聖マリアンナ医科大学

2026 年度　一般選抜　物理

（2 科目　150 分）

以下の各問題の解答はすべて解答欄に記入しなさい。解答の過程は示さなくてよい。

1 以下の文章の（ ① ）から（ ⑫ ）に適切な数値または語句を入れなさい。ただし、必要なら円周率は 3.14 を用いなさい。

〔1〕 質量 m の小球 A と質量 $3m$ の小球 B を同じ高さから地面に向かって自由落下させる。空気抵抗は無視できるものとする。小球 B にはたらく重力の大きさは、小球 A にはたらく重力の大きさの（ ① ）倍である。小球 B が地面に達する直前の運動エネルギーは、小球 A が地面に達する直前の運動エネルギーの（ ② ）倍である。小球 B が地面に達する直前の運動量の大きさは、小球 A が地面に達する直前の運動量の大きさの（ ③ ）倍である。

〔2〕 10 V に充電された 9.0 μ F のコンデンサーに、抵抗の無視できる 4.0 H のコイルを接続したところ、電気振動が生じた。この電気振動の角周波数は（ ④ ）rad/s、接続してからコンデンサーに蓄えられた電気量がはじめて 0 になるまでの時間は（ ⑤ ）ミリ秒、流れる振動電流の最大の値は（ ⑥ ）mA である。

〔3〕 白色光をプリズムに通すと、波長によって屈折率が異なるために光のスペクトルが現れる。このようにスペクトルが生じる現象を（ ⑦ ）という。光がその波長よりも小さな粒子に当たると，その粒子を中心に球面波が生じて周囲に広がっていく。この現象を（ ⑧ ）という。自然光が結晶などを通ると特定の方向にだけ振動する光になる。この光を（ ⑨ ）という。

〔4〕 α 線、β 線、γ 線の各実体の電気量を電気素量 e の整数倍で表すと、それぞれ（ ⑩ ）e、（ ⑪ ）e、（ ⑫ ）e である。

2 小物体 Q を地点 O から発射し、壁の向こう側にある目標地点 T に落下させることを考える。OT 間は水平であり、その距離は D である。壁は十分に薄く、OT 間の中間地点に立っている。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗の影響はないものとする。以下の各問に答えなさい。

＜イ＞　図 1 のように、Q を水平より角度 θ 傾いた方向に速さ v_1 で地点 O から投射したところ、Q は壁を越えて地点 T に落下した。

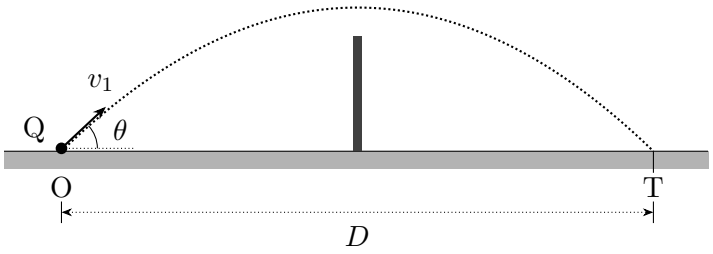


図 1

〔1〕　Q が投射された直後、Q が単位時間に水平方向に進む距離を v_1、θ を用いて表しなさい。

〔2〕　Q が投射されてから地点 T に落下するまでの時間を v_1、θ、g を用いて表しなさい。

〔3〕　v_1 を g、D、θ を用いて表しなさい。

〔4〕　Q が壁を飛び越えるためには、壁はある高さより低くなければならない。その高さを D、θ を用いて表しなさい。

＜ロ＞　図 2 のように、地点 O に発射台を設置した。発射台の斜面の傾斜角は 45° であり、斜面の最高点 A の高さは $\dfrac{D}{4}$ である。発射台の斜面には摩擦があり、Q と斜面の間の動摩擦係数は $\dfrac{1}{8}$ である。Q を速さ v_2 で地点 O から発射し、斜面に沿って滑らせたところ、Q は点 A から飛び出し、壁を越えて地点 T に落下した。

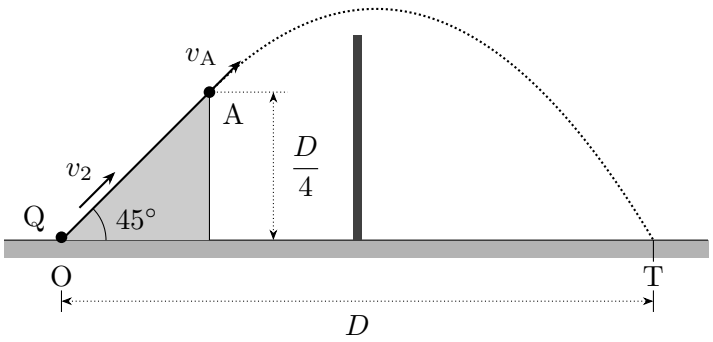


図 2

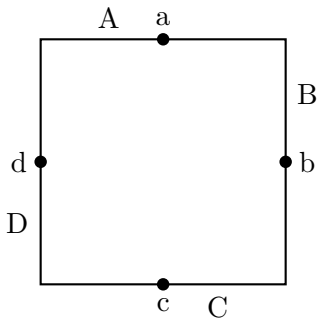
〔5〕　Q が点 A に達した瞬間の Q の速さを v_{A} とするとき、v_{A} を v_2、g、D を用いて表しなさい。

