

Semaine 13

Programme de colle

Les notions en **gras** peuvent faire l'objet d'une question de cours.

Les démonstrations à connaître sont indiquées par le symbole (D).

Remarques : les expressions “chaleur”, “calorifique” et “chaleur latente” ne sont volontairement pas employées dans ce cours à cause de leur caractère ambigu en français. Le(a) colleur(euse) peut les utiliser en les explicitant. De même, vaporisation n'est pas confondue avec évaporation.

Chapitre 2 : Description d'un système thermodynamique

- Ordres de grandeur.
- **Définitions :** Système fermé. Paramètres d'état d'état intensifs et extensifs. Grandeurs volumiques, molaires et massiques. Équilibres mécanique, thermique et thermodynamique. Thermostat et pressostat (définitions et exemples). Corps purs, corps monophasés et phases condensées. Variance (cas du système pur monophasé à l'équilibre thermodynamique). Équation d'état. Isobare et isotherme.
- **Coefficient de dilatation isobare α . Coefficient de dilatation linéaire des solides λ .**
- **Coefficient de compressibilité isotherme χ_T .**
- Savoir convertir des degrés celsius ($^{\circ}\text{C}$) en degrés kelvin (K) et réciproquement.
- Savoir donner les limites du modèle du gaz parfait (l'équation de Van der Waals n'est pas à connaître).
- Changements d'état - **définitions et description :** phases condensées, vocabulaires des transitions (fusion, sublimation, etc.), courbe d'analyse thermique, diagramme PT (général et cas de l'eau), points critique et triple, fluide supercritique, diagramme de Watt (PV), isothermes d'Andrews, diagramme de Clapeyron (PV_m ou Pv), courbes de d'ébullition / rosée / saturation. **Théorème des moments chimiques** (D).

Chapitre 3 : Énergie interne et premier principe de la thermodynamique

- **Définitions :** Système isolé, énergie interne et capacité thermique à volume constant, phase condensée idéale, parois calorifugées.
Transformations : quasi-statique, isotherme / isobare / isochore, monotherme / monobare, cyclique, adiabatique.
- **Travail algébrique (des forces de pression et électrique).**
Cas du système isolé et des transformations monobare / quasistatique (pour un gaz parfait) (D).
Interprétation géométrique dans un diagramme de Watt (D).
- **Transfert thermique algébrique.** Puissance, conductance et résistance thermique.
Cas de la transformation adiabatique.
- **Première loi de Joule. Énergie interne d'un gaz parfait monoatomique.**
- **Dépendance de la capacité thermique des gaz parfaits et phases condensées idéales.**
- **Premier principe de la thermodynamique** (comme énoncé en cours, sans oublier le moindre terme!).
- **Enthalpie, capacité thermique à pression constante, relation de Mayer pour un gaz parfait (D), coefficient adiabatique γ , expression de C_P et C_V pour un gaz parfait (D), deuxième loi de Joule (D), capacité thermique d'une phase condensée idéale.**
- Applications aux transformations (D) : en enceinte rigide, monobare, détentes de Joule-Gay-Lussac et Joule-Thomson, quasi-statique adiabatique d'un gaz parfait (loi de Laplace).
- **Coefficient de compressibilité isentropique** (utile avec la loi de Laplace).
Calcul pour un gaz parfait et lien avec le coefficient de compressibilité isotherme (D).
- **Enthalpie de changement de phase.** Définition, signe et lien avec le “désordre”.

Chapitre 4 : Entropie et deuxième principe de la thermodynamique

- **Micro-états et macro-états d'un système fermé, formule de l'entropie statistique, extensivité, lien avec le désordre et troisième principe de la thermodynamique.**
- **Identité thermodynamique**, $\frac{\partial S}{\partial T}$ à volume ou pression constant (D), savoir retrouver l'entropie d'un gaz parfait ou d'une phase condensée idéales avec des indications (D).
- **Entropie d'un système isolé thermiquement, entropie créée, entropie et équilibre thermodynamique.**
- **Transformation réversible, exemples de causes d'irréversibilités.**
- **Entropie échangée.**
- **Deuxième principe de la thermodynamique** (comme énoncé en cours, sans oublier le moindre terme!).
- **Enthalpie libre et potentiel chimique. Critère d'évolution spontanée de l'enthalpie libre (avec les conditions monotherme monobare et sans travail utile), et des potentiels chimiques pour un système biphasé.**
- **Entropie de changement de phase, lien avec l'enthalpie de changement de phase.** (D)
- Savoir interpréter et utiliser la relation de Clapeyron (qui n'est pas à connaître par coeur ni à savoir démontrer sans aide). Cas de la transition solide-liquide de l'eau.

Chapitre 5 : Machines thermiques

- **Définitions :** machines thermiques, monothermes, multithermes, moteurs et récepteurs, machines frigorifiques et pompes à chaleur. Efficacité et rendement (rapport de l'efficacité et de l'efficacité théorique maximale).
- **Inégalité de Clausius.** (D)
- Impossibilité du moteur monotherme. (D)
- Machines dithermes : savoir construire le **diagramme de Raveau** (D), savoir retrouver l'expression de l'efficacité pour chaque type de machine.
- Cycle de Carnot (ditherme) : connaître les quatre transformations qui le composent en les justifiant, savoir retrouver ses efficacités (en moteur ou récepteur) (D), diagrammes TS et PV.
- Savoir décrire qualitativement le fonctionnement d'un moteur (exemple : cycle de Beau de Rochas).
- Machines avec fluides en écoulement : construction d'un système fermé. Bilans de masse, d'énergie et d'entropie. **Premier principe des systèmes ouverts** (D). Application à la détente de Joule-Thomson.
- Savoir lire et utiliser un diagramme des frigoristes (P, h).