

Programme de Colle PSI

Semaine 6 : du 16 au 20 octobre

Tout exercice sur la thermochimie de SPE et les équilibres chimiques de SUP. A partir de mercredi, il est possible de mobiliser le théorème de Gauss pour calculer des champs électriques. A noter que ni le potentiel électrostatique, ni les équations locales, ni les propriétés topographiques du champ électrique n'ont été introduits.

Notions et contenus	Capacités exigibles
7.1. 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 en réacteur monobare : <ul style="list-style-type: none"> - transfert thermique associé à la transformation chimique en réacteur monobare, isotherme ; - variation de température en réacteur monobare, adiabatique. 	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. Évaluer la température atteinte par un système siège d'une transformation chimique supposée monobare et réalisée dans un réacteur adiabatique. Mettre en œuvre une transformation physico-chimique en réacteur adiabatique monobare pour déterminer une enthalpie standard de réaction.

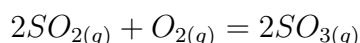
Notions et contenus	Capacités exigibles
7.2. Deuxième principe de la thermodynamique appliqué aux transformations physico-chimiques	
Enthalpie libre.	Justifier que l'enthalpie libre est le potentiel thermodynamique adapté à l'étude des transformations isothermes, isobares et spontanées. Exprimer l'entropie créée en fonction de la variation d'enthalpie libre.
Identités thermodynamiques. Potentiel chimique.	Citer les expressions des différentielles de U, H, G. 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.
Potentiel chimique d'une espèce chimique dans un mélange ; enthalpie libre d'un système chimique. Activité.	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.
Enthalpie de réaction, entropie de réaction, enthalpie libre de réaction et grandeurs standard associées. Relation entre enthalpie libre de réaction et quotient de réaction ; équilibre physico-chimique ; évolution d'un système chimique.	Justifier qualitativement ou prévoir le signe de l'entropie standard de réaction. 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. 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"> - par modification de la valeur de K° ; - par modification de la valeur du quotient réactionnel. 	Identifier les paramètres d'influence et leur contrôle pour optimiser une synthèse ou minimiser la formation d'un produit secondaire indésirable.

Notions et contenus	Capacités exigibles
4.2. Champ électrique en régime stationnaire	
Équations de Maxwell-Gauss et de Maxwell-Faraday.	Citer les équations de Maxwell-Gauss et Maxwell-Faraday en régime variable et en régime stationnaire.
Potentiel scalaire électrique.	Relier l'existence du potentiel scalaire électrique au caractère irrotationnel du champ électrique. Exprimer une différence de potentiel comme une circulation du champ électrique.
Propriétés topographiques.	Associer l'évasement des tubes de champ à l'évolution de la norme du champ électrique en dehors des sources. Représenter les lignes de champ connaissant les surfaces équipotentielles et inversement. Évaluer la valeur d'un champ électrique à partir d'un réseau de surfaces équipotentielles.
Équation de Poisson.	Établir l'équation de Poisson reliant le potentiel à la densité volumique de charge.
Théorème de Gauss.	Énoncer et appliquer le théorème de Gauss. Établir le champ électrique et le potentiel créés par une charge ponctuelle, une distribution de charge à symétrie sphérique, une distribution de charge à symétrie cylindrique. Exploiter le théorème de superposition.
Distribution surfacique de charge.	Utiliser le modèle de la distribution surfacique de charge. Établir le champ électrique créé par un plan infini uniformément chargé en surface.
Énergie potentielle électrique d'une charge ponctuelle dans un champ électrique extérieur.	Établir la relation entre l'énergie potentielle d'une charge ponctuelle et le potentiel. Appliquer le théorème de l'énergie cinétique à une particule chargée dans un champ électrique.
Champ gravitationnel.	Établir les analogies entre les champs électrique et gravitationnel.

I Questions de cours à choisir parmi celles-ci

- Déterminer le sens d'évolution spontanée d'une réaction en fonction du signe de $\Delta_r G$. Démontrer que $\Delta_r G$ peut s'exprimer en fonction de $\Delta_r G^\circ$ et du quotient de réaction Q_r . En déduire une expression de la constante d'équilibre K° en fonction de $\Delta_r G^\circ$.
- Exercice d'application : calcul d'une constante d'équilibre**
Considérons la réaction de synthèse du trioxyde de soufre d'équation-bilan



On dispose des grandeurs standards tabulées à $T = 298 \text{ K}$.

	$SO_2(g)$	$O_2(g)$	$SO_3(g)$
$\Delta_f H^\circ$ en kJ/mol	-297	0	-396
S° en J/K/mol	248	205	257
$\Delta_f G^\circ$ en kJ/mol	-300	0	-370

1- Calculer l'enthalpie standard de réaction et l'entropie standard de réaction à $T = 298\text{ K}$. Commenter leur signe.

