



BLAISE PASCAL  
PT 2018-2019

Programme des colles semaine 15 : du 7 au 11 janvier

# Thermochimie et induction

## Déroulement de la colle

- ▷ Une question de cours parmi la liste ci-dessous ;
- ▷ Un exercice portant sur les thèmes indiqués ci-dessous.

## Au programme des questions de cours

- ▷ Établir l'équation du mouvement d'un pendule pesant par application du théorème du moment cinétique. **La méthode est imposée.**

*Un pendule pesant est un solide, caractérisé par son moment d'inertie  $J$  par rapport à l'axe de rotation. La démonstration ne doit pas être confondue avec celle pour un pendule simple, qui est un point matériel.*

- ▷ Rappeler sans démonstration l'expression de la force de Laplace élémentaire et de sa résultante sur une tige rectiligne  $MN$ . Définir le moment magnétique d'une spire plane, et rappeler sans démonstration l'expression du couple de Laplace qu'elle subit.

*Un point clé de ces définitions est la cohérence des orientations de l'intensité et des vecteurs  $\vec{dl}$ ,  $\overrightarrow{MN}$  ou encore  $\vec{n}$ .*

- ▷ Rappeler le modèle du transformateur idéal et établir la loi des tensions.

*Au niveau PTSI-PT, un transformateur idéal est décrit par deux bobinages autour d'un noyau ferromagnétique parfait dont on admet qu'il canalise parfaitement les lignes de champ magnétique. Par conséquent, le flux  $\phi$  au travers d'une spire du bobinage primaire est égal au flux au travers d'une spire du bobinage secondaire. Le résultat s'obtient en appliquant la loi de Faraday aux deux bobinages en tenant compte du nombre de spires : en régime variable (et au signe près sur les orientations),*

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{N_2 \frac{d\phi}{dt}}{N_1 \frac{d\phi}{dt}} = \frac{N_2}{N_1} .$$

*La notion de bornes homologues est hors programme.*

- ▷ Établir les équations électriques et mécaniques des rails de Laplace utilisés comme un moteur, c'est-à-dire fermés sur un générateur extérieur de fém  $E_0$ . On tiendra compte de la résistance  $r$  des rails.
- ▷ Établir les équations électriques et mécaniques des rails de Laplace utilisés comme un générateur, c'est-à-dire dont la tige mobile est tractée par une force constante  $F_0$ . On supposera les rails fermés sur une résistance  $R$  qui tient compte de la résistance  $r$ .

## Au programme des exercices

### Chapitre 11 : Effets thermiques lors des transformations chimiques

Extrait du programme officiel : partie 5 « Thermodynamique de la transformation chimique », bloc 1 « Application du premier principe à la transformation chimique ».

Notions et contenus	Capacités exigibles
État standard. Enthalpie standard de réaction. Enthalpie standard de formation, état standard de référence d'un élément. Loi de Hess.	Calculer l'enthalpie standard de réaction à l'aide de tables de données thermodynamiques et de la loi de Hess.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Effets thermiques pour une transformation isobare : ▷ transfert thermique causé par la transformation chimique en réacteur isobare isotherme (relation $\Delta H = Q_P = \xi \Delta_r H^\circ$ ); ▷ transformation chimique exothermique ou endothermique.	Prévoir le sens du transfert thermique entre le système en transformation chimique et le milieu extérieur. Évaluer la température atteinte par un système siège d'une transformation chimique supposée isobare et réalisée dans un réacteur adiabatique. <b>Mettre en œuvre une démarche expérimentale mettant en jeu des effets thermiques d'une transformation chimique.</b>

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

## Chapitre 12 : Équilibres chimiques

Extrait du programme officiel : partie 1 « Thermodynamique et mécanique des fluides », bloc 2 « Expression différentielle des principes de la thermodynamique ».

Dans le but d'unifier la présentation en physique et en chimie, les identités thermodynamiques sont introduites dans le cas d'un système de composition variable. Toute étude générale de la notion de potentiel thermodynamique est strictement hors-programme. Pour une grandeur extensive  $A$ , on note  $a$  la grandeur massique associée et  $A_m$  la grandeur molaire associée.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Potentiel thermodynamique. Fonction enthalpie libre $G$ .	Justifier que $G$ est le potentiel thermodynamique adapté à l'étude des transformations isothermes, isobares et spontanées.
Identités thermodynamiques pour un système fermé de composition variable. Potentiel chimique.	Citer les expressions des différentielles de $U$ , $H$ , $G$ . Définir la température et la pression thermodynamiques, définir le potentiel chimique. Distinguer les caractères intensif ou extensif des variables utilisées. Exprimer l'enthalpie libre d'un système chimique en fonction des potentiels chimiques.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Extrait du programme officiel : partie 1 « Thermodynamique et mécanique des fluides », bloc 3 « Diagrammes d'état des fluides réels purs ».

Notions et contenus	Capacités exigibles
Évolution et équilibre d'un corps pur lors d'un changement d'état isotherme.	Écrire et utiliser les conditions d'évolution et d'équilibre en termes de potentiel chimique.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

Extrait du programme officiel : partie 1 « Thermodynamique de la transformation chimique », bloc 2 « Application du deuxième principe à la transformation chimique ».

