

Thermodynamique : Lois et Applications — Résumé

🔥 1. Introduction à la Thermodynamique

La thermodynamique est la branche de la physique qui étudie les relations entre la chaleur, le travail, la température et l'énergie.

Elle décrit **l'état d'un système** (gaz, liquide, solide, mélange) et les transformations qu'il subit.

Un *système thermodynamique* peut être :

- **Ouvert** : échange de matière + énergie
- **Fermé** : échange d'énergie mais pas de matière
- **Isolé** : aucun échange

Les grandeurs importantes :

- Température (T)
- Pression (P)
- Volume (V)
- Énergie interne (U)
- Entropie (S)

⚡ 2. Les Trois Lois Fondamentales de la Thermodynamique

2.1. Première loi — Loi de conservation de l'énergie

$$\Delta U = Q + W$$

- ΔU : variation d'énergie interne
- Q : chaleur reçue
- W : travail fourni sur le système

→ Elle affirme que l'énergie ne peut être ni créée, ni détruite : seulement transformée.

Applications

- Calcul du travail d'un gaz lors d'une expansion ou compression.
- Analyse des moteurs thermiques, turbines, pompes à chaleur.

2.2. Deuxième loi — Sens naturel des transformations

Elle introduit l'**entropie (S)**, qui mesure le désordre.

Dans une transformation réelle, l'entropie totale augmente.

- Les processus naturels ne sont pas réversibles (ex : diffusion d'un gaz, transfert de chaleur chaud → froid).

Applications

- Rendement des moteurs thermiques (Cycle de Carnot).
 - Limites des machines frigorifiques.
 - Détermination du sens d'évolution d'un système.
-

2.3. Troisième loi — Entropie à très basse température

À 0 Kelvin, l'entropie d'un cristal parfait tend vers zéro.

Applications

- Cryogénie
 - Calculs d'entropie absolue
 - Propriétés des matériaux proches du zéro absolu
-

⚙ 3. Principales Transformations Thermodynamiques

Transformation Caractéristique Exemple

Isotherme	T constante	Expansion du gaz dans un récipient thermostaté
Isobare	P constante	Chauffage de l'air à pression atmosphérique
Isochore	V constant	Chauffage d'un gaz dans une enceinte rigide
Adiabatique	$Q = 0$	Compression rapide d'un gaz dans un piston

🔧 4. Applications Pratiques en Thermodynamique

4.1. Moteur thermique

- Convertit la chaleur en travail mécanique.
- Fonctionne par cycles (ex : cycle d'Otto, de Diesel).
- Rendement limité par la deuxième loi.

4.2. Pompe à chaleur / Réfrigérateur

- Transfère la chaleur d'une zone froide vers une zone chaude.
- Utilise un fluide frigorigène.
- Applications : climatisation, congélateurs.

4.3. Turbines et compresseurs

- Convertissent l'énergie des fluides en énergie mécanique.
- Utilisés dans les avions, les barrages hydroélectriques, les centrales.

4.4. Transformation des matériaux

- Dilatation thermique
 - Changement d'état (fusion, vaporisation...)
 - Conception de matériaux thermostables
-

5. Grandeurs énergétiques importantes

Enthalpie (H)

$$H = U + PV$$

Très utilisée pour les transformations à pression constante.

Capacités thermiques (Cp et Cv)

- Cp : à pression constante
- Cv : à volume constant
- Relation pour un gaz parfait : **Cp = Cv + R**

Équation des gaz parfaits

$$PV = nRT$$

6. Conclusion

La thermodynamique fournit les lois fondamentales qui gouvernent l'énergie, la chaleur et le travail dans les systèmes physiques.

Ses applications sont au cœur de l'ingénierie moderne : moteurs, climatiseurs, turbines, conception de matériaux, production d'énergie.

Elle permet de :

- comprendre l'évolution naturelle des systèmes (entropie),
- modéliser les transformations,
- optimiser les machines thermiques,
- mieux contrôler l'énergie industrielle.