

Chapitre 4b

Réaction chimique

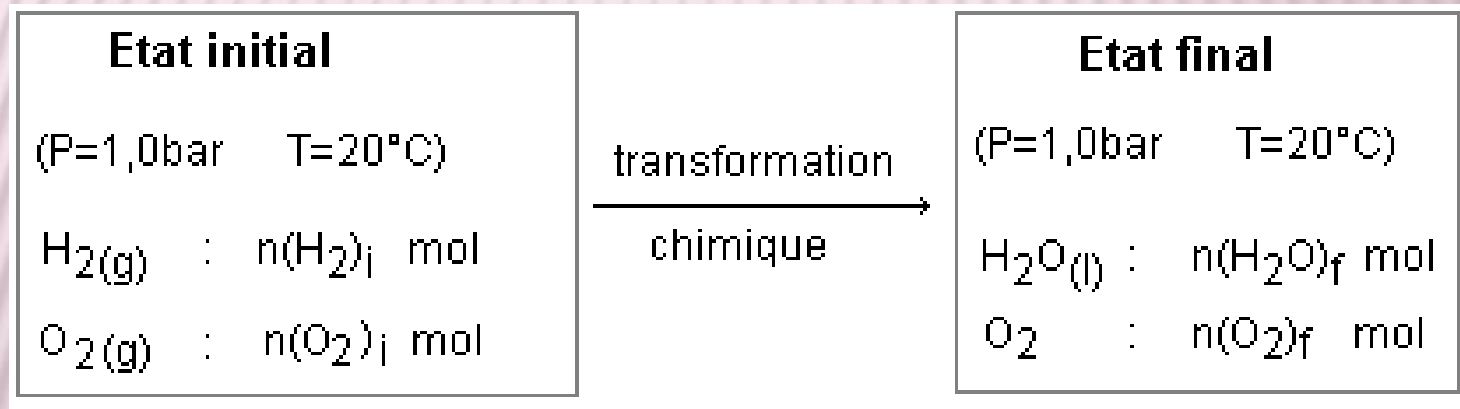


**Décrire l'évolution
d'un système
chimique**

Le système chimique rappel de 2°

Décrire un système chimique, c'est présenter :

- la nature et l'état physique des espèces : (s), (l), (g) ou (aq)
- leurs quantités de matière
- les conditions de température et de pression notées P et T



La réaction chimique rappel de 2°

La transformation observable qui se produit au cours d'une réaction chimique peut être modélisée par une équation de réaction qui respecte les lois de conservations des éléments et des charges.



Évolution du système



Voici une réaction lente au cours de laquelle il se forme une molécule colorée jaune, le diiode.

Il est visible que sa quantité et donc sa **quantité de matière** augmente progressivement dans le bécher en regardant la solution devenir jaune de plus en plus foncé.

À partir de cette observation, il devient possible de définir un **avancement de la réaction**, noté **x** et s'exprimant, comme la quantité de matière, en **mol**.

Comment faire ?

Exprimer les quantités de matière des réactifs en fonction de x

La quantité initiale du réactif est donnée par les données de l'énoncé : $n_i(\text{R})$

Un réactif est une espèce chimique dont la quantité $n(\text{R})$ diminue au fur et à mesure que l'avancement de la réaction augmente.

Quantité de réactif = quantité initiale – quantité consommée

Expression mathématique : $n(\text{R}) = n_i(\text{R}) - n_c(\text{R})$

Il est possible d'en déduire que la quantité de réactif consommé $n_c(\text{R})$ est **proportionnelle** à l'avancement x .

Mais quel est ce coefficient de proportionnalité ?

Exprimer les quantités de matière des réactifs en fonction de x

Prenons un exemple simple : $2 \text{H}_2(\text{g}) + 1 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
et observons les **coefficients stœchiométriques** des réactifs de l'équation.

Ils expriment que H_2 disparaît deux fois plus vite que O_2 car le coefficient du premier est **2** tandis que celui du second est **1**.