On adopte pour les potentiels chimiques une expression générale  $\mu_i(T, \text{composition}) = \mu_i^\circ(T) + RT \ln a_i$  qui fait référence aux expressions des activités vues en première année. L'établissement de cette expression est hors programme. L'influence de la pression sur le potentiel chimique d'un constituant en phase condensée pure n'est pas abordée. On se limite aux cas d'une espèce chimique pure, d'une espèce en solution aqueuse très diluée et d'une espèce en mélange de gaz parfaits avec référence à l'état standard.

La notion d'affinité chimique n'est pas utilisée : le sens d'évolution spontanée d'un système hors d'équilibre, à température et pression fixées, est déterminé par le signe de  $\Delta_r G$ . Les grandeurs standard de réaction permettent la détermination de la valeur de la constante thermodynamique  $K^\circ$  caractéristique d'une réaction, valeur qui était simplement donnée en première année. C'est ainsi l'occasion de revenir sur la détermination de la composition du système physico-chimique en fin d'évolution. On se place systématiquement dans le cadre de l'approximation d'Ellingham.

Le calcul de la variance est l'occasion, pour chaque système étudié, d'identifier méthodiquement les variables intensives et d'en déduire le nombre de degrés de liberté du système. L'utilisation du théorème de Gibbs ne relève pas du programme.

Enfin, l'étude de l'influence de la modification d'un paramètre (pression, température ou composition) sur un système chimique permet d'aborder la problématique de l'optimisation des conditions opératoires d'une synthèse. L'étude de tout ou partie d'une unité de synthèse industrielle est conduite à l'aide d'une approche documentaire.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Activité.	Donner l'expression du potentiel chimique d'un constituant en fonction de son activité.
Entropie de réaction. Entropie standard de réaction $\Delta_r S^\circ$ . Enthalpie libre de réaction. Enthalpie libre standard de réaction. Relation entre $\Delta_r G$ , $\Delta_r G^\circ$ et $Q_r$ ; évolution d'un système chimique.	Relier création d'entropie et enthalpie libre de réaction lors d'une transformation d'un système physico-chimique à $p$ et $T$ fixées. Prévoir le sens d'évolution à $p$ et $T$ 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. Déterminer les grandeurs standard de réaction d'une réaction dont l'équation est combinaison linéaire d'autres équations de réaction. Interpréter ou prévoir le signe de l'entropie standard de réaction.
Constante d'équilibre ; relation de Van't Hoff.	Établir la relation de Van't Hoff dans le cadre de l'approximation d'Ellingham. Déterminer la valeur de la constante d'équilibre thermodynamique à une température quelconque. Déterminer la valeur de la constante d'équilibre thermodynamique d'une réaction par combinaison de constantes d'équilibres thermodynamiques d'autres réactions. <b>Mettre une œuvre une démarche expérimentale pour déterminer la valeur d'une constante d'équilibre en solution aqueuse.</b>
État final d'un système : équilibre chimique ou transformation totale.	Déterminer la composition chimique du 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.
Variance : degrés de liberté d'un système à l'équilibre.	Reconnaître si une variable intensive est ou non un facteur d'équilibre. Dénombrer les degrés de liberté d'un système à l'équilibre et interpréter le résultat.
Optimisation d'un procédé chimique : ▷ par modification de la valeur de $K^\circ$ ; ▷ par modification de la valeur du quotient réactionnel.	Identifier les paramètres d'influence et leur sens d'évolution pour optimiser une synthèse ou minimiser la formation d'un produit secondaire indésirable. <b>Approche documentaire</b> : à partir de documents décrivant une unité de synthèse industrielle, analyser les choix industriels aspects environnementaux inclus.

En **gras**, les points devant faire l'objet d'une approche expérimentale.

## Révisions : Induction et mécanique du solide

Tout le programme de PTSI.

- ▷ Les équations de Maxwell ne sont évidemment pas encore connues des étudiants : tous les calculs de fém induite doivent passer par la loi de Faraday ou la conservation de la puissance ( $\mathcal{P}_{\text{Laplace}} + e_{\text{ind}} i = 0$ ). Les exercices peuvent aborder des situations où la loi de Faraday ne s'applique pas (haut parleur, etc.) mais la démarche doit alors être guidée.
- ▷ La mécanique des solides au programme de PTSI est restreinte aux cas de la translation (TRC) et de la rotation autour d'un axe fixe (TMC scalaire). La composition d'une translation et d'une rotation n'est pas au programme de physique.
- ▷ Les compétences des étudiants en électronique (fonction de transfert, impédance équivalente) peuvent bien sûr être mobilisées dans un exercice d'induction.

---

### Et après ?

---

- ▷ Chapitre 13 : Champ électrostatique ;
- ▷ Chapitre 14 : Potentiel électrostatique ;
- ▷ Révisions sur l'induction et la mécanique des solides.

Bon courage à tous,  
Étienne Thibierge.