

Correction exercices chapitre 1

33 a. $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ et $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$
 car $\text{HCO}_3^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ et $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{CO}_3$
 b. Une espèce amphotère est susceptible de se comporter comme un acide ou comme une base de Brönsted. Il est donc capable de céder et d'accepter un ion hydrogène. C'est le cas pour cet ion d'après ce qui précède.
 c. L'acide éthanoïque étant un acide de Brönsted, cet ion se comporterait comme une base.
 $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$
 d. L'ammoniac étant une base de Brönsted, cet ion se comporterait comme un acide.
 $\text{NH}_3_{(\text{aq})} + \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} \rightarrow \text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$

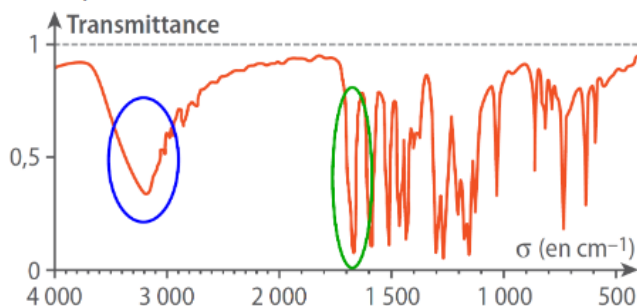
37 a. La base conjuguée de l'acide ascorbique capte un ion hydrogène pour le former :
 $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^- + \text{H}^+ = \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$
 donc l'acide ascorbique a pour formule brute $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$.
 b. $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^- + \text{H}_3\text{O}^+$
 c. $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 + \text{HO}^-$

35 a. Le changement de couleur de la solution indique qu'une transformation chimique a lieu.
 b. $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(\text{aq})} + \text{AH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+_{(\text{aq})} + \text{A}^-_{(\text{aq})}$
 c. Un ion hydrogène a été transféré au cours de cette transformation. Le réactif qui l'a capté est $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(\text{aq})}$ et c'est donc une base de Brönsted.
 d. $\text{CH}_3\text{NH}_2_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
 $\text{A}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
 La forme rose $\text{A}^-_{(\text{aq})}$ est donc consommée, si bien que la couleur rose disparaît si $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ est en excès.

47 1. $\text{A}_1\text{H} = \text{A}_1^- + \text{H}^+$
 Il appartient au couple $\text{A}_1\text{H}/\text{A}_1^-$.
 2. a. Le changement de couleur du bleu de bromophénol lors de la fabrication de l'éluant montre qu'une transformation chimique a eu lieu, formant la forme acide du bleu de bromophénol.
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{A}_2^- \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{A}_2\text{H}$
 b. Lors du séchage de la plaque de chromatographie, l'acide éthanoïque s'évapore et la forme basique bleue du bleu de bromophénol peut se reformer. Les taches restent jaunes car elles contiennent des acides qui ont réagi avec la forme basique du bleu de bromophénol pour former A_2H , jaune.
 c. Le dépôt de vesou donne plusieurs taches, ce qui montre que le vesou est un mélange. Par ailleurs, il donne une tache à la même hauteur que celle de l'acide glycolique. Il contient donc de l'acide glycolique.
 3. Il faut mesurer précisément la masse d'un volume connu de cette solution.
 Placer une fiole jaugée de 1,000 L sur la balance, faire la tare.
 Introduire la solution dans la fiole jusqu'au trait de jauge, ainsi $V_0 = 1,000 \text{ L} = 1\,000 \text{ mL}$.
 Mesurer la masse m_0 de la solution.
 Calculer la masse volumique $\rho = \frac{m_0}{V_0}$.
 4. La masse d'acide glycolique vaut $0,001m$ et s'écrit ρV , donc $m = \frac{\rho V}{0,001} = 1 \text{ kg}$ (avec le nombre de chiffres significatifs imposé par la teneur en masse).

Correction exercices chapitre 2 (partie 1)

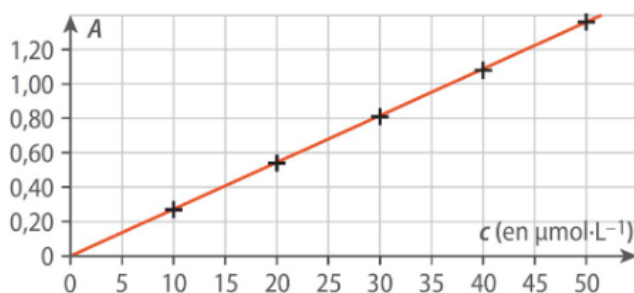
72 1. La molécule de vanilline contient un groupe caractéristique carbonyle C=O qui correspond à la bande à $1\,700\text{ cm}^{-1}$ entourée en vert, mais aussi un groupe hydroxyle OH, bande vers $3\,200\text{--}3\,300\text{ cm}^{-1}$ entourée en bleu. Ce spectre IR peut donc correspondre à la vanilline.



