

I Transformation et réaction chimique (§1 du cours)

14. Extraire des informations

- a. État initial : C(s) et O₂(g), la température est de 300 K et la pression de 1 atm. Les réactifs sont le carbone et le dioxygène.
- b. Il y a eu transformation chimique, car le système a évolué d'un état initial vers un état final différent. Le produit est le dioxyde de carbone CO₂.
- c. C(s) + O₂(g) → CO₂(g)

15. Ajuster des équations de réaction

- a. 2 H₂(g) + O₂(g) → 2 H₂O(ℓ)
- b. C₂H₆O(ℓ) + 3 O₂(g) → 2 CO₂(g) + 3 H₂O(g)
- c. 3 O₂(g) → 2 O₃(g)
- d. Al₂(SO₄)₃(s) → 2 Al³⁺(aq) + 3 SO₄²⁻(aq)
- e. Zn(OH)₂(s) + 2 HO⁻(aq) → [Zn(OH)₄]²⁻(aq)

I Détermination de l'état final d'un système chimique (§2 du cours)

16. Compléter un tableau d'avancement

a.

Équation		Ag ⁺ (aq) + Cl ⁻ (aq) → AgCl(s)		
État	Avancement	Quantités de matière (mol)		
initial	0	3,0	7,0	0
en cours	x	3,0 - x	7,0 - x	x

b. x = 3,0 mol ; n_{Ag⁺} = 0 et n_{Cl⁻} = 4,0 mol.

c. Si x > 3,0 mol la quantité de matière en ions argent serait négative, ce qui n'est pas possible.

17. Construire un tableau d'avancement

Équation		C ₃ H ₈ (g) + 5O ₂ (g) → 3CO ₂ (g) + 4H ₂ O(ℓ)			
État	Avancement	Quantités de matière (mol)			
initial	0	n _{C₃H₈,i}	n _{O₂,i}	0	0
en cours	x	n _{C₃H₈,i} - x	n _{O₂,i} - 5x	3x	4x

18. Déterminer la composition dans l'état initial

Pour avoir un mélange initial stœchiométrique, les réactifs doivent être dans les proportions de leur nombre stœchiométrique : si n_{MnO₄,i}⁻ = 0,1 mol alors n_{Fe²⁺,i} = 0,5 mol.

19. Déterminer la composition dans l'état final

a. Le tableau d'avancement est :

Équation		$\text{SO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightarrow 3 \text{S}(\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$			
État	Avancement	Quantités de matière (mol)			
initial	0	$n_{\text{SO}_2,\text{i}}$	$n_{\text{H}_2\text{S},\text{i}}$	0	0
en cours	x	$n_{\text{SO}_2,\text{i}} - x$	$n_{\text{H}_2\text{S},\text{i}} - 2x$	$3x$	$2x$

b. Si le dioxyde de soufre est le réactif limitant, alors $n_{\text{SO}_2,\text{i}} - x_{\text{max}} = 0$ donc $x_{\text{max}} = n_{\text{SO}_2,\text{i}} = 4,0 \text{ mol}$.

Si le sulfure d'hydrogène est le réactif limitant, alors $n_{\text{H}_2\text{S},\text{i}} - 2x_{\text{max}} = 0$ donc $x_{\text{max}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{S},\text{i}}}{2} = 2,5 \text{ mol}$.

On choisit la plus petite des deux valeurs. On a donc $x_{\text{max}} = 2,5 \text{ mol}$ et le réactif limitant est le sulfure d'hydrogène.

c. Dans l'état final :

$$n_{\text{H}_2\text{S},\text{f}} = 0$$

$$n_{\text{SO}_2,\text{f}} = n_{\text{SO}_2,\text{i}} - x_{\text{max}} = 4,0 - 2,5 = 1,5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{S},\text{f}} = 3x_{\text{max}} = 3 \times 2,5 = 7,5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O},\text{f}} = 2x_{\text{max}} = 2 \times 2,5 = 5,0 \text{ mol.}$$

20. Calculer avec les puissances de 10

a.

