

Compétences exigibles

- Réaliser un bilan de matière ou tableau d'avancement ;
- Connaître l'état réactionnel à tout instant ;
- Déterminer si un mélange est stoechiométrique ;
- Trouver le réactif limitant.

1 Bilan de matière

Considérons la réaction de combustion du carbone $C_{(s)}$ dans le dioxygène, d'équation-bilan :

.....

1.1 État initial

Supposons que l'on dispose de 0,030 mol de carbone et de 0,010 mol de dioxygène. Pour représenter cet état initial, on note « État Initial » EI :

Équation			
EI (mol)			

1.2 Au cours de la transformation

Notons x la quantité de dioxyde de carbone CO_2 produit par la réaction. Il a été consommé ... mol de carbone C et ... mol de dioxygène O_2 . Pour représenter un état intermédiaire quelconque, de la transformation chimique en train de se dérouler, on note « En Cours » EC :

Équation			
EI (mol)			
EC (mol)			

1.3 État final

Lorsque la transformation s'effectue, x croît de la valeur zéro jusqu'à une valeur maximale x_{max} , correspondant à

l'achèvement de la réaction, c'est-à-dire à la disparition du

On détermine la valeur de x_{max} en écrivant que les quantités de réactifs sont positives ou nulles :

$$\begin{cases} n_C = \\ n_{O_2} = \end{cases}$$

$$\Rightarrow \left\{ \right.$$

Ces deux inéquations sont satisfaites pour la condition la plus restrictive :

On dit alors que le est le

On peut alors représenter l'état final. On note « État Final » EF :

Équation			
EI (mol)			
EC (mol)			
EF (mol)			

Parfois le tableau fait explicitement apparaître une case pour les quantités de matière de l'avancement : voir ci-dessous.

Équation	Avancement			
EI (mol)				
EC (mol)				
EF (mol)				

2 Généralisation

2.1 Avancement d'une réaction

Lorsque la transformation chimique s'effectue, on dit que la réaction « avance ».

1

.....

.....

.....

.....

Elle permet d'exprimer les quantités de matière des réactifs et des produits.

2.2 Avancement maximal

L'avancement maximal x_{\max} s'obtient en écrivant que les quantités de réactifs restent positives ou nulles ; il permet de déterminer l'état de la transformation.

2.3 Proportions stoechiométriques

Lorsqu'à l'état initial les réactifs sont dans les , les quantités de matière des réactifs s'annulent simultanément.

Tous les réactifs sont limitants (ou plutôt, aucun réactif n'est le réactif limitant).

2.4 Tableau descriptif

Le tableau d'avancement complet est appelé « tableau descriptif ».

2

.....

.....

.....

.....

3 Exemples

3.1 Exemple 1

Soit une solution de sulfate de cuivre $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ de volume $V_1 = 100 \text{ mL}$ et de concentration $c_1 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. On verse $V_2 = 10 \text{ mL}$ d'une solution d'hydroxyde de sodium $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ de concentration $c_2 = 0,60 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

- Donner l'équation-bilan de la réaction.
- Effectuer un bilan de matière.

3.2 Exemple 2

Soit 0,72 L de dihydrogène $\text{H}_{2(\text{g})}$ et 0,24 L de dioxygène $\text{O}_{2(\text{g})}$. On initie la réaction entre les deux gaz avec une étincelle ou une flamme. Donnée : volume molaire des gaz : $V_m = 24,0 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

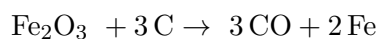
- Donner l'équation bilan de la réaction.
- Effectuer un bilan de matière.
- Représenter sur un même graphique les quantités de dihydrogène n_{H_2} et de dioxygène n_{O_2} en fonction de l'avancement x de la réaction.
- Recommencer le bilan de matière dans l'hypothèse où 100 mL d'eau sont déjà présents à l'état initial.

4 Exercices du chapitre 6 (suite et fin !)

Tableau d'avancement

6.9 Métallurgie du fer

On considère l'équation chimique d'obtention du fer métallique à partir de son minerai :



On réalise la transformation chimique correspondante, à partir des quantités de matière initiales suivantes : 0,5 mol d'oxyde de fer et 1,7 mol de carbone.



Coulée d'un haut-fourneau.

- Construire le tableau récapitulatif de la transformation.
- Déterminer l'avancement maximal de la réaction.
- Quel est le réactif limitant ?

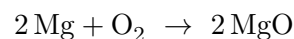
6.10 N° 4 p. 94 – Coloration d'une solution

Un peu d'avance pour la Terminale...