2.1. Le maximum d'absorption de la solution est à 350 nm donc elle absorbe dans le domaine UV. Elle n'est donc pas colorée.

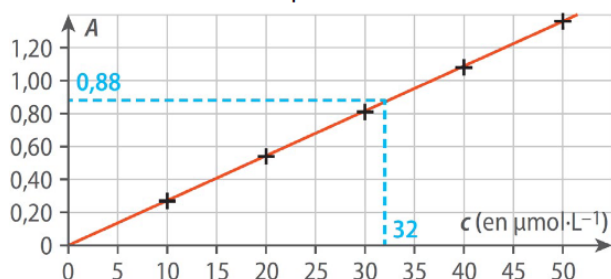
2.2. On utilise une radiation de longueur d'onde $\lambda = 350\text{ nm}$ pour réaliser des mesures précises car elle correspond à l'absorbance maximale.

3.1.



3.2. La loi de Beer-Lambert est vérifiée car la courbe obtenue est une droite qui passe par l'origine.

3.3. On utilise le graphique, on place le point $A = 0,88$ et on lit l'abscisse de ce point.



On lit $c = 32\text{ μmol·L}^{-1} = 3,2 \times 10^{-5}\text{ mol·L}^{-1}$.

3.4. Dans 250 mL de solution aqueuse, on a une quantité de matière de vanilline :

$$n = cV = 3,2 \times 10^{-5} \times 250 \times 10^{-3} = 8,0 \times 10^{-6}\text{ mol}$$

Comme la quantité de l'ion phénolate est égale à celle de la vanilline, la masse de vanilline est :

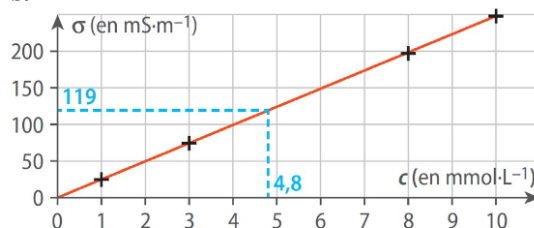
$$m = nM = 8,0 \times 10^{-6} \times 152 = 1,2 \times 10^{-3}\text{ g}$$

La concentration en masse est donc, dans 1 mL :

$$C_m = \frac{m}{V} = \frac{1,2 \times 10^{-3}}{1} = 1 \times 10^{-3}\text{ g·L}^{-1}$$

61 a. La dilution permet d'être dans le domaine de validité de la loi de Kohlrausch mais aussi d'obtenir une concentration en rapport avec celles des solutions étalons.

b.



c. Par lecture graphique, la concentration vaut $4,8\text{ mmol·L}^{-1}$. Avant dilution cette concentration vaut donc $c = 2\,000 \times 4,8 \times 10^{-3} = 9,6\text{ mol·L}^{-1}$.

La masse dans un litre est égale à :

$$m = nM = 9,6 \times 40,0 = 3,8 \times 10^2\text{ g}$$

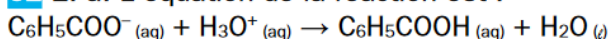
Un litre de solution pèse $1\,330\text{ g}$. Le pourcentage

$$\text{massique vaut donc } \frac{380}{1\,330} = 29\%.$$

Cette valeur est proche de celle de l'étiquette.

Correction exercices chapitre 2 (partie 2)

62 1. a. L'équation de la réaction est :



b. La quantité de matière d'ions oxonium apportée est $n = 5,00 \times 20 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$.

2. Ce spectre n'est pas celui de l'acide benzoïque car il ne contient pas de bande correspondant à la liaison O-H vers 3500 cm^{-1} .

27 La concentration en ions oxonium est :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c^0 10^{-\text{pH}} = 10^{-6,5} = 3 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

28 a. D'après la définition, le pH vaut :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right) = -\log(1,20 \times 10^{-3}) = 2,92$$

b. Le pH vaut donc :

$$\text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c^0}\right) = -\log(1,20 \times 10^{-4}) = 3,92$$

