

Semaine 33 : du 8 au 12 juin

Au programme

Chapitre T5 : Changements d'état

- ▶ Vocabulaire général des changements d'état, vocabulaire spécifique à l'équilibre liquide-vapeur.
- ▶ Diagramme de phase (P, T) : allure, zones de stabilité, lignes de coexistence, point triple et point critique.
- ▶ Lien univoque entre pression et température de changement d'état.
- ▶ Titre d'un système diphasé, théorème des moments.
- ▶ Diagramme de Clapeyron (P, v) : allure générale, lien au diagramme (P, T) , allure des isothermes d'Andrews (interprétée en raisonnant sur les systèmes modèles).
- ▶ Diagramme des frigoristes $(\log P, h)$, allure générale, allure des courbes isothermes, isentropes et isotitres (admise sans interprétation en lien avec les systèmes modèles).
- ▶ Détermination des fonctions d'état du liquide saturant et de la vapeur saturante à partir de la courbe de saturation.
- ▶ Détermination de l'état d'un système thermodynamique à partir de données tabulées.
- ▶ Enthalpie et entropie de changement d'état, interprétation du signe, lien entre ces deux grandeurs.
- ▶ Ordres de grandeur : un changement d'état met en jeu un échange d'énergie bien plus grand qu'un changement de température.
- ▶ Application à la calorimétrie, décomposition d'une transformation complexe en une suite de transformations simples.
- ▶ Application aux machines thermiques à écoulement, étude détaillée du cycle d'une pompe à chaleur.
- ✘ Les étudiants doivent connaître l'allure de la courbe de saturation et des isothermes dans les diagrammes de Clapeyron et des frigoristes afin de tracer à main levée l'allure d'un cycle. Les autres courbes ne sont pas à mémoriser.
- ✘ Le diagramme des frigoristes n'a été utilisé que comme un outil donnant des valeurs numériques. Les autres diagrammes (entropique, Mollier) n'ont pas été abordés.
- ✘ Aucune connaissance technologique n'est attendue des étudiants à propos des machines thermodynamiques. Le cycle suivi doit toujours être décrit en détail.

Chapitre I3 : Conversion électromécanique

- ▶ Retour sur la loi de Faraday, existence d'exceptions qui se traitent par la conservation de la puissance lors de la conversion électromécanique ;
- ▶ Retour sur la loi de Lenz, les actions mécaniques dues aux courants induits sont (presque) toujours des actions de freinage ;
- ▶ Méthode générale de résolution : on commence toujours par orienter le courant, équation mécanique, équation électrique, découplage, etc ;
- ▶ Bilan de puissance en présence de conversion électromécanique ;
- ▶ Exemples de systèmes en translation : rails de Laplace utilisés en moteur ou en générateur ;
- ▶ Exemples de systèmes en rotation : alternateur en rotation uniforme, MCC à entrefer plan.
- ✘ Aucune connaissance technologique n'est attendue, tous les systèmes doivent être décrits et modélisés simplement.

Applications de cours

Ces applications de cours sont des « briques élémentaires » des raisonnements à mener dans les exercices : les maîtriser est incontournable. Elles sont toutes traitées de manière exhaustive dans le cours.

Le travail demandé consiste à se les approprier, afin d'être capable de les réinvestir dans un sujet d'écrit ou d'oral. Je n'attends pas des étudiants un apprentissage par cœur, mais j'attends qu'ils les aient travaillées suffisamment pour les mener à bien en autonomie, c'est-à-dire savoir refaire seul les raisonnements, sans aide de l'interrogateur.

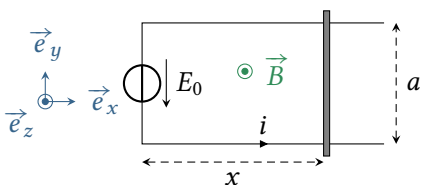
T5.1 - Représenter l'allure du diagramme de phase (P, T) et du diagramme de Clapeyron (P, v) d'un corps pur, en nommant les points particuliers. Représenter dans chaque diagramme l'allure d'une isotherme menant du domaine liquide au domaine de la vapeur. Justifier son allure dans le diagramme de Clapeyron à partir des modèles de la phase condensée indilatable et incompressible et du gaz parfait.

