



COLLEGE EDMÉ *ci-devant* **COURS PRIVÉS EDMÉ**

Cours Privés Edmé
Cours de Physique-Chimie
Mardi 8 Février 2022
Classe de Première Spécialité

Chapitre 4- Titrage avec Suivi Colorimétrique

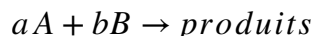
Dans le chapitre 1 (*Composition d'un système initial*) nous avons appris que, du fait de l'interaction des substances chimiques avec les radiations électromagnétiques, nous sommes en mesure de quantifier (déterminer la concentration) une substance en solution. Pour ce faire, nous utilisons un spectrophotomètre pour mesurer l'absorbance A à une longueur d'onde λ_{max} donnée, et en appliquant la loi de Beer-Lambert: $A(\lambda) = \epsilon(\lambda) \cdot l \cdot c$, qui nous indique que l'absorbance mesurée est proportionnelle à la concentration de la substance à quantifier.

Nous avons vu également au chapitre 19 (*Couleurs*), que cette interaction de la matière avec les radiations électromagnétiques est responsable de la coloration ou non des substances chimiques. C'est cette coloration que nous quantifions avec le spectrophotomètre (chapitre 1).

L'un des atouts les plus importants d'un scientifique est de pouvoir puiser de différentes connaissances pour résoudre un nouveau problème, ou développer de nouvelles techniques analytiques.

Titration

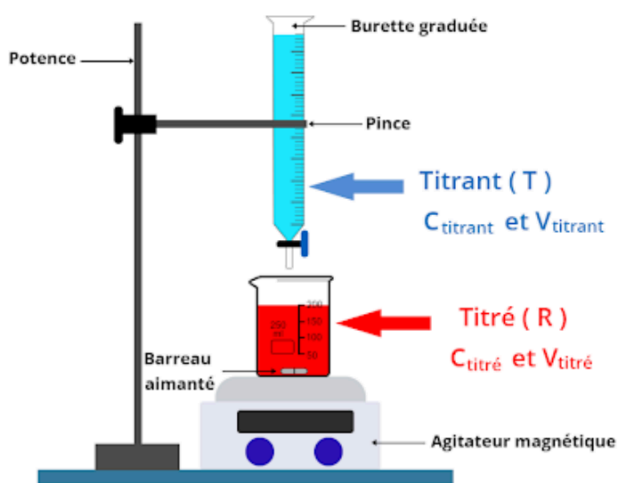
Supposons que nous possédions une solution incolore d'une substance (A) connue, mais de concentration inconnue ($C_A = ?$). Supposons aussi que nous sachions que A réagit avec une autre substance (B) de solution colorée, par une réaction d'oxydoréduction de stœchiométrie connue.



Dans notre exemple les produits ne sont pas colorés. Nous pouvons donc, établir un protocole qui nous permettra de déterminer la concentration initiale C_A . Il s'agit d'un protocole de **titrage**.

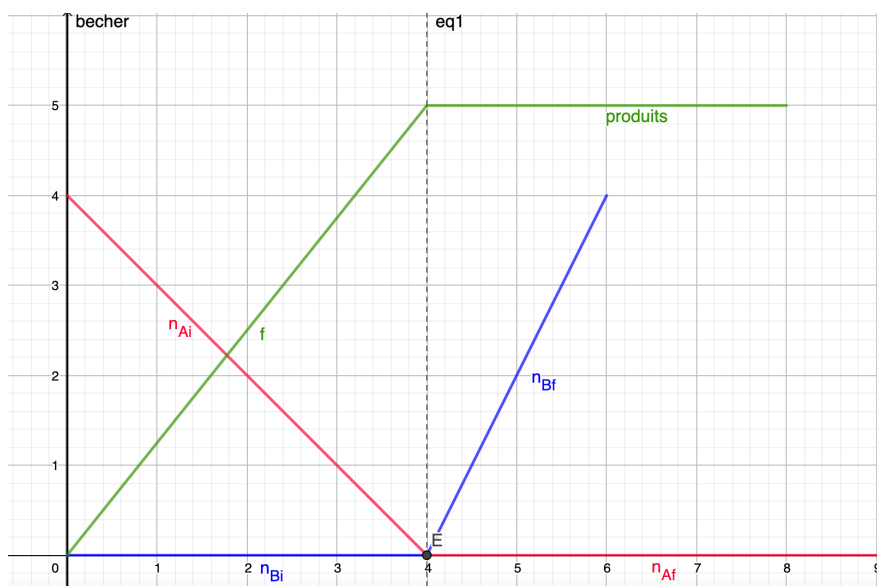
Protocol

Dans notre protocole, nous introduisons un volume V_A connue de la solution de substance A de concentration inconnue (**la solution à titrer**) dans un bêcher ou dans un erlenmeyer équipé d'un barreau aimanté (ceci facilitera l'homogénéisation de la solution.) Nous posons le bêcher sur un agitateur magnétique, qui aura pour fonction d'agiter le barreau aimanté à l'aide d'un champ magnétique, afin d'homogénéiser la solution. Ensuite, nous préparons notre solution colorée de B de concentration connue (C_B), cette solution est **la solution titrante**. Nous introduisons notre solution de B dans une burette graduée de volume connu. Nous maintenons notre burette au dessus du bêcher contenant la solution à titrer avec une potence (voir la figure ci-dessous).



