

TP B2 : Titration conductimétrique : un sacré détartrant !

Comment réaliser un dosage par conductimétrie ?

Bactéricide, antiseptique, et surtout économique, le vinaigre blanc a bien des avantages pour lui. On lui prête depuis longtemps des vertus médicinales, mais il est aussi très puissant pour tout nettoyer. Il permet de détartrer, rincer, désodoriser, détacher, etc. Tout produit ménager classique présente un risque d'ingestion ou de pollution ; le vinaigre blanc ne présente aucun danger et il est extrêmement efficace. C'est le parfait nettoyeur biologique.

I) ETUDE THEORIQUE

On souhaite réaliser le dosage conductimétrique de $V_A = 25,0 \text{ mL}$ de vinaigre à 8° dilué 10 fois. Par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire apportée $c_b = 5,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

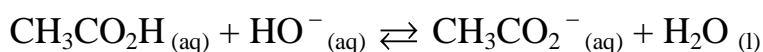
Données :

- Masses molaires de l'acide éthanóique : $M = 60,0 \text{ g.mol}^{-1}$
- Le vinaigre est une solution commerciale d'acide éthanóique : $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)}$.
- Le vinaigre commercial a une densité égale à 1,02.
- La conductivité est notée σ et elle s'exprime en S.m^{-1} . La conductivité dépend des ions présents en solution, de leurs concentrations effectives et de la température.
- La conductivité est déterminée par la formule de Kohlrausch : $\sigma = \sum_i \lambda_i \times C_i$
- Pour une température de 25°C :

Ion	λ_i (conductivité molaire ionique) en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$
HO^-	19,92
CH_3CO_2^-	4,09
Na^+	5,01

1) Donner la liste du matériel nécessaire permettant de fabriquer 50,0 mL de vinaigre dilué 10 fois.

L'équation chimique associée à la transformation du système étudié est :



2) Rappeler les propriétés nécessaires pour la réalisation d'un titrage. En déduire la conséquence sur le signe de l'équation « \rightleftharpoons ».

3) Effectuer un montage légendé du montage.

4) Effectuer un tableau d'avancement pour un titrage.

5) Ecrire la relation entre la conductivité σ et les concentrations molaire des ions à l'état initial, à l'état intermédiaire et après l'équivalence. Prévoir comment va évoluer la courbe $\sigma = f(V_b)$ où V_b est le volume d'hydroxyde de sodium versé. Expliquer la réponse.

6) Déterminer l'expression littérale de la concentration molaire du vinaigre diluée en fonction du volume d'hydroxyde de sodium V_{BE} d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.

7) En déduire l'expression littérale de la concentration massique du vinaigre non dilué.

II) REALISATION DU DOSAGE

- 1) Prendre 25 mL de vinaigre (dilué 10 fois) et l'introduire dans un bécher de 200 mL.
- 2) Réaliser le montage permettant de réaliser le dosage conductimétrique du vinaigre par la solution d'hydroxyde de sodium. Ajouter de l'eau distillée de manière à ce que le conductimètre plonge dans la solution. (Ajouter quelques gouttes de phénolphaléine)
- 3) Réaliser le dosage en mesurant la conductivité σ tous les 2 mL d'hydroxyde de sodium versé. Vous noterez les valeurs de σ correspondantes.
- 4) Tracer sur papier millimétré $\sigma = f(V_B)$. En déduire et noter le volume V_{BE} d'hydroxyde de sodium versé pour atteindre l'équivalence.

III) EXPLOITATION DU DOSAGE

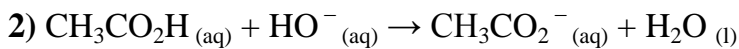
- 1) A l'aide des questions I-4 et I-5, déterminer les concentrations molaire du vinaigre diluée puis la concentration massique du vinaigre non dilué.
- 2) *Le degré d'acidité d'un vinaigre est numériquement égal à la masse, en grammes, d'acide acétique pur contenu dans 100 g du vinaigre.* En déduire le degré d'acidité du vinaigre.
- 3) L'ajout d'eau distillée modifie-t-elle le volume à l'équivalence ? Expliquer.

