

Série 11
Thermodynamique (MiMos 22 et 23)
Gaz Parfaits - Premier Principe

Exercice 1 - Partie Cours

Energie interne U - Enthalpie H - Loi de Meyer - Loi de Laplace.

- 1- Rappeler l'expression du **premier principe de la thermodynamique**, donnant la différentielle de l'énergie interne : dU d'un système fermé.
On s'intéresse à des systèmes de variables d'état (P, V, T), pour lesquels le seul travail est celui des forces de pression.
- 2- a) Réécrire le premier principe en exprimant la variation d'énergie interne ΔU entre l'état final (2) et l'état initial (1) pour une **transformation isobare**.
b) En déduire l'expression de la chaleur échangée Q en fonction de U_1, U_2, P, V_1 et V_2 .
Montrer que dans ce cas l'énergie thermique Q représente la variation d'une fonction d'état H que l'on définira.
c) Ecrire la différentielle $dH(T,P)$, en déduire la capacité thermique à pression constante notée C_p ainsi que la quantité de chaleur δQ en fonction de C_p .
d) Exprimer la différentielle dH en fonction de la différentielle dU , en déduire la relation de Meyer, donnée par: $C_p - C_v = nR$, valable pour un gaz parfait.
e) On pose le coefficient de Laplace: $C_p / C_v = \gamma$, en déduire les expressions de C_p et de C_v en fonction de γ et R.
f) Utiliser les relations : $dH = C_p.dT$ et $dU = C_v.dT$ (valable pour un gaz parfait), pour établir la relation de Laplace : $P.V^\gamma = \text{constante}$, lorsque le gaz subi une transformation **adiabatique**.

Exercice 2

Un compresseur formé par un récipient, fermé par un piston mobile, contient 2 g de l'hélium considéré comme gaz parfait, monoatomique, dans les conditions (P_1, V_1) . On opère une compression adiabatique, de façon réversible, qui amène le gaz dans les conditions (P_2, V_2) . Sachant que $P_1 = 1 \text{ atm}$, $V_1 = 10 \text{ litres}$ et $P_2 = 3 \text{ atm}$.

Calculer :

- 1 - Le volume final V_2
- 2 - Le travail reçu par le gaz
- 3 - La variation d'énergie interne du gaz
- 4- En déduire l'élévation de température du gaz. On donne : $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3}$ et $R = 8,3 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

Exercice 3

L'état initial d'une mole de gaz parfait est caractérisé par $P_0 = 2 \cdot 10^5$ Pascals, $V_0 = 14$ litres.
On fait subir successivement à ce gaz:

- une détente isobare, qui double son volume.
- une compression isotherme, qui le ramène à son volume initial,
- un refroidissement isochore, qui le ramène à l'état initial (P_0, V_0).

1- Représenter le cycle de transformation dans le diagramme de Clapeyron (P, V)

2- A quelle température s'effectue la compression isotherme ? En déduire la pression maximale atteinte.

3- a) Exprimer le travail W , la quantité de chaleur Q et la variation d'énergie interne échangés par le système au cours de chaque transformation, en fonction de P_0 et V_0 .

b) Faire le bilan du cycle.

Données pour tout l'exercice :

$$c_v = \frac{5}{2} \cdot R, \quad c_p = \frac{7}{2} \cdot R, \quad R = 8,3 \text{ J.K}^{-1}.$$