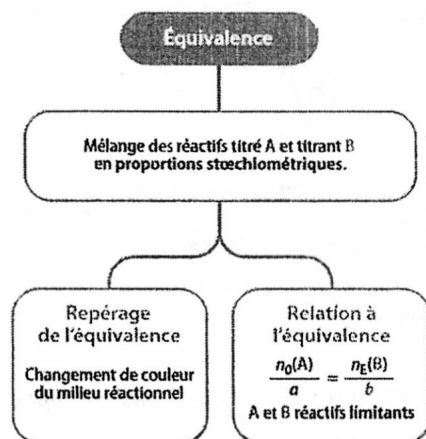




Prérequis

Relation à l'équivalence :



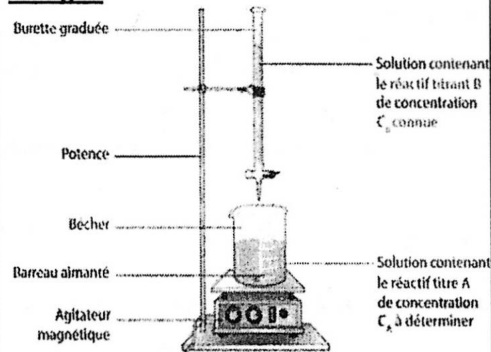
Dissolution, dilution

Loi de Beer-Lambert :

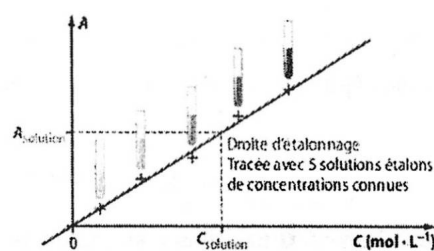
$$A = \epsilon \times l \times C$$

sans unité $L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$ cm $mol \cdot L^{-1}$

Titrage :



Dosage par étalonnage :



Éléments de programme à maîtriser

Savoirs :

- Connaître les domaines de validité des lois de Beer-Lambert et de Kohlrausch.
 - o Pour quelle concentration la loi de Beer-Lambert est-elle valide ?
 - o Pour quelle concentration la loi de Kohlrausch est-elle valide ?
- Connaître la méthode de dosage par étalonnage
 - o Quelles sont les étapes d'un dosage par étalonnage ?
- Connaître la méthode de titrage par suivi de réaction.
 - o Quelles sont les étapes d'un suivi de titrage pH métrique ?
 - o Quelles sont les étapes d'un suivi de titrage conductimétrique ?
- Connaître le vocabulaire associé : solution titrante, solution titrée, équivalence.
 - o Qu'est-ce qu'une solution titrante ?
 - o Qu'est-ce qu'une solution titrée ?
 - o Qu'est-ce que l'équivalence ?
 - o Quel est le schéma d'un titrage ?
- Connaître la relation entre les espèces chimiques à l'équivalence.
 - o Quelle est la relation entre les espèces chimiques à l'équivalence ?
 - o Quelle est la relation mathématique entre les quantités de matière des espèces chimiques à l'équivalence ?

Savoir-faire

- Exploiter un spectre UV-visible pour identifier une espèce chimique.
- Exploiter un spectre IR pour identifier un groupe caractéristique.
- Exploiter les lois de Beer-Lambert, Kohlrausch pour déterminer une concentration ou une quantité de matière.
- Utiliser la méthode du dosage par étalonnage pour déterminer une concentration.
- Réaliser un titrage pour déterminer une quantité de matière, une masse ou une concentration (et savoir faire le schéma du montage).
- Savoir justifier les pentes des droites lors d'un suivi par titrage conductimétrique (utilisation de la loi de Kohlrausch).

Capacité expérimentale pour ECE

- Réaliser des mesures d'absorbance, de pH, de conductivité en s'aidant d'une notice.
- Tracer une courbe d'étalonnage pour déterminer une concentration.
- Mettre en œuvre le protocole expérimental d'un titrage (suivi pH-métrique et conductimétrique).

quantité de matière :

$$n \text{ en mol} \quad \rightarrow \quad n = \frac{V}{V_m} \quad \begin{matrix} V \text{ en L} \\ V_m \text{ en L} \cdot \text{mol}^{-1} \end{matrix}$$

3. Spectroscopie

i. UV-visible

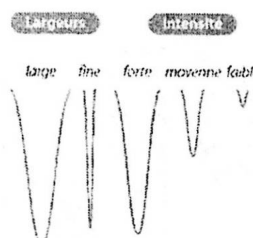
Les solutions colorées absorbent dans le domaine visible, entre 400 et 800 nm. Les solutions incolores peuvent absorber des radiations dans le domaine ultra-violet. Le graphe qui représente l'absorbance A en fonction de la longueur d'onde λ est appelé spectre d'absorption « UV-visible ».

