

Semaine 20 : du 09/03 au 13/03

Le programme de colles contient :

- **cours et exercices** : le(s) chapitre(s) D7, H2, H3 et E1 ;
- **cours uniquement** : le(s) chapitre(s) E2a, E2b et E2c ;
- les blocs **2.5**, **2.6** et **2.7** du programme de PCSI Physique avec les questions de cours suivantes :

Ph 2.6.a. Établir dans le cas d'un mouvement à force centrale le caractère plan du mouvement et la conservation du moment cinétique par rapport au centre de force. En déduire pour un système conservatif d'énergie potentielle E_p l'expression d'une énergie potentielle effective permettant l'étude du mouvement radial.

Ph 2.6.b. Dans le cas particulier du mouvement circulaire dans un champ newtonien, justifier le caractère uniforme du mouvement, calculer sa période, et établir la troisième loi de Kepler.

Ph 2.6.c. Définir les vitesses cosmiques (vitesse en orbite terrestre basse et vitesse de libération) et calculer leurs valeurs.

Ph 2.7.a. Établir l'équation du mouvement d'un pendule de torsion puis établir une intégrale première du mouvement, c'est-à-dire une équation associée à une grandeur se conservant au cours du mouvement.

Ph 2.7.b. Établir l'équation du mouvement d'un pendule pesant idéal puis établir une intégrale première du mouvement. Discuter le type de mouvement en fonction de la valeur de l'énergie mécanique.

Chapitre D7 : Milieux ferromagnétiques

Questions de cours :

- ChD7 - À partir du théorème d'Ampère et de la conservation du flux magnétique, établir l'expression du champ magnétique présent dans l'entrefer d'un électroaimant dans le modèle du ferromagnétique linéaire.
- ChD7 - Établir l'expression de l'inductance propre d'une bobine à noyau dans le modèle ferromagnétique linéaire.
- ChD7 - Décrire le montage d'acquisition du cycle d'hystérésis d'un matériau ferromagnétique, et exprimer le champ magnétique et l'excitation magnétique en fonction des grandeurs électriques mesurées. Établir la relation entre l'aire du cycle et la puissance volumique moyenne dissipée par hystérésis.

Programme :

En électromagnétisme (p.22–23) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
4.6. Milieux ferromagnétiques	
Aimant permanent, champ magnétique créé dans son environnement.	Décrire, à partir d'une formule fournie exprimant le champ d'un dipôle magnétique, le champ créé par un aimant à grande distance et représenter qualitativement les lignes de champ magnétique.
Actions subies par un dipôle magnétique dans un champ magnétique extérieur.	Utiliser les expressions fournies de l'énergie potentielle, de la résultante et du moment.
Magnéton de Bohr.	Décrire qualitativement l'évolution d'un dipôle magnétique dans un champ magnétique extérieur. Établir l'expression du magnéton de Bohr dans le cadre du modèle de Bohr.
Aimantation d'un milieu magnétique.	Définir le champ d'aimantation d'un milieu magnétique.
Courants d'aimantation.	Associer à une distribution d'aimantation une densité volumique de courants liés équivalente, l'expression étant admise.
Vecteurs champ magnétique, excitation magnétique et aimantation.	Définir le vecteur excitation magnétique.
Équation de Maxwell- Ampère écrite avec le vecteur excitation magnétique.	Écrire l'équation de Maxwell-Ampère dans un milieu magnétique.
Milieu ferromagnétique.	Interpréter qualitativement que les sources de l'excitation magnétique sont les courants électriques libres, et que celles de champ magnétique sont les courants électriques libres et l'aimantation. Représenter l'allure des cycles d'hystérésis (excitation magnétique, aimantation) et (excitation magnétique, champ magnétique) d'un milieu ferromagnétique.
Milieu ferromagnétique doux.	Distinguer milieu dur et milieu doux ; citer des exemples de matériaux. Compétence expérimentale : tracer le cycle d'hystérésis d'un milieu ferromagnétique. Modéliser un milieu doux par une relation constitutive linéaire. Définir la perméabilité relative et donner un ordre de grandeur.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Circuit magnétique avec ou sans entrefer.	Décrire l'allure des lignes de champ dans un circuit magnétique en admettant que les lignes de champ sortent orthogonalement à l'interface dans un entrefer.
Électroaimant.	Exprimer le champ magnétique produit dans l'entrefer d'un électroaimant.
Inductance propre d'une bobine à noyau de fer doux modélisé linéairement.	Établir l'expression de l'inductance propre de la bobine à noyau. Vérifier l'expression de l'énergie magnétique : $E_{\text{mag}} = \iiint \frac{B^2}{2\mu_0\mu_r} d\tau.$
Pertes d'une bobine réelle à noyau.	Exprimer le lien entre l'aire du cycle hystérésis et la puissance moyenne absorbée. Décrire les différents termes de pertes d'une bobine à noyau : pertes fer par courants de Foucault et par hystérésis, pertes cuivre.

