

Semaine de colle 21

17 au 22 mars

IL N'Y A PLUS DE COLLE DE PHYSIQUE-CHIMIE D'ICI LES COLLES DE PREPARATION AUX ORAUX

PLANNING

Nous traiterons dans cet ordre les cours suivants :

- Fin du cours sur les binaires.
- Cours sur la thermochimie redox
- Cours sur la fluorescence
- Révisions d'optique géométrique

ORGANISATION DE LA SEMAINE

Pour différentes raisons, il y aura pas mal d'inversion de cours (à horaires constants par matière). Voici en ce qui concerne la physique – chimie ce qu'il va se passer pendant la semaine.

Lundi 17 mars : 10h30-12h30

Exercices 1, 4, 6 et 7 sur la tension superficielle.

Mardi 18 mars : 8h15-9h15 (inversion avec les maths)

Cours

Mardi 18 mars : 14h-15h puis 15h-16h

Cours

Jeudi 20 mars : 8h15-10h15 puis 10h30-12h30

TP sur la porosité et la perméabilité.

Vendredi 21 mars : 10h30-12h30 (à la place de la géologie avec Mme Emond qui prend le créneau du samedi matin 10h30-12h30)

Correction des exercices 2, 5, 8 et 9 sur les binaires.

Vendredi 21 mars : 13h30-14h

Séance de questions facultative avant la composition.

COMPOSITION

DS de 3 heures de physique samedi 22 mars.

Programme

- Mécanique des fluides.
- Phénomènes de tension de surface.

Thermochimie**E.6 Description des systèmes fermés de composition variable**

Le critère d'évolution spontanée d'un système physico-chimique, admis en première année, est démontré à partir du second principe de la thermodynamique. On adopte, pour les potentiels chimiques, l'expression générale suivante :

$$\mu_i(T, P, \text{composition}) = \mu_i^{\text{réf}}(T, P) + RT \ln(a_i)$$

qui fait référence aux activités a_i introduites en première année. L'établissement de cette relation est strictement hors programme.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Enthalpie libre.	Relier la variation de l'enthalpie libre et la création d'entropie lors d'une transformation spontanée à T et P constantes. Établir un critère d'évolution et un critère d'équilibre pour une transformation à T et P constantes en termes d'enthalpie libre.
Identité thermodynamique pour la fonction d'état G . Potentiel chimique.	Relier les grandeurs V , S et μ aux dérivées partielles de $G(T, P, n)$.
Condition d'équilibre thermodynamique d'un corps pur sous deux phases.	Utiliser le potentiel chimique pour prévoir l'évolution d'un système contenant un corps pur sous deux phases. Traduire la condition d'équilibre par une égalité de potentiels chimiques.
Identité d'Euler.	Exprimer l'enthalpie libre d'un système physico-chimique en fonction des potentiels chimiques.
Activité d'un constituant et potentiel chimique dans les cas modèles : — des gaz parfaits : $\mu_i(T, P_i) = \mu_i^o(T) + RT \ln\left(\frac{P_i}{P^o}\right)$; — des constituants en mélange idéal en phase condensée : $\mu_i(T, P, x_i) = \mu_i^{\text{réf}}(T, P) + RT \ln(x_i)$; — des solutés infiniment dilués : $\mu_i(T, P, c_i) = \mu_i^{\text{réf}}(T, P) + RT \ln\left(\frac{c_i}{c^o}\right)$ pour les solutés et $\mu_i(T, P) = \mu_i^{\text{réf}}(T, P)$ pour le solvant.	Exprimer l'activité d'un constituant dans un mélange idéal et dans une solution infiniment diluée. Exprimer et utiliser le potentiel chimique d'un constituant dans un mélange idéal et dans une solution diluée. Déterminer la variation d'enthalpie libre d'un système physico-chimique entre deux états d'équilibre thermodynamique. Interpréter un transport de matière à l'aide du potentiel chimique (partage entre deux solvants, diffusion membranaire, etc.).
Influence de la pression sur $\mu_i^{\text{réf}}$ pour des constituants en phase condensée. Osmose, pression osmotique, loi de van't Hoff.	Interpréter qualitativement le sens de transfert du solvant dans un processus osmotique en termes de potentiel chimique, la relation donnant la variation du potentiel chimique en fonction de la différence de pression étant fournie. Exploiter la loi de van't Hoff, son expression étant fournie.

