

Structure de l'atome - les pre- requis

- Composition du noyau , caractéristiques d'un proton , d'un neutron , d'un électron
- Symbole d'un atome : A et Z
- Isotopes
- Transformations nucléaires

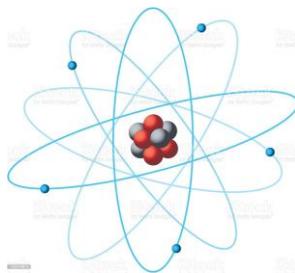
Description thermodynamique d'un système physico chimique

- Grandeurs intensives et extensives , variables et fonctions d'état
- Identités thermodynamiques pour un système dont la composition peut varier (en l'absence de travail utile)
- **Le potentiel chimique** : relation de définition / propriétés (influence de T , P /relation d'Euler /relation de Gibbs-Duhem) / expression pour les cas indiqués dans le programme : GP , espèce en mélange idéal , soluté et solvant en solution infiniment diluée
- **Grandeurs de réaction** : définition /Cas de la fonction $\Delta_r G$; relation avec les potentiels chimiques
- Grandeurs standard de réaction : définition /influence de T , approximation d'Ellingham / relations entre $\Delta_r X^\circ$
- Grandeurs standard de réaction tabulées : $\Delta_f H^\circ$, $\Delta_{diss} H^\circ$, règle de Hess
- Calculs de $\Delta_r H^\circ$, cycles thermodynamiques

Programme 2^{ème} année

Notions et contenus	Capacités exigibles
Identités thermodynamiques ; potentiel chimique. Entropie, entropie molaire standard absolue. Enthalpie libre.	Écrire les identités thermodynamiques pour les fonctions U , H et G . Distinguer et justifier le caractère intensif ou extensif des grandeurs physiques utilisées. Interpréter qualitativement une variation d'entropie en termes de nombre de micro-états accessibles.
Potentiel chimique dans le cas modèle des gaz parfaits : $\mu_i = \mu_i^\circ(T) + RT \ln(p_i/p^\circ)$ Potentiel chimique $\mu_i = \mu_{i,réf} + RT \ln a_i$ dans les cas modèles de : - espèces chimiques en phase condensée en mélange idéal ; - solutés infiniment dilués. Influence de la pression sur $\mu_{i,réf}$ pour des espèces en phase condensée.	Établir l'expression du potentiel chimique dans le cas modèle des gaz parfaits purs. Utiliser le potentiel chimique pour prévoir l'évolution d'un système contenant une espèce chimique dans plusieurs phases. Exprimer l'enthalpie libre d'un système chimique en fonction des potentiels chimiques. Déterminer une variation d'enthalpie libre, d'enthalpie et d'entropie entre deux états du système chimique.
Enthalpie de réaction, entropie de réaction, enthalpie libre de réaction ; grandeurs standard associées.	Justifier qualitativement ou prévoir le signe de l'entropie standard de réaction. Déterminer une grandeur standard de réaction à l'aide de données thermodynamiques et de la loi de Hess.

1) Structure de l'atome



NOYAU

◆ Petite taille : diamètre d e l'ordre de 10^{-15} m
alors que diamètre de l'atome 10^{-10} m (**100 pm**)

◆ Forte densité massique

$$m(\text{atome}) \approx m(\text{noyau})$$

◆ charge positive

◆ Constitué de

Protons $m = 1,67\ 262\ 10^{-27}$ kg

$e = 1,6\ 02177\ 10^{-19}$ C

Neutrons $m = 1,67493\ 10^{-27}$ kg

Charge nulle

+

ELECTRONS

◆ $m = 9,10939 \cdot 10^{-31}$ kg

$$\frac{m(\text{proton})}{m(\text{electron})} \approx 1836$$

$e = - 1,6\ 02177\ 10^{-19}$ C

◆ ils occupent la majeure partie de l'atome

Un atome est **globalement neutre** : nombre d'électrons = nombre de protons

2) Symbole d'un atome (ou d'un nucléide)

A : nombre de masse

Nombre total de nucléons =
nombre de protons et de neutrons



Symbole de l'élément chimique

Z : numéro atomique

Nombre de protons

3) Isotopes

▪ *Définition : deux isotopes sont deux nucléides associés à un même élément chimique ne se différenciant que par leur nombre de masse*

- ▶ Deux isotopes ont le même numéro atomique .
- ▶ Deux isotopes ont la même réactivité chimique (liée aux électrons)

Isotopes usuels :

