



Chapitre B4

Ecrire l'équation de la réaction support d'un titrage à partir d'un protocole expérimental ou d'une description du mélange réalisé.

CAPEXO 1. On réalise le titrage d'une solution d'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$). Quel est le réactif titrant et quelle est la solution titrante ? Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

CAPEXO 2. On réalise le titrage d'une solution d'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ par une solution d'hydroxyde de potassium ($\text{K}^+ + \text{HO}^-$). Quelle est le réactif titré ? Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

CAPEXO 3. On réalise le titrage d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$). Quelle est la solution titrée ? Quel est le réactif titrant ? Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

CAPEXO 4. On réalise le titrage d'une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) par une solution d'acide sulfurique ($2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$). Quelle est la solution titrante ? Quel est le réactif titrant ? Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

CAPEXO 5. On réalise le titrage d'une solution d'ammoniac NH_3 par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$). Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

CAPEXO 6. On réalise le titrage d'une solution de chlorure d'ammonium ($\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$) par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$). Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

CAPEXO 7. On réalise le titrage d'un volume V d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) par une solution d'hydroxyde de potassium ($\text{K}^+ + \text{HO}^-$). Ecrire l'équation de la réaction support du titrage.

Identifier les espèces chimiques présentes dans le système chimique avant, après et à l'équivalence.

CAPEXO 8. On réalise le titrage d'une solution d'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$). L'équation du titrage s'écrit $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{HO}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$.

a. Quelles sont les entités (molécules et ions) présentes dans la solution titrée à l'état initial, c'est à dire avant d'avoir commencé à verser de la solution titrante ?

On commence à verser de la solution titrante dans la solution titrée.

b. Quelles sont les entités (molécules et ions) présentes dans la solution titrée avant l'équivalence ?

c. Quelles sont les entités (molécules et ions) présentes dans la solution titrée à l'équivalence ?

d. Quelles sont les entités (molécules et ions) présentes dans la solution titrée après l'équivalence ?

CAPEXO 9. On réalise le titrage d'une solution d'éthanoate de sodium ($\text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{CO}_2^-$) par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$). L'équation du titrage s'écrit : $\text{CH}_3\text{CO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{H}_2\text{O}$.

a. Quelles sont les entités (molécules et ions) présentes dans la solution titrée à l'état initial, c'est à dire avant d'avoir commencé à verser de la solution titrante ?

On commence à verser de la solution titrante dans la solution titrée.

b. Quelles sont les entités (molécules et ions) présentes dans la solution titrée avant l'équivalence ?

c. Quelles sont les entités (molécules et ions) présentes dans la solution titrée à l'équivalence ?

d. Quelles sont les entités (molécules et ions) présentes dans la solution titrée après l'équivalence ?

Savoir repérer l'équivalence et déterminer le volume versé à l'équivalence.

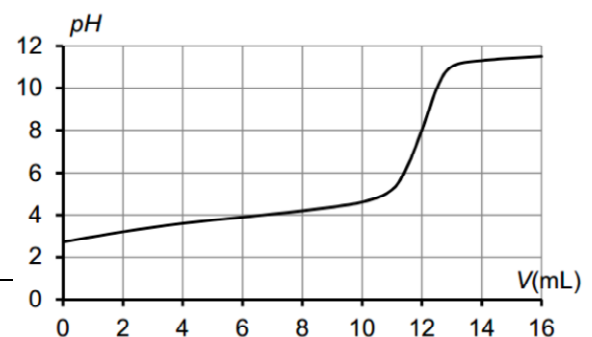
CAPEXO 10. Comment détermine-t-on le volume à l'équivalence dans le cas d'un titrage colorimétrique ?

CAPEXO 11. Comment détermine-t-on le volume à l'équivalence dans le cas d'un titrage conductimétrique ?

CAPEXO 12. Comment détermine-t-on le volume à l'équivalence dans le cas d'un titrage pH-métrique ?

Indiquer 2 méthodes possibles.

