

Semaine du 23 mars 2026

## B4 - Diffusion thermique

### Questions de cours:

- **Bilan local unidimensionnel d'énergie en coordonnées cartésiennes (unidirectionnel)** : démonstration, généralisation en 3D, équation de diffusion thermique, expression du coefficient de diffusion thermique  $D_{th}$ . Ordre de grandeur  $L_{th}^2 \approx D_{th} \cdot \tau_{th}$ .
- **Bilan local unidimensionnel d'énergie en géométrie cylindrique ou sphérique** : démonstration, équation de diffusion (identifier l'expression de  $\Delta T$ ), expression du coefficient de diffusion thermique  $D_{th}$ .
- **Régime stationnaire sans terme de production** : simplification de l'équation de diffusion (équation de Laplace), démonstration de la conservation du flux thermique en 1D (géométrie au choix de l'interrogateur) démonstration de l'expression de la résistance thermique  $R_{th}$ .
- **ARQS thermique** : bilan d'énergie appliqué à un thermostat non idéal, analogie électrocinétique (circuit RC), temps caractéristique d'évolution de la température, critère A.R.Q.S..
- **Ondes thermiques** : résolution de l'équation de diffusion, effet de peau thermique, distance caractéristique d'atténuation, vitesse de phase.

### Savoir faire:

- Savoir utiliser les équations locales en régime stationnaire et les intégrer avec les conditions aux limites adaptées, quelle soit la géométrie.
- Savoir effectuer des bilans d'énergie sur des systèmes élémentaires bien définis quelque soit la géométrie (cas où l'on ne dispose pas des expressions des opérateurs)
- Savoir évaluer des ordres de grandeur de temps de diffusion

## E4 b - Machine synchrone

### Questions de cours:

- **Champ magnétique créé dans l'entrefer par une phase statorique** : présentation de la situation, démonstration de l'expression du champ magnétique statorique créé dans l'entrefer par une spire passant dans deux encoches diamétralement opposées ( $\mu_r \rightarrow \infty$ ) (symétries, invariances, th d'Ampère), expliquer qualitativement comment obtenir un champ dont la dépendance angulaire est sinusoïdale dans l'entrefer, expression du champ magnétique créé par un enroulement idéal.
- **Création d'un champ magnétique statorique glissant** : expression du champ magnétique créé par un enroulement idéal dans l'entrefer, présentation du principe d'une machine diphasée, démonstration de l'existence d'un champ glissant statorique lorsque les deux phases sont alimentées en quadrature.
- **Création du couple dans une machine synchrone diphasée** : détermination de l'expression de l'énergie magnétique stockée dans l'entrefer en fonction de la position angulaire du rotor (calcul intégral), détermination de l'expression du moment électromagnétique s'exerçant sur le rotor en exploitant l'expression  $\Gamma_{em} = \frac{\partial \mathcal{E}_{mag}}{\partial \theta}$  à  $i = C^{te}$ , expression en fonction de  $\alpha = (\vec{n}_r, \vec{n}_s)$ , condition de synchronisme entre le champ rotorique et le champ statorique afin d'obtenir un moment moyen non nul.

$$\text{Rappel :} \quad \vec{B}_s(\gamma, t) = B_{sm} \cos(\omega t - \gamma) \vec{u}_r \quad \vec{B}_r(\gamma, \theta(t)) = B_{rm} \cos(\gamma - \theta) \vec{u}_r$$

- **Couple électromagnétique** :  $\Gamma_{em} = \Gamma_{max} \sin \alpha$  avec  $\Gamma_{max} = \frac{V}{2\mu_0} B_{sm} B_{rm}$  et  $\alpha = (\vec{n}_r, \vec{n}_s)$   
caractéristique de couple, discussion qualitative de la stabilité du point de fonctionnement en fonction de  $\alpha$ .

## F6 - Ondes électromagnétique dans le vide

### Questions de cours:

- **Onde électromagnétique dans un milieu vide de charge et de courant** : démonstration de l'équation de propagation du champ électromagnétique, célérité, expression du laplacien vectoriel dans le système cartésien de coordonnées.
- **Bilan d'énergie électromagnétique** : démonstration, signification physique de chaque terme, unités.
- **Flux de photons** : associer le flux du vecteur de Poynting à un flux de photons en utilisant la relation d'Einstein-Planck
- **Réflexion sur un métal parfait** : nécessité de prendre en compte une onde réfléchie, relations de passage, OPS, densité surfacique de courant.

### Notions à connaître:

- Équations de Maxwell, (nom, unités, sens physique), relations de passage (voir cours d'électromagnétisme)
- Structure d'une OPPH em dans le vide en utilisant la notation complexe (Au programme seulement la polarisation rectiligne)
- Retour sur l'équation locale de conservation de l'énergie, théorème de Poynting (démonstration)

### Savoir faire:

- Savoir proposer une expression du champ EM pour une OPPH en polarisation rectiligne
- Savoir faire attention aux relations utilisées dans le cas d'une onde EM qui n'est pas une OPPH
- Savoir utiliser le principe de superposition d'ondes planes progressives harmoniques (revoir chapitre correspondant)

## F5 - Ondes électromagnétique dans un milieu

### Questions de cours:

- **Onde électromagnétique transverse dans un plasma** : hypothèses, conductivité électrique, équations de propagation, relation de dispersion, pulsation plasma ( ordre de grandeur dans le cas de l'ionosphère), vitesse de phase, vitesse de groupe.

## Chimie - H3 - Énergie chimique et énergie électrique : conversion et stockage

### Questions de cours:

- **Électrolyse de l'eau** : dispositif expérimental, sens du courant et des électrons, réactions aux électrodes, courbes i-E, surpotentiels, tension minimale d'électrolyse, volume de gaz produit pour une durée  $\Delta t$  d'électrolyse.

### Savoir faire:

- Savoir utiliser les courbes i-E pour expliquer le fonctionnement d'une pile électrochimique et prévoir la valeur de la tension à vide
- Savoir utiliser les courbes i-E pour expliquer le fonctionnement d'un électrolyseur et prévoir la valeur de la tension minimale à appliquer.
- Savoir déterminer un rendement faradique à partir d'informations fournies concernant le dispositif étudié.
- Savoir évaluer l'épaisseur d'un dépôt électrolytique ou la masse de produit formé pour une durée donnée d'électrolyse.
- Savoir utiliser les courbes courant-potentiel pour expliquer la recharge d'un accumulateur et prévoir la valeur de la tension seuil.

## Chimie - H4 - Corrosion humide

### Questions de cours:

- À l'aide de courbes i-E, montrer comment déterminer graphiquement le potentiel de corrosion et le courant de corrosion.  
Présenter l'ensemble des facteurs favorisant le phénomène de corrosion.  
Dans le cadre d'une corrosion uniforme, démontrer l'expression de la vitesse de corrosion.

### Savoir faire:

- À partir des courbes  $i-E$ , dans le cas d'une transformation spontanée, savoir positionner qualitativement le potentiel de corrosion et indiquer le courant de corrosion.

- Savoir interpréter qualitativement un phénomène de corrosion à l'aide de données expérimentales, thermodynamiques et cinétiques.