BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2018

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

Obligatoire

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30** – COEFFICIENT : **6**

L'usage d'une calculatrice EST autorisé.
Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré.

Ce sujet comporte 12 pages numérotées de 1 à 12.

Le sujet est composé de trois exercices indépendants les uns des autres.

Le candidat doit traiter les trois exercices.

EXERCICE I. La rifamycine (4 points)

La rifamycine est une molécule isolée dans les années 1950 et principalement utilisée pour traiter la turberculose.
C'est aussi un antibiotique permettant d'agir localement sur certaines infections de l'œil dues à des bactéries : conjonctivites, kératites (inflammation de la cornée d'origine bactérienne) et ulcères de la cornée.
L'étude de cet exercice portera sur un collyre vendu en pharmacie, « rifamycine Chibret® », dont un extrait de la boite figure ci-contre.



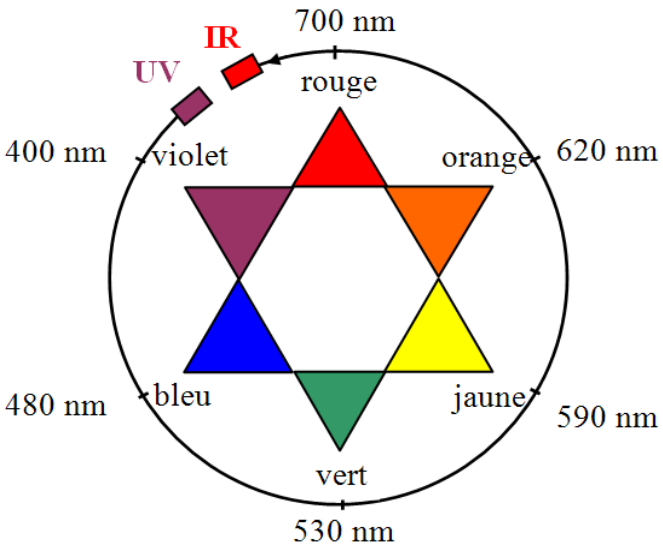
D'après le laboratoire, la mention 1 000 000 UI% portée sur l'emballage signifie un million d'unités de rifamycine pour 100 mL de collyre et 1 UI de rifamycine correspond à une masse de 0,001127 mg de rifamycine.
La notice précise :
« La durée de conservation après ouverture est de 15 jours. À conserver à une température ne dépassant pas 25°C et à l'abri de la lumière. »

L'objectif de l'exercice est de vérifier quelques indications concernant ce médicament.

Données

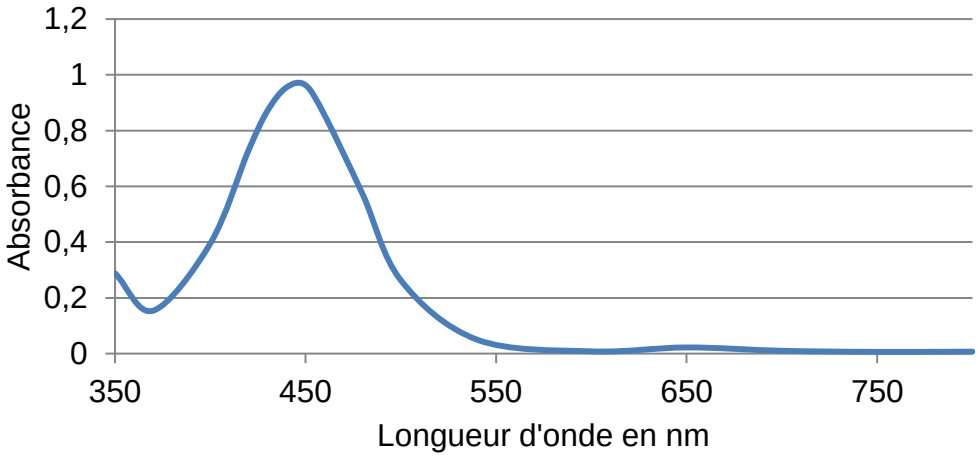
Masse molaire de la rifamycine : 720,8 $g.mol^{-1}$;

Cercle chromatique



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de rifamycine :

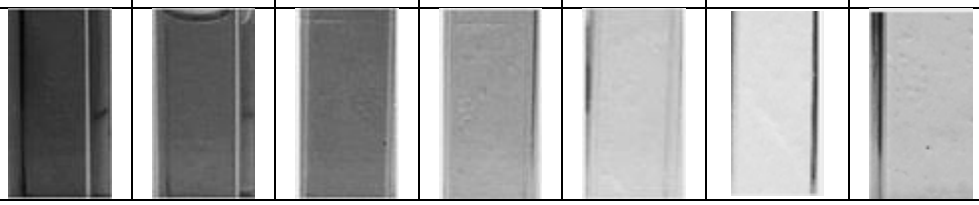


On se propose de vérifier l'indication du laboratoire concernant la quantité de rifamycine dans le collyre cité précédemment.