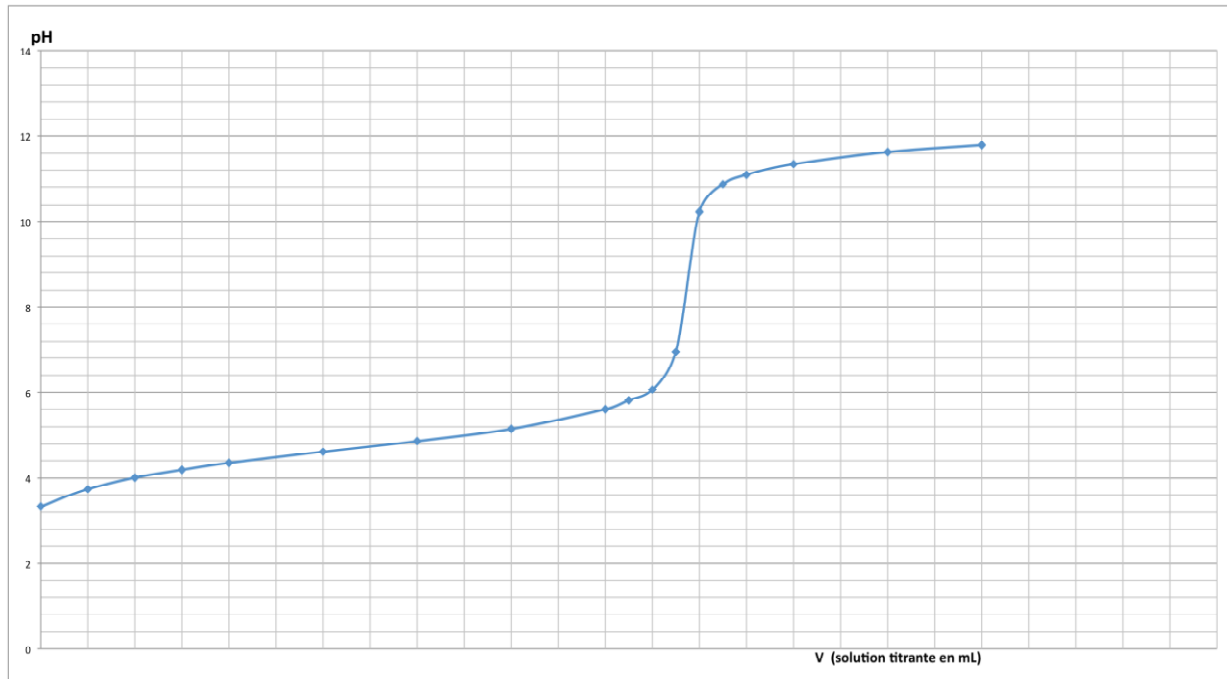
CAPEXO 13. On trouve ci-dessous les couleurs et zones de virage d'indicateurs colorés acido-basiques usuels et la courbe de titrage suivi par pH-métrie d'une solution d'acide lactique par une solution d'hydroxyde de sodium. Quel indicateur coloré serait adapté pour réaliser le même titrage colorimétrique de la solution d'acide lactique ?



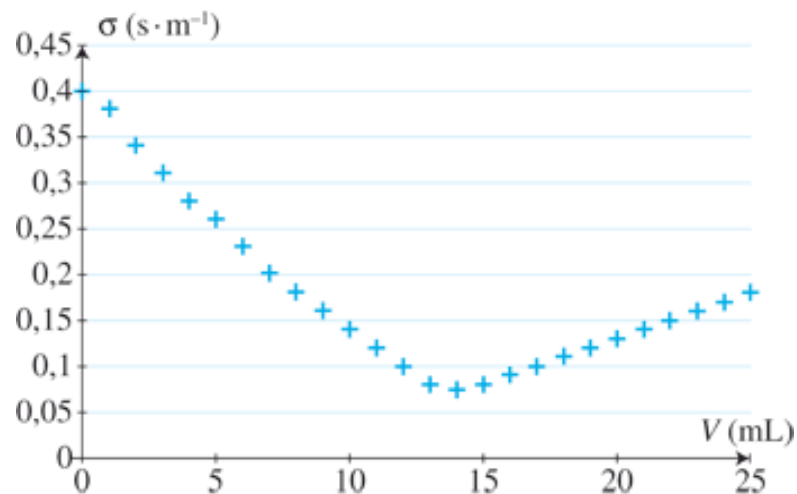


Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Zone de virage	Teinte de la forme basique
Hélianthine	rouge	$3,1 < \text{pH} < 4,4$	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	$6,0 < \text{pH} < 7,6$	bleu
Phénolphaléine	incolore	$8,0 < \text{pH} < 10$	rosé

