

(14 pts)

Données : constante de Planck : $h=6,63.10^{-34}\text{J.s}$; 1eV correspond à $1,60.10^{-19}\text{J}$; $c=3,00.10^8\text{m.s}^{-1}$; Loi de Wien :
 $\theta = \frac{2,89.10^6}{\lambda_{\text{max}}} - 273$ avec θ en $^{\circ}\text{C}$ et λ_{max} en nm.

IV.1. Les courbes qui représentent l'absorbance des formes acide et basique du BBT sont dans les documents ci-après.

Montrer que la longueur d'onde d'absorption maximale est $\lambda_{\text{max}}(\text{A})=430\text{nm}$ pour la forme acide et $\lambda_{\text{max}}(\text{B})=620\text{nm}$ pour la forme basique.

IV.2. En déduire les expressions des transferts d'énergie $\Delta E(\text{A})$ et $\Delta E(\text{B})$ entre les deux niveaux d'énergie qui correspondent aux deux couleurs du BBT.

Calculer les valeurs en J puis en eV.

IV.3. Expliquer pourquoi la forme acide est de couleur jaune alors que la forme basique est bleue.

IV.4. Une solution aqueuse de chaque forme est préparée.

Elles sont placées dans deux bechers distincts. Chaque becher est exposé séparément à des sources lumineuses de différentes couleurs (voir documents ci-après).

Vous devez compléter le tableau sans oublier de détailler votre raisonnement pour la source de lumière **magenta**.

IV.5. Les formules topologiques des deux formes du BBT sont représentées dans les documents ci-après.

Entourer sur le document chaque groupe chromophore et chaque groupe auxochrome en prenant soin de légendrer votre représentation.

IV.6. Justifier à partir des formes topologiques que $\lambda_{\text{max}}(\text{A}) < \lambda_{\text{max}}(\text{B})$.

IV.7. Admettons que $\lambda_{\text{max}}(\text{A})$ et $\lambda_{\text{max}}(\text{B})$ sont les longueurs d'onde d'absorption maximale des spectres de deux étoiles A et B respectivement.

Démontrer littéralement à l'aide de la loi de Wien que $\theta(\text{A}) > \theta(\text{B})$ sans oublier de dire ce que représentent $\theta(\text{A})$ et $\theta(\text{B})$.

IV.8. Vérifier par le calcul votre démonstration.

IV.9. Les niveaux d'énergie de l'élément sodium sont donnés ci-après :

Etat fondamental : $-5,14\text{eV}$.

Etats excités : $-3,03\text{eV}$; $-1,93\text{eV}$; $-1,51\text{eV}$; $-1,38\text{eV}$; $-0,86\text{eV}$.

Représenter, à l'échelle, le diagramme des niveaux d'énergie d'un atome de sodium.

IV.10. Une lampe au sodium, présent à l'état gazeux sous faible pression dans l'ampoule, émet une radiation de couleur jaune-orangé.

La longueur d'onde correspondante est $\lambda(\text{Na})=589\text{nm}$.

Représenter la transition correspondante dans le diagramme.

IV.11. Le BBT est utilisé comme indicateur coloré acido-basique en solution aqueuse.

Est-ce un colorant ou un pigment ? Justifier !

IV.12. Les solutions des deux bechers de la question **IV.4.** sont mélangées.

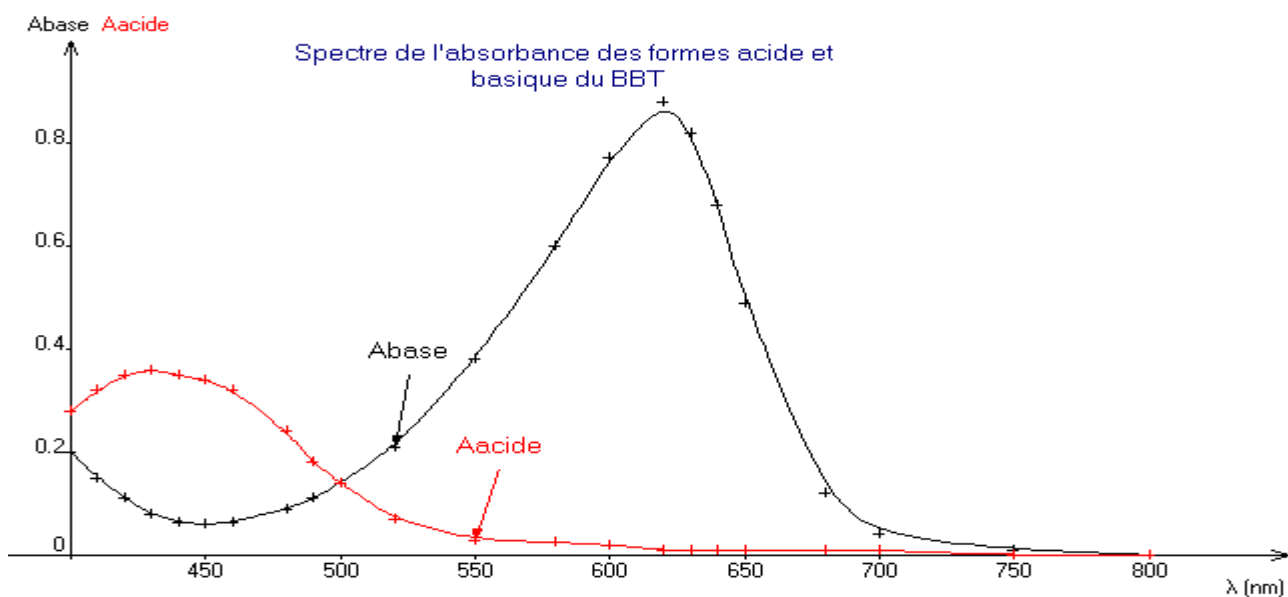
La solution obtenue prend une teinte verte lorsqu'elle est éclairée en lumière blanche naturelle.