Chapitre H2 : Courbes intensité potentiel

Questions de cours :

- ChH2 - Établir le lien existant entre vitesse volumique molaire de réaction et intensité du courant.
- ChH2 - Décrire le montage à 3 électrodes. On précisera le rôle de chaque électrode et la relation entre la tension mesurée et le potentiel de l'électrode de travail.
- ChH2 - Expliquer les notions de mur de solvant et de palier de diffusion.

Programme :

En aspects thermodynamiques et cinétiques de l'électrochimie (p.38) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
8.2. Étude cinétique des réactions d'oxydo-réduction : courbe courant-potentiel	
<p>Courbes courant-potentiel sur une électrode en régime stationnaire :</p> <ul style="list-style-type: none">• surpotentiel ;• systèmes rapides et systèmes lents ;• nature de l'électrode ;• courant de diffusion limite ;• vagues successives ;• domaine d'inertie électrochimique du solvant.	<p>Décrire le montage à trois électrodes permettant de tracer des courbes courant-potentiel.</p> <p>Relier vitesse de réaction électrochimique et intensité du courant.</p> <p>Identifier le caractère lent ou rapide d'un système à partir des courbes courant-potentiel.</p> <p>Identifier les espèces électroactives pouvant donner lieu à une limitation en courant par diffusion.</p> <p>Identifier des paliers de diffusion limite sur des relevés expérimentaux.</p> <p>Relier, à l'aide de la loi de Fick, l'intensité du courant de diffusion limite à la concentration du réactif et à la surface immergée de l'électrode.</p> <p>Tracer l'allure de courbes courant-potentiel de branches d'oxydation ou de réduction à partir de données fournies, de potentiels standard, concentrations et surpotentiels.</p> <p>Capacité expérimentale : tracer et exploiter des courbes courant-potentiel.</p>

Chapitre H3 : Conversion électrochimique et corrosion humide

Questions de cours :

ChH3 - Tracer la courbe (i,E) associée à un fonctionnement générateur d'une pile puis en déduire la tension théorique de fonctionnement.

ChH3 - Tracer la courbe (i,E) associée à un fonctionnement électrolyse d'une pile puis en déduire la tension théorique de fonctionnement.

Programme :

En aspects thermodynamiques et cinétiques de l'électrochimie (p.39–40) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
8.3. Stockage et conversion d'énergie dans des dispositifs électrochimiques	
<p>Conversion d'énergie chimique en énergie électrique : fonctionnement des piles.</p> <p>Courbes courant-potentiel et fonctionnement d'une pile électrochimique.</p>	<p>Exploiter les courbes courant-potentiel pour rendre compte du fonctionnement d'une pile électrochimique et tracer sa caractéristique.</p> <p>Citer les paramètres influençant la résistance interne d'une pile électrochimique.</p>
<p>Conversion d'énergie électrique en énergie chimique.</p> <p>Transformations forcées lors d'une électrolyse et de la recharge d'un accumulateur.</p>	<p>Exploiter les courbes courant-potentiel pour rendre compte du fonctionnement d'un électrolyseur et prévoir la valeur de la tension minimale à imposer.</p> <p>Exploiter les courbes courant-potentiel pour justifier les contraintes (purification de la solution électrolytique, choix des électrodes) dans la recharge d'un accumulateur.</p> <p>Déterminer la masse de produit formé pour une durée et des conditions données d'électrolyse.</p> <p>Déterminer un rendement faradique à partir d'informations fournies concernant le dispositif étudié.</p>
<p>Stockage et conversion d'énergie chimique.</p>	<p>Compétence expérimentale : étudier le fonctionnement d'une pile ou d'un électrolyseur pour effectuer des bilans de matière et des bilans électriques.</p>

