Programme de colles n°14 – du 13 au 17 janvier 2024

Thermodynamique

Chapitre 1 : Caractérisation d'un système thermodynamique à l'équilibre

Chapitre 2 : Description d'un corps pur en équilibre diphasé

I. Phénomènes de changements de phase

1. Les différents changements d'état physique
2. Expérience de changement de phase à pression constante
3. Expérience de changement de phase à température constante
4. Notion de vapeur saturante
5. Évaporation et ébullition
6. Aspects énergétiques
7. Retard à la solidification et à l'ébullition

II. Diagramme de phase température – pression

1. Allure du diagramme de phases pression – température dans la majorité des cas : exemple du diagramme du dioxyde de carbone
2. Cas particulier du diagramme de l'eau
3. Notion de variance
4. Cas particulier de l'allotropie

III. Intervention du paramètre volume : diagramme de Clapeyron volume – pression

1. Allure des diagrammes de phase (p, V)
2. Courbes de rosée et d'ébullition

Savoir	Savoir-faire
Allure du diagramme de phase des corps purs et cas particulier de l'eau (noms des courbes, points particuliers, etc.). Notion de pression de vapeur saturante. Allure des isothermes d'un corps pur dans le diagramme de Clapeyron et noms des courbes de saturation. **Le théorème des moments n'est plus au programme, il faut le redémontrer si on en a besoin**	Tracer un diagramme de phase (p, T) et (p, V). Déterminer la où les phases stables de chaque domaine d'un diagramme de phase (p, T) et d'un diagramme de phase de Clapeyron. Tracer une courbe d'analyse thermique à partir du diagramme de phase. Tracer une courbe de variation de pression à température constante à partir du diagramme de phase. Utiliser la notion de pression de vapeur saturante pour déterminer l'état de vapeur sèche ou de vapeur saturante d'un système.

Transformations chimiques : prévision de l'état final d'un système

Chapitre 1 : Etude des systèmes siège d'une transformation chimique

I. Modélisation de la transformation chimique

1. Description d'un système physico-chimique
2. Modélisation d'une transformation par une réaction chimique
3. Stœchiométrie d'une réaction chimique et nombres stœchiométriques
4. Avancement de réaction et taux d'avancement
5. Avancement maximal et réactif limitant
6. Avancement à l'équilibre

II. Quotient de réaction

1. Activité d'une espèce physico-chimique
2. Quotient de réaction

III. Critère d'équilibre et d'évolution : loi de Guldberg et Waage

1. Constante standard d'équilibre
2. Critère d'équilibre : loi de Guldberg et Waage
3. Calcul de $K°$ à partir de réactions référencées
4. Critère d'évolution spontanée

IV. Applications

1. Systèmes homogènes : équilibre toujours atteint
2. Systèmes hétérogènes : possibilité de rupture d'équilibre

Savoirs	Savoir-faire
Modélisation d'une transformation chimique, équation de réaction, nombres stœchiométriques, avancement de réaction, taux d'avancement, réactif limitant. Caractère totale ou non d'une transformation. Activité d'une espèce physico-chimique, expression du quotient de réaction. Constante thermodynamique d'équilibre ° . Critère d'équilibre (loi de Guldberg et Waage). Critère d'évolution spontanée. Notion de solution saturée et de rupture d'équilibre dans le cas des systèmes hétérogènes	Savoir calculer des quantités de matière initiales et des concentrations initiales Remplir un tableau d'avancement. Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant. Écrire un quotient de réaction pour différents types de système (homogène, hétérogène, en solution, en phase gaz). Associer la valeur de la constante thermodynamique d'équilibre au caractère thermodynamiquement favorable ou non d'une réaction. Calculer des constantes thermodynamique d'équilibre à partir d'autres constantes standard d'équilibre. Prévoir le sens d'évolution d'un système. Déterminer l'avancement à l'équilibre dans le cas des systèmes gazeux, en solution homogène ou hétérogènes

Chapitre 2 : Etude des systèmes siège de réactions acido-basiques

I. Couples acido-basique selon la définition de Brönsted, réactions acido-basique, constante d'acidité

1. Acide, base, polyacide, polybase, ampholyte
2. Les couples de l'eau
3. Réaction acido-basique
4. Constante d'acidité K_a d'un couple acido-basique
5. Constantes d'acidité des couples de l'eau – produit ionique de l'eau K_e

II. Force des acides et des bases

1. Classement des acides et des bases
2. Échelle des pK_a
3. Notion d'acide/base fort(e)
4. Notion d'acide/base faible

III. pH d'une solution aqueuse et prédominance d'une espèce

1. Définition
2. pH de l'eau pure, échelle de pH conventionnelle
3. Diagrammes de prédominance et courbes de distribution
4. Cas des polyacides et des polybases
5. Solutions d'acide α-aminé – pH isoélectrique
6. Cas particulier des solutions tampon

