

Programme de colle MP semaine 10:

du 01/12 au 05/12 2025

Cours 15 : Transferts thermiques

Les 3 modes de transfert thermique.

Etude du phénomène de diffusion : flux et vecteur densité de flux, lien avec l'énergie thermique transférée ; loi de Fourier ; équation de conservation : démonstration à 1D et généralisation (admise) à 3D ; équation de la diffusion : prise en compte d'un terme source.

Solution de l'équation en régime stationnaire : application à une barre homogène : résistances thermiques et association. Transferts thermiques convecto-conductifs : loi de Newton ; exemple du banc Kofler.

Solutions de l'équation de la chaleur en régime variable : grandeurs caractéristiques ; résolution par la méthode de séparation des variables.

Cours 1C : Application du premier principe à la transformation chimique

Grandeurs standard : état standard, état standard de référence, conditions standard, grandeur molaire partielle, variation de l'enthalpie molaire standard en fonction de la température.

Grandeurs de réaction : enthalpie standard de formation, loi de Hess, enthalpie standard de changement d'état.

Application du premier principe et effets thermiques : interprétation de l'enthalpie standard de réaction (son signe indique si la réaction est endo- ou exothermique), calcul de la température de flamme.

Cours 2C : Application du second principe à la transformation chimique

Potentiels thermodynamiques, enthalpie libre, différentielle de G pour un système physique, travail utile maximum récupérable (pas la démo).

Potentiel chimique, différentielle de G pour un système chimique.

Expression du potentiel chimique (pas la démo) : pour un gaz parfait pur, un gaz parfait dans un mélange idéal, une phase condensée pure, une phase condensée dans un mélange idéal, un solvant d'une solution idéale et un soluté d'une solution idéale. Changements de phases du corps pur : un corps pur évolue spontanément vers la phase de plus bas potentiel chimique, discontinuité de l'enthalpie et de l'entropie, continuité de l'enthalpie libre et du potentiel chimique.

Entropie standard de réaction : calcul des entropies molaires standard en fonction de la température, interprétation de l'entropie standard de réaction.

Enthalpie libre de réaction : interprétation, calcul à partir de l'entropie standard de réaction ou à partir de l'enthalpie et l'entropie standard de réaction, lien avec l'entropie créée, critère d'évolution en fonction de son signe.

Questions de cours :

1. Démontrer l'équation de conservation de l'énergie thermique à 1D. Enoncer sa généralisation à 3D. En déduire l'équation de la chaleur à 3D.
2. Effectuer un bilan d'énergie dans le cas 1D avec apport de chaleur (où p est la densité volumique de puissance associée).
3. Calculer, en régime stationnaire, la température en tout point d'une barre cylindrique de longueur L dont les températures aux 2 extrémités sont maintenues à T_1 et T_2 . A l'aide d'une analogie avec l'électrostatique et à partir du calcul du flux thermique, trouver la formule de la résistance thermique. Démontrer les lois d'associations (en série et en parallèle) de résistances thermiques.

5. Calculer, en régime stationnaire, la température en fonction de la position x sur un banc Koffler infini en prenant en compte la conduction et la conducto-convection avec l'air extérieur à la température T_e . La température à l'origine valant T_1 .
6. Définir l'enthalpie standard de réaction et l'interpréter. Comment fait-on pour la calculer ? Définir une réaction standard de formation, un état standard de référence. Enoncer les approximations d'Ellingham.
7. Définir l'enthalpie standard de réaction et donner son interprétation. Expliquer la méthode de calcul de la température de flamme.
8. Définir le potentiel chimique. Comment le calculer pour différentes espèces ? Quelle est son utilité ?
9. Définir l'entropie standard de réaction et donner son interprétation. Faire de même pour l'enthalpie libre de réaction. Donner la loi qui relie l'enthalpie libre standard de réaction, l'enthalpie standard de réaction et l'entropie standard de réaction.

Eléments du programme en rapport avec la colle :

8.1. Premier principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques	
État standard. Enthalpie standard de réaction. Loi de Hess. Enthalpie standard de formation, état standard de référence d'un élément.	Déterminer l'enthalpie standard de réaction à l'aide de tables de données thermodynamiques. Associer le signe de l'enthalpie standard de réaction au caractère endothermique ou exothermique de la réaction.
Effets thermiques pour une transformation monobare : <ul style="list-style-type: none"> - transfert thermique associé à la transformation chimique en réacteur monobare, isotherme ; - variation de température en réacteur adiabatique, monobare. 	Prévoir, à partir de données thermodynamiques, le sens et une estimation de la valeur du transfert thermique entre un système, siège d'une transformation physico-chimique et le milieu extérieur. Évaluer la température atteinte par un système siège d'une transformation chimique supposée monobare et réalisée dans un réacteur adiabatique. <u>Capacité numérique</u> : simuler, à l'aide d'un langage de programmation, l'évolution temporelle de la température pour un système siège d'une transformation adiabatique modélisée par une seule réaction chimique dont les caractéristiques cinétiques et l'enthalpie standard de réaction sont données. Déterminer une enthalpie standard de réaction.
8.2. Deuxième principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques	
Potentiel chimique ; enthalpie libre d'un système chimique. Activité.	Définir le potentiel chimique à l'aide de la fonction enthalpie libre et donner l'expression (admise) du potentiel chimique d'un constituant en fonction de son activité. Exprimer l'enthalpie libre d'un système chimique en fonction des potentiels chimiques.

<p>Enthalpie de réaction, entropie de réaction, enthalpie libre de réaction et grandeurs standard associées.</p> <p>Relation entre enthalpie libre de réaction et quotient de réaction ; évolution d'un système chimique.</p>	<p>Justifier qualitativement ou prévoir le signe de l'entropie standard de réaction.</p> <p>Relier création d'entropie et enthalpie libre de réaction lors d'une transformation d'un système physico-chimique à pression et température fixées.</p> <p>Prévoir le sens d'évolution à pression et température fixées d'un système physico-chimique dans un état donné à l'aide de l'enthalpie libre de réaction.</p> <p>Déterminer les grandeurs standard de réaction à partir des tables de données thermodynamiques et de la loi de Hess.</p> <p>Déterminer les grandeurs standard de réaction d'une réaction dont l'équation est combinaison linéaire d'autres équations de réaction.</p>
<p>Constante thermodynamique d'équilibre ; relation de Van 't Hoff.</p>	<p>Citer et exploiter la relation de Van 't Hoff.</p> <p>Déterminer la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre à une température quelconque.</p> <p>Déterminer l'évolution de la valeur d'une constante thermodynamique d'équilibre en fonction de la température.</p>
<p>État final d'un système : équilibre chimique ou transformation totale.</p>	<p>Déterminer la composition chimique d'un système dans l'état final, en distinguant les cas d'équilibre chimique et de transformation totale, pour une transformation modélisée par une réaction chimique unique.</p>
<p>Optimisation thermodynamique d'un procédé chimique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - par modification de la valeur de K° ; - par modification de la valeur du quotient de réaction. 	<p>Identifier les paramètres d'influence et leur contrôle pour optimiser une synthèse ou minimiser la formation d'un produit secondaire indésirable.</p>