

2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《物理》（1 / 4）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

I

1 辺の長さが a [m] の立方体を水面に浮かべると、図 1 のように、底面が水面から $\frac{1}{3}a$ [m] の位置で静止した。水の密度を ρ [kg/m³]、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。立方体は回転することなく鉛直方向にのみ動くものとする。水の抵抗、水面の変化、および空気の影響は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。導出過程も記すこと。 (配点：50 点)

- (1) 立方体の質量を求めよ。
- (2) 図 1 の静止状態から、立方体を距離 d [m] だけ押し下げ、手をはなすと、立方体は水中から飛び出すことなく上下に単振動を始めた。この単振動の周期と立方体の最大の速さを求めよ。

次に、立方体の上面が水面に一致するまで沈めて、手をはなすと、図 2 のように立方体は水中から飛び出し、底面が水面から h [m] の高さまで到達した。
- (3) 立方体の底面が水面から離れるときの速さを求めよ。
- (4) h を求めよ。
- (5) 手をはなしてから、立方体の底面が高さ h に到達するまでの時間を求めよ。ただし、 h は使用しないこと。

2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《物理》（2 / 4）

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

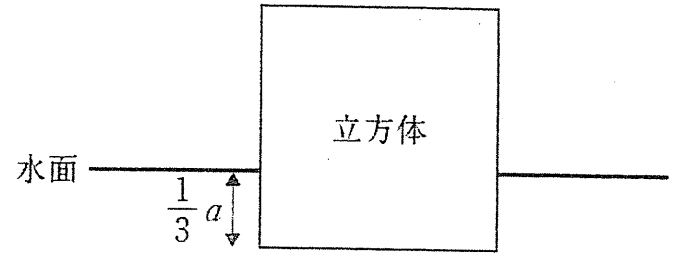


図 1

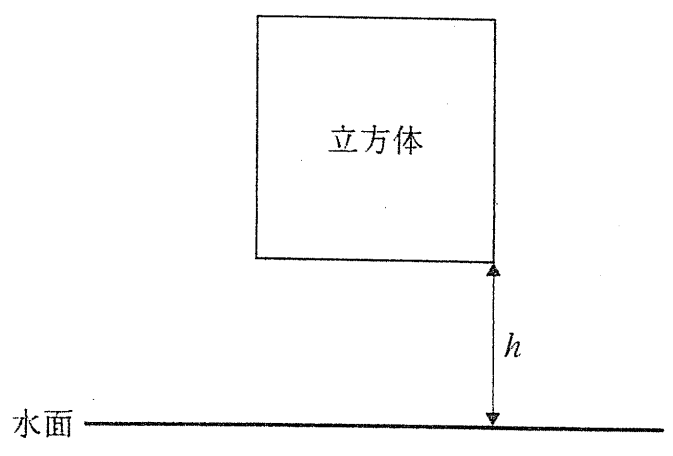


図 2

2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部 私費外国人留学生特別入試学力検査問題《物理》(3/4)

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい

II

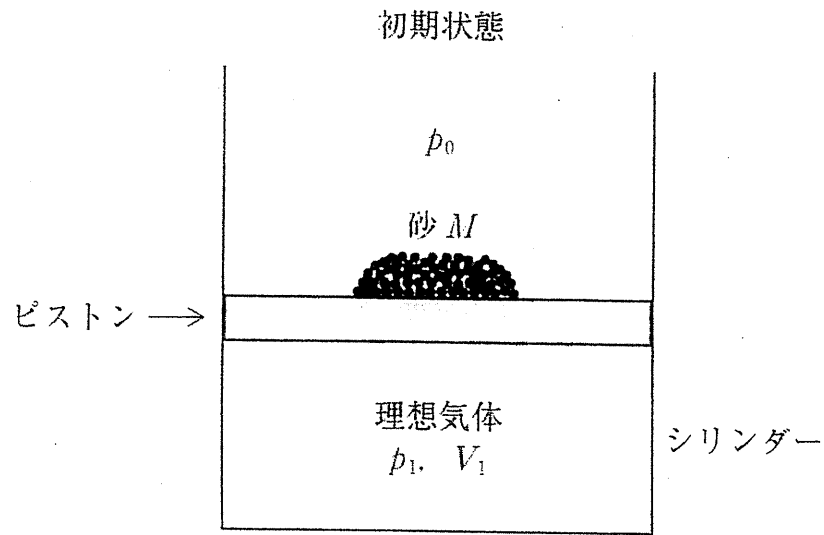
図のように、なめらかに上下に動くピストンがついた円筒形のシリンダー内に、1 mol の単原子分子の理想気体が封入されている。ピストンの上に質量 M [kg] の砂が置かれており、そのときの気体の体積は V_1 [m³] である。この状態を初期状態とする。シリンダーとピストンには断熱材が用いられており、これらを通した熱の出入りはないものとし、ピストンの質量は無視できるものとする。なお、気体の加熱と冷却は任意に操作できる。気体定数を R [J/(mol·K)]、重力加速度の大きさを g [m/s²]、大気圧を p_0 [Pa]、シリンダーの断面積を S [m²] とする。また、単原子分子の比熱比を γ として用いてよい。以下の問いに答えよ。導出過程も記すこと。

(配点：50点)

- (1) 初期状態におけるシリンダー内の気体の圧力 p_1 [Pa] を、 p_0 、 V_1 、 M 、 S 、 R 、 g 、 γ のうち、必要なものを用いて表せ。
- (2) 次に、シリンダー内の気体をゆっくり加熱した結果、気体の体積は V_2 [m³] まで膨張した。気体が受けとった熱 Q [J] を、 p_0 、 p_1 、 V_1 、 V_2 、 M 、 S 、 R 、 g 、 γ のうち、必要なものを用いて表せ。
- (3) さらに、気体を加熱または冷却することなく、砂を質量が $\frac{M}{2}$ [kg] となるまで少しずつ減らしたところ、気体の体積は V_3 [m³] まで膨張した。この過程における気体の内部エネルギーの変化量 ΔU [J] を、 p_0 、 p_1 、 V_1 、 V_2 、 V_3 、 M 、 S 、 R 、 g 、 γ のうち、必要なものを用いて表せ。
- (4) 最後に、体積が V_4 ($> V_1$) [m³] になるまで気体をゆっくり冷却した後、ピストン上に砂を少しずつ加えて気体を V_1 [m³] まで圧縮した。加えた砂の質量 m [kg] を、 p_0 、 p_1 、 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 M 、 S 、 R 、 g 、 γ のうち、必要なものを用いて表せ。

2023年度東京海洋大学海洋生命科学部・海洋資源環境学部
私費外国人留学生特別入試学力検査問題《物理》(4/4)

※ 解答はすべて解答用紙に書きなさい



図