

# SVF

## 1 Thermodynamique

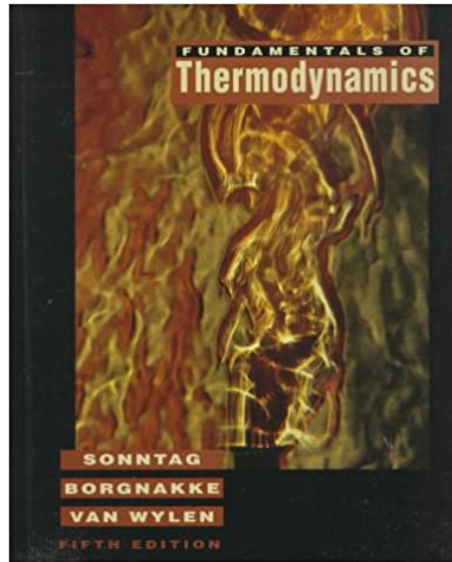


FIGURE 1 – La bible de la thermo

### 1.1 ODG

- ✗ La pression atmosphérique est équivalente à quelle masse par  $cm^2$  ?
- ✗ Quelle est la masse de l'atmosphère ?
- ✗ Quelle est la force pour séparer les hémisphères de Magdebourg (diamètre 1 m)
- ✗ Y a-t-il plus ou moins de molécules d'eau dans une goutte d'eau que de gouttes d'eau sur terre ?
- ✗ Quel est l'ordre de grandeur de la puissance volumique fournie par un four à micro-onde aux aliments ?
- ✗ On ouvre une bouteille (type bouteille de vin), dans lequel on a fait le vide, pendant une durée de très courte (1ms). Quelle est l'odg du nombre de molécules « d'air » étant rentrées dans le flacon ?
- ✗ Quand il fait  $10^\circ C$  à Lyon par temps sec, quelle est la température en haut du Mont-Blanc ?
- ✗ Quelle est l'ordre de grandeur de l'efficacité d'un frigo ? d'un congélateur ?
- ✗ Quelle est l'ordre de grandeur de l'efficacité d'une PAC qui chauffe une piscine au printemps ?
- ✗ Dans un ancien téléviseur (tube cathodique), quel est l'ordre de grandeur de la pression qui doit régner dans le tube pour que les électrons puissent atteindre l'écran sans encombre ?

### 1.2 Fonction d'état et coefficients thermo-élastiques

Établir l'expression de l'équation d'état d'une substance homogène à partir de la donnée de ses coefficients thermo-élastiques. On prendra l'exemple du gaz vérifiant :

$$\alpha = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = \frac{A}{AT + BP}$$

$$\chi_T = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T = \frac{1}{P} - \frac{B}{AT + BP}$$

### 1.3 Énergie interne d'un GP et d'une phase condensée

Justifier que l'énergie interne d'un gaz parfait ( $n$  moles) vérifie :

$$\Delta U = \frac{nR}{\gamma - 1} \Delta T$$

Quelle hypothèse forte a été faite pour établir cette expression ?

Montrer que l'énergie interne d'une phase condensée idéale vérifie :

$$\Delta U = C \Delta T$$

### 1.4 Enthalpie d'un GP et d'une phase condensée

Justifier que l'enthalpie d'un gaz parfait ( $n$  moles) vérifie :

$$\Delta H = \frac{\gamma nR}{\gamma - 1} \Delta T$$

Quelle hypothèse forte a été réalisée pour établir cette expression ?

Montrer que l'enthalpie d'une phase condensée idéale vérifie :

$$\Delta H = C \Delta T$$

### 1.5 Entropie d'un gaz parfait et d'une phase condensée

Montrer que l'entropie d'un gaz parfait ( $n$  moles) vérifie :

$$\Delta S = \frac{nR}{\gamma - 1} \ln \left( \frac{P_f V_f^\gamma}{P_i V_i^\gamma} \right) = \frac{nR}{\gamma - 1} \ln \left( \frac{T_f V_f^{\gamma-1}}{T_i V_i^{\gamma-1}} \right) = \frac{nR}{\gamma - 1} \ln \left( \frac{T_f^\gamma P_f^{1-\gamma}}{T_i^\gamma P_i^{1-\gamma}} \right)$$

Quelle hypothèse forte a été faite pour établir cette expression ?

Montrer que l'entropie d'une phase condensée idéale vérifie :

$$\Delta S = C \ln \left( \frac{T_f}{T_i} \right)$$

### 1.6 Lois de Laplace

Démontrer les lois de Laplace (Thermodynamique)

### 1.7 Transformation isotherme d'un gaz parfait

Montrer que pour transformation isotherme réversible d'un gaz parfait ( $n$  moles), on a :

$$W = -Q = nRT \ln \left( \frac{V_i}{V_f} \right)$$

### 1.8 Transfert thermique lors d'une évolution monobare

Montrer que le transfert thermique reçu par une substance homogène quelconque ( $n$  moles), lors d'une transformation monobare, vérifie :

$$Q_p = \Delta H$$

### 1.9 Transfert thermique lors d'une évolution isochore

Montrer que le transfert thermique reçu par une substance homogène quelconque ( $n$  moles), lors d'une transformation isochore, vérifie :

$$Q_v = \Delta U$$

## 1.10 Machine de Carnot

Démontrer :

- ✗ L'expression du rendement d'un moteur fonctionnant suivant un cycle de Carnot.
- ✗ L'expression de l'efficacité d'un frigo fonctionnant suivant un cycle de Carnot
- ✗ L'expression de l'efficacité d'une PAC fonctionnant suivant un cycle de Carnot.

