

佐賀大学

前期日程

平成 25 年度入学試験問題（前期日程）

理 科（物理・化学）

（医 学 部）

—— 解答上の注意事項 ——

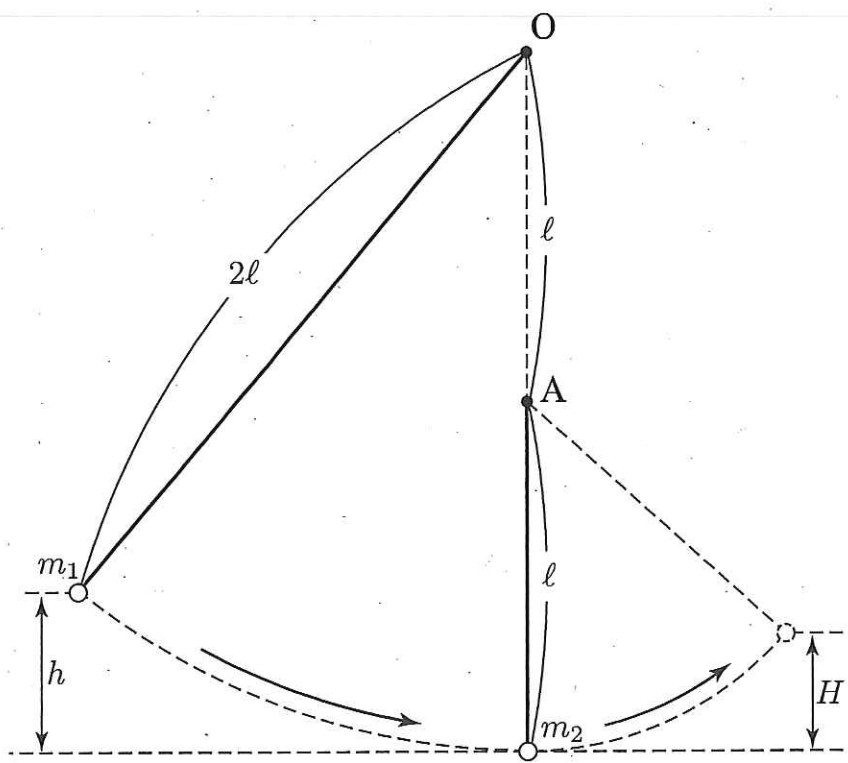
- 1 「解答始め」の合図があるまで問題を見てはならない。
- 2 「解答始め」の合図があったら、初めにすべての解答紙の所定欄に受験番号を記入すること。
- 3 問題冊子 1 冊と解答冊子 1 冊がある。
- 4 問題は 4 問ある。
- 5 問題の解答は、解答紙の所定の解答欄に記入すること。
- 6 化学の計算問題においては、計算式も記述すること。
- 7 解答紙 6 枚すべてと計算紙 1 枚を解答冊子表紙とともに提出すること。
- 8 問題冊子は持ち帰ること。

1

長さ $2l$ の糸の先端に質量 m_1 の小球 1 を付け、他端を点 O に固定する。また長さ l の糸の先端に質量 m_2 の小球 2 を付け、他端を点 A に固定する。点 A は点 O の鉛直下方向に l だけ離れた位置にある。小球の質量は $m_1 < m_2$ であり、小球の大きさは無視できるほど小さい。糸が伸び縮みすることはなく、空気抵抗と糸の質量は無視できるものとする。

図のように、小球 2 を糸が鉛直になった状態で静止させ、小球 1 を最下点から高さ h ($0 < h < l$) の位置まで糸をたるませずに持ち上げ、静かにはなす。重力加速度の大きさは g とする。なお、小球 1 と小球 2 は同一平面内を運動するものとする。

- (1) 2つの小球が衝突する直前の小球 1 の速度の大きさを求めよ。
- (2) 2つの小球が弾性衝突するとき、
 - (a) 衝突直後の小球 1 と小球 2 の速度を求めよ。速度は右向きを正とせよ。
 - (b) 衝突後、小球 2 が到達する最高点の高さを、小球 2 の初期位置を基準として求めよ。
 - (c) (b) で求めた最高点の高さが l に比べて十分に小さいとして、衝突から小球 2 が最高点に達するまでに要する時間を求めよ。
- (3) 2つの小球が非弾性衝突するとき、
 - (d) はねかえり係数（反発係数）を e としたとき、衝突直後の、小球 1 と小球 2 の速度を求めよ。速度は右向きを正とせよ。
 - (e) 衝突後、小球 2 が到達した最高点の高さが初期位置を基準として H であったとき、2つの小球の衝突におけるはねかえり係数（反発係数）を求めよ。



