

Chapitre 7 : Titrage colorimétrique

Cours

A. Rappels d'oxydoréduction

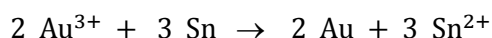
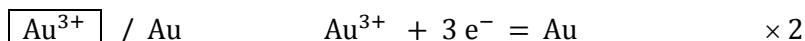
1. Milieu neutre

Il y a une réaction d'échange d'électrons entre un oxydant qui capte des électrons et un réducteur qui cède des électrons. La réaction ne nécessite pas la présence d'ions hydrogène H^+ (milieu acide) ou d'ions hydroxyde HO^- (milieu basique).

Considérons la réaction entre les ions Au^{3+} et les atomes d'étain Sn. Il se forme des atomes d'or Au et des ions Sn^{2+} . On obtient l'équation de la réaction en :

- citant les couples oxydant/réducteur mis en présence,
- écrivant les demi-équations d'oxydoréduction de la réaction,
- éliminant les électrons (car ils ne sont qu'échangés) par combinaison linéaire.

On obtient



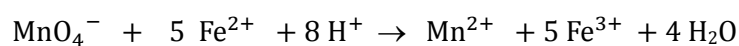
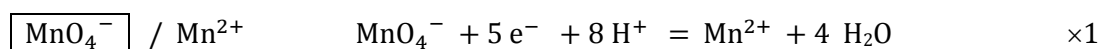
2. Milieu acide

La réaction consomme des ions H^+ et il se forme souvent des molécules d'eau pour éliminer des atomes d'oxygène.

Considérons la réaction entre les ions MnO_4^- et les ions Fe^{2+} . Il se forme des ions Mn^{2+} et des ions Fe^{3+} . On obtient l'équation de la réaction en :

- citant les couples oxydant/réducteur mis en présence,
- écrivant les demi-équations d'oxydoréduction de la réaction en tenant compte des ions H^+ consommés et des molécules d'eau H_2O formées,
- éliminant les électrons (car ils ne sont qu'échangés) par combinaison linéaire.

On obtient



Ci-dessous un lien vers une vidéo montrant comment écrire la demi-équation électronique d'un couple oxydant/réducteur.

<https://youtu.be/1AYGSK4qTUE>

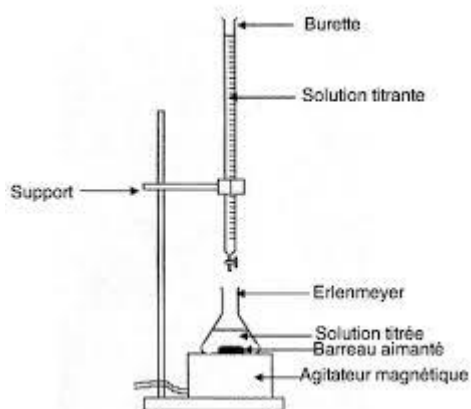
B. Principe du titrage colorimétrique

1. Objectif

Un dosage permet de déterminer la quantité la quantité de matière ou la concentration d'une espèce chimique dissoute dans une solution.

Un dosage par titrage, ou titrage, est une technique de dosage mettant en jeu une réaction chimique totale et rapide.

2. Dispositif expérimental

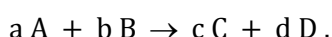


Remarques

- Dans un titrage colorimétrique la fin de l'expérience est marquée par un changement de couleur.
- On ajoute souvent de l'eau déminéralisée dans l'erlenmeyer avec le réactif titré afin de faciliter l'agitation du mélange.

3. Réaction support d'un titrage

Lors d'un titrage, le réactif titré A, dont on cherche la concentration en quantité de matière c_A réagit avec le réactif titrant B de concentration c_B connue. L'équation de la réaction support du titrage s'écrit :



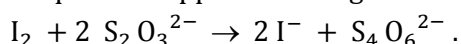
Le réactif A est dans l'erlenmeyer et le réactif B est dans la burette graduée.

Exemple

A : molécules de diiode I_2 présentes dans l'erlenmeyer et provenant d'une solution aqueuse de diiode.

B : ions thiosulfate $S_2 O_3^{2-}$ présents dans la burette graduée et provenant d'une solution aqueuse de thiosulfate de sodium ($2 Na^+_{(aq)} + S_2 O_3^{2-}_{(aq)}$).

L'équation support du titrage est



4. Equivalence du titrage

L'équivalence du titrage correspond à la consommation totale du réactif titré. En observant un peu avant et un peu après, on peut dire que l'équivalence correspond au changement de réactif limitant.

A l'équivalence du titrage, on réalise un mélange stœchiométrique des réactifs titré et titrant.

La relation entre les quantités de matière correspondante est donc :

$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_E(B)}{b} \text{ soit } \frac{c_A V_A}{a} = \frac{c_B V_E}{b} .$$

La concentration en quantité de matière du réactif titré est alors

$$c_A = \frac{a c_B V_E}{b V_A} .$$

c_A : Concentration molaire du réactif titré (mol.L^{-1})

a : Coefficient stœchiométrique du réactif titré

c_B : Concentration molaire du réactif titrant (mol.L^{-1})

V_E : Volume de solution titrante versée à l'équivalence (L)

b : Coefficient stœchiométrique du réactif titrant

V_A : Volume de solution titrée (L)

Remarques

- Si le titrage se fait en milieu acide les ions hydrogène H^+ sont toujours en excès, ils n'interviennent pas dans la relation d'équivalence.
- Si de l'eau se forme dans un titrage en solution aqueuse il faut mettre solvant dans le tableau d'avancement. La molécule d'eau est ultra majoritaire car déjà présente dans le solvant eau. Le mot excès est en principe réservé aux réactifs (à gauche dans l'équation chimique).

Ci-dessous un lien vers une vidéo montrant le titrage d'une solution d'eau oxygénée.

<https://youtu.be/-4qJosByg0E>

5. Traitement statistique des résultats expérimentaux

Voici un tableau correspondant à la correction de l'exercice N° 20 page 76.

N°	V (mL)	<V> (mL)	σ_{N-1} (mL)	$\sigma_{N-1}/N^{1/2}$	u(V) (mL)
1	10,3	10,3125	0,180772153	0,06391261	0,07
2	10,1				
3	10,2				
4	10,5				
5	10,6				
6	10,3				
7	10,1				
8	10,4				

<V> : moyenne en mL

σ_{N-1} : écart-type expérimental en mL

u(V) : incertitude-type en mL

Par conséquent $10,24 \leq V \leq 10,38$ en mL.

Remarque

u(V) est la valeur de $\sigma_{N-1} / N^{1/2}$ arrondie par valeur supérieure avec un seul chiffre significatif.

Exercices

N°	15	page	75
N°	17	page	75
N°	18	page	75
N°	19	page	76
N°	20	page	76
N°	22	page	76
N°	27	page	78
N°	29	page	79