2- Calculer de deux façons différentes l'enthalpie libre standard de réaction à $T = 298\text{ K}$.

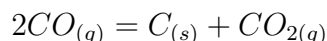
3- Calculer la constante d'équilibre de la réaction à $T = 298\text{ K}$, puis à $T = 1000\text{ K}$. Laquelle de ces deux températures vous semble la plus adaptée pour une fabrication industrielle du trioxyde de soufre ?

3. Expliquer, à l'aide de la loi de Van't Hoff que vous rappellerez sans démonstration, de quelle manière il convient de choisir la température afin d'optimiser l'avancement d'une réaction dans le sens direct. Traduire ce résultat par une loi de modération.

Expliquer de quelle manière il convient de choisir la pression afin d'optimiser l'avancement dans le sens direct d'une réaction faisant intervenir des espèces gazeuses.

4. Savoir refaire l'exercice suivant :

Considérons la dismutation du monoxyde de carbone gazeux à la température T_0 selon la réaction suivante, nommée équilibre de Boudouard :



1- Déterminer l'expression du quotient réactionnel.

2- On augmente la pression du système. Comment évolue l'équilibre du système ?

3- On ajoute de l'argon au système en maintenant pression et température constantes. Comment évolue l'équilibre du système ?

4- On ajoute du monoxyde de carbone $CO_{(g)}$ en maintenant pression et température constantes. Comment évolue l'équilibre du système ?

5. Savoir retrouver le théorème de Gauss à partir de l'équation de Maxwell-Gauss.
6. Rappeler l'équation de Maxwell-Faraday en électrostatique et montrer que le champ électrique est tel que sa circulation sur un contour fermé est nul. En déduire que la circulation du champ électrique de A à B est indépendante du chemin suivi.
7. Déterminer le champ électrique en tout point de l'espace pour une boule uniformément chargée de rayon R . Tracer $E(r) = f(r)$.
8. Expliciter les grandeurs analogues dans l'analogie gravitation-électrostatique. En déduire le théorème de Gauss gravitationnel. Déterminer le champ de pesanteur en tout point de l'espace pour une boule de masse volumique uniforme de rayon R .
9. Déterminer le champ électrique en tout point de l'espace pour un fil rectiligne infini uniformément chargée de rayon R . Tracer $E(r) = f(r)$. Que se passe-t-il à la limite d'une distribution linéique de charges ?
10. Déterminer le champ électrique en tout point de l'espace pour un plan infini uniformément chargé en surface.

Programme spécifique 5/2

Toute l'optique géométrique de SUP.

Questions de cours possibles :

1. Enoncer les lois de Descartes pour la réflexion sur un miroir et pour la réfraction.
2. Savoir établir la condition de réflexion totale.
3. Montrer que l'image de A par un miroir plan est un point A' symétrique de A par le plan du miroir.
4. Construire, sans démonstration, l'image par un miroir plan d'un objet proposé par le colleur.
5. Définir la notion de stigmatisme et d'aplanétisme. Préciser les conditions de Gauss et leur conséquence. Montrer qualitativement, par un schéma clair, qu'une lentille demi-boule peut-être rendue quasi-stigmatique si la lumière est diaphragmée.
6. Savoir décrire une fibre optique et expliquer le principe général de son fonctionnement. Déterminer le cône d'acceptance à partir de la condition de réflexion totale à l'interface cœur/gaine.
7. Déterminer l'expression de δt , écart entre le trajet le plus long et le trajet le plus court que parcourt la lumière dans une fibre (dispersion intermodale). Expliquer l'effet de la dispersion intermodale sur la limitation de la fréquence de transmission de l'information.
8. Savoir établir la condition $D \geq 4f'$ pour former l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente (On montrera que c'est impossible pour une lentille divergente). Donner alors l'expression des positions possibles de la lentille.
9. Savoir construire l'image d'un objet quelconque pour une lentille mince quelconque. Le choix sera fait par le colleur. Préciser le caractère réel/virtuel de l'objet et de l'image.
10. Savoir utiliser la relation de conjugaison de Descartes ou de Newton afin de trouver la position de l'image d'un objet ainsi que sa taille. Les relations ne sont pas à connaître.
11. Décrire un modèle simple de l'appareil photographique et de l'œil. Analogies et différences entre les deux. Savoir représenter graphiquement et à l'échelle la profondeur de champ pour un appareil photo étant donné la distance focale f' , le diamètre D du diaphragme et la taille δ d'un pixel du récepteur.
12. La lunette astronomique : Objectif et oculaire ; système afocal et établissement du grossissement angulaire.
13. L'œil : Rôles de l'iris, du cristallin et de la rétine. Principe de l'accommodation. Ordres de grandeur de la limite de résolution angulaire et de la plage d'accommodation. Les défauts, hypermétropie et myopie en quelques mots.
14. Déterminer la plage de vergence de l'œil connaissant la plage d'accommodation.