

Dosage direct

Dosage direct

I- Dosage :

1) Définition :

Effectuer un dosage c'est déterminer la concentration molaire (ou la quantité de matière) d'une espèce chimique dans une solution.

- ✓ Le réactif titré est l'espèce dont on veut déterminer la concentration, il est contenu dans la solution à doser (*solution titrée*).
- ✓ Le réactif titrant est l'espèce, contenue dans une solution de concentration connue s'appelle *solution titrante*, choisi en fonction de l'espèce à doser, et qui nous permet de déterminer la concentration du réactif titré.

Remarque :

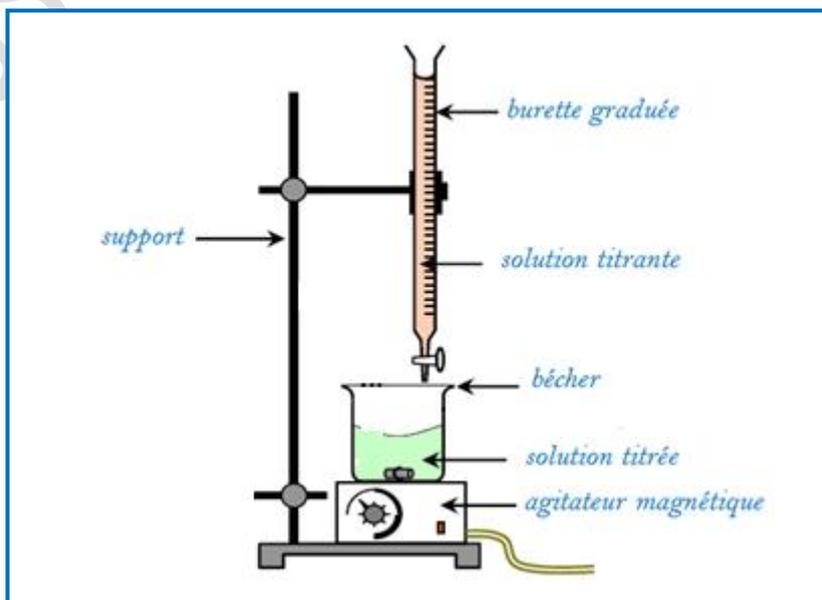
Pour qu'une réaction chimique soit utilisée comme réaction de dosage, il faut qu'elle soit :

- Univoque : il faut que les deux réactifs, titré et titrant, réagissent selon une seule et unique réaction.
- Totale : un des deux réactifs mis en présence doit disparaître complètement.
- Rapide : qui se fait en une durée trop courte .

2) Montage du dosage :

Le dosage est basé sur le suivi de l'évolution du mélange en fonction du volume versé de la solution titrante.

- Le montage expérimental utilisé est le suivant :



Dosage direct

3) L'équivalence :

L'équivalence est l'état où les quantités de matière des deux réactifs sont proportionnelles aux coefficients stœchiométriques de la réaction du dosage ;

Avant l'équivalence, le réactif titrant est le réactif limitant (à chaque fois que l'on en verse, il disparaît).

✓ A l'équivalence, les réactifs sont intégralement consommés.

✓ Après l'équivalence, le réactif titrant est introduit en excès (il n'y a plus de réactif titré donc plus de réaction).

➤ Le volume de la solution titrante ajouté à l'équivalence est appelé le volume à l'équivalence notée V_E .

Remarque :

On peut repérer l'équivalence à l'aide d'un:

- Changement de couleur du milieu réactionnel ; c'est une méthode utilisée souvent lorsqu'il s'agit de réactions d'oxydoréduction.
- Changement de couleur d'un indicateur coloré ajouté au milieu réactionnel avant le dosage ; cette méthode est conçue pour les réactions acido-basiques à condition de bien choisir l'indicateur coloré adéquat.
- Suivi de l'évolution d'une grandeur physique (conductance ou conductivité) ou chimique (pH) en fonction du volume versé de la solution titrante, puis on en déduit, du tracé, le volume équivalent V_E .

4) Tableau d'avancement de la réaction de dosage:

Soit la réaction de dosage de l'espèce chimique A par l'espèce chimique B ;

Equation de la réaction		$aA_{(aq)} + bB_{(aq)} \rightarrow cC_{(aq)} + dD_{(aq)}$			
Etat de la réaction	Avancement de la réaction	Quantités de matière (en mol)			
Etat initial	$x = 0$	$C_A \cdot V_A$	$C_B \cdot V_B$	0	0
En cours de transformation	x	$C_A \cdot V_A - ax$	$C_B \cdot V_B - bx$	cx	dx
Etat final (à l'équivalence)	$x = x_E$	$C_A \cdot V_A - ax_E$	$C_B \cdot V_{BE} - bx_E$	cx_E	dx_E

Dosage direct

*) Relation d'équivalence :

On a d'après le tableau d'avancement à l'équivalence :

$$\begin{cases} C_A \cdot V_A - a x_E = 0 \\ C_B \cdot V_{BE} - b x_E = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} x_E = \frac{C_A \cdot V_A}{a} \\ x_E = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{b} \end{cases}$$

d'où :
$$\frac{C_A \cdot V_A}{a} = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{b}$$

Relation d'équivalence

II- Dosage acido-basique :

Comme les coefficients stœchiométriques de la réaction de dosage acido-basique sont tous égales à 1, alors à l'équivalence on a : $n_E(\text{réactif titrant}) = n_E(\text{réactif titré})$

III- Méthodes du dosage direct :

Parmi les nombreuses méthodes possibles, on peut citer les deux méthodes suivantes : Dosage colorimétrique et dosage conductimétrique

1) Dosage colorimétrique :

Dans un dosage colorimétrique, l'équivalence est repérée par un changement de couleur (virage coloré) au sein du mélange réactionnel contenu dans le bécher .

