

**Semaine 16 : du 26/01 au 30/01**

Le programme de colles contient :

- **cours et exercices** : le(s) chapitre(s) B4, G1, G2 et G3 ;
- **cours uniquement** : le(s) chapitre(s) D4 ;
- le bloc **1.1** du programme de PCSI Chimie et les blocs **1.7.1** et **1.7.2** du programme de PCSI avec les questions de cours suivantes :

Ch 1.1.a. On considère la réaction chimique d'équation-bilan  $\text{N}_{2(\text{g})} + 3 \text{H}_{2(\text{g})} = 2 \text{NH}_{3(\text{g})}$ , de constante d'équilibre  $K^\circ = 1,64 \cdot 10^{-4}$  (à  $400^\circ\text{C}$ ). La composition initiale du mélange réactionnel est  $n(\text{N}_2) = 1$  mol,  $n(\text{H}_2) = 4$  mol,  $n(\text{NH}_3) = 1$  mol sous une pression  $P = 200$  bars.

- \* Écrire la composition du système à un instant quelconque en fonction de sa composition initiale et de l'avancement  $\xi$ .
- \* Déterminer les réactifs limitants si la réaction se produit dans le sens direct puis si elle se produit dans le sens inverse et les valeurs extrêmes de l'avancement.
- \* Exprimer le quotient de réaction ; en déduire le sens dans lequel la réaction tend à se produire pour les conditions initiales données.

Ph 1.7.1.a. À partir d'une carte de champ magnétique fournie, prévoir des propriétés du champ en terme de symétries et d'invariances.

## Chapitre B4 : Diffusion de particules

### Questions de cours :

ChB4 - Énoncer la loi de Fick, en précisant tous les termes et leurs unités, puis rappeler l'expression de l'opérateur utilisé en coordonnées cartésiennes.

ChB4 - Pour un système unidimensionnel en coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques, établir l'équation de diffusion de particules.

### Programme :

En phénomènes de transport (p.16) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>2.3. Diffusion de particules</b>	
Les différents modes de transfert de particules : diffusion et convection.	Citer les deux modes de transfert de particules.
Vecteur densité de courant de particules $\vec{j}_N$ .	Exprimer le débit de particules comme le flux du vecteur $\vec{j}_N$ à travers une surface orientée.
Loi de Fick.	Énoncer et utiliser la loi de Fick.
Bilan de particules.	Établir l'équation locale de bilan de particules avec ou sans terme source.
Équation de diffusion.	Établir l'équation de diffusion.
	Relier l'équation de diffusion à l'irréversibilité temporelle du phénomène.

## Chapitre G1 : Application du 1<sup>er</sup> principe aux transformations physico-chimiques

### Questions de cours :

- ChG1 - Écrire la réaction de formation du monoxyde de carbone  $\text{CO}_{(g)}$ . Les formes stables du carbone et de l'oxygène à température et pression ambiante sont le graphite (carbone solide) et le dioxygène gazeux.
- ChG1 - On donne les enthalpies de réaction :  $2\text{H}_{2(g)} + \text{O}_{2(g)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ,  $\Delta_r H_1^\circ$  et  $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} = \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ,  $\Delta_r H_2^\circ$ . Exprimer l'enthalpie standard de formation de l'eau liquide  $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$  en fonction de  $\Delta_r H_1^\circ$  et  $\Delta_r H_2^\circ$ .
- ChG1 - On effectue une réaction chimique d'enthalpie standard de réaction  $\Delta_r H^\circ$ , avec une variation d'avancement  $\Delta\xi$  dans un réacteur isobare et isotherme. Déterminer la chaleur fournie au milieu extérieur.
- ChG1 - On effectue une réaction chimique d'enthalpie standard de réaction  $\Delta_r H^\circ$ , avec une variation d'avancement  $\Delta\xi$  dans un réacteur isobare et calorifugé. La capacité thermique globale du système après réaction vaut  $C_p$ , exprimer la variation de température. On précisera le signe de cette dernière en fonction du signe de  $\Delta_r H^\circ$ .

### Programme :

En transformations de la matière (p.34) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>7.1. Premier principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques</b>	
État standard. Enthalpie standard de réaction.	Déterminer l'enthalpie standard de réaction à l'aide de tables de données thermodynamiques.
Loi de Hess.	
Enthalpie standard de formation, état standard de référence d'un élément.	Associer le signe de l'enthalpie standard de réaction au caractère endothermique ou exothermique de la réaction.
Effets thermiques en réacteur monobare : <ul style="list-style-type: none"> <li>transfert thermique associé à la transformation chimique en réacteur monobare, isotherme ;</li> <li>variation de température en réacteur monobare, adiabatique.</li> </ul>	<p>Prévoir, à partir de données thermodynamiques, le sens et estimer la valeur du transfert thermique entre un système, siège d'une transformation physico-chimique et le milieu extérieur.</p> <p>Évaluer la température atteinte par un système siège d'une transformation chimique supposée monobare et réalisée dans un réacteur adiabatique.</p> <p><b>Compétence expérimentale :</b> mettre en œuvre une transformation physico-chimique en réacteur adiabatique monobare pour déterminer une enthalpie standard de réaction.</p>

## Chapitre G2 : Enthalpie libre & Potentiel chimique

### Questions de cours :

ChG2 - Montrer qu'au cours d'une transformation spontanée monobare et monotherme d'un système fermé sans travail autre que les forces de pression, l'enthalpie libre du système est un potentiel thermodynamique.

ChG2 - Montrer qu'au cours d'une transition de phase isotherme et isobare, l'évolution se fait dans le sens des potentiels chimiques décroissants.