〔6〕　Q が点 A を通過した瞬間から地点 T に落下するまでの時間を v_{A}、D を用いて表しなさい。

〔7〕　v_2 を g、D を用いて表しなさい。

〔8〕　Q が壁を飛び越えるためには、壁はある高さより低くなければならない。その高さを g、D のうち必要なものを用いて表しなさい。

3 磁場中または電場中での荷電粒子の運動を考える。図の正方形の一辺の長さは L、各辺を A、B、C、D、各辺の中点を a、b、c、d とする。また、粒子 Z とは、正の電気量 Q をもつ荷電粒子を指す。以下の各問に答えなさい。



［実験 1］　正方形の内側には、紙面に垂直な一様な磁場のみが存在する。正方形の内側を貫く磁束を Φ とする。粒子 Z を点 d から正方形の内側へ速さ v で辺 D に垂直に入射させたところ、点 a に達した。

〔1〕　点 a での粒子 Z の速度を ac 方向と bd 方向に分解したとき、ac 方向の成分の大きさと bd 方向の成分の大きさとをそれぞれ答えなさい。

〔2〕　粒子 Z が磁場から受ける力の大きさを答えなさい。また、磁場の向きは紙面の、(あ) 裏から表、(い) 表から裏、のどちらの向きかを記号で答えなさい。

〔3〕　粒子 Z の比電荷を答えなさい。

［実験 2］　正方形の内側には、辺 B に平行な一様な電場のみが存在する。その電場の大きさを E とする。粒子 Z を点 b から正方形の内側へ［実験 1］と同じ速さ v で辺 B に垂直に入射させたところ、点 a に達した。必要なら［実験 1］の結果を解答に用いなさい。

〔4〕　点 b を基準とした点 a の電位を、v を用いずに答えなさい。

〔5〕　粒子 Z が電場から受ける力の大きさを、v を用いずに答えなさい。また、電場の向きは、(あ) 点 a から点 c、(い) 点 c から点 a、のどちらの向きかを記号で答えなさい。

〔6〕　粒子 Z が点 b から点 a に到達するまでに電場から受ける仕事を、v を用いずに答えなさい。

〔7〕　粒子 Z が点 b から点 a に到達するまでの時間を、v を用いずに答えなさい。

〔8〕　点 a での粒子 Z の速度を ac 方向と bd 方向に分解したとき、ac 方向の成分の大きさと bd 方向の成分の大きさとを、v を用いずにそれぞれ答えなさい。

4 1 気圧、t [℃] の乾燥した空気中の音速 V [m/s] は、$-20\,℃ < t < 40\,℃$のとき、近似的に①式で表される。

$$V = 331.5 + 0.6\,t \qquad \cdots\cdots ①$$

以下の各問に答えなさい。

〔1〕　①式を用いて音速 V が 340 m/s となる温度を℃単位で、有効数字 3 桁で求めなさい。

〔2〕　1 気圧、$-48\,℃$の乾燥した空気中の音速を有効数字 3 桁で求めなさい。ただし、①式が成立すると仮定しなさい。

一般的に、空気中の音速 v は、空気の比熱比 γ、空気の密度 ρ、空気の圧力 p を用いて②式で表されることが知られている。

$$v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} \qquad \cdots\cdots ②$$

①式は②式を以下に示す近似によって導出された式である。1 気圧、0 ℃の標準状態のときの音速、空気の密度、空気の圧力をそれぞれ v_0、ρ_0、p_0 とすると③式が成り立つ。

$$v_0 = \sqrt{\frac{\gamma p_0}{\rho_0}} \qquad \cdots\cdots ③$$

③式の γ、ρ_0、p_0 にそれぞれ該当する物理量を代入すると $v_0 = 331.5\,\mathrm{m/s}$ を得る。標準状態のときの空気の温度 T_0 [K] を用い、②式、③式に対してボイル・シャルルの法則を適用すると、温度 T [K] の乾燥した空気中の音速 v は④式で表される。

$$v = v_0\sqrt{\frac{T}{T_0}} \qquad \cdots\cdots ④$$

ここで $T = T_0 + t$ と書き換え、$|x|$ が十分に小さい場合に成り立つ近似式 $(1+x)^n \fallingdotseq 1 + nx$ を用いると、④式は A、B を定数として $v = A + Bt$ と書ける。ただし、$T_0 = 273\,\mathrm{K}$ とする。