Expliquer ce résultat !

Il y a des chances pour que le spectre des absorbances des formes acide et basique représenté dans les documents ci-après vous soit utile !

DOCUMENTS EXERCICE 4

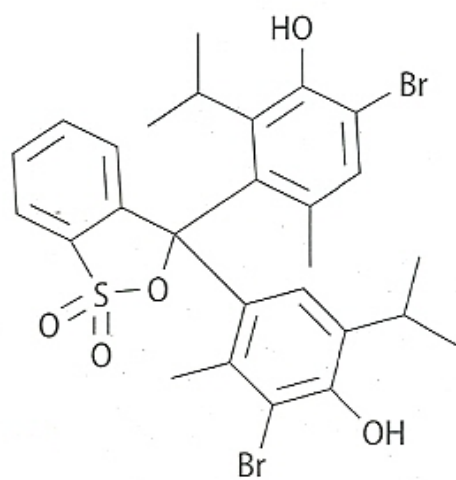
IV.1.



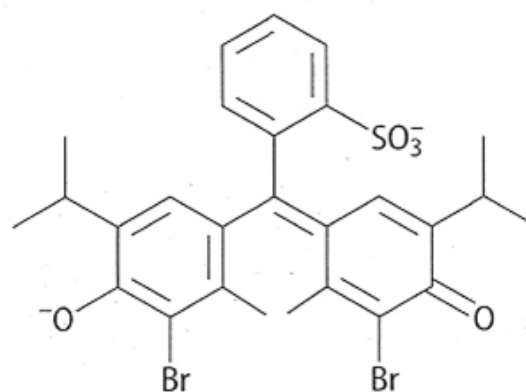
IV.4.

Couleur de la source de lumière	Blanche	Rouge	Bleue	Magenta
Couleur perçue après passage de la lumière à travers la solution de la forme acide				
Couleur perçue après passage de la lumière à travers la solution de la forme basique				

IV.5.



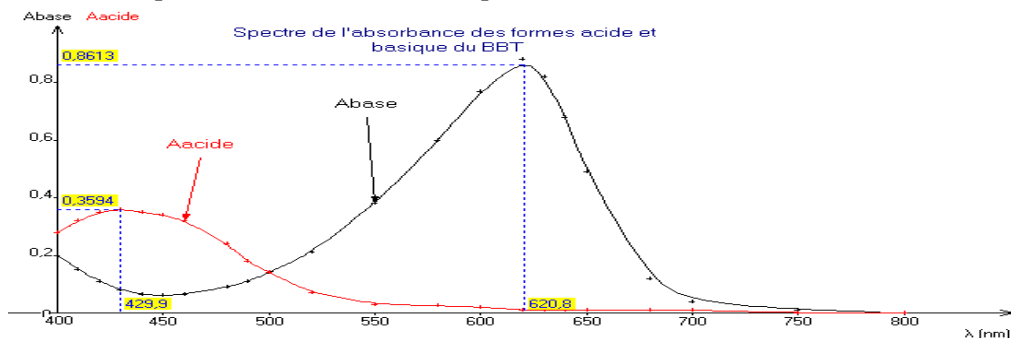
Forme acide



Forme basique

Correction

4.1. Voir construction en annexe $\lambda_{\max}(A)=430\text{nm}$ pour la forme acide et $\lambda_{\max}(B)=620\text{nm}$ pour la forme basique.



0,5 par construction=1

4.2. Par définition $\Delta E(A) = \frac{hc}{\lambda_{\max}(A)}$ et $\Delta E(B) = \frac{hc}{\lambda_{\max}(B)}$.

A.N. : $\Delta E(A) \cong \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{430 \cdot 10^{-9}} \cong 4,63 \cdot 10^{-19} \text{J} \cong 2,89 \text{eV}$.

$\Delta E(B) \cong \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{620 \cdot 10^{-9}} \cong 3,21 \cdot 10^{-19} \text{J} \cong 2,01 \text{eV}$.

0,75 +
0,75
0,5 + 0,25
0,5 + 0,25

4.3. $\lambda_{\max}(A)=430\text{nm}$ pour la forme acide. Cela correspond à une radiation bleue.
Or si la solution aqueuse absorbe dans le bleu alors sa couleur sera la complémentaire du bleu : le jaune.
D'après le spectre d'absorption de la forme basique, le bleu est la seule couleur qui n'est pas absorbée.
Toutes les autres couleurs ont une absorption non nulle : la forme basique est bleue.

0,5 pour acide
0,5 pour basique

4.4.

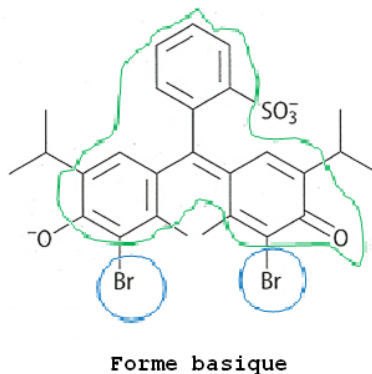
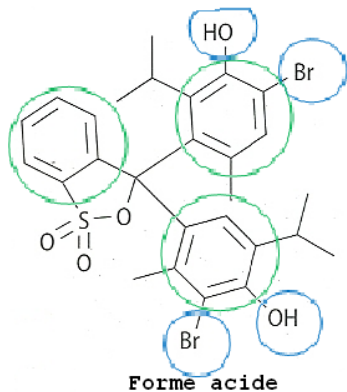
Couleur de la source de lumière	Blanche	Rouge	Bleue	Magenta
Couleur perçue après passage de la lumière à travers la solution de la forme acide	jaune	rouge	noire	rouge
Couleur perçue après passage de la lumière à travers la solution de la forme basique	bleue	noir	bleue	bleue

0,25x4=1
0,25x4=1

La forme acide est de couleur jaune lorsqu'elle est éclairée sous lumière blanche.
Éclairée sous une lumière magenta, la forme acide absorbe la composante bleue de la lumière et renvoie la composante rouge : la lumière après la traversée est rouge.
La forme basique est de couleur bleue lorsqu'elle est éclairée sous lumière blanche.
Éclairée sous une lumière magenta, la forme basique absorbe la composante rouge de la lumière et renvoie la composante bleue : la lumière après la traversée est bleue.

0,5 pour acide
0,5 pour basique

4.5.



0,5 pour chromophore

0,5 pour auxochrome

0,5 pour légende

Les groupes chromophores sont entourés en vert et les groupes auxochromes en bleu.

4.6. A possède 3 groupes chromophores avec un nombre 3 doubles liaisons conjuguées chacun ainsi que 4 groupes auxochromes.

B possède un groupe chromophore composé de 10 doubles liaisons conjuguées ainsi que 2 groupes auxochromes.

Or la longueur d'onde d'absorption maximale augmente avec le nombre de doubles liaisons conjuguées qui composent un groupe chromophore. Donc $\lambda_{\max}(A) < \lambda_{\max}(B)$.

Les groupes auxochromes déplacent la longueur d'onde d'absorption maximale vers de plus grandes longueurs d'onde.

0,5 pour description

0,5

4.7.

Expression de la loi de Wien pour l'étoile A : $\theta_A = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}(A)} - 273$.

Expression de la loi de Wien pour l'étoile B : $\theta_B = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}(B)} - 273$.

Or $0 < \lambda_{\max}(A) < \lambda_{\max}(B)$ donc $0 < \frac{1}{\lambda_{\max}(B)} < \frac{1}{\lambda_{\max}(A)}$ d'où $0 < \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}(B)} < \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}(A)}$.

$0 < \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}(B)} - 273 < \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}(A)} - 273$ donc $0 < \theta_B < \theta_A$.

θ_B et θ_A représentent respectivement les températures de surface des étoiles B et A.

1 pour une démonstration cohérente

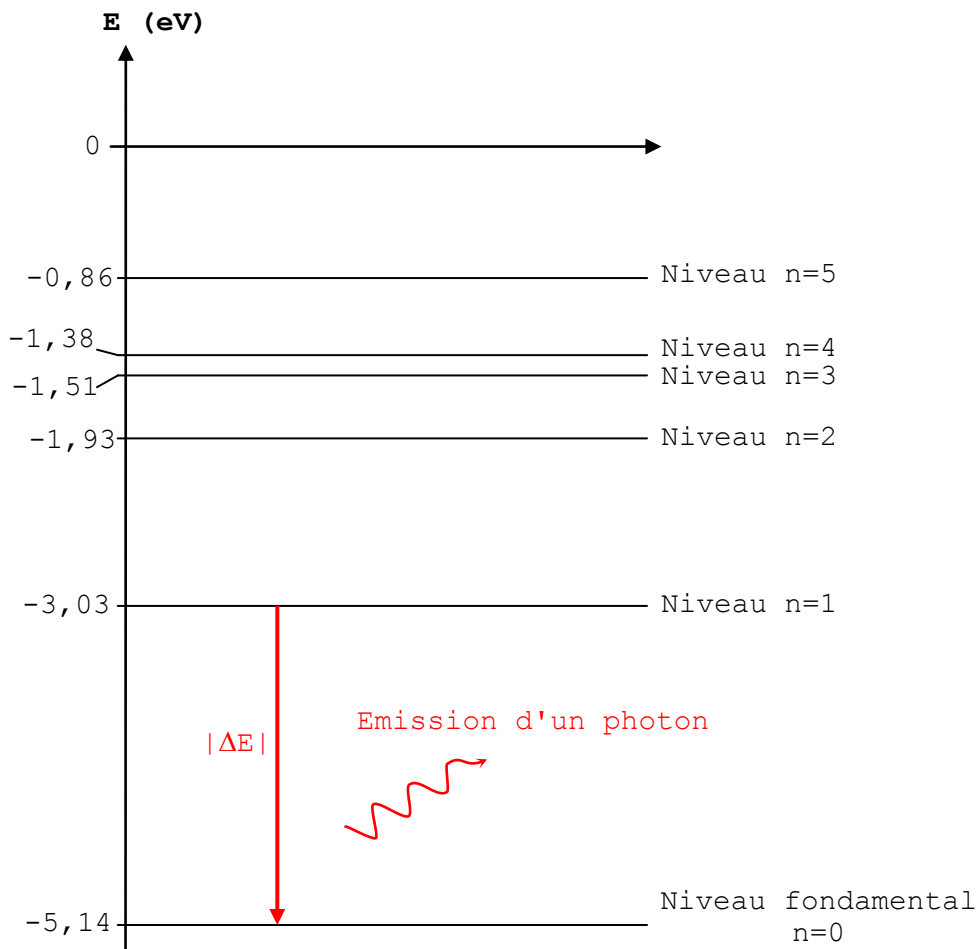
0,5

4.8.

$\theta_A \cong \frac{2,89 \cdot 10^6}{430} - 273 \cong 6,45 \cdot 10^3 \text{°C}$ et $\theta_B \cong \frac{2,89 \cdot 10^6}{620} - 273 \cong 4,39 \cdot 10^3 \text{°C}$.

0,5x2=1

4.9.



1,5 pour le diagramme

4.10. Pour cela il faut d'abord évaluer la valeur de la transition énergétique en eV.

Soit $|\Delta E|$ la valeur de cette transition énergétique.

$$|\Delta E| = \frac{h \times c}{\lambda(\text{Na})} \text{ soit numériquement en eV } |\Delta E| \cong \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9}} \times \frac{1}{1,60 \cdot 10^{-19}} \cong 2,11 \text{ eV.}$$

Il s'agit d'une émission et $E(n=1) - E(n=0) \cong -3,03 - (-5,14) \cong 2,11 \text{ eV.}$

Donc cela correspond à la transition du niveau n=1 vers le niveau n=0 avec libération d'un photon d'énergie 2,11 eV.

Voir schéma pour la représentation.

0,5 pour le calcul

0,5 pour représentation

4.11. Le BBT est utilisé comme indicateur coloré acido-basique en solution aqueuse. Donc il est soluble dans l'eau.

Or un colorant est soluble dans l'eau, ce n'est pas le cas d'un pigment : c'est un colorant.

0,5

4.12. L'absorbance est minimale pour un mélange des deux formes du BBT pour une longueur d'onde environ égale à 500 nm.

Cela correspond à des radiations colorées autour du vert.

Ce sont les longueurs d'onde les moins absorbées par le mélange donc ce sont les longueurs d'onde les plus renvoyées : le mélange est vert.

0,5