

- 1) Pour un changement infinitésimal d'état d'un système thermodynamique (un gaz) à 3 variables d'état (P,V,T), le premier principe s'écrit $dU = \delta Q + dW$. Prouver que
 - a. La capacité calorifique à volume constant pendant une transformation isochore ($dV=0$), $C_V = \left(\frac{\delta Q}{dT}\right)_V$ peut s'écrire $C_V = \left(\frac{dU}{dT}\right)_V$
 - b. La capacité calorifique à pression constante pendant une transformation isobare ($dP=0$), $C_P = \left(\frac{\delta Q}{dT}\right)_P$ peut s'écrire $C_P = \left(\frac{d(U+PV)}{dT}\right)_P$
 - c. Représenter ces deux transformations dans le diagramme de Clapeyron.
- 2) Supposons maintenant que les 3 variables du système obéissent à une relation appelée équation d'état qui est $\frac{PV}{T} = R$ ou r est une constante, et que l'énergie interne est donnée par $U = \frac{3}{2}RT$. Trouver C_P et C_V et le rapport $\gamma = C_P/C_V$.
- 3) Trouver l'équation d'état à 2 variables P et V pour une transformation adiabatique (réversible).
- 4) Calculer le travail dW pour une transformation adiabatique de volume V_1 à V_2 et représenter le travail dans le diagramme de Clapeyron.
- 5) Calculer le travail dW d'une transformation isotherme de V_1 à V_2 et représenter le travail dans le diagramme de Clapeyron.
- 6) Calculer le travail dW d'une transformation isobare (réversible) de V_1 à V_2 et représenter le travail dans le diagramme de Clapeyron.
- 7) Avec le même système ci-dessus, si pendant une transformation isotherme à T_0 , la pression augmente de P_0 à $2P_0$, calculer le travail

8) Le système subit une compression adiabatique de l'état 1 à l'état 2 avec $T_1=300$ et $T_2=360$ K, puis une transformation isobare de l'état 2 à l'état 3 avec $T_3=300$ K, et finalement une évolution isotherme de l'état 3 à l'état 1.

- a. Exprimer les 3 évolutions dans le diagramme de Clapeyron.
- b. Calculer le travail $W_{1\rightarrow 2}$ et la variation de l'énergie interne ΔU .
- c. Calculer le travail $W_{2\rightarrow 3}$ et la variation de l'énergie interne ΔU et ΔQ .
- d. Calculer le travail $W_{3\rightarrow 1}$ et la variation de l'énergie interne ΔU et ΔQ .
- e. Donner le travail total du cycle.