BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2013

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

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

L'usage des calculatrices EST autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

OBLIGATOIRE

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14 y compris celle-ci.
La feuille annexe 2 (page 14/14) **EST À RENDRE AVEC LA COPIE.**
Les autres annexes 1 à 4 (pages 12/14 et 13/14) **pourront être rendues si le candidat le souhaite.**

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

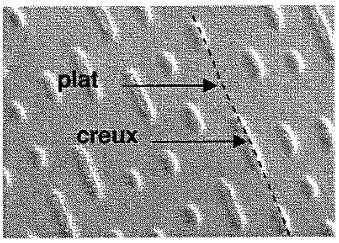
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

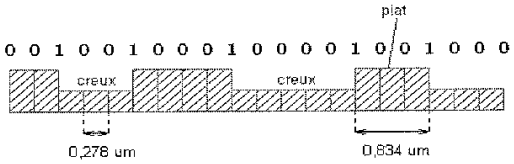
EXERCICE I. UN NOUVEAU STOCKAGE OPTIQUE : LE BLU-RAY (7,5 points)

La technique du disque LASER repose sur une méthode optique : un faisceau de lumière cohérente (LASER) vient frapper le disque en rotation. Des cavités de largeur 0,6 µm, dont la longueur oscille entre 0,833 µm et 3,56 µm, sont creusées à la surface réfléchissante du disque, produisant des variations binaires de l'intensité lumineuse du rayon réfléchi qui sont enregistrées par un capteur.

Plus précisément, lorsque le faisceau passe de la surface plane (plat) à une cavité (creux), il se produit des interférences et la valeur binaire 1 est attribuée. Au contraire, tant que le faisceau reste dans un creux ou sur un plat, le capteur détecte le même faisceau original et fait correspondre à cet état la valeur binaire 0.

L'information binaire peut être ensuite transformée en un signal analogique par un convertisseur.





1. Le LASER, faisceau de lumière cohérente :

La lumière émise par la source LASER provient de l'émission stimulée d'atomes excités par pompage optique. On a représenté sur le document 1 deux niveaux d'énergie d'un atome présent dans la cavité de la source LASER.

1. 1. Dans quel niveau d'énergie l'atome est-il le plus excité?

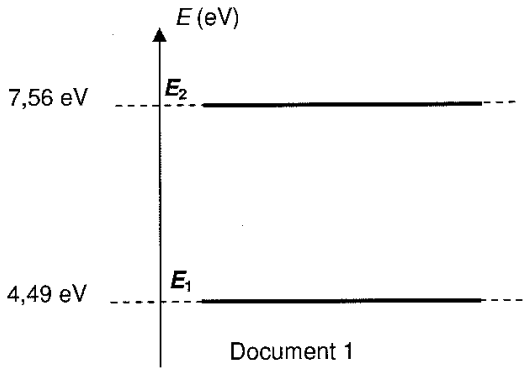
1. 2. Quelle est la valeur de la longueur d'onde de la radiation lumineuse qu'il faut envoyer sur l'atome pour provoquer une émission stimulée de cet atome ?

La relation entre la fréquence ν de la radiation lumineuse et l'énergie E du photon est $E = h.\nu$

Constante de Planck : $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J.s

Célérité de la lumière : $c = 3{,}00 \times 10^{8}$ m.s^{-1}

$1 \text{ eV} = 1{,}60 \times 10^{-19}$ J



Document 1

1. 3. Quelle est la longueur d'onde de la radiation émise par l'atome ?

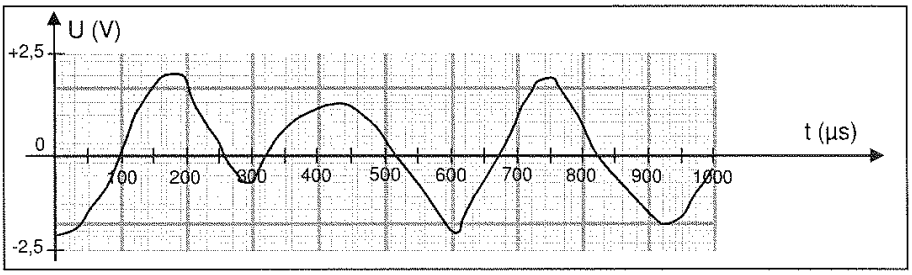
1. 4. Donner deux caractéristiques de la lumière LASER.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 2 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Stockage des informations sur le disque LASER :

2. 1. Pourquoi dit-on que l'information est stockée sur le disque sous forme binaire ?

2. 2. On a représenté sur le document 2, la tension issue du microphone qui a permis l'enregistrement du son sur le disque :

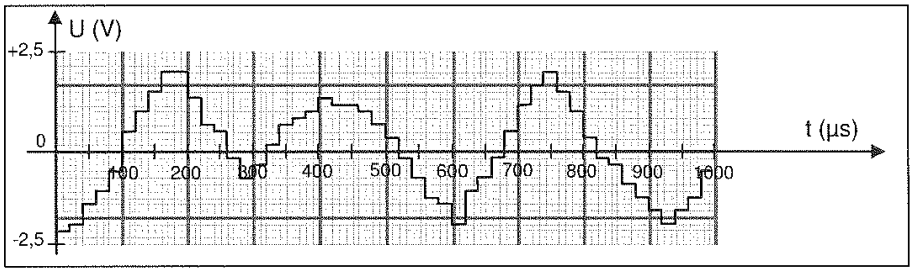


Document 2

Cette tension forme-t-elle un signal numérique ou analogique ? Justifier la réponse.

