

| | | | |
|---|---|---------------------------|---|
| Première Spécialité Physique-Chimie | Thème : Constitution et transformations de la matière | M GINEYS / M.KUNST-MEDICA |  |
| Chapitre 9 : Titrage colorimétrique | | Cours livre p 68 à 69 | |
| Nom : Prénom : Classe : | | | |
| Mon livret « plan de travail et parcours d'exercices ». A remettre au professeur le jour du DS avec les feuilles d'exercices Site internet : http://www.lasallesciences.com | | | |

Les « attendus » du chapitre

| Bilan | Mon opinion après avoir réalisé les exercices | Avis du professeur après le DS |
|---|--|---|
| Cours et AE 9.1 : Titrage d'une solution anti-chlorose | | |
| Relier qualitativement l'évolution des quantités de matière de réactifs et de produits à l'état final au volume de solution titrante ajoutée. |  |  |
| Relier l'équivalence au changement de réactif limitant et à l'introduction des réactifs en proportions stœchiométriques. |  |  |
| Établir la relation entre les quantités de matière de réactifs introduites pour atteindre l'équivalence. |  |  |
| Expliquer ou prévoir le changement de couleur observé à l'équivalence d'un titrage mettant en jeu une espèce colorée. |  |  |

Les bons réflexes pour les exercices

Si l'énoncé demande de...

Il est nécessaire de...

Établir une relation entre les quantités de matière des réactifs à l'équivalence d'un titrage.

Réflexe 1

- Identifier le **réactif titrant B** et le **réactif titré A** et les nombres stœchiométriques qui leur sont associés b et a à partir de la réaction d'équation : $a A + b B \rightarrow c C + d D$
- Définir l'équivalence d'un titrage.
- Écrire la relation à l'équivalence du titrage : $\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_E(B)}{b}$.

Ex. 6, p. 74

Déterminer la valeur de la concentration d'une espèce chimique dissoute en solution.

Réflexe 2

- Dédire de la relation à l'équivalence du titrage (**Réflexe 1**) une relation entre les concentrations et les volumes mis en jeu :
$$\frac{C_A \times V_A}{a} = \frac{C_B \times V_E}{b}$$
- Exprimer la concentration C_A du réactif titré : $C_A = \frac{a}{b} \times \frac{C_B \times V_E}{V_A}$.
- Calculer la valeur de la concentration C_A en exprimant les volumes V_A et V_E dans la même unité et en gardant un nombre de chiffres significatifs adapté aux valeurs des données.

Ex. 6, p. 74

La vidéo du chapitre



<https://youtu.be/O9ZBR03nHyY>

Titrage

Le plan de travail

(surligner les étapes réalisées)

A faire après l'AE 9.1 : Titrage d'une solution anti-chlorose

Lire la correction de l'AE 9.1

Compléter le « I, II et III » du cours et l'étudier.

Visionner la vidéo du chapitre « Titrage »

Exercices d'application : 2-3-4-5-6-7-8 p 73

- 8 • Isoler la grandeur écrite en rouge dans chacune des expressions suivantes :

a $\frac{n_1}{1} = \frac{n_E}{3}$

c $\frac{C_A \times V_A}{2} = C_B \times V_E$

b $\frac{C_A \times V_A}{2} = C_B \times V_E$

d $\frac{t_1 \times V_1}{M_1} = \frac{C_2 \times V_E}{2}$

A faire après Erreurs et incertitudes.

VI- Évaluer une incertitude de type A / IX- Comparer la valeur de la mesure expérimentale avec une valeur de référence.

Reprendre seul le cours sur « erreurs et incertitudes (I à IX)

A faire la semaine et les jours qui précède le devoir surveillé

Visionner la vidéo de cours « titrage ».

Reprendre et étudier le cours. Possibilité de lire dans le livre : cours p 68 à 70

Reproduire une fiche de la partie « essentiel » et la maîtriser

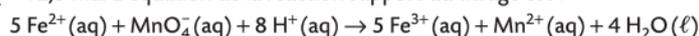
Faire les exercices résolus sans correction, puis corriger

1 Exercice résolu

Titrage des ions fer (II)

Extrait et exploiter des informations ; effectuer des calculs.

Pour contrôler la concentration en ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ de la solution contenue dans une ampoule de complément alimentaire, ces ions sont dosés par les ions permanganate $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ d'une solution dont la concentration en ions permanganate est $C_1 = 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Le volume de la solution contenue dans l'ampoule est $V_0 = 2,0 \text{ mL}$ et le volume versé à l'équivalence du titrage est : $V_E = 12,5 \text{ mL}$. L'équation de la réaction support du titrage est :



La quantité initiale d'ions fer (II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ à doser et la quantité d'ions permanganate $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ versée à l'équivalence sont notées respectivement $n_0(\text{Fe}^{2+})$ et $n_E(\text{MnO}_4^-)$.

1. Établir la relation entre les quantités $n_0(\text{Fe}^{2+})$ et $n_E(\text{MnO}_4^-)$ à l'équivalence du titrage.