Activité expérimentale :

Objectif : Détermination d'une concentration inconnue par titrage colorimétrique.

Manipulation n° 1 :

Matériel expérimental : Burette graduée de 25mL ; béchers ; agitateur magnétique ; barreau aimanté ; bleu de bromothymol (BBT) ; solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) de concentration inconnue C_A ; solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration connue $C_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.

Montage expérimental : Voir I-2)

Manipulation :

- On remplit la burette graduée avec la solution d'hydroxyde de sodium ;
- On verse un volume $V_A = 10\text{mL}$ de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique dans le bécher puis on y ajoute quelques gouttes de BBT et on allume l'agitateur magnétique;

Dosage direct

Manipulation n° 2:

Matériel expérimental: Burette graduée de 25mL ; béchers ; agitateur magnétique ; barreau aimanté ; solution aqueuse de sulfate de fer II ($Fe_{(aq)}^{2+} + SO_{4(aq)}^{2-}$) de concentration inconnue c_1 ; solution aqueuse de permanganate de potassium ($K_{(aq)}^+ + MnO_{4(aq)}^-$) de concentration $c_2 = 3.10^{-2} mol/L$; solution concentrée d'acide chlorhydrique;

Montage expérimental : Voir I-2)

Manipulation:

- On remplit la burette graduée avec la solution violette de permanganate de potassium ;
- On verse $V_1 = 20mL$ de la solution aqueuse de sulfate de fer II dans le bécher puis on y ajoute quelques gouttes de solution concentrée d'acide chlorhydrique et on allume l'agitateur magnétique;
- On verse 1,0mL de solution de permanganate de potassium dans le bécher ;
- On répète l'opération en ajoutant des volumes successifs de la solution de permanganate de potassium égaux à 1,0mL.

On arrête l'addition lorsque la couleur violette persiste pendant une minute dans le bécher, on note la valeur V_{2E} du volume total versé;

Exploitation :

- 1) Préciser le réactif titré et le réactif titrant.
- 2) Quels sont les ions responsables de la couleur violette de la solution de permanganate de potassium ?
- 3) Expliquer la disparition de la couleur violette dans le mélange au début du dosage.
- 4) Comment explique la persistance de la couleur violette une fois le volume versé dépasse de peu la valeur V_{2E} ?
- 5) Etablir l'équation de réaction de dosage sachant que les couples mis en jeu sont : $MnO_{4(aq)}^- / Mn_{(aq)}^{2+}$ et $Fe_{(aq)}^{3+} / Fe_{(aq)}^{2+}$. de quel type de réaction s'agit-il ?
- 6) Dresser le tableau d'avancement de la réaction du dosage.
- 7) Trouver la relation d'équivalence et déduire la concentration c_1 . On donne : $V_{2E} = 13,3mL$

Dosage direct

2) Dosage conductimétrique:

Activité expérimentale :

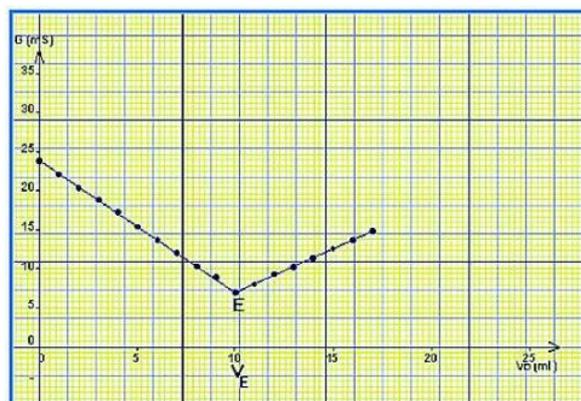
Objectif: Détermination d'une concentration inconnue par titrage conductimétrique.

Matériel expérimental: Conductimètre ; burette graduée de 25mL ; béchers ; agitateur magnétique ; barreau aimanté ; solution aqueuse d'acide chlorhydrique ($H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$) de concentration inconnue c_A ; solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$) de concentration connue $c_B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$.

Montage expérimental : Voir I-2)

Manipulation:

- On remplit la burette graduée avec la solution d'hydroxyde de sodium (la soude) ;
- On verse un volume $V_A = 10\text{mL}$ de la solution aqueuse d'acide chlorhydrique dans le bécher puis on allume l'agitateur magnétique ;
- On mesure la conductance G avant l'addition de solution de soude ;
- On verse 1,0mL de solution d'hydroxyde de sodium dans le bécher puis on réalise à nouveau la mesure de G ;
- On répète l'opération en ajoutant des volumes successifs de la solution d'hydroxyde de sodium égaux à 1,0mL et on mesure la valeur de la conductance correspondante.
- On trace la courbe $G = f(V_B)$:



Exploitation :

- 1) La courbe $G = f(V_B)$ se comporte de deux segments de droite, se coupant en un point E. déterminer graphiquement le volume V_{BE} qui correspond au point E.
- 2) Expliquer la décroissance de la conductance G dans le premier segment de la courbe de titrage, et la croissance de G dans le second segment.