Notions et contenus	Capacités exigibles
8.4. Corrosion humide ou électrochimique	
<p>Corrosion uniforme en milieu acide ou en milieu neutre oxygéné : potentiel de corrosion, courant de corrosion.</p> <p>Corrosion d'un système de deux métaux en contact.</p>	<p>Positionner un potentiel de corrosion sur un tracé de courbes courant-potentiel.</p> <p>Interpréter le phénomène de corrosion uniforme d'un métal ou de deux métaux en contact en utilisant des courbes courant-potentiel ou d'autres données expérimentales, thermodynamiques et cinétiques.</p> <p>Déterminer une vitesse de corrosion.</p> <p>Citer des facteurs favorisant la corrosion.</p>
<p>Protection contre la corrosion :</p> <ul style="list-style-type: none"> • revêtement ; • anode sacrificielle ; • protection électrochimique par courant imposé. 	<p>Exploiter des tracés de courbes courant-potentiel pour expliquer qualitativement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • la qualité de la protection par un revêtement métallique ; • le fonctionnement d'une anode sacrificielle.
<p>Passivation.</p>	<p>Interpréter le phénomène de passivation sur une courbe courant-potentiel.</p> <p>Capacité expérimentale : mettre en évidence le phénomène de corrosion et les facteurs l'influençant.</p>

Chapitre E1 : Transformateurs

Questions de cours :

- ChE1 - Établir les expressions de la puissance moyenne dissipée par un dipôle en régime sinusoïdal.
- ChE1 - Citer les hypothèses du transformateur idéal, établir les lois de transformation des tensions et des courants du transformateur idéal, puis vérifier le transfert idéal de puissance.
- ChE1 - Établir le transfert d'impédance du primaire vers le secondaire.

Programme :

En conversion de puissance (p.24–25) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
5.1. Puissance électrique en régime sinusoïdal	
Puissance moyenne, facteur de puissance. Représentation de Fresnel.	Définir le facteur de puissance, faire le lien avec la représentation des tensions et des courants sur un diagramme de Fresnel.
Puissance moyenne absorbée par une impédance.	Citer et exploiter la relation $P = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos \varphi$. Citer et exploiter les relations : $\bar{P} = \text{Re}(\underline{Z}) I_{\text{eff}}^2$ et $P = \text{Re}(\underline{Y}) U_{\text{eff}}^2$. Justifier qu'un dipôle purement réactif n'absorbe aucune puissance en moyenne.
5.2. Transformateur	
Modèle du transformateur idéal.	Citer les hypothèses du transformateur idéal. Établir les lois de transformation des tensions et des courants du transformateur idéal, en respectant l'algébrisation associée aux bornes homologues. Relier le transfert instantané et parfait de puissance à une absence de pertes et de stockage de l'énergie électromagnétique.
Pertes.	Citer les pertes cuivre, les pertes fer par courant de Foucault et par hystérésis. Décrire des solutions permettant de réduire ces pertes.
Applications du transformateur.	Expliquer le rôle du transformateur pour l'isolement. Établir le transfert d'impédance entre le primaire et le secondaire. Expliquer l'intérêt du transport de l'énergie électrique à haute tension afin de réduire les pertes en ligne. Expliquer l'avantage d'un facteur de puissance élevé. Compétence expérimentale : mettre en œuvre un transformateur et étudier son rendement sur charge résistive.

Chapitre E2a : Conversion électro-magnéto-mécanique : translation

Questions de cours :

ChE2a - Modèle du contacteur électromagnétique en translation : sachant $F = \left. \frac{\partial E_m}{\partial x} \right|_i$, exprimer l'énergie magnétique d'un enroulement entourant un circuit magnétique présentant un entrefer variable et calculer la force électromagnétique s'appliquant sur la partie mobile.

Programme :

En conversion de puissance (p.26–27) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
5.3. Conversion électro-magnéto-mécanique	
5.3. Contacteur électromagnétique en translation	
Énergie et force électromagnétique.	Exprimer l'énergie magnétique d'un enroulement enlaçant un circuit magnétique présentant un entrefer variable. Calculer la force électromagnétique s'exerçant sur une partie mobile en translation en appliquant l'expression fournie $F = (\partial E / \partial x)_i$.
Contacteur électromagnétique.	Sur l'exemple du relais, expliquer le fonctionnement d'un contacteur électromagnétique.

Chapitre E2b : Conversion électro-magnéto-mécanique : machine synchrone

Questions de cours :

ChE2b - Exprimer, pour une machine de perméabilité infinie à entrefer constant, le champ magnétique dans l'entrefer généré par une spire passant dans deux encoches opposées. Montrer qu'un système de deux phases en quadrature spatiale et temporelle permet d'obtenir un champ statorique tournant.

