

Titrages

Niveau : MPSI

Prérequis

- Méthode des tangentes
- Calculs de pH
- connaissances de lycée sur les titrages

Réaliser des dosages par titrage.
Titrages directs, indirects. Équivalence.
Titrages simples, successifs, simultanés.
Méthodes expérimentales de suivi d'un titrage :
pH-métrie, conductimétrie, indicateurs colorés de
fin de titrage.

Identifier et exploiter la réaction support du titrage
(recenser les espèces présentes dans le milieu au
cours du titrage, repérer l'équivalence, justifier
qualitativement l'allure de la courbe ou le
changement de couleur observé).
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.
Choisir et utiliser un indicateur coloré de fin de
titrage.

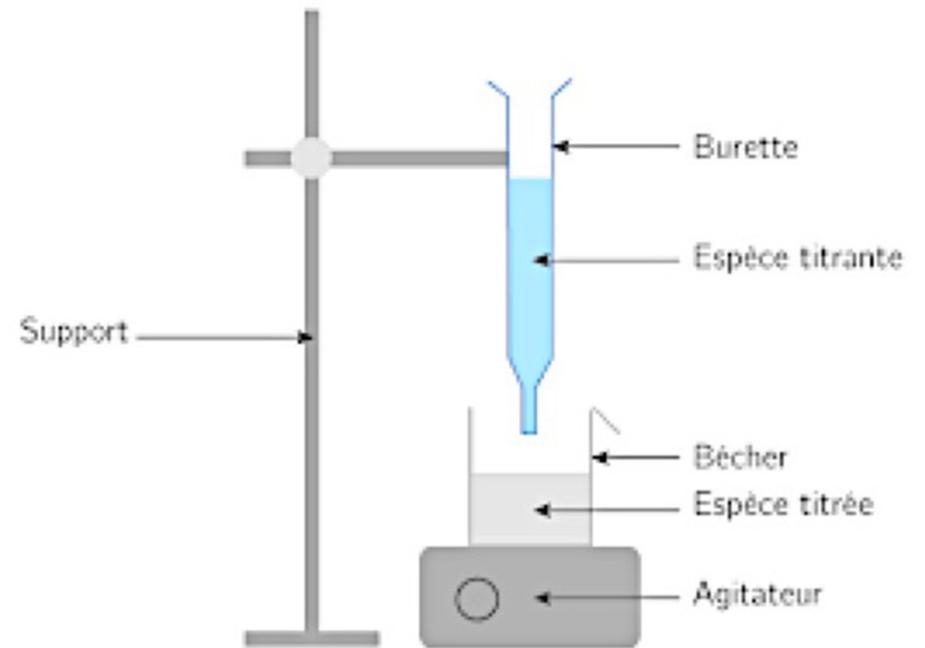
Exploiter des courbes expérimentales de titrage.

Exploiter une courbe de titrage pour déterminer la
concentration en espèce titrée.
Utiliser un logiciel de simulation pour déterminer
des courbes de distribution et confronter la courbe
de titrage simulée à la courbe expérimentale.
Distinguer l'équivalence et le repérage du virage
d'un indicateur coloré de fin de titrage.

Un dosage permet de déterminer le nombre de moles d'une espèce chimique présente dans un prélèvement.

