

## Constante d'acidité d'un couple acido-basique

### 1. Constante d'acidité

Un couple acide faible / base faible est caractérisé par une constante sans dimension, appelée constante d'acidité et notée  $K_a$ , dont la valeur ne dépend que de la température.

Lorsque le système chimique n'évolue plus, les concentrations des espèces acide AH et basique  $A^-$  vérifient la relation :

Echelle de  $pK_a$  :

On définit le  $pK_A$  de manière suivante :

Utilisation du  $pK_A$  : Plus le  $pK_A$  d'un couple est bas, plus l'acide du couple est fort.

Exercice 1 :

On considère trois solutions aqueuses (1), (2) et (3), de même concentration apportée  $C=1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , d'acide benzoïque  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}$ , d'acide nitreux  $\text{HNO}_{2(\text{aq})}$  et de chlorure d'ammonium  $\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ . On a mesuré le pH de chacune de ces solutions (tableau ci-dessous)

Acide	Acide nitreux	Acide benzoïque	Ion ammonium
Couple	$\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}/\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^-$	$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$
pH	2,7	3,1	5,6

Déterminer les  $\text{pK}_A$  des couples correspondants.

Classer les acides des couples par force croissante

Exercice 2 :

Une solution d'ammoniac de concentration  $C = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  a un  $\text{pH} = 10,6$ .

Déterminer le  $\text{pK}_A$  du couple associé à l'ammoniac  $\text{NH}_3$ .

2. Relation de Henderson : relation entre pH de la solution et  $pK_A$  du couple présent dans la solution

Démonstration :

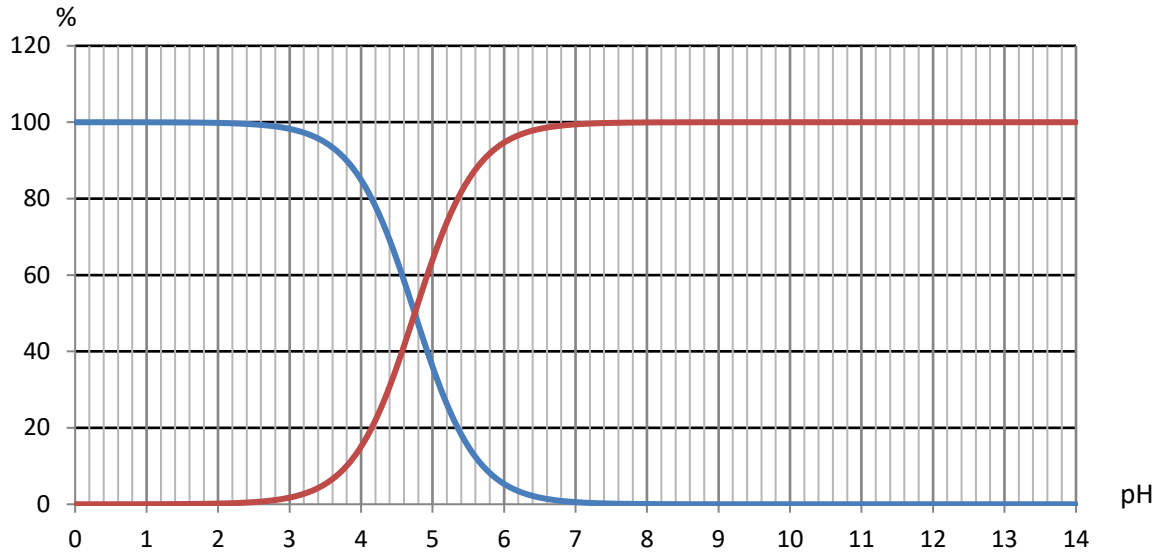
### 3. Diagramme de prédominance :

On considère un couple acido basique AH/A<sup>-</sup> et le pK<sub>A</sub> qui lui est associé. On cherche à savoir quelle espèce est majoritaire dans une solution pour laquelle pH < pK<sub>A</sub>, dans une solution pour laquelle pH > pK<sub>A</sub>. Il s'agit donc d'exprimer le rapport  $\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

Diagramme de prédominance :

Exercice 3 :