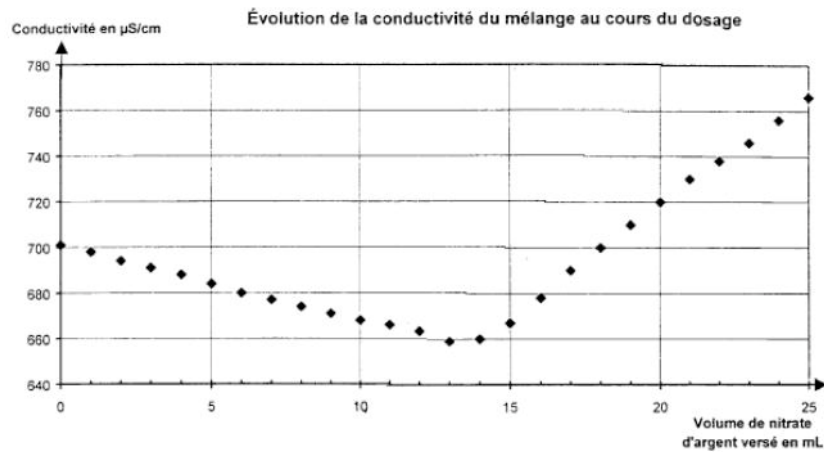
CAPEXO 14. Le graphe ci-dessous représente l'évolution du pH de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante versé lors d'un titrage. A l'aide d'une construction graphique, déterminer le volume à l'équivalence.



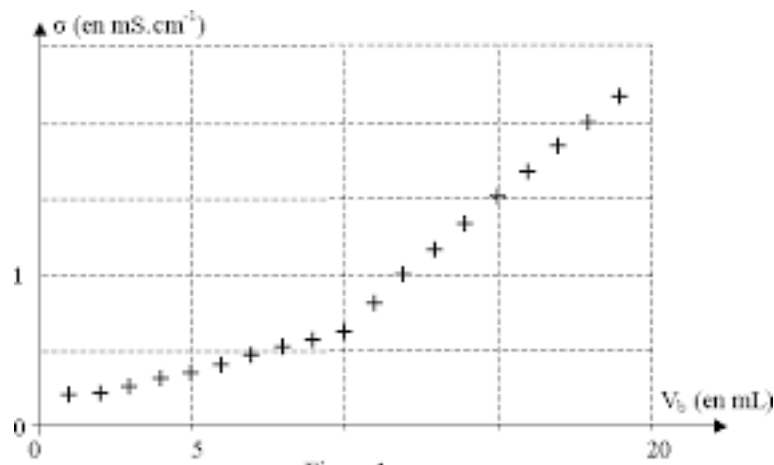
CAPEXO 15. Le graphe ci-dessous représente l'évolution de la conductivité de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante versé lors d'un titrage. A l'aide d'une construction graphique, déterminer le volume à l'équivalence.



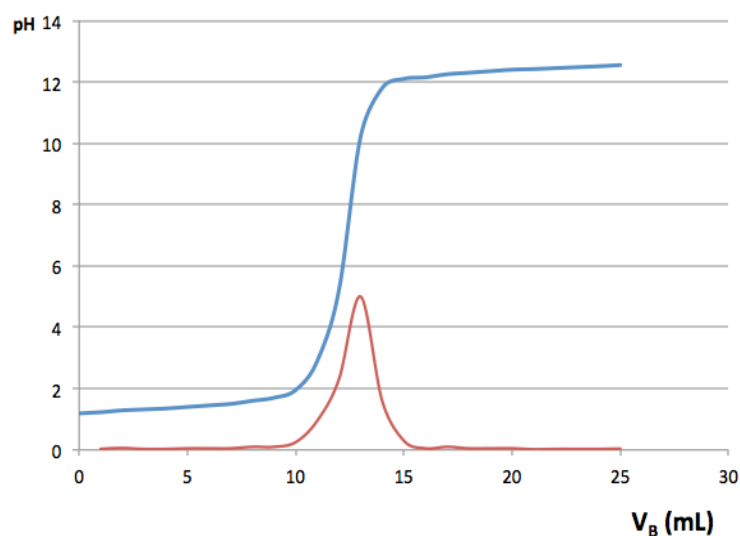
CAPEXO 16. Le graphe ci-dessous représente l'évolution de la conductivité de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante versé lors d'un titrage. A l'aide d'une construction graphique, déterminer le volume à l'équivalence.