IV. Détermination de l'état final d'un système siège de réactions acido-basiques : principes

1. Constante thermodynamique d'équilibre d'une réaction acido-basique
2. Détermination de l'état final d'un système siège de transformations acido-basiques : notion de réaction prépondérante
3. Résolution de la loi de Guldberg et Waage avec approximation

A usage des colleurs : cette année j'ai finalement remis la méthode de la réaction prépondérante complète, avec la notion de système équivalent (RQ successives jusqu'à ce qu'il ne reste qu'une réaction de constante K>1 ou que des réactions de constantes K<1)

Savoirs	Savoir-faire
Couple acide-base. Constante d'acidité K_a d'un couple, constantes d'acidité des deux couples acide-base de l'eau.	Reconnaître un couple acide-base. Écrire l'équation de la réaction associée à la constante d'acidité d'un couple donné.
pH, diagramme de prédominance, diagramme de distribution : tracé et exploitation. Application aux acides aminés, point isoélectrique.	Extraire les valeurs de constantes d'acidité de courbes de distribution et de diagrammes de prédominance.
Réaction acide-base ; relation entre la constante thermodynamique d'équilibre et les constantes d'acidité des couples mis en jeu.	Reconnaître une réaction acide-base à partir de son équation. Écrire l'équation de la réaction acide-base modélisant une transformation en solution aqueuse et déterminer la valeur de sa constante thermodynamique d'équilibre.
Mise en solution et réaction d'un acide ou d'une base dans l'eau, modèle des acides et bases forts, des acides et bases faibles.	Identifier le caractère fort ou faible d'un acide ou d'une base à partir d'informations fournies (pH d'une solution de concentration donnée, espèces présentes dans l'état final, constante d'acidité K_a)
Exploitation de diagrammes de prédominance et état final d'un système.	Extraire les données thermodynamiques pertinentes de tables pour étudier un système en solution aqueuse. Utiliser les diagrammes de prédominance pour identifier des espèces incompatibles ou prévoir la nature des espèces majoritaires. Déterminer la composition du système dans l'état final à l'aide de la méthode de la réaction prépondérante (une seule RP à l'équilibre à étudier, après plusieurs RQ si besoin, une simple analyse de diagramme de prédominance peut suffire pour justifier les équilibres négligés)
Solutions tampons.	Citer les propriétés d'une solution tampon et les relier à sa composition. Citer des couples acide-base jouant un rôle de tampon dans des systèmes biologiques et géologiques.

Compétences générales évaluées

S'approprier	Comprendre ce qui est attendu dans un énoncé
	Extraire les informations d'un énoncé
	Modéliser une situation concrète
	Relier le problème à une situation modèle connue
	Estimer des valeurs numériques ou des ordres de grandeur
Analyser	Identifier les domaines de la discipline, les lois, les grandeurs physiques ou chimiques à utiliser
	Décomposer le problème posé en des problèmes plus simples afin de construire l'ensemble du raisonnement avant de commencer
	Savoir exploiter des informations sous formes diverses (valeurs numériques, graphique, tableau, spectre, etc.)
	Formuler une hypothèse, construire un modèle
	Définir le système d'étude
Réaliser	Construire un raisonnement scientifique logique
	Maîtriser ses connaissances
	Réinvestir ses connaissances
	Savoir mettre en place des équations mathématiques pour résoudre un problème physique ou chimique
	Savoir mener efficacement les calculs analytiques
	Savoir déterminer une expression littérale
	Savoir effectuer des applications numériques correctes (conversion d'unités si besoin), avec le bon nombre de chiffres significatifs
Valider	Vérifier l'homogénéité des formules lors d'un calcul
	S'assurer que l'on a répondu à la question posée
	Exercer son esprit critique sur la pertinence d'un résultat (ordre de grandeur, comparaison avec des résultats connus, précision d'une mesure…), d'une hypothèse, d'un modèle
	Interpréter des résultats
	Valider ou invalider une hypothèse, une information, une loi…
	Confronter un modèle au réel, confronter un modèle mathématique à des résultats expérimentaux (identification du graphe à tracer, régression, …)
Communiquer	Faire preuve d'initiative
	Demander une aide pertinente
	S'exprimer de manière claire, concise et avec assurance
	Utiliser le tableau de manière claire et lisible
	Utiliser un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux
	Réagir face à une situation difficile (erreurs dans le raisonnement, erreurs de calcul, etc.)
	Tenir compte des aides et des commentaires du correcteur