

'02 大阪大学

解説

- (1) $p_1 = \rho g d$ [Pa]
 (2) 容器の重力=浮力 また 質量=密度×体積 より $mg = \rho S d g$
 (3) 圧力は $\rho g d$ のまま一定であるから定圧過程。
 (4) 重心の位置が $(h_2 - h_1)$ だけ上昇するから

$$U = mg(h_2 - h_1) \text{ [J]}$$

- (5) 膨張した体積を ΔV とすると、仕事は $p_1 \Delta V$ となるから

$$W = p_1 S(h_2 - h_1) = \rho S d g(h_2 - h_1) \text{ [J]}$$

- (6) (2) より $mg = \rho S d g$ であるから $U = W$
 (7) 定圧過程であるから $Q = n C_p (T_2 - T_1)$ [J]
 (8) 状態方程式から

$$\text{加熱前 } p_1 S(h_1 + d) = n R T_1$$

$$\text{加熱後 } p_1 S(h_2 + d) = n R T_2$$

$$\text{この2式から } p_1 S(h_2 - h_1) = n R (T_2 - T_1)$$

$$(5) \text{ の式に代入して } W = n R (T_2 - T_1) \text{ [J]}$$

- (9) 気体の内部エネルギー $E = n C_v T$ の変化 ΔE は熱力学第一法則より $\Delta E = Q - W$

ここで、 $T_2 > T_1$ から

$$\Delta E = n C_v (T_2 - T_1) > 0 \text{ であるから}$$

$$Q - W > 0 \text{ よって } Q > W$$

- (10) $Q - W$ は内部エネルギーの増加になった。

講評

力学と熱力学の融合問題。状態方程式の問題としては、押さえておきたい内容が全て含まれている問題。落ち着いて解ければそれほど難しい内容ではないが、きちんと問題文を読まないで、何に関して聞かれているか分からなくなってしまう。普段から問題を解くときに、どの関係を使うかをきちんと意識して解くように心がけたい。