

ETUDE D'UN INDICATEUR COLORE: LE BLEU DE BROMOTHYMOLE

- Objectif:**
- Tracer le diagramme de distribution des espèces acide et basique d'un indicateur coloré.
 - Déterminer la zone de virage de l'indicateur coloré et la valeur de son pK_a .

I SPECTRE D'ABSORPTION DU BBT

• Le graphe ci-contre montre les spectres d'absorption des formes acide **HInd** et basique **Ind⁻** du bleu de bromothymol en solution.

1) a) Pour quelle longueur d'onde λ_a l'absorbance de la forme acide **HInd** est-elle maximale ?

b) Quelle est la couleur de la radiation correspondante ?

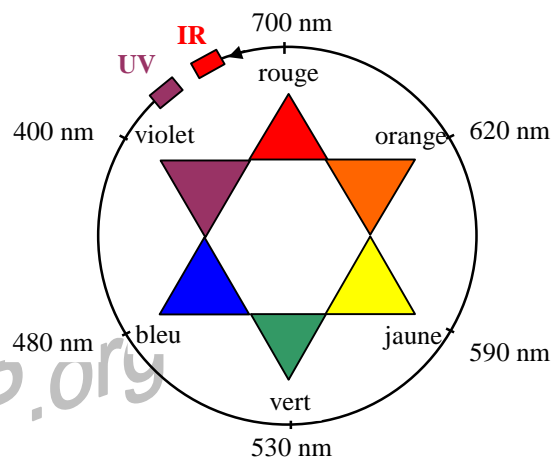
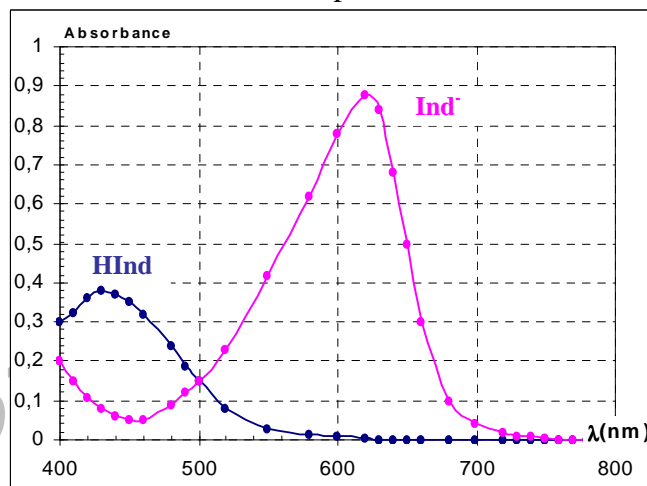
c) Quelle est la couleur d'une solution contenant la forme acide de l'indicateur coloré ?

2) a) Pour quelle longueur d'onde λ_b l'absorbance de la forme basique **Ind⁻** est-elle maximale ?

b) Quelle est la couleur de la radiation correspondante ?

c) Quelle est la couleur d'une solution contenant la forme basique de l'indicateur coloré ?

3) Pour $\lambda = \lambda_b$ que peut-on dire de l'absorbance de la forme acide ?



II POURCENTAGES EN ESPECES HInd ET Ind⁻ DU BBT

1) Principe

• On dispose d'une solution S constituée d'un mélange de plusieurs acides. Par ajout de différents volumes de solution de soude, dans un volume donné de solution S, on obtient des solutions de pH différents.

• Dans ces solutions, on ajoute une solution de BBT : on obtient alors plusieurs solutions S_i colorées. La mesure du pH et de l'absorbance A de chaque solution S_i , permet de tracer le diagramme de distribution des espèces **HInd** et **Ind⁻**, c'est à dire les graphes $\%HInd = f(pH)$ et $\%Ind^- = f(pH)$.

2) Pourcentages en espèce HInd et Ind⁻

• Une solution de BBT contient les formes acide **HInd** et basique **Ind⁻** de l'indicateur coloré. La quantité de BBT contenue dans la solution est donc: $n(BBT) = n(Ind^-) + n(HInd)$.

Soit C la concentration de la solution de BBT alors on peut écrire: $C = [Ind^-] + [HInd]$

• On se place à $\lambda = \lambda_b$: l'absorbance de la forme acide **HInd** est alors nulle. Attention !! La forme **HInd** du BBT est bien **présente** dans la solution, mais son absorbance $A(HInd)$ est nulle.