On dilue 500 fois le collyre. La solution aqueuse obtenue à l'issue de cette dilution est appelée solution S.

1. Justifier la couleur jaune-orangé de la solution de rifamycine.

On réalise à partir d'une solution mère de rifamycine S_1 une échelle de teintes constituée de 5 solutions diluées S_2, S_3, S_4, S_5 et S_6 versées dans des cuves identiques.

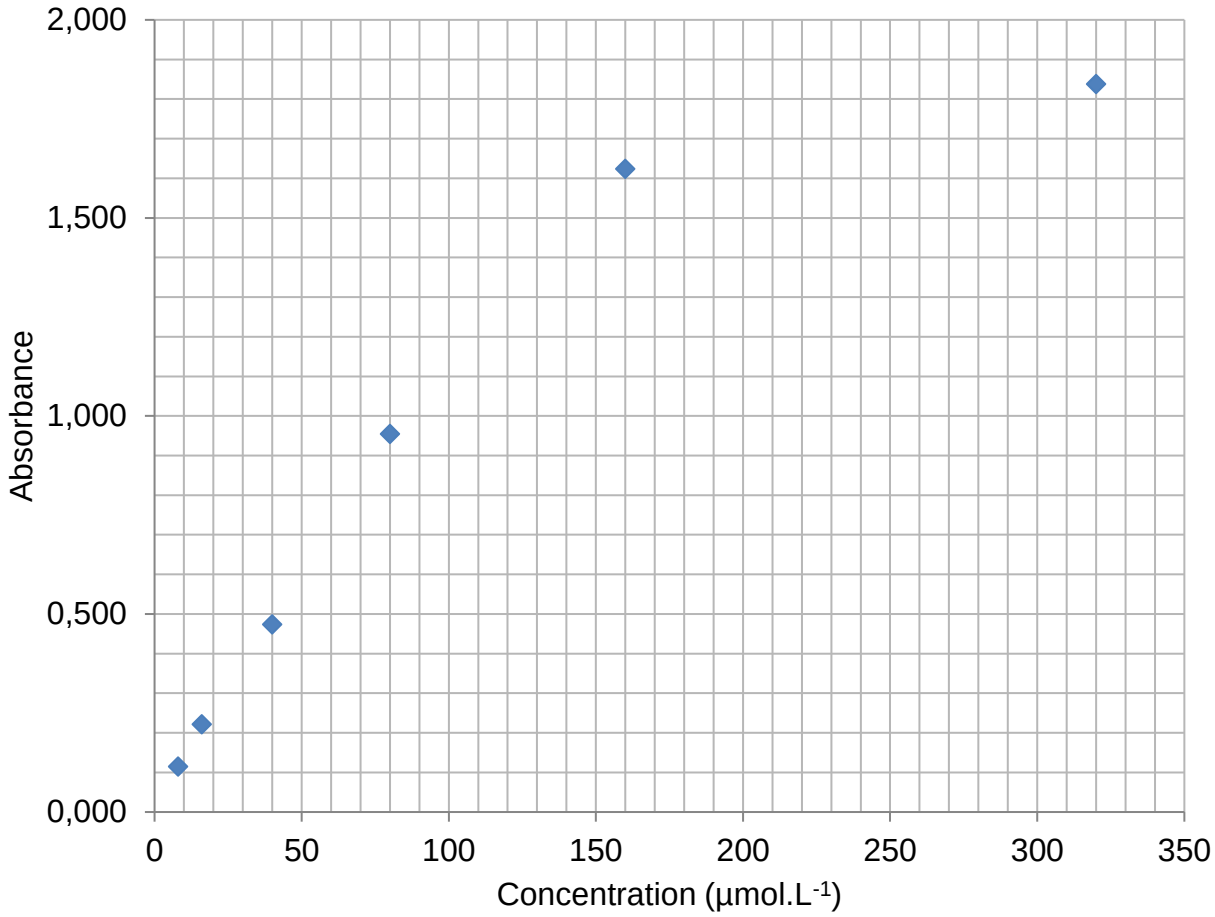
Solution S_i	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S
Concentration C ($\mu mol.L^{-1}$)	320	160	80	40	16	8	
Cuves							