Pour un avancement $x = 1$ mol, il a disparu **2** x **1** moles de H_2 et **1** x **1** mole de O_2

Expressions mathématiques :

$$n_c(\text{H}_2) = 2 \times x = 2x$$

$$n_c(\text{O}_2) = 1 \times x = x$$

Exprimer les quantités de matière des réactifs en fonction de x

Expressions mathématiques :

$$n_c(\text{H}_2) = 2 \times x = 2x$$

$$n_c(\text{O}_2) = 1 \times x = x$$

Adaptons l'expression mathématique de $n(\text{R})$ à chaque cas.

$n(\text{R}) = n_i(\text{R}) - n_c(\text{R})$ va devenir :

$$n(\text{H}_2) = n_i(\text{H}_2) - n_c(\text{H}_2) = n_i(\text{H}_2) - 2x$$

$$n(\text{O}_2) = n_i(\text{O}_2) - n_c(\text{O}_2) = n_i(\text{O}_2) - x$$

La quantité de matière d'un réactif s'exprime en fonction :

- de sa quantité de matière initiale ;
- du produit de son coefficient stœchiométrique par l'avancement de la réaction.

Exprimer les quantités de matière des produits en fonction de x

La quantité initiale du produit est nulle au début de la réaction :
 $n_i(P) = 0$

Un produit est une espèce chimique dont la quantité $n(P)$ augmente au fur et à mesure que l'avancement de la réaction augmente.

Quantité de produit = quantité initiale + quantité formée

Expression mathématique : $n(P) = n_i(P) + n_{fo}(P) = n_{fo}(P)$

Il est possible d'en déduire que la quantité de produit formé $n_{fo}(P)$ est **proportionnelle** à l'avancement x .

Mais quel est ce coefficient de proportionnalité ?

Exprimer les quantités de matière des produits en fonction de x

Reprenons l'exemple simple : $2 \text{H}_2(\text{g}) + 1 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
et observons le **coefficient stœchiométrique** du produit de l'équation.

Il exprime qu'il se forme **autant** d' H_2O qu'il disparaît de H_2 et **deux fois plus** d' H_2O qu'il disparaît de O_2 car, dans le 1^{er} cas, les coefficients sont égaux (**2** et **2**) tandis que, dans le second, **2** est le double de **1**.

Pour un avancement $x = 1$ mol, il s'est formé **2** x **1** moles de H_2O (pour **2** x **1** moles de H_2 et **1** x **1** mole de O_2 consommées)

Expression mathématique :

$$n_{\text{fo}}(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times x = 2x$$

Exprimer les quantités de matière des produits en fonction de x

Expressions mathématiques :

$$n_{f_0}(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times x = 2x$$

Adaptons l'expression mathématique de $n(\text{R})$ à chaque cas.

$n(\text{P}) = n_i(\text{P}) - n_{f_0}(\text{P})$ va devenir :

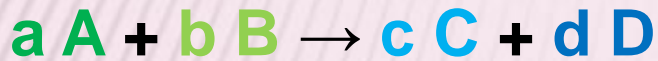
$$n(\text{H}_2\text{O}) = n_i(\text{H}_2\text{O}) + n_{f_0}(\text{H}_2\text{O}) = 2x \quad \text{car } n_i(\text{H}_2\text{O}) = 0$$

La quantité de matière d'un produit s'exprime en fonction du produit de son coefficient stœchiométrique par l'avancement de la réaction.

Généralisons

Exprimer les quantités de matière en fonction de x

Voici l'équation quelconque d'une réaction chimique :



Activité 1 : Exprimez les quantités de matière des réactifs et produits en fonction de l'avancement.

n(R) = quantité initiale – quantité consommée

$$n(A) = n_i(A) - ax$$

$$n(B) = n_i(B) - bx$$

n(P) = quantité initiale + quantité formée = quantité formée

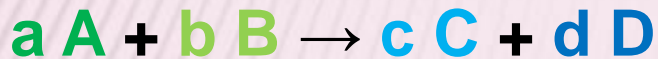
$$n(C) = n_i(C) + cx = cx$$

$$n(D) = n_i(D) + dx = dx$$

$$\text{car } n_i(C) = n_i(D) = 0$$

Construire un tableau d'avancement

État initial E.I.



