Amérique du Sud 2006

EXERCICE I. DETERMINATION DE LA CONSTANTE D'ACIDITÉ D'UN INDICATEUR COLORÉ : LE VERT DE BROMOCRÉSOL (4 points)

Le vert de bromocrésol est un indicateur coloré acido-basique. C'est un couple acide-base dont l'acide HInd et la base Ind^- possèdent deux couleurs différentes : la forme acide est jaune tandis que la forme basique est bleue.
Le but de cet exercice est de déterminer la valeur de la constante d'acidité du vert de bromocrésol par deux méthodes différentes.

1. Détermination de la constante d'acidité du vert de bromocrésol par pH-métrie.

On dispose d'une solution commerciale S de vert de bromocrésol à 0,02 % en solution aqueuse. La concentration molaire en soluté apporté de cette solution est $c = 2{,}9 \times 10^{-4}\ mol.L^{-1}$.
Après avoir étalonné un pH-mètre, on mesure le pH d'un volume V = 100,0 mL de la solution S, on trouve un pH égal à 4,2.

1.1. Écrire l'équation de la réaction de l'acide HInd avec l'eau.

1.2. Calculer la valeur de l'avancement final x_f de la réaction entre l'acide HInd et l'eau (on pourra s'aider d'un tableau descriptif de l'évolution du système chimique).

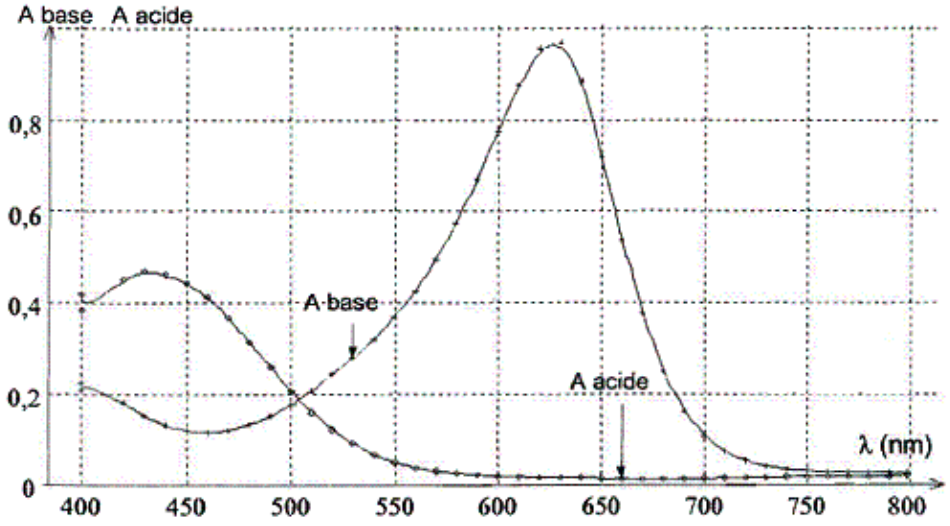
1.3. Calculer le taux d'avancement final τ de cette réaction. La transformation de l'acide HInd avec l'eau est-elle totale ?

1.4. Établir l'expression de la constante d'acidité K_A de l'indicateur en fonction du *pH* de la solution et de la concentration molaire en soluté apporté *c* de la solution S.

1.5. Calculer la valeur de K_A . En déduire la valeur du pK_A du vert de bromocrésol.

2. Détermination de la constante d'acidité du vert de bromocrésol par spectrophotométrie.

À l'aide d'un spectrophotomètre, on relève l'absorbance des formes acide et basique du vert de bromocrésol. On obtient les courbes suivantes :

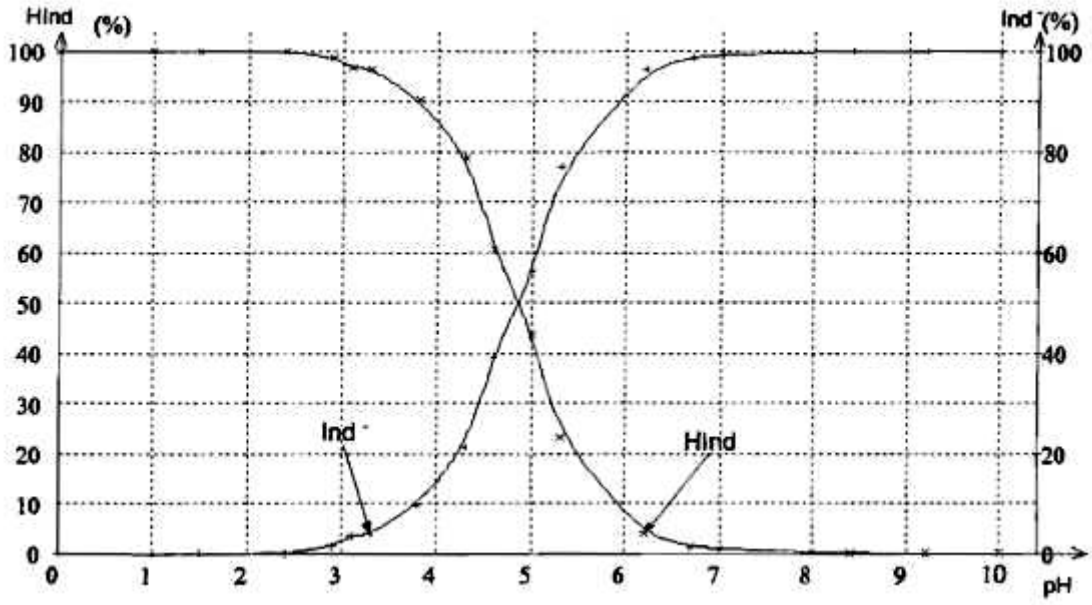


2.1. À quelle longueur d'onde λ faut-il régler le spectrophotomètre afin que l'absorbance de la forme acide soit quasiment nulle et celle de la forme basique du vert de bromocrésol soit maximale ?

2.2.*On utilise seize solutions de volumes identiques mais de pH différents dans lesquelles on ajoute le même volume de la solution commerciale S de vert de bromocrésol. Après avoir réglé le spectrophotomètre, on mesure l'absorbance de ces seize solutions (résultats voir tableau).*

Solution n°	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
pH	*1,5*	*2,4*	*2,9*	*3,1*	*3,3*	*3,8*	*4,3*	*4,6*
Absorbance	*0*	*0*	*0,013*	*0,032*	*0,036*	*0,094*	*0,206*	*0,382*
Teinte de la solution	*jaune*	*jaune*	*jaune*	*jaune*	*jaune*	*verte*	*verte*	*verte*
Solution n°	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*
pH	*5,0*	*5,3*	*6,2*	*6,7*	*7,0*	*8,4*	*9,2*	*10,0*
Absorbance	*0,546*	*0,746*	*0,790*	*0,886*	*0,962*	*0,970*	*0,970*	*0,970*
Teinte de la solution	*verte*	*verte*	*bleue*	*bleue*	*bleue*	*bleue*	*bleue*	*bleue*

À partir des mesures du tableau précédent, il est possible de calculer les pourcentages de forme acide et de forme basique présentes dans chacune des seize solutions et ainsi de construire le diagramme de distribution des espèces du couple HInd/Ind⁻.



2.2.En quel point du diagramme de distribution des espèces a-t-on [HInd] = [Ind $^-$] ? En déduire la valeur du pK_A du vert de bromocrésol.
2.3.Tracer le diagramme de prédominance du couple HInd/Ind $^-$.
2.4.Évaluer, à l'aide du tableau, l'intervalle des valeurs de *pH* pour lesquelles le vert de bromocrésol prend sa teinte sensible. Comment appelle-t-on cet intervalle ?

On considère que le vert de bromocrésol prend sa teinte acide lorsque $\frac{[HInd]}{[Ind^-]} > 10$ *et qu'il prend sa teinte basique lorsque* $\frac{[Ind^-]}{[HInd]} > 10$.

2.5.En utilisant la relation $pH = pK_A + \lg\frac{[base]}{[acide]}$, déterminer par le calcul l'intervalle de *pH* pour lequel [Hlnd] et [Ind $^-$] sont considérées voisines. Comparer cet intervalle à celui évalué précédemment.