2. Quelle verrerie est nécessaire à la préparation de 100,0 mL de la solution S_3 à partir de la solution S_1 ?

3. Estimer la concentration molaire en rifamycine de la solution S en justifiant votre réponse.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Cette méthode étant peu précise, on effectue des mesures spectrophotométriques reportées sur le graphe ci-dessous.
On mesure également l'absorbance de la solution S : A = 0,350.



Évolution de l'absorbance d'une solution de rifamycine en fonction de la concentration

4. Les résultats des mesures d'absorbance effectuées sur les solutions S_i peuvent-ils être modélisés par la loi de Beer-Lambert ? Justifier.

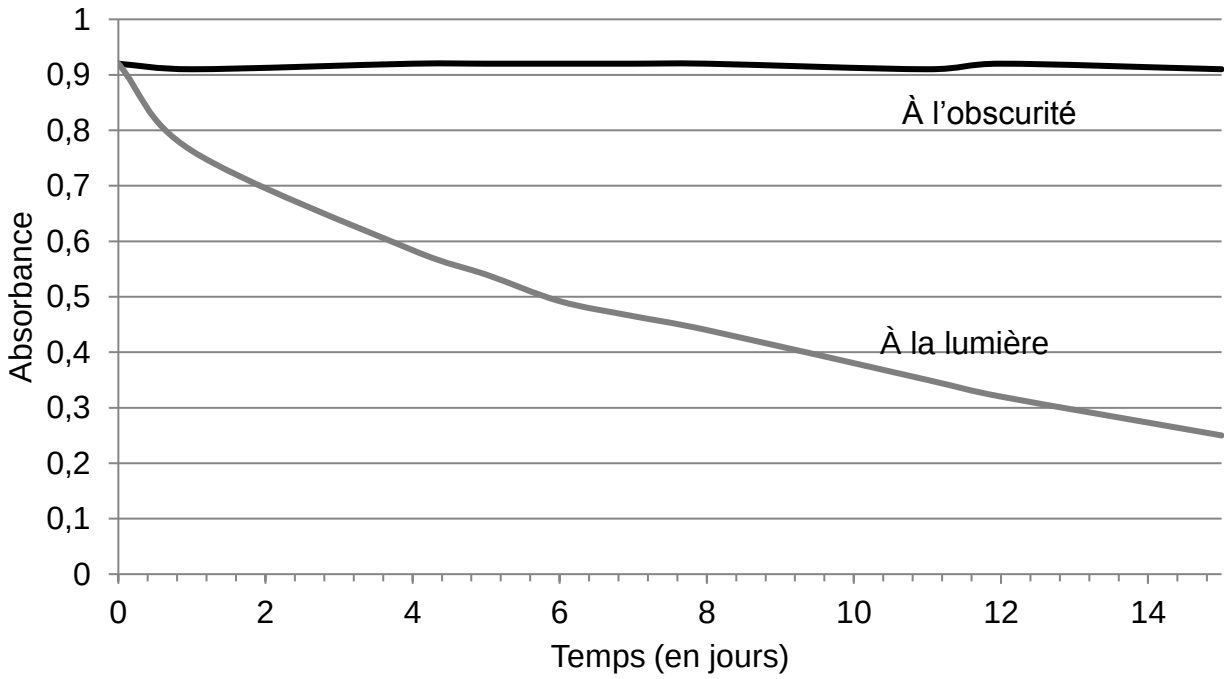
5. Déterminer la concentration molaire de la solution S de la rifamycine dans ce collyre pharmaceutique.

6. La valeur trouvée expérimentalement est-elle en accord, à 10% près, avec l'indication du laboratoire ?

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Des études expérimentales ont permis de tracer le graphe ci-après.



Évolution de l'absorbance d'une solution diluée de rifamycine, à l'obscurité et à la lumière

7. Quelle indication de la notice est illustrée par ce document ? Justifier.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE II. À propos des éclipses solaires (11 points)

Les deux parties A et B sont indépendantes.

