

TP 7.2 – Se chauffer au gaz

Objectifs :

- ▶ Ajuster une réaction chimique à l'aide de coefficients stœchiométriques.
- ▶ Comprendre la notion de réaction endothermique et exothermique.
- ▶ Calculer le volume de gaz nécessaire pour faire bouillir 1 L d'eau.
- ▶ Réaliser des dissolutions en respectant les consignes de sécurité.

Contexte : Dans les chaudières à gaz (chauffe-eau) ou dans les cuisinières à gaz, on utilise la combustion du méthane pour chauffer de l'eau ou des aliments.

→ **Quelle est la réaction chimique de la combustion du méthane ?**

Document 1 – La combustion du méthane

Le méthane CH_4 réagit avec le dioxygène O_2 lors de sa combustion pour former deux produits. La combustion produit deux gaz :

- de la vapeur d'eau H_2O , identifiée avec du sulfate de cuivre anhydre ;
- du dioxyde de carbone CO_2 , identifié avec de l'eau de chaux.

1 – Lister les réactifs et les produits de la réaction de combustion du méthane.

.....

.....

2 – Écrire la réaction chimique de combustion du méthane, en précisant les états physiques de chaque espèce chimique.

.....

.....

Document 2 – Ajustage d'une réaction

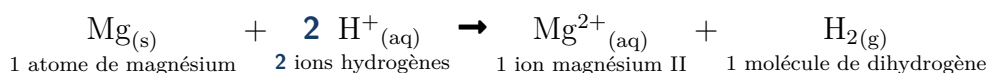
Au cours d'une réaction chimique, les éléments chimiques présents dans les réactifs se réarrangent pour former des produits et les liaisons chimiques changent.

Il y a **conservation**

- **des éléments chimiques ;**
- **de la charge électrique** totale.

Pour assurer cette **conservation**, il faut **ajuster** la réaction chimique avec des coefficients devant les éléments chimiques. Ces coefficients sont appelés **coefficient stœchiométrique**.

Exemple de la réaction d'un acide avec du magnésium :



On vérifie bien qu'il y a le même nombre de charges positives, de magnésium Mg et d'hydrogène H, dans l'état initial et dans l'état final.

3 – Ajuster la réaction de combustion du méthane à l'aide de coefficients stœchiométriques. Commencer par ajuster le nombre d'atomes d'hydrogène.

.....

.....

Document 3 – Le propane

Parfois le gaz utilisé pour se chauffer est du propane et non du méthane. La formule chimique de la molécule de propane est C_3H_8 . Le propane réagit avec le dioxygène et sa combustion forme les mêmes produits que la combustion du méthane.

4 – Écrire la réaction de combustion du propane ajustée avec des coefficients stœchiométriques. Préciser l'état physique des réactifs et des produits.

.....

.....

Document 4 – L'eau de chaux

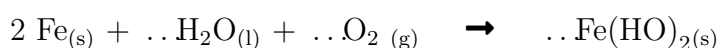
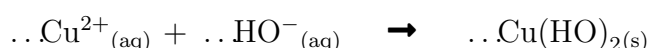
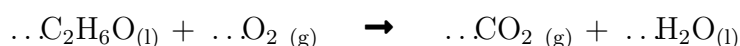
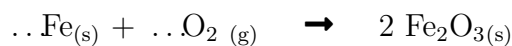
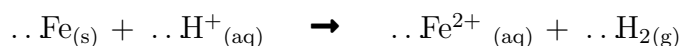
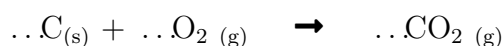
L'eau de chaux est une solution aqueuse saturée en ion calcium Ca^{2+} et en ion hydroxyde HO^- . En réagissant avec le dioxyde de carbone CO_2 , l'eau de chaux forme du calcaire $CaCO_3$ et de l'eau H_2O

5 – Écrire la réaction de formation du calcaire dans l'eau de chaux en présence de dioxyde de carbone et l'ajuster avec des coefficients stœchiométriques.

.....

.....

