

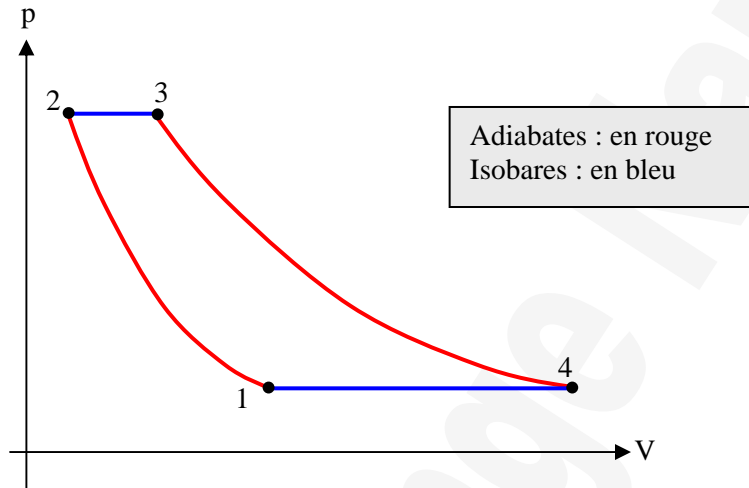
THERMODYNAMIQUE (8 points)

Fonctionnement d'un moteur de type turbine à gaz à combustion externe

1° question :

a) Il y a égalité des deux pressions puisque l'évolution $2 \rightarrow 3$ est isobare ; $p_2 = p_3$.

b) et c) Cycle décrit par le gaz dans un diagramme de Clapeyron :



2° question :

a) Dans la relation : $p \times V^\gamma = \text{constante}$, on remplace le volume V par son expression donnée par l'équation d'état du gaz parfait : $V = \frac{n R T}{p}$ soit : $V = \text{constante} \times \frac{T}{p}$.

On obtient : $p \times (\text{constante} \times \frac{T}{p})^\gamma = \text{constante}$ puis : $p \times \frac{T^\gamma}{p^\gamma} = \text{constante}$ et, enfin : $p^{1-\gamma} \times T^\gamma = \text{constante}$.

b) On en déduit l'expression :

■ de la température T_2 : $T_2 = T_1 \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$

■ de la température T_4 : $T_4 = T_3 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ (le rapport $\frac{p_2}{p_1}$ étant égal au rapport $\frac{p_3}{p_4}$)

3° question : Pour $n = 1$ mol de gaz.

a) Q_C correspond à l'énergie calorifique reçue par $n = 1$ mol de gaz :

$$Q_C = \Delta H_{23} \text{ (évolution isobare) avec } \Delta H_{23} = n C_p (T_3 - T_2) \text{ (hypothèse du gaz parfait)}$$

$$Q_C = n C_p (T_3 - T_2)$$

b) Q_F , l'énergie échangée sous forme de chaleur avec la source froide se calcule de façon similaire :

$$Q_F = n C_p (T_1 - T_4)$$

4° question :

L'énoncé du premier principe, pour un cycle conduit à : $W_{\text{cycle}} + Q_C + Q_F = (\Delta U)_{\text{cycle}}$

Remarque : Il n'y a aucun échange de chaleur lors des évolutions adiabatiques.

D'autre part, on a : $(\Delta U)_{\text{cycle}} = 0$ car U est une fonction d'état ; on a donc : $W_{\text{cycle}} = -(Q_C + Q_F)$

$$W_{\text{cycle}} = n C_p (T_2 - T_3 + T_4 - T_1)$$

5° question :

a) et b) Calculs des rendements pour les trois gaz figurant dans le tableau ci dessous en prenant $\tau = 4,0$:

Gaz	Valeur de γ	Rendement
argon	1,67	43 % (meilleur rendement)
air	1,40	33 %
dioxyde de carbone	1,31	28 %

6° question : Applications numériques pour l'argon : A.N.: $T_2 \square 523 \text{ K}$ et A.N.: $T_4 \square 516 \text{ K}$