T5.2 - Une masse $m = 100 \text{ g}$ d'eau est introduite dans une enceinte de volume V initialement vide. Cette enceinte est maintenue à une température constante telle que le volume massique du liquide saturant et de la vapeur saturante valent respectivement $10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ et $0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$. Déterminer l'état du fluide et le cas échéant le titre en vapeur pour $V = 1 \text{ L}$ et $V = 50 \text{ L}$. Expliquer/justifier la réponse à partir d'un diagramme de Clapeyron.

T5.3 - Dans un calorimètre de valeur en eau μ , on verse une masse m_0 d'eau chaude. Après quelques minutes, on mesure une température T_0 . On ajoute alors un glaçon de masse m et de température T_{fus} . Déterminer la température finale une fois le glaçon entièrement fondu.

I3.1 - Considérons un système de rails de Laplace où la tige mobile est tractée par une force \vec{F}_0 . Déterminer le sens du courant dans le circuit par application de la loi de Lenz.

I3.2 - Considérons un système de rails de Laplace alimentés par un générateur de fém E_0 . Établir les équations électrique et mécanique.



I3.3 - Considérons le système de rails de Laplace alimentés par un générateur schématisé ci-contre. Les équations mécanique et électrique s'écrivent

$$m \frac{dv_x}{dt} = iaB \quad \text{et} \quad E_0 - aBv_x = ri.$$

Procéder au bilan de puissance et l'interpréter.

I3.4 - On modélise un alternateur par une spire rectangulaire, de normale \vec{n} , plongée dans un champ magnétique constant $\vec{B} = B\vec{e}_x$, voir figure 1. Sous l'effet d'un couple extérieur $\Gamma_0\vec{e}_z$, cette spire tourne à vitesse angulaire Ω_0 supposée constante autour de l'axe (Oz). Cette spire possède une résistance interne r et alimente une résistance électrique extérieure R , qui modélise un récepteur. Établir les équations électrique et mécanique.

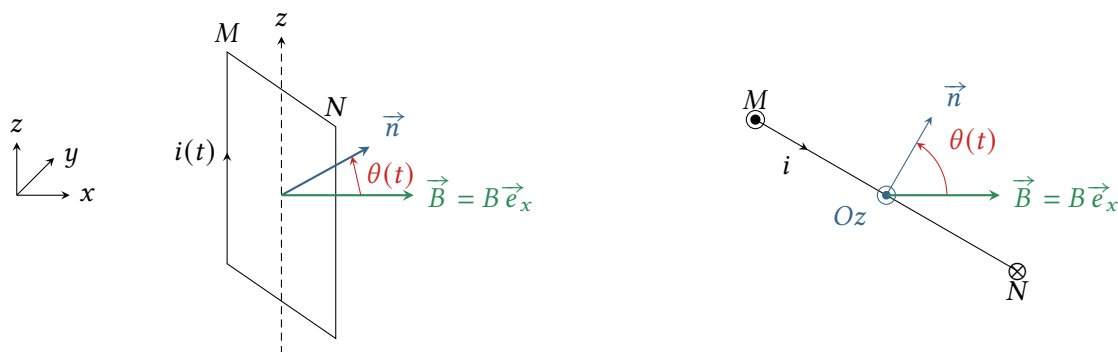


Figure 1 – Schéma d'alternateur modèle.

À quoi s'attendre pour les programmes suivants ?

La semaine prochaine sera la dernière semaine de colles de l'année ☺

- Chapitre AM2 : Solides cristallins.
- Chapitre O5 : Ouverture vers la physique quantique.