Programme de colles n°17 – du 3 au 7 février 2025

Thermodynamique

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

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

Chapitre 3 : Transformations thermodynamiques d'un système et transferts associés

I. Compléments sur la description d'un système thermodynamique et la notion d'équilibre thermodynamique
1. Grandeurs du système et grandeurs de transfert ou d'échange
2. Types de systèmes
3. Compléments sur l'équilibre thermodynamique : équilibres mécanique et thermique

II. Transformation d'un système
1. État hors équilibre : transformation
2. Transformations finies et infinitésimales
3. Transformations brutales
4. Transformations lentes (quasi-statique) : succession d'états d'équilibre internes
5. Noms des transformations usuelles

III. Transferts d'énergie sous forme de travail mécanique
1. Travail élémentaire des forces pressantes extérieures
2. Travail des forces pressantes extérieures pour une transformation finie
3. Quelques exemples de calculs
4. Visualisation graphique
5. Puissance mécanique

IV. Transferts d'énergie sous forme de transfert thermique
1. Notion de transfert thermique
2. Flux ou puissance thermique
3. Les trois modes de transfert thermique
4. Flux thermique conductif en géométrie unidimensionnelle : notion de résistance thermique
5. Flux thermique conducto-convectif : loi de Newton
6. Flux thermique par rayonnement : modèle du corps noir

Savoir	Savoir-faire
Définitions : type de système, équilibre thermodynamique, équilibre thermique, équilibre mécanique, transformation.	Identifier et définir un système ouvert, fermé, isolé.
Notion de transformation brutale ou quasi-statique	Déterminer l'état d'équilibre final à partir des contraintes imposées par le milieu extérieur.
Maîtriser le vocabulaire usuel : isotherme, isobare, isochore, monobare, monotherme, adiabatique, thermostat	Évaluer un travail par découpage en travaux élémentaires et sommation sur un chemin donné dans le cas d'une seule variable.
Expression du travail élémentaire des forces pressantes.	Calculer un transfert d'énergie à partir de la puissance/du flux reçu(e)
Définitions des puissances mécaniques et thermiques.	Caractériser qualitativement les trois modes de transfert thermique : conduction, convection et rayonnement.
Connaître les trois types de transferts thermiques : conduction, convection et rayonnement.	Exploiter la relation entre flux thermique, résistance thermique et écart de température, l'expression de la résistance thermique étant fournie.
Flux thermique conducto-convectif : loi de Newton.	Exploiter les lois de Newton, du déplacement de Wien, de Stefan-Boltzmann (pour ces dernières une application à l'effet de serre sera vue plus tard).
Approche descriptive du rayonnement du corps noir. Loi du déplacement de Wien, loi de Stefan-Boltzmann.	
Définitions des puissances mécaniques et thermiques.	

Chapitre 4 : Bilans d'énergie pour un système thermodynamique – Premier principe de la thermodynamique – Energie interne et enthalpie

I. Énergie interne et premier principe

1. Énergie totale d'un système et énergie interne
2. Premier principe – Un principe de conservation de l'énergie
3. Premier principe pour un système macroscopiquement au repos
4. L'énergie interne est une fonction d'état

II. Variation d'énergie interne pour un système monophasé

1. U fonction de deux paramètres d'état
2. Différentielle de U – Capacité thermique à volume constant
3. Application du premier principe dans le cas des transformations isochores
4. Variation d'énergie interne d'une phase condensée
5. Variation d'énergie interne d'un gaz parfait – 1ère loi de Joule

III. Enthalpie *H*

1. Définition de la fonction enthalpie H et propriétés
2. Différentielle de H – Capacité thermique à pression constante
3. Intérêt de l'enthalpie : transfert d'énergie thermique lors d'une transformation monobare avec équilibre mécanique dans l'état initial et dans l'état final.
4. Variation d'enthalpie d'une phase condensée
5. Variation d'enthalpie d'un gaz parfait – 2nde loi de Joule
6. Enthalpie de changement de phase d'un corps pur
7. Calorimétrie

Tout est encore frais, nous n'avons pas traité beaucoup d'exercices en classe pour l'instant