N.B: Dans le schéma, la solution titré est colorée, mais ce n'est pas un problème, car il s'agit du cas général où, les deux réactifs peuvent être colorés. Cependant, dans notre exemple, nous considérerons d'abord le cas où la solution titré est incolore.

Étant donné que nous connaissons la stœchiométrie de la réaction, nous pouvons écrire une équation bilan équilibrée, et ainsi prédire la quantité de la substance A qui va totalement consommer la substance B introduite. Ainsi, au début de la réaction, le réactif A (incolore) est en excès dans le bêcher et le réactif B est limitant ($C_B = 0$ dans le bêcher). Nous introduisons progressivement la solution contenant le réactif B dans le bêcher, tout en remuant la milieu



réactionnel. Chaque goutte versé dans le milieu réactionnel perd rapidement sa coloration car toute la quantité du réactif B dans cette goutte est totalement consommée (ligne bleue sur le schéma) par l'excès de réactif A en solution (ligne rose sur le schéma). Cependant, au fur et à mesure que l'on

introduit le réactif B dans la solution, la quantité de A diminue. À un certain moment, la quantité du réactif A sera totalement consommée par le réactif B (point E sur le schéma), et à ce moment, un ajout supplémentaire de B résultera en une persistance de la coloration de B. À ce stade de l'expérience, on arrête le titrage et on note le volume $V_{B,e}$ introduit dans la réaction. À ce stade, nous disons que l'équivalence (ou le point d'équivalence) est atteint (E sur le schéma).

L'équivalence: Le point où, lors du titrage, la quantité du réactif titré est totalement consommée par le réactif titrant. C'est-à-dire que les deux réactifs sont dans les proportions stœchiométriques.

Nous observons que cette expérience nous a permis de déterminer le point d'équivalence par suivi colorimétrique (changement de couleur). Il est important de noter que, selon la réaction et les réactifs utilisés, on aurait pu repérer l'équivalence par un changement de couleur, une décoloration etc. C'est-à-dire que le réactif à titrer n'est pas obligatoirement incolore, mais il faut qu'il y ait un changement visible au sein du milieu réactionnel pour utiliser cette méthode.

Incertitude de Mesure (source: le manuel du cours, page 83)

La mise en œuvre d'un titrage est empreinte d'incertitudes de mesure liées:

- au matériel utilisé, ici la verrerie de précision;
- à la méthode, ici l'appréciation de la lecture des volumes et du changement de couleurs.

Afin de diminuer les incertitudes de mesure, le prélèvement d'un échantillon de solution titrée s'effectue avec une pipette jaugée à un ou deux traits. La burette graduée de 25 ml utilisée est le plus souvent graduée tous les 0,1 ml ou 0,05 ml

Calcul à l'équivalence:

Une fois le volume à l'équivalence $V_{B,e}$ noté, nous pouvons déterminer la quantité de matière du réactif B introduit, car la concentration C_B est connue ($n_B = C_B \times V_{B,e}$). Les proportions stœchiométriques nous donnent la relation entre n_B et n_A :

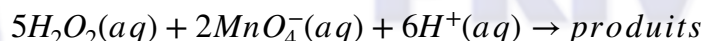
$$\frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b} \Rightarrow n_A = a \times \frac{n_B}{b}$$

donc nous serons en mesure de déterminer n_A et finalement, la concentration initiale $C_A = \frac{n_A}{V_A}$.

Application: Exemple avec une réaction spécifique:

Une solution de peroxyde d'hydrogène $H_2O_{2(l)}$ (**incolore**) de volume $V_{H_2O_2} = 10 \text{ ml}$, est titré par une solution de permanganate de potassium ($K^+(aq) + MnO_4^-(aq)$) (**violette**) de concentration $C_{MnO_4^-} = 25,0 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$. À l'équivalence, la solution dans l'erlenmeyer passe d'incolore à violet. Le volume $V_e = 13,6 \text{ ml}$.

L'équation de la réaction est:



a) Établir la relation entre les quantités $n_{H_2O_2, \text{debut}}$ en début de titrage et $n_{MnO_4^-, e}$ ajouté à l'équivalence?

a) La relation entre les quantités de matière à l'équivalence est : $\frac{n_{H_2O_2}}{5} = \frac{n_{MnO_4^-}}{2}$

b) En déduire l'expression de la quantité de $n_{H_2O_2, \text{debut}}$ en fonction de $n_{MnO_4^-, e}$:

b) L'expression recherchée est: $n_{H_2O_2} = 5 \times \frac{n_{MnO_4^-}}{2}$

c) Déterminer la concentration initiale $C_{H_2O_2}$ de peroxyde d'hydrogène:

c) La concentration initiale est de peroxyde d'hydrogène est:

$$C_{H_2O_2} = \frac{n_{H_2O_2}}{V_{H_2O_2}} \text{ alors } C_{H_2O_2} = \frac{5 \times \frac{n_{MnO_4^-}}{2}}{V_{H_2O_2}} \text{ et nous savons que}$$

$n_{MnO_4^-,e} = 0,0250 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 0,0136 \text{ L}$. Alors, en effectuant le calcul on trouve

$$C_{H_2O_2} = 85,0 \text{ mmol} \cdot L^{-1}$$



COURS
PRIVÉS
EDMÉ

Kedy Edmé
Kedy Edmé