$\boxed{181}$

(1) ポアソンの式の立て方.

(一定)なので (前 PV^{γ} = 後 PV^{γ} となる)

$$T_1 V_A^{\gamma-1} = \underline{T_2 V_B^{\gamma-1}} \quad (イ)$$

$$T_1 V_D^{\gamma-1} = \underline{T_2 V_C^{\gamma-1}} \quad (ロ)$$

辺々割って

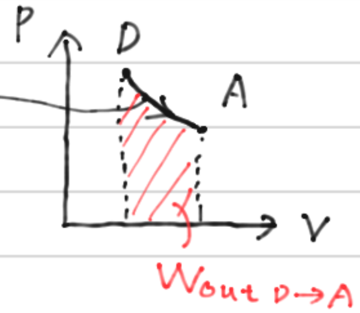
$$\frac{V_A^{\gamma-1}}{V_D^{\gamma-1}} = \frac{V_B^{\gamma-1}}{V_C^{\gamma-1}} \Rightarrow \frac{V_A}{V_D} = \frac{V_B}{V_C}$$

(2) (導入部分の文章について)

等温膨張時の仕事をグラフの面積で求める.

状態方程式 $PV = nRT$ より

$P = nRT_1 \cdot \frac{1}{V}$ ← グラフの式.



$V_D \to V_A$ の面積を求めると

$$\int_{V_D}^{V_A} nRT_1 \cdot \frac{1}{V} dV = nRT_1 \int_{V_D}^{V_A} \frac{1}{V} dV$$

$$= nRT_1 \left[\log|V| \right]_{V_D}^{V_A}$$

$$= nRT_1 (\log V_A - \log V_D)$$

$$= nRT_1 \log \frac{V_A}{V_D}$$ …これが $W_{out\,A\to B}$

熱力学第一法則の式をたてると

$$Q_{in\,D\to A} = 0 + W_{out\,D\to A}$$

$$Q_{D\to A} = nRT \log \frac{V_A}{V_D}$$

となる.

181 (2)続き

(ハ) (B→C)

同様に $W_{out\,B\to C}$ を求めると.

$$W_{out\,B\to C} = -nRT_2 \log\frac{V_B}{V_C}$$

(面積が $nRT_2 \log\frac{V_B}{V_C}$. Vの小さくなる変化なので負の仕事.)

熱力学第一法則の式をたてると,

$$Q_{in\,B\to C} = 0 + W_{out\,BC}$$

$$\Rightarrow Q_{in\,B\to C} = -nRT_2 \log\frac{V_B}{V_C}$$

今回,放出する熱量 $Q_{out\,B\to C}$ を Q_{BC} としているので,

$Q_{in\,B\to C}$ の符合を逆にして,

$$\underline{Q_{B\to C} = nRT_2 \log\frac{V_B}{V_C}}_{//} \text{(ハ)}$$

(ニ) 断熱変化の部分は $Q_{in}=0$ なので,熱効率 e を

Qベースで考えれば,$Q_{D\to A}$ と $Q_{B\to C}$ だけで立式できる。

$$e = \frac{W_{out\,トータル}}{Q_{in\,Ω+}}$$

(トータルで $\Delta U = 0$ なので $Q_{in\,トータル} = 0 + W_{out\,トータル}$ であり $Q_{in\,トータル} = Q_{in\,D\to A} + Q_{in\,B\to C}$)

$$= \frac{Q_{in\,D\to A} + Q_{in\,B\to C}}{Q_{in\,D\to A}}$$

$$= 1 + \frac{Q_{in\,B\to C}}{Q_{in\,D\to A}}$$

$$= 1 + \frac{\left(-nRT_2 \log\frac{V_B}{V_C}\right)}{nRT_1 \log\frac{V_A}{V_D}}$$

$$= \underline{1 - \frac{T_2 \log\frac{V_B}{V_C}}{T_1 \log\frac{V_A}{V_D}}}_{//} \text{(ニ)}$$

(ホ) (1)の結果 $\frac{V_B}{V_C} = \frac{V_A}{V_D}$ より (ニ) を整理して.

$$\underline{e = 1 - \frac{T_2}{T_1}}_{//} \text{(ホ)}$$

※この問題の設定のように in と out を混ぜて考えると,符合がややこしくなる.
Qは in, Wは out を基本としよう.