

C3 : Évolution des quantités de matière lors d'une transformation

1. Avancement d'une transformation chimiques.

Lors d'une transformation chimique, les quantités des matière des espèces en présence varient:

- celles des réactifs **augmentent**
- celles des produits **diminuent**

Définition: L'avancement, noté x , est une quantité de matière permettant de suivre l'évolution d'une transformation chimique. À un instant donné, sa valeur est égale à la quantité de matière formée par un produit dont le coefficient stœchiométrique est égal à 1.

Exemple :

Dans la transformation $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ s'il se forme x moles de CO_2 alors :

- il se forme en même temps $2x$ moles de H_2O
- x mol de CH_4 et $2x$ mol de O_2 ont été consommées.

2. Le tableau d'avancement.

Le tableau d'avancement est un outil permettant de décrire l'évolution d'un système chimique.

A. Construction du tableau.

Le tableau d'avancement présente généralement 4 lignes :

- 1ère ligne l'équation de la réaction.
- 2ème ligne : les quantités de matière mises en présence (c'est **l'état initial**).
- 3ème ligne : les quantités de matière pour un avancement x (**en cours de réaction**)
- 4ème ligne : les quantités de matière à l'état **maximal**.

Exemple : Construction du tableau lorsqu'on fait réagir 3,7 mol de CH_4 avec 9,3 mol de O_2 .

	CH_4	$+2O_2$	\rightarrow	CO_2	$+2H_2O$
Etat initial	3,7	9,3		0	0
En cours de réaction (pour un avancement x)	$3,7 - x$	$9,3 - x$		x	x
Etat maximal ($x = x_{max}$)	$3,7 - x_{max}$	$9,3 - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

B. Avancement maximum.

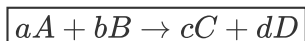
La valeur de l'avancement x augmente au cours de la réaction, jusqu'à ce que la quantité de matière de l'un des réactifs (au moins) arrive à 0. Celui-ci est appelé **le réactif limitant**.

À ce moment, la réaction est terminée et l'avancement a atteint sa valeur maximale notée x_{max}

Méthode pour calculer la valeur de x_{max}

- La quantité de matière de CH_4 ne peut pas être négative donc $3,7 - x \geq 0$ donc $x \leq 3,7 \text{ mol}$
- La quantité de matière de O_2 ne peut pas être négative donc $9,3 - 2x \geq 0$ donc $x \leq 4,7 \text{ mol}$
- Comme les deux conditions doivent être valables en même temps on a $x_{max} = 3,7 \text{ mol}$ donc le réactif limitant est CH_4

Cas général pour une transformation chimique, d'équation:



Où A et B sont les espèces chimiques de quantités de matière initiales $n_i(A)$ et $n_i(B)$, et a et b sont les coefficients stœchiométriques: l'avancement maximum x_{max} est la plus petite valeur entre $\frac{n_i(A)}{a}$ et $\frac{n_i(B)}{b}$

3. Application et utilisation du tableau d'avancement.

A. Transformation totale ou non.

Définition Une réaction qui s'arrête **avant** que l'avancement n'arrive à sa valeur maximale est appelée réaction **limitée** (ou non totale).

Si la réaction est limitée, il n'y a pas de réactif limitant. Cela signifie que l'avancement final noté x_f est inférieur à l'avancement maximal x_{max}

B. Mélanges stœchiométriques.

Définition: Un mélange est *stœchiométrique* si les réactifs sont mis en présence dans les proportions des coefficients stœchiométriques.

Pour une transformation d'équation $aA + bB \rightarrow cC + dD$
le mélange est stœchiométrique si : $\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b}$

Pour une réaction totale, tous les réactifs sont consommés à l'état maximal.

C. Courbes d'évolutions.

Définition : On représente graphiquement l'évolution des quantités de matières des différentes espèces chimiques en fonction de l'avancement.

Les courbes sont des fonctions affines pour les réactifs et linéaire pour les produits.

Exemple:

