

Semaine 24 : du 30/03 au 03/04

Le programme de colles contient :

- **cours et exercices** : le(s) chapitre(s) C5, F3 et F4;
- **cours uniquement** : le(s) chapitre(s) F5 et G5;
- le bloc **1.2**, du programme de PCSI Chimie avec les questions de cours suivantes :

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 .

Pour chacune des valeurs de n :

- * quelle expression de c_A doit-on représenter en fonction de t afin de valider la loi cinétique par un modèle linéaire ?
- * déterminer 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 ?

Chapitre C5 : Écoulements incompressibles et homogènes

Questions de cours :

ChC5 - Établir la loi de Hagen-Poiseuille pour un écoulement à bas nombre de Reynolds dans une conduite horizontale, calculer la résistance hydraulique.

ChC5 - 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 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	
<p>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>	<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>

Chapitre F4 : Ondes électromagnétiques dans le vide

Questions de cours :

- ChF4 - Établir les équations de propagation du champ électromagnétique dans le vide, en l'absence de charges et de courants.
- ChF4 - À partir des équations de Maxwell, établir les relations de structure des OPPH électromagnétiques dans le vide.
- CHF4 - Écriture d'une OPPH polarisée rectilignement selon un vecteur \vec{v} (au choix) se propageant selon un vecteur \vec{u} (au choix) : proposer une expression pour \vec{E} , en déduire l'expression de \vec{B} , du vecteur de Poynting et de la puissance moyenne rayonnée à travers une surface S de direction/sens au choix.

Programme :

En physique des ondes (p.31) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
Propagation des vecteurs champs électrique et magnétique dans une région sans charge ni courant.	Citer les domaines du spectre des ondes électromagnétiques et leur associer des applications. Établir les équations de propagation.
Structure d'une onde plane progressive harmonique.	Utiliser la notation complexe. Établir la relation entre le vecteur champ électrique, le vecteur champ magnétique et le vecteur d'onde. Associer la direction du vecteur de Poynting et la direction de propagation de l'onde. Associer le flux du vecteur de Poynting à un flux de photons en utilisant la relation d'Einstein-Planck. Citer quelques ordres de grandeur de flux énergétiques surfaciques moyens (laser hélium- néon, flux solaire). Utiliser le principe de superposition d'ondes planes progressives harmoniques.
Polarisation rectiligne.	Identifier l'expression d'une onde électromagnétique plane progressive polarisée rectilignement. Compétence expérimentale : utiliser des polariseurs et étudier quantitativement la loi de Malus.

Chapitre F5 : Ondes électromagnétiques dans des milieux conducteurs

Questions de cours :

- ChF5 - Établir l'équation de diffusion puis la relation de dispersion d'une OPPH électromagnétique dans un milieu ohmique dans le cadre de l'ARQS. Exprimer la distance caractéristique d'atténuation des ondes.
- ChF5 - Établir l'expression de la conductivité complexe dans un plasma peu dense associée à la propagation d'une OPPM électromagnétique transverse.
- ChF5 - Soit un plasma peu dense, établir la relation de dispersion d'une OPPH électromagnétique se propageant dans ce milieu. Définir et exprimer la pulsation plasma.
- ChF5 - À partir de la relation de dispersion dans le modèle du plasma peu dense $k^2 = \frac{\omega^2 - \omega_p^2}{c_0^2}$, étudier les différents types d'ondes pouvant se propager dans le plasma. Exprimer et commenter les vitesses de phase et de groupe des OPPH. Montrer qu'une onde évanescente ne transporte pas de puissance en moyenne.
- ChF5 - Les relations de passage $\vec{E}_2 - \vec{E}_1 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{n}_{1 \rightarrow 2}$ et $\vec{B}_2 - \vec{B}_1 = \mu_0 \vec{j}_s \wedge \vec{n}_{1 \rightarrow 2}$ étant données, déterminer pour une OPPH électromagnétique polarisée rectilignement de champ $\vec{E} = E_0 e^{i(\omega t - kx)} \vec{e}_y$ se propageant dans le vide et arrivant sous incidence normale sur un plan parfaitement conducteur l'expression du champ électrique réfléchi et des champs magnétiques incident et réfléchi.