Chapitre B2 de chimie : Comment effectuer différents contrôles de qualité par titrage ? **Grille de compétences exigibles**

Compétences travaillées	Critères de réussite	Oui	Non
Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage par le suivi d'une grandeur physique et par la visualisation d'un changement de couleur.	Je connais :		
	➤ La définition de l'équivalence.		
	➤ Le réactif titré et titrant.		
	➤ La relation entre la conductivité et les concentrations molaires des ions.		
	Je suis capable :		
	➤ De réaliser le montage d'un titrage		
	➤ De lire des valeurs d'un conductimètre.		
	➤ De prévoir et d'interpréter l'évolution de la conductivité lorsqu'il s'agit d'un titrage conductimétrique.		
➤ De repérer l'équivalence soit par changement de couleur soit par un graphique pour un titrage conductimétrique.			

I) ETUDE THEORIQUE

1) Il faut une fiole jaugée de 50,0 mL, une pipette jaugée de 5,0 mL munie d'une propipette ainsi qu'un bécher pour prélever la solution mère.



$$3) \sigma = \lambda_{\text{HO}^-} \cdot [\text{HO}^-] + \lambda_{\text{CH}_3\text{CO}_2^-} \cdot [\text{CH}_3\text{CO}_2^-] + \lambda_{\text{Na}^+} \cdot [\text{Na}^+]$$

Avant l'équivalence : $[\text{HO}^-] \approx 0 \text{ mol.L}^{-1}$; $[\text{Na}^+]$ et $[\text{CH}_3\text{CO}_2^-]$ augmentent : σ augmente.

La courbe $\sigma = f(V_b)$ est croissante.

Après l'équivalence : $[\text{CH}_3\text{CO}_2^-] \approx \text{cte}$; $[\text{Na}^+]$ et $[\text{HO}^-]$ augmentent : σ augmente.

Comme $\lambda_{\text{HO}^-} > \lambda_{\text{CH}_3\text{CO}_2^-}$, alors la courbe $\sigma = f(V_b)$ augmente plus après l'équivalence qu'avant.

4) A l'équivalence :

$$\begin{cases} n(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})_i - x_E = 0 \\ n(\text{HO}^-)_E - x_E = 0 \end{cases}$$

Donc $x_E = n(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})_i = n(\text{HO}^-)_E$

Soit $[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] \cdot V_A = c_b \cdot V_{bE}$

$$\text{D'où } \boxed{[\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = \frac{c_b \cdot V_{bE}}{V_A}}$$

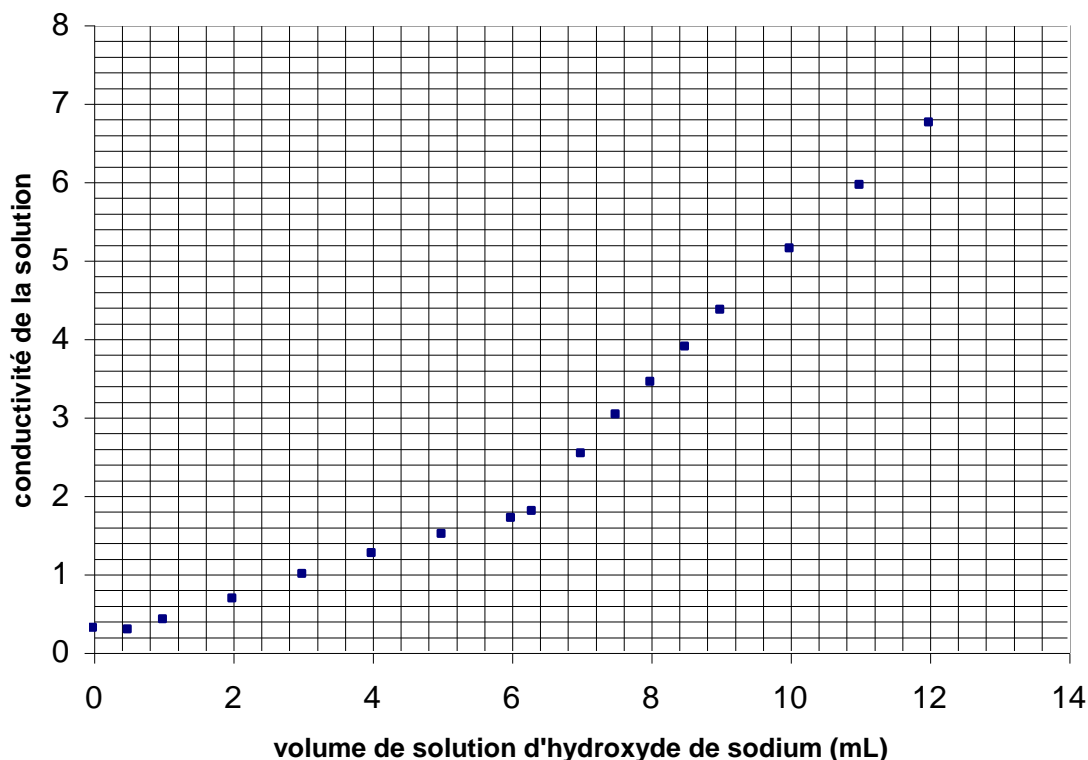
$$5) C_m(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] \cdot M_{\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}} \cdot 10$$