Il définit les quantités initiales des réactifs et des produits :

$$n_i(\mathbf{A})$$

$$n_i(\mathbf{B})$$

$$n_i(\mathbf{C}) = 0$$

$$n_i(\mathbf{D}) = 0$$

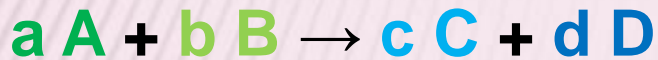
À cet instant, la réaction n'a pas commencé et l'avancement de la réaction est nul : **$x = 0 \text{ mol}$**

Commençons à compléter le tableau d'avancement :

Compléter un tableau d'avancement

Équation		$a A + b B \rightarrow c C + d D$			
État du système	Avancement de la réaction	$n(A)$	$n(B)$	$n(C)$	$n(D)$
E.I.	$x = 0$	$n_i(A)$	$n_i(B)$	$n_i(C) = 0$	$n_i(D) = 0$
E.C.T.					
E.F.					

En cours de transformation E.C.T



Nous nous plaçons à un instant quelconque de l'avancement x .

$$n(A) = n_i(A) - ax$$

$$n(B) = n_i(B) - bx$$

$$n(C) = n_i(C) + cx = cx$$

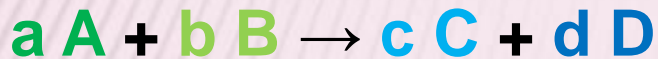
$$n(D) = n_i(D) + dx = dx$$

Poursuivons le remplissage du tableau d'avancement

Compléter un tableau d'avancement

Équation		$a A + b B \rightarrow c C + d D$			
État du système	Avancement de la réaction	$n(A)$	$n(B)$	$n(C)$	$n(D)$
E.I.	$x = 0$	$n_i(A)$	$n_i(B)$	$n_i(C) = 0$	$n_i(D) = 0$
E.C.T.	x	$n_i(A) - ax$	$n_i(B) - bx$	$n_i(C) + cx$ $= cx$	$n_i(D) + dx$ $= dx$
E.F.					

État final E.F.



Nous nous plaçons à l'instant où la **réaction s'arrête**. L'avancement de la réaction prend la valeur de x_{\max} et chaque quantité de matière devient finale et s'exprime en fonction de x_{\max} .

$$n_f(A) = n_i(A) - ax_{\max}$$

$$n_f(B) = n_i(B) - bx_{\max}$$

$$n_f(C) = n_i(C) + cx_{\max} = cx_{\max}$$

$$n_f(D) = n_i(D) + dx_{\max} = dx_{\max}$$

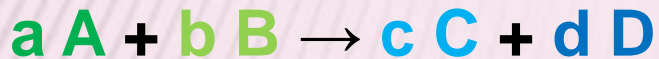
Terminons le remplissage du tableau d'avancement

Compléter un tableau d'avancement

Équation		$a A + b B \rightarrow c C + d D$			
État du système	Avancement de la réaction	$n(A)$	$n(B)$	$n(C)$	$n(D)$
E.I.	$x = 0$	$n_i(A)$	$n_i(B)$	$n_i(C) = 0$	$n_i(D) = 0$
E.C.T.	x	$n(A) =$ $n_i(A) - ax$	$n(B) =$ $n_i(B) - bx$	$n(C) =$ $n_i(C) + cx$ $= cx$	$n(D) =$ $n_i(D) + dx$ $= dx$
E.F.	x_{\max}	$n_f(A) =$ $n_i(A) - ax_{\max}$	$n_f(B) =$ $n_i(B) - bx_{\max}$	$n_f(C) =$ $n_i(C) + cx_{\max}$ $= cx_{\max}$	$n_f(D) =$ $n_i(D) + dx_{\max}$ $= dx_{\max}$

Définir l'état final

Quand une réaction s'arrête-t-elle ?