Équation		$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s})$		
État	Avancement	Quantités de matière (mol)		
initial	0	$n_{\text{Zn}^{2+},\text{i}}$	$n_{\text{HO}^-,i}$	0
en cours	x	$n_{\text{Zn}^{2+},\text{i}} - x$	$n_{\text{HO}^-,i} - 2x$	x

$$\text{b. } n_{\text{Zn}^{2+}} = 4,0 \times 10^{-2} - 1,0 \times 10^{-2} = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{HO}^-} = 6,0 \times 10^{-2} - 2 \times 1,0 \times 10^{-2} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Zn}(\text{OH})_2} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

21. Déterminer le réactif limitant

a.

Équation		$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$		
État	Avancement	Quantités de matière (mol)		
initial	0	$n_{\text{N}_2,\text{i}}$	$n_{\text{H}_2,\text{i}}$	0
en cours	x	$n_{\text{N}_2,\text{i}} - x$	$n_{\text{H}_2,\text{i}} - 3x$	$2x$
final	x_{max}	$n_{\text{N}_2,\text{i}} - x_{\text{max}}$	$n_{\text{H}_2,\text{i}} - 3x_{\text{max}}$	$2x_{\text{max}}$

b. $x_{\text{max}} = 2,0 \text{ mol}$ et H_2 est le réactif limitant.

EXERCICES S'entraîner

22. Exercice résolu dans le manuel

Tableau de la question 2. de l'exercice 23 :

Équation		$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{g})$	+	$3 \text{O}_2(\text{g})$	\rightarrow	$2 \text{CO}_2(\text{g})$	+	$3 \text{H}_2\text{O}(\ell)$
État	Avancement	Quantités de matière (mol)						
initial	0	$n_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O},\text{i}}$		$n_{\text{O}_2,\text{i}}$		0		0
en cours	x	$n_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O},\text{i}} - x$		$n_{\text{O}_2,\text{i}} - 3x$		$2x$		$3x$
final	x_{max}	$n_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O},\text{i}} - x_{\text{max}}$		$n_{\text{O}_2,\text{i}} - 3x_{\text{max}}$		$2x_{\text{max}}$		$3x_{\text{max}}$

23. Application de l'exercice résolu

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser.

$$1. n_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O},\text{i}} = 5,4 \times 10^2 \text{ mol} ; n_{\text{O}_2,\text{i}} = 7,8 \times 10^2 \text{ mol}$$

2. Voir le tableau en bas de page.

$$x_{\text{max}} = 2,6 \times 10^2 \text{ mol} \text{ et } \text{O}_2 \text{ est le réactif limitant.}$$

$$3. n_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O},\text{f}} = 2,8 \times 10^2 \text{ mol} ; m_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O},\text{f}} = 1,3 \times 10^4 \text{ g} = 13 \text{ kg}$$

24. Apprendre à rédiger

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser.

$$a. n_{\text{Fe}^{3+},\text{i}} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol} ; n_{\text{HO}^-,i} = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

b. $x_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$; Fe^{3+} est réactif limitant.

$$c. m_{\text{Fe(OH)}_3} = 0,11 \text{ g}$$

25. ★ Synthèse d'un savon

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser.

$$a. n_{\text{oléine},\text{i}} = \frac{m_{\text{olé}}}{M_{\text{olé}}} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{\text{Na}^+,i} = n_{\text{HO}^-,i} = c \times V = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

b. $x_{\text{max}} = 1,7 \times 10^{-2} \text{ mol}$: l'oléine est le réactif limitant.

$$c. m_{\text{savon},\text{f}} = n_{\text{savon},\text{f}} \times M_{\text{savon}} = 3x_{\text{max}} \times M_{\text{savon}} = 16 \text{ g}$$

26. ★ Synthèse de l'éthanoate de linalyle

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser.

$$a. \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 + \text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2$$

$$b. n_{\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3,\text{i}} = \frac{m_{\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3}}{M_{\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3}} = \frac{\rho_{\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3} \times V_{\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3}}{M_{\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3}} = 0,106 \text{ mol}$$

$$n_{\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O},\text{i}} = 2,8 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

c. $x_{\text{max}} = 2,8 \times 10^{-2} \text{ mol}$, le linalol est le réactif limitant.