Pas de régime transitoire

Savoir	Savoir-faire
Premier principe de la thermodynamique. Bilans d'énergie. Premier principe de la thermodynamique. Énergie interne du gaz parfait. Extensivité de l'énergie interne. Capacité thermique à volume constant d'un gaz considéré comme parfait. Énergie interne et capacité thermique à volume constant d'une phase condensée indilatable et incompressible. **Fonction d'état enthalpie** Fonction d'état enthalpie ; capacité thermique à pression constante d'un gaz parfait et d'une phase condensée. Variation d'enthalpie associée à un changement d'état. **A l'usage des colleurs : le premier principe en termes de puissance n'a pas encore été traité**	Citer les différentes contributions microscopiques et macroscopiques à l'énergie d'un système donné. Utiliser le premier principe de la thermodynamique entre deux états d'équilibre thermodynamique. Exploiter l'extensivité de l'énergie interne. Distinguer le statut de la variation de l'énergie interne d'un système du statut des termes d'échange énergétique avec le milieu extérieur. Exploiter l'expression de la variation d'énergie interne d'un gaz considéré comme parfait, l'expression de la capacité thermique à volume constant étant fournie. Exploiter l'expression de la variation de l'énergie interne d'une phase condensée incompressible et indilatable en fonction de sa température. Exprimer le premier principe de la thermodynamique sous forme de bilan d'enthalpie dans le cas d'une transformation monobare avec équilibre mécanique dans l'état initial et dans l'état final. Exprimer l'enthalpie du gaz parfait à partir de l'énergie interne. Exprimer la variation d'enthalpie d'un gaz parfait ou d'une phase condensée indilatable et incompressible en fonction de la variation de température. Citer la valeur de la capacité thermique massique de l'eau liquide. Exploiter l'extensivité de l'enthalpie. Réaliser un bilan énergétique en prenant en compte des changements d'état.

Transformations chimiques : prévision de l'état final d'un système	
Chapitre 1 : Etude des systèmes siège d'une transformation chimique	
Chapitre 2 : Etude des systèmes siège de réactions acido-basiques	
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.	Extraire les valeurs de constantes d'acidité de courbes de distribution et de diagrammes de prédominance.
Application aux acides aminés, point isoélectrique.	
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.
Exemples usuels d'acides et de bases : nom, formule et caractère – faible ou fort – des acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, phosphorique, éthanoïque, du dioxyde de carbone aqueux, de la soude, la potasse, l'ion hydrogénocarbonate, l'ion carbonate, l'ammoniac.	Citer l'influence de la constante d'acidité K_a et de la concentration de l'acide ou de la base sur le taux d'avancement de la réaction d'un acide ou d'une base avec l'eau.

Chapitre 3 : Dosages par titrage

I. Principe des dosages
1. Définitions
2. Dosages par étalonnage
3. Dosages par titrage

II. Dosages par titrage directs
1. Titrages par suivi conductimétrique (tous types de réactions)
2. Titrages par suivi pH-métrique (réactions acido-basique uniquement)
3. Titrages par suivi colorimétrique : indicateur de fin de titrage (tous types de réactions)

Savoirs	Savoir-faire
Rappels : Dosages par étalonnage	Déterminer une concentration en exploitant la mesure de grandeurs physiques caractéristiques de l'espèce chimique ou en construisant et en utilisant une courbe d'étalonnage. Déterminer une concentration ou une quantité de matière par spectrophotométrie UV-visible.
Dosages par titrage Méthodes expérimentales de suivi d'un titrage : pHmétrie, conductimétrie, indicateurs colorés de fin de titrage (connaître le fonctionnement des appareils) Titrage conductimétrique : effet de la dilution, notion de conductivité corrigée Titrage pH-métrique : allure qualitative, pH à la demi-équivalence, pH à l'équivalence Méthodes d'exploitation des courbes expérimentales.	Identifier la réaction support du titrage et repérer l'équivalence Savoir écrire les conditions sur les quantités de matière à l'équivalence d'un titrage et l'exploiter. Établir la composition du système après ajout d'un volume de solution titrante, la transformation étant considérée comme totale. Proposer ou justifier le protocole d'un titrage à l'aide de données fournies ou à rechercher. Suivi conductimétrique : savoir analyser qualitativement l'évolution de la conductivité Suivi pH-métrique : savoir calculer un pH à l'équivalence Savoir choisir un indicateur coloré de fin de titrage dans le cas d'un titrage acido-basique. **A usage des colleurs : les titrages de mélange, de polyacide et de polybase n'ont pas encore été traités**

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