66 a. D'après la relation de Kohlrausch :

$$\sigma = \lambda_{\text{ClO}_4^-} [\text{ClO}_4^-] + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ donc } \sigma = \lambda_{\text{ClO}_4^-} c + \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} c$$

$$\text{On a } \lambda_{\text{ClO}_4^-} = \frac{\sigma - \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} c}{c} = 6,6 \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$\text{b. } \frac{u(\lambda_{\text{ClO}_4^-})}{\lambda_{\text{ClO}_4^-}} = \sqrt{\left(\frac{u(c)}{c}\right)^2 + \left(\frac{u(\sigma)}{\sigma}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{0,1}{2,2}\right)^2 + \left(\frac{0,5}{91,5}\right)^2}$$

$$\frac{u(\lambda_{\text{ClO}_4^-})}{\lambda_{\text{ClO}_4^-}} = 4,6 \times 10^{-2} \text{ (sans unité)}$$

$$u(\lambda_{\text{ClO}_4^-}) = \lambda_{\text{ClO}_4^-} \times 4,6 \times 10^{-2} = 3,0 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

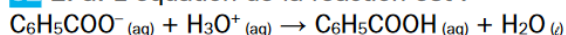
$$\lambda_{\text{ClO}_4^-} = (6,6 \pm 0,3) \times 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

c. Le quotient est égal à :

$$\frac{|\text{mesure} - \text{référence}|}{\text{incertitude-type}} = \frac{|6,6 \times 10^{-3} - 6,73 \times 10^{-3}|}{3,0 \times 10^{-4}} = 0,43$$

Les deux valeurs sont donc conformes.

62 1. a. L'équation de la réaction est :



b. La quantité de matière d'ions oxonium apportée est $n = 5,00 \times 20 \times 10^{-3} = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$.

2. Ce spectre n'est pas celui de l'acide benzoïque car il ne contient pas de bande correspondant à la liaison O-H vers 3500 cm^{-1} .

Correction exercices chapitre 3

52 1.1. Un volume $V_A = 100,0 \text{ mL}$ de Synthol a une masse $m_S = \rho V_A = 0,950 \times 100,0 = 95,0 \text{ g}$.

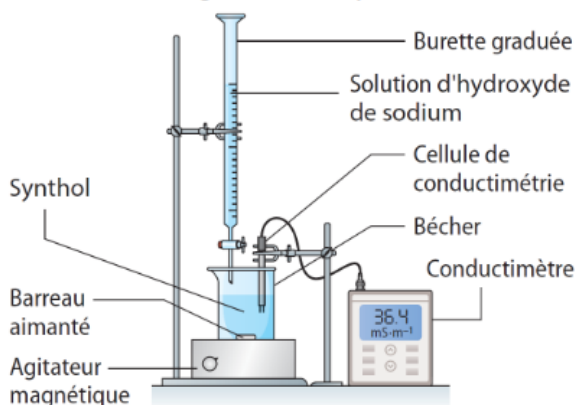
Par proportionnalité, on trouve la masse d'acide salicylique m_A dans ces 95,0 g de solution de Synthol, soit $m_A = \frac{95,0 \times 0,0105}{100} = 9,97 \times 10^{-3} \text{ g}$.

On en déduit la quantité de matière n_A correspondante :

$$n_A = \frac{m_A}{M_A} = \frac{9,97 \times 10^{-3}}{138} = 7,23 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$1.2. c_A = \frac{n_A}{V_A} = \frac{7,23 \times 10^{-5}}{0,1000} = 7,23 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2.1. Schéma légendé du dispositif :



2.2. À l'équivalence, les réactifs titrant et titré ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de la réaction support du titrage.

2.3. La conductivité du mélange augmente après l'équivalence car les ions de la solution titrante ajoutée s'accumulent dans le mélange.

2.4. À l'aide de la courbe de titrage, on détermine $V_E = 7,0 \text{ mL}$. On note c la concentration en acide salicylique de la solution titrée de Synthol.

La quantité de matière d'ions hydroxyde apportée à l'équivalence est $n = c_B V_E$ et est égale à celle de l'acide salicylique initialement présent dans le prélèvement de solution titrée ($n = c V_A$), d'après la stœchiométrie de la réaction support du titrage.

D'où $c_B V_E = c V_A$

$$\text{soit } c = \frac{c_B V_E}{V_A} = \frac{0,0100 \times 7,0}{100,0} = 7,0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

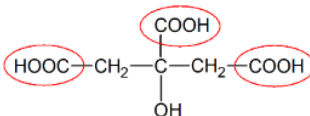
valeur proche de celle trouvée à la question 1.2.

2.5. On ne peut pas utiliser un titrage pH métrique car le Synthol est une solution alcoolique et les électrodes pH-métriques ne peuvent être utilisées qu'en solution aqueuse.

