

BACCALAUREAT BLANC

EXTERNAT NOTRE DAME

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Durée de l'épreuve : 3h30

Coefficient : 6

L'usage de la calculatrice électronique **uniquement en mode examen** est autorisée

Ce sujet comporte 4 exercices

6 Pages numérotées de 1 à 6, y compris celle-ci.

Le candidat doit traiter les quatre exercices qui sont indépendants les uns des autres :

Exercice I – Haut en couleur (7 points)

Exercice II – Haut en son (5 points)

Exercice III – Interférences en haut (3 points)

Exercice IV - Haut comme organique (5 points) – **pour les NON spé physique.**

Exercice I – Haut en couleur (7 points)

Le pH peut être connu grâce à des indicateurs colorés. La phénolphtaléine, le bleu de bromothymol ou encore l'hélianthine sont employés dans les titrages acido-basiques.

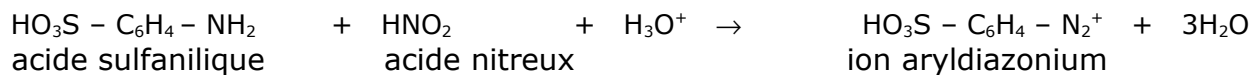
L'hélianthine tire son nom de la famille des fleurs « héliante » (du grec *helios* = soleil et *anthos* = fleurs) dont les couleurs s'étendent du rouge au jaune. Aussi l'hélianthine est appelée méthylorange.

Partie A : Première étape de la synthèse de l'hélianthine (4 points)

La synthèse de l'hélianthine comporte deux étapes :

- une réaction de diazotation de l'acide sulfanilique,
- une réaction de copulation sur la N, N-diméthylaniline.

Nous nous intéressons ici à la première étape : la réaction de diazotation entre l'acide sulfanilique et l'acide nitreux dont l'équation est la suivante :



Le protocole de cette étape est décrit ci-dessous :

A1. Préparation de la solution d'acide sulfanilique

- Dans un erlenmeyer de 100 mL, introduire 1,0 g d'acide sulfanilique pur sous forme solide. Ajouter 20 mL d'eau.
- Refroidir cette solution dans un bain eau-glace et mettre sous agitation durant 5 minutes.

A2. Préparation de l'acide nitreux

- Dans un erlenmeyer de 100 mL, introduire 10,0 mL d'une solution aqueuse de nitrite de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_2^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire égale à $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$ et refroidir cette solution dans un bain eau-glace.
- Ajouter 20 mL d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire égale à $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$.

A3. Diazotation

- Ajouter la solution précédente goutte à goutte à la solution d'acide sulfanilique.

1. Justifiez que l'étape de préparation de l'acide sulfanilique est une dissolution.

2. L'acide nitreux est instable. Il est donc préparé à froid et juste avant utilisation par action de l'acide chlorhydrique sur le nitrite de sodium.

2.1. Quelles précautions doit-on prendre pour manipuler la solution de nitrite de sodium ?

2.2. Parmi la verrerie proposée ci-dessous, laquelle semble la plus adéquate pour mesurer le volume de 20 mL de la solution d'acide chlorhydrique ?

«bêcher 100 mL» ; «pipette jaugée 20 mL» ; «éprouvette graduée 25 mL» ; «fiolle jaugée 20 mL»

2.3. Sachant que cette transformation est totale, écrire l'équation de la réaction de formation de l'acide nitreux et préciser la nature de cette réaction.

2.4. Montrer que la valeur de la quantité de matière d'acide nitreux formé lors de sa préparation est égale à $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

