

Exercice 1 (D'après BTS BIOTECHNO 2002 Conductivité. Composé peu solubles)

1.
$$\sigma = \sum_i |z_i| \times \Lambda_i^0 \times C_i$$

$|z_i|$: valeur absolue de la charge de l'ion

Λ_i^0 : conductivité molaire ionique rapportée à l'unité de charge $S.m^{-2}.mol^{-1}$

C_i : concentration molaire $mol.m^{-3}$

σ : conductivité de la solution : $S.m^{-1}$

2. L'eau pure contient des ions H_3O^+ et OH^-

$pH = 7$ donc $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7} mol.L^{-1} = 10^{-4} mol.m^{-3}$

$$\sigma = \Lambda_{H_3O^+}^0 \times [H_3O^+] + \Lambda_{OH^-}^0 \times [OH^-] = 35,0 \times 10^{-3} \times 10^{-4} + 19,9 \times 10^{-3} \times 10^{-4} = 5,5 \times 10^{-6} S.m^{-1} = 5,5 \mu S.m^{-1}$$

La conductivité de la solution d'hydroxyde de cadmium est supérieure à celle de l'eau pure donc la solution d'hydroxyde de cadmium est bien meilleure conductrice que l'eau pure.



| | | | |
|----|-----|---|----|
| EI | n | 0 | 0 |
| EF | n-s | s | 2s |

$[Cd^{2+}] = s$ et $[OH^-] = 2s$

4.

$$\sigma = 2\Lambda_{Cd^{2+}}^0 \times [Cd^{2+}] + \Lambda_{OH^-}^0 \times [OH^-] = 2s \times \Lambda_{Cd^{2+}}^0 + 2s \times \Lambda_{OH^-}^0 = 2s(\Lambda_{Cd^{2+}}^0 + \Lambda_{OH^-}^0)$$

$$s = \frac{\sigma}{2(\Lambda_{Cd^{2+}}^0 + \Lambda_{OH^-}^0)} = \frac{630 \times 10^{-6}}{2(5,4 \times 10^{-3} + 19,9 \times 10^{-3})} = 1,24 \times 10^{-2} mol.m^{-3} = 1,24 \times 10^{-5} mol.L^{-1}$$

$$s = 1,24 \times 10^{-5} \times 146 = 1,81 \times 10^{-3} g.L^{-1}$$

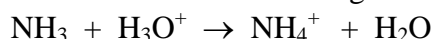
5.

$$K_s = [Cd^{2+}] \times [OH^-] = 4s^3 = 4 \times (1,24 \times 10^{-5})^3 = 7,63 \times 10^{-15}$$

$$pK_s = -\log K_s = -\log 7,63 \times 10^{-15} = 14,1$$

Exercice 2 (D'après BTS BIOTECHNO 2003 Conductivité)

1. Equation de la réaction de dosage :



2. Détermination de la concentration C_b de la solution S :

D'après la courbe, le volume équivalent est de 9,75 mL

A l'équivalence, on a la relation :

$$C_b V_b = C_a V_a \quad \text{donc} \quad C_b = \frac{C_a V_a}{V_b} = \frac{0,1 \times 10}{9,75} = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$$

3. On ajoute 90 mL d'eau distillée à la solution d'acide chlorhydrique contenue dans le bécher pour que le volume de la solution soit considéré comme constant au cours de la manipulation.

4. Conductivité, conductance :

4.1. Unités, dans le système international, des grandeurs intervenant dans l'expression de la conductivité σ :

$$\sigma = \sum_i |z_i| \times \Lambda_i^0 \times C_i$$

$|z_i|$: valeur absolue de la charge de l'ion

Λ_i^0 : conductivité molaire ionique rapportée à l'unité de charge $\text{S.m}^{-2}.\text{mol}^{-1}$

C_i : concentration molaire mol.m^{-3}

σ : conductivité de la solution : S.m^{-1}

4.2. Expression la conductivité de la solution du bécher pour $V_{\text{NH}_3} = 0$ mL :

$$\sigma = \Lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}^0 \times [\text{H}_3\text{O}^+] + \Lambda_{\text{OH}^-}^0 \times [\text{OH}^-] + \Lambda_{\text{Cl}^-}^0 \times [\text{Cl}^-]$$

Calcul de la valeur théorique de σ :

A l'état initial, on a :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{Cl}^-] = \frac{C_a V_a}{100} = \frac{0,1 \times 10}{100} = 0,01 \text{ mol.L}^{-1} = 10 \text{ mol.m}^{-3}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{10^{-14}}{0,01} = 10^{-12} \text{ mol.L}^{-1} = 10^{-9} \text{ mol.m}^{-3}$$

D'après la question précédente, on a la relation :

$$\sigma = \Lambda_{\text{H}_3\text{O}^+}^0 \times [\text{H}_3\text{O}^+] + \Lambda_{\text{OH}^-}^0 \times [\text{OH}^-] + \Lambda_{\text{Cl}^-}^0 \times [\text{Cl}^-]$$

$$\sigma = 350 \times 10^{-4} \times 10 + 200 \times 10^{-4} \times 10^{-9} + 76 \times 10^{-4} \times 10 = 0,426 \text{ S.m}^{-1}$$

Calcul de la conductance correspondante :