Hydrogène	${}^1_1\text{H}$ 99,985%	${}^2_1\text{H}$ 0.015%	${}^3_1\text{H}$ traces
Carbone	${}^{12}_6\text{C}$ 98,90%	${}^{13}_6\text{C}$ 1,10 %	${}^{14}_6\text{C}$ traces
Oxygène	${}^{16}_8\text{O}$ 99,76%	${}^{17}_8\text{O}$ 0,048 %	${}^{18}_8\text{O}$ 0,20 %
Chlore	${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 75,77 %	${}^{37}_{17}\text{Cl}$ 24,23 %	

■ Isotopes et masse molaire atomique

A l'état naturel pour un élément chimique, différents isotopes peuvent exister dans des proportions variables. La proportion relative (exprimée en pourcentage) de chaque isotope est désigné par abondance isotopique.

Pour un échantillon naturel contenant différents isotopes avec des proportions x_i la masse molaire s'exprime selon $M = \sum x_i M_i$ avec $\sum x_i = 1$

Exemple : Le soufre naturel est constitué de quatre isotopes stables dont deux présents en majorité : $x\%$ de l'isotope ${}^{32}\text{S}$ et $y\%$ de l'isotope ${}^{34}\text{S}$. La masse molaire de l'isotope 34 est de $33,968 \text{ g.mol}^{-1}$ et celle de l'isotope 32 est de $31,972 \text{ g.mol}^{-1}$.

Calculer les pourcentages isotopiques x et y sachant que la masse molaire atomique du soufre est de $32,066 \text{ g.mol}^{-1}$ et en supposant que les autres isotopes sont en quantité négligeable.

$$M = xM({}^{32}\text{S}) + y M ({}^{34}\text{S}) \quad \text{soit} \quad \begin{array}{l} 31,972 x + 33,968y = 32,066 \\ x+y = 1 \end{array}$$

On en déduit : $x = 0,953$ et $y = 0,047$ soit **95,3 % (${}^{32}\text{S}$) et 4,7 % (${}^{34}\text{S}$)**

A retenir : pour un isotope, le nombre de masse A constitue une très bonne approximation de la masse molaire exprimée en g $M({}^A\text{X}) \approx A \text{ g.mol}^{-1}$

4) Transformations nucléaires

■ Radioactivité : découverte en 1896 par Henri Becquerel

Emission de différents types de rayonnement lors de la transformation des noyaux instables

Dans la nature, la plupart des noyaux d'atomes sont stables, c'est-à-dire qu'ils restent indéfiniment identiques à eux-mêmes. Les autres sont instables car ils possèdent trop de protons ou de neutrons ou trop des deux. Pour revenir vers un état stable, ils sont obligés de se transformer. Ils expulsent alors de l'énergie – provenant de la modification du noyau – sous forme de rayonnements : c'est le phénomène de radioactivité.

■ La transformation spontanée et **irréversible** d'un noyau radioactif en **un autre noyau** est appelée **désintégration**.

Pour un échantillon radioactif, le nombre **de désintégrations de noyaux radioactifs** qui se produisent en son sein par seconde est appelé **activité**, $A(t)$.

Unité d'activité : le becquerel, Bq ; unité très petite : $1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration par seconde}$.

Période ou Temps de demi-vie ($\tau_{1/2}$): temps nécessaire à la désintégration de la moitié d'une population

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = kN(t) \quad \text{avec} \quad k = \frac{\ln 2}{\tau_{1/2}} \quad \text{et} \quad N(t) = N(0) \exp(-kt)$$

$N(t)$: nombre de noyaux présents à l'instant t

▪ **Caractéristiques générales d'une transformation nucléaire**

- Une transformation nucléaire transforme un élément chimique en un autre .
- Au cours d'une transformation nucléaire il y a **conservation du nombre de masse** (le nombre de nucléons est constant) et la **charge totale reste constante** : ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1} Y_1 + {}^{A_2}_{Z_2} Y_2 + h\nu$ avec $A = A_1 + A_2$
- Les 3 principaux exemples

Radioactivité α	Le noyau se désintègre en émettant un noyau d'hélium	${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y_1 + {}^4_2 He + h\nu$
Radioactivité β^-	Observée pour noyau ayant trop de neutrons Transformation d'un neutron en proton et émission d'un électron ${}^0_{-1}e$ ou particule β^-	${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+1} Y_1 + {}^0_{-1}e + h\nu$
Radioactivité β^+	Observée pour noyau artificiel ayant trop de protons émission d'un positon 0_1e ou particule β^+ Un électron et un positon s'annihilent lorsqu'ils se rencontrent.	${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z-1} Y_1 + {}^0_1e + h\nu$