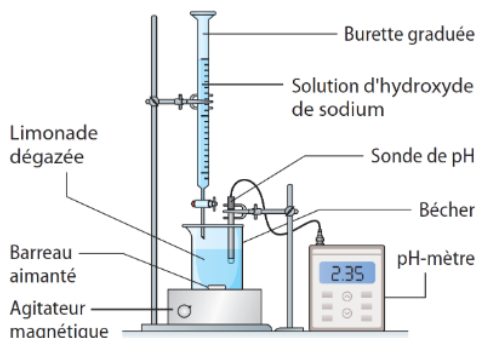
48 1. a. Le dioxyde de carbone dissous dans l'eau a des propriétés acides, il peut réagir avec la solution titrante qui est une base. Il est donc nécessaire de dégazer la limonade avant le titrage.

b. Le réactif titré est l'acide citrique de la limonade et le réactif titrant, l'ion HO^- d'hydroxyde de sodium.

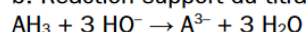
c. L'acide citrique présente trois fonctions acides carboxyliques, il se comporte comme trois acides distincts.



2. a. Schéma du montage du titrage pH-métrique :



b. Réaction support du titrage :



c. On peut trouver le volume équivalent à l'aide de la méthode de la dérivée : $V_E = 16,5 \text{ mL}$.

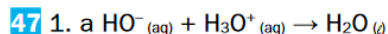
d. Soit c la concentration de l'acide citrique et c_m sa concentration en masse.

La quantité de matière d'ions hydroxyde apportée à l'équivalence est $c_B V_E$ et est égale à trois fois celle d'acide citrique initialement présent dans le prélèvement de solution titrée (cV), d'après la stœchiométrie de la réaction support du titrage.

D'où $c_B V_E = 3cV$

$$\text{soit } c = \frac{c_B V_E}{3V} = \frac{0,030 \times 16,5}{3 \times 10,0} = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{et } c_m = cM = 1,6 \times 10^{-2} \times 192 = 3,1 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}.$$



b. On peut réaliser un suivi pH-métrique du titrage puisque la base HO^- est titrée par un acide H_3O^+ .

2. a. À l'équivalence, les réactifs titré et titrant ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

Le volume équivalent est le volume de solution titrante versé à l'équivalence.

b. La quantité de matière d'ions oxonium apportée à l'équivalence est $n_A = c_A V_E$ et est égale à celle des ions hydroxyde initialement présents dans le prélèvement de solution titrée ($n = cV_B$), d'après la stœchiométrie de la réaction support du titrage. D'où $cV_B = c_A V_E$

$$\text{et } c = \frac{c_A V_E}{V_B} = \frac{5,00 \times 10^{-2} \times 10,8}{100,0} = 5,40 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

3. a. Les sources d'incertitudes du titrage sont la mesure du volume équivalent, le prélèvement de la solution titrée et la concentration de la solution titrante.

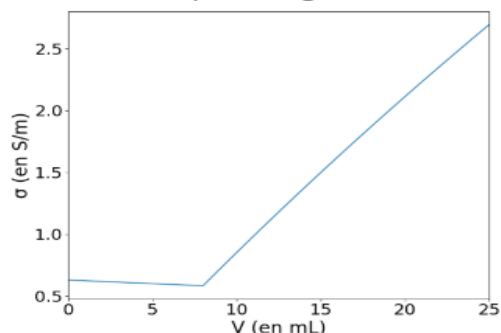
$$\text{b. } u(c) = 5,40 \times 10^{-3} \times \sqrt{\left(\frac{0,2}{10,8}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{0,05}\right)^2 + \left(\frac{0,2}{100}\right)^2}$$

$$u(c) = 2 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

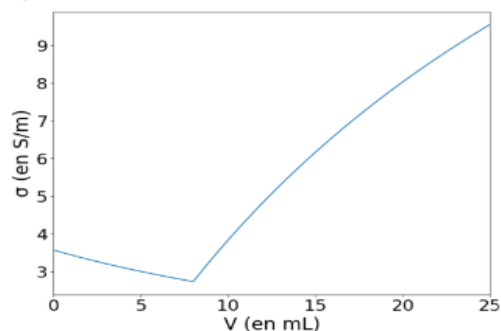
$\frac{|c - c_{\text{réf}}|}{u(c)} = 0,2 < 2$, la mesure est conforme à la valeur de référence. > Fiche 6 p. 602 (manuel de l'élève)

46 a. Voir le programme Python complété, accessible via le manuel numérique **enseignant**.

b.



c. Quand le volume d'eau ajouté est très faible, les points de mesure ne peuvent pas être modélisés par deux portions de droite (ci-dessous, 10 mL d'eau ajoutés).



Si le volume d'eau est très grand, la conductivité du mélange est très faible mais on peut facilement modéliser deux portions de droite sur la courbe de titrage (ci-après, 1 L d'eau ajouté).