

Programme de la semaine du 2 juin 2025

Cours

Chapitre 21 : Premier principe de la thermodynamique.

- Savoir définir la notion d'énergie interne d'un système thermodynamique. Savoir que l'énergie interne est une fonction d'état extensive. Savoir que l'énergie interne d'un GP ne dépend que de la température. Savoir définir la capacité thermique à volume constant d'un gaz parfait et donner l'expression de la capacité thermique à volume constant pour un GP monoatomique et un GP diatomique. Savoir que l'énergie interne d'une phase condensée incompressible et indilatable ne dépend que de la température. Généralisation pour un corps pur réel : savoir écrire la variation infinitésimale de l'énergie interne et définir la capacité thermique à volume constant.
- Savoir définir la notion d'enthalpie d'un système thermodynamique. Savoir que l'enthalpie est une fonction d'état extensive. Savoir que l'enthalpie d'un GP ne dépend que de la température. Savoir définir la capacité thermique à pression constante d'un gaz parfait et donner l'expression de la capacité thermique à pression constante pour un GP monoatomique et un GP diatomique. Savoir citer et démontrer la relation de Meyer pour un gaz parfait, définir le coefficient isentropique et l'utiliser pour écrire les capacités thermiques à volume ou pression constante du GP. Généralisation pour un corps pur réel : savoir écrire la variation infinitésimale de l'enthalpie et définir la capacité thermique à pression constante.
- Savoir définir la notion de **transformation thermodynamique**.
- Savoir décrire les trois modes du transfert thermique. Savoir donner la définition d'un thermostat, d'une transformation monotherme, isotherme ou adiabatique.
- **Travail des forces de pression**. Savoir exprimer le travail élémentaire de la force de pression exercée par le milieu extérieur au cours d'une déformation infinitésimale de la frontière du système. On s'appuiera sur un schéma clair pour démontrer la formule dans le cas unidimensionnel, en précisant les hypothèses et les notations. En intégrant, savoir écrire le travail correspondant à une transformation du système entre le volume V_1 et le volume V_2 .
- **Travail des forces de pression, cas d'une transformation « très lente », « quasi-stationnaire » ou « quasi-statique »** : la pression à l'intérieur du système est uniforme et se confond avec la pression exercée sur la frontière déformable. Interpréter graphiquement le travail dans ce cas à l'aide d'un diagramme (P, V) . Toujours dans le cas d'une transformation « quasi-statique » savoir calculer le travail pour une transformation isochore, isobare ou pour la transformation isotherme d'un gaz parfait. Cas d'une transformation cyclique : interpréter graphiquement le travail dans un diagramme (P, V) , savoir distinguer graphiquement un cycle moteur d'un cycle récepteur.
- **Travail des forces de pression**. Enfin, savoir exprimer le travail dans le cas d'une transformation « monobare ». On ne fait aucune hypothèse sur la pression « à l'intérieur » du système, c'est-à-dire que la transformation subie n'est pas nécessairement « quasi-statique ».
- Savoir énoncer le **premier principe de la thermodynamique**. Savoir aussi l'énoncer sous forme infinitésimale.
- Calorimétrie : savoir décrire un calorimètre, et réaliser un bilan d'enthalpie. Les exemples suivants ont été traités et pourront faire l'objet d'exercices : mesure de la valeur en eau du calorimètre, mesure de la capacité thermique d'un liquide, d'un solide.
- Savoir exprimer l'enthalpie d'un corps pur dans un état d'équilibre diphasé et définir l'enthalpie de changement d'état. Calorimétrie : exemple de la mesure de l'enthalpie de fusion de l'eau. Détermination de l'état d'équilibre final lors d'une transformation impliquant un changement d'état (faire une hypothèse sur l'état final et la vérifier).

Chapitre 22 : Deuxième principe de la thermodynamique.

- Savoir citer les causes possibles de l'irréversibilité d'une transformation. Savoir définir la notion de transformation réversible.
- Savoir énoncer le deuxième principe de la thermodynamique (fonction d'état entropie, entropie échangée avec un ou plusieurs thermostats, entropie créée, cas particulier d'un système isolé et formule de Boltzmann).