6.13 N° 19 p. 97 – Dosage de l'eau de Dakin

6.11 L'ancêtre du flash

Pour obtenir une lumière flash, les premiers photographes faisaient brûler un morceau de magnésium dans l'air. L'équation chimique de cette combustion s'écrit :



On réalise la combustion complète de 2,0 g de magnésium.



Illustration de l'utilisation d'un flash au magnésium.

- Calculer la quantité de magnésium brûlée.
- Déterminer l'avancement maximal de la réaction et en déduire les quantités de matière de dioxygène consommée et d'oxyde de magnésium MgO produite.
- Calculer la masse d'oxyde de magnésium produite.
- Calculer le volume de dioxygène consommé.

6.12 N° 5 p. 95 – Acide chlorhydrique et Mg

6.14 N° 21 p. 98 – Suivi cinétique

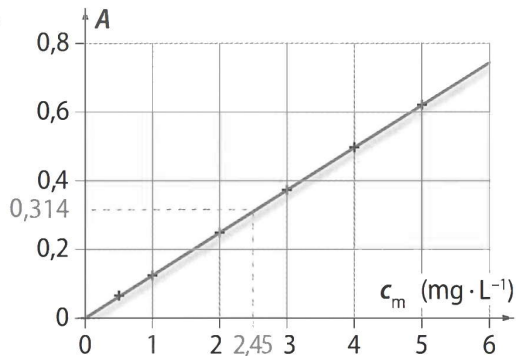
5 Correction des exercices du chapitre 6 (suite)

Dosage par étalonnage

6.7 N° 15 p. 96 – Dosage du bleu de méthylène

1. On doit se placer à λ_{\max} , soit 660 nm environ.

2.



3. a. D'après la courbe d'étalonnage, la concentration massique du bleu de méthylène dans la solution diluée est $2,45 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

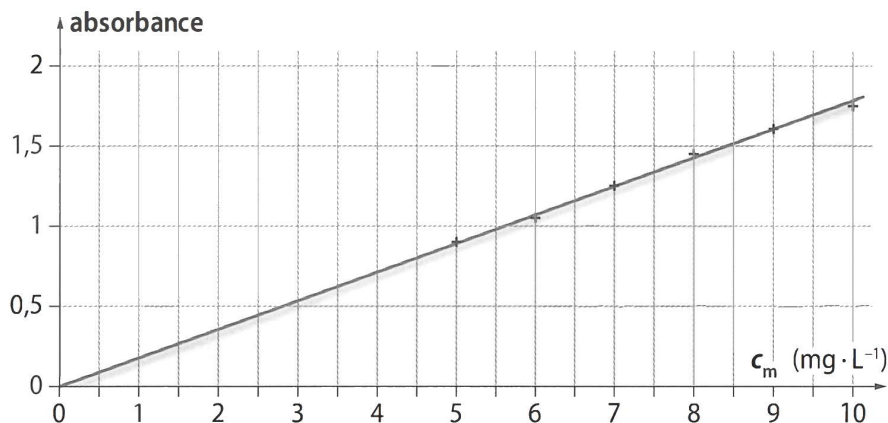
b. La concentration massique du bleu de méthylène dans la solution commerciale est $100 \times 2,45 = 245 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

6.8 N° 20 p. 98 – Dosage d'un comprimé de fer

1. a. Pour réaliser la solution 1, il faut un bécher pour contenir la solution S, une burette graduée ou une pipette jaugée de 25,0 mL pour prélever et verser la solution S, ainsi qu'une fiole jaugée de 50,0 mL.

b. La solution 1 est obtenue par dilution de la solution S. Au cours de la dilution, la masse de fer ne change pas. On a donc : $c_m \cdot V = c_1 \cdot V_1$. Soit : $c_1 = (c_m \cdot V)/V_1 = 20,0 \times 10^{-3} \times 25,0/50,0 = 10,0 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

c. Le graphe représentant A en fonction de c_m a l'allure suivante :



Le coefficient directeur de cette droite vaut : $1,8/10 = 0,18 \text{ L} \cdot \text{mg}^{-1}$. On a donc $A = 0,18c$, avec c en $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

2. a. On a $c'_m = A/0,18 = 1,35/0,18 = 7,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ dans le mélange.

b. Le mélange, de volume noté V_T , a été obtenu par dilution de la solution S_0 . La masse d'ions fer ne changeant pas, on a : $c''_m \cdot V_0 = c'_m \cdot V_T$. Donc $c''_m = c'_m \cdot V_T/V_0 = (7,5 \times 50,0)/5,00 = 75 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ dans S_0 .

c. Le comprimé a été dissous dans un litre de solution. Un comprimé contient donc 75 mg d'ions Fe^{2+} . L'écart relatif vaut $(80 - 75)/80 = 6,3 \%$.