Il suffit que l'un ou l'autre des réactifs (ou les deux en même temps) ait complètement disparu.

Cela signifie donc que leur **quantité finale est nulle** :

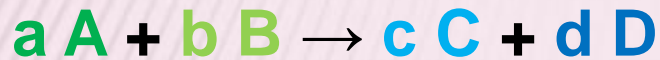
$$n_f(A) = n_i(A) - a x_{\max} = 0$$

et/ou

$$n_f(B) = n_i(B) - b x_{\max} = 0$$

Exploitions ces deux expressions l'une après l'autre :

Réactif limitant



Si A est le réactif **limitant**, c'est-à-dire celui dont la quantité s'annule en premier, il est possible d'exprimer la valeur de x_{\max} correspondante :

$$n_f(A) = n_i(A) - ax_{\max} = 0$$

$$n_i(A) = ax_{\max}$$

$$x_{\max} = n_i(A) / a$$

Si B est le réactif **limitant**, il est possible d'exprimer la valeur de x_{\max} correspondante :

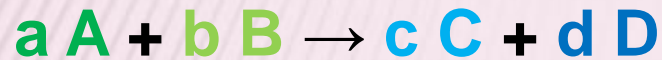
$$n_f(B) = n_i(B) - bx_{\max} = 0$$

$$n_i(B) = bx_{\max}$$

$$x_{\max} = n_i(B) / b$$

Que faire de ces deux valeurs de x_{\max} ?

Choisir la valeur de x_{\max}



Deux cas :

1^{er} cas

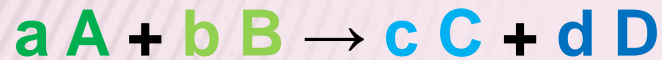
$$x_{\max} = n_i(A) / a = n_i(B) / b$$

Pas de choix à faire.

Les deux réactifs ont totalement disparu pour la même valeur de x_{\max} .

Les **conditions** de la réaction sont dites **stœchiométriques**.

Choisir la valeur de x_{\max}



2^{ème} cas

Si les deux valeurs sont différentes, c'est la plus petite des deux qui correspond à la valeur maximale de l'avancement.

A est le réactif limitant si $n_i(\mathbf{A}) / \mathbf{a} < n_i(\mathbf{B}) / \mathbf{b}$

$$x_{\max} = n_i(\mathbf{A}) / \mathbf{a}$$

B est le réactif limitant si $n_i(\mathbf{A}) / \mathbf{a} > n_i(\mathbf{B}) / \mathbf{b}$

$$x_{\max} = n_i(\mathbf{B}) / \mathbf{b}$$

Activité 2 : une quantité $n_i(\text{C}_3\text{H}_8) = 2,3$ mol de propane brûle dans le dioxygène en excès pour donner du dioxyde de carbone et de l'eau.

1) Ajustez l'équation suivante en précisant les règles à suivre.

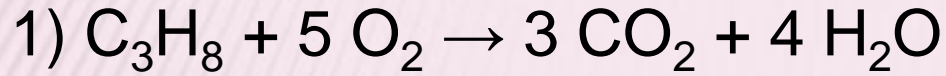


2) Complétez le tableau d'avancement en fonction des grandeurs

Équation					
État du système	Avancement de la réaction				
E.I.					
E.C.T.					
E.F.					

3) Déterminez l'avancement maximal de la réaction.

Activité 2 : $n_i(\text{C}_3\text{H}_8) = 2,3 \text{ mol}$



Lois de conservation des éléments et des charges.

