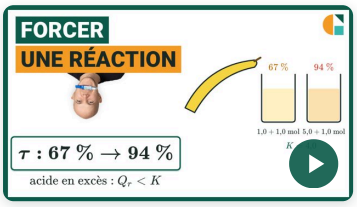
Exercices corrigés

Déplacer un équilibre : ajout, retrait, excès de réactif

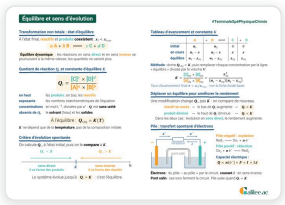
Sens d'évolution et équilibre chimique • Compétence 7 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

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

galilee.ac/V/T6-7



La fiche de cours

Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/equilibre-sens-evolution

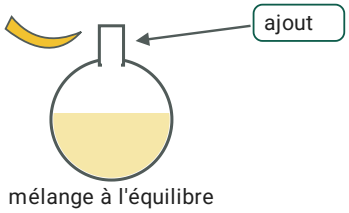
Exercice 1

L'arôme de banane : un ajout d'eau

La synthèse de l'arôme de banane est une estérification :

$$\text{acide} + \text{alcool} \rightleftharpoons \text{ester} + \text{eau} \qquad K = 4{,}0$$

Données : $Q_\text{r} = \dfrac{n(\text{ester}) \times n(\text{eau})}{n(\text{acide}) \times n(\text{alcool})}$; un système hors d'équilibre évolue spontanément de façon que son quotient de réaction Q_r se rapproche de K. Un mélange est à l'équilibre : il contient $0{,}40\ \text{mol}$ d'ester, $0{,}40\ \text{mol}$ d'eau, $0{,}20\ \text{mol}$ d'acide et $0{,}20\ \text{mol}$ d'alcool. On y ajoute $0{,}10\ \text{mol}$ d'eau.



1) Calculer le quotient de réaction juste après l'ajout.

2) Comparer ce quotient de réaction à K.

3) Dans quel sens le système évolue-t-il ?

4) Comment varie la quantité d'ester pendant cette évolution ?

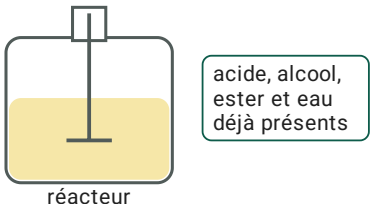
Exercice 2

Un réacteur d'estérification

On introduit dans un réacteur $0{,}20\ \text{mol}$ d'acide, $0{,}40\ \text{mol}$ d'alcool, $0{,}30\ \text{mol}$ d'ester et $0{,}40\ \text{mol}$ d'eau.

$\text{acide} + \text{alcool} \rightleftharpoons \text{ester} + \text{eau} \qquad K = 4{,}0$

Données : $Q_\text{r} = \dfrac{n(\text{ester}) \times n(\text{eau})}{n(\text{acide}) \times n(\text{alcool})}$; un système hors d'équilibre évolue spontanément de façon que son quotient de réaction Q_r se rapproche de K.



1) Calculer le quotient de réaction initial.

2) Dans quel sens le système évolue-t-il ? Justifier.

3) Une fois l'équilibre atteint, proposer une action sur la composition du mélange qui permet d'obtenir davantage d'ester. Justifier.

4) Quel est l'effet d'un catalyseur sur l'état d'équilibre ?

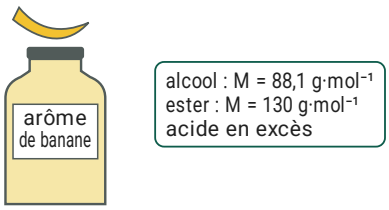
Exercice 3

Type bac : la synthèse de l'arôme de banane

On chauffe $m = 8{,}8\ \text{g}$ d'alcool avec $0{,}30\ \text{mol}$ d'acide éthanoïque, en excès. À l'état final, on a obtenu $m' = 11{,}7\ \text{g}$ d'ester, l'arôme de banane.

$\text{acide} + \text{alcool} \rightleftharpoons \text{ester} + \text{eau} \qquad K = 4{,}0$

Données : $Q_\text{r} = \dfrac{n(\text{ester}) \times n(\text{eau})}{n(\text{acide}) \times n(\text{alcool})}$; un système hors d'équilibre évolue spontanément de façon que son quotient de réaction Q_r se rapproche de K. Masses molaires : alcool $88{,}1\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; ester $130\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $n = \dfrac{m}{M}$; taux d'avancement final $\tau = \dfrac{x_\text{f}}{x_\text{max}}$.



1) Calculer la quantité initiale d'alcool.

2) Calculer la quantité d'ester obtenue.

