

Arnaud Le Diffon[†], DER de physique, ENS Paris-Saclay
Responsable du M2 FESup physique

Table des matières

1	Objectifs pédagogiques de la LC	1
2	Objectifs et messages forts de la LC (aspect disciplinaire)	1
3	Introduction générale de la leçon	1
4	Proposition de plan	2
4.1	Dosage par titrage	2
4.2	Détermination de la concentration	2
4.3	Titration colorimétrique	3
5	Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon	3
6	Expériences illustratives et exploitation pédagogique	3
7	Subtilités de la leçon, remarques des correcteurs et points disciplinaires essentiels	3
8	Bibliographie pour construire la leçon	4

1 Objectifs pédagogiques de la LC

- ▷ Assimiler la notion d'équivalence
- ▷ Réaliser un titrage direct
- ▷ Expliquer le changement de couleur

2 Objectifs et messages forts de la LC (aspect disciplinaire)

- ▷ Les élèves doivent être capable de relier l'évolution des quantités de réactifs et de produits à l'état final
→ à la quantité de volume versé de la solution titrante
- ▷ Connaître les relations à l'équivalence
- ▷ Savoir comment repérer l'équivalence

3 Introduction générale de la leçon

On souhaite déterminer la concentration en ion Fe^{2+} dans une solution anti chlorose. On a déjà vu précédemment le dosage par étalonnage qui nous permet de déterminer la concentration d'un espèce en solution à partir de son absorbance. Dans notre cas, l'espèce en solution n'est pas coloré, il est donc nécessaire d'utiliser une autre méthode de dosage.

Expérience introductive : un becher contient la solution antichlorose (Fe^{2+}), l'autre contient du permanganate. On voit que quand on verse qq goutte de permanganate, la solution d'anti-chlorose reste incolore. Au bout d'un certain volume versé, la slution commence à se colorer. → Comment utiliser ce changement de couleur pour remonter à la concentration en ion Fe^{2+} ?

[†]arnaud.le_diffon@ens-paris-saclay.fr

4 Proposition de plan

4.1 Dosage par titrage

► Dosages

- ▷ def de dosage
- ▷ différence def par étalonnage et par titrage (destructif/ non destructif)

► Réaction support du titrage

- ▷ réaction redox dans notre cas : écriture de la réaction
- ▷ définition d'espèce titrée et titrante à partir de l'équation de réaction
- ▷ caractéristique de la réaction pour que l'on puisse déterminer correctement la concentration de l'espèce titrée (rapide, totale et quantitative)

Comment à partir de cette réaction peut on remonter à la concentration de l'espèce titrée ?

4.2 Détermination de la concentration

► Evolution des qqtés de matières

Tableau d'avancement pour différents volume versé :

$$\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$$

E.I	$\text{C}_b V$	$n_0 = \text{C}_0 V_0$	/	$\text{C}_b V$	$5\text{C}_b V$	/
$V=0$ EF	0	$n_0 = \text{C}_0 V_0$	/	0	0	/
Si $V < V_{eq}$ EF	0	$\text{C}_0 V_0 - 5\text{C}_b V$	/	$\text{C}_b V$	$5\text{C}_b V$	/
Si $V = V_{eq}$ EF	0	0	/	$\text{C}_b V_{eq}$	$5\text{C}_b V_{eq}$	/
Si $V > V_{eq}$ EF	$\text{C}_b V - \text{C}_b V_{eq}$	0	/	$\text{C}_b V_{eq}$	$5\text{C}_b V_{eq}$	/

Fig. 1

Tracer l'évolution des quantités de matière en fonction du volume versée pour tous les réactifs et produits.

→ On voit que avant V_{eq} la solution n'est pas coloré et après V_{eq} , la solution est coloré.

► Equivalence

- ▷ chgt de réactif limitant

- ▷ réactifs introduits en proportion stoechiométrique
- ▷ relation à l'équivalence
- ▷ peut-être la généraliser à une réaction quelconque

On connaît la relation entre les réactifs à l'équivalence qu'on peut déterminer par le changement de couleur. Comment réaliser un montage permettant de connaître précisément le volume versé de solution titrante

4.3 Titrage colorimétrique

► Dispositif exp

voir diapo

► Expérience

réalisation de l'expérience de titrage et conclusion sur la concentration

5 Ouvertures possibles, prolongements et conclusion de la leçon

- ▷ On a été capable de déterminer la concentration d'une espèce par une nouvelle méthode de dosage : Dosage par titrage colorimétrique → utilisant des espèces colorées.
- ▷ Il existe d'autres types de titrage ne mettant pas forcément en jeu des espèces colorées : conductimétrique
- ▷ Brève explication du principe

6 Expériences illustratives et exploitation pédagogique

- ▷ Expérience introductive : permet de faire sentir aux élèves le principe du titrage
- ▷ Expérience finale du titrage : permet de comprendre comment l'on fait en pratique pour réaliser un titrage

7 Subtilités de la leçon, remarques des correcteurs et points disciplinaires essentiels

• *Faire figurer ici les incontournables points disciplinaires à maîtriser. Typiquement, ce sont les notions qui ne doivent pas souffrir de carence de compréhension sous peine de sanction lourde par le jury. Également, les différentes subtilités nécessitant un certain recul et/ou du temps d'appropriation doivent apparaître ici. Il est vivement conseillé de consigner dans cette partie les questions des correcteurs, ainsi que les réponses à ces questions. Cela vous permettra d'évaluer la quantité de choses qui vous restent à consolider et le temps à y consacrer avant la fin de la préparation (c'est-à-dire avant les oraux de l'agrégation).*

- ▷ Bien maîtriser le tableau qui est pour moi le centre de la leçon
- ▷ les différents types de titrage et leurs principes de fonctionnement
- ▷ noms d'indicateurs colorés et comment cela fonctionne
- ▷ le fer est utilisé comme catalyseur lors de la synthèse de la chlorophylle
- ▷ sources d'incertitudes : graduation et lecture de l'équivalence
- ▷ MnO_4^- : fort oxydant, corrosif
- ▷ Pourquoi MnO_4^- est coloré? Pas au programme : transfert métal-ligand : transitions autorisées, alors que la plupart du temps transitions orbitales d...
D'habitude, c'est les transitions entre orbitales du métal, et pas métal-ligand!
- ▷ application de KMnO_4 : antiseptique
- ▷ Pourquoi on a pris du sel de Mohr? On prend toujours lui pour avoir des ions Fe^{2+} ? Et pas FeSO_4 par exemple? Rep : Fe^{2+} s'oxyde!! C'est un problème! Donc sel de Mohr permet de stabiliser le Fe^{2+} .
 MnO_4^- est-ce que c'est stable? Pas dans l'eau! Du coup ce qu'on fait, c'est qu'on vérifie par absorbance, ou on titre pour vérifier la concentration. • Attention : quantité de matière et concentration c'est pas la même chose! En général on préfère la grandeur intensive. • Attention pipetage : on règle à la descente! Et il faut être hors du liquide!! • Solution : essayer avec une vraie! Y a des tps sur la vraie solution! Bien plus valorisant de le faire avec la vraie solution d'antichlorose!

8 Bibliographie pour construire la leçon

- * Première générale Hachette
- * Première générale Nathan

- BONNE PRÉPARATION -