II) REALISATION DU DOSAGE

1 et 2) Vérifier que fiole, pipette et burette soient rincées avec les solutions adéquates

5) voir courbe ci-après.

conductivité (mS/cm) en fonction de Vb



$$V_{BE} = 6,4 \text{ mL}$$

III) EXPLOITATION DU DOSAGE

$$1) [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] = \frac{c_b \cdot V_{bE}}{V_A} = \frac{5,0 \cdot 10^{-1} \cdot 6,4}{25,0} = \boxed{0,13 \text{ mol.L}^{-1}}$$

$$C_m(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}] \cdot M_{\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}} \cdot 10 = 0,13 \cdot 60 \cdot 10 = \boxed{78 \text{ g.L}^{-1}}$$

2) D'après la masse volumique, 1 L de vinaigre a une masse 1,02 kg

Donc dans 1 L de vinaigre = 1,02 kg de vinaigre \leftrightarrow 78 g d'acide éthanoïque

100 g de vinaigre \leftrightarrow ° du vinaigre

$$\text{° du vinaigre} = \frac{100 \cdot 78}{1020} = \boxed{7,6 \text{ °}}$$

Le vinaigre est à 8°

3) L'ajout d'eau distillée ne modifie pas le volume à l'équivalence car l'eau n'est pas un réactif.

Remarque : Il n'est pas nécessaire d'étalonner le conductimètre car la conductance étant proportionnelle à la conductivité, cela ne déplace la courbe que verticalement.

Savoir faire

- mesurer un volume (pipette jaugée et burette) (avec les CS)
- faire une dilution et un titrage conductimétrique

BILAN

La conductivité, notée σ , est une grandeur qui caractérise la capacité d'une solution à conduire le courant : plus une solution conduit le courant, plus sa conductivité est grande.

Elle s'exprime en Siemens par mètre ($S.m^{-1}$) se mesure avec un conductimètre.

La formule de Kolrausch : $\sigma = \sum_i \lambda_i \times C_i$

Définition de l'équivalence : A l'équivalence, il y a changement de réactifs limitants. Le réactif titrant et le réactif titré est entièrement consommé.

Remarque sur l'origine de cette unité : où R est la résistance de la solution (en Ω), l l'écartement des plaques de la cellule qui mesure la conductivité, S la surface immergée des plaques. D'où $[\sigma] = \Omega^{-1} m^{-1} = S.m^{-1}$.

Un titrage par conductimétrie peut être utilisé lorsque la réaction support du titrage fait intervenir des ions.

Lors de ce type de titrage, on observe une rupture de pente dans l'évolution de la conductivité qui permet de repérer l'équivalence.

On construit les deux droites qui modélisent l'évolution de la conductivité avant et après l'équivalence $\sigma = f(V)$.

Remarque : le modèle d'évolution avec deux droites est valable si l'effet de la dilution est négligeable.

L'abscisse du point d'intersection de ces 2 droites correspond au volume équivalent V_E .

Savoir expliquer qualitativement l'évolution de avant et après l'équivalence