On a la relation :

$$G = K \times \sigma = 0,01 \times 0,426 = 4,26 \times 10^{-3} \text{ S}$$

4.3. Calcul de la conductance à partir de l'équivalence.

A partir de l'équivalence, on peut considérer que $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 0 \text{ mol.L}^{-1}$ et $[\text{NH}_4^+] = 0,01 \text{ mol.L}^{-1} = 10 \text{ mol.m}^{-3}$

L'expression de la conductivité est :

$$\sigma = \Lambda_{\text{NH}_4^+}^0 \times [\text{NH}_4^+] + \Lambda_{\text{Cl}^-}^0 \times [\text{Cl}^-]$$

$$\sigma = 74 \times 10^{-4} \times 10 + 76 \times 10^{-4} \times 10 = 0,150 \text{ S.m}^{-1}$$

Calcul de la conductance correspondante :

On a la relation :

$$G = K \times \sigma = 0,01 \times 0,150 = 1,50 \times 10^{-3} \text{ S} = 1,50 \text{ mS}$$

Exercice 3 (D'après BTS ABM 2012 Saturation de la thyroïde par l'iodure de potassium)

1. Equation de la réaction de dosage :



Une réaction est quantitative lorsqu'elle est totale.

$$K = \frac{1}{[\text{Ag}^+][\text{I}^-]} = \frac{1}{K_s} = 10^{pK_s} = 10^{16,2} = 1,6 \times 10^{16}$$

Cette constante est très supérieure à 10^3 donc la réaction est considérée comme totale c'est-à-dire quantitative.

2. Justification de l'allure de la courbe :

| Concentration des différents ions | Avant l'équivalence | Après l'équivalence |
|-----------------------------------|--|---------------------|
| $[\text{Ag}^+]$ | 0 | augmente |
| $[\text{NO}_3^-]$ | augmente | augmente |
| $[\text{I}^-]$ | diminue | 0 |
| $[\text{K}^+]$ | constante | constante |
| Evolution de la conductivité | Diminue faiblement car un ion NO_3^- remplace un ion I^- et que $\lambda(\text{I}^-) > \lambda(\text{NO}_3^-)$ | Augmente fortement |

3. Détermination graphique du volume équivalent V_E .

$V_E = 6,1$ ml (point d'intersection des deux portions de droite correspondant aux deux domaines)

4. A l'équivalence les quantités de matière des réactifs sont en proportions stoechiométriques. Avant l'équivalence, l'un des réactifs est en excès, après l'équivalence, l'autre réactif est en excès. On a la relation :

$$n_0 = n_{\text{Ag}^+} = C_{\text{Ag}^+} \times V_E$$

5. Calcul de la masse m d'iodure de potassium contenue dans le comprimé utilisé. On a la relation :

$$m = n_0 \times M_{\text{KI}} = C_{\text{Ag}^+} \times V_E \times M_{\text{KI}} = 0,13 \times 6,1 \times 10^{-3} \times 166 = 0,132 \text{ g} = 132 \text{ mg}$$

Donc le comprimé est conforme à ce qui est inscrit sur la boîte.

6. Calcul de la concentration en ions iodures C_{I^-} de la solution S :

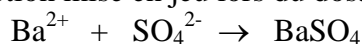
$$C_{\text{I}^-} = \frac{n_0}{V_0} = \frac{C_{\text{Ag}^+} \times V_E}{V_0} = \frac{0,13 \times 6,1}{100} = 7,9 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

Exercice 4 (D'après BTS Bioac 2010 Dosage des ions sulfate dans une eau minérale)

1. On a préféré un bécher de 500 mL et l'ajout d'eau distillée avant le dosage car le volume total du liquide contenu dans le bécher varie peu au cours du dosage, il est considéré comme constant.

2. Le résultat ne serait pas faussé, car on s'intéresse uniquement au volume équivalent. On ne cherche pas à connaître la valeur de la conductivité à l'équivalence mais uniquement la position du point d'intersection des deux droites. Avec un mauvais étalonnage, on modifie la conductivité d'un même facteur donc on ne modifie pas la position du volume équivalent.

3. Equation de la réaction mise en jeu lors du dosage :



$$K = \frac{1}{[\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]} = \frac{1}{K_s} = 10^{pK_s} = 10^{10}$$

Cette constante est très supérieure à 10^3 donc la réaction est considérée comme totale c'est-à-dire quantitative.

4. Expression littérale de la concentration $[\text{SO}_4^{2-}]$ en ions sulfate dans l'eau minérale en fonction de V , C_0 et V_{eq} . A l'équivalence, on a la relation :

$$n_{\text{SO}_4^{2-}} = n_{\text{Ba}^{2+}}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] \times V = C_0 \times V_{eq} \quad \text{donc} \quad [\text{SO}_4^{2-}] = \frac{C_0 \times V_{eq}}{V}$$

5. Calcul de la valeur de la concentration $[\text{SO}_4^{2-}]$ en mol.L^{-1} . D'après la question précédente, on a la relation :

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{C_0 \times V_{eq}}{V} = \frac{5,5 \times 10^{-2} \times 11,1}{50} = 1,22 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

6. On calcule la concentration massique :

$$C_m = C \times M = 1,22 \times 10^{-2} \times 96,1 = 1,17 \text{ g.L}^{-1}$$

Ce résultat est bien compatible avec la valeur indiquée sur l'étiquette qui est de $1,2 \text{ g.L}^{-1}$