

2025 年度

佐賀大学総合型選抜 I 試験問題

理工学部理工学科

機械工学分野

適性検査

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、全ての解答紙・下書き用紙の所定欄に受験番号を記入すること。
- 3 試験時間中、試験問題の内容について質問がある場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
- 4 その他、監督者の指示に従うこと。

科目名	適性検査
-----	------

機械工学分野

【問題 1】と【問題 2】の合計 2 問あります。それぞれの問題ごとに 2 枚の解答用紙（裏面使用可）に記述しなさい（合計 4 枚）。なお、解答に至る過程を詳しく記述すること。

【問題 1】

質量 m の小球の自由落下を考える。重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。

- (1) 静かに小球を離してから距離 h だけ落下するのに要する時間 t_h と、小球の速度 v_h を求めよ。ただし、速度は鉛直下向きを正とし、空気抵抗はないものとする。
- (2) 空気抵抗を考えた自由落下の問題では、運動する速度 v に比例した粘性抵抗が生じる。その比例定数を k ($k > 0$) とすると、運動方程式は次式のように表される。ただし小球の加速度を a (鉛直下向きを正) とする。

$$ma = mg - kv \quad (\text{i})$$

この式を、速度 v を使って表すと、

$$m \frac{dv}{dt} = mg - kv \quad (\text{ii})$$

となり、変数分離型と呼ばれる微分方程式になっている。この微分方程式を解いて速度 v を時間 t の関数として表せ。

変数分離型微分方程式の解き方

変数分離型の微分方程式とは、 x のみで表される関数 $f(x)$ と、 y のみで表される関数 $g(y)$ を使って、

$$\frac{dy}{dx} = f(x)g(y) \quad (\text{A})$$

のように表される微分方程式のことである。(A)式の変数分離型微分方程式を解くためには、(A)式を変形して、

$$\frac{1}{g(y)} \frac{dy}{dx} = f(x) \quad (\text{B})$$

次に、(B)式の両辺を x で積分すると、

$$\int \frac{1}{g(y)} \frac{dy}{dx} dx = \int f(x) dx \quad (\text{C})$$

左辺は置換積分を考えると、

$$\int \frac{1}{g(y)} dy = \int f(x) dx \quad (\text{D})$$

となるため、解くことができる。

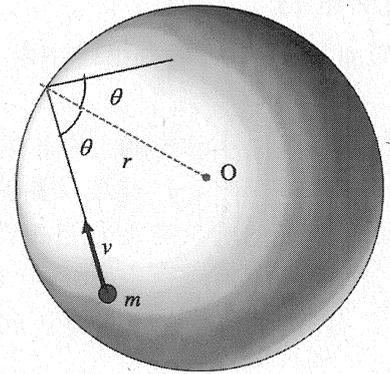
- (3) (2)で求めた小球の速度を表す式から、加速度 a を時間 t の関数として表せ。
- (4) また、 $t \rightarrow \infty$ となったときの速度と加速度を求めよ。

科目名	適性検査
-----	------

機械工学分野

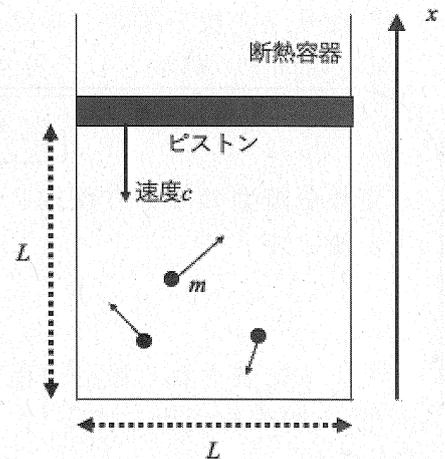
【問題 2】

図に示すような球形容器 (半径 r) に理想気体が入っている. ある単原子分子 1 個の質量を m , 速さを v とし, 入射角 θ で球面と完全弾性衝突したとする.



- (1) 分子 1 個の衝突により球面が受ける力積の大きさを示せ.
- (2) 容器内に分子が N 個含まれているとする. 全分子の速さの 2 乗平均を $\overline{v^2}$ とすると球面が N 個の分子から受ける力の大きさ F を示せ.
- (3) 気体定数を R , アボガドロ定数を N_A とする. 理想気体の状態方程式と比較することにより, 絶対温度 T を示せ.

次に, 直方体形状のシリンダー内にピストンが設置されている. このシリンダー及びピストンは断熱材で作られており, 底面は長さ L の正方形で底面から高さ L の位置にピストンの底面が配置されている. このシリンダー内に質量 m の単原子分子 (理想気体) が N 個入っている. ピストンは一定の速度 c で x 軸の負方向にゆっくり下降するものとする. 全分子の速さの 2 乗平均を $\overline{v^2}$ とする.



- (4) 1 つの分子における x 方向の速度成分を v_x とする. ピストン底面に完全弾性衝突したときの衝突後の分子の x 方向の速度を示せ.
- (5) 衝突前後の分子の運動エネルギーの変化量 ΔE を示せ. ただし, c は v_x に比べて十分小さいもの ($c \ll v_x$) とし, 以下の近似を使用すること.

$$\left(1 + \frac{2c}{v_x}\right)^2 \approx 1 + \frac{4c}{v_x}$$

- (6) 時間 t の間の N 個の分子の運動エネルギーの変化量 ΔU を示せ.
- (7) 時間 t の間にピストンが気体にする仕事 W を示せ.