

PHYSIQUE – CHIMIE - Série S
Candidats non spécialistes

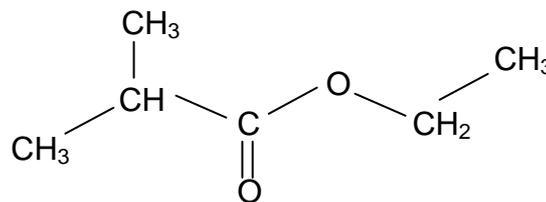
Durée de l'épreuve : 3 h 30 min.

L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISE !

Le candidat doit traiter quatre exercices, qui sont indépendants les uns des autres, sur quatre copies différentes.

EXERCICE N°1 : L'AROME DE FRAISE (5,5 points)

Diverses espèces chimiques sont responsables de l'odeur ou de la saveur des aliments. On désire synthétiser le 2-méthylpropanoate d'éthyle, molécule à l'odeur de fraise dont la formule semi-développée est donnée ci-dessous :



1. Recopier la formule ci-dessus et entourer son groupe caractéristique. A quelle famille appartient cette molécule ?

Pour synthétiser le 2-méthylpropanoate d'éthyle, on fait réagir l'acide 2-méthylpropanoïque et l'éthanol.

2. Ecrire la formule semi-développée de l'acide carboxylique et de l'alcool intervenant dans cette réaction.

Afin d'avoir la certitude que la molécule synthétisée est bien la bonne, on réalise le spectre RMN des deux réactifs et du produit obtenu.

3. Attribuer, en justifiant soigneusement, chaque spectre RMN 1, 2 ou 3 à la molécule qui convient.

Afin de synthétiser l'odeur de fraise au laboratoire, on introduit $n_A = 1,00$ mol d'acide carboxylique et $V_B = 58,4$ mL d'alcool B.

4. Calculer la quantité de matière introduite en alcool.

On donne la masse volumique de l'alcool $\rho_B = 0,789$ g.mL⁻¹ et la masse molaire de l'alcool B, $M_B = 46,0$ g.mol⁻¹. (Rappel : masse volumique : $\rho = \text{masse} / \text{volume}$)

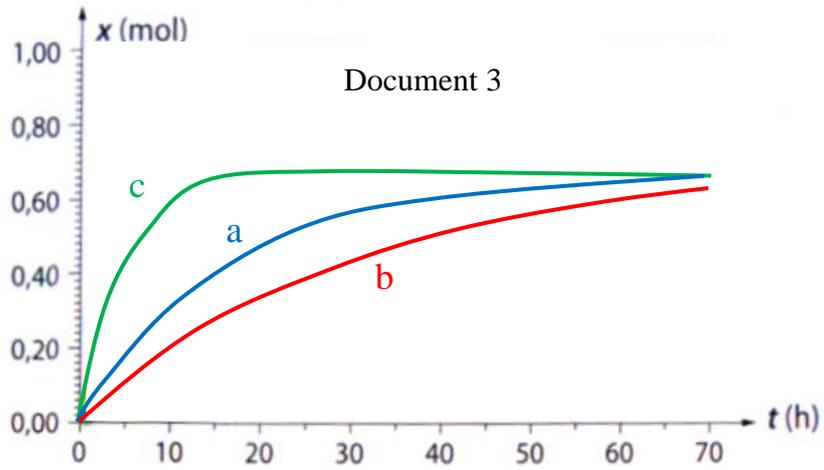
La réaction de synthèse de l'arôme étant lente, on chauffe le mélange réactionnel. On effectue le suivi de l'avancement de la réaction de synthèse et l'on obtient la courbe a.

5. Déterminer graphiquement l'avancement final x_f .
6. En déduire le rendement de la transformation sachant que le rendement est $r = \frac{xf}{n}$ avec n étant la quantité de matière du réactif limitant.

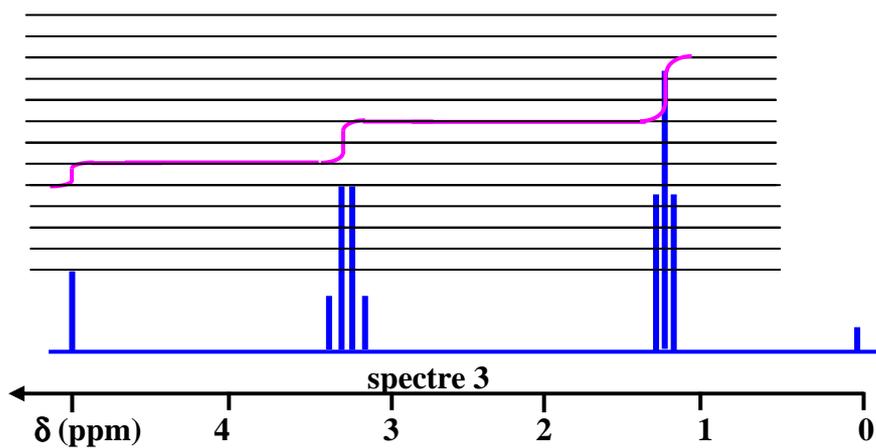
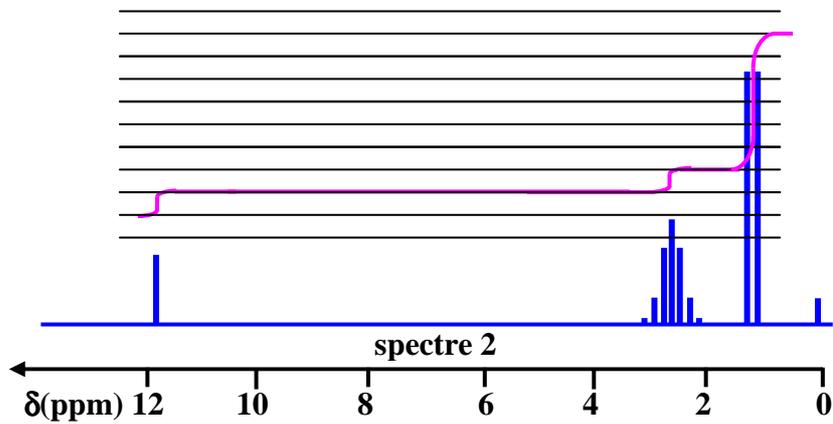
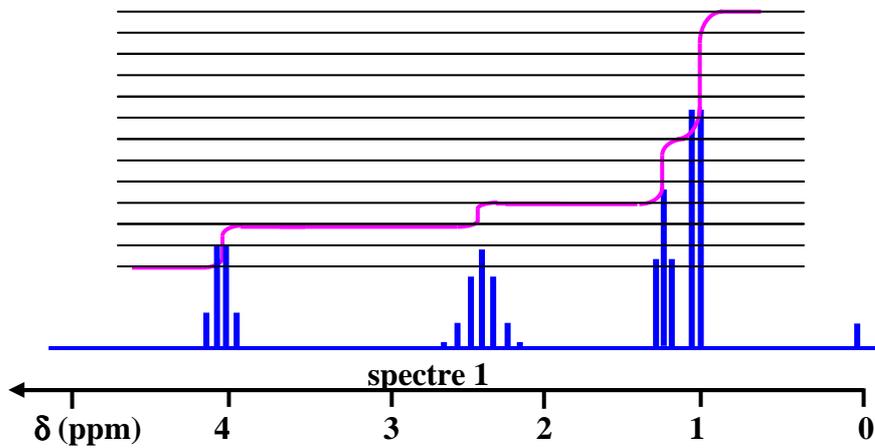
Afin d'accélérer encore la transformation, on utilise un catalyseur, ici de l'acide sulfurique.

7. Rappeler la définition d'un catalyseur.
8. Choisir l'allure de la courbe obtenue après ajout du catalyseur parmi les courbes b et c du document 3 en expliquant

Annexe - Exercice 1



Spectres RMN



EXERCICE N°2 : sur une copie différente

OBSERVATION DES SATELLITES DE NEPTUNE PAR LA SONDE VOYAGER 2 (5,5 points)

Neptune est le dernier et le plus lointain des mondes géants que la sonde Voyager 2 nous fit découvrir. Cette planète porte le nom du dieu romain de la mer. Les photographies de la planète, par leur couleur bleu sombre, justifient pleinement cette association avec la mer.

Voyager 2 survola Neptune et ses satellites les 24 et 25 août 1989.

Neptune possède plusieurs satellites : Triton et Néréide figurent parmi les satellites les mieux connus. William Lassell a découvert Triton un mois après la découverte de la planète. C'est un satellite gros comme la Lune ; il mesure environ 4 200 km de diamètre. Il fait partie des plus gros satellites du système solaire après Ganymède, Titan et Callisto. L'orbite de Triton est circulaire autour du centre de Neptune.

Découvert en 1949, Néréide est au contraire assez petit (320 km de diamètre) et a une orbite très elliptique, la plus allongée de tous les satellites. Néréide met 360 jours pour boucler son orbite.

Voyager 2 a permis de localiser six nouveaux satellites entre Neptune et Triton.

D'après un article publié sur le site du Club Astro Antares.

Données :

Neptune : masse : $M_N = 1,025 \times 10^{26}$ kg	Triton : masse : $M_T = 2,147 \times 10^{22}$ kg
Néréide : demi-grand-axe : $a = 5513 \times 10^3$ km	rayon orbital : $R_T = 3,547 \times 10^5$ km
Constante de gravitation : $G = 6,67 \times 10^{-11}$ m ³ .kg ⁻¹ .s ⁻²	période de révolution : $T_{rev} = 5,877$ jours solaires
1 jour solaire = 86 400 s.	vitesse orbitale : $v_0 = 4$ km.s ⁻¹ .

Dans tout l'exercice, on considère que la planète Neptune et ses satellites sont des corps dont la répartition des masses est à symétrie sphérique. Les rayons ou les demi-grands-axes des orbites sont supposés grands devant les dimensions de Neptune ou de ses satellites.

1. Le mouvement des satellites

1.1. D'après le texte, « Néréide est au contraire assez petit (320 km de diamètre) et a une orbite très elliptique ». Choisir parmi les propositions suivantes le référentiel dans lequel est décrite cette orbite :

- a. héliocentrique b. néreïdocentrique c. neptunocentrique d. géocentrique

1.2. On souhaite déterminer la période de révolution T_{ner} de Néréide.

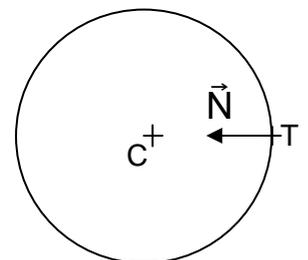
1.2.1. Énoncer la troisième loi de Képler.

1.2.2. Calculer la valeur de T^2 / R_1^3 en s².m⁻³

1.2.3. À l'aide des questions précédentes, en déduire la période de révolution T_{ner} de Néréide. Puis comparer à la valeur donnée dans le texte.

2. Le mouvement de Triton

L'orbite de Triton est circulaire. On appelle C le centre d'inertie de Neptune, T le centre d'inertie de Triton et \vec{N} vecteur unitaire de direction (TC).



2.1. En utilisant les notations de l'énoncé et de la figure ci-dessus, donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle \vec{F} exercée par Neptune sur son satellite Triton.

2.2 Rappeler l'expression générale de l'accélération d'un point en mouvement circulaire dans la base de Frenet.

2.3 Montrer que le mouvement de Triton est uniforme.

2.4. Etablir l'expression littérale de sa vitesse v sur son orbite en fonction des grandeurs M_N , R et G .

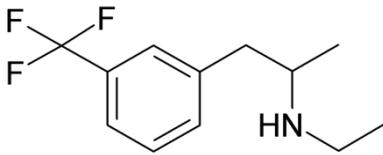
2.5 Calculer cette vitesse v et la comparer à celle donnée dans l'énoncé.

2.6. Montrer que la période de révolution T de Triton peut s'exprimer en fonction de M_N , R et G .

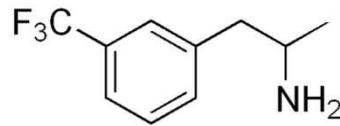
EXERCICE N°3 : (4 points) sur une copie différente

Le scandale du Médiator.

L'isoméride est un médicament coupe-faim qui a été commercialisé dans les années 60. Son principe actif est la fenfluramine ($C_{12}H_{16}F_3N$) qui contient deux énantiomères en quantité égale. Un premier effet secondaire indésirable de ce médicament a été mis en évidence quelques années après sa commercialisation : une élévation anormale de la pression sanguine, qui régresse ou même disparaît avec l'arrêt du médicament. Pour pallier à ces inconvénients, le médicament fut commercialisé sous forme énantiomère pure (Dexfenfluramine) à partir de 1985 avant d'être retiré des marchés américain et français en septembre 1997 car les effets secondaires persistaient. Les deux énantiomères de la fenfluramine sont métabolisés dans le corps en Norfenfluramine, molécule qui serait responsable des propriétés coupe-faim des médicaments mais aussi responsable des effets secondaires. En 1976, le Benfluorex est mis sur le marché en tant que principe actif du Médiator. Dans le corps, le Benfluorex est métabolisé en Norfenfluramine. Le Médiator a été retiré du marché en 2009 après le scandale qui a suivi la révélation de ses effets indésirables.

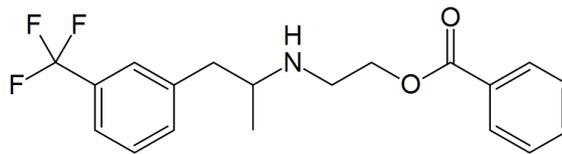


fenfluramine



Norfenfluramine

Benfluorex (ou Médiator ®)



1. La molécule de fenfluramine est-elle chirale? Justifiez en identifiant les éventuels carbones asymétriques sur une molécule que vous recopierez sur votre copie.
2. Donner la représentation de Cram des énantiomères trouvés.
3. Comment se nomme le mélange des molécules contenues dans le médicament isoméride ?
4. Compte tenu des propriétés physiques, chimiques ou autres des énantiomères, expliquer pourquoi il semblait justifié de commercialiser la dexfenfluramine seule ?
5. Les molécules de Norfenfluramine et de Benfluorex ont-elles des stéréoisomères ? De quel type ?
6. A quel type de réaction correspond le passage de la fenfluramine au Norfenfluramine?

EXERCICE N°4 Interférences et diffraction (5 points)**sur une copie différente**

On envoie un faisceau laser monochromatique de longueur d'onde $\lambda = (632,801 \pm 10^{-3})$ nm sur un dispositif de type fentes d'Young, de caractéristiques inconnues.

Les deux fentes sont identiques, de largeur a . La distance entre le milieu des fentes est notée b .

On obtient une figure **ressemblant** à celle ci dessous sur un écran placé à une distance $D = (2,00 \pm 0,01)$ m des fentes :



La distance D est mesurée à l'aide d'une règle précise au cm près.

On cherche à déterminer les dimensions a et b du dispositif à partir des caractéristiques géométriques de la figure obtenue, en utilisant le laser comme outil d'investigation pour déterminer les petites distances.

QUESTIONS PRELIMINAIRES :

- Indiquer sur le schéma l'interfrange i engendré par les interférences entre les ondes issues des deux fentes, ainsi que la largeur L de la tâche centrale de la figure de diffraction.
- Comment varie L lorsque l'on diminue la largeur a des deux fentes ?
- Comment varie i lorsque l'on augmente la distance b entre les fentes?

PARTIE DIFFRACTION :

I. Faire le schéma d'une expérience de diffraction pour une seule fente de largeur a , et indiquer les grandeurs a , D , L et θ sur le schéma.

II. Montrer que l'on a $\theta \approx L / (2 D)$. En déduire une relation entre λ , a , L et D .

III. A partir de la série de mesures des largeurs de tâches centrales données en annexe, présenter le résultat des mesures sous forme acceptable. On rappelle que pour une série de n mesures d'une grandeur M , l'incertitude est $U(M) = k \times \sigma_{n-1} / \sqrt{n}$, avec k coefficient de Student associé. Ici, on prendra $k = 2,20$, ce qui correspond à un intervalle de confiance à 95% pour 12 mesures.

Série statistique de mesures de L :

Mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
L (en cm)	7,8	8	7,9	7,9	8,1	7,7	7,9	7,7	8,1	7,6	8,2	7,9

IV. En déduire la valeur de a en μm .

V. Donner l'incertitude $U(a)$ sur la détermination de a sachant que l'on a :

$$\left(\frac{U(a)}{a} \right)^2 = \left(\frac{U(\lambda)}{\lambda} \right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D} \right)^2 + \left(\frac{U(L)}{L} \right)^2$$

PARTIE INTERFERENCES :

Dans cette partie, on négligera l'incertitude sur la longueur d'onde du laser dans les calculs d'incertitude.

On rappelle que l'interfrange i donné par un système de deux fentes d'Young est donné par $i = (\lambda \times D) / b$.

On obtient à partir d'une mesure d'interfrange le résultat $i = (8,8 \pm 0,1)$ mm.

Calculer b

Dans le cas du dispositif de fentes d'Young, la différence de marche δ entre deux ondes qui interfèrent en un point P d'abscisse x sur l'écran est donnée par la relation $\delta = (x b) / D$. Prévoir ce que l'on observe au point P_1 d'abscisse $x_1 = 1,8$ cm ;