  と加えた熱量  $Q$  の比の値  $\frac{W}{Q}$  を  $C_v$ ,  $R$  を用いて表しなさい。

問 3 図 3 のように、断面積  $S$  が一定で高さ  $\ell$  の容器内に圧力  $p_0$ 、温度  $T_1$  の  $n$  モルの理想気体を封入し、バルブを閉じた状態で図 1 の容器に連結した。ふたつの容器内の気体は同一種類であるとする。また、連結部の体積は無視できるものとする。バルブを静かに開いたところ、ピストンはゆっくりと降下し、容器の底面からピストン下面までの高さが  $h_2$  となったところで静止した。このとき、ピストンは容器の底面には接触していないものとする。以下の問いに答えなさい。

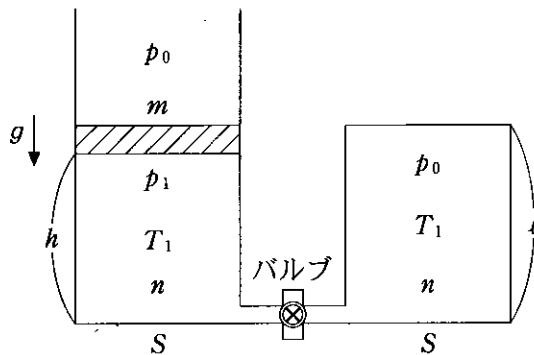


図 3

- (1) ピストンが静止したときの容器内の温度  $T_2$  を  $p_1$ ,  $S$ ,  $h_2$ ,  $\ell$ ,  $n$ ,  $R$  を用いて表しなさい。
- (2)  $h_2$  を  $h$ ,  $\ell$ ,  $C_v$ ,  $R$  を用いて表しなさい。



問 4 前問でピストンが静止した後、バルブを閉じた。このときの左容器内の圧力を  $p_2$ 、左容器内の物質量を  $n_2$  モルとする。この状態でピストンに微小な変位  $\Delta h$  を与え静かにはなしたところ、単振動した。ピストンを押し下げる場合、 $\Delta h < 0$  である。以下の問いに答えなさい。

- (1) ピストンをつり合いの位置から微小量  $\Delta h$  だけ変位させる間に左容器内の気体がした仕事を  $\Delta W$ 、この間の左容器内の気体の温度変化を  $\Delta T_2$  とする。 $\Delta T_2$  を  $n_2$ 、 $C_v$ 、 $\Delta W$  を用いて表しなさい。
- (2) 左容器内の圧力の変化  $\Delta p$  を  $R$ 、 $C_v$ 、 $p_1$ 、 $h_2$ 、 $\Delta h$  を用いて表しなさい。 $(p_2 + \Delta p)(h_2 + \Delta h) \doteq p_2 h_2 + h_2 \Delta p + p_2 \Delta h$  と近似できることを使ってよい。
- (3) 単振動の周期  $T$  を  $m$ 、 $R$ 、 $C_v$ 、 $p_1$ 、 $S$ 、 $h_2$  を用いて表しなさい。

- 7 大気中に、図1のように  $x$  軸上に振動数  $f_0$  の音源 S と観測者 O が存在し、音源 S は  $x$  軸正方向に速さ  $v$  で移動している。観測者 O は  $x = x_0 (x_0 > 0)$  の位置で静止している。大気中の音速は  $V$  で、音源 S の速さ  $v$  は音速  $V$  より小さいとする。以下の問いで音源 S は、時刻  $t = 0$  に  $x = 0$  の位置にあるとし、時間が経過しても観測者 O の位置にまだ到達していないものとする。

はじめは無風状態で、大気は静止している。

問 1 以下の問いに答えなさい。解答は、 $f_0$ 、 $v$ 、 $V$  および  $x_0$  のうち必要な記号を用いなさい。

- (1) 時刻  $t = 0$  に音源 S が発した音が観測者 O に伝わる時刻  $t_1$  を求めなさい。
- (2) 時刻  $t = t_1$  における、音源 S と観測者 O の間に存在する音波の波の数  $n$  (1 波長分を 1 個とする) を求めなさい。
- (3) 時刻  $t = t_1$  において音源 S が発した音が、観測者 O に伝わる時刻  $t_2$  を求めなさい。
- (4) 観測者 O が聞く音の振動数  $f_1$  を求めなさい。



図 1

次に、速度  $U$  の風が一様に吹いている場合を考える。ただし、 $U$  は音速  $V$  より小さいとする。音波は大気中を速度  $V$  で伝わる波である。そのために、媒質である大気が移動する場合、音波の伝わる速度は「媒質(大気)中を伝わる速度」と「媒質(大気)の移動する速度」の合成になる。以下の問いに答えなさい。解答は、 $f_0$ 、 $v$ 、 $V$ 、 $x_0$  および  $U$  のうち必要な記号を用いなさい。