La valeur de la longueur d'onde correspondant à l'absorbance maximale du spectre d'absorption, de même que l'allure du spectre, peuvent permettre l'identification d'une espèce chimique

ii. Infrarouge

La spectroscopie infrarouge (IR) est une technique d'analyse des molécules utilisée en chimie organique. L'identification des bandes d'absorption du spectre IR nécessite l'utilisation de tables de spectroscopie IR qui indiquent l'intensité de la bande d'absorption d'une liaison chimique et sa largeur

Un spectre infrarouge renseigne sur la nature des liaisons présentes dans une molécule et permet d'en identifier les groupes caractéristiques.



Liaisons	Nombres d'ondes (cm ⁻¹)
Alcool O - H	3 200 - 3 400 Bande forte et large
Cétone C = O	1 705 - 1 725 Bande forte et fine
Aldéhyde C - H	2 750 - 2 900 2 bandes moyennes et fines
C = O	1 720 - 1 740 Bande forte et fine
Acide carboxylique O - H	2 500 - 3 200 Bande forte et très large
C = O	1 680 - 1 710 Bande forte et fine
Ester C = O	1 700 - 1 740 Bande forte et fine
Alcène C = C	1 625 - 1 685 Bande moyenne
Amine N - H	3 100 - 3 500 Bande moyenne

Exemple de table de spectroscopie IR

II) Méthode chimique

1. Titre massique et densité d'une solution

Le titre massique noté w d'une solution est le quotient de la masse de soluté contenu dans un échantillon de solution par la masse de l'échantillon. Il s'exprime en pourcentage ou sans unité.

$$w = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$$

Remarque : Le titre massique peut parfois être appelé pourcentage massique noté P_m.

Masse volumique et densité :

$$\rho = \frac{m_{\text{solution}}}{V_{\text{solution}}} \quad d = \frac{\rho}{\rho_{\text{eau}}}$$

2. Principe titrage

Un titrage est une méthode de dosage qui consiste à déterminer la quantité de matière ou la concentration d'une espèce chimique à l'aide d'une transformation chimique.

Pour qu'une transformation chimique puisse être utilisée pour un titrage, elle doit être **totale, rapide et unique**.

L'équation modélisant la réaction support du titrage s'écrit : $a A + b B \rightarrow c C + d D$

L'équivalence d'un titrage est atteinte lorsqu'on a réalisé un mélange stœchiométrique des réactifs titré et titrant. La relation à l'équivalence permet de déterminer la quantité du réactif titré :

Quantité de matière initiale de réactif titré A dans le bécher (mol)

$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_E(B)}{b}$$

Quantité de matière de réactif titrant B versé à l'équivalence (mol)

Remarque : L'équivalence correspond aussi à l'état du système chimique pour lequel il y a changement de réactif limitant.

