

**Semaine 21 : du 16/03 au 20/03**

Le programme de colles contient :

- **cours et exercices** : le(s) chapitre(s) E1, E2a, E2b et E2c ;
- **cours uniquement** : le(s) chapitre(s) C2, C3 et C4 ;
- les blocs **2.5**, **2.6** et **2.7** du programme de PCSI Physique ainsi que les blocs les blocs **2.1**, **2.2** et **3** du programme de PCSI Chimie 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.

Ch 2.1.a. Donner les schémas de Lewis de  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCO}_3^-$  et  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ; numéros atomiques : H = 1, C = 6, N = 7, O = 8, S = 16.

Ch 2.1.b. Déterminer la représentation de Cram de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Ch 3.a. Le cuivre (masse atomique  $63,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) cristallise dans la structure cfc, de paramètre de maille  $a = 362 \text{ pm}$ . Déterminer le nombre d'atome par maille, le rayon atomique, la masse volumique. Calculer la compacité de la structure cristalline.

## 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   |
|---|---|
| <b>5.1. Puissance électrique en régime sinusoïdal</b>               |   |
| 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 $P = U_{\text{eff}} I_{\text{eff}} \cos \varphi$ .<br>Citer et exploiter les relations : $\bar{P} = \text{Re}(\underline{Z}) I_{\text{eff}}^2$ et $P = \text{Re}(\underline{Y}) U_{\text{eff}}^2$ .<br><br>Justifier qu'un dipôle purement réactif n'absorbe aucune puissance en moyenne.  |
| <b>5.2. Transformateur</b>  |   |
| Modèle du transformateur idéal.                                     | Citer les hypothèses du transformateur idéal.<br><br>Établir les lois de transformation des tensions et des courants du transformateur idéal, en respectant l'algébrisation associée aux bornes homologues.<br><br>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.<br><br>Décrire des solutions permettant de réduire ces pertes.   |
| Applications du transformateur.                                     | Expliquer le rôle du transformateur pour l'isolement.<br><br>Établir le transfert d'impédance entre le primaire et le secondaire.<br><br>Expliquer l'intérêt du transport de l'énergie électrique à haute tension afin de réduire les pertes en ligne.<br><br>Expliquer l'avantage d'un facteur de puissance élevé.<br><br><b>Compétence expérimentale :</b> 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  |
|---|--|
| <b>5.3. Conversion électro-magnéto-mécanique</b>        |  |
| <b>5.3. Contacteur électromagnétique en translation</b> |  |
| Énergie et force électromagnétique.                     | Exprimer l'énergie magnétique d'un enroulement enlaçant un circuit magnétique présentant un entrefer variable.<br><br>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   |
|---|---|
| <b>5.3.2. Machine synchrone</b>   |   |
| 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.   |
| Champ glissant statorique.  | Expliquer qualitativement comment obtenir un champ dont la dépendance angulaire est sinusoidale dans l'entrefer en associant plusieurs spires décalées.<br>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.<br><br>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.<br><br>Discuter qualitativement la stabilité du système en fonction du déphasage entre les deux champs glissants.<br><br>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.<br><br>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  $(\Omega, \Gamma)$  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   |
|---|---|
| <b>5.3.3. Machine à courant continu</b>                 |   |
| 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 fém.  | <p>Citer l'expression du moment du couple <math>\bar{\Gamma} = \Phi i</math> et établir l'expression de la fém induite <math>e = \Phi\Omega</math> par un argument de conservation énergétique.</p> <p>Décrire qualitativement les pertes existant dans une machine réelle : pertes cuivre, pertes fer, pertes mécaniques.</p> <p>Établir les équations électrique et mécanique. Tracer la caractéristique <math>(\Omega, \Gamma)</math> à tension d'induit constante.</p> <p>Analyser le démarrage d'un moteur entraînant une charge mécanique exerçant un moment <math>-f\Omega</math>.</p> <p><b>Compétence expérimentale :</b> mettre en œuvre un moteur à courant continu.</p> |
| Fonctionnement réversible.                              | <p>Décrire les conditions d'utilisation de la machine à courant continu en génératrice.</p> <p>Choisir des conventions d'orientation adaptées.</p>  |
| Machine à courant continu.                              | Citer des exemples d'application de la machine à courant continu.   |

## Chapitre C2 : Description des fluides en écoulement

### Questions de cours :

ChC2 - Établir les équations globale et locale de conservation de la masse.

