Turbine

On étudie un gaz parfait qui évolue dans une turbine. On considère le cycle quasi-statique suivant :

- $A \to B$: compression adiabatique réversible du volume V_2 au volume V_1 ;
- $B \to C$: combustion isobare à pression P_1 ;
- $C \to D$: détente adiabatique réversible ;
- $D \to A$: refroidissement isobare à pression P_2.

On donne T_A, T_B, T_C, T_D les températures aux moments A, B, C et D, $\gamma = C_P/C_V$ le coefficient de Laplace et $\alpha = P_1/P_2$.

1) Représenter le cycle en diagramme de Clapeyron.

2) Est-ce un cycle moteur ou récepteur ?

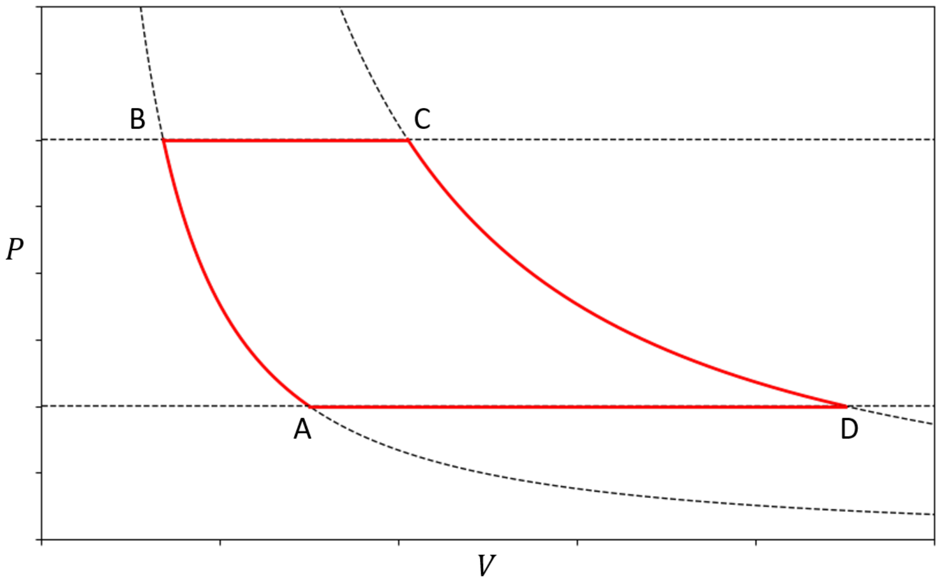
3) Exprimer le transfert thermique sur chaque segment en fonction des températures uniquement. Commenter les signes des transferts thermiques.

4) Exprimer le rendement du cycle en fonction de T_A, T_B, T_C, T_D puis en fonction de γ et α.

Correction

Correction

1)



2) Rotation horaire donc cycle moteur ($W < 0$).

3) $A \to B$ et $C \to D$: isentropique quasi-statique, ie. adiabatique réversible, donc :

$$\boxed{Q_{AB} = 0} \quad \text{et} \quad \boxed{Q_{CD} = 0}$$

$B \to C$ et $D \to A$: isobare, donc on peut appliquer le premier principe version enthalpique :

$$\boxed{Q_{BC} = C_p\,(T_C - T_B) > 0} \quad \text{et} \quad \boxed{Q_{DA} = C_p\,(T_A - T_D) < 0}$$

Lors de l'étape de combustion $B \to C$, le gaz reçoit de la chaleur, on a donc bien $Q_{BC} > 0$. Lors de l'étape de refroidissement $D \to A$, le gaz perd de la chaleur, on a donc bien $Q_{DA} < 0$.

4) Le rendement d'un moteur est défini par :

$$\eta = -\frac{W}{Q_c} = \frac{Q_{BC} + Q_{DA}}{Q_{BC}} = \boxed{1 + \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B}}$$

On utilise la loi de Laplace (relation $P^{1-\gamma}\,T^\gamma = cte$ pour pouvoir introduire α) sur AB et sur CD.

$$\begin{cases} P_2^{1-\gamma}\,T_A^\gamma = P_1^{1-\gamma}\,T_B^\gamma & \Rightarrow \quad T_A = T_B\,\alpha^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \\ P_2^{1-\gamma}\,T_D^\gamma = P_1^{1-\gamma}\,T_C^\gamma & \Rightarrow \quad T_D = T_C\,\alpha^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \end{cases}$$

Ainsi,

$$\boxed{\eta = 1 - \alpha^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$$

Une question ? Un soucis de QRCode ? nicolasperrissin@gmail.com