### Programme :

En transformations de la matière (p.35) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>7.2. Deuxième principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques</b>	
Enthalpie libre.	Justifier que l'enthalpie libre est le potentiel thermodynamique adapté à l'étude des transformations isothermes, isobares et spontanées.  Exprimer l'entropie créée en fonction de la variation d'enthalpie libre.
Identités thermodynamiques.	Citer les expressions des différentielles de $\bar{U}$ , $\bar{H}$ , $\bar{G}$ .
Potentiel chimique.	Distinguer les caractères intensif ou extensif des variables utilisées.
Potentiel chimique du corps pur.	Identifier le potentiel chimique d'un corps pur à son enthalpie libre molaire.
Conditions d'équilibre d'un corps pur sous plusieurs phases.	Établir l'égalité des potentiels chimiques pour un corps pur en équilibre sous plusieurs phases. En déduire l'existence d'une courbe d'équilibre sur un diagramme (P,T).
Paramètres intensifs.	Identifier un jeu de paramètres intensifs indépendants permettant la description d'un système physico-chimique en équilibre.
Évolution d'un système sous plusieurs phases.	Utiliser le potentiel chimique pour prévoir l'évolution d'un système contenant une espèce chimique dans plusieurs phases.

## Chapitre G3 : Application du 2<sup>nd</sup> principe aux transformations physico-chimiques

### Questions de cours :

ChG3 - Établir la relation  $\Delta_r G = RT \ln \left( \frac{Q_r}{K^\circ} \right)$ . En déduire en fonction des valeurs de  $K^\circ$  et  $Q$  le sens d'évolution spontanée et la condition d'équilibre chimique d'un système chimique isobare et isotherme.

ChG3 - On considère les réactions  $2 \text{Fe}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} = 2 \text{FeO}_{(s)}$  et  $\frac{3}{2} \text{Fe}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} = \frac{1}{2} \text{Fe}_3\text{O}_{4(s)}$  de constantes thermodynamiques  $K_1^\circ$  et  $K_2^\circ$ . Exprimer en fonction de  $K_1^\circ$  et  $K_2^\circ$  la constante thermodynamique de la réaction  $6 \text{FeO}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} = 2 \text{Fe}_3\text{O}_{4(s)}$ .

### Programme :

En transformations de la matière (p.35–36) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
<b>7.2. Deuxième principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques</b>	
Potentiel chimique d'une espèce chimique dans un mélange ; enthalpie libre d'un système chimique.	Donner l'expression (admise) du potentiel chimique d'un constituant en fonction de son activité.
Activité.	Exprimer l'enthalpie libre d'un système chimique en fonction des potentiels chimiques.
Enthalpie de réaction, entropie de réaction, enthalpie libre de réaction et grandeurs standard associées.	Justifier qualitativement ou prévoir le signe de l'entropie standard de réaction.
Relation entre enthalpie libre de réaction et quotient de réaction ; équilibre physico-chimique ; évolution d'un système chimique.	Relier création d'entropie et enthalpie libre de réaction lors d'une transformation d'un système physico-chimique à pression et température fixées.  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.  Déterminer les grandeurs standard de réaction à partir des tables de données thermodynamiques et de la loi de Hess.
Constante thermodynamique d'équilibre ; relation de Van 't Hoff.	Citer et exploiter la relation de Van 't Hoff.  Déterminer la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre à une température quelconque.  <b>Compétence expérimentale :</b> déterminer l'évolution de la valeur d'une constante thermodynamique d'équilibre en fonction de la température.
État final d'un système : équilibre chimique ou transformation totale.	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.
Optimisation thermodynamique d'un procédé chimique : <ul style="list-style-type: none"> <li>• par modification de la valeur de <math>K^\circ</math> ;</li> <li>• par modification de la valeur du quotient réactionnel.</li> </ul>	Identifier les paramètres d'influence et leur contrôle pour optimiser une synthèse ou minimiser la formation d'un produit secondaire indésirable.

## Chapitre D4 : Champ magnétique en régime stationnaire

### Questions de cours :

- ChD4 - Sur une distribution de courants fournie, exploiter les symétries et invariances pour en déduire des propriétés du champs magnétique.
- ChD4 - Établir l'expression du champ magnétique créé en tout point de l'espace par un fil infini puis par un fil épais et infini.
- ChD4 - Établir l'expression du champ magnétique créé en tout point de l'espace par un solénoïde infini en admettant que le champ extérieur est nul.
- ChD4 - Établir l'expression du champ magnétique créé en tout point de l'espace par une bobine torique.
- ChD4 - Établir l'expression des forces de Laplace s'exerçant sur une distribution volumique de courant.

### Programme :

En phénomènes de transport (p.21) :

Notions et contenus	Capacités exigibles
4.1. Symétries des champs électrique et magnétique	
Symétries pour le champ électrique, caractère polaire du champ électrique.	Exploiter les symétries et invariances d’une distribu- tion de charges et de courants pour en déduire des propriétés des champs électrique et magnétique.
Symétries pour le champ magnétique, caractère axial du champ magnétique.	
4.4. Champ magnétique en régime stationnaire	
Équations de Maxwell-Ampère et Maxwell- Thom- son.	Énoncer les équations de Maxwell-Ampère et Maxwell-Thomson en régime variable et en régime stationnaire.
Conservation du flux magnétique.	Exploiter la conservation du flux magnétique et ses conséquences sur les lignes de champ magnétique.
Théorème d’Ampère.	Énoncer et appliquer le théorème d’Ampère.
	Établir l’expression du champ magnétique créé par un fil épais et infini, par un solénoïde infini en ad- mettant que le champ extérieur est nul, et par une bobine torique.
Forces de Laplace.	Exprimer les forces de Laplace s’exerçant sur un conducteur filiforme et sur une distribution volumi- que de courant.