E.7 Application des principes de la thermodynamique à l'étude des transformations physico-chimiques

Dans cette partie, seules des transformations physico-chimiques monobares sont envisagées. Pour le calcul des grandeurs standard de réaction, on se limite strictement au cas où les enthalpies et entropies standard de réaction sont supposées indépendantes de la température (approximation d'Ellingham). Les grandeurs standard de réaction permettent la détermination de la constante thermodynamique d'équilibre dont la valeur était simplement admise en première année. La notion d'affinité chimique n'est pas utilisée, le sens d'évolution spontanée d'un système hors d'équilibre, à température et pression fixées, est déterminé par le signe de l'enthalpie libre de réaction. Enfin, l'étude de la modification d'un paramètre sur l'évolution d'un système chimique et son état d'équilibre permet d'aborder la problématique de l'optimisation d'un procédé chimique ou des perturbations dans les processus biologiques ou géologiques. Aucun calcul différentiel ne pourra être demandé.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Grandeur de réaction. État standard. Enthalpie standard de réaction et entropie standard de réaction. Enthalpie standard de formation, état standard de référence d'un élément, entropie molaire standard absolue. Loi de Hess.	Déterminer l'enthalpie standard et l'entropie standard de réaction à l'aide de données thermodynamiques. Interpréter le signe de l'enthalpie standard de réaction. Prévoir le signe de l'entropie standard de réaction.
Effets thermiques en réacteur monobare : — transfert thermique associé à une transformation chimique en réacteur monobare isotherme ; — variation de température en réacteur adiabatique monobare.	Prévoir la température atteinte par un système siège d'une transformation physico-chimique supposée monobare et réalisée dans un réacteur modélisé comme adiabatique.

Enthalpie libre de réaction : expression en fonction des potentiels chimiques. Critère d'évolution, critère d'équilibre dans le cas d'un système chimique dont l'évolution spontanée est modélisée par une seule réaction à T et P constantes. Enthalpie libre standard de réaction, constante thermodynamique d'équilibre et relation de van't Hoff dans le cadre de l'approximation d'Ellingham.	Relier l'enthalpie libre de réaction à la constante thermodynamique d'équilibre et au quotient de réaction. Prévoir le sens d'évolution d'un système chimique. Calculer la constante thermodynamique d'équilibre à partir de grandeurs standard de réaction. Modéliser l'évolution de la constante thermodynamique d'équilibre avec la température dans le cadre de l'approximation d'Ellingham. Identifier, en comparant le quotient de réaction et la constante thermodynamique d'équilibre, si le système se trouve dans une situation d'équilibre chimique ou hors équilibre chimique.
Nombre de degrés de liberté d'un système physico-chimique à l'équilibre ; variance. Perturbation d'un système à l'équilibre chimique.	Reconnaître si une grandeur intensive est ou non un facteur d'équilibre. Dénombrer les degrés de liberté d'un système à l'équilibre et interpréter le résultat. Comparer le quotient de réaction et la constante thermodynamique d'équilibre pour interpréter l'effet de la variation d'un paramètre d'influence sur un système initialement à l'équilibre chimique.
	Déterminer une grandeur standard de réaction.

E.8 Changement d'état solide-liquide d'un mélange binaire

L'étude des changements d'état d'un mélange binaire s'effectue à l'aide de diagrammes de phases solide-liquide isobares fournis ou construits à partir des courbes d'analyse thermique. Les expressions théoriques des frontières ne sont pas attendues. Ces diagrammes sont utilisés pour interpréter le processus de cristallisation fractionnée. Cette partie peut être conduite en lien avec l'enseignement de sciences de la vie et de la Terre.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Caractérisation d'un mélange binaire. Miscibilité totale ou nulle.	Convertir des fractions molaires en fractions massiques dans le cas de systèmes binaires et inversement. Citer les facteurs d'influence de la miscibilité : interactions entre entités chimiques, température.
Diagrammes de phases solide-liquide isobares : — avec miscibilité totale à l'état solide, — avec miscibilité nulle à l'état solide, avec ou sans composé défini à fusion congruente ; eutectique. Théorème des moments chimiques. Cristallisation fractionnée.	Exploiter un faisceau de courbes d'analyse thermique pour établir l'allure d'un diagramme de phases solide-liquide isobare. Attribuer les différentes zones du diagramme. Exploiter un diagramme de phases isobare pour décrire l'évolution d'un système lors d'une variation de température. Calculer et commenter la valeur de la variance en un point du diagramme. Décrire les caractéristiques des mélanges indifférents, eutectiques et des composés définis. Déterminer la ou les phases en présence et leur composition en un point donné d'un diagramme de phases solide-liquide isobare. Interpréter une cristallisation fractionnée à l'aide de diagrammes de phases solide-liquide isobares. Effectuer un bilan de matière pour une cristallisation fractionnée.