ChE2b - L'expression de l'inductance mutuelle entre le rotor (position angulaire $\theta(t) = \omega t - \theta_0$, intensité I_{0r}) et la phase statorique (inductance propre L , résistance R) parcourue par l'intensité $I = I_{0s} \cos(\omega t)$ étant donnée en fonctionnement synchrone :

$$M(\theta) = M_0 \cos(\theta),$$

calculer la fém induite dans la phase statorique, proposer un schéma équivalent des phases statorique et rotorique.

ChE2b - Justifier, à l'aide d'un bilan énergétique où seules les pertes cuivre sont envisagées, l'égalité entre la puissance électrique absorbée par les fcem et la puissance mécanique fournie.

Programme :

En conversion de puissance (p.26–27) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
5.3.2. Machine synchrone	
Structure d'un moteur synchrone à pôles lisses et à excitation séparée.	Décrire la structure d'un moteur synchrone diphasé et bipolaire : rotor, stator, induit, inducteur.
Champ magnétique dans l'entrefer.	Exprimer, pour une machine de perméabilité infinie à entrefer constant, le champ magnétique dans l'entrefer généré par une spire passant dans deux encoches opposées. Expliquer qualitativement comment obtenir un champ dont la dépendance angulaire est sinusoidale dans l'entrefer en associant plusieurs spires décalées.
Champ glissant statorique.	Justifier l'existence d'un champ glissant statorique lorsque les deux phases sont alimentées en quadrature.
Champ glissant rotorique.	Justifier l'existence d'un champ glissant rotorique associé à la rotation de l'inducteur.
Énergie et couple.	Exprimer l'énergie magnétique totale stockée dans l'entrefer en fonction de la position angulaire du rotor. Calculer le moment électromagnétique s'exerçant sur le rotor en exploitant l'expression fournie $\Gamma = \partial E / \partial \theta$.
Condition de synchronisme.	Justifier la condition de synchronisme entre le champ statorique et le champ rotorique afin d'obtenir un moment moyen non nul. Discuter qualitativement la stabilité du système en fonction du déphasage entre les deux champs glissants. Expliquer la difficulté du démarrage et du contrôle de la vitesse d'un moteur synchrone.
Modèle électrique de l'induit.	Établir les équations électriques vérifiées par les phases de l'induit en admettant les expressions des coefficients d'inductance ; donner les représentations de Fresnel associées. Justifier, à l'aide d'un bilan énergétique où seules les pertes cuivre sont envisagées, l'égalité entre la puissance électrique absorbée par les f_{cem} et la puissance mécanique fournie.
Fonctionnement réversible.	Décrire les conditions d'utilisation de la machine synchrone en alternateur.
Machine synchrone.	Citer des exemples d'application de la machine synchrone.

Chapitre E2c : Conversion électro-magnéto-mécanique : machine à courant continu

Questions de cours :

- ChE2c - À partir de l'expression $\Gamma = \Phi I$ du couple magnétique d'une machine à courant continu, établir par un argument de conservation énergétique l'expression de la fém induite $e = \Phi\Omega$.
- ChE2c - Établir les équations électrique et mécanique de la machine à courant continu, en déduire la caractéristique (Ω, Γ) à tension d'induit et vitesse angulaire constantes et l'évolution de la vitesse angulaire lors d'un démarrage d'une machine à courant continu entraînant une charge mécanique de couple résistant $-f\Omega$ (f constant).

Programme :

En conversion de puissance (p.26–27) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
5.3.3. Machine à courant continu	
Structure d'un moteur à courant continu à pôles lisses.	Décrire la structure d'un moteur à courant continu bipolaire à excitation séparée : rotor, stator, induit, inducteur.
Collecteur.	Expliquer, par analogie avec le moteur synchrone, que le collecteur établit le synchronisme entre le champ statorique stationnaire et le champ rotorique quelle que soit la position angulaire du rotor.
Couple et fcm.	Citer l'expression du moment du couple $\bar{\Gamma} = \Phi i$ et établir l'expression de la fcm induite $e = \Phi\Omega$ par un argument de conservation énergétique. Décrire qualitativement les pertes existant dans une machine réelle : pertes cuivre, pertes fer, pertes mécaniques. Établir les équations électrique et mécanique. Tracer la caractéristique (Ω, Γ) à tension d'induit constante. Analyser le démarrage d'un moteur entraînant une charge mécanique exerçant un moment $-f\Omega$. Compétence expérimentale : mettre en œuvre un moteur à courant continu.
Fonctionnement réversible.	Décrire les conditions d'utilisation de la machine à courant continu en génératrice. Choisir des conventions d'orientation adaptées.
Machine à courant continu.	Citer des exemples d'application de la machine à courant continu.