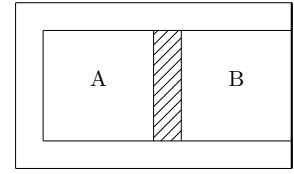
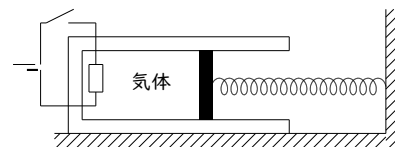


- 1 図のように両端を密閉したシリンダーが、なめらかに動くピストンで2つの部分 A, B に分けられており、それぞれに単原子分子理想気体が1モルずつ入れられている。シリンダーの右端は熱を通しやすい材料で作られている。初めの状態では、A, B 内の気体の体積は等しく、温度はともに  $T_0[\text{K}]$  であった。次に、右端から B 内の気体をゆっくりと熱したところ、ピストンは左方向に移動し、最終的に A 内の気体の体積はもとの半分になり、温度は  $T_1[\text{K}]$  になった。気体定数を  $R[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$  とする。



- (1) この変化の過程で、A 内の気体が受けた仕事はいくらか。
- (2) 変化後の A 内の気体の圧力は最初の状態の何倍になったか。
- (3) 変化後の B 内の気体の温度はいくらになったか。
- (4) この変化の過程で、B 内の気体の内部エネルギーはどれだけ増加したか。
- (5) この変化の過程で、B 内の気体が外部から吸収した熱量はいくらか。

- 2  $n$  モルの単原子分子からなる理想気体が、水平なばね振り子（ばね定数は  $k[\text{N/m}]$ ）につながれた断面積  $S[\text{m}^2]$  のピストンによってシリンダー（床に固定）内に封入されている。ピストン、シリンダーはともに断熱材でつくられており、ピストンはなめらかに動くものとする。さて、ヒーターにより気体を熱したところ、気体はゆっくりと膨張し、加熱前の体積  $V_0[\text{m}^3]$  の2倍になった。加熱前のばねは自然の長さであり、気体定数を  $R[\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})]$ 、大気圧を  $P_0[\text{Pa}]$  とする。



- (1) 加熱前の気体の温度を求めよ。
- (2) 加熱し始めてからピストンが移動した距離を  $x[\text{m}]$  として、そのときの気体の圧力  $P[\text{Pa}]$  を  $x$  の関数として表せ。また、 $P$  を気体の体積  $V$  の関数として表せ。
- (3) 2 倍の体積になったときの気体の温度を求めよ。
- (4) 2 倍の体積になるまでに気体がした仕事を求めよ。
- (5) 気体に加えた熱量を求めよ。

- 3 断面積  $S$ 、質量  $M$  の一端を閉じた円筒が、開口部を下にし、上端は水面に一致して鉛直に静止している。円筒には鉛直下向きに外力が加えられている。円筒の内部には気体が入っており、円筒の上端から内部の水面までの距離を  $d$  とする。円筒の厚さ、内部の気体の質量、水の蒸発は無視する。大気圧を  $P_0$ 、水の密度を  $\rho$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

(1) 外力の大きさを求めよ。

次に円筒を深さ  $h$  の位置まで沈めると、外力を加えなくても円筒は静止した (図 2)。このときの内部の気体の高さは  $\frac{1}{2}d$  であった。

(2) 円筒の質量  $M$  を  $P_0$ 、 $\rho$ 、 $S$ 、 $d$ 、 $g$  の中から必要なものを用いて表せ。

(3) 円筒内の気体の変化は等温変化とみなせるものとする。 $h$  を  $P_0$ 、 $\rho$ 、 $S$ 、 $d$ 、 $g$  の中から必要なものを用いて表せ。

(4) 円筒内の気体の変化が断熱変化とみなせる場合を考える。円筒が静止できる深さ  $h$  は (3) で求めた値より大きい、小さいか。

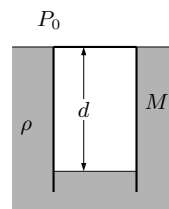


図 1

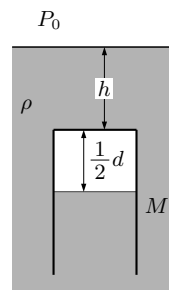


図 2

4

- (1) 気体の圧力  $P$ ，密度  $\rho$ ，絶対温度  $T$  の間には，状態方程式より， $P = \alpha \rho T$  の関係が成り立つ。定数  $\alpha$  を気体定数  $R$  と 1 モルの気体の質量  $m_0$  で表せ。
- (2) 熱気球がある。風船部の体積は  $V[\text{m}^3]$  であり，風船部内の空気（内部空気）を除いた全体の質量は  $M[\text{kg}]$  である。内部空気の圧力は外気圧に等しく，温度は自由に調節できる。地表での外気の圧力を  $P_0[\text{Pa}]$ ，気温を  $T_0[\text{K}]$ ，密度を  $\rho_0[\text{kg}/\text{m}^3]$  とする。
- ア．内部空気を加熱していくと，気球は地表に静止したまま，温度が  $T[\text{K}]$  となった。内部空気の密度  $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$  を求めよ。
- イ．内部空気をさらに加熱し，温度が  $T_1[\text{K}]$  より高くなると，気球は地表より浮上する。 $T_1[\text{K}]$  を求めよ。
- ウ．気球が浮上した後，内部空気の温度を  $\alpha T_0[\text{K}] (\alpha > 1)$  としたところ，気球はある高度で静止した。そこでの外気の圧力は  $\beta P_0[\text{Pa}]$  であった。内部空気の密度  $\rho'[\text{kg}/\text{m}^3]$ ，および外気の密度  $\rho'_0[\text{kg}/\text{m}^3]$  を求めよ。

