Semaine 23 : du 31/03 au 04/04

Pour cette semaine, avant l'exercice, deux questions de cours seront posées, l'une du programme de PCSI, l'autre du programme de PSI.

Le programme de colles contient :

- les chapitres E2c, E3, C2 et C3 cours et exercices ;
- les chapitres C4, C5 et F3 cours uniquement ;
- les blocs **1.1** et **1.8** du programme de PCSI Physique et les blocs **1.2**, **2.1**, **2.2** et **3** du programme de PCSI Chimie avec les questions de cours suivantes :

Ph 1.1.a. Établir la condition de réflexion totale.

Ph 1.1.b. Construire l'image d'un objet réel ou virtuel par un miroir plan.

Ph 1.1.c. Construire l'image d'un objet réel ou virtuel par une lentille mince convergente ou divergente.

Ph 1.1.d. Soit la relation de Descartes $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f}$. Établir la condition $D > 4f'$ de formation d'une image réelle d'un objet réel par une lentille mince convergente.

Ph 1.8.a. Établir les niveaux d'énergie d'une particule libre confinée à une dimension par analogie avec les modes propres d'une corde vibrante.

Ph 1.8.b. Illustrer l'inégalité d'Heisenberg sur l'exemple d'une fente de diffraction et préciser son interprétation physique.

Ch 1.2.a. On considère la réaction d'équation-bilan $\nu_A A + \nu_B B = \nu_C C$, de coefficients stœchiométriques ν_A , ν_B et ν_C . Exprimer la vitesse de réaction en fonction de l'avancement ξ et du volume V supposé constant du milieu réactionnel, puis en fonction des nombres de moles $n_{A,B,C}$ de chacun des composés, des coefficients stœchiométriques et de V .

La réaction est d'ordre 1 par rapport à A et d'ordre 2 par rapport à B : exprimer la vitesse de réaction en fonction des concentrations $[A]$ et $[B]$. Quel est l'ordre total de la réaction ?

Quelle méthode peut-on utiliser pour déterminer l'ordre partiel par rapport au réactif A ?

Ch 1.2.b. On considère la réaction de dissociation $A = B + C$ possédant un ordre n par rapport au réactif A. Pour chacune des valeurs $n = 0, 1, 2$ exprimer la vitesse de réaction en fonction de la concentration c_A du composé A, puis déterminer par intégration de l'équation différentielle vérifiée par $\frac{dc_A}{dt}$ l'évolution de c_A en fonction du temps, de la concentration initiale c_{A0} et de la constante de vitesse k .

Quelle expression de c_A doit-on représenter en fonction de t pour obtenir une droite pour chacune des valeurs de n ?

Calculer pour chacune des valeurs de l'ordre n l'expression du temps de demi-réaction $\tau_{1/2}$ en fonction de c_{A0} et k . Si on effectue une série d'expériences en modifiant c_{A0} , les autres paramètres étant inchangés, comment caractériser l'ordre 0, 1 ou 2 de la réaction ?

Ch 2.1.a. Donner les schémas de Lewis de H_2O , NH_3 , HCO_3^- et H_2SO_4 ; numéros atomiques : H = 1, C = 6, N = 7, O = 8, S = 16.

Ch 2.1.b. Déterminer la représentation de Cram de SO_2 , SO_3^{2-} , 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 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 fcém 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 fcem.	<p>Citer l'expression du moment du couple $\Gamma = \Phi i$ et établir l'expression de la fcem induite $e = \Phi\Omega$ 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 (Ω, Γ) à tension d'induit constante.</p> <p>Analyser le démarrage d'un moteur entraînant une charge mécanique exerçant un moment $-f\Omega$.</p> <p>Compétence expérimentale : 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 E3 : Conversion électronique statique

Questions de cours :

- ChE3 - Donner le schéma du hacheur série (cellule à 2 interrupteurs) permettant d'alimenter une source de courant constant I par une source de tension constante U . Donner la séquence de commutation des interrupteurs. Calculer sur une période l'intensité moyenne délivrée par la source de tension et la tension moyenne aux bornes de la source de courant, puis les puissances moyennes fournies par la source de tension et absorbées par la source de courant.
- ChE3 - Donner le schéma d'un hacheur série permettant l'alimentation d'un moteur à courant continu (assimilé à une source idéale de tension E) à partir d'une source de tension idéale U et d'une inductance de lissage L . Déterminer la valeur moyenne sur une période de la tension moyenne aux bornes de l'association {inductance de lissage, MCC} et en déduire la relation entre les tensions U et E et le rapport cyclique α .
- ChE3 - Donner le schéma d'un hacheur série permettant l'alimentation d'un moteur à courant continu (assimilé à une source idéale de tension E) à partir d'une source de tension idéale U et d'une inductance de lissage L . Déterminer les équations d'évolution de l'intensité traversant la machine à courant continu, en déduire les relations entre les tensions U et E et le rapport cyclique α et l'expression de l'ondulation en intensité $\Delta i = I_{\max} - I_{\min}$. La puissance délivrée par la source de tension étant notée P , déterminer les intensités moyennes traversant la source et le moteur à courant continu.