Partie A. L'éclipse du 21 août 2017

Les Américains l'ont baptisée *"The Great American Eclipse"* (la grande éclipse américaine). Le 21 août 2017, l'ombre de la Lune traversa les États-Unis du Pacifique jusqu'en Atlantique. Outre-Atlantique, l'événement a soulevé pendant plusieurs mois un enthousiasme extraordinaire.

D'après www.sciencesetavenir.fr

Données

Constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67\times10^{-11}$ m^3.kg^{-1}.s^{-2}

Masse de la Lune : $M_L = 7{,}34\times10^{22}$ kg

Masse de la Terre : $M_T = 5{,}97\times10^{24}$ kg

Diamètre de la Lune supposée sphérique : D_L = 3 474 km

Diamètre de la Terre supposée sphérique : D_T = 12 742 km

Distance moyenne du centre de la Lune au centre de la Terre : $d = 3{,}84\times10^5$ km

Latitudes et longitudes de quelques villes américaines

	Salem	Columbia	Charleston
Latitude	44,94° Nord	38,94° Nord	32,78° Nord
Longitude	123,04° Ouest	92,33° Ouest	79,93° Ouest

1. Rotation de la Terre

Dans le référentiel géocentrique, la Terre accomplit un tour sur elle-même en environ 23 heures et 56 minutes (durée du jour sidéral). On se place dans ce référentiel pour répondre aux questions ci-dessous.

1.1. Quelle est la nature du mouvement d'un point situé sur l'équateur ?

1.2. Montrer que la valeur de la vitesse d'un point situé sur l'équateur est égale à 465 m.s^{-1}.

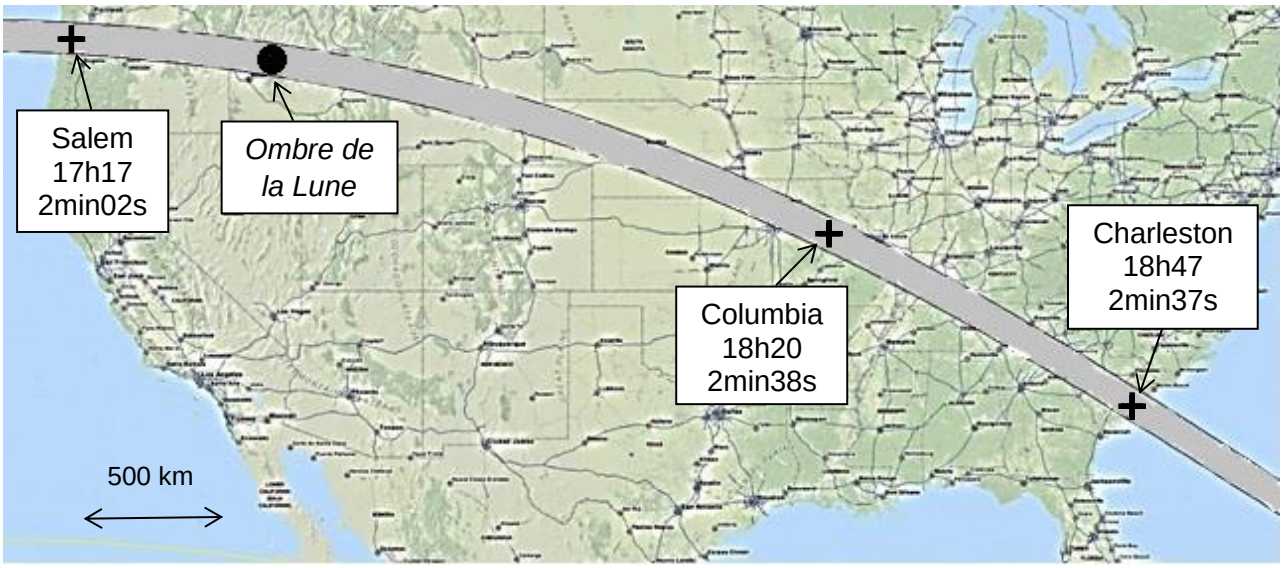
La vitesse V, en m.s^{-1}, d'un point de la surface de la Terre dépend de sa latitude α selon la relation :

$$V = 465\times\cos(\alpha)$$

1.3. Quelle est la vitesse d'un point de la ville de Columbia ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Vitesse de l'ombre de la Lune sur la Terre



Trajectoire, heures de passage (temps universel), et durée maximale de l'éclipse.
D'après Wolfgang Strickling —https://commons.wikimedia.org/

2.1. En exploitant ce document, montrer que dans le référentiel terrestre la vitesse moyenne V_O de l'ombre de la Lune sur la Terre vaut environ 750 $m.s^{-1}$.

2.2. Compte tenu de la durée maximale de l'éclipse en un lieu de son passage, estimer le diamètre de l'ombre de la Lune sur la Terre lors de l'éclipse. Cette valeur est-elle pertinente au regard de la carte ci-dessus ?

3. Mouvement de la Lune autour de la Terre

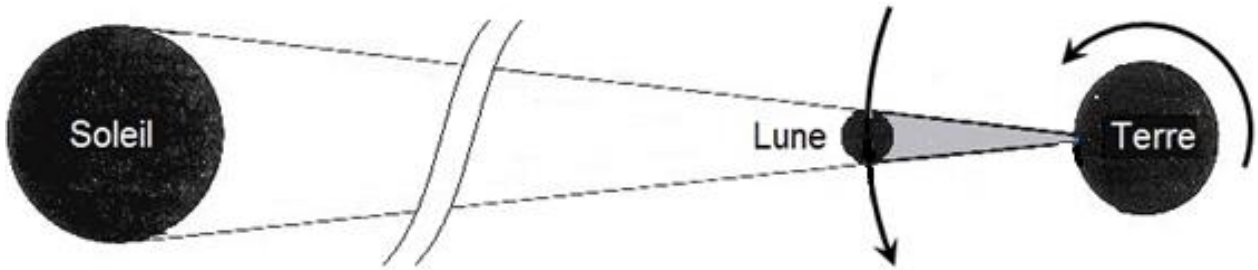


Schéma simplifié des positions de la Terre et de la Lune lors d'une éclipse.

3.1. Pourquoi ne tient-on pas compte du phénomène de diffraction des rayons lumineux par la Lune ? L'argumentation s'appuiera sur des valeurs numériques.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

On se place maintenant dans le référentiel géocentrique, supposé galiléen.
On étudie le système {Lune}, sans tenir compte de l'influence du Soleil.

3.2. Faire un schéma sur lequel apparaîtront la Terre ainsi que la Lune et son orbite, supposée circulaire. Représenter le vecteur $\vec{F}_{T/L}$ représentant la force modélisant l'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune, ainsi que le vecteur unitaire $\vec{u}$, orienté depuis la Lune vers la Terre.

3.3. Donner l'expression vectorielle de $\vec{F}_{T/L}$.

3.4. Établir l'expression vectorielle de l'accélération de la Lune, en fonction de G, M_T, d et du vecteur unitaire $\vec{u}$.

3.5. Montrer que la vitesse de la Lune sur son orbite s'exprime par la relation :

$$V_L = \sqrt{\frac{GM_T}{d}}$$

3.6. Calculer la valeur de cette vitesse.

Partie B. Étude de la couronne solaire

Les éclipses de Soleil ont joué un rôle important en astronomie car elles permettent d'étudier la couronne solaire. C'est au cours de l'une d'elles que l'hélium a été découvert.

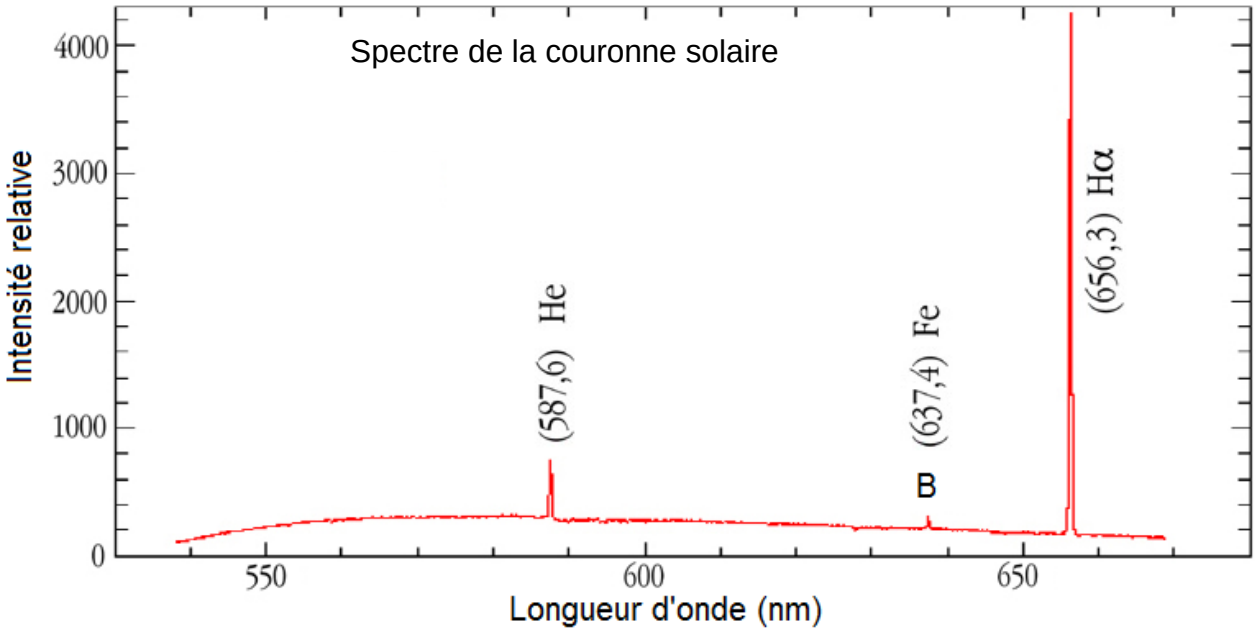
Données

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 2{,}998\times10^{8}$ m.s^{-1}

Constante de Planck : $h = 6{,}626\times10^{-34}$ J.s

1 eV = $1{,}602\times10^{-19}$ J

Spectre de la couronne solaire :



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

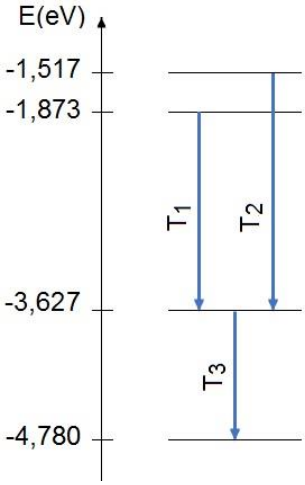
1. Découverte de l'hélium

Le 18 août 1868 l'astronome français Jules Janssen, en observant une éclipse totale de soleil, découvre par spectroscopie un gaz jusque-là inconnu dans l'atmosphère de cet astre. Il sera appelé hélium par référence au mot grec hélios (soleil).

1.1. Le spectre donné de la couronne solaire est-il un spectre d'émission ou d'absorption ? Justifier la réponse.

1.2. À quel domaine du spectre électromagnétique ce spectre appartient-il ? Justifier la réponse.

Extrait du diagramme énergétique de l'atome d'hélium



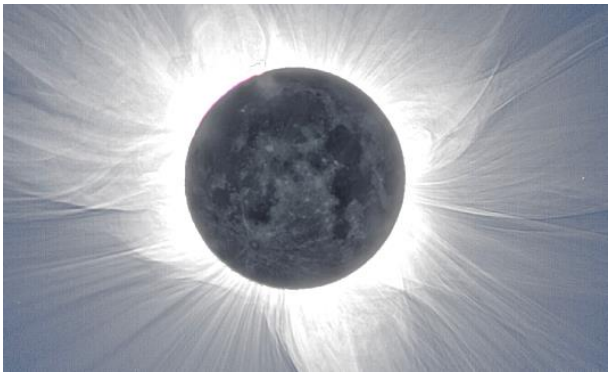
1.3. La radiation émise par l'hélium, observée dans le spectre de la couronne solaire, a permis son identification. À quelle transition T_1, T_2 ou T_3 correspond-elle ?

1.4. Historiquement, cette radiation a été confondue avec celles émises par le sodium de longueur d'onde : 589,0 nm et 589,6 nm.

L'utilisation d'un spectromètre dont l'incertitude relative est $\frac{U(\lambda)}{\lambda} = 10^{-3}$ permet-elle de discerner la radiation émise par l'hélium de celles émises par le sodium ?

2. Le mystère de la couronne solaire

La couronne solaire est formée par des jets de matière, principalement d'hydrogène et d'hélium, issus de la surface du Soleil.



Couronne solaire photographiée lors de l'éclipse du 3 septembre 2016 par Miloslav Druckmüller.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

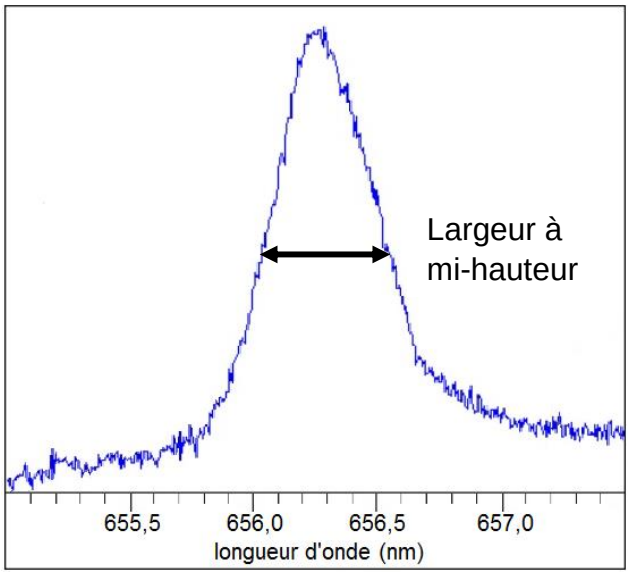
Les astrophysiciens disposent de plusieurs méthodes pour déterminer la température d'un corps dont la loi de Wien et l'élargissement des raies spectrales.

- Loi de Wien : le maximum d'intensité lumineuse d'un corps noir à la température T (K) est obtenu pour la longueur d'onde λ_{max} telle que

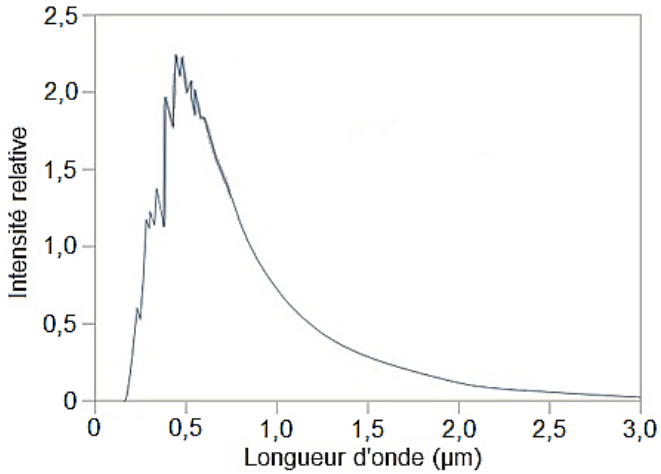
$$\lambda_{max} = \frac{2{,}9\times10^{-3}}{T} \text{ (en m).}$$

- Élargissement des raies spectrales : la largeur des raies d'émission des éléments contenus dans un corps permet d'évaluer sa température T (K). En effet, du fait de l'agitation thermique, la longueur d'onde d'émission λ_0 change légèrement. On montre qu'à mi-hauteur pour l'élément hydrogène, la largeur d'une raie $\Delta\lambda$ est donnée par :

$$\Delta\lambda = 7{,}2\times10^{-7}\times\lambda_0\times\sqrt{T}\ .$$



Détail du spectre de la raie Hα de l'hydrogène présent dans la couronne solaire.



Spectre de la surface du soleil.

2.1. Comparer les températures de la couronne solaire et de la surface du Soleil.

2.2. À quel problème sont confrontés les astrophysiciens dans l'estimation de ces températures ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

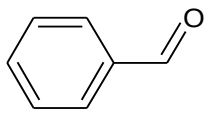
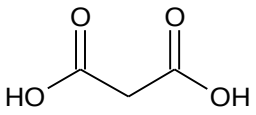
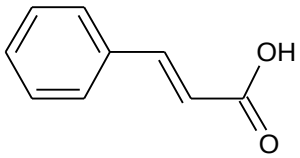
EXERCICE III – L'acide cinnamique (5 points)

L'acide cinnamique est utilisé dans l'industrie des parfums, des saveurs, des cosmétiques et dans l'industrie pharmaceutique. Il est présent dans certaines plantes comme le xuan shen (scrophularia ningpoensis). Il s'agit d'une plante vivace qui pousse en Asie et principalement en Chine. Il peut également être facilement synthétisé en laboratoire à faible coût.

L'objectif de cet exercice est de comparer deux procédés d'obtention de l'acide cinnamique.

