ANNEXE : PREMIER PRINCIPE GAZ PARFAIT

I. Relations générales

I.1. Résultats valables pour tout système

• Premier principe de la thermodynamique

Relation générale : $\Delta U + \Delta E = W + Q$

Si le système est macroscopiquement au repos : $\Delta U = W + Q$

En règle général W représente l'ensemble des énergies autre que le transfert thermique dans la plus part des cas il n'y a que le travail des forces de pression.

Ainsi $W = W_P + W_{autre}$

• Premier principe dans le cas d'une transformation monobare évoluant entre deux états d'équilibre

$\Delta H + \Delta E = W_{autre} + Q$

Si le système est macroscopiquement au repos : $\Delta H = W_{autre} + Q$

• Le travail des forces de pression

Relation générale $\delta W = -P_{EXT}dV$

Si la transformation est mécaniquement réversible : $\delta W = -PdV$

• Relation sur les capacités thermiques

Coefficient de Laplace $\gamma = \frac{c_{PM}}{c_{VM}}$

I.2. Cas du gaz parfait

• Energie interne

Elle ne dépend que e la température.

Ainsi pour toute transformation $\Delta U = nc_{VM}\Delta T$

Attention la présence de c_{VM} n'impose pas que la transformation soit isochore

• Enthalpie

Elle ne dépend que e la température.

Ainsi pour toute transformation $\Delta H = nc_{pM}\Delta T$

Attention la présence de c_{pM} n'impose pas que la transformation soit isobare

• Relation sur les capacités thermiques

Relation de Meyer $c_{pM} - c_{VM} = R$

Avec le coefficient de Laplace on obtient $c_{VM} = \frac{nR}{\gamma - 1}$ et $c_{PM} = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1}$

II. Transformations particulières

Système : gaz parfait

Equation d'état : $PV = nRT$

Transformation	EI		EF	
		P_1		P_2
		V_1		V_2
		T_1		T_2

II.1. Transformation isochore réversible ou non: $V_1 = V_2$

- Travail $W = 0J$
- Premier principe : $\Delta U = W + Q = Q$

Gaz parfait (ou première loi de Joule) $\Delta U = nc_{VM}\Delta T = nc_{VM}(T_2 - T_1) = Q$

- Variation d'enthalpie

Gaz parfait (ou deuxième loi de Joule) $\Delta H = nc_{pM}\Delta T = nc_{pM}(T_2 - T_1)$

II.2. Transformation isobare réversible : $P_1 = P_2$

- Travail : $\delta W = -P_{EXT}dV$
Mécaniquement réversible : $\delta W = -PdV$
Isobare : $W = -P_1(V_2 - V_1)$
- Transfert thermique
Isobare $Q = \Delta H$
Gaz parfait (ou deuxième loi de Joule) $\Delta H = nc_{pM}\Delta T = nc_{pM}(T_2 - T_1) = Q$
- Variation d'énergie interne
Gaz parfait (ou première loi de Joule) $\Delta U = nc_{VM}\Delta T = nc_{VM}(T_2 - T_1)$

Remarque
Premier principe : $\Delta U = Q + W$
Travail reçu : $W = \Delta U - Q = n(c_{VM} - c_{PM})(T_2 - T_1)$
Relation de Mayer $W = -nR(T_2 - T_1)$
Equation d'état avec $P_1 = P_2$ on retrouve $W = -P_1(V_2 - V_1)$

II.3. Transformation monobare entre deux états d'équilibre mécanique

Comme $P_{EXT} = P_1 = P_2$ on retrouve les mêmes résultats seule la rédaction pour le travail change :
- Travail : $\delta W = -P_{EXT}dV$
Monobare : $W = -P_{EXT}(V_2 - V_1)$
Or $P_{EXT} = P_1 \therefore W = -P_1(V_2 - V_1)$

II.4. Transformation isotherme réversible : $T_1 = T_2$

- Variation d'énergie interne
Gaz parfait (ou première loi de Joule) $\Delta U = nc_{VM}\Delta T = 0J$
- Variation d'enthalpie
Gaz parfait (ou deuxième loi de Joule) $\Delta H = nc_{pM}\Delta T = 0J$
- Travail : $\delta W = -P_{ext}\,dV$
Mécaniquement réversible : $\delta W = -PdV$
Equation d'état : $\delta W = -nRT_1\frac{dV}{V}$
Isotherme : $W = -nRT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$
Equation d'état : $W = -nRT_1 \ln\frac{P_1}{P_2}$
- Transfert thermique
Premier principe : $\Delta U = Q + W = 0J \Rightarrow W = -Q = nRT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}$

II.5. Transformation adiabatique réversible

- Adiabatique : $Q = 0J$
- Variation d'énergie interne
Gaz parfait (ou première loi de Joule) $\Delta U = nc_{VM}\Delta T = nc_{VM}(T_2 - T_1)$
- Variation d'enthalpie
Gaz parfait (ou deuxième loi de Joule) $\Delta H = nc_{pM}\Delta T = nc_{PM}(T_2 - T_1)$
- Travail
Premier principe : $\Delta U = Q + W = W = nc_{VM}(T_2 - T_1)$

Remarque pour cette transformation adiabatique réversible pour un gaz parfait on a aussi la loi de Laplace PV^γ = Constante

II.6. Autres transformations

Pour tout autre transformation réversible ou pas il faudra bien lire l'énoncé et adapter les résultats du I

ANNEXE : PREMIER PRINCIPE GAZ PARFAIT