2) Équation		$\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$			
État du système	Avancement de la réaction	$n(\text{C}_3\text{H}_8)$	$n(\text{O}_2)$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$
E.I.	$x = 0$	$n_i(\text{C}_3\text{H}_8)$	$n_i(\text{O}_2)$	$n_i(\text{CO}_2) = 0$	$n_i(\text{H}_2\text{O}) = 0$
E.C.T.	x	$n_i(\text{C}_3\text{H}_8) - x$	$n_i(\text{O}_2) - 5x$	$n_i(\text{CO}_2) + 3x = 3x$	$n_i(\text{H}_2\text{O}) + 4x = 4x$
E.F.	x_{max}	$n_f(\text{C}_3\text{H}_8) = n_i(\text{C}_3\text{H}_8) - x_{\text{max}}$	$n_f(\text{O}_2) = n_i(\text{O}_2) - 5x_{\text{max}}$	$n_f(\text{CO}_2) = n_i(\text{CO}_2) + 3x_{\text{max}} = 3x_{\text{max}}$	$n_f(\text{H}_2\text{O}) = n_i(\text{H}_2\text{O}) + 4x_{\text{max}} = 4x_{\text{max}}$

Activité 2 :

Équation		$\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$			
État du système	Avancement de la réaction	$n(\text{C}_3\text{H}_8)$	$n(\text{O}_2)$	$n(\text{CO}_2)$	$n(\text{H}_2\text{O})$
E.F.	x_{\max}	$n_f(\text{C}_3\text{H}_8) =$ $n_i(\text{C}_3\text{H}_8) - x_{\max}$	$n_f(\text{O}_2) =$ $n_i(\text{O}_2) - 5x_{\max}$	$n_f(\text{CO}_2) =$ $n_i(\text{CO}_2) + 3x_{\max}$ $= 3x_{\max}$	$n_f(\text{H}_2\text{O}) =$ $n_i(\text{H}_2\text{O}) + 4x_{\max}$ $= 4x_{\max}$

3) O_2 est en excès, le propane est donc le réactif limitant et sa quantité finale est nulle : $n_f(\text{C}_3\text{H}_8) = n_i(\text{C}_3\text{H}_8) - x_{\max} = 0$

$$x_{\max} = n_i(\text{C}_3\text{H}_8) = 2,3 \text{ mol}$$

Activité 3 : Le métal zinc Zn réagit avec les ions hydrogènes H^+ pour donner des ions zinc Zn^{2+} et du dihydrogène. Données :

$$n_i(\text{Zn}) = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad n_i(\text{H}^+) = 9,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

1) Complétez le tableau d'avancement en :

a - donnant l'équation équilibrée de la réaction, états physiques précisés ;

b - complétant les lignes 2,3 et 4 ;

Équation		Zn(s) +	2 H ⁺ (aq) →	Zn ²⁺ (aq) +	H ₂ (aq)
État du système	Avancement de la réaction	n(Zn)	n(H ⁺)	n(Zn ²⁺)	n(H ₂)
E.I.	$x = 0$	$n_i(\text{Zn}) = 5,5 \cdot 10^{-2}$	$n_i(\text{H}^+) = 9,0 \cdot 10^{-2}$	$n_i(\text{Zn}^{2+}) = 0$	$n_i(\text{H}_2) = 0$
E.C.T.	x	$n_i(\text{Zn}) - x$	$n_i(\text{H}^+) - 2x$	$n(\text{Zn}^{2+}) = x$	$n(\text{H}_2) = x$
E.F.	x_{max}	$n_f(\text{Zn}) = n_i(\text{Zn}) - x_{\text{max}}$	$n_f(\text{H}^+) = n_i(\text{H}^+) - 2x_{\text{max}}$	$n_f(\text{Zn}^{2+}) = x_{\text{max}}$	$n_f(\text{H}_2) = x_{\text{max}}$

E.F.

$$n_f(\text{Zn}) = n_i(\text{Zn}) - x_{\max}$$

$$n_f(\text{H}^+) = n_i(\text{H}^+) - 2x_{\max}$$

$$n_f(\text{Zn}^{2+}) = x_{\max}$$

$$n_f(\text{H}_2) = x_{\max}$$

c - recherchant l'avancement maximal de la réaction ;

Recherche de l'avancement maximal

~~- première hypothèse : Zn, réactif limitant~~

~~$$n_f(\text{Zn}) = n_i(\text{Zn}) - x_{\max} = 0$$~~

~~$$x_{\max} = n_i(\text{Zn}) = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$~~

- deuxième hypothèse : H⁺, réactif limitant

$$n_f(\text{H}^+) = n_i(\text{H}^+) - 2x_{\max} = 0$$

$$x_{\max} = n_i(\text{H}^+) / 2 = 9,0 \cdot 10^{-2} / 2 = 4,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Hypothèse juste

d - complétant le bilan de matière de la ligne 4.

