

[TP Chimie 5] Titrage d'un mélange d'acides

L'objectif est de doser les deux acides d'un mélange en réalisant un titrage suivi par pH-métrie puis par colorimétrie.

Matériel à disposition

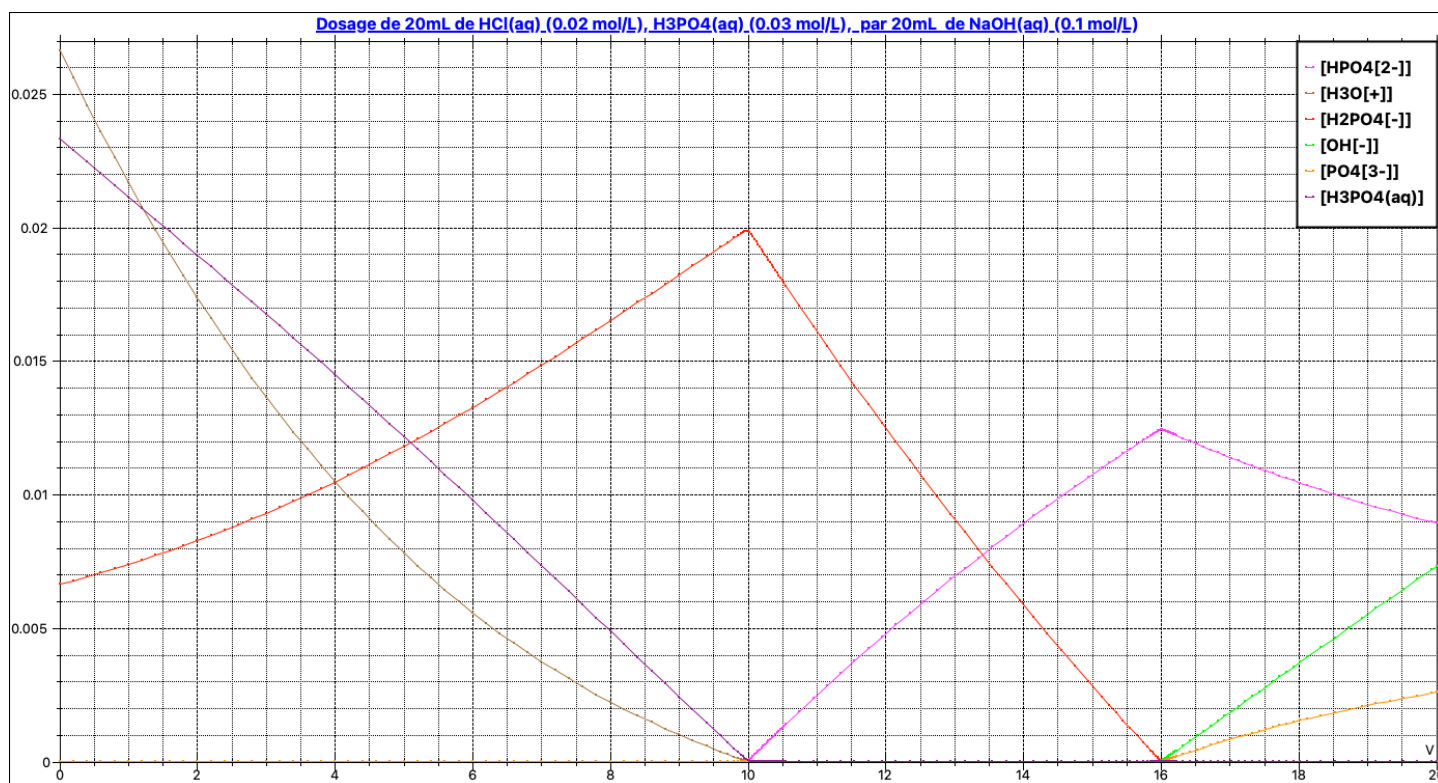
Solution contenant un mélange d'acides
Solution de soude de concentration $0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
Indicateurs colorés
pH-mètre avec son électrode

Burette, agitateur magnétique
Pipette jaugée de 20,0 mL
Bechers (deux de 50 mL et un de 100 mL)
Erlenmeyer

On dispose d'une solution qui est un mélange de deux acides : l'acide chlorhydrique HCl en concentration C_1 et l'acide phosphorique H_3PO_4 en concentration C_2 . Afin de déterminer leurs concentrations au sein du mélange, on effectue un titrage en ajoutant progressivement à un volume $V_0 = 20 \text{ mL}$ de ce mélange une solution de soude de concentration $C_0 = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Partie A. Simulation du titrage

On effectue une simulation de ce titrage avec $C_1 = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $C_2 = 0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Sur le graphe sont représentées les concentrations des espèces présentes (de façon significative) dans le milieu réactionnel en fonction du volume de la solution de soude versé.



