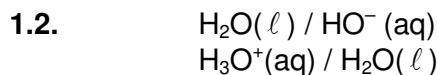
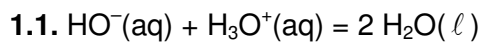


## National 2008 EXERCICE I LES COULEURS DU BLEU DE BROMOTHYMOLO (6,5 points)

### 1. Titration acido-basique avec le bleu de bromothymol.



1.3. À l'équivalence, il y a changement de réactif limitant.

1.4. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, ainsi la quantité d'acide versé est égale à la quantité de soude présente initialement :

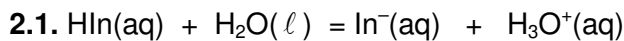
$$n(\text{HO}^-(\text{aq}))_{\text{ini}} = n(\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}))_{\text{versée}}$$

$$\text{soit } c_{\text{B}} \cdot V_{\text{S}} = c_{\text{A}} \cdot V_{\text{E}}$$

$$c_{\text{B}} = \frac{c_{\text{A}} \cdot V_{\text{E}}}{V_{\text{S}}}$$

$$c_{\text{B}} = \frac{1,00 \times 10^{-1} \times 12,3}{10,0} = 1,23 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

### 2. Questions autour du couple acido-basique du bleu de bromothymol.



2.2. La constante d'acidité est la constante d'équilibre de la réaction entre l'acide et l'eau :  $K_{\text{A}} = Q_{\text{r, éq}}$

$$K_{\text{A}} = \frac{[\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]_{\text{éq}}}{[\text{HIn}(\text{aq})]_{\text{éq}}}$$

### 3. Détermination du $\text{p}K_{\text{A}}$ du bleu de bromothymol

3.1.1. Par lecture graphique, sur la figure 1, on obtient une absorbance maximale pour une longueur d'onde  $\lambda = 610 \text{ nm}$ .

3.1.2. La figure 2, permet de dire que la couleur de la lumière absorbée correspondante est orangée.

3.1.3. La couleur diamétralement opposée, sur la figure 2, est le bleu. La forme basique du BBT est donc bleue en solution aqueuse.

3.2. D'après la figure 1, il faut se placer au maximum d'absorption pour  $\text{In}^-$ , soit  $\lambda_0 = 610 \text{ nm}$ . On peut alors remarquer que l'absorbance de  $\text{HIn}$  est quasiment nulle.

3.3.1.  $n_{\text{BBT}} = c_0 \cdot V_0$        $n_{\text{BBT}} = 3,0 \times 10^{-4} \times 1,0 \times 10^{-3} = 3,0 \times 10^{-7} \text{ mol}$

3.3.2.  $c = \frac{n_{\text{BBT}}}{V + V_0}$        $c = \frac{3,0 \times 10^{-7}}{(10,0 + 1,0) \times 10^{-3}} = 2,7 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

3.3.3.  $A = A_{\text{HIn}} + A_{\text{In}^-}$       Or à la question 3.2. on a vu que l'absorbance de la forme acide  $A_{\text{HIn}}$  est quasiment nulle à cette longueur d'onde, donc  $A = A_{\text{In}^-}$ .

3.3.4.  $c = [\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{éq}} + [\text{HIn}(\text{aq})]_{\text{éq}}$

Comme, dans la solution  $S_{13}$ , la concentration effective en  $\text{HIn}$  est négligeable devant celle en  $\text{In}^-$ , il vient

$$c = [\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}$$

$c$  est la valeur maximale de  $[\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}$ , donc  $c = [\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{max}}$

$$A_{\text{max}} = k \cdot [\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{max}}$$

$$A_{\text{max}} = k \cdot c$$

3.3.5.  $A_{\text{max}} = k \cdot c$       donc  $k = \frac{A_{\text{max}}}{c}$

Or  $A = k \cdot [\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}$  soit  $A = \frac{A_{\text{max}}}{c} \cdot [\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{éq}}$

finalement  $[\text{In}^-(\text{aq})]_{\text{éq}} = \frac{A}{A_{\text{max}}} \cdot c$

3.4.1. D'après la courbe de la figure 3,  $[\text{HIn}] = [\text{In}^-]$  pour  $\text{pH} = 7,2$

$$K_A = \frac{[\text{In}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HIn}]_{\text{éq}}}$$

$$\text{p}K_A = -\log K_A = -\log \left( \frac{[\text{In}^-]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}}{[\text{HIn}]_{\text{éq}}} \right)$$

$$\log a \cdot b = \log a + \log b$$

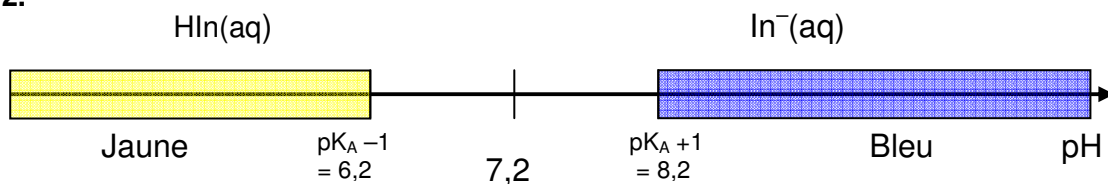
$$\text{p}K_A = -\log \frac{[\text{In}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HIn}]_{\text{éq}}} - \log [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}} = \text{pH} - \log \frac{[\text{In}^-]_{\text{éq}}}{[\text{HIn}]_{\text{éq}}}$$

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

Si  $[\text{HIn}]_{\text{éq}} = [\text{In}^-]_{\text{éq}}$  alors  **$\text{pH} = \text{p}K_A$**

$$\text{p}K_A = 7,2$$

3.4.2.



3.4.3. On obtient une superposition de bleu et de jaune, soit du **vert**.

#### 4. Utilisation du bleu de bromothymol pour le titrage de la partie 1

4.1. Avant l'équivalence, le milieu est basique en raison de la présence des anions hydroxyde  $\text{HO}^-$ , la solution est colorée en bleu.

À l'équivalence le pH est de 7,0, la solution change de couleur et devient verte.

4.2. La zone de virage du bleu de bromothymol contient le pH à l'équivalence. On peut donc affirmer que le bleu de bromothymol convient pour le titrage.