On peut donc écrire que pour $\lambda = \lambda_b$: $A(BBT) = A(HInd) + A(Ind^-) = A(Ind^-) = A$

• Pour $\lambda = \lambda_b$, si le BBT, contient les formes acide **HInd** et basique **Ind⁻** de l'indicateur, l'absorbance étant due uniquement à la forme basique **Ind⁻**, il vient:

avec $[Ind^-] < C$ donc $A < A_{max}$,

Pour $\lambda = \lambda_b$, si le BBT se trouvait entièrement sous sa forme basique **Ind⁻** alors $C = [Ind^-]$, et l'absorbance serait maximale:

$$A_{max} = \epsilon(\lambda_b) \cdot \ell \cdot C$$

a) Etablir une relation entre A , A_{max} , C et $[Ind^-]$.

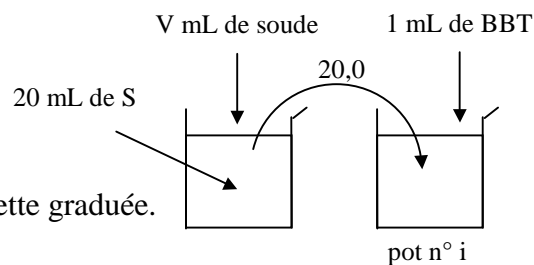
b) Etablir l'expression du pourcentage en **Ind⁻**, noté $\% Ind^-$, en fonction de A et A_{max} .

c) Etablir l'expression du pourcentage en **HInd**, noté $\% HInd$ en fonction de A et A_{max} .

III PROTOCOLE EXPERIMENTAL**1) Préparation d'une solution S_i**

Dans un pot, verser:

- 20,0 mL de solution S mesurés avec une pipette jaugée.
- le volume V de soude correspondant (cf. tableau) avec la burette graduée.



n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
V	10	9,5	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5

- Verser 20,0 mL du mélange précédent, mesurés avec une pipette jaugée de 20,0 mL, dans le pot numéroté.
- Ajouter 1,0 mL de la solution de BBT mesuré avec une pipette graduée de 1,0 mL.

2) Mesures

- Mesurer le pH de chacune des solutions, avec le même pH-mètre.
- Mesurer l'absorbance de chacune des solutions en prenant les précautions nécessaires.
- Mettre en commun les résultats et compléter le tableau ci-dessous:

Solutions	1	2	3	4	5	6	7	8
Couleur								
pH								
A								
% Ind ⁻								
% HInd								
Solutions	9	10	11	12	13	14	15	16
Couleur								
pH								
A								
% Ind ⁻								
% HInd								

IV EXPLOITATION DES RESULTATS**1) Diagramme de distribution**

a) Tracer dans le même système d'axe, les graphes: $\% \text{Ind}^- = f(\text{pH})$ et $\% \text{HInd} = f(\text{pH})$

échelles: sur %: 1 cm \Leftrightarrow 10 % et sur pH: 1 cm \Leftrightarrow 1 unité pH.

b) Indiquer, en fonction du pH, les domaines de prédominance des formes acide HInd et basique Ind⁻ du BBT.

2) Zone de virage

- La couleur d'une solution contenant un indicateur coloré ne passe pas instantanément, lorsque le pH augmente progressivement, de la couleur de la forme acide à la couleur de la forme basique. Sur un certain intervalle de pH, les couleurs dues aux deux formes se superposent et la solution prend une couleur appelée "teinte sensible".
- L'intervalle de pH correspondant est appelé "zone de virage de l'indicateur coloré".