2. 3. Pour lire le disque et entendre la musique qui a été enregistrée, l'information qu'il contient doit être transformée en une tension qui alimente des haut-parleurs.

On a représenté sur le document 3, la tension envoyée par le lecteur CD aux bornes du haut-parleur qui diffère sensiblement de la précédente tension enregistrée par le microphone.



Document 3

2.3.1. Déterminer la fréquence d'échantillonnage du convertisseur numérique – analogique.

2.3.2. Comment faudrait-il modifier cette fréquence d'échantillonnage pour que le signal envoyé au haut-parleur se rapproche davantage de celui délivré par le microphone enregistreur ?

3. Lecture des informations sur le disque LASER :

Le document 4 représente le système de lecture du disque.

Le faisceau lumineux, constitué d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 dans le vide est émis par la diode LASER. Il traverse une couche protectrice transparente en polycarbonate dont l'indice est $n = 1{,}55$, puis il est réfléchi par le disque et détecté par la photodiode.

Lors de la détection d'un 0, le faisceau est entièrement réfléchi par un plat ou par un creux (figure 1 document 4). Tous les rayons composant le faisceau ont donc parcouru le même trajet. Lors de la détection d'un 1, le faisceau laser passe d'un plat à un creux ou inversement (figure 2 document 4). Une partie du faisceau est alors réfléchie par le plat et l'autre partie par le creux. Tous les rayons composant le faisceau n'ont donc pas parcouru le même trajet.

On note ΔL la différence de parcours des deux parties du faisceau qui se superposent et interfèrent lors de leur détection.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

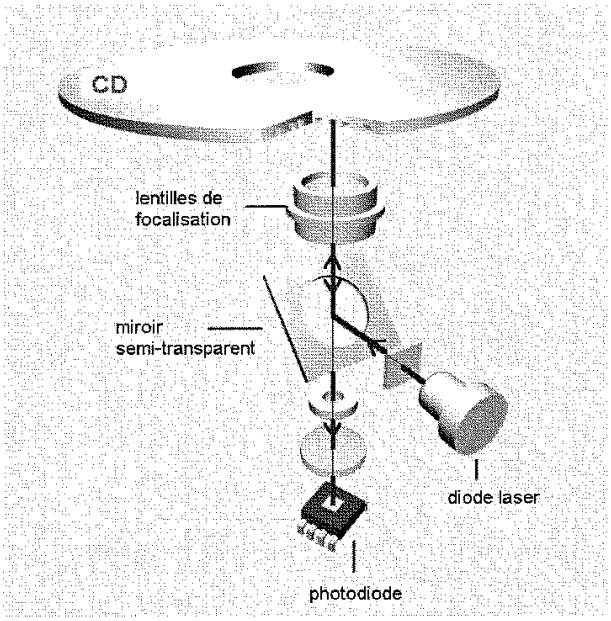
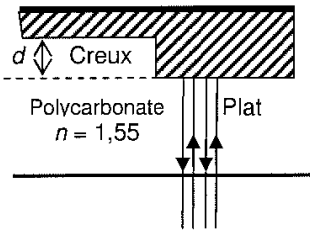
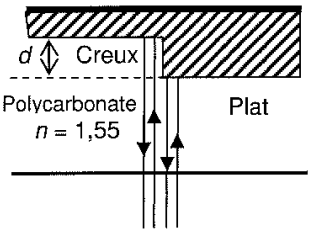


Figure 1



Détection d'un 0

Figure 2



Détection d'un 1

Document 4

Dans le polycarbonate, la longueur d'onde de la lumière monochromatique constituant le faisceau est

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$$

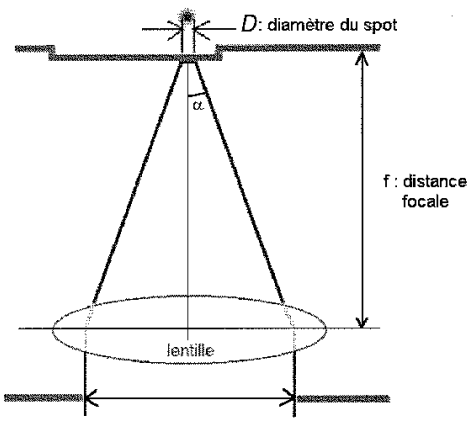
3.1. Donner la condition que doit vérifier ΔL pour que les interférences soient destructives.

3.2. Montrer que la profondeur minimale d du creux s'exprime en fonction de λ, la longueur d'onde de la lumière laser dans le polycarbonate, par la relation : $d = \frac{\lambda}{4}$.

3.3. Calculer d pour un CD lu par un faisceau LASER de longueur d'onde dans le vide λ_0 = 780 nm.

3.4. Dans quel cas le capteur reçoit-il plus de lumière (détection d'un 0 ou détection d'un 1) ? Justifier la réponse.

4. Intérêt de la technologie Blu-Ray :



Document 5

La quantité $NA = \sin\alpha$ est appelée « ouverture numérique ».

