



TP C8

Chapitre C5

Détermination du pK_A du bleu de bromothymol

Objectifs

- Estimer la valeur de la constante d'acidité d'un couple acide-base à l'aide d'une mesure de pH.
- Tracer le diagramme de distribution d'un couple acide-base.

I. Étude de solutions de bleu de bromothymol

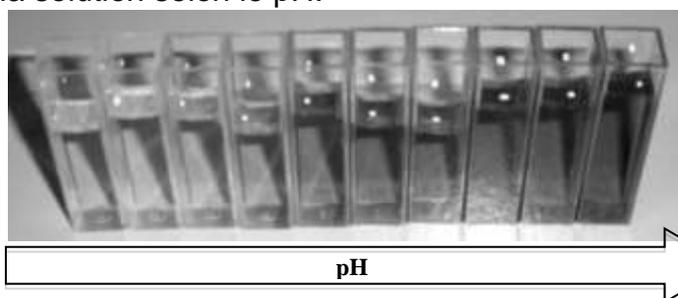
Document 1 : le bleu de bromothymol

Le bleu de bromothymol (BBT) est un indicateur coloré acido-basique : sa couleur dépend du pH de la solution dans laquelle il se trouve.

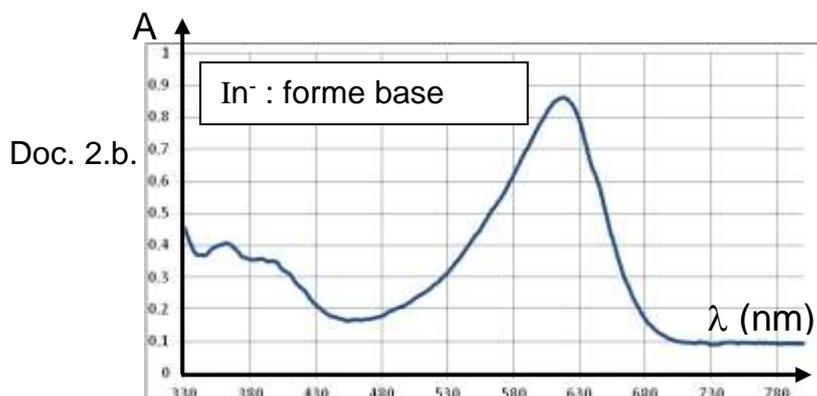
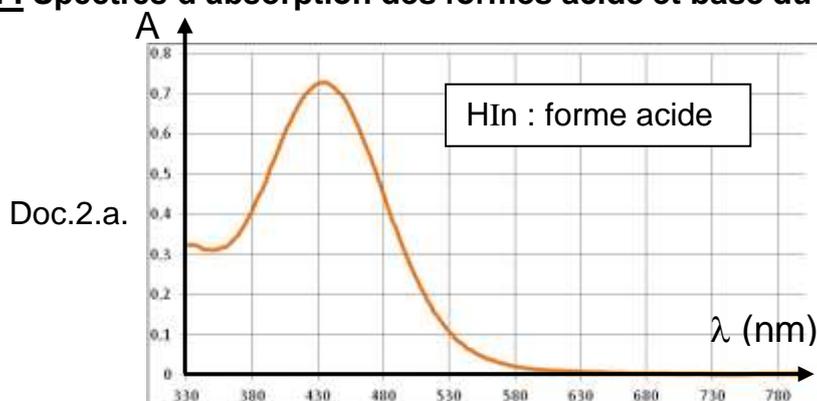
Un indicateur coloré acido-basique est formé d'espèces acide et base de couleurs différentes. On les trouve en proportions différentes dans la solution selon le pH.

Pour simplifier on écrira :

HIn pour la forme acide
et **In⁻** pour la forme base



Document 2 : Spectres d'absorption des formes acide et base du BBT.

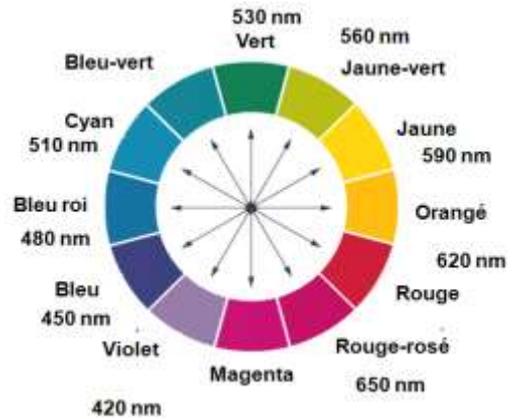


Document 3 : Cercle chromatique.

