

LP21 – ANALYSE CHIMIQUE QUANTITATIVE

September 27, 2016

Amélie CHARDAC & Balkis DOHNI

Niveau : CPGE

Commentaires du jury

Cette leçon est nouvelle. Jusqu'à la session 2016 elle portait le nom "Dosages potentiométriques".

Bibliographie

- ↗ *Chimie PCSI, Grecias*¹ → Notions générales de chimie
- ↗ *Expériences de la famille redox, Cachau* → p. 404 Méthode de Mohr et titrage potentiométrique par argentimétrie)
- ↗ *JFLM 1,* → p. 157 conductimétrie et étalonnage

Prérequis

- Dosages (lycée)
- Oxydoréduction
- Electrodes
- Formule de Nernst
- Conductivité

Expériences

- ☛ Titrage par précipitation (Méthode de Mohr)
- ☛ Titrage potentiométrique des ions Cl⁻ par Ag⁺
- ☛ Dosage par étalonnage (conductimétrie)

Contents

1	Titrage par complexation (méthode de Mohr)	2
1.1	Explication de la méthode	2
1.2	Manip	2
1.3	Analyse des résultats	2
2	Titrage par potentiométrie	3
2.1	Electrodes	3
2.2	Mesure d'une ddp	3
2.3	Manip et résultats	3
3	Dosage par étalonnage : conductimétrie	3
3.1	Conductimétrie et principe du dosage par étalonnage	3
3.2	Manip	4

Introduction

1/ Cas concret: le lait est un aliment plein de minéraux, que tout le monde connaît... Avant d'être vendu un industriel doit en vérifier la composition précisément pour l'indiquer sur la bouteille.

2/ Lien avec le sujet de la leçon : le fait de mesurer précisément la quantité d'un composé dans un mélange relève de ce qu'on appelle l'analyse chimique quantitative.

3/ But et plan de la leçon : Aujourd'hui nous allons donc voir différentes méthodes parmi les nombreuses possibles pour quantifier les ions chlorure présents dans un lait de vache commercialisé. Énoncer les méthodes.

4/ Quantification : mesure d'une concentration pour remonter à la teneur.

Sur la bouteille on a : $t = 1.3g.L^{-1}$

Remarque

On suppose que tous les autres composés du lait, autres que les Cl^- , ne réagissent pas avec les ions Ag^+ , utilisés pour les différents titrages.

1 Titrage par complexation (méthode de Mohr)

1.1 Explication de la méthode

On veut doser les ions Cl^- du lait par argentimétrie selon la réaction : $Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)}$

A l'équivalence la quantité de Ag^+ utilisée pour le titrage est égale à la quantité d'ions Cl^- introduite.

Ici, on va repérer l'équivalence par précipitation et changement de couleur. En effet, la méthode de Mohr consiste à introduire dans la solution (lait) contenant les ions chlorure des ions chromate. Ces ions ont la particularité de précipiter avec les ions argent selon la réaction : $CrO_4^{2-}_{(aq)} + 2Ag^+_{(aq)} = Ag_2CrO_4_{(s)}$

La détection de l'équivalence se base sur le fait que les deux réactions en jeu n'ont pas la même solubilité. Ainsi la précipitation des ions Cl^- avec Ag^+ va avoir lieu en première et celle avec les ions chromate n'aura donc lieu qu'une fois tous les ions Cl^- consommés. Le précipité Ag_2CrO_4 ayant la particularité d'être rouge vif alors que celui d' $AgCl$ est blanc, l'équivalence est repérable par changement de couleur de la solution dans le bécher.

A partir du volume équivalent on a la concentration en Cl^- par l'équation :

1.2 Manip

☛ Cachau p. 404

Attention : les ions chromates sont à manipuler avec précaution car nocifs.

Titrage par complexation

☛ Cachau p. 404

⊖ 10 min

Le but de la manip est de doser les ions chlorure de notre lait par argentimétrie et en repérant l'équivalence par changement de couleur (précipités formés).

On titre mL par mL puis goutte à goutte quand on s'approche du volume équivalent repéré en préparation).

On relève le volume de Ag^+ versé au moment du changement de couleur (équivalence).

1.3 Analyse des résultats

A partir de V_{eq} , on remonte à la concentration en Cl^- dans notre lait.

On en déduit la teneur en Cl^- dans le lait.

On discute des sources d'incertitudes (principalement la concentration de notre solution en Ag^+ ici car V_{eq} est repéré à la goutte près) et on compare à la valeur annoncée sur la bouteille.

L'avantage de cette méthode est qu'elle ne nécessite pas de matériel spécifique. L'inconvénient de cette méthode est que l'équivalence est repérée à l'œil par le changement de couleur qui peut être délicat une fois le précipité blanc formé. De plus, on utilise de ions chromate qui sont à manipuler avec précaution. Nous allons maintenant voir une méthode de titrage par différence de potentiel, qui est plus précise.

2 Titrage par potentiométrie

But : mesure d'une différence de potentiel (potentiel de Nernst) en fonction du volume d'Ag⁺ versé (titrage par argentimétrie)

2.1 Electrodes

Réalisation d'une électrode spécifique (électrode d'argent) : faire le schéma équivalent (pile) + expliquer la formation d'un précipité (AgCl) au niveau de l'électrode d'Ag.

Electrode de référence : ECS + allonge

Schéma du montage avec les deux électrodes

2.2 Mesure d'une ddp

Equation : $Ag_{(aq)}^+ + Cl_{(aq)}^- = AgCl_{(s)}$

Constante de réaction : $K = [Ag^+][Cl^-]$

Formule de Nernst : $E = E^0(AgCl/Ag) - 0.06 \log([Cl^-])$

2.3 Manip et résultats

↗ Cachau p.404



Titrage par potentiométrie

↗ Cachau p. 404

⊖ 20 min

On dose notre lait dilué 50 fois.

Commenter la courbe qualitativement : avant et après équivalence = plateau, équivalence = grand saut de E. Discuter des différentes méthodes pour déterminer le volume équivalent : dérivée si assez de points, lecture graphique approximation à l'œil ou méthode des tangentes (méthode choisie ici et réalisée sur Regressi).

Remonter à la concentration en ions Chlorure + Discuter des sources d'incertitude (principalement détermination de l'équivalence).

Comparer avec la valeur producteur + méthode précédente.

↓ Cette méthode a l'avantage de ne pas utiliser les ions chromate. Mais on utilise encore la solution de nitrate d'argent qui est assez coûteuse.) et comme la précédente elle est destructrice. Nous allons maintenant voir un dosage par étalonnage en conductimétrie, qui n'est pas destructeur et qui a l'avantage d'être rapide une fois la courbe d'étalonnage obtenue.

3 Dosage par étalonnage : conductimétrie

Remarque

Pour appliquer cette méthode à un lait, il faudrait doser un premier lait par une des méthodes précédentes, diluer la concentration en ions Cl⁻ et réaliser l'étalonnage. A partir de cette courbe, le producteur pourrait ensuite connaître directement la concentration en ions chlorure de son lait produit ultérieurement.

3.1 Conductimétrie et principe du dosage par étalonnage

Formule de la conductivité : $\lambda = \sum \lambda_i c_i$

Explication de la méthode.

3.2 Manip



Dosage par étalonnage



⌚ 5 min

On réalise la courbe d'étalonnage avec des solutions de NaCl de concentrations différentes.

Explication sur comment remonter à notre concentration à partir de cette courbe d'étalonnage.

Conclusion

Retour sur les différentes méthodes avec avantages de chacune.

Ouverture : comment savoir qu'un ion est présent dans une solution ? Question de l'analyse, séparation ...