

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

ÉVALUATIONS

CLASSE : première

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 9

PARTIE A

La vanilline (10 points)

La vanilline est la substance aromatique que l'on trouve dans les gousses de vanille. Ce terme désigne aussi l'arôme de synthèse qui imite au plus près le goût de la vanille naturelle. C'est l'arôme le plus utilisé au monde dans des desserts et autres plats sucrés et en parfumerie.



Le but de cet exercice est d'étudier l'obtention de la vanilline par :

- extraction de la vanilline de la vanille naturelle
- extraction de la vanilline du sucre vanillé
- synthèse chimique de la vanilline

Extraction de la vanilline de la vanille naturelle

La vanille naturelle provient des gousses d'une variété d'orchidées. Les principaux cultivateurs sont à Madagascar et à l'île de la Réunion.

La vanilline est, parmi les multiples composants de l'arôme naturel de la vanille, le plus important et le plus caractéristique. Dans un 1 kg de gousses de vanille, il est possible



d'extraire 20 g de vanilline et 1 kg de gousses de vanille revient à 200 €. Alors que la vanilline de synthèse revient à 15 € par kg.

1. Déterminer le coût d'1 kg de vanilline extraite de gousses de vanille.
2. Le comparer au coût de la vanilline de synthèse.

Extraction de la vanilline du sucre vanillé

Données (à 25 °C) :

	Eau	Cyclohexane	Ether diéthylique
Formules	H ₂ O	C ₆ H ₁₂	C ₄ H ₁₀ O
Densité	1,0	0,78	0,71
Miscibilité dans l'eau	/	non	oui
Solubilité de la vanilline	-	+	++

3. Indiquer le solvant à utiliser pour extraire la vanilline d'une solution de sucre vanillé dissout dans de l'eau.
4. Schématiser et nommer l'instrument de verrerie utiliser pour réaliser l'extraction et indiquer la position des deux phases et indiquer la phase dans laquelle se trouve la vanilline en fin d'extraction.

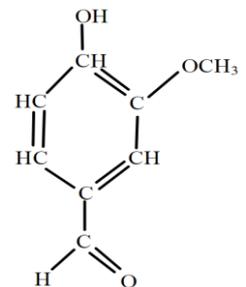
Synthèse de la vanilline

La molécule de vanilline (4-hydroxy-3-méthoxybenzaldéhyde) est représentée ci- contre.

La synthèse de la vanilline se fait en plusieurs étapes. Nous allons étudier la première étape c'est-à-dire la synthèse de l'acétate d'isoeugénol à partir de l'isoeugénol.

Mode opératoire :

- Dans un ballon de 250 mL, introduire 10 g d'isoeugénol, 20 mL d'anhydride éthanoïque et quelques gouttes de catalyseur.
- Chauffer en utilisant un montage à reflux et maintenir une ébullition douce pendant 30 minutes.
- Refroidir jusqu'à température ambiante.
- Verser le contenu du ballon dans un bécher contenant 30 mL d'eau glacée, tout en agitant.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

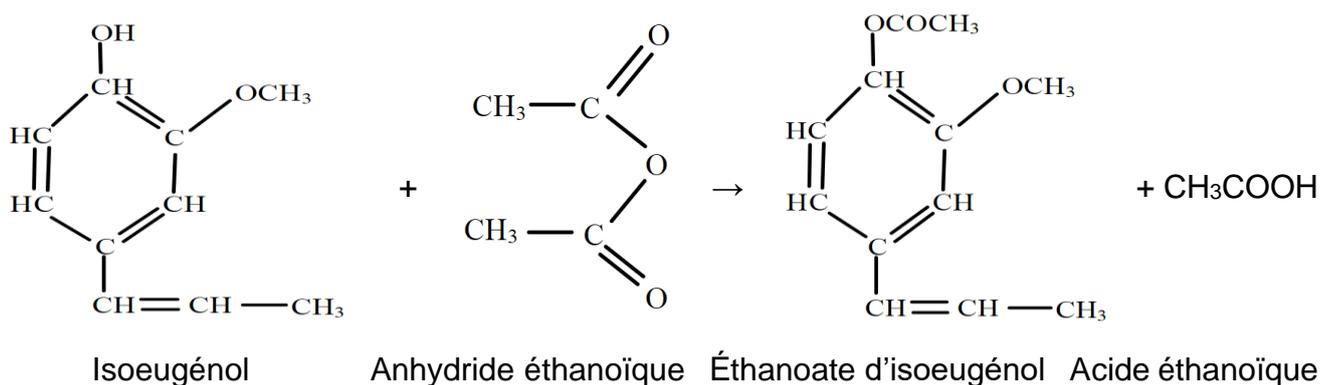
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

- Filtrer et laver les cristaux formés avec de l'eau glacée.

La transformation est totale et l'équation de la réaction modélisant cette transformation est la suivante :



Données à 25 °C :

Espèce chimique	Masse molaire moléculaire (g.mol ⁻¹)	Quelques propriétés
Isoeugénol	164	Densité $d = 1,06$; Nocif en cas d'ingestion et irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau.
Éthanoate d'isoeugénol	205	Température de Fusion $T_{\text{fusion}} = 80 \text{ °C}$; Soluble dans la plupart des solvants organiques et insoluble dans l'eau glacée
Anhydride éthanoïque	102	Densité $d = 1,08$; Corrosif, inflammable, provoque des brûlures. Peut réagir violemment avec l'eau.

5. Reproduire la molécule de vanilline puis entourer et nommer les groupes caractéristiques.
6. Schématiser et légender le montage à reflux de la synthèse.
7. Expliquer le rôle du montage à reflux.
8. Indiquer les règles de sécurité à respecter pour réaliser cette synthèse.
9. Vérifier, par un calcul, que la quantité de matière initiale d'isoeugénol notée n_1 est égale à $6,1 \times 10^{-2}$ mol et que la quantité de matière d'anhydride éthanoïque, notée n_2 est égale à 0,212 mol. Déterminer le réactif limitant.





L'expérimentateur a obtenu 11,3 g de cristaux d'éthanoate d'isoeugénol.

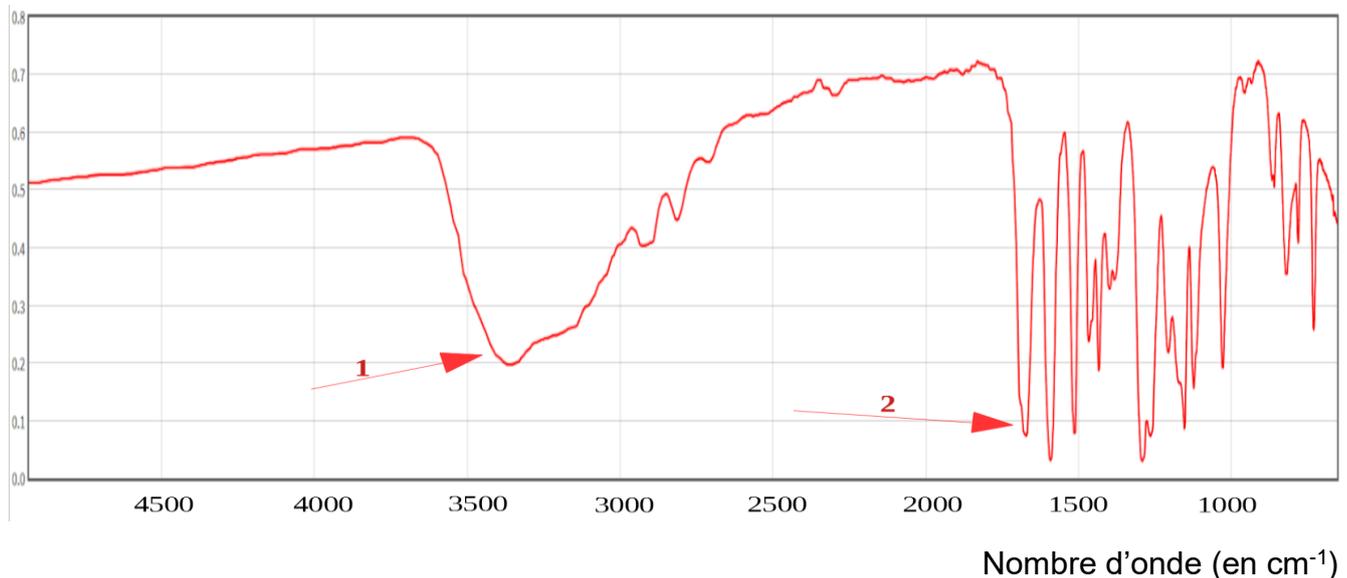
10. Déterminer le rendement de la synthèse. Conclure.

Données: Extrait de table de données

Liaison	Nombre d'onde (en cm^{-1})	Intensité
C = O des aldéhydes aromatique	1650 - 1725	Forte
N-H	3050 - 3500	Moyenne
C - H de CHO	2700 - 2900	Moyenne
O - H	3100 - 3500	Forte

Pour analyser la molécule finale synthétisée au bout de toutes les étapes, l'expérimentateur réalise le spectre IR ci-dessous :

Transmittance



D'après NIST Mass Spectrometry Data Center, William E. Wallace, directeur, "Infrared Spectra" dans le **WebBook de Chimie NIST, Base de Données Standard de Référence NIST Numéro 69**

11. Identifier les groupes caractéristiques appartenant aux deux bandes d'absorption 1 et 2 et conclure quant à la synthèse de la molécule de vanilline.





PARTIE B

LA PRESBYTIE (10 points)

La presbytie est un défaut de la vision qui apparaît avec l'âge. Généralement autour de 45 ans, il devient difficile de voir net de près. Très souvent, les premiers signes se manifestent lors de la lecture. La personne ne peut plus lire de près et tient son livre ou les objets à distance pour les voir nettement. Ce défaut s'installe naturellement avec le vieillissement du cristallin qui perd en souplesse et en élasticité : on dit alors que l'œil a alors du mal à accommoder. Si plus de 90 % des personnes qui ont besoin d'une correction utilisent des lunettes correctrices, certains patients préfèrent se tourner vers des techniques de chirurgie.

Figure 2 : Montage optique modélisant l'œil



La première partie de l'exercice porte sur la modélisation de l'œil par un montage d'optique et la seconde partie étudie les principes de la correction de la presbytie.

1. Le modèle de l'œil normal

Anatomie de l'œil

Dans l'œil, la lumière traverse différents milieux transparents : la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et l'humeur vitrée. Pour être vu nettement, l'image de l'objet observé doit se former sur la rétine. **La distance cristallin-rétine est fixe.**

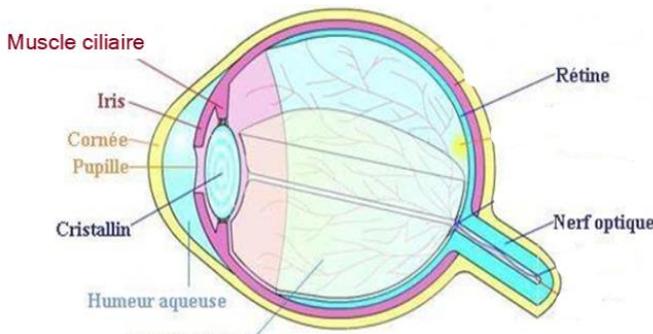
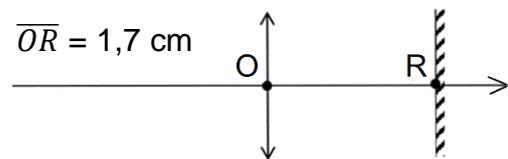


Figure 1 : Représentation schématique simplifiée de l'anatomie de l'œil



lentille convergente modélisant les milieux transparents de l'œil

écran modélisant la rétine

Figure 2 : Montage optique modélisant l'œil

On modélise les différents milieux transparents de l'œil par une lentille mince (L) de centre optique O et la rétine par un écran fixe situé à 1,7 cm de O.





Données :

- Relation de conjugaison pour une lentille mince :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

f' est la distance focale de la lentille ;

O est le centre optique de la lentille ;

A est un point objet situé sur l'axe optique et A' est l'image du point A à travers la lentille mince.

- La vergence C d'une lentille est égale à l'inverse de sa distance focale ; elle est homogène à l'inverse d'une longueur (cette dernière étant exprimée en mètres) et s'exprime en dioptries (δ) :

$$C = \frac{1}{f'}$$

Lorsque qu'un œil normal (sans défaut) est au repos, il parvient à voir nettement les objets situés à grande distance (« à l'infini ») ; l'image se forme sur la rétine.

- 1.1.** À l'aide de la **figure 2**, indiquer la position particulière du foyer image de la lentille (L) modélisant l'œil normal lorsqu'il regarde à l'infini. Justifier votre réponse. En déduire la valeur de la distance focale f_a' de cette lentille (L) et la valeur de sa vergence C_o .

Lorsque cet œil normal regarde un objet proche, les muscles ciliaires déforment le cristallin. Celui-ci se bombe pour que l'image se forme toujours sur la rétine. On dit que l'œil accommode. L'œil normal observe maintenant avec netteté un objet AB situé à une « distance » $\overline{OA} = -20,0 \text{ cm}$. Le montage optique modélisant l'œil ainsi que l'objet AB est représenté à l'échelle 1 sur l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**.

- 1.2.** Sur le schéma de l'**ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE**, construire l'image A'B' de l'objet AB à travers la lentille (L). Déduire par construction graphique une estimation de la distance focale f_b' *schéma* de la lentille (L).
- 1.3.** A l'aide de la relation de conjugaison, déterminer la distance focale f_b' *théorique* de la lentille (L).
- 1.4.** Confronter les résultats f_b' *schéma* et f_b' *théorique*.
- 1.5.** L'accommodation réalisée par la déformation du cristallin modifie la distance focale de la lentille (L). Comparer les vergences de l'œil au repos et de l'œil qui accommode.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

2. Presbytie et lunettes correctrices

Avec l'âge, le cristallin perd en souplesse. Les muscles ciliaires ne parviennent plus à bomber suffisamment le cristallin. L'œil peine donc à faire une mise au point quand il observe un objet proche de lui. Il perd progressivement son pouvoir d'accommodation, la presbytie s'installe. La vergence de l'œil presbyte au repos reste identique à celle de l'œil normal. Cependant, elle ne peut plus varier suffisamment pour voir nettement les objets de près.

Une personne souffrant de presbytie accommode légèrement de telle sorte que la vergence C_1 de la lentille modélisant les milieux transparents de son œil ne peut atteindre que la valeur $C_1 = 61 \text{ } \delta$.

- 2.1. Dans ces conditions d'accommodation et en utilisant la relation de conjugaison (voir données partie 1), déterminer la valeur de la distance à laquelle cette personne peut voir net un objet. On rappelle que la distance OR reste constante : $OR = 1,7 \text{ cm}$ (figure 2 de la partie 1).

Pour corriger sa presbytie, le médecin ophtalmologiste prescrit à cette personne des lunettes pour voir de près. Le port de ces lunettes correctrices permet au patient de voir de près en accommodant légèrement. En vision de près, la vergence du dispositif optique {œil+lunettes} est alors égale à $C = 62,5 \text{ } \delta$.

Donnée :

Si on associe deux lentilles minces séparées par une distance négligeable et de vergences respectives C_1 et C_2 , le système est alors assimilable à une lentille unique de vergence C telle que : $C = C_1 + C_2$.

- 2.2. Déterminer la valeur de la vergence C_2 des lunettes correctrices portées par le patient en supposant pour simplifier que pour chaque œil la distance du centre optique de chacun de l'œil au verre de lunette est négligeable (ce qui en pratique n'est pas le cas).
- 2.3. Justifier que le port de ces lunettes n'est pas conseillé pour voir nettement un objet à l'infini.

3. Correction de la presbytie par une chirurgie laser

Une nouvelle technique de chirurgie de l'œil presbyte est à l'étude : la technique « femtoseconde ».

La technique agit directement sur l'acteur principal responsable du phénomène de perte d'accommodation, le cristallin. Elle consiste à pratiquer des incisions sur ce dernier, grâce à un laser femtoseconde. Ce laser émet des impulsions de l'ordre de 500 femtosecondes (fs).





L'énergie délivrée à chaque impulsion est modeste, de l'ordre de $E = 0,1 \mu\text{J}$, ce qui permet d'éviter les effets thermiques.

La longueur d'onde des rayonnements émis est $\lambda = 1,0 \mu\text{m}$.

Données :

- célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$;
- l'énergie E d'une impulsion (en J) s'exprime en fonction de la puissance P (en W) d'un laser et la durée τ de l'impulsion (en s) par la relation : $E = P \times \tau$;
- $1 \text{ fs} = 10^{-15} \text{ s}$;
- nombre d'étoiles dans notre Galaxie : entre 200 et 400 milliards ;

Une femtoseconde correspond à un millionième de milliardième de seconde ! Pourtant, le nombre de photons émis lors de chaque impulsion est de l'ordre de grandeur du nombre d'étoiles présentes dans notre Galaxie !

- 3.1. Vérifier l'affirmation ci-dessus.
- 3.2. La brièveté des impulsions laser délivrées par le laser femtoseconde permet d'atteindre des puissances très élevées, malgré une énergie délivrée modeste. Expliquer cette affirmation en vous appuyant éventuellement sur un calcul.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE – Question 1.2 de la partie B