〔3〕　A を有効数字 4 桁の数値で答えなさい。

〔4〕　B を有効数字 3 桁の数値で答えなさい。

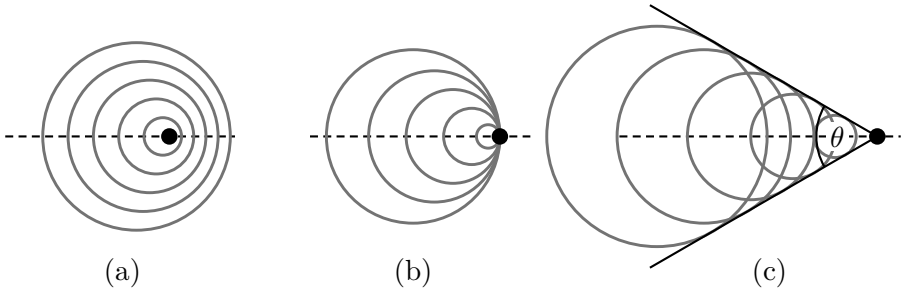
次に、$\dfrac{v_0}{\sqrt{T_0}}$ の v_0、T_0 にそれぞれ該当する物理量を代入すると⑤式を得る。

$$\frac{v_0}{\sqrt{T_0}} = 20.06\ \mathrm{m/(s\cdot\sqrt{K})} \qquad \cdots\cdots ⑤$$

④式、⑤式を用いると、近似式を用いずに音速を求める式が得られる。

〔5〕　④式、⑤式を用いて、−48 ℃の乾燥した空気中の音速を有効数字 3 桁で求めなさい。

下図は黒丸で示した音源が、球面波を発しながら、破線上を右方向に移動する様子を表した模式図である。灰色の線は波面を表す。音源は −48 ℃の乾燥した空気中を移動している。図 (a) は、音源の右側では波長が短くなり、左側では波長が長くなる様子を表している。

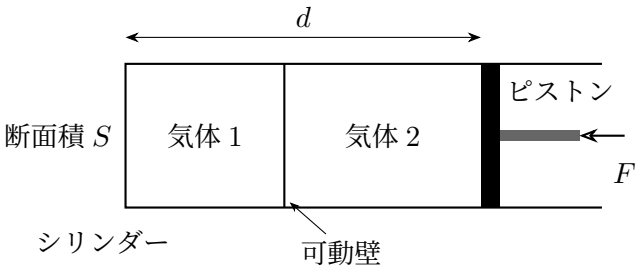


(a)　(b)　(c)

〔6〕　図 (b) は各瞬間に生じた球面波の波面が、音源の位置で重なり合っている様子を表している。このときの音源の速さを有効数字 3 桁で求めなさい。

〔7〕　図 (c) は音源が音速を超えて移動し、黒線で示したような円錐形の衝撃波を形成している様子を表している。円錐の頂点角 θ が 60° のとき、音源の速さを有効数字 3 桁で求めなさい。

5　気体定数を $R\,[\mathrm{J/(mol\cdot K)}]$ とする。図のように、断面積 $S\,[\mathrm{m^2}]$ のシリンダーに定積モル比熱 $\dfrac{3}{2}R$ の理想気体 5 mol（以下、気体 1 と呼ぶ）を入れ、厚さの無視できる薄い可動壁を用いて気体 1 を封じ込める。可動壁の右側には定積モル比熱 $\dfrac{5}{2}R$ の理想気体 3 mol（以下、気体 2 と呼ぶ）を入れ、さらにピストンを入れて気体 2 も封じ込める。可動壁とピストンはシリンダー内を左右になめらかに動くことができ、ともに断面積が S である。シリンダーとピストンは熱を通さないが、可動壁は熱を通す。最初に、ピストンを押して左向きに力 $F\,[\mathrm{N}]$ をピストンに加えたところ、ピストンはシリンダーの左端から距離 $d\,[\mathrm{m}]$ の位置でつりあい、静止した。ここで F は大気圧による力も含まれているものとする。このとき、可動壁もある位置に静止し、気体 1 と気体 2 の温度は等しくなった。以下の各問に答えなさい。



〔1〕　気体 1 と気体 2 の定圧モル比熱をそれぞれ答えなさい。

〔2〕　気体 1 の圧力を求めなさい。

〔3〕　シリンダーの左端から可動壁までの距離を求めなさい。

〔4〕　気体 1 の温度を求めなさい。

さらにピストンをゆっくり押して $\dfrac{7}{8}d$ だけ左へ移動させ、シリンダーの左端から距離 $\dfrac{d}{8}$ の位置にした。これにより可動壁も移動し、ある位置に静止した。ピストンを $\dfrac{7}{8}d$ だけ左に移動させたことによる、気体 1 と気体 2 がされた仕事の和は $15Fd$ であった。

〔5〕　可動壁は〔3〕の位置からどれだけ移動したかを求めなさい。ただし、左へ移動したときの移動量を正とする。

〔6〕　気体 1 の温度を求めなさい。

〔7〕　気体 1 の圧力を求めなさい。