6 – Ajuster les réactions chimiques suivantes en écrivant, si nécessaire, les coefficients stœchiométriques devant chaque élément chimique :



7 – Pour travailler la notion d'ajustement :

8 – Pour aller plus loin :



Document 5 – Réaction endothermique et exothermique

Une transformation endothermique nécessite d'absorber de l'énergie pour avoir lieu. Cette perte d'énergie sous forme de transfert thermique implique un abaissement de la température du milieu extérieur.

Pour une réaction chimique en solution, la solution va donc voir sa **température diminuer** si la réaction est **endothermique**.

Il est ainsi possible de faire baisser la température chimiquement, par exemple si on dissout dans de l'eau une espèce chimique dont la dissolution est endothermique.

Inversement, la solution va voir sa **température augmenter** si la réaction chimique est **exothermique**.

Document 6 – Le chlorure de sodium


Le chlorure de sodium NaCl est un solide blanc à température ambiante : c'est le sel de table.

Le chlorure de sodium est soluble dans l'eau jusqu'à une certaine limite : on ne pourra dissoudre que 3,52 g dans 10 mL d'eau à 20 °C.

Lors de la dissolution du chlorure de sodium dans l'eau, il se dissocie en ses ions constitutifs : les ions sodium Na^+ , et les ions chlorure Cl^- .

Document 7 – L'hydroxyde de sodium


L'hydroxyde de sodium NaOH compose la soude, qui est utilisée pour déboucher les canalisations.

 L'hydroxyde de sodium est fortement corrosif, on portera donc des gants, une blouse et des lunettes pendant toutes les manipulations.

Dans l'eau, NaOH se dissocie en ses ions constitutifs : les ions sodium Na^+ , et les ions hydroxyde HO^- .

Document 8 – Dissolution à réaliser

- ▶ Prendre 2 béchers et verser dans chacun 10 mL d'eau distillée.
- ▶ Mesurer la masse d'eau distillée versée $m_{\text{eau}} = \dots\dots\dots$
- ▶ Mesurer la température initiale de l'eau des deux béchers.
- ▶ Ajouter $m_1 = 3,0 \text{ g}$ de chlorure de sodium dans un bécher.
- ▶ Peser la masse d'une pastille de soude $m_2 = \dots\dots\dots$
- ▶ Ajouter la pastille de soude dans l'autre bécher.
- ▶ Mesurer la température finale de l'eau des deux béchers après une dizaine de secondes.

 Réaliser les dissolutions demandées dans le document 8. Noter les mesures de températures dans le tableau suivant :

	Température initiale T_i	Température finale T_f	Variation de température $\Delta T = T_f - T_i$
Bécher 1			
Bécher 2			

9 — Parmi les deux dissolution, indiquer laquelle est exothermique et laquelle est endothermique. Justifier.

10 — Calculer l'énergie libérée par les deux réactions de dissolution $E = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T$. **Donnée :** La capacité thermique de l'eau vaut $c_{\text{eau}} = 4,180 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

Document 9 – Énergie de combustion du méthane

Comme la réaction de dissolution de la soude, la combustion du méthane libère de l'énergie. L'énergie libérée dépend du volume de gaz qui est brûlé. L'énergie de combustion volumique du méthane est $E_V = 3,641 \times 10^4 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3}$, donc l'énergie libérée quand on brûle un volume V de gaz est simplement

$$E = E_V \times V$$

Comme on connaît la capacité thermique massique de l'eau, on peut calculer l'énergie nécessaire pour faire bouillir 1 litre d'eau :

$$\begin{aligned} E &= m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T \\ E_V \times V &= \rho_{\text{eau}} \times V_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T \end{aligned}$$

On peut diviser par E_V des deux côté de l'équation pour calculer le volume de gaz nécessaire pour faire bouillir un volume donné d'eau :

$$V = \frac{\rho_{\text{eau}} c_{\text{eau}}}{E_V} V_{\text{eau}} \Delta T$$

Données :

- $\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
- $c_{\text{eau}} = 4,180 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$

11 — Rappeler la température d'ébullition de l'eau.

12 — Calculer ΔT si on veut faire bouillir de l'eau initialement à 20°C .

13 — Calculer le volume de gaz nécessaire pour faire bouillir 1 litre d'eau initialement à 20°C .