2. Déterminer la valeur de la concentration C_0 en ions fer (II) dans la solution de l'ampoule.



Solution rédigée

• On utilise le Réflexe 1.

Identification des réactifs titré et titrant et de leurs nombres stoechiométriques

Définition de l'équivalence du titrage

Écriture de la relation à l'équivalence

1. Le **réactif titré** est l'ion fer (II) $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ car on cherche sa concentration dans l'ampoule. Le **réactif titrant** est l'ion permanganate $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$. Les nombres stoechiométriques associés à ces deux réactifs sont respectivement 5 et 1.

À l'équivalence du titrage on a réalisé un mélange stoechiométrique des réactifs **titré** et **titrant**, donc :

$$\frac{n_0(\text{Fe}^{2+})}{5} = \frac{n_E(\text{MnO}_4^-)}{1}$$

• On utilise le Réflexe 2.

Écriture de la relation entre les concentrations et les volumes mis en jeu

Expression de la concentration C_0

Calcul de la valeur de la concentration C_0

2. D'après la réponse à la question 1 : $\frac{C_0 \times V_0}{5} = \frac{C_1 \times V_E}{1}$

Soit : $C_0 = \frac{5 \times C_1 \times V_E}{V_0}$

d'où $C_0 = \frac{5 \times 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 12,5 \text{ mL}}{2,0 \text{ mL}}$

donc $C_0 = 0,13 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Répondre au QCM de fin de chapitre

1 Les dosages par titrage

Si erreur, revoir § 1, p. 68.

| | | | |
|---|---|--|--|
| 1. Doser une espèce chimique en solution c'est déterminer : | son volume. | sa concentration. | sa quantité de matière. |
| 2. Un dosage par titrage met en jeu : | une réaction chimique. | une gamme d'étalonnage. | un réactif titrant et un réactif titré. |
| 3. La réaction support d'un dosage par titrage doit être : | lente et totale. | rapide et totale. | rapide et non totale. |
| 4. Généralement, lors d'un dosage par titrage : | le réactif titrant est placé dans la burette graduée. | le réactif titrant est placé dans le bécher. | le réactif titré est placé dans le bécher. |
| 5. Le réactif titré est le réactif : | dont on connaît la concentration. | dont on cherche la concentration. | qui sert à doser le réactif titrant. |

2 La détermination de la concentration du réactif titré

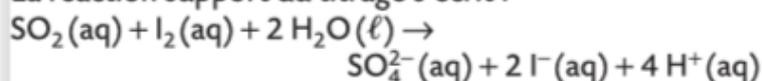
Si erreur, revoir § 2, p. 68.

| | | | |
|---|--|---|---|
| 6. À l'équivalence d'un titrage : | la quantité du réactif titrant introduit est toujours égale à la quantité initiale du réactif titré. | les réactifs titrant et titré ont été introduits en proportions stœchiométriques. | le volume du réactif titrant est égal au volume du réactif titré. |
| 7. À l'équivalence d'un titrage : | il y a changement de réactif limitant. | les réactifs titrant et titré sont totalement consommés. | seul le réactif titré est totalement consommé. |
| 8. Le peroxyde d'hydrogène $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ est titré par les ions permanganate $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ en milieu acide. L'équation de la réaction support du titrage s'écrit : $5 \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) + 2 \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 6 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) + 8 \text{H}_2\text{O}(\ell)$ À l'équivalence de ce titrage : | $\frac{n_E(\text{H}_2\text{O}_2)}{5} = \frac{n_0(\text{MnO}_4^-)}{2}$ | $\frac{n_0(\text{H}_2\text{O}_2)}{5} = \frac{n_E(\text{MnO}_4^-)}{2}$ | $\frac{n_0(\text{H}_2\text{O}_2)}{2} = \frac{n_E(\text{MnO}_4^-)}{5}$ |
| 9. Lors d'un titrage colorimétrique, l'équivalence peut être repérée grâce à : | un changement de couleur dans la burette graduée. | un changement de couleur dans le bécher. | l'utilisation d'un indicateur de fin de réaction. |
| 10. Les deux photos ci-dessous ont été prises lors du titrage du diiode $\text{I}_2(\text{aq})$ par les ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$. Le diiode donne une couleur jaune à la solution qui le contient.   | La photo ① montre le mélange réactionnel avant l'équivalence. | La photo ② montre le mélange réactionnel après l'équivalence. | L'équivalence est repérée lorsque le mélange réactionnel passe du jaune à l'incolore. |

Faire les exercices suivants de fin de chapitre

Exercice 1 : Dosages du dioxyde de soufre dans le vin (n°9 p 74)

La concentration en masse de dioxyde de soufre dans un vin blanc ne doit pas excéder $210 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Pour vérifier la conformité de la concentration en dioxyde de soufre d'un vin blanc, on utilise une solution titrante de concentration $C_1 = 7,80 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en diiode. Dans un erlenmeyer, on verse un volume $V_2 = 25,0 \text{ mL}$ de vin blanc. On ajoute 2 mL d'acide sulfurique pour acidifier le milieu. Lors du titrage d'un vin blanc, l'équivalence est obtenue après avoir versé un volume $V_E = 6,1 \text{ mL}$ de solution titrante. La réaction support du titrage s'écrit :



Énoncé compact

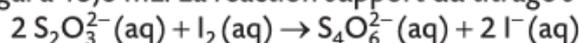
- Ce vin est-il conforme à la législation ? Justifier.