Mécanique des fluides

M.6 Fluides en écoulement

Cette partie introduit d'abord la description cinématique d'un fluide en écoulement et les actions mécaniques au sein d'un fluide réel en écoulement. Si le cas du fluide newtonien est privilégié, aucune loi de comportement rhéologique ne peut être exigée des étudiants.

La dynamique des fluides concerne tout d'abord l'écoulement parfait et stationnaire d'un fluide. La relation de Bernoulli est admise, tout comme son interprétation énergétique. Sont ensuite étudiés les écoulements unidirectionnels, stationnaires, laminaires et parallèles de cisaillement de fluides réels, pour lesquels le profil de vitesse est établi au moyen d'un bilan de quantité de mouvement, dont l'utilisation se limite exclusivement à cette étude. Il convient aussi de souligner les limites du modèle d'écoulement parfait. L'utilisation d'opérateurs d'analyse vectorielle et la mobilisation d'équations aux dérivées partielles sont absolument proscrites. L'étude de l'écoulement d'un fluide réel à travers un milieu poreux conclut cette partie et permet d'introduire la loi de Darcy, exprimée avec la pression motrice.

De façon générale, l'étude des fluides en écoulement doit s'appuyer sur des situations concrètes et motivantes, et peut être illustrée par des exemples tirés des sciences de la vie et de la Terre.