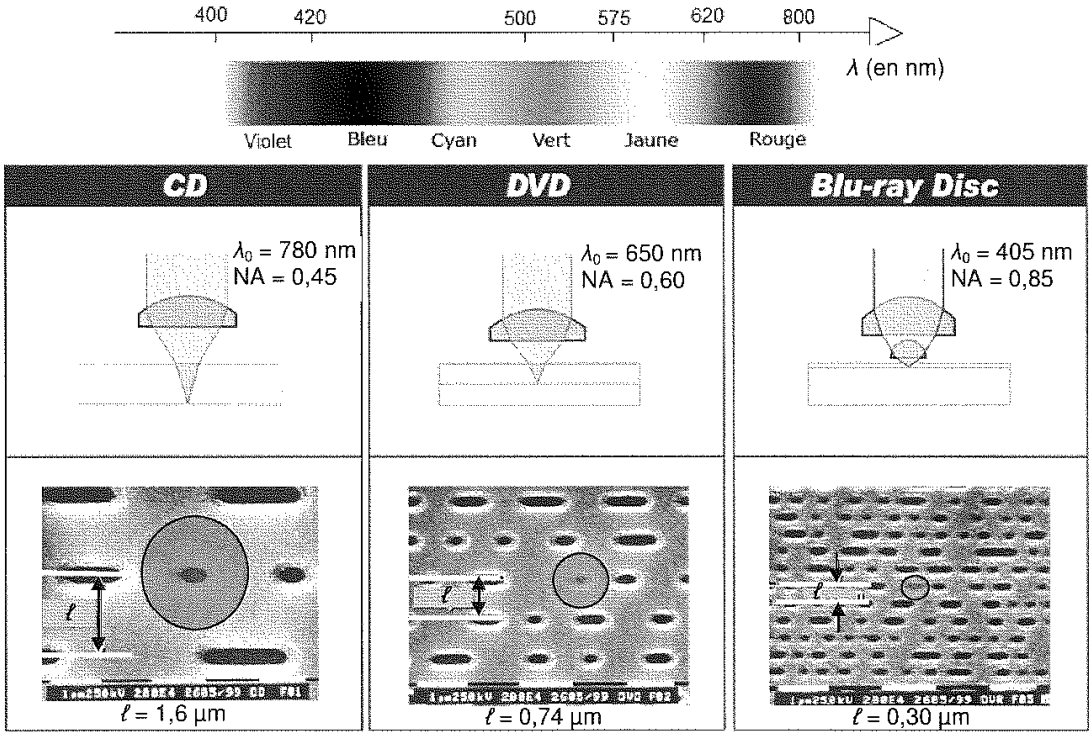
α est l'angle d'ouverture du demi-cône formé par le faisceau laser (voir document 5)

Le diamètre D du spot sur l'écran s'exprime alors par la formule :

$$D = 1{,}22.\frac{\lambda_0}{NA}$$

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

On a donné sur le document 6 les valeurs de l'ouverture numérique, de la longueur d'onde et de la distance ℓ qui sépare deux lignes de données sur le disque.



Document 6

4. 1. Justifier l'appellation « Blu-ray » en faisant référence à la longueur d'onde du faisceau Laser.

4. 2. Quel est le phénomène qui empêche d'obtenir dans chaque cas une largeur de faisceau plus faible ?

4. 3. En utilisant les données du document 6, vérifier que le diamètre D du spot dans le cas de la technologie Blu-ray est compatible avec la distance 2ℓ qui sépare trois lignes de données sur le disque.

4. 4. En argumentant votre réponse expliquer comment il est possible d'améliorer la capacité de stockage du disque sans modifier sa surface.

4. 5. Un disque blu-ray peut contenir jusqu'à 46 Gio de données, soit environ 4 heures de vidéo haute définition (HD).

Calculer le débit binaire de données numériques dans le cas de la lecture d'une vidéo HD (en Mibit/s).

Données : 1 Gio = 2^{30} octets ; 1 octet = 8 bits ; 1 Mibit = 2^{20} bits

4. 6. La haute définition utilise des images de résolution d'au moins 720 pixels en hauteur et 900 pixels en largeur. Chaque pixel nécessite 24 bits de codage (8 par couleur primaire).

4.6.1. Montrer que la taille numérique d'une image non compressée est d'environ 15 Mibit.

4.6.2. Combien d'images par seconde peut-on obtenir sur l'écran de l'ordinateur avec le débit binaire calculé à la question 4.5 ?

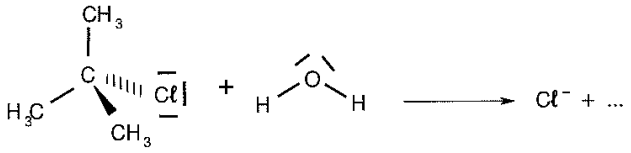
4.6.3. Pour éviter l'effet de clignotement, la projection d'une vidéo nécessite au moins 25 images par seconde. Pourquoi faut-il réduire la taille des images à l'aide d'un protocole de compression d'image ?