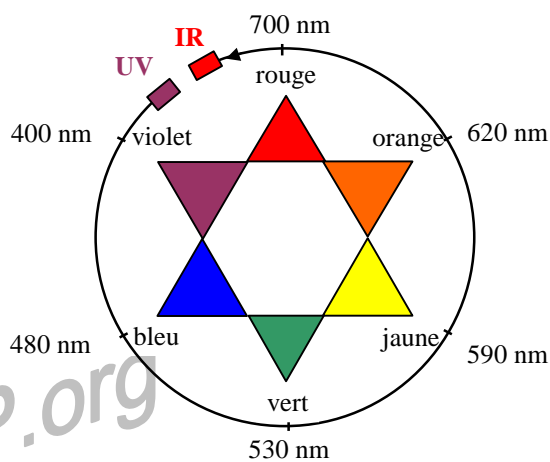
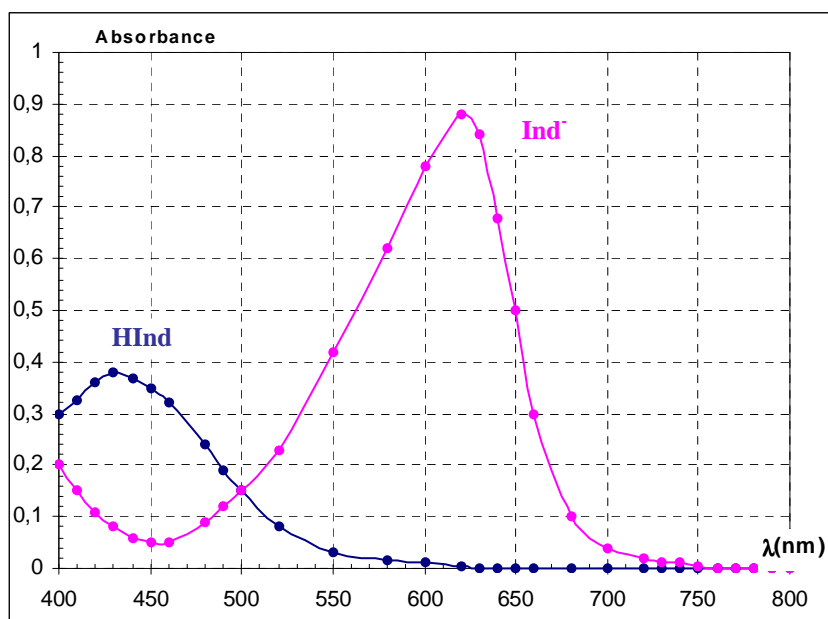
a) Quelle est la couleur de la teinte sensible du bleu de bromothymol ?

b) Quel est l'intervalle de pH correspondant à la zone de virage du BBT ?

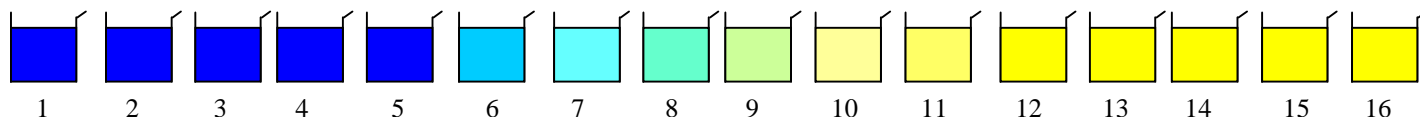
3) Constante d'acidité du couple (HInd / Ind⁻)

a) Quelle est la relation liant le pH et le pK_a du couple (HInd / Ind⁻) ? En déduire les valeurs de % HInd et de % Ind⁻ pour pH = pK_a.

b) A l'aide des graphes, déterminer le pK_a du couple HInd/ Ind⁻.



Solutions	1	2	3	4	5	6	7	8
Couleur								
pH								
A								
% Ind ⁻								
% HInd								
Solutions	9	10	11	12	13	14	15	16
Couleur								
PH								
A								
% Ind ⁻								
% HInd								



ETUDE D'UN INDICATEUR COLORE: LE BLEU DE BROMOTHYMOLE**Paillasse prof:**

- Solution S (voir livre du prof pour la composition) + verre + pots à yaourt noté S
- Soude à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ + verre + pots à yaourt noté S
- BBT à 1 % en masse
- spectrophotomètre + 17 cuves
- pH-mètre étalonné

Paillasse élève:

- 2 pipettes 20,0 mL + pipeteur
- pipette jaugée 1 mL ou pipette graduée 1 mL
- 1 burette graduée 25 mL
- 1 tube à essais avec bouchon pour BBT
- 2 pots à yaourt
- verre à pied pour poubelle

<http://LaboTP.org>

<http://LaboTP.org>

<http://LaboTP.org>