

Semaine 32 : du 1^{er} au 5 juin

Au programme

Chapitre I2 : Auto-induction et induction mutuelle

- ▶ Flux magnétique au travers d'un circuit plan ;
 - ▶ Loi de Faraday, importance des orientations ;
 - ▶ Loi de Lenz (sans référence aux actions mécaniques pour le moment) ;
 - ▶ Flux propre et inductance propre, exemple d'un solénoïde infini ;
 - ▶ Énergie magnétique stockée dans une bobine (démonstration par un bilan de puissance d'un circuit RL) ;
 - ▶ Flux croisé et inductance mutuelle, exemple de deux solénoïdes imbriqués, théorème de Neumann (admis) ;
 - ▶ Loi de comportement de deux bobines couplées ;
 - ▶ Exemple du transformateur idéal modélisé par deux bobinages en influence totale : étude en régime sinusoïdal forcé, rapport de transformation, impédance équivalente vue du primaire ;
 - ▶ Énergie magnétique en présence de couplage inductif.
- ✘ Le seul cas dans lequel nous avons calculé des flux est celui d'un champ uniforme à l'échelle de la spire, mais il n'est pas interdit d'aller plus loin en privilégiant un raisonnement physique (découpage mésoscopique) ... et en guidant l'étudiant(e) ;
 - ✘ Par conséquent, nous n'avons jamais exprimé explicitement le vecteur \vec{dS} dans aucun système de coordonnées, ni décomposé d'intégrale double en un produit d'intégrales simples ;
 - ✘ L'énergie magnétique n'a été exprimée qu'en fonction des courants dans les bobines, aucune expression en fonction du champ magnétique n'a été discutée ;
 - ✘ Rien n'est à connaître à propos du transformateur : ni la modélisation, ni le vocabulaire, tout doit être rappelé dans un éventuel exercice.

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.

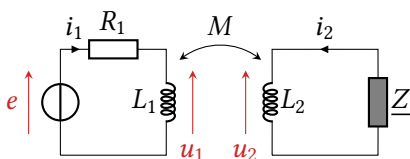
Applications de cours

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.

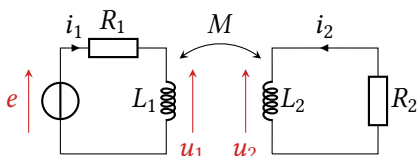
Le travail demandé consiste à se les approprier, afin d'être capable de les réinvestir dans un sujet d'écrit ou d'oral. Je n'attends pas des étudiants un apprentissage par cœur, mais j'attends qu'ils les aient travaillées suffisamment pour les mener à bien en autonomie, c'est-à-dire savoir refaire seul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

I2.1 - Calculer l'inductance propre d'un solénoïde de grande longueur (N spires sur une longueur $\ell \gg$ rayon R), puis l'inductance mutuelle de deux solénoïdes de même longueur imbriqués l'un dans l'autre (rayons R_1 et R_2 , N_1 et N_2 spires). On rappelle le champ magnétique créé par un solénoïde de grande longueur :

$$\vec{B} = \begin{cases} \mu_0 \frac{N}{\ell} i \vec{e}_z & \text{à l'intérieur} \\ \vec{0} & \text{à l'extérieur} \end{cases}$$



I2.2 - Un transformateur alimenté par une source de tension sinusoïdale e débite dans une charge d'impédance complexe Z . Déterminer l'impédance d'entrée du transformateur, c'est-à-dire son impédance équivalente vue du primaire.



I2.3 - Procéder au bilan de puissance du montage ci-contre. L'interpréter : montrer qu'il permet un transfert d'énergie sans contact, et identifier l'énergie magnétique.

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 $m = 100$ 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 $V = 1$ L et $V = 50$ 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 et l'entropie créée.

À quoi s'attendre pour les programmes suivants ?

- ▷ Chapitre I3 : Conversion électromécanique.
- ▷ Chapitre AM2 : Solides cristallins.