

Exercices ch2 : Évolution d'un système (tableau d'avancement)

Exercice 1. Combustion du propane

Équation de la réaction		$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$			
État du système	Avancement				
État initial		2	12	0	0
Au cours de la réaction					
État final					

Exercice 2. Vaincre le calcaire

Équation de la réaction		$CaCO_3 + 2H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O + Ca^{2+}$				
État du système	Avancement					
État initial		12	24	0	0	0
Au cours de la réaction						
État final						

Données :

$M_H=1,00 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_C=12,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_O=16,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{Ca}=40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{Al}=27,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_F=19,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
 $\rho_{\text{méthane}}=443 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$; $V_m=24,0 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

Exercice 3. Réaction entre aluminium et difluor.

L'aluminium (Al) réagit avec le difluor (F₂) pour donner du fluorure d'aluminium (AlF₃). On réalise la réaction à partir de 1,0 g de poudre d'aluminium et de 1,5 g de difluor.

1. Écrire l'équation chimique correspondante avec les nombres stœchiométriques corrects.
2. Calculer les quantités de matière des réactifs utilisées.
3. Construire littéralement le tableau d'avancement.

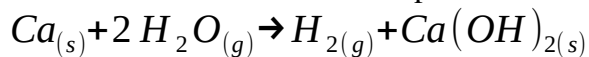
Équation de la réaction					
État du système	Avancement				
État initial					
Au cours de la réaction					
État final					

4. Trouver le réactif limitant.
5. Déterminer le bilan à l'état final.
6. Calculer la masse de produit formée.

Exercice 4. Fabrication de la chaux vive.

Le calcium Ca réagit avec de l'eau gazeuse. Il se produit un dégagement de dihydrogène H_2 et il se forme un précipité d'hydroxyde de calcium $Ca(OH)_2$, appelé chaux vive

On introduit dans le flacon un volume de $V_1=0,6$ L d'eau gazeux et un morceau de calcium de masse $m_2=0,60$ g chauffé à $100\text{ }^\circ\text{C}$. Il se forme alors de la chaux vive solide sur les parois suivant la réaction suivante :



1. Déterminer les quantités de matière des réactifs à l'état initial.
2. Compléter littéralement le tableau d'avancement.

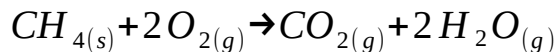
Équation de la réaction		
État du système	Avancement	
État initial		
Au cours de la réaction		
État final		

3. Déterminer le réactif limitant et la valeur de l'avancement maximale x_{\max} .
4. Donner la composition de la réaction à l'état final.
5. Calculer la masse de chaux $Ca(OH)_2$ vive formée.

Exercice 5. Gaz de ville

Le gaz de ville est utilisé comme moyen de chauffage. Il est produit par la combustion d'un gaz : le méthane de formule CH_4 .

Un élève souhaite reproduire cette réaction en laboratoire en mélangeant un volume $V=15,0$ mL de méthane avec un volume $V=48,0$ L de dioxygène O_2 . La réaction produisant la chaleur se note



1. Calculer la quantité de matière de chaque réactif.
2. Déterminer le réactif limitant et x_{\max} .

Équation de la réaction		
État du système	Avancement	
État initial		
Au cours de la réaction		
État final		

3. Déterminer la quantité de dioxyde de carbone produit
4. Calculer le volume de dioxyde de carbone produit

CORRECTION

Exercice 1. Combustion du propane

Équation de la réaction		$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$			
État du système	Avancement				
État initial	$x=0$	2	12	0	0
Au cours de la réaction	x	$2-x$	$12-x$	$3x$	$4x$
État final	$x=x_{\max}$	$2-x_{\max}$	$12-5x_{\max}$	$3x_{\max}$	$4x_{\max}$

Si C_3H_8 est limitant	Si O_2 est limitant
$n_1 - x_{\max} = 0$ $n_1 = x_{\max} = 2 \text{ mol}$	$n_2 - 5x_{\max} = 0$ $n_2 = 5x_{\max}$ $n_2/5 = x_{\max} = 2,4 \text{ mol}$

Donc C_3H_8 est limitant et $x_{\max} = 2 \text{ mol}$

$n_f(C_3H_8) = n_1 - x_{\max} = 0 \text{ mol}$, $n_f(O_2) = n_2 - 5x_{\max} = 2 \text{ mol}$, $n_f(CO_2) = 3x_{\max} = 6 \text{ mol}$, $n_f(H_2O) = 4x_{\max} = 8 \text{ mol}$.

Exercice 2. Vaincre le calcaire

Équation de la réaction		$CaCO_3 + 2H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O + Ca^{2+}$				
État du système	Avancement					
État initial	$x=0$	12	24	0	0	0
Au cours de la réaction	x	$12-x$	$24-2x$	x	x	x
État final	$x=x_{\max}$	$12-x_{\max}$	$24-2x_{\max}$	x_{\max}	x_{\max}	x_{\max}

Si $CaCO_3$ est limitant	Si H^+ est limitant
$n_1 - x_{\max} = 0$ $n_1 = x_{\max} = 12 \text{ mol}$	$n_2 - 2x_{\max} = 0$ $n_2 = 2x_{\max}$ $n_2/2 = x_{\max} = 12 \text{ mol}$

Le mélange est stœchiométrique, les deux réactifs sont limitants et $x_{\max} = 12 \text{ mol}$.