ChC2 - Définir débit massique et débit volumique. Démontrer selon les propriétés de l'écoulement, les cas où ces débits se conservent.

### Programme :

En phénomènes de transport (p.16–17) :

| Notions et contenus  | Capacités exigibles  |
|--|--|
| <b>2.4. Fluides en écoulement</b>  |  |
| <b>2.4.1. Débits et lois de conservation</b>                             |  |
| Particule de fluide.   | Définir la particule de fluide comme un système mésoscopique de masse constante.   |
| Champ eulérien des vitesses.   | Distinguer vitesse microscopique et vitesse mésoscopique.  |
| Dérivée particulaire du vecteur vitesse : terme local ; terme convectif. | Définir une ligne de courant, un tube de courant.<br>Associer la dérivée particulaire du vecteur vitesse à l'accélération de la particule de fluide qui passe en un point.         |
| Masse volumique $\mu$ .  | Citer et utiliser l'expression de l'accélération avec le terme convectif sous la forme $(\vec{v} \cdot \overrightarrow{\text{grad}}) \vec{v}$ .                                    |
| Débit massique.  | Citer des ordres de grandeur des masses volumiques de l'eau et de l'air dans les conditions usuelles.  |
| Conservation de la masse.  | Définir le débit massique et l'écrire comme le flux du vecteur $\mu \vec{v}$ à travers une surface orientée.   |
| Écoulement stationnaire.   | Énoncer l'équation locale traduisant la conservation de la masse.  |
| Débit volumique.   | Exploiter la conservation du débit massique le long d'un tube de courant.  |
| Écoulement incompressible et homogène.                                   | Définir le débit volumique et l'écrire comme le flux de $\vec{v}$ à travers une surface orientée.  |
|  | Définir un écoulement incompressible et homogène par un champ de masse volumique constant et uniforme et relier cette propriété à la conservation du volume pour un système fermé. |
|  | Exploiter la conservation du débit volumique le long d'un tube de courant indéformable.  |

## Chapitre C3 : Énergétique de l'écoulement parfait

### Questions de cours :

- ChC3 - Dans le cas du modèle de l'écoulement parfait et stationnaire dans une conduite, établir le bilan d'énergie mécanique avec présence de parties mobiles.
- ChC3 - En précisant les hypothèses, établir la relation de Bernoulli.
- ChC3 - Décrire l'effet Venturi et appliquer la relation de Bernoulli afin de lier les pressions en amont et en aval de l'écoulement.

### Programme :

En bilans macroscopiques (p.18–19) :

| Notions et contenus  | Capacités exigibles  |
|--|--|
| <b>3.1. Définition d'un système fermé pour les bilans macroscopiques</b> |  |
| Système ouvert, système fermé.   | Définir un système fermé approprié pour réaliser un bilan de grandeur extensive.                               |
| <b>3.2. Bilans d'énergie</b>   |  |
| Modèle de l'écoulement parfait : adiabatique, réversible, non visqueux.  | Utiliser le modèle de l'écoulement parfait pour un écoulement à haut Reynolds en dehors de la couche limite.   |
| Relation de Bernoulli.   | Citer et appliquer la relation de Bernoulli à un écoulement parfait, stationnaire, incompressible et homogène. |
| Effet Venturi.   | Décrire l'effet Venturi.   |

## Chapitre C4 : Bilans macroscopiques

### Questions de cours :

ChC4 - Effectuer un bilan de quantité de mouvement sur un exemple très simple.

ChC4 - Effectuer un bilan de moment cinétique sur un exemple très simple.

ChC4 - Effectuer un bilan d'énergie mécanique sur un exemple très simple.

### Programme :

En bilans macroscopiques (p.18–19) :

| Notions et contenus  | Capacités exigibles   |
|--|---|
| <b>3.3. Bilans de quantité de mouvement et de moment cinétique</b> |   |
| Loi de la quantité de mouvement pour un système fermé.             | Effectuer l'inventaire des forces extérieures. Effectuer un bilan de quantité de mouvement. |
| Loi du moment cinétique pour un système fermé.                     | Effectuer un bilan de moment cinétique.   |