- Quelles sont les espèces présentes initialement (pour $V = 0$) ? Expliquer leur présence.
Note : Pour les calculs qui suivent, tout se passe comme si tout l'acide phosphorique était resté sous la forme H_3PO_4 .
- On distingue 3 phases lors du titrage, séparées par les volumes $V_{E1} = 10 \text{ mL}$ et $V_{E2} = 16 \text{ mL}$. Pour chaque phase, identifier les réactifs et les produits. Écrire les équations associées (il y en a éventuellement plusieurs par phase).
- Exprimer la quantité de matière totale d'ions hydroxydes versée au cours de la première phase. Exprimer la quantité d'espèces ayant réagi avec ces ions. En déduire une première relation entre concentrations. Vérifier l'accord avec les valeurs numériques.
- Faire de même pour la deuxième phase.
- En pratique on ne connaît pas les valeurs de C_1 et C_2 . Donner leur expression en fonction de C , V_0 , V_{E1} et V_{E2} .

Partie B. Titrage pH-métrique

En ajoutant une base à un mélange d'acide, le pH augmente progressivement en faisant des sauts à chaque équivalence.

- ☐ Étalonner le pH-mètre en suivant la notice.
- ☐ Remplir la burette avec la solution de soude. Placer l'agitateur magnétique sous la burette.
- ☐ Introduire dans un bécher le volume V_0 du mélange d'acides mesuré à la pipette et un aimant. Poser le bécher sur l'agitateur.
- ☐ Placer l'électrode du pHmètre sur un support, de façon à ce qu'elle plonge dans la solution, tout en libérant de la place pour la burette. Ajouter éventuellement de l'eau distillée.
- ☐ Verser la solution titrante et mesurer le pH tous les mL, en rapprochant les mesures (tous les 0,5 mL voire moins) quand le pH augmente plus rapidement.
- ☐ Dans un tableur, afficher la courbe du pH en fonction du volume V versé. Déterminer les volumes équivalents à l'aide de la méthode des tangentes.
- ☐ En déduire les concentrations des deux acides dans le mélange.

Partie C. Titrage colorimétrique

À l'équivalence, la variation rapide du pH peut être détectée par le changement de couleur brusque d'un indicateur coloré.

Indicateur coloré

Un indicateur coloré est un couple acide-base dont les deux espèces conjuguées ont des couleurs différentes. Lorsque le pH franchit une **zone de virage** centrée sur le pK_A du couple, la couleur change de sa teinte acide à sa teinte basique. Voici un tableau donnant les caractéristiques de 3 indicateurs colorés fréquents.

Indicateur	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	rouge	3,1 – 4,4	jaune
Vert de bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	bleu
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
Phénolphthaléine	incolore	8,2 – 10,0	rose

Pour détecter l'équivalence d'un titrage, on choisit un indicateur qui contient le pH du point équivalent dans sa zone de virage (si possible au début).

- ☐ Au vu de la courbe du pH obtenue dans la première partie, quel indicateur choisir pour détecter la première équivalence ? la deuxième ?
- ☐ Remplir à nouveau la burette avec la solution de soude.
- ☐ Introduire à nouveau dans un erlenmeyer un volume V_0 du mélange d'acides, un aimant, ainsi que quelques gouttes de l'indicateur choisi pour la première équivalence.
- ☐ Verser progressivement le réactif titrant, en passant au goutte à goutte lorsqu'une coloration apparaît. Noter précisément le volume correspondant au virage de l'indicateur coloré, quand le changement de couleur est persistant.
- ☐ Une fois la première équivalence passée, ajouter quelques gouttes de l'indicateur pour la deuxième équivalence. Continuer le dosage et noter également précisément le volume correspondant au virage du deuxième indicateur coloré.
- ☐ Retrouve-t-on les mêmes résultats qu'avec la pH-métrie ? Expliquer la différence potentielle.