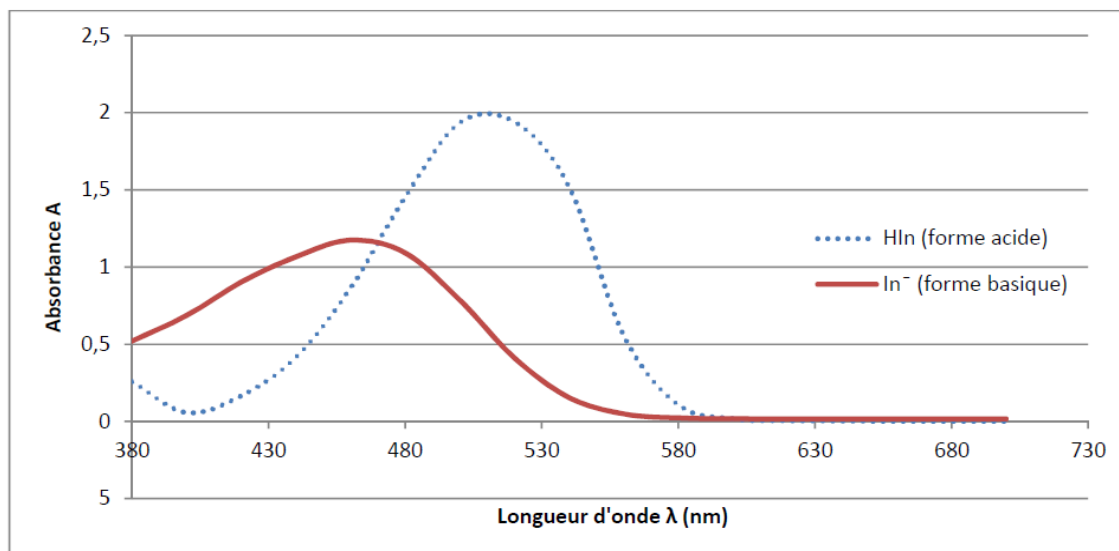
3. Quel est le réactif en défaut dans l'étape de diazotation ? En déduire la quantité d'ions aryldiazonium formés.

Partie B : Les couleurs de l'hélianthine (2 points)

1. Couleur d'une solution

L'hélianthine se trouve, selon le pH, sous forme acide notée HIn et/ou sous forme basique notée In⁻. Ces deux formes ont des couleurs différentes en solution aqueuse. HIn et In⁻ constituent un couple acide/base dont le pKa est égal à 3,7.

Les spectres UV-visible des formes acide et basique de l'hélianthine sont représentés ci-dessous :



1.1 Quelle est la couleur de la forme acide et basique de cet indicateur coloré en solution ? Justifiez.

1.2. On introduit quelques gouttes d'hélianthine dans une solution aqueuse incolore de pH égal à 5. Quelle couleur prend cette solution ? Décrire votre démarche en utilisant les données et vos connaissances.

L'hélianthine présente sa teinte sensible, résultat de la superposition de sa forme acide et de sa forme basique, dans une zone de *pH* appelée zone de virage.

1.3. On considère, en première approximation, que l'on a superposition des teintes quand aucune des deux formes n'est prépondérante devant l'autre : c'est-à-dire si aucune n'a sa concentration supérieure à dix fois celle de l'autre. Déterminer la zone de virage. Expliciter la démarche.

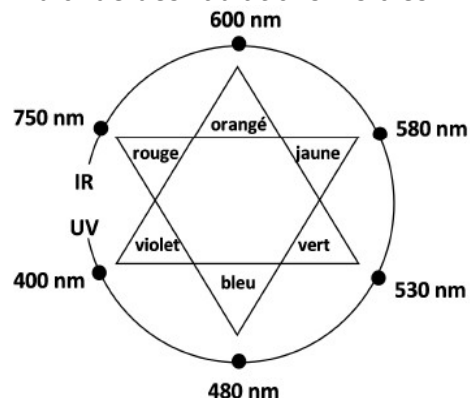
En réalité, il faut prendre en compte l'intensité de la teinte de chaque forme ; la zone de virage réelle de l'hélianthine est de ce fait comprise entre *pH* = 3,1 et *pH* = 4,4.

Données : Masse molaire de l'acide sulfanilique : $M = 173,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Fiche de données de sécurité du nitrite de sodium :

Couleur et ordre de grandeur des longueurs d'onde des radiations visibles :

Pictogramme de danger:



Mention d'avertissement : DANGER

Exercice II – Haut en son (5 points)

Un véhicule muni d'une sirène est immobile. La sirène retentit et émet un son de fréquence $f=680$ Hz. Le son émis à la date $t = 0$ se propage dans l'air à la vitesse $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$ à partir de la source S. On note λ la longueur d'onde correspondante.

La **figure 1** ci-dessous représente le front d'onde à la date $t = 0$

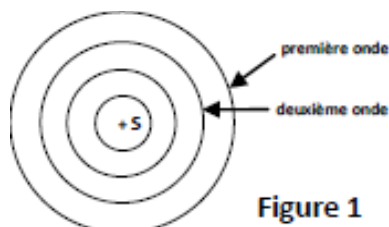


Figure 1

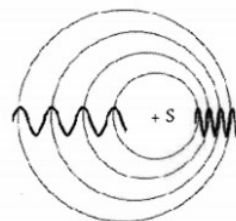


Figure 2

a. Le véhicule est immobile.

b. le véhicule se déplace vers l droite à la vitesse $v < c$

Répondre par «vrai» ou «faux» aux trois affirmations suivantes **en justifiant** son choix.

- 1- Le front d'onde a parcouru $d = 40.0$ m à la date $t = 3T$.
- 2- Deux points situés à la distance $d' = 55,0$ m l'un de l'autre dans la même direction de propagation vibrent en phase.
- 3- L'onde se réfléchit sur un obstacle situé à la distance $d'' = 680$ m de la source. L'écho de l'onde revient à la source $2,0$ s après l'émission du signal.

Puis, le véhicule se déplace maintenant vers la droite à la vitesse v inférieure à c . La **figure 2** donnée ci-dessus représente le front de l'onde sonore à la date $t = 4 T$. (T étant la période temporelle de l'onde sonore). Le véhicule se rapproche d'un observateur immobile. Pendant l'intervalle de temps T , le son parcourt la distance λ . Pendant ce temps, le véhicule parcourt la distance $d = v. T$. La longueur d'onde λ' perçue par l'observateur à droite de la source S a donc l'expression suivante : **$\lambda' = \lambda - v.T$ (1)**

- 4- Rappeler la relation générale liant la vitesse de propagation, la longueur d'onde et la fréquence.
- 5- En déduire que la relation (1) permet d'écrire $f' = f \frac{c}{c-v}$ (f' étant la fréquence sonore perçue par l'observateur).
- 6- Le son perçu est-il plus grave ou plus aigu que le son d'origine ? Justifier sans calcul numérique...
- 7- Comment se nomme le phénomène ici observé ?
- 8- Exprimer, puis calculer en km.h^{-1} , en arrondissant les valeurs à des nombres entiers, la vitesse du véhicule qui se rapproche de l'observateur sachant que ce dernier perçoit alors un son de fréquence $f' = 716$ Hz.

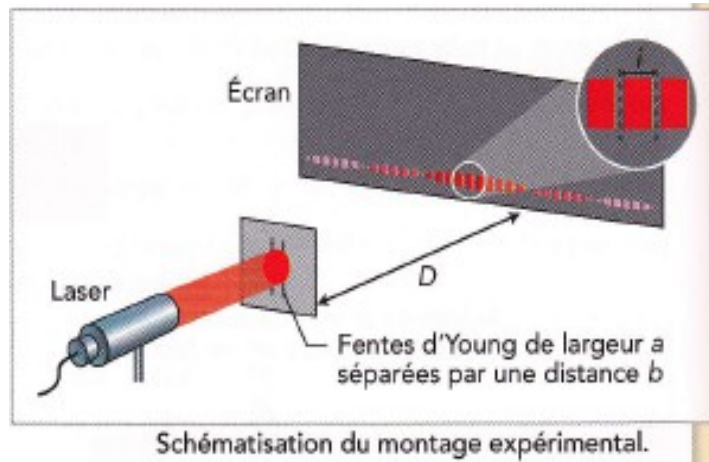
Exercice III – Interférences en Haut (3 points)

On réalise une figure d'interférences à l'aide de fentes d'Young placées devant un faisceau laser séparées par une distance $b = (0,500 \pm 0,005)$ mm.

La figure est observée sur un écran à une distance $D = 1,15$ m du plan des fentes, cette distance étant mesurée avec une incertitude $U(D) = 1$ cm.

Pour déterminer la longueur d'onde du laser, on mesure 10 interfranges.

On obtient un interfrange $i = 1,36$ mm avec une incertitude $U(i) = \frac{1}{100}$ mm.



- 1- Rappeler ce que signifie l'interfrange i .
- 2- Pourquoi faut-il mesurer 10 interfranges plutôt qu'une seule ?
- 3- Par une analyse dimensionnelle, déterminer l'expression qui permet de calculer l'interfrange i , parmi les propositions suivantes :

$$A4. i = \lambda \cdot D^2 ; \quad (B) i = \frac{\lambda \cdot D}{b} ; \quad (C) i = \frac{\lambda \cdot b}{D^2}$$

4- Dédurre des résultats expérimentaux la longueur d'onde λ , du laser. Donner le résultat dans l'unité usuelle pour exprimer la longueur d'onde d'une onde électromagnétique dans le visible.

5- L'incertitude sur la mesure de λ peut être évaluée par :

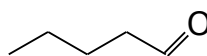
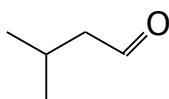
$$U(\lambda) = \lambda \sqrt{\left(\frac{U(b)}{b}\right)^2 + \left(\frac{U(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

- a. Calculer l'incertitude $U(\lambda)$ sur la longueur d'onde du laser.
- b. En déduire un encadrement de la valeur expérimentale de λ .
- c. Cet encadrement est-il compatible avec la valeur 589,3 nm fournie par le constructeur du laser?

6- On double la distance fente écran, justifiez sans calculs, que la valeur de l'interfrange double.

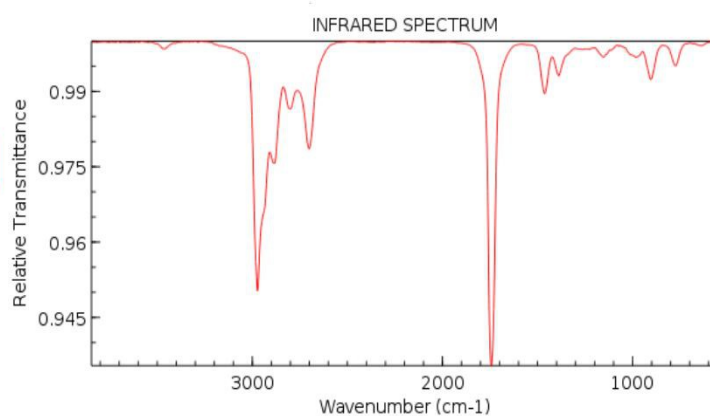
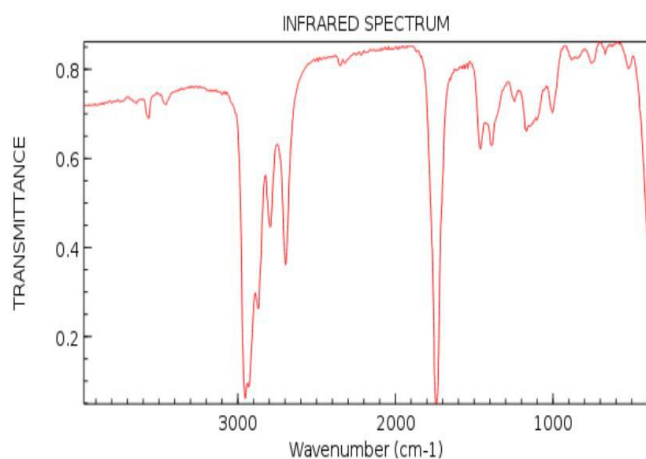
Exercice IV – NON SPE – Haut comme Organique (5 points)

On considère les deux molécules de formule brute $C_5H_{10}O$ suivantes isomères de constitution.



- 1- Que signifie isomère de constitution ?
- 2- Nommer en nomenclature officielle ces deux molécules.
- 3- Recopier la molécule puis entourer et nommer le groupe ou les groupes caractéristiques de chaque molécule.
- 4- A quelle famille organique chacune de ces molécules appartient-elle ?

On donne les spectres IR des deux molécules.



- 5- A quelle liaison correspond la bande d'absorption fine et intense en dessous de 2000 cm^{-1} ?
- 6- Peut-on, a priori, différencier ces deux molécules grâce à leur spectre IR ? Justifier.

On réalise les spectres RMN des molécules. Mais ceux-ci ont été égarés.

- 7- Écrire la formule semi-développée de chaque molécule
Donner pour chaque molécule, le nombre de signaux que l'on doit observer et la multiplicité de chacun des signaux.
- 8- Les spectres RMN, permettent-ils de différencier les deux molécules ?
- 9- Conclure quant à la nécessité d'utiliser plusieurs techniques pour identifier les molécules organiques.

La multiplicité d'un signal correspond au nombre de pics.

Multiplicité	Singulet	Doublet	Triplet	Quadruplet	Quintuplet	Sextuplet	Heptuplet	Octuplet	Nonuplet	Decuplet
Nombre de pics du signal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10