Exercice 2 : Titrage iodométrique des ions thiosulfate (n°11 p 74)

Le manioc est un arbuste répandu dans les régions tropicales ou subtropicales. Les populations locales en consomment les racines et aussi parfois les feuilles. Le manioc contient des hétérosides cyanogènes qui peuvent se transformer en acide cyanhydrique, espèce très toxique.



Un kit d'antidote, permettant de traiter rapidement les intoxications accidentelles, contient une solution aqueuse S dont la concentration en ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$ est égale à $177 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. On souhaite contrôler cette information. Pour cela, on dilue dix fois la solution S : on obtient une solution S_1 de concentration C_1 en ions thiosulfate. On dose un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ de la solution S_1 par une solution S_2 de concentration $C_2 = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en diiode $\text{I}_2(\text{aq})$. Le volume de diiode V_E versé à l'équivalence est égal à $15,6 \text{ mL}$. La réaction support du titrage s'écrit :



1. À partir des résultats du titrage, déterminer la concentration C_1 en ions thiosulfate de la solution S_1 .
2. En déduire la concentration en masse t_1 des ions thiosulfate dans la solution S. Comparer le résultat obtenu à la valeur indiquée en faisant un calcul d'écart relatif. Conclure.

Données

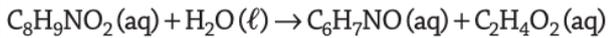
- $M(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 112,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Le contrôle qualité est considéré comme satisfaisant si l'écart relatif est inférieur à 5 %.

Exercice 3 : Titrage du paracétamol (n°16 p 76)

Pour vérifier, par titrage, la masse de paracétamol contenue dans un comprimé de Doliprane®, on réalise une hydrolyse du paracétamol en para-aminophénol puis on dose le para-aminophénol par les ions cérium (IV) $\text{Ce}^{4+}(\text{aq})$.

A Hydrolyse du paracétamol en para-aminophénol

On hydrolyse le paracétamol $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2(\text{aq})$ contenu dans un comprimé de Doliprane®. L'équation de la réaction, considérée comme totale, s'écrit :

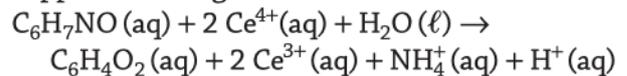


On obtient du para-aminophénol $\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}(\text{aq})$.

On verse la solution obtenue dans une fiole jaugée de 100,0 mL et on complète la fiole jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. Soit S_1 la solution obtenue, on note C_1 la concentration en quantité de matière de para-aminophénol dans S_1 .

B Titrage du para-aminophénol

On dose un volume $V_1 = 10,00 \pm 0,05$ mL de la solution S_1 par une solution titrante S_2 de concentration $C_2 = (5,00 \pm 0,01) \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions cérium (IV) $\text{Ce}^{4+}(\text{aq})$. Le volume versé à l'équivalence est $V_E = 13,1 \pm 0,1$ mL. L'équation de la réaction support du titrage s'écrit :



1. Avec quelle verrerie de précision mesure-t-on le volume V_1 de la solution S_1 ?
2. Écrire la relation à l'équivalence du titrage et en déduire la concentration C_1 en para-aminophénol de la solution S_1 .
3. Identifier quelques sources d'erreurs lors du titrage.
4. L'incertitude type $u(C_1)$ sur la concentration C_1 est donnée par la relation :

$$u(C_1) = C_1 \times \sqrt{\left(\frac{u(C_2)}{C_2}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(V_1)}{V_1}\right)^2}$$

avec $u(C_2)$, $u(V_E)$ et $u(V_1)$ respectivement les incertitudes types sur C_2 , V_E et V_1 . Calculer $u(C_1)$ et exprimer la concentration C_1 sous la forme : $C_1 \pm u(C_1)$.

5. En déduire la quantité n_1 de para-aminophénol dans la solution S_1 .
6. Justifier que la quantité de paracétamol dans un comprimé est égale à la quantité n_1 .
7. En utilisant les résultats du titrage, déterminer la masse m de paracétamol contenu dans le comprimé de Doliprane®. Conclure.

Donnée

$$\bullet M(\text{paracétamol}) = 151,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Faire le DS de l'année N-1

*Se mettre en situation durant 1h et faire le DS type de l'année N-1 si disponible en ligne.
Comparer sa copie avec la correction.*

Préparer la pochette de révisions

Elle doit contenir le livret « Parcours d'exercices et l'ensemble des exercices faits dans le chapitre, les fiches de révisions réalisées.

Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :

