

Semaine du 31 mars 2026

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 sinusoidale 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 α .
- **Schéma électrique équivalent** : présentation de la structure d'une machine synchrone diphasée et bipolaire (rotor/stator, induit/inducteur), en admettant les expressions des coefficients d'inductance, établir les équations électriques vérifiées par les phases de l'induit et donner les représentations de Fresnel associées, schéma électrique équivalent, de même pour le rotor.

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.
- Revoir la notion de densité volumique de courant, loi d'Ohm locale, ... (voir cours d'électromagnétisme)
- **Onde électromagnétique dans un conducteur ohmique** : ARQS, équation de diffusion, relation de dispersion, ordre de grandeur de l'épaisseur de peau du cuivre à 50 Hz.

G6 - Procédés industriels continus : aspects cinétiques et thermodynamiques

Questions de cours:

- **Modèle du réacteur parfaitement agité continu en RS** : hypothèses, bilan de matière, détermination de l'expression du temps de passage, du volume du réacteur en fonction de r , $C_{A,0}$, Q_v et $X_{A,s}$ pour une cinétique d'ordre 1 et 2. Commenter les expressions obtenues.
- **Modèle du réacteur piston en RS** : hypothèses, bilan de matière, détermination de l'expression du temps de passage, du volume du réacteur en fonction de r , $C_{A,0}$, Q_v et $X_{A,s}$ pour une cinétique d'ordre 1 et 2. Commenter les expressions obtenues.
- **Étude thermique d'un RPAC** : démonstration à partir du « premier principe industriel » de l'expression

$$P_{th} = Q_v \left[C_A^e X_A^s \Delta_r H^\circ + \rho \bar{c}_p^e (T_s - T_e) \right].$$

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 Δt 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.