Espèce titrée : espèce dans le bécher, souvent de concentration inconnue

Espèce titrante : espèce dans la burette, souvent de concentration connue

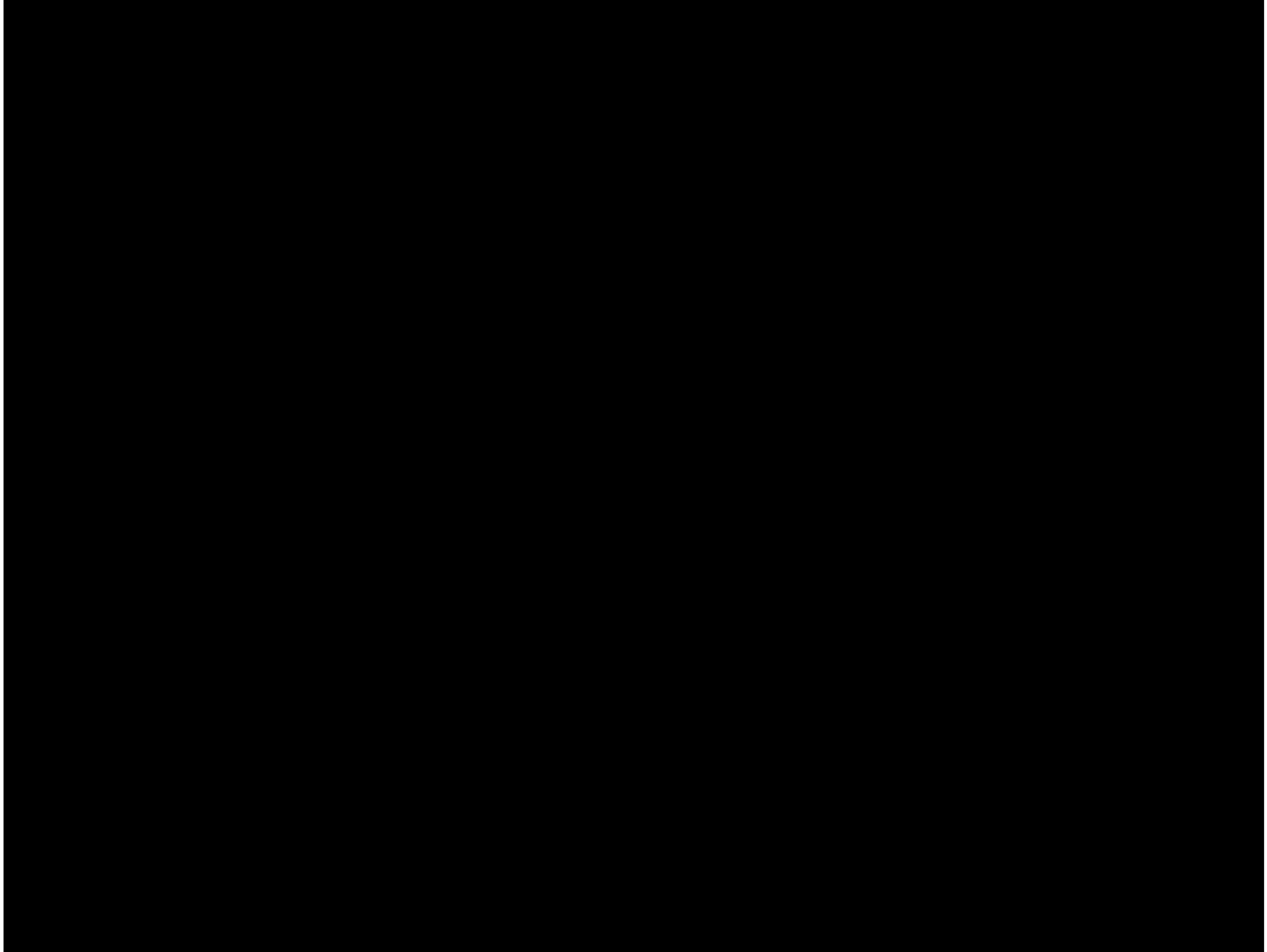


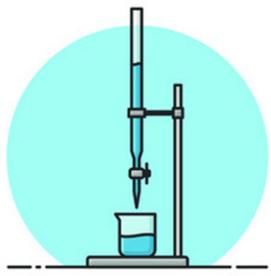
Choix de la réaction de titrage :

- Réaction quasi-quantitative : K le plus grand possible avec $K > 10^4$
- Rapide
- Unique

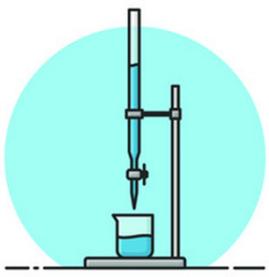
Comment repérer l'équivalence ?

- Méthode physique : conductimétrie, pH-métrie, ...
- Indicateur de fin de réaction : indicateur coloré judicieusement choisi

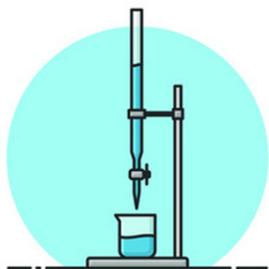




Dosage pH-métrique de d'acide chlorhydrique à
par de la soude à



Dosage conductimétrique de d'acide chlorhydrique à par de la soude à



Dosage d'un acide faible par une base forte

On considère un volume V_0 d'acide faible AH à la concentration C_0 par de la soude à la concentration C . On note V le volume de soude ajouté.