$$d. n_{\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2,\text{f}} = 2,8 \times 10^{-2} \text{ mol} ; V_{\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_2,\text{f}} = 6,2 \text{ mL}$$

27. ★★ Acide oxalique

> COMPÉTENCES : Analyser, réaliser.

$$a. m_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4} = 5,2 \text{ g}$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4} = 5,8 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

b. Le mélange est stoechiométrique si :

$$\frac{n_{\text{MnO}_4^-,\text{i}}}{2} = \frac{n_{\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4,\text{i}}}{5} \text{ donc si } n_{\text{MnO}_4^-,\text{i}} = 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol.}$$

Si $n_{\text{MnO}_4^-,\text{i}} < 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$, alors MnO_4^- est le réactif limitant et la solution est incolore.

Si $n_{\text{MnO}_4^-,\text{i}} > 2,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$, alors $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ est le réactif limitant et la solution est violette.

28. In English Please

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser.

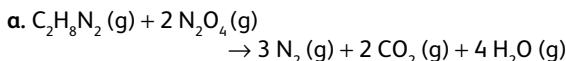
$$a. 2 \text{C}_8\text{H}_{18} + 25 \text{O}_2 \rightarrow 16 \text{CO}_2 + 18 \text{H}_2\text{O}$$

$$b. n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} = \frac{m_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}{M_{\text{C}_8\text{H}_{18}}} = \frac{\rho_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \times V_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}{M_{\text{C}_8\text{H}_{18}}} = \frac{d_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \times \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}{M_{\text{C}_8\text{H}_{18}}} = 6,6 \text{ mol}$$

c. $x_{\text{max}} = 3,3 \text{ mol}$ (le dioxygène est en excès).

d. $n_{\text{CO}_2} = 16 x_{\text{max}} = 53 \text{ mol}$; $m_{\text{CO}_2} = 2,3 \text{ kg}$

29. ★★ S'auto-évaluer



b. $n_{\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2,i} = 8,33 \times 10^5 \text{ mol}$

c. $n_{\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2,i} = \frac{n_{\text{N}_2\text{O}_4,i}}{2}$ donc $n_{\text{N}_2\text{O}_4,i} = 1,67 \times 10^6 \text{ mol}$.

$n_{\text{N}_2,f} = 2,50 \times 10^6 \text{ mol}$; $n_{\text{CO}_2,f} = 1,67 \times 10^6 \text{ mol}$

$n_{\text{H}_2\text{O},f} = 3,33 \times 10^6 \text{ mol}$.

30. Testeur d'humidité

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, communiquer.

Le chlorure de cobalt $\text{CoCl}_2(\text{s})$ bleu réagit avec l'eau pour former le solide $\text{CoCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6(\text{s})$ rose. D'après l'équation de la réaction, si CoCl_2 est le réactif limitant, la couleur est rose. Si H_2O est le réactif limitant, la couleur est bleue. Le mélange initial est stœchiométrique si :

$$n_{\text{CoCl}_2,i} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O},i}}{6}$$

Si $n_{\text{CoCl}_2,i} < \frac{n_{\text{H}_2\text{O},i}}{6}$, alors CoCl_2 est le réactif limitant (rose).

Si $n_{\text{CoCl}_2,i} > \frac{n_{\text{H}_2\text{O},i}}{6}$, alors H_2O est le réactif limitant (bleu).

Lorsqu'on sèche le papier buvard, on élimine l'eau. L'eau étant le réactif limitant, le papier prend une teinte bleue. Lorsqu'on humidifie le papier buvard, on ajoute de l'eau. CoCl_2 devient le réactif limitant, le papier prend alors une teinte rose.

