

Semaine de colle 19

3 au 8 mars

CHIMIE

Thermochimie

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

- Grandeur de réaction.
- Etat standard et état standard de référence.
- Enthalpie standard de réaction
- Réactions de formation et enthalpie de formation.
- Loi de Hess
- Premier principe appliqué à la réaction chimique.
- Interpréter le signe de l'enthalpie standard et de l'entropie standard de réaction.
- Variation d'enthalpie du système, mesures calorimétriques : savoir réaliser des bilans enthalpiques pour calculer un transfert thermique ou une variation de température au cours d'une réaction.
- Température de flamme dans le modèle du réacteur adiabatique monobare.

Cours et exercices

Potentiel chimique

- Définition du potentiel chimique
- Expression du potentiel chimique et des activités dans le cas des phases condensées idéales pures ou en mélange, des gaz parfaits purs ou en mélange, des systèmes solvant/soluté.

$$\Delta G = -T_{\text{ext}} \Delta S_{\text{créée}} \leq 0$$

- $dG = -T_{\text{ext}} \delta S_{\text{créée}} \leq 0$

$$\sum_i \mu_i dn_i \leq 0$$

Cours et exercices d'application

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 d'application

PHYSIQUE

Mécanique des fluides

Actions mécaniques dans un fluide en écoulement

- Définition des contraintes normales et tangentielles.
- 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 $10^3 < Re < 10^5$

Cours et exercices

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

TD

Mardi 4 14h-15h puis 15h-16h

Exercice 2 et 3 de ThCh2.

Jeudi 6 mars 8h15-10h15 puis 10h30-12h30

Exercice 2, 4 et 8 de ThCh3

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).
Débit de masse, débit de volume. Bilans de masse. Conservation du débit de masse pour un écoulement stationnaire.	Calculer un débit de masse ou de volume. 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 $\frac{p}{\rho} + \frac{1}{2} v^2 + gz = \text{cste}$.	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.