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 5 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Exercice II : CHIMIE ORGANIQUE RELATIVISTE (7,5 points)

Dans un futur lointain, des lycéens d'un centre étranger, éloigné dans la galaxie, se rendent dans leur futur lycée après avoir passé leurs vacances d'été sur Terre. Ils s'aperçoivent qu'ils effectuent leur trajet en navette avec leur nouvel enseignant de sciences physiques. Pour passer le temps, celui-ci propose à ses futurs élèves de s'avancer sur le cours de terminale S.

Ils s'intéressent à la réaction chimique entre l'eau et le 2-chloro-2-méthylpropane :



On rappelle que dans le modèle de la représentation de Lewis, une liaison covalente est représentée par un trait entre deux atomes et qu'un doublet non liant est représenté par un trait localisé sur un atome.

Les trois parties de cet exercice sont largement indépendantes entre elles. La première partie permet de trouver la nature de la réaction après une analyse de spectres IR et de RMN du proton, la seconde partie est une étude cinétique de la réaction, la troisième partie traite de relativité restreinte.

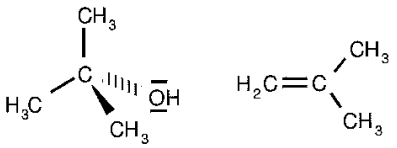
1. Etude de la transformation chimique

1.1. Préciser les polarités de la liaison C-Cℓ dans le 2-chloro-2-méthylpropane et des liaisons O-H dans l'eau, en utilisant les données d'électronégativité ci-dessous :

$$\chi(H) = 2{,}20 \ ; \ \chi(C) = 2{,}55 \ ; \ \chi(Cℓ) = 3{,}16 \ ; \ \chi(O) = 3{,}44.$$

1.2. À l'aide des formules de Lewis de l'eau et du 2-chloro-2-méthylpropane données précédemment, identifier les sites donneurs et accepteurs d'électrons pouvant être mis en jeu dans cette réaction.

1.3. La réaction chimique entre l'eau et le 2-chloro-2-méthylpropane peut conduire à deux produits par une substitution ou une élimination. Attribuer à chaque molécule représentée ci-dessous, le type de réaction, en le justifiant.



P1 ***P2***

*Afin de connaitre le produit de réaction formé, **P1** ou **P2**, ses spectres IR et de RMN du proton sont effectués.*

1.4. A partir du spectre IR fourni sur **le document 1 de l'annexe 1 page 12/14**, indiquer la présence ou l'absence de chaque groupe caractéristique mentionné dans le tableau ci-dessous.

Groupe	O - H (1)	C - H (2)	C - H (3)	C = C
Nombre d'onde (cm^{-1})	3200 -3400	3000-3100	2810-3000	1620 -1680

(1) Alcool avec liaisons H
(2) C lié à une double liaison
(3) C ayant quatre liaisons covalentes simples

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 6 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

1.5. Identifier le produit de réaction ***P1*** ou ***P2*** à partir du spectre de RMN du proton fourni en **document 2 de l'annexe 1 page 12/14** et en utilisant éventuellement les résultats de la question 1.4.

Proton	$C = CH_2$	$C - O - H$	$CH_3 - C = C$	$CH_3 - C - O$
Déplacement chimique δ (ppm)	4,5 à 6	0,7 à 5,5 (1)	1,6	1,15 à 1,3

(1) La position du signal dépend fortement du solvant et de la concentration.

1.6. A partir des réponses aux questions 1.3 et 1.5, donner la nature de la réaction étudiée.

1.7. Justifier qualitativement que cette réaction puisse être suivie par conductimétrie.

2. Etude de la cinétique de la réaction

Deux mélanges eau / acétone sont étudiés à différentes températures. L'eau est ici en large excès, elle intervient donc comme solvant et comme réactif. Les conditions opératoires sont résumées dans le tableau ci-dessous :

	Eau	Acétone	2-chloro-2-méthylpropane	Température (°C)
Expérience A_1	30 g	20 g	1,0 mL	25
Expérience A_2	30 g	20 g	1,0 mL	30
Expérience A_3	30 g	20 g	1,0 mL	40
Expérience B	25 g	25 g	1,0 mL	40

Le mélange eau / acétone est introduit dans un bécher de 100 mL qui est placé dans un bain thermostaté. Lorsque la température à l'intérieur du bécher est stabilisée à la valeur désirée, une sonde conductimétrique est introduite puis 1,0 mL de 2-chloro-2-méthylpropane est versé dans le milieu réactionnel sous agitation. Au bout de quelques secondes, l'agitation est stoppée puis la conductivité de la solution est suivie au cours du temps à l'aide d'un système informatisé. La durée d'acquisition est de 20 minutes pour chaque étude.

On suppose que :

$$\sigma(t) = K.x(t)$$

$\sigma(t)$ représente la conductivité de la solution à un instant donné à laquelle a été retranchée la conductivité initiale de la solution, K est une constante qui va dépendre du mélange considéré et de la température et $x(t)$ représente l'avancement de la réaction à un instant donné. Les graphes, placés **sur l'annexe 1 page 13/14 (documents 3 et 4)**, représentent $\sigma(t)$ en fonction du temps pour différentes conditions expérimentales.

