

Semaine de colle 20

10 au 15 mars

CHIMIE

Thermochimie

Application du premier principe aux systèmes monobares sièges d'une réaction chimique

Potentiel chimique

Equilibre

- Grandeurs de réaction, standard de réaction.
- Approximation d'Ellingham.
- Critère thermodynamique d'évolution pour des réactions monothermes et monobares.
- Critère d'équilibre.
- Définition de la constante d'équilibre et du quotient de réaction.
- Effet chélate.

Cours et exercices

On se place dans le cadre du programme exclusivement dans le cadre de l'approximation d'Ellingham.

PHYSIQUE

Mécanique des fluides

Actions mécaniques dans un fluide en écoulement

- Définition des contraintes normales et tangentiels.
- Fluide newtonien.
- Nombre de Reynolds et critère pour un écoulement laminaire et turbulent.
- Connaître l'expression du nombre de Reynolds pour l'écoulement dans une conduite cylindrique, l'écoulement autour d'une sphère et l'écoulement de Couette plan.
- Force de traînée :
 - Définition du C_x .
 - Exploitation du graphe $C_x=f(Re)$:
 - Zone de Stokes : expression linéaire dans le cas d'une sphère pour $Re < 1$
 - Zone de Newton : expression quadratique dans le cas $10^3 < Re < 10^5$

Écoulement parfait et stationnaire d'un fluide

- Relations de Bernoulli ou équivalent en énergie massique ou en puissance : hypothèses de validité, notion de charge (la démonstration est hors programme).
- Effet Venturi, tube de Venturi.
- Trompe à eau.
- Sondes Pitot.
- Vidange d'un bassin, formule de Torricelli.

Cours et exercices

Ecoulement stationnaire d'un fluide newtonien

- Ecoulement plan de Couette :
 - Démonstration de la loi de vitesse
 - Expression du débit volumique et de la vitesse moyenne
 - Force exercée sur la plaque
- Loi de Poiseuille :
 - Démonstration de la loi de vitesse dans le cas d'un écoulement horizontal
 - Expression du débit volumique : loi de Poiseuille
 - Expression acceptée de la loi de Poiseuille avec dénivellation
 - Résistance hydraulique
- Loi de Darcy dans les milieux poreux
 - Loi à connaître
 - Modèle utilisant Poiseuille

Cours et exercices d'application (TD fait le mardi 11 mars)

TD

Il y a bcp d'exercices cette semaine, n'hésitez pas à vous les répartir.

Lundi 10 mars 10h30-12h30

Exceptionnellement d'abord cours de chimie pour finir le cours sur les déplacements d'équilibre avant de faire de la physique et finir le cours sur la tension de surface.

Mardi 11 mars 9h15-10h15 puis 14h-15h ou 15h-16h

Exercices 3, 4 et 5 de Méca Flu 4 sur les écoulements de fluides réels

Jeudi 13 mars 8h15-10h15 ou 10h30-12h30

Cours de chimie.

Samedi 15 mars 10h30-12h30

Exercices 1, 2, 5 et 6 de ThCh4

EXTRAITS DU PROGRAMME OFFICIEL RELATIFS A LA SEMAINE DE COLLE

Thermochimie

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.

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). Calculer un débit de masse ou de volume.
Débit de masse, débit 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.

M.6.2 Dynamique des fluides

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.	Décrire le principe de l'effet Venturi. Établir la relation donnant le débit de volume dans un tube de Venturi.
Tube de Pitot. Application à la mesure d'une vitesse d'écoulement.	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. Écoulement de Couette plan.	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 Poiseuille.	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.
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.	Définir la porosité d'un milieu.
Loi de Darcy. Pression motrice.	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.