Données

Masses molaires atomiques : M(C) = 12 g.mol^{-1} ; M(H) = 1 g.mol^{-1} ; M(O) = 16 g.mol^{-1}

Espèce chimique	Caractéristiques	Formule
Benzaldéhyde	- Formule brute C_7H_6O - Masse molaire : 106 g.mol^{-1} - T_{fusion} = – 26 °C - $T_{ébullition}$ = 179 °C - Masse volumique à 20°C : ρ = 1,04 g.mL^{-1} - Peu soluble dans l'eau	
Acide malonique	- Formule brute $C_3H_4O_4$ - Masse molaire : 104 g.mol^{-1} - T_{fusion} = 135 °C - Soluble dans l'eau	
Acide cinnamique	- Masse molaire : 148 g.mol^{-1} - T_{fusion} = 135 °C - $T_{ébullition}$ = 300 °C - Peu soluble dans l'eau - pK_A = 4,4	

1. Étude de la molécule d'acide cinnamique

1.1. À partir des informations données et de vos connaissances, vérifier la valeur de la masse molaire de l'acide cinnamique. Quel est son état physique à la température ambiante ? Justifier.

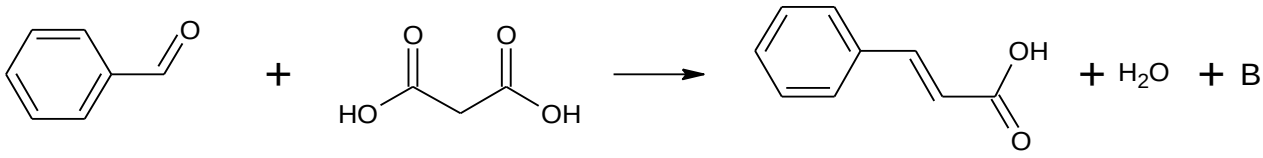
1.2. Recopier la formule de la molécule d'acide cinnamique. Entourer le groupe caractéristique et nommer la fonction chimique correspondante.

1.3. La molécule d'acide cinnamique présente un stéréoisomère noté A. Représenter la formule topologique du stéréoisomère A et nommer le type de stéréoisomérie de configuration qui le lie à l'acide cinnamique.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Synthèse de l'acide cinnamique au laboratoire

La synthèse de l'acide cinnamique peut se faire à partir du benzaldéhyde et de l'acide malonique selon la réaction d'équation suivante :



Le protocole expérimental de cette synthèse est le suivant.

- *Dans un ballon à fond rond, introduire 25,0 g d'acide malonique, 10,0 mL de benzaldéhyde, en présence de bêta-alanine et de pyridine. Placer un barreau aimanté ;*
- *Chauffer à reflux à 130°C et agiter pendant une heure et demie ;*
- *Laisser refroidir, ajouter 130 mL d'eau froide puis de l'acide chlorhydrique concentré (H_3O^+ , Cl^-_{aq}) pour amener la valeur du pH du mélange à 1. L'acide cinnamique précipite.*

2.1. Déterminer la formule brute de la molécule notée B.

2.2. Choisir le nom, en nomenclature officielle, de l'acide malonique parmi les trois propositions suivantes : acide 2-méthylpropanoïque, acide propanedioïque, acide 3-hydroxypropanoïque.

Justifier votre choix.

2.3. Faire un schéma légendé du montage utilisé pour réaliser cette synthèse.

Dans l'une des étapes de la synthèse, la pyridine réagit avec l'acide cinnamique dès sa formation suivant la réaction d'équation :

$$C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}COOH + C_5H_5N \longrightarrow C_6H_5\text{-}CH{=}CH\text{-}COO^- + C_5H_5NH^+$$

2.4. Quelle est la nature de la réaction ? Justifier.

2.5. Proposer une justification pour expliquer l'apparition d'un précipité d'acide cinnamique lors de l'ajout d'acide chlorhydrique concentré.

2.6. Proposer une méthode de récupération de l'acide cinnamique.

2.7. Lors de la synthèse, des étudiants ont obtenu 11,6 g d'acide cinnamique. Déterminer la valeur du rendement de la réaction.

3. Extraction de l'acide cinnamique du xuan shen

La teneur moyenne en acide cinnamique dans le xuan shen est de 0,35 mg pour un gramme de végétaux. On fait l'hypothèse que le rendement de l'extraction de l'acide cinnamique est de 80 %. Estimer la masse de xuan shen nécessaire pour obtenir 10 g d'acide cinnamique.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 12
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer