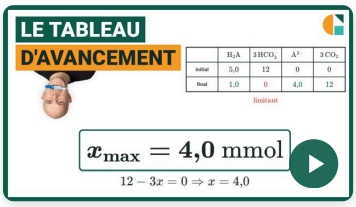
Exercices corrigés

Tableau d'avancement : avancement maximal et réactif limitant

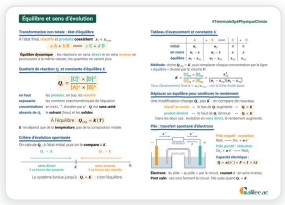
Sens d'évolution et équilibre chimique • Compétence 1 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T6-1



La fiche de cours

Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/equilibre-sens-evolution

Exercice 1

Aluminium et acide chlorhydrique

De l'aluminium réagit avec de l'acide chlorhydrique. La transformation est totale :

$$2\,\mathrm{Al(s)} + 6\,\mathrm{H_3O^+(aq)} \longrightarrow 2\,\mathrm{Al^{3+}(aq)} + 3\,\mathrm{H_2(g)} + 6\,\mathrm{H_2O(\ell)}$$

À l'état initial : $n_1 = 8{,}0$ mmol d'aluminium et $n_2 = 30{,}0$ mmol d'ions oxonium. Le tableau d'avancement est donné ci-contre.

	2 Al	6 H_3O^+	2 Al^{3+}	3 H_2
initial	n_1	n_2	0	0
en cours	$n_1 - 2x$	$n_2 - 6x$	2x	3x
final	?	?	?	?

1) Calculer l'avancement x pour lequel la quantité d'aluminium deviendrait nulle.

2) Calculer l'avancement x pour lequel la quantité d'ions oxonium deviendrait nulle.

3) En déduire l'avancement maximal x_{max}.

4) Identifier le réactif limitant, puis calculer la quantité restante de chaque réactif à l'état final.

5) Calculer la quantité de dihydrogène formée.

Exercice 2

La soudure des rails par aluminothermie

Pour souder deux rails, on enflamme un mélange de $m_1 = 16{,}0\ \text{g}$ d'oxyde de fer et de $m_2 = 4{,}30\ \text{g}$ d'aluminium. La transformation est totale :

$$\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\,\text{Al}(\text{s}) \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\,\text{Fe}(\ell)$$

Données : masses molaires, en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: oxyde de fer Fe_2O_3 159,7 ; aluminium 27,0 ; fer 55,8 ; $n = \dfrac{m}{M}$.



1) Calculer la quantité initiale d'oxyde de fer.

2) Calculer la quantité initiale d'aluminium.

3) Déterminer l'avancement maximal x_{max}.

4) Identifier le réactif limitant.

5) Calculer la masse de fer formée.

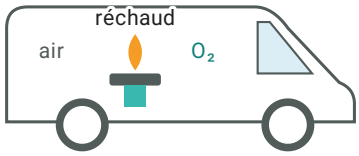
Exercice 3

Type bac : le réchaud dans le fourgon

Dans un fourgon fermé, un réchaud brûle $m = 110\ \text{g}$ de propane. L'air du fourgon contient $V = 400\ \text{L}$ de dioxygène. On modélise la combustion par une transformation totale :

$$\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5\,\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\,\text{CO}_2(\text{g}) + 4\,\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$

Données : $M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44{,}0\ \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $n = \dfrac{m}{M}$; pour un gaz, $n = \dfrac{V}{V_\text{m}}$, avec $V_\text{m} = 24{,}0\ \text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$.



1) Calculer la quantité initiale de propane.

2) Calculer la quantité initiale de dioxygène.

3) Construire le tableau d'avancement et déterminer l'avancement maximal x_{max}.

4) Identifier le réactif limitant.

5) Calculer la quantité de dioxyde de carbone formée.

6) Calculer la quantité du réactif en excès qui reste à l'état final.