31. ★★ Taux d'alcoolémie

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser.

a. Il y a des espèces colorées dans cette réaction.

b. Voir le tableau en bas de page.

c. $n_1 = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$

d. $x_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$

e. $n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = n_1 - 2x = c'_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \times V$

f. $n_1 - 2x = c'_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} \times V = \frac{A}{150} V$ donc

$$x = \frac{1}{2} (n_1 - \frac{A_{420}}{150} \times V) = (10 - 4A_{420}) \times 10^{-5}.$$

g. $x_{\text{max}} = 4,4 \times 10^{-6} \text{ mol} < 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ donc l'éthanol est réactif limitant.

h. $n_0 = 3x_{\text{max}} = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol}$; $m_{\text{C}_2\text{H}_6\text{O},i} = 6,1 \times 10^{-4} \text{ g}$ dans 2,0 mL de sang.

EXERCICES Vers le Bac

Les fiches-guides permettant d'évaluer ces exercices par compétences sont disponibles sur le site : www.nathan.fr/sirius2015

32. ANALYSE ET SYNTHÈSE DE DOCUMENTS

Les gouttières en zinc

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser.

Éléments de réponse

Seule la forme du zinc change, les autres paramètres sont maintenus constants.

Pour l'expérience 1, il n'y a plus d'évolution de l'avancement : $x_{\text{max}} = 7,6 \text{ mmol}$. Pour l'expérience 2, l'avancement maximal n'est pas atteint au bout de 250 min. Pour l'expérience 3, l'avancement maximal n'est pas atteint au bout de 250 min. Et à cette date, l'avancement est plus faible que dans l'expérience 2.

La poudre de zinc réagit plus rapidement avec l'acide que la grenaille de zinc. Elle offre une plus grande surface de contact avec la solution donc une réaction plus rapide. Pour l'expérience 3, l'avancement croît de façon très lente. Il n'y a presque pas de réaction entre le zinc et la solution d'acide. La couche de carbonate de zinc protège le métal de la réaction avec l'acide.

33. RÉSOLUTION DE PROBLÈME

Paracétamol

> COMPÉTENCES : S'approprier, analyser, réaliser.

Équation : $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO} + \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2 + \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

Quantités de matière initiale :

$$n_{\text{anhydride}} = \frac{m_{\text{anhydride}}}{M_{\text{anhydride}}} = \frac{p_{\text{anhydride}} \times V}{M_{\text{anhydride}}} = \frac{1,082 \times 12,0}{102}$$

$$= 1,27 \times 10^{-1} \text{ mol}$$

$$n_{\text{para-aminophénol}} = \frac{m_{\text{para-aminophénol}}}{M_{\text{para-aminophénol}}} = \frac{10,0}{109} = 9,17 \times 10^{-2} \text{ mol}.$$

Avancement maximal : $n_{\text{p,max}} = x_{\text{max}} = 9,17 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

Le réactif limitant est la para-aminophénol.

Quantité de matière de paracétamol réellement obtenue : $n_p = \frac{m_p}{M_p} = \frac{10,8}{151} = 7,15 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

Rendement de la synthèse :

$$r = \frac{n_p}{n_{\text{p,max}}} = \frac{7,15 \times 10^{-2}}{9,17 \times 10^{-2}} = 78,0 \text{ %}.$$

34. ÉVALUATION DES COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES

Un antiseptique

Pour cet exercice, se reporter à la fiche-guide disponible sur le site : www.nathan.fr/sirius2015

Tableau de la question b. de l'exercice 31 :

Équation		$3 \text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{aq}) + 2 \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + 16 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 3 \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{aq}) + 4 \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 11 \text{H}_2\text{O}(\ell)$	Quantités de matière (mol)					
État	Avancement		n_0	n_1	$n_{\text{H}^+,\text{i}}$	0	0	0
initial	0							
en cours	x		$n_0 - 3x$	$n_1 - 2x$	$n_{\text{H}^+,\text{i}} - 16x$	$3x$	$4x$	$11x$
final	x_{max}		$n_0 - 3x_{\text{max}}$	$n_1 - 2x_{\text{max}}$	$n_{\text{H}^+,\text{i}} - 16x_{\text{max}}$	$3x_{\text{max}}$	$4x_{\text{max}}$	$11x_{\text{max}}$