Programme :

En conversion de puissance (p.27–28) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
5.4. Conversion électronique statique	
Formes continue et alternative de la puissance électrique.	Citer des exemples illustrant la nécessité d'une conversion de puissance électrique.
Structure d'un convertisseur.	Décrire l'architecture générale d'un convertisseur électronique de puissance : générateur, récepteur, processeur de puissance utilisant des interrupteurs électroniques, commande des fonctions de commutation.
Fonction de commutation spontanée.	Décrire la caractéristique idéale courant-tension de la diode.
Fonction de commutation commandée.	Décrire la caractéristique idéale courant-tension du transistor.
Sources.	Définir les notions de sources de courant et de tension. Expliquer le rôle des condensateurs et des bobines comme éléments de stockage d'énergie assurant le lissage de la tension ou de l'intensité à haute fréquence.
Réversibilité.	Caractériser les sources par leur réversibilité en tension, en intensité, en puissance et citer des exemples.
Interconnexion.	Citer les règles d'interconnexions entre les sources.
Cellule de commutation élémentaire.	Expliquer le fonctionnement d'une cellule élémentaire à deux interrupteurs assurant le transfert d'énergie entre une source de courant et une source de tension.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Hacheur.	<p data-bbox="810 190 1134 219">Tracer des chronogrammes.</p> <p data-bbox="810 255 1426 315">Exploiter le fait que la moyenne d'une dérivée est nulle en régime périodique établi.</p> <p data-bbox="810 351 1426 412">Calculer des moyennes de fonctions affines par morceaux.</p> <p data-bbox="810 448 1426 508">Utiliser un bilan de puissance moyenne pour établir des relations entre les tensions et les intensités.</p> <p data-bbox="810 544 1426 678">Justifier le choix des fonctions de commutation pour un hacheur série assurant l'alimentation d'un moteur à courant continu à partir d'un générateur idéal de tension continue.</p> <p data-bbox="810 714 1426 846">Exprimer les valeurs moyennes des signaux. Calculer l'ondulation en intensité dans l'approximation d'un hachage haute fréquence réalisant une intensité affine par morceaux.</p>
Onduleur.	<p data-bbox="810 855 1426 916">Décrire la structure en pont à quatre interrupteurs et les séquences de commutation permises.</p> <p data-bbox="810 952 1426 1043">Étudier, pour un générateur de tension continue et une charge (R,L), la réalisation d'une intensité quasi-sinusoidale par modulation de largeur d'impulsion.</p>
Convertisseur statique.	<p data-bbox="810 1052 1426 1111">Capacité expérimentale : mettre en œuvre un convertisseur statique.</p>

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
2.4. Fluides en écoulement	
2.4.1. Débits et lois de conservation	
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. Associer la dérivée particulaire du vecteur vitesse à l'accélération de la particule de fluide qui passe en un point.
Masse volumique μ .	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
3.1. Définition d'un système fermé pour les bilans macroscopiques	
Système ouvert, système fermé.	Définir un système fermé approprié pour réaliser un bilan de grandeur extensive.
3.2. Bilans d'énergie	
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 : Écoulements incompressibles et homogènes

Questions de cours :

ChC4 - Établir la loi de Hagen-Poiseuille pour un écoulement à bas nombre de Reynolds dans une conduite horizontale, calculer la résistance hydraulique.

ChC4 - Définir et orienter les forces de portance et de traînée.

Programme :

En phénomènes de transport (p.17–18) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
2.4.2. Actions de contact sur un fluide	
Viscosité dynamique.	Relier l'expression de la force surfacique de viscosité au profil de vitesse dans le cas d'un écoulement parallèle. Citer l'ordre de grandeur de la viscosité de l'eau. Exploiter la condition d'adhérence à l'interface fluide-solide.
2.4.3. Écoulement interne incompressible et homogène dans une conduite cylindrique	
Écoulements laminaire, turbulent. Vitesse débitante. Nombre de Reynolds.	Décrire les différents régimes d'écoulement (laminaire et turbulent). Relier le débit volumique à la vitesse débitante. Décrire qualitativement les deux modes de transfert de quantité de mouvement : convection et diffusion. Interpréter le nombre de Reynolds comme le rapport d'un temps caractéristique de diffusion de quantité de mouvement sur un temps caractéristique de convection. Évaluer le nombre de Reynolds et l'utiliser pour caractériser le régime d'écoulement.
Chute de pression dans une conduite horizontale. Résistance hydraulique.	Dans le cas d'un écoulement à bas nombre de Reynolds, établir la loi de Hagen-Poiseuille et en déduire la résistance hydraulique. Exploiter le graphe de la chute de pression en fonction du nombre de Reynolds, pour un régime d'écoulement quelconque. Exploiter un paramétrage adimensionné permettant de transposer des résultats expérimentaux ou numériques sur des systèmes similaires réalisés à des échelles différentes.
2.4.4. Écoulement externe incompressible et homogène autour d'un obstacle	
Force de traînée subie par une sphère solide en mouvement rectiligne uniforme. Coefficient de traînée C_x ; graphe de C_x en fonction du nombre de Reynolds. Notion de couche limite.	Associer une gamme de nombre de Reynolds à un modèle de traînée linéaire ou un modèle quadratique. Pour les écoulements à grand nombre de Reynolds décrire qualitativement la notion de couche limite.
Forces de traînée et de portance d'une aile d'avion à haut Reynolds.	Définir et orienter les forces de portance et de traînée. Exploiter les graphes de C_x et C_z en fonction de l'angle d'incidence.