2.1. En comparant les expériences A_1, A_2 et A_3 et en justifiant brièvement, indiquer l'influence de la température sur la vitesse de la réaction.

2.2. En comparant les expériences A_3 et B, indiquer l'influence de la proportion eau / acétone sur la vitesse de la réaction chimique. Justifier la réponse.

2.3. Définir le temps de demi-réaction.

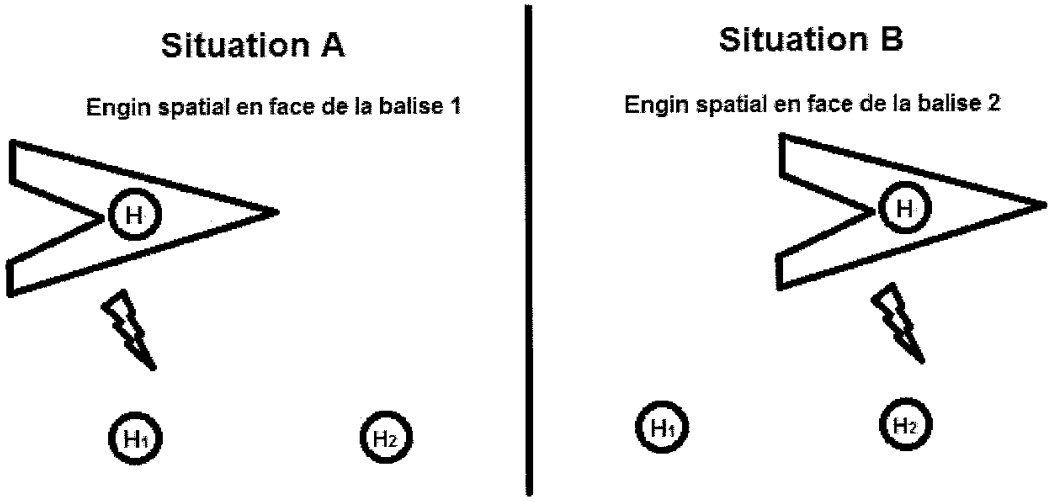
2.4. Donner la valeur du temps de demi-réaction dans le cas de l'expérience A_3.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

3. Cinétique relativiste

On imagine que la réaction est réalisée dans la navette spatiale s'éloignant à une vitesse de $v = 0{,}80.c$ de la Terre où c représente la vitesse de la lumière dans le vide.

Les élèves enregistrent un temps de demi-réaction de 1000 s dans la navette. Un observateur terrestre peut aussi en déduire une mesure du temps de demi-réaction à l'aide d'un dispositif embarqué dans l'engin qui va envoyer un signal lumineux à deux balises fixes par rapport à la Terre, placées dans l'espace, et munies de deux horloges H_1 et H_2 synchronisées. Un premier signal est envoyé au début de la réaction et un second lorsque le temps de demi-réaction est atteint. L'horloge H est fixe par rapport à la navette.



3.1. Définir la notion de temps propre.

3.2. Indiquer les deux référentiels étudiés ici.

3.3. Donner les noms de Δt_m et de Δt_p dans la relation $\Delta t_m = \gamma . \Delta t_p$.

3.4. Dans quels référentiels sont déterminés respectivement Δt_m et Δt_p ?

3.5. Quel est le nombre suffisant d'horloge(s) qu'il faut utiliser pour mesurer la durée Δt_p ?

3.6. Sachant que $\frac{1}{\gamma^2} = 1 - \frac{v^2}{c^2}$, calculer γ, puis la durée inconnue.

3.7. Comparer Δt_m et Δt_p. Commenter.

3.8. Citer une expérience réaliste qui permet d'observer ce phénomène.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer

EXERCICE III. L'ARÔME DE VANILLE (5 points)

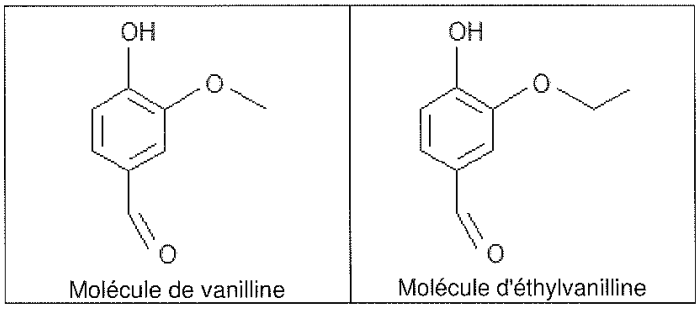
La vanille est le fruit d'une orchidée grimpante, le vanillier, qui a besoin d'un climat tropical chaud et humide pour se développer. On la cultive à Madagascar, à Tahiti, à La Réunion, en Amérique du Sud…

Elle est utilisée dans de nombreux domaines comme par exemple la parfumerie, l'industrie agro-alimentaire, en tant qu'intermédiaire de synthèse dans l'industrie pharmaceutique.