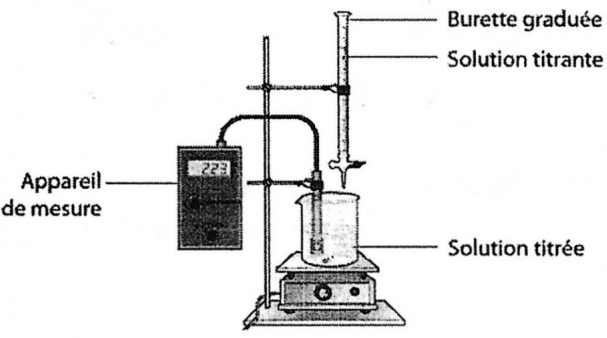
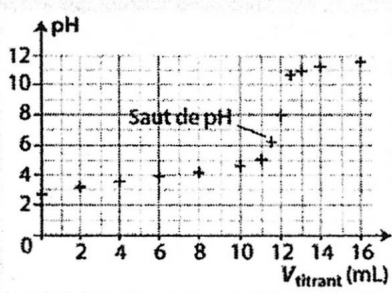
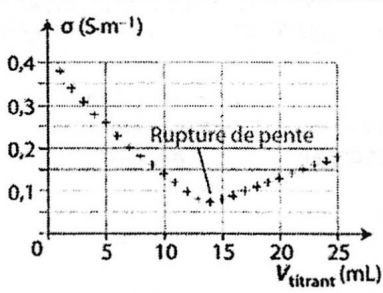
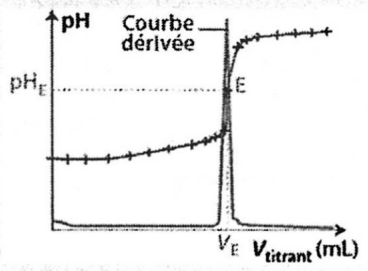
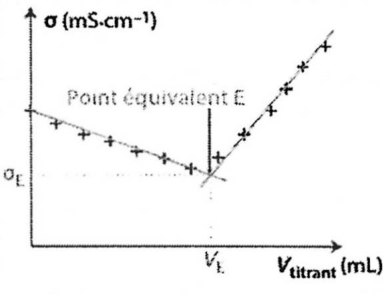
3. Suivi d'un titrage

Etablir la composition du système, au cours du titrage, consiste à déterminer les quantités de matière des différentes espèces.

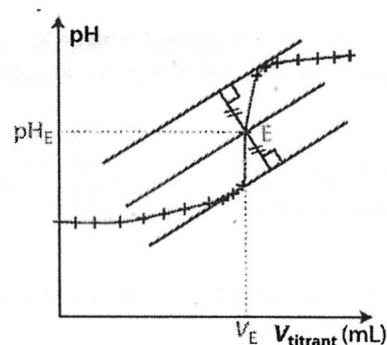
Pour l'équation générale modélisant la réaction de titrage, on peut établir le tableau d'avancement suivant :

	Volume versé V	a A(aq)	+ b B(aq)	→	c C(aq)	+ d D(aq)
Avant l'équivalence	$V < V_E$	$n_0(A) - \frac{a}{b} \cdot V \cdot c_B$	0		$\frac{c}{b} \cdot V \cdot c_B$	$\frac{d}{b} \cdot V \cdot c_B$
À l'équivalence	$V = V_E$	0	0		$\frac{c}{b} \cdot V_E \cdot c_B$	$\frac{d}{b} \cdot V_E \cdot c_B$
Après l'équivalence	$V > V_E$	0	$(V - V_E) \cdot c_B$		$\frac{c}{b} \cdot V_E \cdot c_B$	$\frac{d}{b} \cdot V_E \cdot c_B$

Un titrage peut être suivi par colorimétrie, par pH-métrie ou par conductimétrie. Les méthodes, même si elles s'intéressent à des grandeurs physiques différentes sont similaires.

Suivi par pH-métrie	Suivi par conductimétrie
Condition	
La réaction support du titrage est une réaction acide-base.	La réaction support du titrage fait intervenir des ions.
Montage	
	
Un pH-mètre associé à une sonde de pH affiche le pH.	Un conductimètre associé à une cellule de conductimétrie affiche la conductivité σ .
Courbe de titrage	
 <p>La courbe $\text{pH} = f(V_{\text{titrant}})$ doit présenter un saut de pH.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Une rupture de pente doit être visible. • La courbe est constituée de deux segments de droite.
Détermination de V_E	
<p>Les coordonnées (V_E; pH_E) du point équivalent E sont déterminées par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la méthode des tangentes (doc. ③) ; - la méthode de la courbe dérivée. 	<p>Le point d'intersection des segments permet de repérer l'équivalence du titrage.</p> 
Mode opératoire	
<ul style="list-style-type: none"> • Pour déterminer précisément l'équivalence, il convient de resserrer les mesures à l'approche de l'équivalence. 	<ul style="list-style-type: none"> • Le suivi peut se faire en versant la solution titrante mL par mL. • Un grand volume d'eau est versé initialement pour négliger les effets de la dilution.

Méthode des tangentes :



- ① Tracer deux tangentes à la courbe $\text{pH} = f(V_{\text{titrant}})$ parallèles avant et après le saut de pH.
- ② Tracer une troisième parallèle équidistante des deux autres.
- ③ L'intersection de la parallèle équidistante et de la courbe détermine le point équivalent E.