

C4 : Détermination d'une quantité de matière par titrage

Nous savons qu'il est possible de doser une espèce colorée par étalonnage. Le tirage est une autre méthode de dosage très utilisée qui s'appuie sur une transformation chimique entre l'espèce dont on cherche la concentration et une autre.

1 Le principe de la méthode du titrage.

Pour un titrage on dispose :

a) d'une solution « inconnue » dont on veut déterminer la concentration d'une espèce qu'elle contient, c'est la solution **titrée**

b) d'une solution de concentration « connue » contenant une espèce capable de réagir avec la solution précédente, c'est la solution **titrante**.

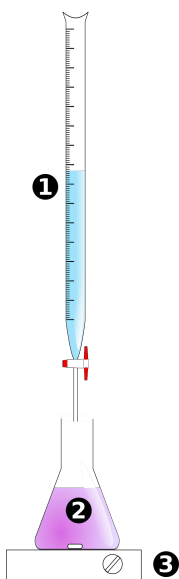
Hypothèses : On supposera cette année que l'une des solutions est **colorée** et que la transformation est **totale**

On verse la solution titrante dans la solution titrée par petits ajouts successifs jusqu'à ce que la couleur du mélange change.

2 Le montage expérimental.

La solution titrante est placée dans une burette (1)

- La solution titrée (ou un prélèvement de celle-ci) est placée dans un **erlenmeyer** (2)
- Un barreau aimanté permet d'homogénéiser la solution (3) de façon à mieux repérer le changement de **couleur**.
- Au moment où la couleur change, on note le volume versé, lu sur la burette, c'est le volume versé à l'équivalence V_{eq}



3 L'équivalence du titrage.

A. Aspect qualitatif.

Le système chimique étudié est celui présent dans l'erlenmeyer :

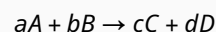
- Au **début** du titrage, le réactif limitant est le réactif titrant puisque la couleur présente dans l'erlenmeyer n'a pas encore changée.
- À la **fin** du titrage, le réactif limitant est le réactif titré puisque qu'il y a eu un changement de couleur.
- L'**équivalence** correspond au moment où se produit le changement de couleur.

B. Aspect quantitatif.

Définition Equivalence d'un titrage

À l'équivalence, les réactifs ont été mis en présence dans les proportions stœchiométriques.

Pour une réaction de titrage, d'équation



où a,b,c,d sont les coefficients et A et B les réactifs

Si les quantités de matière mises en présence à l'équivalence sont $n(A)$ et $n(B)$, on peut écrire :

$$\frac{n(A)}{a} = \frac{n(B)}{b}$$

NB : Cette relation peut être obtenue avec un tableau d'avancement

Ce qu'il faut savoir faire ↓

- ✓ Relier qualitativement l'évolution des quantités de matière de réactifs et de produits à l'état final au volume de solution titrante ajoutée.
- ✓ Relier l'équivalence au changement de réactif limitant et à l'introduction des réactifs en proportions stœchiométriques.
- ✓ Établir la relation entre les quantités de matière de réactifs introduites pour atteindre l'équivalence.
- ✓ Expliquer ou prévoir le changement de couleur observé à l'équivalence d'un titrage mettant en jeu une espèce colorée.

C4 : Activité et Exercices

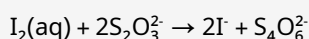
⚠ Méthode de travail à suivre :

- **Lire** la partie cours et suivre les **explications** du professeur.
- **Rédiger** les réponses aux questions **Q1..** sur une feuille de travail. Ne pas attendre la correction pour commencer !
- **Réaliser** une carte mentale (ou un résumé) du cours
- **Faire les exercices** dans l'ordre (sur une feuille)

- Q1.** Qu'est-ce qu'un dosage ?
Q2. Rappeler le principe d'un dosage par étalonnage.
Q3. Faire le schéma légendé du montage du titrage du permanganate de potassium par de les ions fer II.
Q4. Dans la situation de la question précédente, quel est le réactif limitant avant l'équivalence ? et après ?
Q5. À votre avis pourquoi dit-on qu'un titrage est une méthode destructive ?
Q6. Pourquoi faut-il verser la solution titrante par « petits ajouts » et non pas en gardant le robinet ouvert ?

Exercice 1: Titrage du diiode.

Le diiode $I_2(aq)$ est une espèce orange en solution. Il est possible de la titrer avec les ions thiosulfates $S_2O_3^{2-}(aq)$. L'équation de la réaction est :



On dispose de 50 mL de diiode de concentration inconnue c_0 dans un erlenmeyer. On place la solution de thiosulfate de concentration $c_1 = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ dans la burette qu'on verse par petits ajouts successifs. On observe la disparition de la couleur orangée après avoir versé 12,5 mL.

- 1) Faire un schéma du montage utilisé
- 2) Calculer la quantité de matière de thiosulfate versée à l'équivalence.
- 3) En déduire celle de diiode qui a réagi à l'équivalence.
- 4) Calculer la concentration du diiode.

Exercice 2: Titrage du dioxyde de soufre.

On dispose d'une solution contenant du dioxyde de soufre $SO_2(aq)$ de concentration inconnue c_s . On prélève un échantillon de cette solution de volume $V_s = 10,0 \text{ mL}$ que l'on fait réagir avec une solution de diiode $I_2(aq)$ de concentration $c = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon.

L'empois d'amidon prend une couleur violette très forte en présence de diiode.

Le volume V_E versé à l'équivalence est égal à 8,0 mL.

Données : Les couples d'oxydoréduction en jeu sont : $I_2(aq) / I^-(aq)$ et $SO_4^{2-}(aq) / SO_2(aq)$

- 1) Quelle est la solution titrée et la solution titrante ?
- 2) Écrire l'équation de la réaction du titrage.

- 3) Comment repère-t-on l'équivalence du titrage ?
- 4) Donner la relation entre les quantités de matière mise en présence à l'équivalence.
- 5) En déduire la concentration du dioxyde de soufre dans la solution inconnue.

Exercice 3: Titrage des ions fer II.

L'eau oxygénée H_2O_2 est un désinfectant du commerce. Afin de déterminer sa concentration molaire, on commence par diluer 10 fois la solution commerciale puis on prélève 10,0 mL cette solution diluée que l'on verse dans un erlenmeyer. On fait le titrage de la solution contenue dans l'erlenmeyer par une solution acidifiée d'ions permanganate MnO_4^- de concentration $c = 4,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. À l'équivalence, le volume de solution titrante versé est : 9,8 mL.

Données : Les couples d'oxydoréduction en jeu sont : MnO_4^- / Mn^{2+} et O_2 / H_2O_2

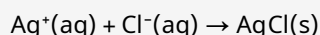
- 1) Écrire l'équation de la transformation.
- 2) Sachant que seuls les ions permanganate ont une couleur (violette), expliquer comment on repère l'équivalence du titrage.
- 3) Déterminer la concentration de l'eau oxygénée dans le prélèvement.
- 4) En déduire la concentration de l'eau oxygénée dans le désinfectant.

Exercice 4: D'après BAC 2025

L'eau de Quinton est un sérum issu de l'eau de mer, elle contient des ions chlorures et sodium. ($Na^+(aq); Cl^-(aq)$).

On réalise un titrage de l'eau de Quinton par une solution de nitrate d'argent ($Ag^+(aq); NO_3^-(aq)$)

Les ions argent forment avec les ions chlorures un précipité de chlorure d'argent



Le document suivant présente l'évolution des concentrations des espèces présentes dans la solution titrée. En justifiant, identifier les espèces A, B, C et D parmi Na^+, Cl^-, NO_3^-, Ag^+