3) Calculer le taux d'avancement final, en pourcentage.

4) Quel est l'intérêt de mettre l'acide en excès ? Justifier avec le quotient de réaction.

5) Avec autant d'acide que d'alcool (n chacun), l'avancement final x vérifie $\dfrac{x^2}{(n-x)^2} = K$. Calculer le taux d'avancement final dans ce cas.

Déplacer un équilibre : ajout, retrait, excès de réactif

Exercice 1 L'arôme de banane : un ajout d'eau

1) Après l'ajout, le mélange contient $0{,}50\ \text{mol}$ d'eau ; les autres quantités n'ont pas changé.

$$Q_\text{r} = \frac{0{,}40 \times 0{,}50}{0{,}20 \times 0{,}20} = 5{,}0$$

2) Avant l'ajout, le système était à l'équilibre : $Q_\text{r} = K = 4{,}0$. Un produit a été ajouté : le numérateur de Q_r a augmenté. Maintenant $Q_\text{r} = 5{,}0$: il est supérieur à K.

$$Q_\text{r} > K$$

3) Un système évolue spontanément de façon que Q_r se rapproche de K. Ici Q_r est supérieur à K : il doit diminuer, l'évolution se fait dans le sens inverse.

sens inverse

4) Dans le sens inverse, l'ester et l'eau sont consommés, l'acide et l'alcool se reforment. L'ester est un produit de l'équation : sa quantité diminue, jusqu'à ce que Q_r soit de nouveau égal à 4,0.

elle diminue

Exercice 2 Un réacteur d'estérification

1)

$$Q_{\text{r,i}} = \frac{0{,}30 \times 0{,}40}{0{,}20 \times 0{,}40} = 1{,}5$$

2) $Q_{\text{r,i}} = 1{,}5$ est inférieur à K ($K = 4{,}0$) : le système évolue dans le sens direct, jusqu'à ce que Q_r soit égal à K.

sens direct

3) À l'équilibre, $Q_\text{r} = K$. Retirer l'eau, un produit, fait repasser Q_r sous K : le système évolue de nouveau dans le sens direct et forme de l'ester. Ajouter de l'eau ferait l'inverse ; attendre ne change rien, puisque le système n'évolue plus.

retirer l'eau formée

4) Un catalyseur accélère la transformation dans les deux sens : l'équilibre est atteint plus vite, mais ni K ni les quantités ne changent, l'état final est le même.

équilibre atteint plus vite, même état final

Exercice 3 Type bac : la synthèse de l'arôme de banane

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

$$n(\text{alcool}) = \frac{8{,}8}{88{,}1} \approx 0{,}0999\ \text{mol}$$

2) De même :

$$n(\text{ester}) = \frac{11{,}7}{130} = 0{,}0900\ \text{mol}$$

Exercice 3 (suite) Type bac : la synthèse de l'arôme de banane

3) L'acide est en excès : l'alcool est le réactif limitant et $x_{\max} \approx 0{,}0999\ \text{mol}$. L'avancement final est la quantité d'ester obtenue.

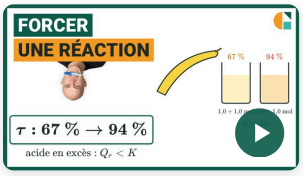
$$\tau = \frac{x_\text{f}}{x_{\max}} = \frac{0{,}0900}{0{,}0999} \approx 0{,}901 \quad \text{soit} \quad 90{,}1\ \%$$

4) Avec plus d'acide, le dénominateur de $Q_\text{r} = \dfrac{n(\text{ester}) \times n(\text{eau})}{n(\text{acide}) \times n(\text{alcool})}$ est plus grand : Q_r reste inférieur à K plus longtemps et la transformation avance plus loin dans le sens direct. Le taux d'avancement augmente ; K, qui ne dépend que de la température, ne change pas.

augmenter le taux d'avancement final

5) Avec un mélange en quantités égales, $\dfrac{x^2}{(n-x)^2} = 4{,}0$ donne $\dfrac{x}{n-x} = 2$, soit $\tau = \dfrac{2}{3} \approx 67\ \%$: le taux d'avancement aurait été plus petit.

$\tau \approx 67\ \%$



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

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

galilee.ac/V/T6-7

Déplacer un équilibre chimique : exercices corrigés PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Déplacer un équilibre chimique : après un ajout ou un retrait d'espèce, recalculer le quotient de réaction, le comparer à la constante d'équilibre, qui n'a pas changé, et prévoir le sens d'évolution ; mettre un réactif en excès ou éliminer un produit augmente le taux d'avancement final, un catalyseur ne fait qu'accélérer l'atteinte de l'équilibre. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.