

E.7 Application des principes de la thermodynamique à l'étude des transformations physico-chimiques

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.
Enthalpie libre de réaction : expression en fonction des potentiels chimiques. Critère d'évolution, critère d'équilibre dans le cas d'un système chimique dont l'évolution spontanée est modélisée par une seule réaction à T et P constantes. Enthalpie libre standard de réaction, constante thermodynamique d'équilibre et relation de van't Hoff dans le cadre de l'approximation d'Ellingham.	Relier l'enthalpie libre de réaction à la constante thermodynamique d'équilibre et au quotient de réaction. Prévoir le sens d'évolution d'un système chimique. Calculer la constante thermodynamique d'équilibre à partir de grandeurs standard de réaction. Modéliser l'évolution de la constante thermodynamique d'équilibre avec la température dans le cadre de l'approximation d'Ellingham. Identifier, en comparant le quotient de réaction et la constante thermodynamique d'équilibre, si le système se trouve dans une situation d'équilibre chimique ou hors équilibre chimique.

Chapitre 5 : Grandeurs et grandeurs standards de réaction

- Grandeurs de réaction : $\Delta_r G$, $\Delta_r S$ et $\Delta_r H$.
- Grandeurs standards de réactions : notion d'état standard ; $\Delta_r G^0$, $\Delta_r S^0$ et $\Delta_r H^0$; signification du signe de ces grandeurs ; lien entre ces grandeurs ; approximation d'Ellingham ; $\Delta_r H \approx \Delta_r H^0$ (non démontré).
- Enthalpie standard de formation ; loi de Hess.
- Applications : 1) calcul d'un transfert thermique associé à une transformation chimique en réacteur monobare isotherme ($\Delta H = Q_p = \xi_f \cdot \Delta_r H^0$) ; 2) calcul d'une variation de température en réacteur adiabatique monobare

Chapitre 6 : Evolution et équilibre d'un système chimique

- Sens d'évolution spontanée d'un système chimique initialement hors équilibre : selon le signe de $\Delta_r G$
- Equilibre chimique ($\Delta_r G=0$) : relation de Guldberg-Waage ($K^0 = Q_{r,eq} = \prod_i a_{i,eq}^{v_i}$) ; $\Delta_r G^0 = -RT \ln(K^0)$ (démonstration)
- Expression de $\Delta_r G$: expression générale $\Delta_r G = RT \ln\left(\frac{Q_r}{K^0}\right)$ (démonstration) ; évolution spontanée (selon le signe de $\Delta_r G$ et/ou de la comparaison entre K^0 et Q_r)
- Formule de Van't Hoff : $\frac{d(\ln K^0)}{dT} = \frac{\Delta_r H^0}{RT^2}$ (démonstration dans le cadre de l'approximation d'Ellingham)

Questions de cours possibles :

Q1C : Expressions et valeurs numériques à 298 K de l'enthalpie standard, de l'entropie standard et de l'enthalpie libre standard de la réaction : $2H_2O_{2(l)} \rightarrow 2H_2O_{(g)} + O_{2(g)}$. Interprétation des valeurs obtenues.

Espèce chimique	$H_2O_{2(l)}$	$O_{2(g)}$	$H_2O_{(g)}$
$\Delta_f H^0$ en $kJ \cdot mol^{-1}$	- 187	0	- 285
S_m^0 en $J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$	109,6	205	189

Q2C : Enoncé et démonstration de la loi de Van't Hoff dans le cadre de l'approximation d'Ellingham – Application : exprimer $K^0(T_2)$ en fonction de $K^0(T_1)$, T_1 et T_2 .

Q3C : Démonstration de $\Delta_r G = RT \ln\left(\frac{Q_r}{K^0}\right)$ – conséquence sur la prévision du sens d'évolution spontanée d'un système chimique.

M.3 Approche énergétique du mouvement d'un point matériel

Notions et contenus	Capacités exigibles
Puissance, travail et énergie cinétique Puissance et travail d'une force. Théorème de l'énergie cinétique dans un référentiel galiléen, dans le cas d'un système modélisé par un point matériel.	Reconnaître le caractère moteur ou résistant d'une force. Exploiter le théorème de l'énergie cinétique.
Champ de force conservative et énergie potentielle Énergie potentielle. Lien entre un champ de force conservative et l'énergie potentielle dans un cas unidimensionnel.	Exploiter la relation entre la force et la dérivée spatiale de l'énergie potentielle dans un cas unidimensionnel. Citer les expressions de l'énergie potentielle de pesanteur dans le cas d'un champ de pesanteur uniforme et de l'énergie potentielle élastique. Associer le sens de la force au sens de variation de l'énergie potentielle.
Énergie mécanique Énergie mécanique. Théorème de l'énergie mécanique. Mouvement conservatif.	Exploiter la conservation de l'énergie mécanique pour analyser un mouvement.
Mouvement conservatif à un degré de liberté. Application à la liaison chimique. Cas d'un système soumis à un champ de force uniforme.	Identifier, sur un graphe d'énergie potentielle, une barrière et un puits d'énergie potentielle. Dédire, d'un graphe d'énergie potentielle, le comportement qualitatif du système : trajectoire bornée ou non, positions accessibles, positions de vitesse nulle.
Positions d'équilibre. Stabilité.	Dédire, d'un graphe d'énergie potentielle, l'existence de positions d'équilibre. Analyser qualitativement la nature stable ou instable de ces positions.

Chapitre 5 : Approche énergétique du mouvement d'un point matériel

I. Puissance, travail et énergie cinétique

1. Puissance et travail d'une force
2. Théorème de l'énergie cinétique dans un référentiel galiléen dans le cas d'un système modélisé par un point matériel

II. Champ de force conservative et énergie potentielle

1. Force conservative et énergie potentielle
2. Lien entre un champ de force conservative $\vec{F}$ et l'énergie potentielle E_P dans un cas unidimensionnel

III. Énergie mécanique

1. Définition de l'énergie mécanique
2. Théorème de l'énergie mécanique
3. Mouvement conservatif
4. Mouvement conservatif à un degré de liberté
5. Positions d'équilibre et Stabilité

REVISIONS DE 1^{ERE} ANNEE :

Cinématique et Dynamique du point (Ch 9 et 10)

Questions de cours possibles :

Q1P : Énergie cinétique : définition // Théorème de l'énergie cinétique : énoncé ; démonstration du théorème de la puissance cinétique.

Q2P : Énergie mécanique : définition // Théorème de l'énergie mécanique : énoncé ; démonstration.