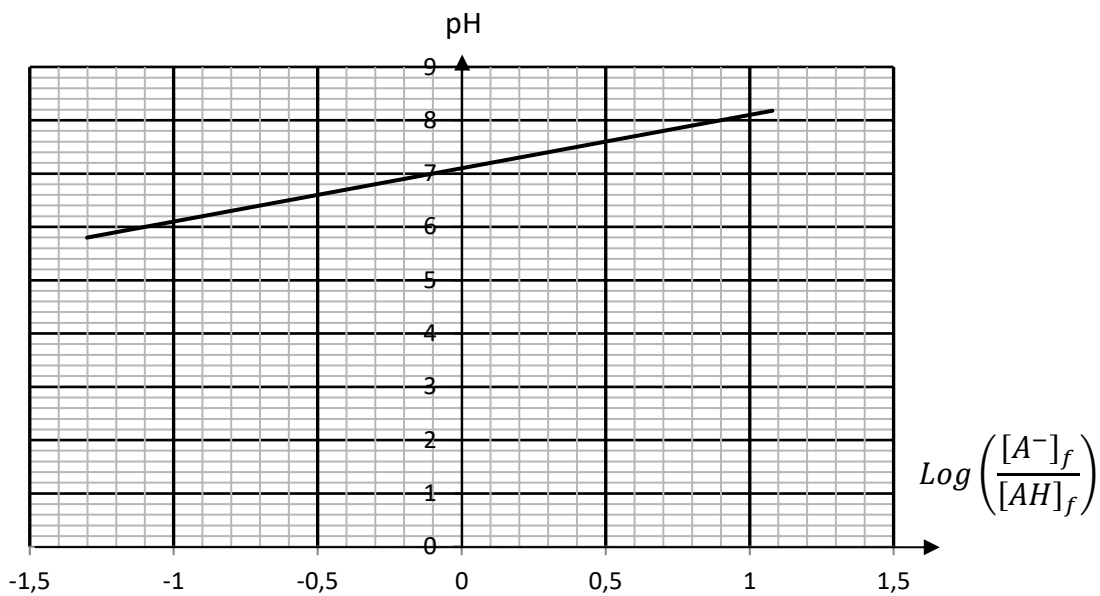
On donne le graphe suivant représentant le pourcentage de molécules  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et d'ions  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  présents dans une solution, en fonction du pH de cette solution.



1. Identifier la courbe relative à  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ; celle relative à  $\text{CH}_3\text{COO}^-$
2. Déterminer la composition d'une solution dont le pH vaut 5,4.
3. Déterminer le  $\text{pK}_A$  du couple. Expliquer
4. Donner le diagramme de prédominance du couple  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$

Exercice 4 :

On a mesuré le pH de plusieurs solutions réalisées en mélangeant des proportions différentes d'espèce acide et d'espèce basique d'un même couple AH/A<sup>-</sup>. On a exploité les résultats en traçant le graphe suivant représentant le pH des solutions en fonction de  $\log\left(\frac{[A^-]}{[AH]}\right)$  :



A partir du graphique obtenu, déterminer le pKA du couple.



