気体の内部エネルギー

① 単原子分子理想気体の(全体の)内部エネルギー

$$= \frac{3}{2}\,nRT = \frac{3}{2}\times 1.0\times 8.3\times 300 \fallingdotseq \underline{3.7\times 10^{3}\ \mathrm{J}}$$

単原子分子理想気体の分子 1 個あたりの内部エネルギー(運動エネルギー)

$$= \frac{3}{2}\,kT = \frac{3}{2}\times 1.4\times 10^{-23}\times 300 = \underline{6.3\times 10^{-21}\ \mathrm{J}}$$

② 単原子分子理想気体の内部エネルギー $= \frac{3}{2}\,nRT$ は

理想気体の状態方程式 $PV = nRT$を使って $\underline{\frac{3}{2}\,PV}$ とも書ける

熱力学第１法則

① 単原子分子理想気体なので、

気体の内部エネルギーの変化 $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ である。

よって、熱力学第１法則は次のように書ける。

$$\frac{3}{2} nR\Delta T = Q + W$$

よって、気体がされた仕事 $W = \frac{3}{2} nR\Delta T - Q$ なので

気体がした仕事 $= \underline{Q - \frac{3}{2} nR\Delta T}$

② 単原子分子理想気体なので、

気体の内部エネルギーの変化 $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$ である。

また、定積変化なので熱力学第１法則は次のように書ける。

$$\Delta U = Q$$

よって、気体に与えられた熱量 $Q = \underline{\frac{3}{2} nR\Delta T}$

③　気体の圧力は大気圧 p_0 と等しいので、定圧変化である。

定圧変化なので、気体がされた仕事 $W = -p_0 \Delta V$　と求められる。

よって、熱力学第 1 法則は次のように書ける。

$$\Delta U = \underline{Q - p_0 \Delta V}$$

気体の内部エネルギーの増加 ΔU は上の値である。

④　等温変化なので、$\Delta U = 0$　である。

よって、熱力学第 1 法則は次のように書ける。

$$0 = Q + W$$

よって、気体がされた仕事 $W = -Q$　なので

気体がした仕事 $= \underline{Q}$　である。

⑤　単原子分子理想気体なので、

気体の内部エネルギーの変化 $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$　である。

また、断熱変化なので、$Q = 0$　である。

よって、熱力学第 1 法則は次のように書ける。

$$\frac{3}{2} nR\Delta T = 0 + W$$

よって、気体がされた仕事 $W = \underline{\frac{3}{2} nR\Delta T}$　である。

⑥ (1) 等温変化：圧力と体積が反比例するので、ウである。

定圧変化：圧力が一定なので、アである。

断熱変化：断熱しながら膨張するので、気体の内部エネルギーは減少する。
すなわち、温度が低下するので、等温変化のグラフより下側にあるエが正解である。

(2) 熱の出入りがないのが断熱変化なので、断熱変化では熱を吸収しない。

等温変化、定圧変化については、熱力学第１法則をもとに考える。

等温変化：$\Delta U = 0$ であり、$W < 0$ である(膨張なので)。
↓
$\Delta U = Q + W$ より　$Q > 0$ ＝ 熱を吸収する　と分かる

定圧変化：$\Delta U > 0$ であり(温度上昇しているので)、$W < 0$ である。
↓
$\Delta U = Q + W$ より　$Q > 0$ ＝ 熱を吸収する　と分かる

答え：等温変化と定圧変化

(3) 等温変化：$\Delta U = 0$ (上に説明あり)

定圧変化：$\Delta U > 0$ (上に説明あり)

断熱変化：$Q = 0$ であり、$W < 0$ である
↓
$\Delta U = Q + W$ より　$\Delta U < 0$

答え：断熱変化

モル比熱

① 必要な熱量 Q ＝ $\underline{nC_V\Delta T}$

② 必要な熱量 Q ＝ $\underline{nC_P\Delta T}$