

練習問題

内径の断面積 $S[\text{m}^2]$ のシリンダーと、この中を滑らかに動く質量 $m[\text{kg}]$ のピストンがある。シリンダーの中を外気と等しい圧力 $p_0[\text{N/m}^2]$ 、温度 $T_0[\text{K}]$ の理想気体 $n[\text{mol}]$ で満たしたところ、図1のように、ピストンがシリンダーの端から $l_0[\text{m}]$ の位置で静止した。次に、温度一定のもとでシリンダーを鉛直になるまでゆっくり立てたところ、図2のように、ピストンが底から $l_1[\text{m}]$ の位置で静止した。ヒーターは無視できるほど小さく、またシリンダーとピストンの間には漏れがなく、重力加速度を $g[\text{m/s}^2]$ 、気体定数を $R[\text{J/mol}\cdot\text{K}]$ とする。

問1 図1において、ピストンの左右の面に働く力はつり合っている。シリンダー内部からの力の大きさはいくらか。

$$p_0 S$$

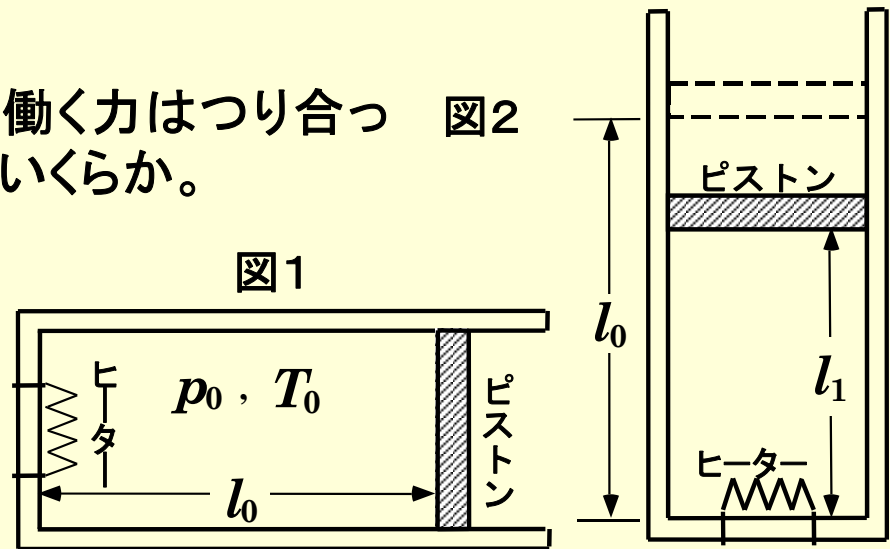
問2 図2において、ピストンが底から l_1 の位置で静止したとき、ピストンに加わる下向きの力を、 p_0 、 S 、 m 、 g を用いて求めなさい。

$$p_0 S + mg$$

問3 このとき、ボイルの法則によりシリンダー内部の圧力 p_1 を、 p_0 、 l_0 、 l_1 を用いて求めなさい。

$$p_0 l_0 S = p_1 l_1 S$$

$$\therefore p_1 = p_0 l_0 / l_1$$



練習問題

問4 距離 l_1 を, 問2, 3の結果を利用して求めなさい。

$$l_1 = \frac{p_0}{p_1} \cdot l_0 = \frac{p_0 S l_0}{p_0 S + mg}$$

次に, 図2の状態付属のヒーターを用い, シリンダーを膨張することなく気体だけを膨張させた。その結果, ピストンはもとの l_0 の位置まで押し上げられた。

問5 図2において, ピストンがもとの l_0 の位置まで押し上げられたとき, 気体がピストンにした仕事 W はいくらか。

$$W = (p_1 S - p_0 S) \cdot (l_0 - l_1) = (p_1 - p_0) \cdot (l_0 - l_1) S = mg(l_0 - l_1)$$

問6 このとき, 気体の温度変化はいくらか。

$$(p_1 - p_0) \cdot (l_0 - l_1) S = nR \cdot \Delta T$$

$$\therefore \Delta T = \frac{(p_1 - p_0) \cdot (l_0 - l_1) S}{nR} = \frac{mg(l_0 - l_1)}{nR}$$

図2

