

## Programme de colle n°5 (14/10 au 18/10)

### Cours

#### Révisions de thermodynamique de première année

Tout! Un poly de révision a été distribué et corrigé.

#### Étude des machines thermiques réelles

- Formulation des principes pour une transformation élémentaire.
- Premier principe pour les écoulements stationnaires (premier principe industriel), notion de travail utile, exemples (détente de Joule-Kelvin et constituants des machines réelles). Second principe pour les écoulements stationnaires.
- Rappels sur les diagrammes  $(P, T)$ ,  $(P, v)$ ,  $(T, s)$  et  $(P, h)$ . L'utilisation du théorème des moments a été revue. Exemple d'étude d'une machine réelle à l'aide d'un diagramme  $(P, h)$  : machine frigorifique à évaporation (lecture de différentes valeurs sur le diagramme, bilans énergétiques, efficacité).

*Note aux colleurs : les variations d'entropie pour un GP ou une phase condensée doivent être fournies. L'identité thermodynamique fondamentale, la formule de Clapeyron pour les changements d'états, les coefficients thermoélastiques et les potentiels thermodynamiques sont désormais hors-programme.*

#### Diffusion de particules

Exemples, notions de diffusion et de convection. Flux particulaire, vecteur densité de courant (de flux) de particules  $\vec{j}_N$ . Bilan de particules : à 1D en cartésiennes sans ou avec terme de production (démon à savoir), cas général à 3D (admis conformément au programme; par contre, les élèves doivent savoir l'écrire sous forme intégrale via OSTROGRADSKI et interpréter les termes). Loi de FICK.

Équation de diffusion : à 1D en cartésiennes (démon exigible), à 3D (le passage au laplacien scalaire via la loi de FICK est à connaître), propriétés (irréversibilité, longueur et temps caractéristiques, linéarité, conditions initiale et aux limites). Cas du régime stationnaire sans et avec sources. Exemple en symétrie sphérique : résolution avec le laplacien fourni et bilan global.

Approche microscopique de la diffusion. Marche au hasard 1D.

### Ordres de grandeur

- Constante de BOLTZMANN  $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ , nombre d'AVOGADRO  $\mathcal{N}_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ . Constante des gaz parfaits  $R = k_B \mathcal{N}_A$ ,  $\gamma = C_p/C_v \approx 1,4$  pour l'air (gaz diatomique).
- Capacité thermique massique de l'eau liquide  $c = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Enthalpies massique de fusion de la glace ( $\Delta h_{\text{fus}} = 330 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) et de vaporisation de l'eau ( $\Delta h_{\text{vap}} = 2200 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ).
- Rendement réel d'un moteur thermique  $r \approx 0,4$ , efficacités réelles d'un frigo  $e \approx 2$  et d'une pompe à chaleur  $e \approx 4$ .
- **Diffusion de particules** - Diffusivités particulières :  $D_{\text{gaz}} \approx 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $D_{\text{liq}} \approx 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  et  $D_{\text{sol}} < 10^{-15} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ .