

DEVOIR**Vendredi 23 novembre****Durée 2h****Exercice 1 : La lumière est une onde****1. Expérience de Fresnel**

- 1.1.** Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience. Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique ?

La lumière blanche du Soleil est polychromatique, constituée d'une infinité de radiations de longueurs d'onde différentes.

- 1.2.** Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer.

Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction ? Si oui, indiquer quel doit être l'ordre de grandeur de ce diamètre.

*Le diamètre du fil a une importance pour observer la diffraction : plus il est faible et plus le phénomène de diffraction est prononcé, c'est-à-dire plus la demi-ouverture angulaire de la figure de diffraction est grande. **Le diamètre du fil doit être proche ou inférieur à l'ordre de grandeur de la longueur d'onde pour que la diffraction soit à prendre en compte.***

2. Mesure de longueur d'onde par diffraction

- 2.1.** L'angle θ étant petit, $\tan \theta \approx \theta$ (avec θ en radians).

Donner et démontrer la relation entre L et D qui a permis de calculer θ pour chacun des fils.

Dans le triangle rectangle de la figure 2, on a $\tan(\theta) = \frac{\text{opp}}{\text{adj}} = \frac{L/2}{D}$

Avec l'approximation proposée $\tan(\theta) \approx \theta$ cela donne $\theta = \frac{L}{2D}$

- 2.2.** Donner la relation liant θ , λ et a et leurs unités.

La relation est $a = b/\lambda$ λ et a en mètre (généralement) et θ en radian.

On trace la courbe $\theta = f(1/a)$. (Fig. 3)

- 2.3.** Montrer que la courbe obtenue est en accord avec l'expression de θ donnée à la question

2.2.

La courbe $a = f(1/a)$ est une droite passant par l'origine. D'après la relation précédente, a et $1/a$ sont proportionnels : la figure 3 est bien en accord avec la relation.

- 2.4.** Comment pourrait-on déterminer graphiquement la longueur d'onde λ de la lumière monochromatique utilisée ?

Le coefficient directeur de la droite $a=f(1/a)$ est égal à la longueur d'onde λ .

- 2.5.** En utilisant la figure 3, préciser parmi les valeurs de longueurs d'onde proposées ci-dessous, quelle est celle de la lumière utilisée.

560 cm, 560 m, 560 pm, 560 nm.

Le coefficient directeur se calcule en utilisant un point de la droite, par exemple de coordonnées

$1/a = 5,0 \times 10^4 \text{ m}^{-1}$ et $a = 2,8 \times 10^{-2} \text{ rad}$.

Cela donne un coefficient directeur : $\lambda = 2,8 \times 10^{-2} / 5,0 \times 10^4 = 5,6 \times 10^{-7} \text{ m}$

La longueur d'onde de la lumière est donc $\lambda = 560 \text{ nm}$

- 2.6.** Les résultats précédents seraient-ils modifiés en remplaçant un fil de diamètre a par une fente d'épaisseur a ?

La figure de diffraction est identique en remplaçant un fil par une fente dont la largeur est égale à l'épaisseur du fil.

3. Mesure de longueur d'onde par interférences

Le fil est remplacé par un écran percé de deux fentes distantes de a. (Fig. 4). Des franges (Fig. 5) sont observées sur un écran situé à $D = 3,0 \text{ m}$.

- 3.1.** Pourquoi la lumière peut-elle arriver en différents points de l'écran ?

Pourquoi les franges ne sont-elles pas présentes en tout point de l'écran ?

*La lumière est **diffractée** par les fentes : elle ressort de celles-ci dans de multiples directions, ce qui lui permet d'arriver en différents points de l'écran. Seule la partie de l'écran située dans la tache centrale de diffraction reçoit de la lumière de façon significative, donc contient des franges **d'interférences**.*

Ces franges d'interférences peuvent être destructives d'où l'absence de lumière.

- 3.2.** Expliquer qualitativement pourquoi l'intensité de la lumière sur l'écran dépend de la position y sur l'écran. Qu'est-ce qui est observé au centre de l'écran, en $y = 0$?

Les interférences sont constructives si la différence de marche est un multiple de la longueur d'onde : $\delta = k \cdot \lambda$ avec k entier.

