

**Correction partielle de l'exercice
"L'héliantine, indicateur coloré"
(Bac S - Afrique - juin 2015)**

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie
© <http://b.louchart.free.fr>

Partie A : Première étape de la synthèse de l'héliantine

1. L'étape de préparation de la solution d'acide sulfanilique est une dissolution.

2.2. Pour mesurer le volume $V = 10$ mL, il faut utiliser l'éprouvette graduée de 25 mL.
Il n'est pas nécessaire, vu la précision souhaitée, d'utiliser la pipette jaugée de 20,0 mL ou la fiole jaugée de 20,0 mL.

2.3. $\text{NO}_2^- (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{HNO}_2 (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ (équation 1)

Lors de cette réaction, il y a transfert d'un proton H^+ entre H_3O^+ et NO_2^- . C'est donc une réaction acido-basique.

2.4. Notons :

- ✓ c_1 la concentration molaire de la solution de nitrite de sodium et $V_1 = 10$ mL le volume utilisé.
- ✓ c_2 la concentration molaire de l'acide chlorhydrique et $V_2 = 20$ mL le volume utilisé.

$$n_{\text{NO}_2^- \text{ initial}} = c_1 V_1 = 2,0 \times 10 \times 10^{-3} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ initial}} = c_2 V_2 = 2,0 \times 20 \times 10^{-3} = 4,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$\frac{n_{\text{NO}_2^- \text{ initial}}}{1} < \frac{n_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ initial}}}{1}, \text{ donc les réactifs n'ont pas été introduits dans les proportions stœchiométriques.}$$

Le réactif limitant est NO_2^-

D'après l'équation (1), $n_{\text{HNO}_2 \text{ formé}} = n_{\text{NO}_2^- \text{ ayant réagi}}$

Or cette transformation est totale et le réactif limitant est NO_2^- , donc $n_{\text{NO}_2^- \text{ ayant réagi}} = n_{\text{NO}_2^- \text{ initial}}$

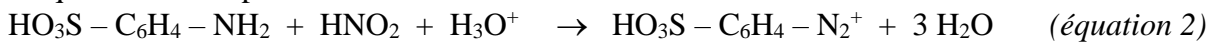
On en déduit que $n_{\text{HNO}_2 \text{ formé}} = n_{\text{NO}_2^- \text{ initial}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$

Remarque :

D'après l'équation (1), $n_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ ayant réagi}} = n_{\text{NO}_2^- \text{ ayant réagi}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$

Donc $n_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ final}} = n_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ initial}} - n_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ ayant réagi}} = 4,0 \times 10^{-2} - 2,0 \times 10^{-2} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$

3. L'équation de l'étape de diazotation est :



Déterminons les quantités de matière au début de l'étape de diazotation :

$$n'_{\text{acide sulfanilique initial}} = \frac{m_1}{M(\text{acide sulfanilique})} = \frac{1,0}{173,1} = 5,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n'_{\text{acide nitreux initial}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n'_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ initial}} = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\frac{n'_{\text{acide sulfanilique initial}}}{1} < \frac{n'_{\text{acide nitreux initial}}}{1} \text{ et } \frac{n'_{\text{acide sulfanilique initial}}}{1} < \frac{n'_{\text{H}_3\text{O}^+ \text{ initial}}}{1}, \text{ donc les réactifs n'ont pas}$$

été introduits dans les proportions stœchiométriques.

Le réactif limitant (réactif en défaut) est l'acide sulfanilique.