A l'équivalence : $CV_e = C_0V_0$

- $V = 0$ mL : $pH = \frac{1}{2} (pK_a + pC_0)$ si $pH \leq pK_a - 1$
- $0 < V < V_e$:

	AH	OH^-	->	A^-	H_2O
Initial	$C_0V_0 = CV_e$	CV		-	-
Final	$C(V_e - V)$	0		CV	-

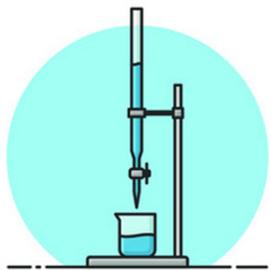
$$pH = pK_a + \log(V/(V_e - V))$$

Si $V = V_e / 2$: $pH = pK_a$

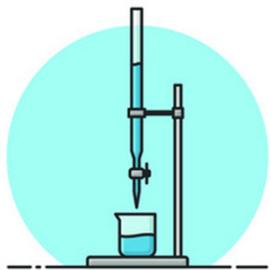
- $V = V_e$: $pH = 14 - \frac{1}{2}(pK_b - \log(CV_e/c^\circ(V_0 + V_e)))$
- $V_e < V$:

	AH	OH^-	->	A^-	H_2O
Initial	$C_0V_0 = CV_e$	CV		-	-
Final	0	$C(V - V_e)$		C_0V_0	-

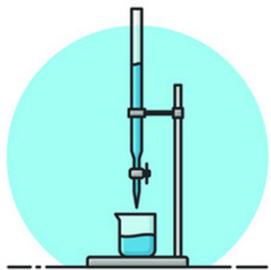
$$pH = 14 + \log(C(V - V_e)/C^\circ(V + V_0))$$



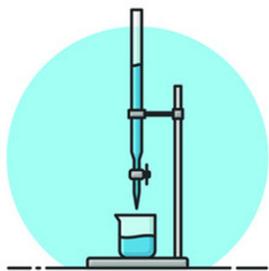
Dosage pH-métrique de d'acide acétique à par de la soude à



Influence du pKa de l'acide faible et de la dilution



Titration conductimétrique de d'acide éthanoïque par de la soude à



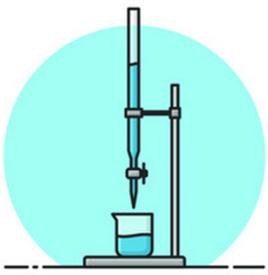
Bilan sur les titrages acido-basiques

- Condition de successivité pour un polyacide ou une polybase : $\Delta pK_a > 4$
- Resserrer les points expérimentaux autour de l'équivalence pour une meilleure précision
- Arrêter le titrage quand le pH de la solution titrée est proche de celui de la solution titrante

Suivi pH-métrique	Suivi colorimétrique	Suivi conductimétrique
mélanges d'espèces	Une seule espèce à titrer et saut de pH important : utilisation d'un indicateur coloré ou bien l'un des réactifs est coloré.	espèces ioniques de conductivités molaires très différentes
rapprocher les points autour de l'équivalence	goutte à goutte autour de l'équivalence	il n'est pas nécessaire de rapprocher les points autour de l'équivalence
étalonnage	ajout modéré	pas d'étalonnage
Un compromis doit être trouvé pour la dilution		Pour négliger la dilution, ajouter un large excès d'eau et si ce n'est pas possible tracer la conductivité

Bibliographie

- Titrage : mathrix.fr
- Logo titrage : flaticon



Exemple de choix d'un indicateur coloré

on titre 10 mL d'une solution d'ammoniac à 0,1 mol/l par de l'acide chlorhydrique à 0,1 M.

phénolphtaléine : V_{eq} n'est pas inclus dans [1,5mL;9 mL] l'indicateur coloré n'est pas adapté

BBT : V_{eq} est inclus dans [9,75 mL; 10,00mL]

mais l'estimation du volume équivalent se fait avec une erreur de titrage de 0,25 mL, supérieure à celle liée à l'utilisation de la verrerie

rouge de méthyle : {9,95 ; 10,05 mL }

changement à la goutte près soit erreur estimée à 0,05 mL ce qui est inférieure à celle liée à l'utilisation de la verrerie