

Semaine de colle 18

10 au 15 février

CHIMIE

Rétrosynthèses

- Analyse rétrosynthétique
- Nécessité de protections éventuelles

TOUTE REACTION DU COURS DE CHIMIE ORGANIQUE NON SUE ENTRAÎNERA LE RECOPIAGE DU MECANISME 5 FOIS A RENDRE A M. CHAMPION AU COURS SUIVANT.

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 simples (TD fait le samedi 15 février)

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 directe

PHYSIQUE

Mécanique des fluides

Cinématique

- Approche eulérienne vs lagrangienne
- Définitions : lignes de courant, tubes de courant, débit volumique, débit massique
- Calculs de débits volumiques et massiques dans le cas de symétries simples sur des surfaces adaptées.
- Etablir et exploiter un bilan de masse sur un système ouvert ou fermé adapté.
- Conservation du débit de masse pour un écoulement stationnaire.

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 $10^3 < Re < 10^5$

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 d'application directe (TD fait le mardi 11 février).

TD

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

Exercices 2, 3, 4 et 5 de Méca Flu sur les fluides parfaits.

Samedi 15 février 10h30-12h30

Exercices 1, 4, 7 de thermochimie 1.

EXTRAITS DU PROGRAMME OFFICIEL RELATIFS A LA SEMAINE DE COLLE

Orga BCPST2

C.8.3 Initiation à la stratégie de synthèse

Cette partie permet d'amener les étudiants à pouvoir proposer une stratégie de synthèse à travers l'analyse de la réactivité des espèces chimiques et à interpréter la nature et l'ordre des étapes mises en œuvre dans le cas d'une synthèse multi-étapes. L'élaboration d'une courte synthèse multi-étapes par les étudiants peut se faire en autonomie à l'aide d'une banque de réactions fournie, à l'aide des réactions exigibles qui figurent au programme des deux années de BCPST ou à partir de raisonnements procédant par analogies de structure et de réactivité. Les étudiants sont amenés à questionner l'impact environnemental de certaines voies de synthèse totale au laboratoire (choix des réactifs, solvants, durée de chauffage).

Notions et contenus	Capacités exigibles
Protection-déprotection Protection-déprotection du groupe carbonyle ou d'un diol par acétalisation; conditions expérimentales. Protection-déprotection du groupe hydroxyle : synthèse et hydrolyse d'esters, synthèse d'éther-oxydes. Protection-déprotection du groupe amino : synthèse et hydrolyse d'amides.	Justifier la nécessité de protéger un groupe caractéristique dans une synthèse multi-étapes, une banque de réaction étant fournie le cas échéant. Identifier les étapes de protection et de déprotection d'un groupe carbonyle, d'un groupe carboxyle, d'un groupe amino, d'un groupe hydroxyle ou d'un diol dans une synthèse multi-étapes.
Synthèse multi-étapes Modifications de groupes caractéristiques et de chaînes carbonées. Rendement, optimisation, prise en compte de l'impact environnemental.	Analyser une synthèse multi-étapes fournie en termes de stratégie de synthèse : ordre des étapes, activation, protection de groupes caractéristiques, rendement, sélectivité. Proposer ou justifier, éventuellement en s'appuyant sur une banque de réactions fournie, une méthode de modifications de groupes caractéristiques et de chaînes carbonées adaptée à une synthèse multi-étapes. Concevoir une stratégie de synthèse simple en tenant compte des impacts environnementaux.

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 : $\mu_i(T, P_i) = \mu_i^{\text{réf}}(T) + RT \ln\left(\frac{P_i}{P^0}\right)$; — 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 : $\mu_i(T, P, c_i) = \mu_i^{\text{réf}}(T, P) + RT \ln\left(\frac{c_i}{c^0}\right)$ 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.).

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.

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.

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.