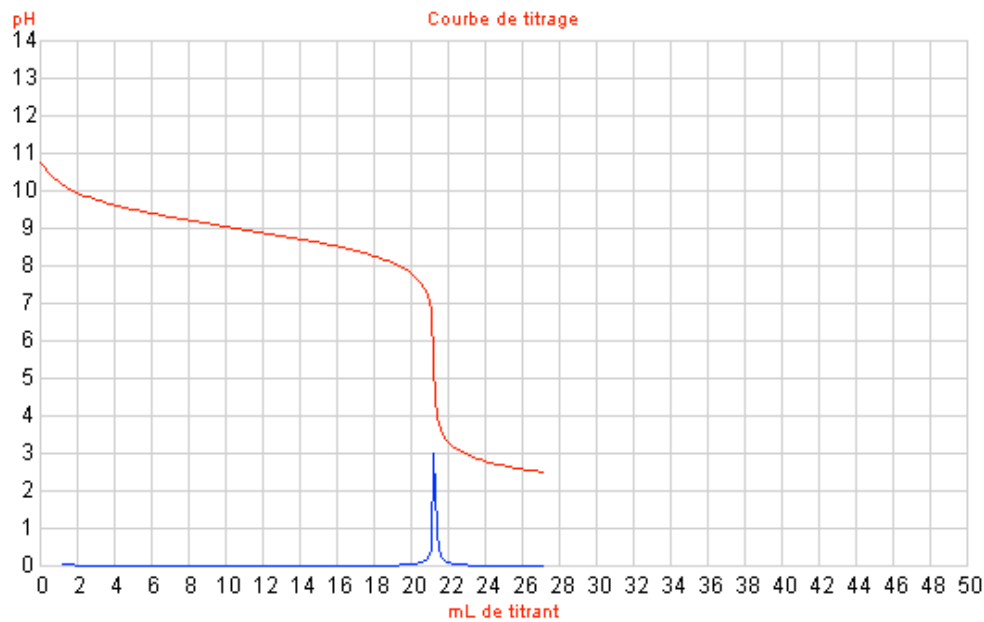
CAPEXO 17. Le graphe ci-dessous représente l'évolution de la conductivité de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante versé lors d'un titrage. A l'aide d'une construction graphique, déterminer le volume à l'équivalence.



CAPEXO 18. Le graphe ci-dessous représente l'évolution du pH de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante versé lors d'un titrage. Déterminer le volume à l'équivalence par 2 méthodes différentes.



CAPEXO 19. Le graphe ci-dessous représente l'évolution du pH de la solution titrée en fonction du volume de solution titrante versé lors d'un titrage. Déterminer le volume à l'équivalence par 2 méthodes différentes.



CAPEXO 20. Pour chacun des titrages par suivi pH-métrique précédent, déterminer les indicateurs colorés qui permettraient de réaliser le même titrage colorimétrique.

Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Zone de virage	Teinte de la forme basique
Hélianthine	rouge	$3,1 < \text{pH} < 4,4$	jaune
Vert de bromocrésol	jaune	$3,8 < \text{pH} < 5,4$	bleu
Bleu de bromothymol	jaune	$6,0 < \text{pH} < 7,6$	bleu
Rouge de phénol	jaune	$6,6 < \text{pH} < 8$	rouge
Phénolphtaléine	incolore	$8,0 < \text{pH} < 10$	rosé
Alizarine	rouge	$11 < \text{pH} < 12,4$	violet

Etablir la relation entre la quantité initiale de réactif titré et la quantité de réactif titrant versé pour atteindre l'équivalence.