問 2 図 2 のように、 $x$  軸の正方向に速さ  $U$  の風が一様に吹いている場合を考える。

- (1) 音源 S から観測者 O に音が伝わる速さを求めなさい。
- (2) 時刻  $t = 0$  に音源 S が発した音が観測者 O に伝わる時刻  $t_3$  を求めなさい。
- (3) 時刻  $t = t_3$  において音源 S が発した音が、観測者 O に伝わる時刻  $t_4$  を求めなさい。
- (4) 観測者 O が聞く音の振動数  $f_2$  を求めなさい。

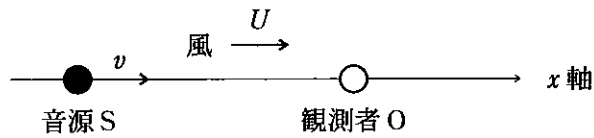


図 2

- 8 大気中に、図1のように  $x$  軸上に振動数  $f_0$  の音源 S と観測者 O が存在し、音源 S は  $x$  軸正方向に速さ  $v$  で移動している。観測者 O は  $x = x_0$  ( $x_0 > 0$ ) の位置で静止している。大気中の音速は  $V$  で、音源 S の速さ  $v$  は音速  $V$  より小さいとする。以下の問いで音源 S は、時刻  $t = 0$  に  $x = 0$  の位置にあるとし、時間が経過しても観測者 O の位置にまだ到達していないものとする。

はじめは無風状態で、大気は静止している。

問 1 以下の問いに答えなさい。解答は、 $f_0$ 、 $v$ 、 $V$  および  $x_0$  のうち必要な記号を用いなさい。

- (1) 時刻  $t = 0$  に音源 S が発した音が観測者 O に伝わる時刻  $t_1$  を求めなさい。
- (2) 時刻  $t = t_1$  における、音源 S と観測者 O の間に存在する音波の波の数  $n$  (1 波長分を 1 個とする) を求めなさい。
- (3) 時刻  $t = t_1$  において音源 S が発した音が、観測者 O に伝わる時刻  $t_2$  を求めなさい。
- (4) 観測者 O が聞く音の振動数  $f_1$  を求めなさい。



図 1

次に、速度  $U$  の風が一様に吹いている場合を考える。ただし、 $U$  は音速  $V$  より小さいとする。音波は大気中を速度  $V$  で伝わる波である。そのために、媒質である大気が移動する場合、音波の伝わる速度は「媒質(大気)中を伝わる速度」と「媒質(大気)の移動する速度」の合成になる。以下の問いに答えなさい。解答は、特に指定がない問いでは、 $f_0$ 、 $v$ 、 $V$ 、 $x_0$  および  $U$  のうち必要な記号を用いなさい。

問 2 図 2 のように、 $x$  軸の正方向に速さ  $U$  の風が一様に吹いている場合を考える。

- (1) 音源 S から観測者 O に音が伝わる速さを求めなさい。
- (2) 時刻  $t = 0$  に音源 S が発した音が観測者 O に伝わる時刻  $t_3$  を求めなさい。
- (3) 時刻  $t = t_3$  において音源 S が発した音が、観測者 O に伝わる時刻  $t_4$  を求めなさい。
- (4) 観測者 O が聞く音の振動数  $f_2$  を求めなさい。

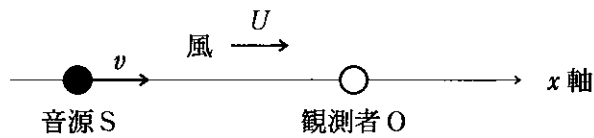


図 2

問 3 図 3 のように、 $x$  軸と垂直方向に速さ  $U$  の風が一様に吹いている場合を考える。

- (1) 時刻  $t = 0$  に音源が発した音波の波面が、時刻  $t_f$  に  $x$  軸を横切る場所の  $x$  座標  $x_f$  を求めなさい。ただし  $x_f > 0$  とし、解答には、 $t_f$  も用いてよい。
- (2) 音源  $S$  から観測者  $O$  に音が伝わる速さを求めなさい。
- (3) 観測者  $O$  が聞く音の振動数  $f_3$  を求めなさい。
- (4) 風の速さ  $U$  と音源  $S$  の速さ  $v$  が、それぞれ、音速  $V$  の 25%、10% の速さであったとする。このときに観測される音の振動数は、 $f_0$  から  $\Delta f_3 = f_3 - f_0$  だけずれた。 $\Delta f_3$  の値は、 $f_0$  の何%になるか、有効数字 2 桁で答えなさい。必要ならば、 $x$  の絶対値が 1 より十分に小さい場合に成り立つ、 $\sqrt{1+x} \approx 1 + \frac{1}{2}x$  の近似を用いても良い。

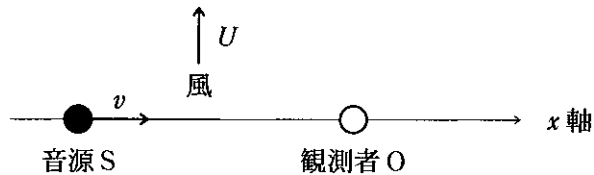


図 3