以下の文章を読んで問いに答えよ。

(1) 図1のように、 x 方向になめらかに動く、断面積 S のピストンを持つ容器の中に、理想気体とみなせる N 個の単原子分子が満たされている。個々の気体分子は質量 m を持ち、様々な速度で容器内を運動し、ピストンや容器の壁と弾性衝突する。ピストンが容器の端から距離 L で静止しているとき、気体は絶対温度 T の状態にあり、圧力 p をピストンに与えている。1個の気体分子が1回の衝突によりピストンに与える力積と単位時間あたりの衝突回数を考慮することで、1個の気体分子がピストンに及ぼす平均の力が求まる。これを N 個の気体分子について考えることで気体全体が壁に与える平均の力を求めることができる。ここで、ある気体分子は速度の大きさ v 、 x 方向の速度成分 v_x を持ち、 N 個の分子の v^2 の平均 $(\overline{v^2})$ と v_x^2 の平均 $(\overline{v_x^2})$ の間には $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3}\overline{v^2}$ が成り立つとする。

(a) x 方向の速度成分 v_x を持つ気体分子1個が1回の衝突でピストンに与える力積を求めよ。

(b) x 方向の速度成分 v_x を持つ気体分子が単位時間あたり、ピストンと衝突する回数を求めよ。

(c) ピストンが受ける圧力を、 N 、 m 、 $\overline{v^2}$ 、 L 、 S を用いて表せ。

(2) 次に、図2のように、(1)で固定されていたピストンが一定の速さ w でゆっくり動いている場合を考える。この変化において、容器やピストンと気体の間で熱の出入りはないものとする。気体分子が動いているピストンと衝突すると、 x 方向の速度成分の大きさが変わり、衝突ごとに運動エネルギーを失うことになる。ピストンが ΔL 移動する間に、失う内部エネルギーを求めることで断熱変化が満たすべき気体の圧力、体積や温度の関係式を求めることができる。この場合も、十分短い時間のうちに x, y, z 方向の速度成分は平均化され、(1)の場合と同様に、 $\overline{v_x^2} = \frac{1}{3}\overline{v^2}$ が成り立つとする。以下の計算では w^2 の項は無視せよ。

- (d) x 方向の速度成分 v_x を持つ気体分子 1 個がピストンと 1 回衝突することで失う運動エネルギーを求めよ。
- (e) ピストンが ΔL 移動する間に, 1 個の気体分子が失う平均の運動エネルギーを, $m, \overline{v^2}, \Delta L, L$ を用いて表せ。ただし, 気体分子が単位時間に衝突する回数は, 壁が静止している場合と同じとする。
- (f) 気体の内部エネルギーの変化量を (c) で求めた圧力を p として, $p, S, \Delta L$ を用いて表せ。
- (g) (f) の結果と理想気体の状態方程式を使い, 温度の変化率 $\frac{\Delta T}{T}$ と距離の変化率 $\frac{\Delta L}{L}$ が満たす関係式を求めよ。

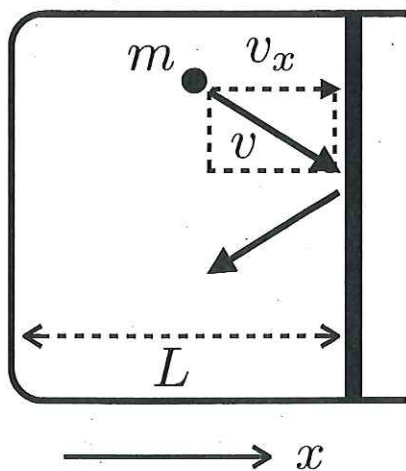


図 1

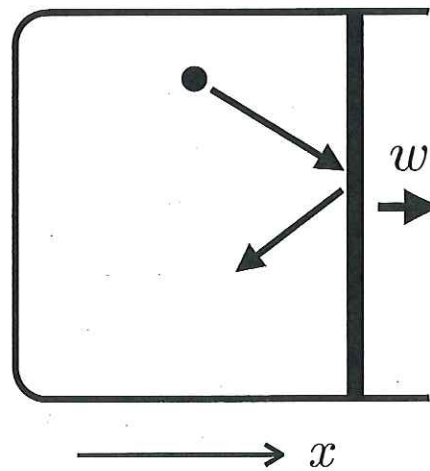


図 2