Tableau d'avancement : avancement maximal et réactif limitant

Sens d'évolution et équilibre chimique • Compétence 1 • Terminale spécialité physique-chimie

Exercice 1 Aluminium et acide chlorhydrique

1) L'aluminium disparaît quand $n_1 - 2x = 0$:

$$x = \frac{n_1}{2} = \frac{8{,}0}{2} = 4{,}0 \text{ mmol}$$

2) L'ion oxonium disparaît quand $n_2 - 6x = 0$:

$$x = \frac{n_2}{6} = \frac{30{,}0}{6} = 5{,}0 \text{ mmol}$$

3) La transformation s'arrête dès qu'un réactif manque : l'avancement ne dépasse pas la plus petite des deux valeurs.

$$x_{\max} = 4{,}0 \text{ mmol}$$

4) La plus petite valeur est celle obtenue pour l'aluminium : c'est le réactif limitant. À l'état final, il reste $8{,}0 - 2 \times 4{,}0 = 0$ mmol d'aluminium et $30{,}0 - 6 \times 4{,}0 = 6{,}0$ mmol d'ions oxonium.

l'aluminium

5) D'après la dernière colonne du tableau, il se forme $3x$ de dihydrogène :

$$n(\text{H}_2) = 3 \times x_{\max} = 3 \times 4{,}0 = 12 \text{ mmol}$$

Exercice 2 La soudure des rails par aluminothermie

1) $n = \dfrac{m}{M}$:

$$n_1 = \frac{16{,}0}{159{,}7} \approx 0{,}100 \text{ mol}$$

2) De même :

$$n_2 = \frac{4{,}30}{27{,}0} \approx 0{,}159 \text{ mol}$$

3) À l'avancement x, il reste $n_1 - x$ d'oxyde de fer et $n_2 - 2x$ d'aluminium. L'oxyde de fer serait épuisé pour $x = n_1 \approx 0{,}100$ mol, l'aluminium pour $x = \dfrac{n_2}{2} = 0{,}0795$ mol. On garde la plus petite valeur :

$$x_{\max} = 0{,}0795 \text{ mol}$$

4) Cette valeur est celle obtenue pour l'aluminium : c'est le réactif limitant, entièrement consommé.

l'aluminium

5) Il se forme $2x_{\max}$ de fer :

$$m(\text{Fe}) = 2 \times x_{\max} \times M(\text{Fe}) = 2 \times 0{,}0795 \times 55{,}8 \approx 8{,}87 \text{ g}$$

Exercice 3 Type bac : le réchaud dans le fourgon

1) $n = \dfrac{m}{M}$:

$$\boxed{n_1 = \frac{110}{44{,}0} = 2{,}50 \text{ mol}}$$

2) Pour un gaz, $n = \dfrac{V}{V_\text{m}}$:

$$\boxed{n_2 = \frac{400}{24{,}0} \approx 16{,}7 \text{ mol}}$$

3) À l'avancement x, il reste $n_1 - x$ de propane et $n_2 - 5x$ de dioxygène. Le propane serait épuisé pour $x = n_1 = 2{,}50$ mol, le dioxygène pour $x = \dfrac{n_2}{5} = 3{,}34$ mol. On garde la plus petite valeur :

$$\boxed{x_\text{max} = 2{,}50 \text{ mol}}$$

4) Cette valeur est celle obtenue pour le propane : c'est le réactif limitant. Quand le dioxygène vient à manquer, la combustion devient incomplète et produit du monoxyde de carbone, toxique : un réchaud ne s'utilise pas dans un espace fermé.

$$\boxed{\text{le propane}}$$

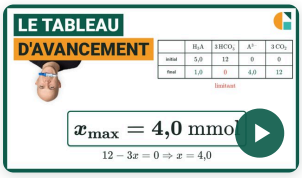
5) Il se forme $3x_\text{max}$ de dioxyde de carbone :

$$\boxed{n(\text{CO}_2) = 3 \times 2{,}50 = 7{,}50 \text{ mol}}$$

6) Le réactif en excès a pour coefficient 5 dans l'équation : il en a disparu $5 \times x_\text{max}$.

$$\boxed{n_\text{restant} = 16{,}7 - 5 \times 2{,}50 = 4{,}2 \text{ mol}}$$

Il reste $4{,}2$ mol de dioxygène.



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T6-1

Tableau d'avancement, avancement maximal : exercices PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Tableau d'avancement d'une transformation totale : écrire les quantités à l'état initial et en cours de transformation, chercher pour chaque réactif l'avancement qui annule sa quantité, garder la plus petite valeur pour obtenir l'avancement maximal et le réactif limitant, puis calculer les quantités et les masses ou volumes formés. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.