Programme :

En physique des ondes (p.31) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
6.2.3. Ondes électromagnétiques planes dans des milieux conducteurs	
Conducteur ohmique de conductivité réelle : effet de peau.	<p>Identifier une analogie formelle avec les phénomènes de diffusion.</p> <p>Établir l'expression de l'épaisseur de peau.</p> <p>Citer l'ordre de grandeur de l'épaisseur de peau du cuivre à 50 Hz.</p> <p>Associer l'atténuation de l'onde à une dissipation d'énergie.</p>
Modèle du conducteur parfait en présence d'un champ électromagnétique variable.	Justifier que les champs électrique et magnétique sont nuls dans le conducteur.
<p>Onde plane transverse électrique harmonique dans un plasma dilué.</p> <p>Conductivité complexe du milieu.</p> <p>Fréquence de coupure.</p> <p>Vitesse de phase, vitesse de groupe.</p> <p>Ondes évanescentes.</p>	<p>Exprimer la conductivité complexe du milieu et établir la relation de dispersion.</p> <p>Relier la fréquence de coupure aux caractéristiques du plasma et citer son ordre de grandeur dans le cas de l'ionosphère.</p> <p>Associer le caractère imaginaire pur de la conductivité complexe à l'absence de puissance moyenne échangée entre le champ et les porteurs.</p> <p>Distinguer qualitativement les ondes évanescentes et les ondes progressives du point de vue du transport de l'énergie.</p>

Notions et contenus	Capacités exigibles
6.3. Interfaces entre deux milieux	
6.3.2. Cas des ondes électromagnétiques	
<p>Relations de passage du champ électromagnétique en présence d'une distribution surfacique de charge ou de courant.</p>	<p>Interpréter le vecteur densité de courant surfacique comme un modèle pour décrire un déplacement de charges à travers un domaine d'épaisseur faible devant l'échelle de description.</p> <p>Utiliser les relations de passage fournies.</p>
<p>Réflexion d'une onde électromagnétique polarisée rectilignement sur un conducteur parfait, en incidence normale.</p> <p>Pression de radiation.</p>	<p>Exploiter la continuité de la composante tangentielle du champ électrique pour justifier l'existence d'une onde réfléchie et calculer celle-ci.</p> <p>Établir l'expression du champ électromagnétique de l'onde réfléchie et du vecteur densité de courant surfacique.</p> <p>Calculer le coefficient de réflexion en puissance.</p> <p>Déterminer la pression de radiation à l'aide de l'expression fournie de la force de Laplace.</p>

Chapitre G5 : Procédés industriels continus

Questions de cours :

ChG5 - Après avoir précisé le modèle du réacteur parfaitement agité continu en régime stationnaire, effectuer un bilan de matière puis une détermination du temps de passage pour une cinétique d'ordre 1.

ChG5 - Après avoir précisé le modèle du réacteur piston en régime stationnaire, effectuer un bilan de matière puis une détermination du temps de passage pour une cinétique d'ordre 1.

Programme :

En transformations de la matière (p.36–37) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
7.3. Procédés industriels continus : aspects cinétiques et thermodynamiques	
D'un protocole de laboratoire à un procédé industriel.	Exploiter un schéma de procédé légendé pour identifier les différentes opérations unitaires.
Opérations unitaires d'un procédé.	
Procédés discontinus ou continus.	Identifier un procédé discontinu ou continu.
Procédés continus en régime stationnaire : débit de matière en masse et en quantité de matière, bilan de matière.	Effectuer un bilan de matière sur une espèce chimique à partir de données sur les compositions et les débits entrants et sortants.
Cinétique de transformations en réacteur ouvert.	Effectuer un bilan de quantité de matière sur une espèce chimique.
Modèle du réacteur parfaitement agité continu en régime stationnaire dans le cas d'un écoulement de débits volumiques égaux à l'entrée et à la sortie.	
Taux de conversion d'un réactif.	Relier le taux de conversion du réactif au temps de passage pour une transformation de loi de vitesse de réaction donnée.
Temps de passage.	
Modèle du réacteur chimique en écoulement piston isotherme en régime stationnaire dans le cas de débits volumiques égaux à l'entrée et à la sortie du réacteur ; dimensionnement d'un réacteur en écoulement piston.	Établir un bilan de quantité de matière sur une espèce chimique. Relier le taux de conversion en sortie d'un réacteur en écoulement piston et le temps de passage pour une transformation modélisée par une loi de vitesse donnée.
Étude thermique d'un réacteur ouvert.	Effectuer un bilan énergétique sur un réacteur ouvert afin d'établir une relation entre les températures d'entrée et de sortie, le taux de conversion et le flux thermique éventuellement échangé.
Bilan énergétique sur un réacteur parfaitement agité continu en régime stationnaire dans le cas de débits volumiques égaux à l'entrée et à la sortie.	Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, déterminer le(s) point(s) de fonctionnement (température et taux de conversion) d'un réacteur ouvert siège d'une transformation modélisée par une réaction isotherme unique et en discuter la stabilité.