La couleur perçue est complémentaire de la couleur absorbée. Ces couleurs sont diamétralement opposées sur le cercle chromatique.

Exemple :

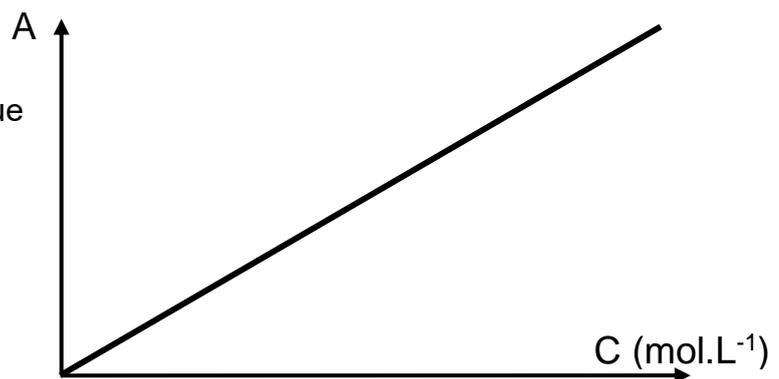
Une solution qui absorbe le cyan ($\lambda_{\max} = 510 \text{ nm}$) paraît rouge.



Document 4 : Loi de Beer-Lambert.

L'absorbance est proportionnelle à la concentration c de l'espèce chimique qui absorbe la lumière.

$$A = k.c$$



Document 5 : Utilisation du spectrophotomètre 7315



Faire un « blanc avec de l'eau distillée puis effectuer la mesure de l'absorbance de la solution pour une longueur d'onde $\lambda = 625 \text{ nm}$



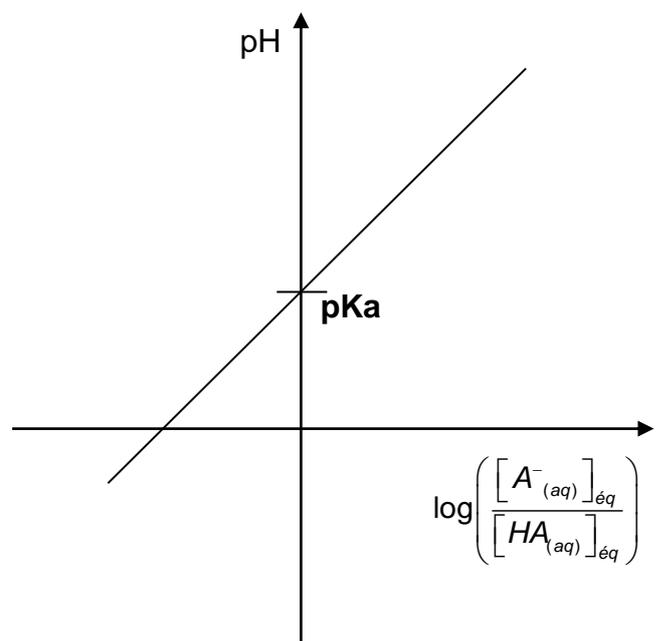
Document 6 : constante d'acidité

La constante d'acidité d'un couple acide/base AH/A^- , notée K_A , est la constante d'équilibre Q , réq associée à la réaction entre l'acide AH et l'eau.