D'après l'équation (2), $n_{\text{ion aryldiazonium formé}} = n_{\text{acide sulfanilique ayant réagi}}$

Or la transformation est totale et l'acide sulfanilique est le réactif limitant, donc

$$n_{\text{acide sulfanilique ayant réagi}} = n_{\text{acide sulfanilique initial}}$$

$$\text{On en déduit que } n_{\text{ion aryldiazonium formé}} = n_{\text{acide sulfanilique initial}} = 5,8 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Partie B : Les couleurs de l'héliantine

1. Couleur d'une solution

1.2. Considérons le couple $\text{HIn}_{(\text{aq})} / \text{In}^-_{(\text{aq})}$

$$\text{pH} = \text{pK}_A + \log \frac{[\text{In}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HIn}]_{\text{éq}}}$$

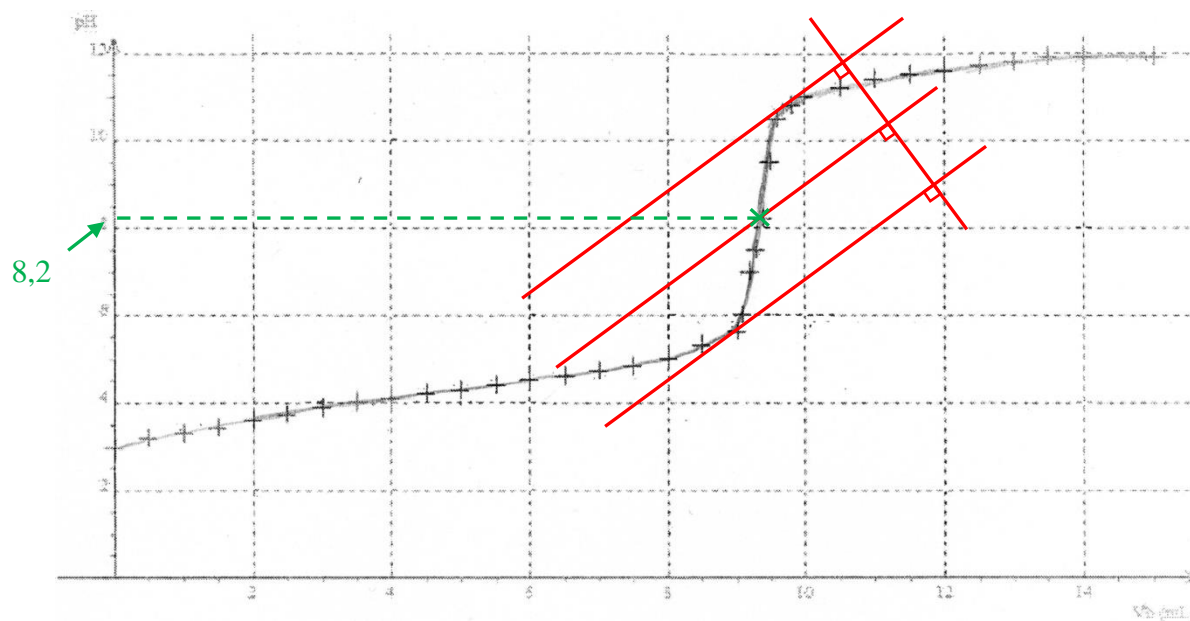
$$\text{Si } [\text{HIn}] = 10 [\text{In}^-], \text{ alors le pH correspondant est } \text{pH}_1 = \text{pK}_A + \log \left(\frac{1}{10} \right) = 3,7 - 1,0 = 2,7$$

$$\text{Si } [\text{In}^-] = 10 [\text{HIn}], \text{ alors le pH correspondant est } \text{pH}_2 = \text{pK}_A + \log 10 = 3,7 + 1,0 = 4,7$$

La zone de virage ainsi définie serait donc comprise entre $\text{pH} = 2,7$ et $\text{pH} = 4,7$.

2. Titrage colorimétrique

Déterminons le pH à l'équivalence à l'aide de la méthode des tangentes.



On obtient $\text{pH}_E = 8,2$

Le pH à l'équivalence n'appartient pas à la zone de virage (3,1 - 4,4) de l'héliantine.

On n'aurait donc pas pu utiliser celle-ci pour détecter l'équivalence de ce titrage acido-basique.