Faire un calcul littéral puis numérique pour trouver la quantité, la concentration molaire ou la concentration massique de l'espèce chimique titrée

CAPEXO 21. On réalise le titrage d'un volume V de solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration c par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration c_A . Le volume à l'équivalence est $V_{\text{éq}}$.

L'équation du titrage est $\text{HO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

- A partir de la définition de l'équivalence et de l'équation chimique du titrage, déterminer l'expression de c en fonction de V , c_A et $V_{\text{éq}}$.
- On a $V = 20,0 \text{ mL}$; $c_A = 0,025 \text{ mol.L}^{-1}$ et $V_{\text{éq}} = 16,0 \text{ mL}$. Calculer la valeur de c .

CAPEXO 22. On réalise le titrage d'un volume V_A de solution de chlorure d'ammonium ($\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$) de concentration c_A par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration c_B . Le volume à l'équivalence est $V_{\text{éq}}$.

L'équation du titrage est $\text{NH}_4^+ + \text{HO}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

- A partir de la définition de l'équivalence et de l'équation chimique du titrage, déterminer l'expression de c_A en fonction de V_A , c_B et $V_{\text{éq}}$.
- On a $V_A = 10,0 \text{ mL}$; $c_B = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$ et $V_{\text{éq}} = 14,6 \text{ mL}$. Calculer la valeur de c_A .

CAPEXO 23. On réalise le titrage d'un volume V_B de solution d'ammoniac NH_3 de concentration c_B par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration c_A . Le volume à l'équivalence est $V_{\text{éq}}$.

L'équation du titrage est $\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$.

- A partir de la définition de l'équivalence et de l'équation chimique du titrage, déterminer l'expression de c_B en fonction de V_B , c_A et $V_{\text{éq}}$.
- On a $V_B = 15,0 \text{ mL}$; $c_A = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ et $V_{\text{éq}} = 9,8 \text{ mL}$. Calculer la valeur de c_B .



CAPEXO 24. On réalise le titrage d'un volume V d'une solution de carbonate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$) de concentration c en ions carbonate par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration c_A . Le volume à l'équivalence est V_{eq} .

L'équation du titrage est $\text{CO}_3^{2-} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$.

- A partir de la définition de l'équivalence et de l'équation chimique du titrage, déterminer l'expression de c en fonction de V , c_A et V_{eq} .
- On a $V = 10,0 \text{ mL}$; $c_A = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ et $V_{\text{eq}} = 10,0 \text{ mL}$. Calculer la valeur de c .

CAPEXO 25. On réalise le titrage colorimétrique d'un volume V_1 d'une solution de diiode I_2 de concentration c_1 par une solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) de concentration c_2 en ions thiosulfate. Le volume à l'équivalence est V_{eq} . L'équation chimique du titrage est : $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$.

- A partir de la définition de l'équivalence et de l'équation chimique du titrage, déterminer l'expression de c_1 en fonction de V_1 , c_2 et V_{eq} .
- On a $V_1 = 20,0 \text{ mL}$; $c_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ et $V_{\text{eq}} = 12,7 \text{ mL}$. Calculer la valeur de c .

CAPEXO 26. On réalise le titrage colorimétrique d'un volume V de solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) de concentration c en ions thiosulfate par une solution de diiode I_2 de concentration c_2 . Le volume à l'équivalence est V_{eq} . L'équation chimique du titrage est : $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$.

- A partir de la définition de l'équivalence et de l'équation chimique du titrage, déterminer l'expression de c en fonction de V , c_2 et V_{eq} .
- On a $V = 20,0 \text{ mL}$; $c_2 = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ et $V_{\text{eq}} = 12,7 \text{ mL}$. Calculer la valeur de c .

CAPEXO 27. On réalise le titrage d'un volume V d'une solution d'éthanoate de sodium ($\text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{CO}_2^-$) de concentration c par de l'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) de concentration c_A . Le volume à l'équivalence est V_{eq} . L'équation chimique du titrage est : $\text{CH}_3\text{CO}_2^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{H}_2\text{O}$.

