

Chapitre 04 : Comment prévoir l'évolution des quantités de matière lors d'une transformation ?

Évolution des quantités de matière lors d'une transformation. État initial, notion d'avancement (mol), tableau d'avancement, état final.

Décrire qualitativement l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques lors d'une transformation.

Au cours de la transformation :

- les **réactifs sont consommés** et leurs quantités de matière diminuent (elles sont maximales dans l'état initial et minimales dans l'état final) ;
- les **produits sont formés** et leurs quantités de matière augmentent (elles sont souvent nulles dans l'état initial, maximales dans l'état final) ;
- les **espèces spectatrices** ne sont pas affectées par la réaction et leurs quantités de matière sont constantes.



Doc. 3 Formation d'un précipité d'hydroxyde de cuivre, état final.

Établir le tableau d'avancement d'une transformation chimique à partir de l'équation de la réaction et des quantités de matière initiales des espèces chimiques.

Exemple : Tableau d'avancement avec les quantités initiales des réactifs $n_0(I_2) = 1,0$ mmol et $n_0(S_2O_3^{2-}) = 4,0$ mmol (doc. B).

Équation de la réaction		$1 I_2(aq) + 2 S_2O_3^{2-}(aq) \rightarrow 2 I^-(aq) + 1 S_4O_6^{2-}(aq)$			
État du système	Avancement (mmol)	Quantités de matière (en mmol)			
		$n(I_2)$	$n(S_2O_3^{2-})$	$n(I^-)$	$n(S_4O_6^{2-})$
État initial	$x = 0$	1,0	4,0	0	0
État intermédiaire	$0 < x < x_f$	$1,0 - 1x$	$4,0 - 2x$	$0 + 2x$	$0 + 1x$
État final	$x = x_f$	$1,0 - 1x_f$	$4,0 - 2x_f$	$0 + 2x_f$	$0 + 1x_f$

Avancement final, avancement maximal. Transformations totale et non totale. Mélanges stœchiométriques.

Déterminer la composition du système dans l'état final en fonction de sa composition initiale pour une transformation considérée comme totale.

Déterminer la composition de l'état final d'un système et l'avancement final d'une réaction.

Aluminothermie

On considère le tableau d'avancement suivant :

Équation de la réaction		$2 \text{Al}(s) + \text{Fe}_2\text{O}_3(s) \rightarrow 2 \text{Fe}(s) + \text{Al}_2\text{O}_3(s)$			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
		$n(\text{Al})$	$n(\text{Fe}_2\text{O}_3)$	$n(\text{Fe})$	$n(\text{Al}_2\text{O}_3)$
État initial	$x = 0$	4,0	2,0	0	0
État intermédiaire	x	$4,0 - 2x$	$2,0 - x$	$2x$	x
État final	x_f	$4,0 - 2x_f$	$2,0 - x_f$	$2x_f$	x_f



> La transformation étudiée est utilisée pour le soudage des rails.

- Déterminer quantitativement l'état final du système chimique étudié sachant que la transformation est totale.

La transformation étant totale, $x_f = x_{\max}$.

Hypothèse 1 : si Al était le réactif limitant, alors $4,0 - 2x_{\max} = 0$.

L'avancement maximal serait

$$x_{\max} = 2,0 \text{ mol.}$$

Les quantités finales des réactifs s'annulent pour la même valeur de l'avancement maximal $x_{\max} = 2,0 \text{ mol}$.

Bilan des quantités de matière dans l'état final :

$$n_f(\text{Al}) = 4,0 - 2x_{\max} = 0 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{Fe}) = 2x_{\max} = 4,0 \text{ mol}$$

Hypothèse 2 : si Fe_2O_3 était le réactif limitant, alors $2,0 - x_{\max} = 0$.

L'avancement maximal serait

$$x_{\max} = 2,0 \text{ mol.}$$

$$n_f(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2,0 - x_{\max} = 0 \text{ mol}$$

$$n_f(\text{Al}_2\text{O}_3) = x_{\max} = 2,0 \text{ mol}$$

Déterminer l'avancement final d'une réaction à partir de la description de l'état final et comparer à l'avancement maximal.

Capacité numérique : Déterminer la composition de l'état final d'un système siège d'une transformation chimique totale à l'aide d'un langage de programmation.

?

Capacité mathématique : Utiliser une équation linéaire du premier degré.

Méthodes

- On écrit l'équation à résoudre : $3 - 4x = 0$.
- On ajoute $4x$ de chaque côté de l'égalité :

$$\underbrace{3 - 4x + 4x}_{=0} = 0 + 4x$$

Soit : $3 = 4x$

- On divise chaque membre de l'égalité par le coefficient 4 qui est placé devant x :

$$\frac{3}{4} = \frac{4x}{4}$$

$$\frac{3}{4} = \cancel{4}x$$

Finalement : $x = \frac{3}{4}$