M.6.1 Description d'un fluide en écoulement

Notions et contenus	Capacités exigibles
Description d'un fluide en écoulement Particule de fluide. Champ eulérien des vitesses. Ligne de courant, tube de courant. Écoulement stationnaire.	Décrire, en utilisant le vocabulaire adapté, l'écoulement d'un fluide. Interpréter un document (photographie ou vidéo d'un écoulement, schéma) et identifier quelques caractéristiques de l'écoulement (stationnarité, lignes de courant, profil de vitesse).
Débit de masse, débit de volume.	Calculer un débit de masse ou de volume.
Bilans de masse. Conservation du débit de masse pour un écoulement stationnaire.	Établir et exploiter un bilan de masse en raisonnant sur un système ouvert ou fermé adapté.
Actions mécaniques dans un fluide en écoulement Force de viscosité de cisaillement pour un fluide newtonien en écoulement unidirectionnel de cisaillement du type $\vec{v} = v_x(y) \vec{e}_x$ (écoulement unidirectionnel, laminaire et parallèle de cisaillement). Viscosité dynamique.	Exploiter l'expression fournie $d\vec{F} = \eta \frac{dv_x(y)}{dy} dS \vec{e}_x$. Citer l'ordre de grandeur des valeurs de la viscosité dynamique de l'eau et de l'air.
Traînée d'une sphère en mouvement rectiligne uniforme dans un fluide newtonien : nombre de Reynolds Re ; coefficient de traînée C_x ; graphe de C_x en fonction du nombre de Reynolds; notion d'écoulement laminaire et d'écoulement turbulent.	Évaluer un nombre de Reynolds pour choisir un modèle de traînée linéaire ou un modèle de traînée quadratique en vitesse. Capacité numérique : résoudre, à l'aide d'un langage de programmation, l'équation différentielle vérifiée par la vitesse, en utilisant une modélisation fournie du coefficient de traînée C_x en fonction du nombre de Reynolds, dans le cas de la chute d'une bille sphérique dans un fluide newtonien.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Écoulement parfait et stationnaire d'un fluide Relation de Bernoulli sous la forme $\frac{P}{\rho} + \frac{1}{2} v^2 \pm gz = \text{cste.}$	Exploiter la relation de Bernoulli, en procédant, le cas échéant, à la simplification de termes négligeables.
Effet Venturi. Application à la mesure d'un débit de volume. Tube de Pitot. Application à la mesure d'une vitesse d'écoulement.	Décrire le principe de l'effet Venturi. Établir la relation donnant le débit de volume dans un tube de Venturi. Décrire le principe du tube de Pitot. Établir la relation donnant la vitesse d'écoulement du fluide.
Modèles d'écoulements unidirectionnels de cisaillement, laminaires, parallèles et stationnaires de fluides réels Bilan de quantité de mouvement pour un fluide réel en écoulement unidirectionnel de cisaillement, laminaire, parallèle et stationnaire, dans un tube de courant à une seule entrée et une seule sortie.	Associer un système fermé à un système ouvert pour établir le bilan de quantité de mouvement. Établir et exploiter le bilan de quantité de mouvement.
Écoulement de Couette plan.	Établir l'expression du profil de vitesse pour l'écoulement de Couette plan d'un fluide newtonien à partir d'un bilan de quantité de mouvement. Calculer un ordre de grandeur de la valeur du nombre de Reynolds de l'écoulement et l'interpréter compte tenu d'une valeur fournie du nombre de Reynolds critique.
Écoulement de Poiseuille. Loi de Poiseuille. Résistance hydraulique. Associations en série et en parallèle de deux résistances hydrauliques.	Établir l'expression du profil de vitesse pour l'écoulement de Poiseuille d'un fluide newtonien dans une conduite cylindrique à partir d'un bilan de quantité de mouvement. Calculer un ordre de grandeur de la valeur du nombre de Reynolds de l'écoulement et l'interpréter compte tenu d'une valeur fournie du nombre de Reynolds critique. Établir l'expression de la loi de Poiseuille donnant le débit de volume en fonction de la différence de pression entre l'entrée et la sortie d'une conduite cylindrique. Modéliser une association série ou parallèle de résistances hydrauliques par une résistance hydraulique équivalente.
Écoulement d'un fluide réel à travers un milieu poreux Porosité. Perméabilité. Loi de Darcy. Pression motrice.	Définir la porosité d'un milieu. Établir le lien entre porosité et perméabilité d'un milieu pour le modèle simplifié de tubes capillaires parallèles. Exploiter la loi de Darcy énoncée avec la pression motrice. Mesurer la porosité ou la perméabilité d'un milieu poreux.

M.5 Phénomènes de tension superficielle

L'introduction aux phénomènes de capillarité s'appuie sur une approche énergétique. La loi de Young est admise et son expression est systématiquement fournie aux étudiants. L'expression de la loi de Laplace, donnant la différence de pression en fonction du coefficient de tension superficielle de part et d'autre d'une interface courbe, n'est exigible que dans le cas d'une interface sphérique. Sa démonstration est, dans tous les cas, hors programme. La loi de Jurin donne l'occasion de réinvestir les connaissances acquises en première année en statique des fluides. Une approche énergétique complémentaire permet de souligner les phénomènes physiques sous-jacents, responsables de l'ascension ou de la descente capillaire.

Aucune connaissance relative à la force de tension superficielle, pas plus qu'à son expression en fonction du coefficient de tension superficielle, n'est exigible des étudiants.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Coefficient de tension superficielle. Énergie de surface.	Identifier l'origine physique de la tension superficielle dans le cas de l'interface liquide-vapeur et en déduire un ordre de grandeur de la valeur du coefficient de tension superficielle. Exprimer l'énergie de surface associée à une interface entre deux phases fluides non miscibles, ou entre une phase fluide et une phase solide en fonction du coefficient de tension superficielle correspondant. Interpréter qualitativement le rôle d'un tensioactif.
Mouillabilité. Angle de contact, loi de Young. Loi de Laplace exprimant la différence de pression en fonction du coefficient de tension superficielle et du rayon d'une interface sphérique. Loi de Jurin de l'ascension capillaire.	Interpréter qualitativement la mouillabilité d'une surface solide en termes d'énergies de surface. Interpréter le phénomène d'ascension ou de descente capillaire en termes d'énergies de surface et d'énergie potentielle de pesanteur.
	Mesurer un coefficient de tension superficielle, le protocole expérimental étant interprété, le cas échéant, à partir d'un bilan énergétique.