- A partir de la définition de l'équivalence et de l'équation chimique du titrage, déterminer l'expression du volume à l'équivalence V_{eq} en fonction de V , c et c_A .
- On a $V = 10,0 \text{ mL}$; $c_A = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$. La concentration c de la solution titrée est comprise entre $0,01$ et $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$. Dans quel intervalle se situe la valeur du volume à l'équivalence ?

Interpréter qualitativement un changement de pente lors un titrage conductimétrique.

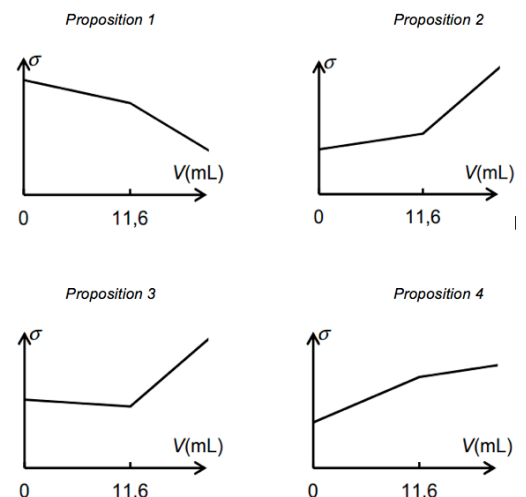
CAPEXO 28. On réalise le titrage conductimétrique d'une solution de chlorure de sodium ($\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$) par une solution de nitrate d'argent $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$. L'équation de la réaction du titrage est : $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$. Le volume à l'équivalence est $V_{\text{eq}} = 11,6 \text{ mL}$.

Parmi les représentations graphiques ci-dessous, quelle est celle qui représente l'allure de l'évolution de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V de solution de nitrate d'argent versé ? Justifier.

On considèrera que le volume global de la solution titrée reste constant pendant le titrage (volume titré très supérieur au volume V de solution titrante ajouté au cours du titrage).

Données - Conductivités molaires ioniques à 25°C

Ion	Ag^+	Na^+	Cl^-	NO_3^-
$\lambda^\circ (\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1})$	6,2	5,0	7,6	7,1



CAPEXO 29. On réalise le titrage conductimétrique d'une solution de chlorure d'hydrogène ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$). Le volume à l'équivalence est V_{eq} . L'équation de la réaction du titrage est : $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

Prévoir l'allure de l'évolution de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V_B de solution titrante versé ? Justifier.

On considèrera que le volume global de la solution titrée reste constant pendant le titrage (volume titré très supérieur au volume V_B de solution titrante ajouté au cours du titrage).

Données - Conductivités molaires ioniques à 25°C

Ion	H_3O^+	Na^+	Cl^-	HO^-
$\lambda^\circ (\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1})$	35	5,0	7,6	20



CAPEXO 30. On réalise le titrage conductimétrique d'une solution d'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$). Le volume à l'équivalence est $V_{\text{éq}}$.

L'équation de la réaction du titrage est : $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} + \text{HO}^- \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$.

Prévoir l'allure de l'évolution de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V_B de solution titrante versé ? Justifier.

On considèrera que le volume global de la solution titrée reste constant pendant le titrage (volume titré très supérieur au volume V_B de solution titrante ajouté au cours du titrage).

Données - Conductivités molaires ioniques à 25 °C

Ion	Na^+	CH_3CO_2^-	HO^-
$\lambda^\circ (\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1})$	5,0	4,1	20

Suivre ou proposer un protocole pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité.

CAPEXO 31. Faire un schéma annoté du montage utilisé dans le cas d'un titrage pH-métrique.

CAPEXO 32. Faire un schéma annoté du montage utilisé dans le cas d'un titrage conductimétrique.

CAPEXO 33. Faire un schéma annoté du montage utilisé dans le cas d'un titrage colorimétrique.

Suivre ou proposer un protocole pour déterminer la concentration d'une espèce chimique en utilisant un dosage par étalonnage (spectrophotométrie ou conductimétrie) dans le domaine de la santé, de l'environnement ou du contrôle de la qualité

CAPEXO 34. Expliquer le principe d'un dosage par étalonnage.