

(令 4 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 5
化 学	6～14
生 物	15～24
地 学	25～30

・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

物 理

I 図1のように、なめらかな水平面上で質量 m_A の小球 A と質量 m_B の小球 B が同じ速さ v_0 で x 軸からの角度 45° で進み、座標の原点で衝突した。衝突後、小球 A は角度 θ_A の向きに速さ v_A で進み、小球 B は角度 θ_B の向きに速さ v_B で進んだ。ただし、 θ_A は x 軸から反時計回りを正とし、 θ_B は x 軸から時計回りを正とする。また、小球 A と小球 B が衝突するとき互いに受ける力は y 軸方向であった。以下の問 1～4 に答えなさい。なお、問 3 と問 4 は、解答の導出過程も示しなさい。問題の解答に必要な物理量があれば、それらを表す記号は全て各自が定義して解答欄に明示しなさい。(配点 25 点)

問 1 衝突前の二つの小球の運動量の和の x 成分と y 成分を v_0 を含む式で答えなさい。また、衝突後の二つの小球の運動量の和の x 成分と y 成分を角度 θ_A 、 θ_B を含む式で答えなさい。

問 2 衝突後の二つの小球の運動量の和の x 成分と y 成分を v_0 を用いて答えなさい。

問 3 この衝突が完全弾性衝突である場合に、 $\tan \theta_A$ を m_A 、 m_B のみを含む式で表しなさい。

問 4 次に、小球 A と小球 B が完全非弾性衝突により一体となった場合を考える。この場合、小球 A と小球 B の運動エネルギーの和が、衝突の前後でどれだけ変化するか、 m_A 、 m_B 、 v_0 のみを含む式で表しなさい。

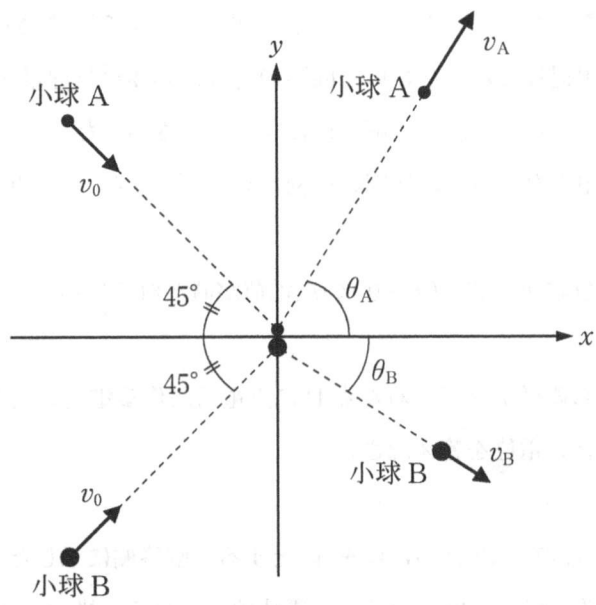


图 1

II 点電荷が作る電場と電位について、以下の問1～5に答えなさい。なお、問3～5は、解答の導出過程も示しなさい。問題の解答に必要な物理量があれば、それらを表す記号は全て各自が定義して解答欄に明示しなさい。ただし、電位の基準を無限遠とし、真空中のクーロンの法則の比例定数を k とする。(配点 25 点)

真空中の点 O に大きさ $q (q > 0)$ の点電荷が置かれている。

問 1 点 O から距離 r だけ離れた点 P に点電荷が作る電場の大きさを答えなさい。
また、点 P の電位を答えなさい。

問 2 問 1 において、点 P の電位を V とする。解答欄に示した、点 O と点 P を含む図中に電位が $V, 2V, 3V$ の等電位線をそれぞれ描きなさい。また、図中に電場の向きがわかるように電気力線を描きなさい。

問 3 問 1 において、大きさ $Q (Q > 0)$ の電荷をもつ質量 m の小球を無限遠からゆっくり点 P まで動かした。小球に外力がする仕事を求めなさい。次に、小球を点 P で静かに放したら動き始めた。小球が無限遠に達したときの速さを求めなさい。ただし、小球を放したのちクーロン力以外の力は、はたらかないものとする。

次に、図 1 のように大きさ $q (q > 0)$ と大きさ $q' (q' > 0)$ の点電荷がそれぞれ原点から a だけ離れた x 軸上の点 A と B に固定されている場合を考える。原点から a だけ離れた y 軸上の点 C での電場の向きは、 y 軸から 15° 傾いていた。

問 4 q と q' の比を求めなさい。

問 5 大きさ $Q (Q > 0)$ の電荷をもつ質量 m の小球を点 C に置き、静かに放した。このとき小球の加速度を求めなさい。小球が無限遠に達したときの速さを求めなさい。

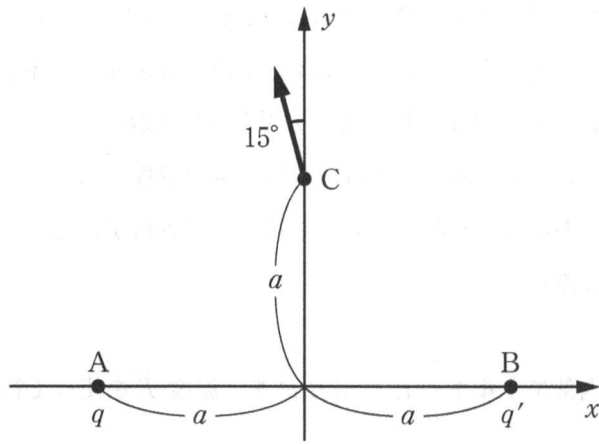


图 1

Ⅲ 一辺の長さが L である立方体の容器に、 n モルの単原子分子からなる絶対温度 T の理想気体が閉じ込められている。気体分子の質量を m 、気体分子の速さを 2 乗したものの平均値を $\overline{v^2}$ 、気体定数を R 、アボガドロ定数を N_A で表す。以下の問 1～5 に答えなさい。なお、問 2～4 は、解答の導出過程も示しなさい。問題の解答に必要な物理量があれば、それらを表す記号は全て各自が定義して解答欄に明示しなさい。(配点 25 点)

問 1 気体の内部エネルギー E と圧力 P を、温度 T を使って答えなさい。

問 2 気体の内部エネルギー E と圧力 P を、 $\overline{v^2}$ を使って表しなさい。

問 3 $\overline{v^2}$ を、温度 T を使って表しなさい。

問 4 気体分子の質量が 6.6×10^{-27} kg である場合、温度 600 K での 2 乗平均速度 $\sqrt{\overline{v^2}}$ の値を有効数字 1 桁で求めなさい。ただし気体定数は $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ とする。

問 5 容器の壁が圧力を受ける理由を、気体分子の運動から説明しなさい。解答欄内に記号や数式を使わず、50 字以内で答えなさい。ただし、句読点も字数に含める。