Équation		Zn(s) +	2 H ⁺ (aq) →	Zn ²⁺ (aq) +	H ₂ (aq)
État du système	Avancement de la réaction	n(Zn)	n(H ⁺)	n(Zn ²⁺)	n(H ₂)
E.I.	x = 0	n _i (Zn) = 5,5.10 ⁻²	n _i (H ⁺) = 9,0.10 ⁻²	n _i (Zn ²⁺) = 0	n _i (H ₂) = 0
E.C.T.	x	n _i (Zn) - x	n _i (H ⁺) - 2x	n(Zn ²⁺) = x	n(H ₂) = x
E.F.	X _{max} = 4,5.10 ⁻²	n _f (Zn) = n _i (Zn) - x _{max} = 5,5.10 ⁻² - 4,5.10 ⁻² = 1,0.10 ⁻²	n _f (H ⁺) = n _i (H ⁺) - 2x _{max} = 9,0.10 ⁻² - (2 x 4,5.10 ⁻²) = 0	n _f (Zn ²⁺) = x _{max} = 4,5.10 ⁻²	n _f (H ₂) = x _{max} = 4,5.10 ⁻²

2) Les conditions de réaction sont-elles **stœchiométriques** ?
Sinon, quel est le réactif en défaut ? en excès ?

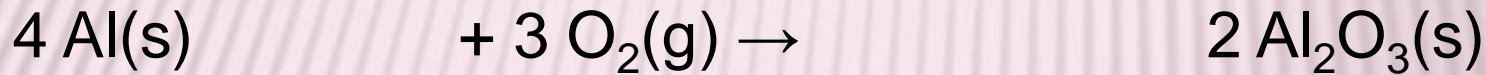
Les conditions seraient stœchiométriques si les valeurs de x_{\max} étaient égales, ce qui n'est pas le cas. Le réactif qui reste est en excès (Zn) et celui qui a complètement disparu est le réactif limitant (H^+).

Activité 3 : L'aluminium brûle dans le dioxygène en produisant une fumée blanche d'oxyde d'aluminium Al_2O_3 . On introduit 2,70 g d'aluminium dans un flacon contenant $5,00 \cdot 10^{-2}$ mol de dioxygène gazeux, puis on enflamme avec un dispositif électrique.

Masses molaires atomiques :

$$M(\text{Al}) = 27,0 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

1) Écrivez l'équation ajustée de la réaction de combustion.



2) Exprimez et calculez la quantité de matière initiale de l'aluminium.

$$\text{Donnée : } m(\text{Al}) = 2,70 \text{ g}$$

$$n(\text{Al}) = m(\text{Al}) / M(\text{Al}) = 2,70 / 27,0 = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

Activité 4

3) Construisez le tableau d'avancement de cette réaction.

Équation		4 Al(s)	+ 3 O ₂ (g)	→	2 Al ₂ O ₃ (s)
État du système	Avancement de la réaction	n(Al)	n(O ₂)		n(Al ₂ O ₃)
E.I.	x = 0	n _i (Al) = 1,00.10 ⁻¹	n _i (O ₂) = 5,00.10 ⁻²		n _i (Al ₂ O ₃) = 0
E.C.T.	x	n _i (Al) - 4x	n _i (O ₂) - 3x		n(Al ₂ O ₃) = 2 x
E.F.	x _{max}	n _f (Al) = n _i (Al) - 4x _{max}	n _f (O ₂) = n _i (O ₂) - 3x _{max}		n _f (Al ₂ O ₃) = 2 x _{max}