On définit également : $pK_A = -\log(K_A)$

$$pH = pK_A + \log \left(\frac{[A^-]_{(aq)} \text{ éq}}{[HA]_{(aq)} \text{ éq}} \right)$$

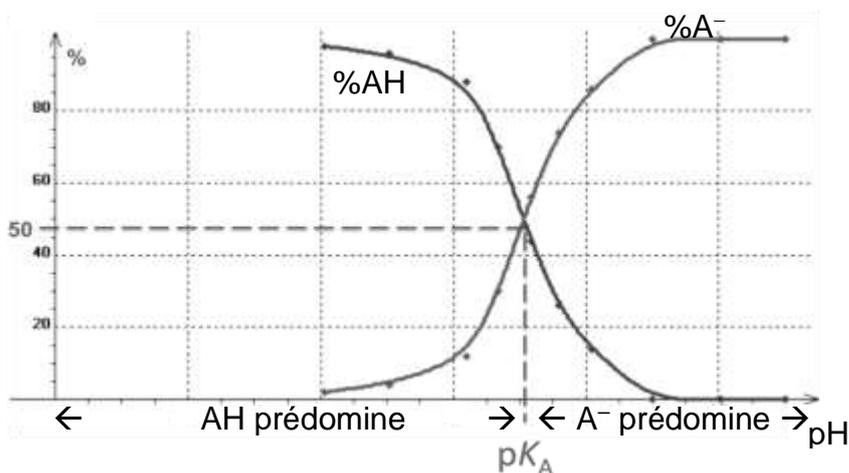
Le bleu de bromothymol est un acide faible avec un pK_A d'environ 7,1 à 25°C.



Document 7 :
Domaine de prédominance

Un diagramme de distribution du couple AH/A⁻ présente, en fonction du pH, les pourcentages d'acide AH et de base A⁻ dans une solution.

Domaine de prédominance :



À l'intersection des deux graphes, les pourcentages sont égaux et $\text{pH} = \text{p}K_A$.
 À partir d'une certaine valeur de pH, A⁻ est la seule espèce présente en solution : $[\text{AH}] = 0$.

On dispose de 16 solutions de BBT dont les pH sont différents balayant une large gamme ; elles possèdent toute la même concentration c_{BBT} apportée en BBT.

On a $c_{\text{BBT}} = [\text{HIn}] + [\text{In}^-]$.

(Exemple numérique : Dans un litre de solution, on apporte 1,0 mol de BBT, il réagit et on a finalement 0,30 mol sous forme HIn et 0,70 mol sous forme In⁻)

Q1. Compléter le tableau (chaque binôme effectue une série de 2 mesures au bureau) :

Solution	1	2	3	4	5	6	7	8
pH								
A								

Solution	9	10	11	12	13	14	15	16
pH								
A								

Q2. D'après les documents 2 et 3, quelle est la couleur d'une solution contenant 100% de HIn_(aq) ? d'une solution contenant 100% de In⁻_(aq) ?

Q3. Pourquoi, pour ce TP, peut-on écrire $A = k \cdot [\text{In}^-]$? Justifier à partir des documents 2, 4 et 5.

Q4. Lorsque le pH est très supérieur au pK_A , quelle espèce du couple HIn/In^- n'est plus présente en solution ? En déduire la relation entre $[In^-]$ et c_{BBT} pour un tel pH.
 $[In^-]$ peut-elle dépasser cette concentration ?
L'absorbance sera alors maximale et notée A_{max} .

Q5. Exprimer A_{max} en fonction de c_{BBT} .

Q6. Si $[In^-] = c_{BBT}$ alors tout le BBT est sous forme In^- , le pourcentage de In^- est $In\% = 100\%$.
Si $[In^-] = 0$ alors tout le BBT est sous la forme HIn , le pourcentage de In^- est $In\% = 0\%$.

Ainsi le pourcentage en forme base In^- peut s'écrire $In\% = \frac{A}{A_{max}} \times 100$

Comment en déduire le pourcentage en forme acide $HIn\%$?

II. Détermination de la constante d'acidité du couple HIn/In^-

Q7. À l'aide du document 7, déterminer le pK_A du couple HIn/In^- . Imprimer le diagramme de distribution. Indiquer brièvement la démarche.

Q8. À l'aide du document 6 et en admettant l'égalité $\frac{\%In^-}{\%HIn} = \frac{[In^-]}{[HIn]}$, déterminer le pK_A du couple

HIn/In^- .

Indiquer brièvement la démarche. Donner l'intervalle de confiance obtenu par la modélisation. Imprimer la courbe et sa modélisation.

Q9. Pour chaque méthode, comparer les valeurs obtenues avec la valeur théorique (on pourra calculer un écart relatif). Conclure.