

Titrages acido-basiques

Capacités exigibles

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Sélectionner et utiliser le matériel adapté à la précision requise. ➤ Utiliser les appareils de mesure (pH) ➤ Déterminer une constante d'équilibre ➤ Mettre en œuvre une réaction acide-base pour réaliser une analyse quantitative en solution aqueuse | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifier et exploiter la réaction support du titrage ➤ Proposer ou justifier le protocole d'un titrage à l'aide de données fournies ou à rechercher. ➤ Mettre en œuvre un protocole expérimental correspondant à un titrage direct ou indirect. ➤ Exploiter une courbe de titrage pour déterminer la concentration en espèce titrée. |
|--|---|

On dispose de 3 solutions acides :

- Acide chlorhydrique $\text{HCl}_{(\text{aq})}$
- Acide méthanoïque $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$
- Chlorure d'ammonium ($\text{NH}_4^+_{(\text{aq})}$, $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$)

On sait que les ces concentrations sont de l'ordre de $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

But

Identifier les espèces ainsi que leurs concentrations

I Documents

Document 1 : pKa des couples

On donne ci-dessous les pKa des couples en jeu :

Couple	pKa
HCl/Cl^-	-6.3
$\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$	4.8
$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$	9.2

Document 2 : Matériel

Pour la classe :

- Les solutions I, II et III (de quoi avoir au moins 100 mL par groupe)
- 1 solution de d'hydroxyde de sodium à $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (au moins 20 mL par groupe)
- 3 entonnoirs
- des pipettes en plastique

Par binôme :

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 bécher de 250 mL ➤ 1 bécher de 100 mL ➤ 1 fiole de 100 mL ➤ 1 burette de 20 mL | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 pH-mètre ➤ 1 agitateur + barreau magnétiques ➤ 1 feutre pour verre ➤ 1 ordinateur |
|---|--|

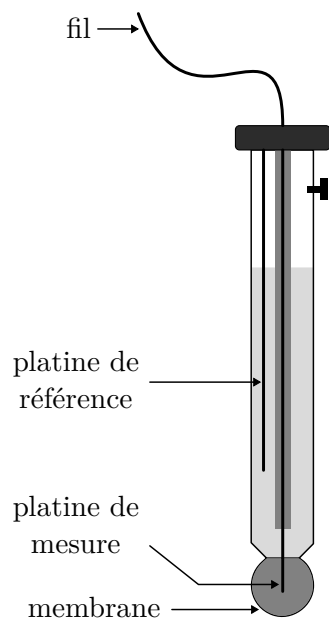
II Énoncé

- ① Imaginez un protocole permettant d'identifier chacune des solutions tout en donnant leurs concentrations en acide (vous pouvez vous répartir le travail sur tout le groupe)

- ② À l'aide des résultats de vos expériences, retrouvez les pKa des couples pour lesquels c'est possible.
Indice : Que se passe-t-il à la demie-équivalence (volume versé $V = 1/2V_{eq}$) ?

III Annexes

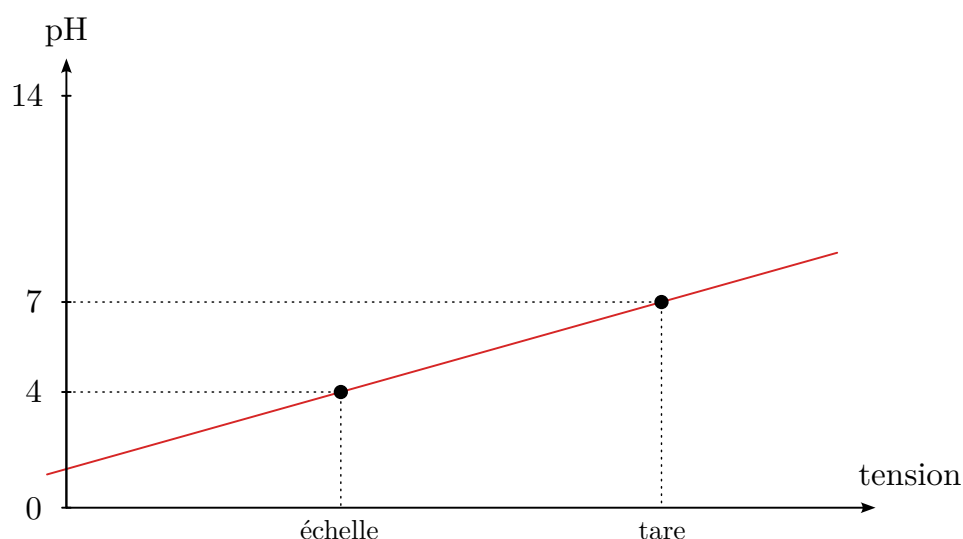
Document 3 : Étalonnage d'un pH-mètre



Le pH-mètre mesure en réalité une différence de potentiel entre deux fil de métal inclus dans l'électrode de verre. Pour convertir cette tension à une valeur de pH, il est nécessaire de toujours étalonner l'appareil, c'est-à-dire de lui donner la courbe de conversion.

Celle-ci étant une droite, il suffit de lui donner deux points afin de déterminer complètement la conversion à effectuer (cf. graphe ci-dessous).

Pour cela, on utilise des solutions dont on connaît la valeur du pH. Elles sont appelées **solutions tampon** et ne doivent évidemment pas être mises en contact avec d'autres espèces extérieures.

