

Semaine du 25 au 30 novembre 2024

Chaque étudiant gardera le sujet de la colle afin de le rédiger au propre sur feuille.

## B2 - Thermodynamique des systèmes fermés (révisions PCSI-MPSI) et des systèmes ouverts

*Exercice portant uniquement sur l'étude de systèmes ouverts ou de machines thermiques.*

### Questions de cours:

- Énoncés du 1er et 2nd principe (sous forme d'un bilan entropique) au cours d'une transformation infinitésimale entre  $t$  et  $t + dt$ , puis au cours d'une transformation finie entre  $t_i$  et  $t_f$ .  
Gaz parfait : expression de  $dU$ ,  $dH$ , de  $C_v$ ,  $C_p$ ,  $c_v$ ,  $c_p$  (en fonction de  $\gamma$ ), valeur de  $\gamma$  pour un gaz parfait monoatomique ou diatomique  
Phase condensée : expression de  $dU$ ,  $dH$   
*Les expressions de  $\Delta S$  seront toujours fournies aux étudiants.*
- Principe des machines thermiques dithermes : schéma, présentation des flux d'énergie et convention, définition et démonstration de l'expression du rendement ou du coefficient de performance maximum en fonction des températures par application des deux principes.  
*Proposer d'étudier un moteur, un réfrigérateur, une pompe à chaleur ou une climatisation.*
- Établir la conservation de la masse aux machines à écoulement stationnaire. Citer le premier principe appliqué aux machines à écoulement stationnaire (expression en puissance puis en énergie massique).
- Établir le 2nd principe appliqué aux machines à écoulement stationnaire.

### Savoir faire:

- Savoir appliquer les deux principes à un système ouvert (à chaque organe d'une installation) en fonction des propriétés des machines (compresseur adiabatique, turbine adiabatique, chambre de combustion isobare, détenteur adiabatique, tuyère, ...)
- Savoir justifier par un calcul en ordre de grandeur qu'un terme (comme par exemple  $\Delta(gz)$ ) est négligeable devant un autre (comme par exemple,  $\Delta h$  ou  $w$  ou  $q$ )

## B3 - Changement d'état du corps pur (révisions PCSI-MPSI)

### Questions de cours:

- Changement d'état du corps pur : diagramme  $P = f(T)$ , diagramme de Clapeyron  $P = f(v)$  pour l'équilibre  $\ell \rightleftharpoons v$  (courbes de rosée, d'ébullition, de saturation, isotherme), titre en vapeur et théorème des moments.

### Savoir faire:

- Savoir lire et exploiter un diagramme entropique, de Mollier, de Clapeyron, ... en fonction des indications fournies. Aucune connaissance sur ces diagrammes n'est exigible.
- Savoir utiliser les relations thermodynamiques, les théorèmes des moments et le titre en vapeur.
- Savoir utiliser le premier principe pour un système ouvert en écoulement stationnaire ( $D_m(\Delta h + \Delta e_c + \Delta e_p) = \mathcal{P}_w + \mathcal{P}_q$ ) pour étudier les différents organes d'une machine thermique, en particulier les évaporateurs ou condenseurs où se produisent les changements d'état.

## D3 - Magnétostatique

### Questions de cours:

- Équation de Maxwell pour le champ magnétique (cas général, et cas particulier en régime stationnaire), Relation de Stokes-Ampère, démonstration du théorème d'Ampère.  
Densité volumique d'énergie magnétique et énergie magnétique.

- Démonstration de l'expression du champ magnétique et inductance propre d'un solénoïde (cas du modèle d'un solénoïde infini).
- Démonstration de l'expression du champ magnétique et inductance propre d'un tore bobiné.
- Démonstration de l'expression du champ magnétique créé par un conducteur rectiligne infini.
- Démonstration de l'expression du champ magnétique créé par un conducteur cylindrique de longueur infini parcouru par un courant uniforme.
- Force de Lorentz, force de Laplace s'exerçant sur un conducteur filiforme, force volumique de Laplace (expliquer le passage d'une force à l'autre)

## D4 - Équations de Maxwell

### Questions de cours:

- Équations de Maxwell : formulation locale et intégrale.
- A.R.Q.S. magnétique : domaine de validité, simplification des équations de Maxwell, comparaison des densités d'énergie magnétique et électrique.
- Démonstration du bilan d'énergie électromagnétique. Identité de Poynting. Vecteur de Poynting. Préciser l'unité de chaque terme et sa signification physique.

### Savoir faire:

- Utiliser le formulaire pour exploiter  $\vec{\text{div}}$ ,  $\vec{\text{rot}}$ ,  $\vec{\text{grad}}$  et  $\Delta$ .
- Savoir comparer deux grandeurs pour en négliger une devant l'autre (faire un rapport en ordre de grandeur); par exemple pour déterminer si la densité de courant de conduction  $\vec{j}_{\text{elec}}$  est prédominante sur la densité de courant de déplacement  $\vec{j}_d$  afin de simplifier l'équation de Maxwell-Ampere.
- Savoir déterminer la puissance électromagnétique rayonnée à travers une surface à partir du vecteur de Poynting.
- Savoir déterminer l'énergie électromagnétique présente dans un milieu à partir de la densité volumique d'énergie.
- Savoir déterminer la puissance transmise par le champ électromagnétique aux porteurs de charge.