

## CTM – TD 1

# Description et transformation des systèmes physico-chimiques

## Méthodes, compétences et savoirs-faire

### 1 - Cahier d'entraînement

Fiche d'entraînement n°21 – Fondamentaux de la chimie des solutions – Exercices 1 à 4 et 17 à 21

Fiche d'entraînement n°22 – Fondamentaux de la chimie en phase gazeuse

Fiche d'entraînement n°23 – Réactions chimiques

### 2 - Masse, volume et densité

1. Calculer la masse volumique de la vapeur d'eau (c'est-à-dire le gaz  $\text{H}_2\text{O}$ ), sous pression atmosphérique et à sa température d'ébullition normale, en l'assimilant à un gaz parfait.
2. Calculer la masse d'air (considéré comme un mélange de gaz parfaits, constitué de 80 % de diazote et de 20 % de dioxygène) contenue dans le volume  $V = 1 \text{ L}$ , sous la pression  $p = 1 \text{ bar}$  et à la température  $T = 300 \text{ K}$ .

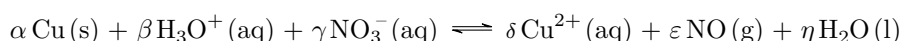
Données :  $M_{\text{N}} = 14 \text{ g mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{O}} = 16 \text{ g mol}^{-1}$

Par définition, la densité d'un gaz  $A$  par rapport à un gaz  $B$  (les volumes étant pris dans les mêmes conditions de température et de pression), est le quotient de la masse volumique de  $A$  par celle de  $B$ .

3. Donner l'expression de la densité d'un gaz de masse molaire  $M$  par rapport à l'air (les gaz étant considérés comme parfaits).
4. Calculer la densité de la vapeur d'eau par rapport à l'air.

### 3 - Conservation des éléments et de la charge électrique

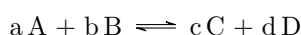
Équilibrer l'équation-bilan suivante en déterminant les valeurs de ses coefficients stœchiométriques. Pour cela, on réfléchira à la conservation de chacun des éléments et à l'équilibre des charges (autant de charges à gauche qu'à droite de l'équation).



## I - Avancement, conversion et dissociation



Soit :



On définit le taux de conversion (ou degré d'avancement)  $\tau_A$  d'un réactif  $A$  par le rapport de la quantité de matière de  $A$  ayant réagi et de la quantité de matière initiale de  $A$ <sup>1</sup>.

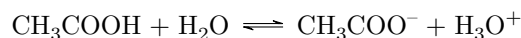
1. Exprimer  $\tau_A$  en fonction de l'avancement de réaction.
2. Dresser un tableau d'avancement entre l'état initial et un état intermédiaire quelconque faisant intervenir  $\tau_A$ .
3. Comment est modifié le tableau précédent si les réactifs sont initialement dans les proportions stœchiométriques ?

1. Ce rapport prend le nom de coefficient de dissociation lorsqu'un réactif *unique* se dissocie en plusieurs produits.

## II - Réaction acido-basique



On considère la réaction suivante en solution aqueuse :



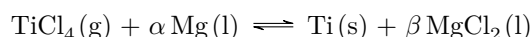
Sa constante d'équilibre vaut  $K = 10^{-4,8}$ . On part d'une concentration  $C_0 = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$  en acide éthanóïque.

1. Déterminer l'avancement volumique maximum  $x_{\max}$ .
2. En raisonnant sur la loi d'action des masses, établir une équation polynômiale vérifiée par  $x_{eq}$ .
3. Résoudre cette équation et donner la valeur de  $x_{eq}$ .
4. Conclure en donnant les différentes concentrations dans l'état final.

## III - Réduction du Titane



Le titane est un métal léger, dur et résistant à la corrosion qui intervient dans la fabrication de moteurs de fusée ou d'avion. Il est obtenu à une température de  $950^\circ\text{C}$  à  $1150^\circ\text{C}$  par la réaction du magnésium fondu sur le chlorure de titane IV au cours du procédé Kroll :



Au cours d'un essai en laboratoire, on mélange initialement uniquement 376 g de  $\text{TiCl}_4$  à 120 g de Mg. À l'équilibre, on obtient 72 g de Ti. On considère que le solide et les liquides sont purs.

Données :  $M_{\text{Mg}} = 24 \text{ g mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{Cl}} = 35 \text{ g mol}^{-1}$  ;  $M_{\text{Ti}} = 48 \text{ g mol}^{-1}$ .

1. Déterminer les coefficients stœchiométriques  $\alpha$  et  $\beta$ .
2. Quel est le réactif limitant ?
3. Quel est le rendement  $\eta$  de la réaction ? On prendra comme définition du rendement :  $\eta = \frac{\xi_f}{\xi_{\max}}$ .
4. Quelle masse du réactif en excès reste-t-il à la fin de la réaction ?

## IV - Système hétérogène



On considère la dissociation du calcaire (carbonate de calcium) en chaux (oxyde de calcium), selon la réaction :



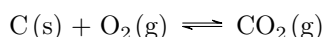
Dans un récipient de volume  $V = 10 \text{ L}$  préalablement vide, on introduit 10 mmol de calcaire à la température  $T = 1100 \text{ K}$  fixée. À cette température,  $K^\circ = 0,358$ .

Déterminer le sens d'évolution et l'état final. Conclusion ?

## V - Préparation du dioxyde de carbone



Un récipient fermé contient initialement du carbone solide en excès, du dioxygène gazeux et du dioxyde de carbone gazeux avec des pressions initiales respectives de 0,02 et 0,001 bar. La transformation chimique peut être modélisée par :



pour laquelle on donne, à  $T = 298 \text{ K}$ ,  $K^\circ = 1,4 \cdot 10^{69}$ .

1. Sans aucun calcul, expliquer pourquoi l'état final est un équilibre.
2. Comparer  $Q_{r,i}$  et  $K^\circ$  et en déduire si, à 298 K, la réaction peut-être considérée comme quasi-totale ou non.
3. Préciser le sens d'évolution du système.
4. En déduire la pression finale en dioxyde de carbone.