## 1.11 Chaleur latente de vaporisation

Montrer que, pour  $T = T_c$ , la chaleur latente de vaporisation est nulle et que sa dérivée tend vers  $-\infty$

## 1.12 Loi de Dupré

Démontrer la loi de Dupré, reliant la pression de vapeur saturante et la température, d'un corps pur en équilibre sous deux phases :

$$\ln(P_s) = \alpha - \frac{\beta}{T} - \gamma \ln(T)$$

## 1.13 Diagramme de phase

- ✗ Représenter le diagramme de phase de l'eau en précisant les positions des points : point triple, point critique, équilibre eau liquide/eau vapeur à pression atmosphérique, équilibre eau liquide/eau solide à pression atmosphérique, état de l'eau au congélateur, état de l'eau dans un verre (conditions normales de température et de pression), état de l'eau dans de l'air humide.
- ✗ Montrer que, au point triple, la pente de la courbe de sublimation est supérieure à la pente de la courbe de fusion.
- ✗ Montrer que, pour un corps pur donné, lorsque la pente de la courbe de fusion est négative alors la densité de la phase solide est inférieure à la densité de la phase liquide.
- ✗ Dans l'expérience classique du bouillant de Franklin, représenter l'évolution du point caractéristique de l'eau dans le diagramme de phase

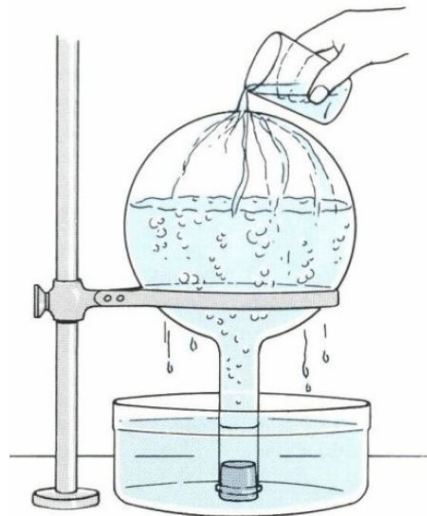


FIGURE 2 – On verse de l'eau froide sur un flacon contenant de l'eau très chaude : l'eau se met à bouillir

## 1.14 Diagrammes thermodynamiques

- ✗ Une centrale nucléaire suit le cycle de Rankine avec surchauffe suivant :

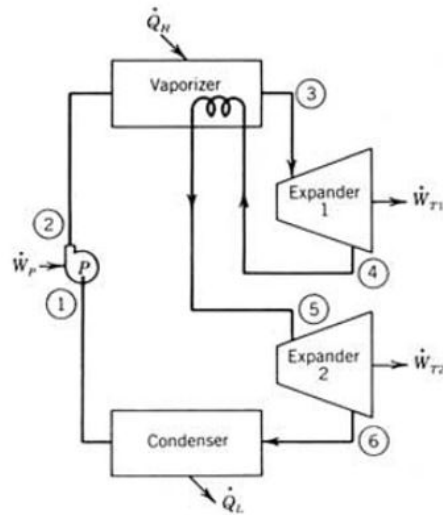


FIGURE 3 – Cycle de Rankine avec surchauffe

Sachant que le liquide après la pompe est un liquide saturant (2), que la vapeur après le générateur de vapeur est une vapeur saturante (3) et que la vapeur après le passage par le réchauffeur est aussi une vapeur saturante (5), tracer l'allure du cycle thermodynamique de la centrale dans les diagrammes  $(P, v)$ ,  $(T, s)$  et  $(P, h)$ . Donner l'expression de son rendement.

### 1.15 Bilans thermodynamique

- ✘ Démontrer l'expression du premier principe de la thermodynamique sous forme de bilan.
- ✘ Démontrer l'expression du second principe de la thermodynamique sous forme de bilan.
- ✘ Montrer, qu'en régime stationnaire, le débit massique se conserve dans une conduite.

### 1.16 Premier principe pour les installations industrielles

Démontrer le premier principe pour les installations industrielles

### 1.17 Théorie cinétique des gaz parfaits

- ✘ Démontrer l'expression de la pression cinétique.
- ✘ Démontrer l'expression de la vitesse quadratique moyenne.
- ✘ Établir l'expression du libre parcours moyen.

Données :

- ✘ Formule de Clapeyron :

$$L_{12}(T) = T (v_2(T) - v_1(T)) \frac{dP_{12}}{dT}$$