E.F.	x_{\max}	$n_f(\text{Al}) = n_i(\text{Al}) - 4x_{\max}$	$n_f(\text{O}_2) = n_i(\text{O}_2) - 3x_{\max}$	$n_f(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2x_{\max}$
------	------------	---	---	--

Recherche de l'avancement maximal

- première hypothèse : Al, réactif limitant

~~$$n_f(\text{Al}) = n_i(\text{Al}) - 4x_{\max} = 0$$~~

~~$$x_{\max} = n_i(\text{Al}) / 4 = 1,0 \cdot 10^{-1} / 4 = 2,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$~~

- deuxième hypothèse : O₂, réactif limitant

$$n_f(\text{O}_2) = n_i(\text{O}_2) - 3x_{\max} = 0$$

$$x_{\max} = n_i(\text{O}_2) / 3 = 5,0 \cdot 10^{-2} / 3 = 1,67 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

Hypothèse juste

... et établissez le bilan de matière.

Équation		4 Al(s)	+ 3 O ₂ (g)	→	2 Al ₂ O ₃ (s)
État du système	Avancement de la réaction	n(Al)	n(O ₂)		n(Al ₂ O ₃)
E.I.	x = 0	n _i (Al) = 1,0.10 ⁻¹	n _i (O ₂) = 5,0.10 ⁻²		n _i (Al ₂ O ₃) = 0
E.C.T.	x	n(Al) = n _i (Al) - 4x	n(O ₂) = n _i (O ₂) - 3x		n(Al ₂ O ₃) = x
E.F.	x _{max}	n _f (Al) = n _i (Al) - 4x _{max} = 1,00.10 ⁻¹ - (4 x 1,67.10 ⁻²) = 3,32.10 ⁻²	n _f (O ₂) = n _i (O ₂) - 3x _{max} = 5,0.10 ⁻² - (3 x 1,67.10 ⁻²) = 0		n _f (Al ₂ O ₃) = 2 x _{max} = 2 x 1,67.10 ⁻² = 3,34.10 ⁻²

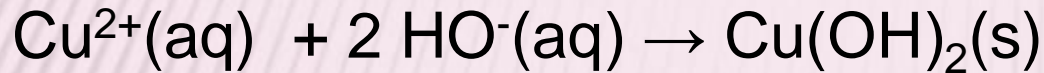
5) Exprimez et calculez la masse de fumée d'oxyde d'aluminium produite par la réaction.

$$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2 M(\text{Al}) + 3 M(\text{O})$$

$$\begin{aligned} m(\text{Al}_2\text{O}_3) &= n_f(\text{Al}_2\text{O}_3) \times M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3,4 \cdot 10^{-2} \times (2 \times 27,0 + 3 \times 16,0) \\ &= 3,5 \text{ g} \end{aligned}$$

Activité 5 : On mélange 100 mL d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration $c_1 = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ et 80 mL d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $c_2 = 2,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

L'équation de la réaction de précipitation est :



1) Présentez les nouvelles données de l'exercice.

$$V_1 = 100 \text{ mL} = 100 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ L}$$

$$V_2 = 80 \text{ mL} = 80 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ L}$$

2) Exprimez et calculez les quantités de matière initiales des réactifs.

$$n_i(\text{Cu}^{2+}) = c_1 V_1 = 5,0 \cdot 10^{-1} \times 1,00 \cdot 10^{-1} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_i(\text{HO}^-) = c_2 V_2 = 2,0 \times 8,0 \cdot 10^{-2} = 1,6 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$$

Activité 5

3) Tracez le tableau d'avancement et complétez les lignes 1, 2, 3 et 4 du tableau.

