

Exercice 1 : Moteur Diesel

On peut modéliser ce moteur de façon simplifiée en considérant qu'une quantité donnée de gaz parfait (n moles, γ constante) subit les transformations réversibles suivantes :

- une compression adiabatique $A \rightarrow B$
- une combustion isobare, par injection de carburant $B \rightarrow C$
- une détente adiabatique $C \rightarrow D$
- un refroidissement isochore $D \rightarrow A$.

On pose : $\alpha = V_A/V_B$ et $\beta = V_A/V_C$.

1) Représenter l'allure de ce cycle :

- a) Dans le diagramme de Clapeyron (P, V)
- b) Dans le diagramme (T, S).

2) Exprimer la chaleur Q_{BC} échangée par le fluide lors de la combustion $B \rightarrow C$ en fonction de n, R, γ, T_B et T_C .

3) Exprimer la chaleur Q_{DA} échangée par le fluide lors du refroidissement $D \rightarrow A$ en fonction de n, γ, R, T_D et T_A .

4) Exprimer les rapports $T_D/T_C, T_C/T_B$ et T_B/T_A en fonction de γ, α et β éventuellement.

5) Définir le rendement de ce moteur. Donner son expression en fonction de γ, α et β .

Exercice 2 : Pompe à chaleur avec une source de température variable

On veut chauffer une masse d'eau liquide ($m=1$ tonne ; $c = 4,18 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) de 10°C à 40°C sous la pression atmosphérique. Pour cela, on utilise une pompe à chaleur fonctionnant réversiblement entre cette masse d'eau et un lac de température constante égale à 10°C .

La température T de la masse d'eau à chauffer varie sur plusieurs cycles de la pompe à chaleur. On va donc considérer un cycle élémentaire au cours duquel la température de cette masse d'eau évolue de T à $T+dT$ (avec dT une variation infinitésimale de température : $dT \ll T$).

1) Représenter sur un schéma les échanges élémentaires de chaleur et de travail de la pompe à chaleur au cours d'un cycle élémentaire. On précisera les sources chaude et froide et les signes des échanges énergétiques.

2) Appliquer les deux principes de la thermodynamique à la pompe à chaleur sur un cycle élémentaire. Exprimer l'efficacité « instantanée » de la pompe à chaleur au cours de ce cycle en fonction des températures des deux sources de chaleur.

3) Exprimer le travail élémentaire fourni à la pompe à chaleur au cours d'un cycle en fonction de m, c , et des températures des deux sources de chaleur.

4) Calculer le travail total à fournir pour chauffer cette masse d'eau de 10°C à 40°C .

5) Calculer l'efficacité « apparente » associée à ce chauffage.