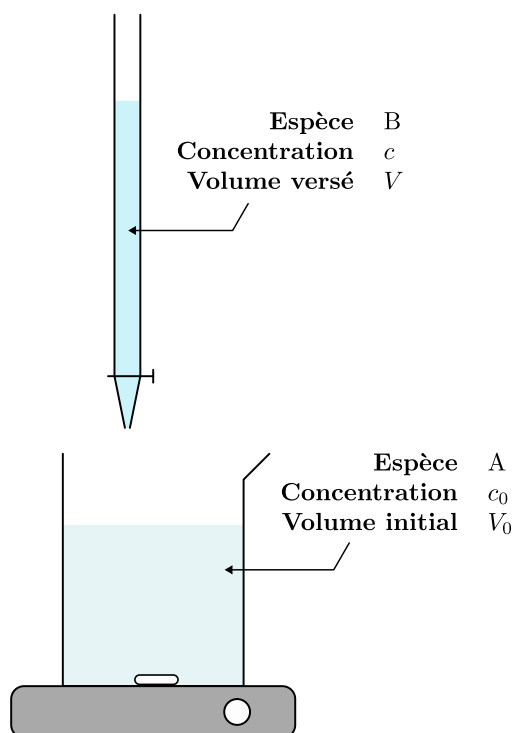


On doit alors suivre le protocole suivant :

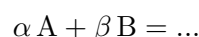
- Rincer l'électrode de verre à l'eau distillée puis sécher légèrement (**sans frotter car la membrane est fragile !**) à l'aide d'un papier ou d'un tissu.
- Plonger l'électrode dans le bain de $\text{pH} = 7$ puis ajuster le bouton "tare" jusqu'à lire la bonne valeur de pH.
- Rincer et sécher.
- Répéter l'opération dans le bain à $\text{pH} = 4$ en ajustant le bouton "échelle".
- Rincer et sécher, le pH-mètre est alors prêt à l'emploi.

Document 4 : Titrages

Les titrages sont des méthodes de dosage (mesure de concentration), basées sur des réactions chimiques (donc avec destruction de l'espèce étudiée). La réaction support du titrage doit être totale et rapide. La méthode est toujours la même :



On dispose d'une **espèce titrée** A dont on veut mesurer la concentration c_0 . On en prélève un volume V_0 . On verse ensuite petit à petit (à l'aide d'une burette) une **espèce titrante** B de concentration c réagissant avec A, tout en mesurant une grandeur physico-chimique (pH, absorbance, conductivité, potentiel électrique...).



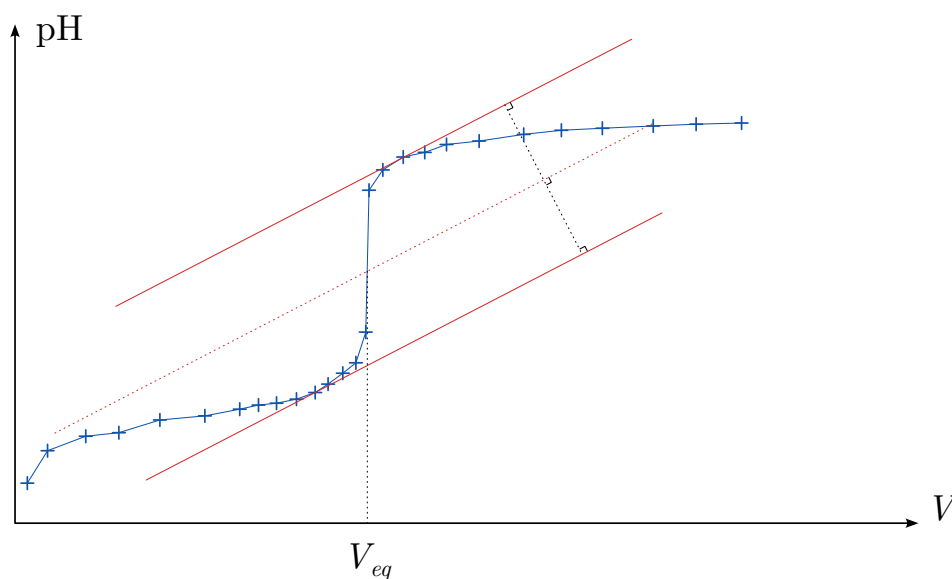
Lorsque les **proportions stœchiométriques** sont atteintes, on observe une irrégularité dans la mesure (saut de pH, virement de couleur...). On dit qu'on est à l'**équivalence**. Connaissant le volume V_{eq} versé en espèce B, on peut alors remonter à c_0 :

Équivalence \Rightarrow **Proportions stœchiométriques**

$$\Rightarrow \frac{c_0 V_0}{\alpha} = \frac{c V_{eq}}{\beta}$$

Document 5 : Méthode des tangentes

Dans le cas d'un titrage acido-basique, on peut déterminer le volume versé à l'équivalence V_{eq} grâce à la **méthode des tangentes**. Celle-ci consiste à tracer deux tangentes à la courbe de pH, parallèles entre elles, de part et d'autre du saut de pH. La médiatrice d'un segment perpendiculaire aux tangentes coupe la courbe en V_{eq} :



On remarque ainsi qu'il est important de resserrer les points lorsqu'on approche V_{eq} , afin d'avoir des tangentes plus précises.