La composition de la gousse de vanille est très riche en arômes dont le principal est la vanilline. Du fait de son coût d'extraction élevé, on lui préfère souvent aujourd'hui la vanilline de synthèse ou encore l'éthylvanilline qui a un pouvoir aromatisant 2 à 4 fois plus grand.



http://www.photos-nouvelle-caledonie.com/main.php/main.php?g2_itemId=2930



Molécule de vanilline | Molécule d'éthylvanilline

1. À propos de la molécule de vanilline.

1.1. La molécule de vanilline possède-t-elle un carbone asymétrique ? Justifier la réponse.

1.2. La molécule de vanilline possède plusieurs groupes caractéristiques.

Après avoir recopié la formule de la molécule sur votre copie, entourer et nommer deux d'entre eux.

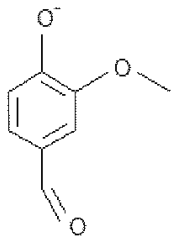
1.3. Indiquer en justifiant brièvement si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :

Proposition a : les molécules de vanilline et d'éthylvanilline sont isomères.

Proposition b : les molécules de vanilline et d'éthylvanilline sont chirales.

2. Dosage spectrophotométrique de la vanilline contenue dans un extrait de vanille acheté dans le commerce

Principe du dosage



La vanilline contenue dans un échantillon du commerce (solution aqueuse sucrée) est extraite par du dichlorométhane.

Un traitement basique à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+_{(aq)}$ + $HO^-_{(aq)}$) permet ensuite de faire repasser la vanilline en solution aqueuse sous forme d'ion phénolate représenté ci-contre.

On réalise ensuite un dosage par étalonnage de cet ion par spectrophotométrie UV-visible afin de déterminer la concentration en vanilline de l'échantillon du commerce.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Protocole du dosage

Etape 1 : Extraction de la vanilline et passage en solution basique

- À 1,0 mL d'échantillon de vanille liquide, on ajoute 10 mL d'eau distillée.
- On procède à trois extractions successives en utilisant à chaque fois 20 mL de dichlorométhane.
- À partir de la phase organique, on extrait trois fois la vanilline avec 50 mL d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration 0,1 $mol.L^{-1}$.
- On rassemble les phases aqueuses.

Etape 2 : Préparation de la solution à doser et mesure de son absorbance

On introduit les phases aqueuses précédentes dans une fiole jaugée de 250 mL et on complète jusqu'au trait de jauge avec la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration 0,1 $mol.L^{-1}$.

La mesure de l'absorbance de la solution à doser donne A = 0,88.

Etape 3 : Préparation d'une gamme étalon de solutions de vanilline basique et mesure de leur absorbance

À partir d'une solution mère de vanilline, on prépare par dilution dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration 0,1 $mol.L^{-1}$ des solutions filles et on mesure leur absorbance.

Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous :

Solution fille	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration en vanilline ($mol.L^{-1}$)	$5{,}0\times10^{-5}$	$4{,}0\times10^{-5}$	$3{,}0\times10^{-5}$	$2{,}0\times10^{-5}$	$1{,}0\times10^{-5}$
Absorbance	1,36	1,08	0,81	0,54	0,27

Données :

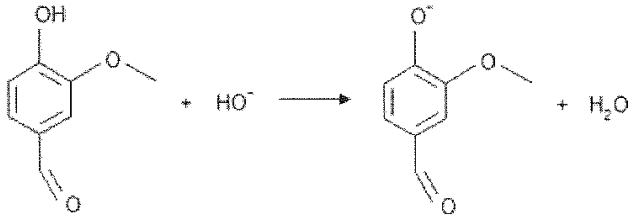
- Couples acido-basiques de l'eau : H_3O^+ / H_2O et H_2O / HO^-
- Dichlorométhane CH_2Cl_2 : densité d = 1,33 ; non miscible à l'eau.
- Vanilline $C_8H_8O_3$:
  - Solubilité : soluble dans la plupart des solvants organiques, très peu soluble dans l'eau.
  - Masse molaire moléculaire : $M_{vanilline}$ = 152 $g.mol^{-1}$.

2.1. Lors de l'extraction par le dichlorométhane de la vanilline, indiquer sur le schéma donné sur **le document 5 de l'ANNEXE 2 page 14/14, À RENDRE AVEC LA COPIE** .

- le nom de l'instrument de verrerie utilisé.
- en justifiant sa position, la phase dans laquelle se trouve la vanilline en fin d'extraction.

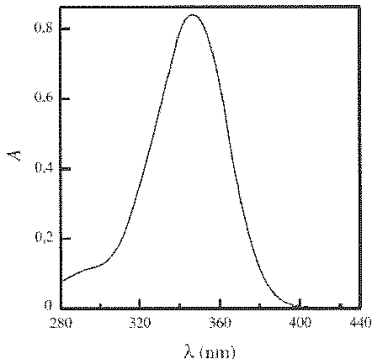
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2.2. L'équation de réaction de la vanilline avec les ions hydroxyde de la solution d'hydroxyde de sodium s'écrit :



Dans la théorie de Brönsted, la vanilline est-elle un acide ou une base ? Expliquer la réponse.