Chapitre C5 : Bilans macroscopiques

Questions de cours :

ChC5 - Effectuer un bilan de quantité de mouvement sur un exemple très simple.

ChC5 - Effectuer un bilan de moment cinétique sur un exemple très simple.

ChC5 - Effectuer un bilan d'énergie mécanique sur un exemple très simple.

Programme :

En bilans macroscopiques (p.18–19) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
3.3. Bilans de quantité de mouvement et de moment cinétique	
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.

Chapitre F3 : Ondes sonores dans les fluides

Questions de cours :

- ChF3 - Établir l'équation de propagation de la surpression dans un fluide parfait dans un modèle unidimensionnel en coordonnées cartésiennes, en précisant les approximations effectuées.
- ChF3 - Définir et exprimer l'impédance acoustique d'un fluide dans lequel se propagent des ondes sonores. Pour une onde de surpression de la forme $p = P_0 e^{i(\omega t - kx)}$, exprimer l'onde de vitesse associée ; pour une onde de vitesse de la forme $\vec{v} = V_0 e^{i(\omega t - kx)} \vec{e}_x$ exprimer l'onde de surpression associée.
- ChF3 - À partir de l'expression donnée du vecteur densité de courant énergétique $\vec{\Pi} = p \vec{v}$, exprimer l'intensité acoustique d'une OPPH sonore en fonction de l'impédance acoustique et de l'un des champs $p = P_0 e^{i(\omega t - kx)}$ ou $\vec{v} = V_0 e^{i(\omega t - kx)} \vec{e}_x$.

Programme :

En physique des ondes (p.31–33) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
6.1.2. Ondes sonores dans les fluides	
Approximation acoustique.	Classer les ondes sonores par domaines fréquentiels. Justifier les hypothèses de l'approximation acoustique par des ordres de grandeur. Écrire les équations locales linéarisées : conservation de la masse, équation thermodynamique, équation de la dynamique.
Équation de d'Alembert pour la surpression. Célérité.	Établir l'équation de propagation de la surpression formulée avec l'opérateur laplacien. Exprimer la célérité en fonction de la température pour un gaz parfait. Citer les ordres de grandeur de la célérité pour l'air et pour l'eau.
Densité volumique d'énergie sonore, vecteur densité de courant énergétique. Intensité sonore, niveau d'intensité sonore.	Utiliser les expressions admises du vecteur densité de courant énergétique et de la densité volumique d'énergie associés à la propagation de l'onde. Définir l'intensité sonore et le niveau d'intensité sonore. Citer quelques ordres de grandeur de niveaux d'intensité sonore.
Ondes planes progressives harmoniques. Onde longitudinale.	Décrire le caractère longitudinal de l'onde sonore. Discuter de la validité du modèle de l'onde plane en relation avec le phénomène de diffraction. Utiliser le principe de superposition des ondes planes progressives harmoniques.
Impédance acoustique.	Établir et utiliser l'impédance acoustique définie comme le rapport de la surpression sur le débit volumique ou comme le rapport de la surpression sur la vitesse.
Onde sonore sphérique harmonique divergente.	Commenter l'expression fournie de la surpression générée par une sphère pulsante : atténuation géométrique, structure locale.
Effet Doppler.	Capacité expérimentale : mettre en œuvre une détection synchrone pour mesurer une vitesse par décalage Doppler.

Notions et contenus	Capacités exigibles
6.3. Interfaces entre deux milieux	
6.3.1. Cas des ondes sonores	
Réflexion, transmission d'une onde sonore sur une interface plane entre deux fluides : coefficients de réflexion et de transmission en amplitude des vitesses, des surpressions et des puissances sonores.	<p>Expliciter des conditions aux limites à une interface.</p> <p>Établir les expressions des coefficients de transmission et de réflexion en amplitude de surpression, en amplitude de vitesse ou en puissance dans le cas d'une onde plane progressive sous incidence normale.</p> <p>Relier l'adaptation des impédances au transfert maximal de puissance.</p>