- Les formules de variation d'entropie étant fournies, savoir mener un bilan d'entropie pour une transformation et conclure sur son irréversibilité.
- Savoir qu'un gaz parfait subissant une transformation adiabatique réversible suit la loi de Laplace (connaître les 3 formes).
- Savoir exprimer la variation d'entropie d'un thermostat.
- Savoir exprimer l'entropie d'un corps pur dans un état d'équilibre diphasé. Savoir définir l'entropie de changement d'état et la relier à l'enthalpie de changement d'état.

Chapitre 23 : Machines thermiques.

- Exemples : moteur à 4 temps, centrale thermique (cycle à vapeur d'eau), machine frigorifique et pompe à chaleur. Retenir les principes généraux : le système (l'air, l'eau, le fluide frigorigène) décrit un cycle pendant lequel il échange du transfert thermique avec deux thermostats (une source chaude et une source froide) et du travail mécanique avec le milieu extérieur.
- Machines thermiques cycliques dithermes. Savoir appliquer le premier principe et le second principe au système et en déduire l'inégalité de Clausius. Sur un schéma de principe, décrire les échanges d'énergie ayant lieu dans un moteur, dans un réfrigérateur ou dans une pompe à chaleur. Distinguer le sens algébrique et le sens réel des échanges.
- Rendement d'un moteur ditherme. Savoir énoncer et démontrer le théorème de Carnot pour un moteur ditherme. Savoir calculer un ordre de grandeur du rendement d'un moteur ditherme.
- Savoir décrire le cycle de Carnot en coordonnées (P, V) (sans changement d'état) et montrer que son rendement est le rendement maximum permis par le théorème de Carnot (rendement de Carnot). Savoir que le cycle de Carnot sert de référence pour l'étude des cycles réels de machines thermiques. Traité au tableau sous forme d'exercice :

Exercice 1 (Cycle de Carnot sans changement d'état)

Le système {air} placé dans un cylindre fermé par un piston mobile subit les 4 transformations représentées dans la FIGURE 1 qui constituent le cycle de Carnot :

- $I \rightarrow J$: compression isotherme réversible à la température T_F de la source froide ;
- $J \rightarrow K$: compression adiabatique réversible ;
- $K \rightarrow L$: détente isotherme réversible à la température T_C de la source chaude ;
- $L \rightarrow I$: détente adiabatique réversible.

1. Justifier graphiquement que le cycle est moteur (c'est-à-dire qu'il fournit du travail) et interpréter graphiquement le travail fourni.
2. Montrer que le rendement de ce cycle est le rendement de Carnot.
3. Comparer le cycle de Carnot au cycle de Beau-de-Rochas du moteur à explosion. Justifier que ce dernier n'est pas un cycle réversible.

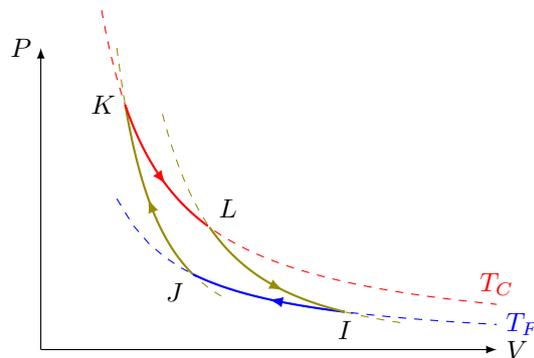


FIGURE 1. Cycle de Carnot moteur pour un système gazeux ne subissant pas de changement d'état.

- Savoir expliquer le principe de la cogénération.
- Efficacité d'un réfrigérateur ou d'une pompe à chaleur ditherme. Savoir calculer la borne supérieure de l'efficacité et en calculer un ordre de grandeur pour un réfrigérateur ou une pompe à chaleur.

Exercices

Exercices sur les **Chapitres 21, 22 et 23**. DS samedi 7 juin sur toute la thermo.