2.3. Le spectre d'absorption UV-visible de l'ion phénolate est donné ci-dessous :



2.3.1. Cet ion absorbe-t-il dans le domaine du visible ? Justifier la réponse à l'aide du graphe ci-dessus.

2.3.2. On rappelle que la présence de sept liaisons conjuguées ou plus dans une molécule organique qui ne présente pas de groupe caractéristique forme le plus souvent une substance colorée. Les solutions basiques de vanilline sont-elles colorées ? Expliquer pourquoi à l'aide de la structure de l'ion phénolate.

2.4.

2.4.1. Tracer sur papier millimétré donné **le document 6 de l'ANNEXE 2 page 14/14, À RENDRE AVEC LA COPIE** la courbe d'étalonnage A = f(c) (Échelle : 1 cm pour 0,10 en absorbance et 1 cm pour $0{,}50 \times 10^{-5}$ mol.L^{-1} en concentration).

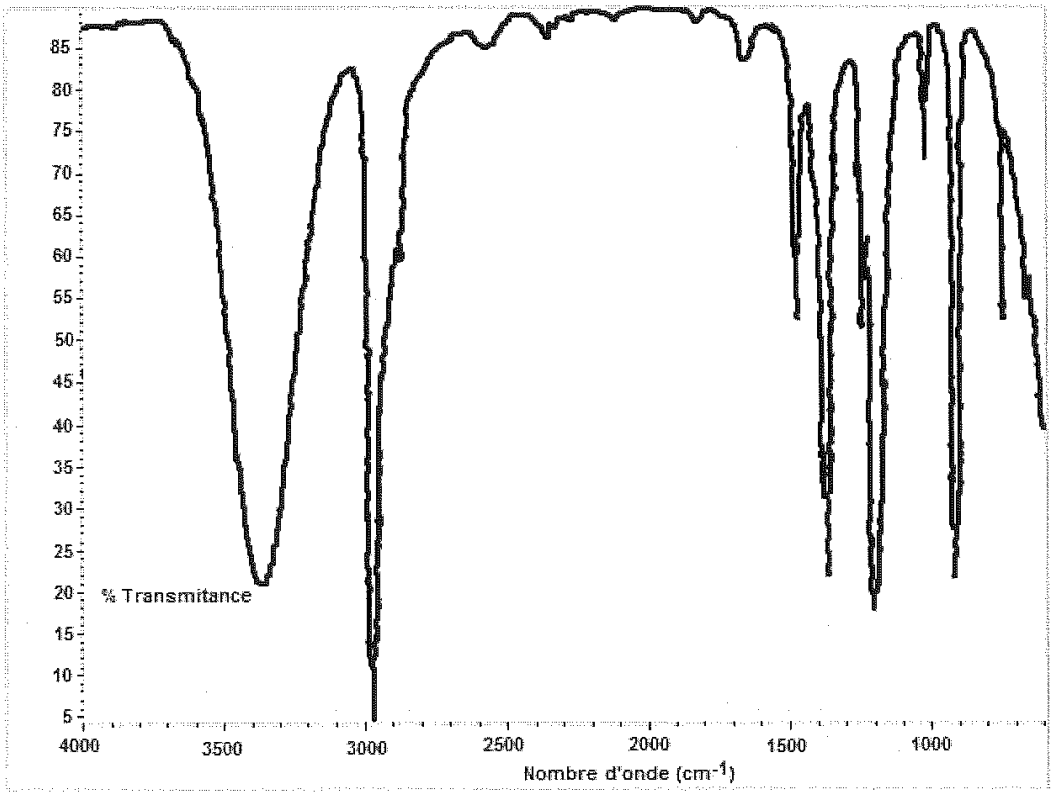
2.4.2. La loi de Beer-Lambert est vérifiée. À l'aide du graphique précédent, expliquer pourquoi elle s'énonce sous la forme $A = k \cdot c$.

2.5. Déterminer en détaillant la méthode utilisée la concentration en vanilline dans la solution à doser. On précise que la concentration en vanilline est égale à celle de l'ion phénolate.

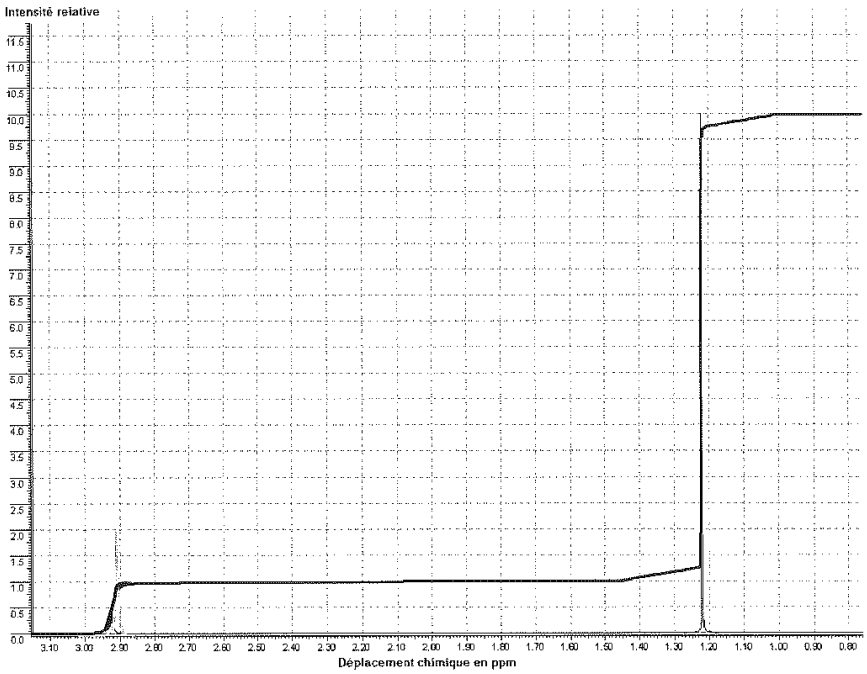
2.6. Compte tenu du protocole suivi, en déduire la concentration en g.L^{-1} de vanilline dans l'échantillon de vanille liquide du commerce.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXE 1 A RENDRE EVENTUELLEMENT AVEC LA COPIE

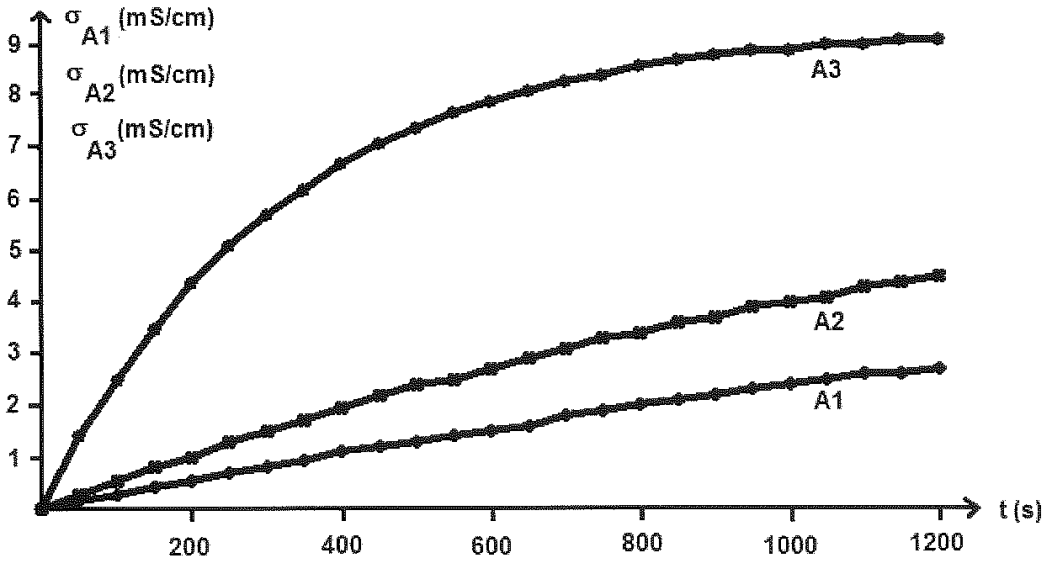


Document 1

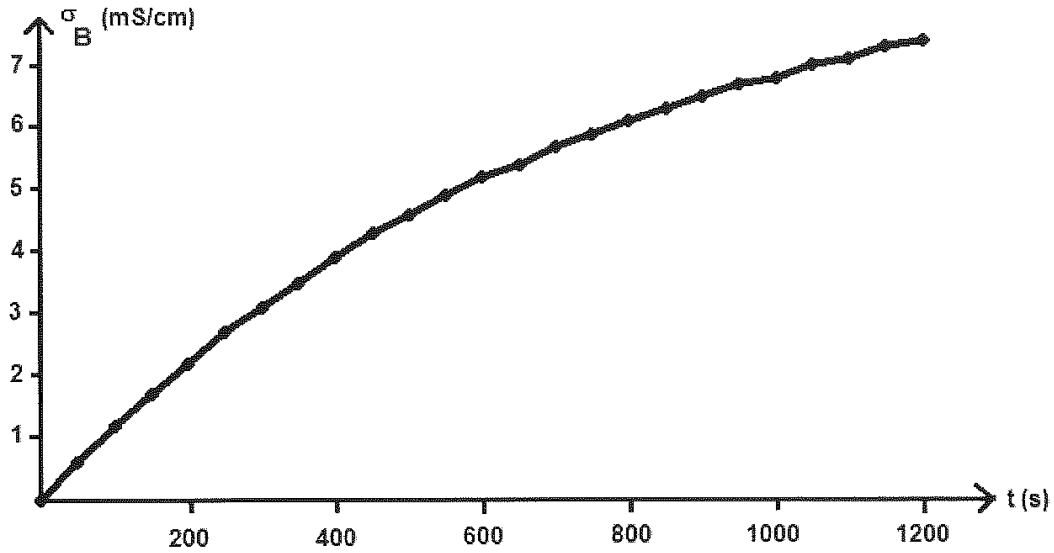


Document 2

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 12 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer



Document 3

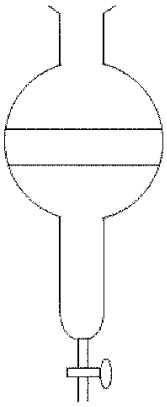


Document 4

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 13 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE

Nom de l'instrument de verrerie : .....



Document 5

Document 6

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Voir le corrigé
scanner ou cliquer