Équation		$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$	$+ 2 \text{HO}^{-}(\text{aq})$	\rightarrow	$\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$
État du système	Avancement de la réaction	$n(\text{Cu}^{2+})$	$n(\text{HO}^{-})$		$n(\text{Cu}(\text{OH})_2)$
E.I.	$x = 0$	$n_i(\text{Cu}^{2+}) = 5,0 \cdot 10^{-2}$	$n_i(\text{HO}^{-}) = 1,6 \cdot 10^{-1}$		$n_i(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0$
E.C.T.	x	$n(\text{Cu}^{2+}) = n_i(\text{Cu}^{2+}) - x$	$n(\text{HO}^{-}) = n_i(\text{HO}^{-}) - 2x$		$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = x$
E.F.	x_{max}	$n_f(\text{Cu}^{2+}) = n_i(\text{Cu}^{2+}) - x_{\text{max}}$	$n_f(\text{HO}^{-}) = n_i(\text{HO}^{-}) - 2x_{\text{max}}$		$n_f(\text{Cu}(\text{OH})_2) = x_{\text{max}}$

E.F.	x_{\max}	$n_f(\text{Cu}^{2+}) = n_i(\text{Cu}^{2+}) - x_{\max}$	$n_f(\text{HO}^-) = n_i(\text{HO}^-) - 2x_{\max}$	$n_f(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2x_{\max}$
------	------------	--	---	---

4) Faites une recherche de x_{\max} .

- première hypothèse : Cu^{2+} , réactif limitant

$$n_f(\text{Cu}^{2+}) = n_i(\text{Cu}^{2+}) - x_{\max} = 0$$

$$x_{\max} = n_i(\text{Cu}^{2+}) = 5,0 \cdot 10^{-2} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

~~- deuxième hypothèse : HO^- , réactif limitant~~

~~$$n_f(\text{HO}^-) = n_i(\text{HO}^-) - 2x_{\max} = 0$$~~

~~$$x_{\max} = n_i(\text{HO}^-) / 2 = 1,6 \cdot 10^{-1} / 2 = 8,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$~~

La première hypothèse juste

5) Faites le bilan de matière.

Équation		$\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$	$+ 2 \text{HO}^{-}(\text{aq})$	\rightarrow	$\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$
État du système	Avancement de la réaction	$n(\text{Cu}^{2+})$	$n(\text{HO}^{-})$		$n(\text{Cu}(\text{OH})_2)$
E.I.	$x = 0$	$n_i(\text{Cu}^{2+}) = 5,0 \cdot 10^{-2}$	$n_i(\text{HO}^{-}) = 1,6 \cdot 10^{-1}$		$n_i(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0$
E.C.T.	x	$n(\text{Cu}^{2+}) = n_i(\text{Cu}^{2+}) - x$	$n(\text{HO}^{-}) = n_i(\text{HO}^{-}) - 2x$		$n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = x$
E.F.	$X_{\max} = 5,0 \cdot 10^{-2}$	$n_f(\text{Cu}^{2+}) = n_i(\text{Cu}^{2+}) - x_{\max} = 5,0 \cdot 10^{-2} - 5,0 \cdot 10^{-2} = 0$	$n_f(\text{HO}^{-}) = n_i(\text{HO}^{-}) - 2x_{\max} = 1,6 \cdot 10^{-1} - (2 \times 5,0 \cdot 10^{-2}) = 6,0 \cdot 10^{-2}$		$n_f(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 2x_{\max} = 5,0 \cdot 10^{-2}$

6) Exprimez et calculez la masse de précipité.

Données :

$$M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Cu}(\text{OH})_2) = M(\text{Cu}) + 2 M(\text{O}) + 2 M(\text{H})$$

$$m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = n_f(\text{Cu}(\text{OH})_2) \times M(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 5,0 \cdot 10^{-2} \times (63,5 + 2 \times 16,0) = 4,9 \text{ g}$$

7) Exprimez et calculez la concentration finale en ions HO^- en tenant compte du volume final.

$$[\text{HO}^-] = n_f(\text{HO}^-) / (V_1 + V_2) = 6,0 \cdot 10^{-2} / (1,00 \cdot 10^{-1} + 8,0 \cdot 10^{-2}) = 3,3 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

Chapitre 4b

Réaction chimique

C'est fini...