

Transformations
de la matière

Évolution et équilibre

Chapitre 2

I - Modélisation d'une transformation physico-chimique ; équation de réaction

Rappeler la définition d'une transformation physico-chimique :

Sur l'exemple de la réaction du sodium avec l'eau, vue au chapitre précédent, indiquer si, **entre l'état initial E_i et l'instant final E_f** il s'est produit une transformation physico-chimique : dans le cas où aucune flamme n'est apparue, puis dans le cas où une flamme est apparue.

Dans chaque cas, identifier la ou les réaction(s) qui a (ont) eu lieu, dire si elle est qualifiée de *chimique* ou de purement *physique* et la (les) symboliser par une équation de réaction.

I.1 La réaction chimique

Une réaction chimique :

- **permet de faire des bilans de matière entre les instants qui nous intéressent.** Elle ne prend pas en compte les constituants apparus puis disparus (intermédiaires réactionnels...).
- **relie des constituants dont les quantités varient dans des proportions définies.** Ceux dont n_i baissent sont les **réactifs**, ceux dont les n_i augmentent sont les **produits**.
- **est symbolisée par une équation de réaction (ou équation chimique ou équation bilan), où ces proportions apparaissent au travers des nombres stœchiométriques s_i précédant chaque constituant A_i .**

À propos de l'équation de réaction :

a) Si l'équation a uniquement pour but de connaître les proportions (peu importe le sens de la réaction), on utilise le signe « = »

Le sens d'écriture est appelé le sens direct, l'autre sens le sens indirect.

Nombres stœchiométriques algébriques ou non : voir document 9

Exemple avec la réaction du sodium sur l'eau sans inflammation :

b) Si on connaît le sens où la réaction évolue, on privilégie l'écriture des réactifs à gauche et des produits à droite (c'est-à-dire le déroulement dans le sens direct)

c) signification particulière des flèches en remplacement du « = »

Signe \rightleftharpoons :

Signe \rightarrow :

d) Pour trouver les nombres stœchiométriques quand ils sont inconnus, on utilise les lois de conservation :

- conservation de

- conservation de

e) Les nombres stœchiométriques sont des nombres **rationnels** (entiers ou fractions).

Leur choix n'est pas unique car, comme ils représentent des proportions, on peut tous les multiplier par un même facteur...

Si (R) est une équation symbolisant une réaction chimique, $\lambda \times (R)$ est une *autre équation* possible pour symboliser cette *même réaction* chimique.

Bon sens : Éviter des fractions avec des dénominateurs trop grands, ou des entiers que l'on pourrait simplifier.

f) Attention, un constituant physico-chimique ne peut se voir attribuer qu'un seul nombre stœchiométrique ! Autrement dit, **le même constituant ne peut jamais apparaître deux fois dans la même équation.**

I.2 Transformation due à plusieurs réactions chimiques simultanées

Cas de réactions parallèles (ou jumelles)

Par exemple : vaporisation d'eau en même temps que la réaction du sodium avec l'eau...

Cas de réactions successives

Discuter de la réaction du sodium sur l'eau quand une inflammation s'est produite...
Que peut-on dire du dihydrogène ?..

Cas général : pas de lien de stœchiométrie entre les deux : une partie de H_2 brûle, une autre s'échappe dans l'air du labo.

Cas particulier : **si tout H₂ s'enflamme...**

N.B. Dans la suite de ce chapitre, on ne considérera que des transformations modélisables par une **réaction chimique unique**, symbolisée par l'équation (R) :

II - Bilan de matière ; avancement

Écrire l'équation de la réaction du sodium avec l'eau produisant le dihydrogène (réactifs à gauche, produits à droite).

Faire un tableau d'avancement ou tableau du bilan de matière :

- à l'instant initial E_0 ;
- à un instant intermédiaire E_t .
- à l'instant final E_f .

On utilisera pour cela l'avancement de la réaction, grandeur en moles, notée ξ , qui vaut $\xi_0 = 0$ à l'instant initial, puis qui représente la quantité de matière créée d'un constituant qui a un nombre stœchiométrique +1 dans l'équation de la réaction.

En déduire la **formule générale du bilan de matière** :

Lorsqu'une réaction unique a avancé de ξ , la quantité de chaque constituant se calcule par :



Jusqu'où la réaction peut-elle en principe avancer ?

Autrement dit... Quel est l'avancement maximal théorique ξ_{max} ?

Se pose maintenant une question fondamentale :

Quel est l'état final du système ? ...

... c'est-à-dire celui pour lequel le système la réaction s'arrête, ne peut plus évoluer spontanément

(objectif principal de ce chapitre : trouver cet état E_f ... pour lequel on notera ξ_f l'avancement)

Deux situations peuvent se produire a priori :

a) Réaction rigoureusement totale

b) Réaction conduisant à un équilibre chimique

Quelques compléments sur les bilans de matière :

- réactifs en **proportions stœchiométriques**.

Des réactifs introduits en proportions stœchiométriques le restent à chaque instant.

- avancement volumique : pour un système homogène à $V = Cte$, on peut diviser toutes les cases du tableau d'avancement par V . On obtient alors dans chaque case les concentrations de chaque espèce (pratique pour les réactions en solution). La grandeur $x = \frac{\xi}{V}$ est l'**avancement volumique**.

Pour conclure ce paragraphe sur les bilans de matière, fondamental pour la suite, étudier le document 10 puis chercher l'exercice 9.