$n_f(CaCO_3) = n_1 - x_{\max} = 0 \text{ mol}$, $n_f(H^+) = n_2 - 2x_{\max} = 0 \text{ mol}$, $n_f(CO_2) = x_{\max} = 12 \text{ mol}$, $n_f(H_2O) = x_{\max} = 12 \text{ mol}$, $n_f(Ca^{2+}) = x_{\max} = 12 \text{ mmol}$.

Exercice 3. Réaction entre aluminium et difluor.



$$2. \quad n(Al) = n_1 = \frac{m}{M} = \frac{1}{27} = 0,037 \text{ mol} = 37 \text{ mmol}$$

$$M(F_2) = 2 \times M_F = 38 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n(F_2) = n_2 = \frac{m}{M} = \frac{1}{38} = 0,039 \text{ mol} = 39 \text{ mmol}$$

3.

Équation de la réaction		$2Al + 3F_2 \rightarrow 2AlF_3$		
État du système	Avancement			
État initial	$x=0$	n_1	n_2	0
Au cours de la réaction	x	n_1-2x	n_2-3x	$2x$
État final	x_{\max}	n_1-2x_{\max}	n_2-3x_{\max}	$2x_{\max}$

Si Al est limitant	Si F_2 est limitant
$n_1-2x_{\max}=0$ $x_{\max}=n_1/2=18,5 \text{ mmol}$	$n_2-3x_{\max}=0$ $x_{\max}=n_2/3=13 \text{ mmol}$

Donc F_2 est limitant et $x_{\max}=13 \text{ mmol}$

4. $n_f(\text{Ca})=n_1-x_{\max}=2,5 \text{ mmol}$, $n_f(F_2)=n_2-3x_{\max}=0 \text{ mmol}$, $n_f(\text{Al}_2\text{F}_3)=2x_{\max}=26 \text{ mmol}$.

$$M(\text{Al}_2\text{F}_3) = M_{\text{Al}} + 3M_F = 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

5. $n = \frac{m}{M} \rightarrow m = n_f(\text{Al}_2\text{F}_3) \times M(\text{Al}_2\text{F}_3) = 2,2 \text{ g}$

Exercice 4. Fabrication de la chaux vive.

1. $n_1 = \frac{m}{M} = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol} = 15 \text{ mmol}$

$$n_2 = C_1 V_1 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol} = 25 \text{ mmol}$$

2.

Équation de la réaction		$Ca + 2H_2O \rightarrow H_2 + Ca(OH)_2$			
État du système	Avancement				
État initial	$x=0$	n_1	n_2	0	0
Au cours de la réaction	x	n_1-x	n_2-2x	x	x
État final	x_{\max}	n_1-x_{\max}	n_2-2x_{\max}	x_{\max}	x_{\max}

3.

Si Ca est limitant	Si H_2O est limitant
$n_1-x_{\max}=0$ $n_1=x_{\max}=15 \text{ mmol}$	$n_2-2x_{\max}=0$ $n_2=2x_{\max}$ $n_2/2=x_{\max}=12,5 \text{ mmol}$

Donc H_2O est limitant et $x_{\max}=12,5 \text{ mmol}$

4. $n_f(\text{Al})=n_1-2x_{\max}=11 \text{ mmol}$, $n_f(H_2O)=n_2-2x_{\max}=0 \text{ mmol}$, $n_f(H_2)=x_{\max}=12,5 \text{ mmol}$,

$$n_f(\text{Ca}(\text{OH})_2) = x_{\max} = 12,5 \text{ mmol.}$$

$$5. \quad n = \frac{Vg}{Vm} \rightarrow Vg = n_f(\text{H}_2) \times Vm = 0,30 \text{ L}$$

Exercice 5. Gaz de ville

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \times V = 443 \times 15 \times 10^{-3} = 6,6 \text{ g}$$

$$1. \quad M = M_C + 4 M_H = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$n_1 = n(\text{CH}_4) = \frac{m}{M} = \frac{6,6}{16} = 0,41 \text{ mmol}$$

$$n_2 = n(\text{O}_2) = \frac{Vg}{Vm} = \frac{48}{24} = 2,0 \text{ mol}$$

2.

Équation de la réaction		$\text{CH}_{4(s)}$	+	$2\text{O}_{2(g)}$	\rightarrow	$\text{CO}_{2(g)}$	+	$2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$
État du système	Avancement							
État initial	$x=0$	n_1		n_2		0		0
Au cours de la réaction	x	$n_1 - x$		$n_2 - 2x$		x		$2x$
État final	x_{\max}	$n_1 - x_{\max}$		$n_2 - 2x_{\max}$		x_{\max}		$2x_{\max}$

3.

Si CH_4 est limitant	Si O_2 est limitant
$n_1 - x_{\max} = 0$ $n_1 = x_{\max} = 0,41 \text{ mol}$	 $n_2 - 2x_{\max} = 0$ $n_2 = 2x_{\max}$ $n_2/2 = x_{\max} = 1,0 \text{ mol}$

Donc CH_4 est limitant et $x_{\max} = 0,41 \text{ mol}$

$$4. \quad n_f(\text{CH}_4) = n_1 - x_{\max} = 0 \text{ mol}, \quad n_f(\text{O}_2) = n_2 - 2x_{\max} = 0,18 \text{ mol}, \quad n_f(\text{CO}_2) = x_{\max} = 0,41 \text{ mol},$$

$$n_f(\text{H}_2\text{O}) = 2x_{\max} = 0,82 \text{ mol.}$$

$$5. \quad n = \frac{Vg}{Vm} \rightarrow Vg = n_f(\text{CO}_2) \times Vm = 9,8 \text{ L}$$