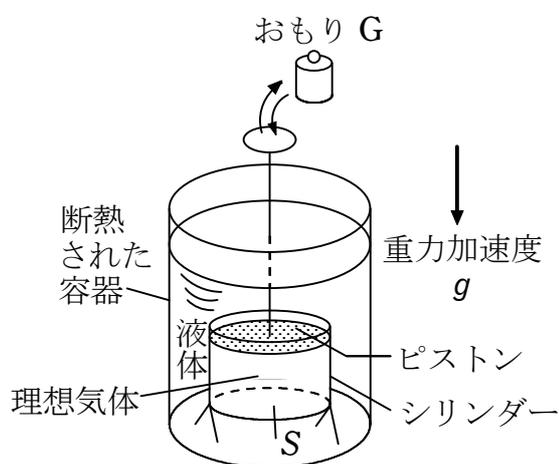


'03 岩手大学

図のように、周囲を断熱した容器の中に  $M[\text{kg}]$  の液体が入っており、その中に熱をよく通す底面積  $S[\text{m}^2]$  のシリンダーが設置されている。シリンダーには気密性を保ちながらなめらかに動き、質量が無視できるピストンがついている。シリンダーの中には単原子分子の理想気体が  $m[\text{kg}]$  入っている。液体と気体の温度はともに  $T_0[\text{K}]$  で、ピストンは液体の液面から深さ  $d[\text{m}]$  の位置にあり、大気圧は  $p_a[\text{Pa}]$  とする。液体



の密度は  $\rho_w[\text{kg}/\text{m}^3]$  とし、大気圧におけるこの気体の体積は  $V_a[\text{m}^3]$ 、気体の密度は  $\rho_a[\text{kg}/\text{m}^3]$  とする。また、重力加速度の大きさを  $g[\text{m}/\text{s}^2]$  とする。ただし、容器は十分に大きく、ピストンが移動しても液面およびピストンの液面からの深さの変動は無視できるものとする。

それぞれの状態における圧力  $p$ 、体積  $V$ 、温度  $T$  に添字をつけ、各状態における諸量を表すものとする(例えば、状態 1 の圧力は  $p_1$ )。以下の問いに答えよ。

- (1) 最初のつりあい状態(状態 0)におけるシリンダー内の気体の圧力  $p_0$  を  $p_a$ 、 $\rho_w$ 、 $g$ 、 $d$  を用いて表せ。また、体積  $V_0$  を  $p_a$ 、 $p_0$ 、 $V_a$  を用いて表せ。

次に、このピストンに質量  $G[\text{kg}]$  のおもりを載せたところ、ピストンは急に移動して、ある位置で一旦止まった(状態 1)。この変化において気体の圧力  $p$  と体積  $V$  との間には

$$pV^\gamma = \text{一定} \quad \left( \gamma \text{ の値は } \frac{5}{3} \text{ である} \right) \text{ の関係が成り立つ。}$$

- (2) 状態 0 から状態 1 までの気体の変化を何というか。また、ピストンが一旦止まったときのシリンダー内の気体の圧力  $p_1$  を  $p_0$ 、 $G$ 、 $g$ 、 $S$  を用いて表せ。また、体積  $V_1$  を  $p_1$ 、 $p_0$ 、 $V_0$ 、 $\gamma$  を用いて表せ。さらに、温度  $T_1$  を  $p_1$ 、 $p_0$ 、 $T_0$ 、 $\gamma$  を用いて表せ。

ピストンにおもりを載せたままにしたところ、気体の温度が変化しピストンは徐々に移動した。液体と気体は、やがて熱平衡に達し、全体として均一な温度  $T_2[\text{K}]$  になった(状態 2)。液体の比熱を  $c_w[\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}]$ 、気体の定圧比熱を  $c_p[\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}]$ 、定積(容)比熱を  $c_v[\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}]$  とし、シリンダーと容器の熱容量は考えないものとする。

## '03 岩手大学

(3) 状態 1 から状態 2 までの気体の変化を何というか。また、ピストンは上、下のどちらに移動したか。さらに、温度  $T_2$  を  $c_w$ ,  $c_p$ ,  $m$ ,  $M$ ,  $T_0$ ,  $T_1$  を用いて表せ。

さらに、ピストン上のおもりを取り去ったところ、ピストンは急に移動して、ある位置で一旦止まり、その後徐々に移動してやがて熱平衡に達し、静止した(状態 3)。

(4) 状態 3 における温度  $T_3$  は、状態 0 のときの温度  $T_0$  と比べて、どうなるか下記の中から選択し、記号で答えよ。

(ア) 下がる      (イ) 変わらない      (ウ) 上がる