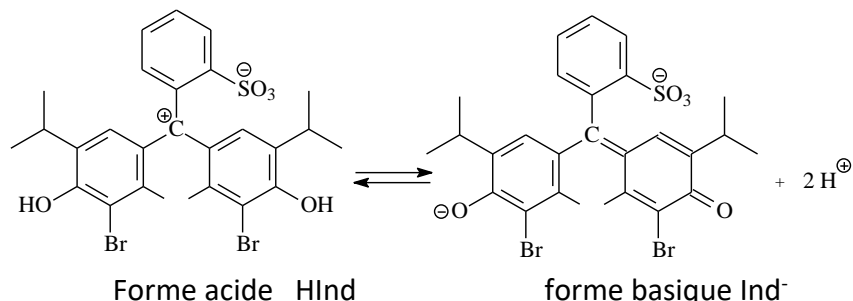
## Indicateur colorés

### 1. Etude du bleu de bromothymol (BBT) :

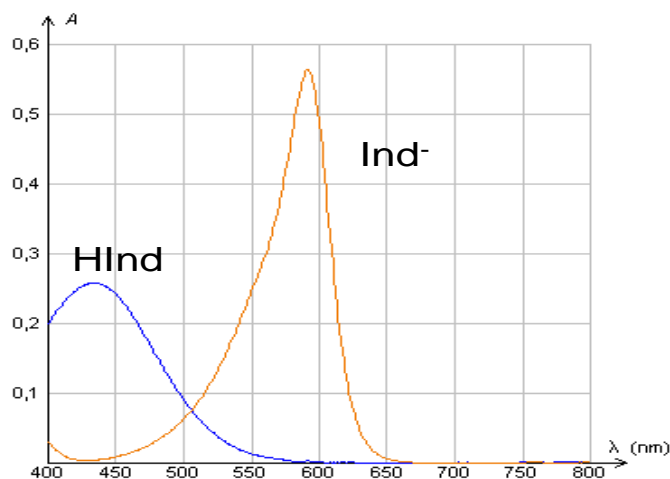
#### Document 1 :

Le BBT est un indicateur coloré : il appartient à un couple acide/base dont la forme acide et basique ont des couleurs différentes.

Comme les formules de cet indicateur coloré sont complexes, on les notera :  $HInd$  /  $Ind^-$



#### Document 2 : Spectre d'absorption des espèces acido-basiques constituant le BBT



#### Document 3 : Zone de virage d'un indicateur coloré

Pour que l'indicateur prenne la couleur de sa forme acide, il faut que  $[IndH] > 12[Ind^-]$

Pour que l'indicateur prenne la couleur de sa forme basique, il faut que  $[Ind^-] > 3[IndH]$

**Document 4 :** Le  $pK_A$  du couple  $IndH/Ind^-$  constituant le bleu de bromothymol est 7,1.

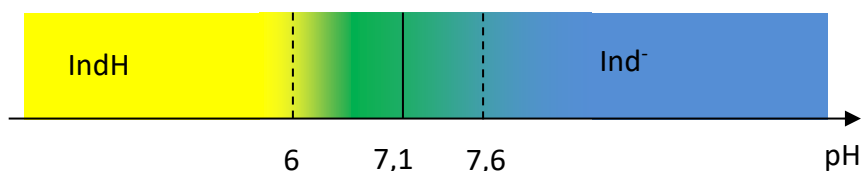
Question :

On met quelques gouttes de bleu de bromothymol dans différentes solutions de pH connu.

Quelle est la couleur de la solution dont le pH prend les valeurs suivantes ?

pH	5	9	7,2	6,4	7,7
----	---	---	-----	-----	-----

On peut donc tracer le diagramme suivant :



Réponse :

pH	5	9	7,2	6,4	7,7
Couleur	Jaune	Bleu	Vert	Vert-Jaune	Bleu

## 2. D'autres indicateurs colorés :

Indicateur	Couleur acide	Zone de virage	Couleur basique	pK <sub>A</sub>
Hélianthine	Jaune orangé	3,1 – 4,4	rouge	3,7
Vert de Bromocrésol	jaune	3,8 – 5,4	bleu	4,7
Phénolphtaléine	incolore	8,2 – 10,0	fuschia	9,4

## 3. Exercice :

On dispose d'un flacon d'indicateur coloré avec comme seule indication sa concentration molaire  $C_0 = 2,90 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On mesure son pH : 4,18.

Le couple acide/base présent dans cet indicateur coloré sera noté HInd/Ind<sup>-</sup>.

La solution d'indicateur coloré a été préparée à partir de la forme acide de l'indicateur : HInd.

L'équation de la réaction entre HInd et l'eau est :  $\text{HInd} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ind}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

- En considérant un volume  $V = 100 \text{ mL}$  de solution d'indicateur, déterminer le taux d'avancement final de la réaction de l'acide HInd avec l'eau.
- Cet acide est-il totalement dissocié dans l'eau ? Justifier votre réponse.
- Donner l'expression littérale de la constante d'acidité  $K_A$  de la réaction de l'acide HInd sur l'eau. Montrer que  $K_A = 1,95 \times 10^{-5}$ .
- Identifier l'indicateur dans le tableau ci-dessus.