Elles sont destructives si la relation entre la différence de marche et la longueur d'onde est de la forme : $\delta = (2k+1) \cdot \lambda/2$

Selon la valeur de y , les deux ondes lumineuses ne parcourent pas le même chemin, donc arrivent en un point de l'écran avec une différence de marche variable, donc l'interférence est parfois constructive, parfois destructive, parfois intermédiaire.

En $y=0$, les deux ondes parcourent exactement le même chemin, donc leur différence de marche est nulle : l'interférence est constructive, donc un maximum de lumière est observé au centre de l'écran.

- 3.3.** La largeur sur l'écran d'un ensemble de six franges consécutives est 25 mm. Sachant que la distance entre les centres de deux franges est constante et égale à $i = \lambda D/b$, et que l'écart b entre les fentes est $b = 0,40 \pm 0,01$ mm, quelle est la longueur d'onde du laser ?

La largeur de six interférences est $5i = 25$ mm, ce qui donne $i = 5,0$ mm. La longueur d'onde s'en déduit par la formule $i = \lambda D/b$:

$$\lambda = \frac{i \cdot b}{D} = \frac{5,0 \times 0,40}{3,0 \times 10^3} = 6,7 \times 10^{-4} \text{ mm soit environ } 670 \text{ nm.}$$

- 3.4.** Sachant que l'incertitude relative sur i est de 4 % déterminer entre les 3 grandeurs D , b et i celle qui est la moins précise.

Pour comparer la précision de différentes mesures il faut comparer leur incertitude relative.

On sait que l'incertitude relative sur la mesure de l'interfrange i est 4 %

On calcule l'incertitude relative sur la mesure de D : $\frac{U(D)}{D} = \frac{0,01 \text{ m}}{3 \text{ m}} = 0,0033$ soit 0,4 %

On calcule l'incertitude relative sur la mesure de b : $\frac{U(b)}{b} = \frac{0,01 \text{ mm}}{0,40 \text{ mm}} = 0,025$ soit 2,5 %

- 3.5.** Pourquoi mesurer six franges au lieu d'une ?

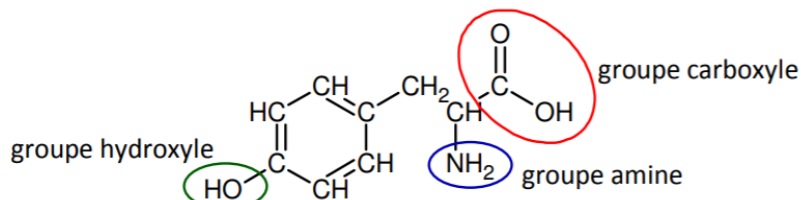
Mesurer six franges au lieu d'une permet une meilleure précision.

Exercice 2 : La tyrosine

1. Groupes caractéristiques et classes fonctionnelles

1.1. Représenter la formule semi-développée de la molécule de tyrosine.

1.2. Sur cette formule développée entourer les groupes caractéristiques et les nommer.



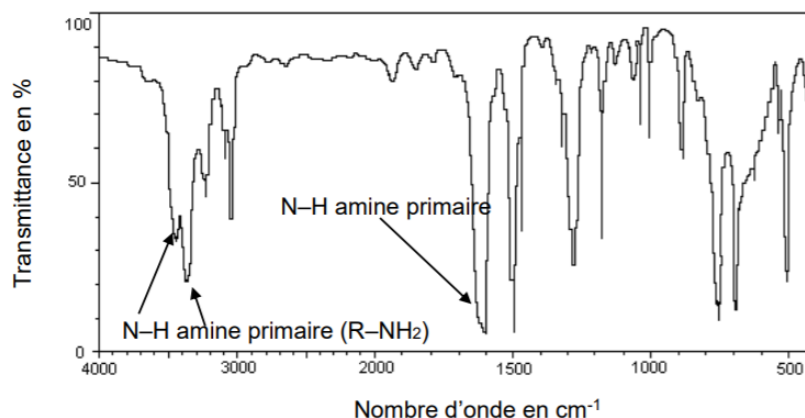
1.3. Justifier la famille de composés à laquelle elle appartient.

La molécule possède un groupe carboxyle (famille des acides carboxyliques) et un groupe amine (famille des amines), le terme d'acide aminé peut convenir à ce type de molécule.

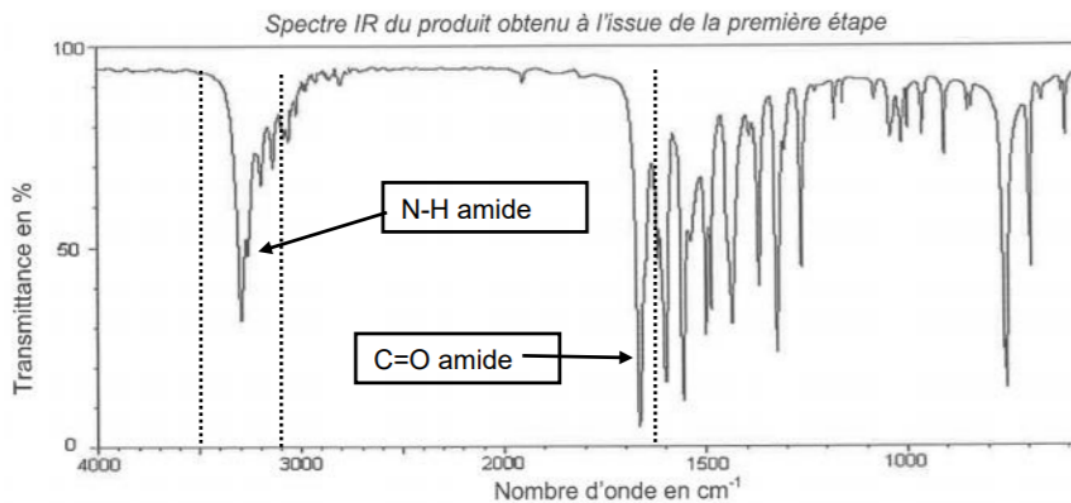
2. Première étape de la synthèse de la L-tyrosine au laboratoire

L'aniline est une amine et l'acétanilide un amide, il suffit de vérifier que les pics correspondants à une amine n'apparaissent pas dans le spectre du produit obtenu.

Spectre IR de l'aniline



On observe les trois pics caractéristiques d'une amine primaire sur le spectre de l'aniline que l'on ne retrouve pas sur le spectre de l'acétanilide (traits pointillés sur le spectre). On retrouve sur le spectre de l'acétanilide les deux pics caractéristiques d'un amide. L'aniline s'est bien transformée entièrement en acétanilide.



3. Contrôle de qualité d'une gélule de L-tyrosine

- 3.1.** Déterminer le volume de solution mère à prélever pour préparer 100,0 mL de solution S1. Nommer la verrerie utilisée pour préparer cette solution.

Solution mère S₀

$$V_0 = ?$$

$$c_0 = 0,50 \text{ g/L}$$

Solution fille S₁

$$V_1 = 100,0 \text{ mL}$$

$$c_0 = 0,10 \text{ g/L}$$

Au cours d'une dilution, la masse de soluté ne change pas : $m_0 = m_1$ donc $c_0 \times V_0 = C_1 \times V_1$

$$V_0 = \frac{C_1 \times V_1}{c_0} = \frac{0,10 \times 100}{0,5} = 20 \text{ mL}$$

Pour effectuer une dilution il faut de la verrerie précise donc jaugée : une **fiOLE jaugée** de 100,0 mL et une **pipette jaugée** de 20,0 mL. On place la solution mère dans un bécher pour le prélèvement.

- 3.2.** La mesure de l'absorbance de la solution S est $A = 1,0$. La teneur (500 mg) en L-tyrosine de la gélule est-elle conforme à l'indication de l'étiquette du médicament ?

Expliquer brièvement votre méthode et faire un écart relatif avec la valeur attendue.

Pour vérifier si la teneur en L-tyrosine de la gélule est conforme à l'indication de l'étiquette du médicament, il faut déterminer la masse de tyrosine qu'elle contient. Grâce à la courbe d'étalonnage, on peut déterminer la concentration massique de la solution S, puis la masse de L-tyrosine présente. Par mesure graphique on obtient $c = 0,27 \text{ g/L}$

La masse est de L-Tyrosine contenue dans la gélule est : $m = c \times V$

La gélule ayant été dissoute dans le volume $V = 2,00 \text{ L}$: $m = 0,27 \times 2,00 = 0,54 \text{ g}$ soit 540 mg

La valeur annoncée est de 500 mg soit un écart relatif de $\frac{540-500}{500} = 0,08$ soit 8% > 5%

La teneur en L-tyrosine de la gélule n'est pas conforme à l'indication de l'étiquette du médicament.