

CH3 - Avancement d'une transformation chimique

Fiche cours imprimable - construite à partir de la trace écrite, complétée dans le périmètre du programme de première spécialité.

1. Réaction chimique et équation ajustée

Une transformation chimique se produit entre des réactifs consommés et forme des produits. L'équation ajustée respecte la conservation des éléments chimiques et de la charge électrique.

Écriture générale : $a A + b B \rightarrow c C + d D$. A et B sont les réactifs ; C et D les produits ; a, b, c et d les coefficients stœchiométriques.

Exemple : combustion du méthane : $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

2. Avancement x et tableau d'avancement

L'avancement x permet de suivre l'évolution des quantités de matière. Il s'exprime en mol. À l'état initial $x = 0$; à l'état final $x = x_{\text{max}}$ si la réaction est totale.

État	CH4	O2	CO2	H2O
Initial	$n_0(\text{CH}_4)$	$n_0(\text{O}_2)$	0	0
En cours	$n_0(\text{CH}_4) - x$	$n_0(\text{O}_2) - 2x$	x	2x
Final	$n_0(\text{CH}_4) - x_{\text{max}}$	$n_0(\text{O}_2) - 2x_{\text{max}}$	x_{max}	$2x_{\text{max}}$

Méthode à conserver : pour chaque réactif, on calcule $n_0 / \text{coefficient}$. Le plus petit résultat donne x_{max} et le réactif limitant. À l'état final, le réactif limitant ne doit plus rester.

3. Réactif limitant et état final

Le réactif limitant est celui qui est entièrement consommé en premier. Il limite l'avancement de la réaction. Une fois x_{max} trouvé, on remplace x par x_{max} dans la ligne finale du tableau.

Formule méthode : $x_{\text{max}} = \min(n_0(A)/a ; n_0(B)/b)$.

4. Exemple type issu de la trace écrite

On fait réagir $3,0 \times 10^{-2}$ mol de CH_4 avec $5,0 \times 10^{-2}$ mol de O_2 . Réaction : $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

Pour CH_4 : $n_0/1 = 3,0 \times 10^{-2}$ mol. Pour O_2 : $n_0/2 = 2,5 \times 10^{-2}$ mol. Le plus petit est $2,5 \times 10^{-2}$ mol : O_2 est le réactif limitant et $x_{\text{max}} = 2,5 \times 10^{-2}$ mol.

État final : CH_4 restant = $3,0 \times 10^{-2} - 2,5 \times 10^{-2} = 5,0 \times 10^{-3}$ mol ; $\text{O}_2 = 0$; $\text{CO}_2 = 2,5 \times 10^{-2}$ mol ; $\text{H}_2\text{O} = 5,0 \times 10^{-2}$ mol.

5. Application classique bac : couleur finale

Pour une réaction avec l'ion permanganate MnO_4^- , la couleur violette permet de savoir s'il reste du permanganate à l'état final. Si MnO_4^- est limitant, la couleur violette disparaît ; s'il est en excès, la solution reste violette.

Exemple de réaction : $\text{MnO}_4^- + 5 \text{Fe}^{2+} + 8 \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5 \text{Fe}^{3+} + 4 \text{H}_2\text{O}$.