

TP1 - Chap 2 : Mesure de l'épaisseur d'un cheveu

CONTEXTE DU TP

Un individu peu scrupuleux, après s'être introduit au laboratoire de physique-chimie du lycée, est reparti avec 2 kg d'oranges dont les élèves de 2^{nde} avaient besoin pour leurs TP de chimie. Mais le malfaiteur a perdu un cheveu sur les lieux du délit.

La police scientifique a déterminé l'épaisseur e de ce cheveu : $e = (85 \pm 3) \mu\text{m}$.

La police scientifique suspecte votre classe de terminale et vous conseille d'utiliser le phénomène de **diffraction de la lumière** pour votre enquête.

DOCUMENTS À VOTRE DISPOSITION

Document 1 : Diffraction de la lumière par une fente ou un fil

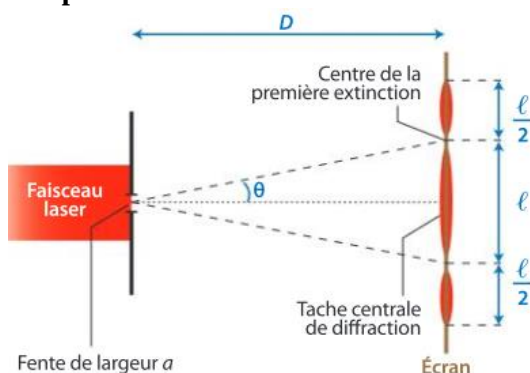
Une radiation lumineuse monochromatique de longueur d'onde λ est diffractée par une fente rectangulaire ou, de manière analogue, par un fil.

Si on note a la largeur de la fente rectangulaire ou l'épaisseur du fil, l'angle caractéristique de diffraction θ se calcule, en radian

(rad), par la relation : $\theta = \frac{\lambda}{a}$.

Cette formule vient notamment de simplifications propres aux angles petits. On retiendra ainsi que pour des angles θ petits et exprimés en rad, on peut écrire :

$$\theta \approx \sin(\theta) \quad \text{et} \quad \theta \approx \tan(\theta).$$



Document 2 : Une partie du matériel disponible

Un laser rouge de **longueur d'onde égale à 650 nm**, un mètre-ruban de 2 m, une règle graduée, un cadre de diapositive, un écran blanc, des supports élévateurs, une webcam avec port USB, ordinateur et logiciel HD720 camera + logiciel Mesurim

TRAVAIL À EFFECTUER

I- Questions préliminaires

L'angle θ peut être déterminé à partir de la mesure de la distance ℓ entre les centres des deux premières extinctions entourant la tache centrale de la figure de diffraction.

1. À partir du schéma du document 1, donner une relation permettant de déterminer θ à partir de la distance ℓ .

En déduire l'autre grandeur qu'il faudra mesurer pour déterminer θ .

2. Comment doit-on procéder pour que la détermination de θ soit la plus précise possible ?

II- Manipulations et exploitation

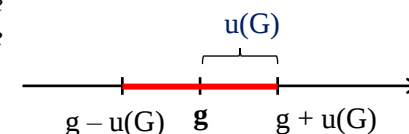
1. Proposer et décrire un protocole expérimental visant à déterminer l'épaisseur d'un cheveu d'un de vos camarades. **Faire valider par le professeur.**

2. Lire les consignes suivantes puis mettre en œuvre ce protocole et noter vos résultats. La distance ℓ sera mesurée de deux façons : dans un premier temps avec une règle puis, dans un second temps, à l'aide d'une webcam et d'un logiciel de traitement d'image. Une image de la figure de diffraction sera enregistrée avec la webcam pilotée par le logiciel HD720 camera (notice dans le classeur) et on utilisera le logiciel Mesurim pour la mesure de ℓ (voir le tutoriel dans le classeur ou à l'adresse https://podeduc.apps.education.fr/video/24378-tuto_mesurimmp4/).

3. À votre avis, quelle méthode permet la détermination de la distance ℓ avec la plus grande précision ?

4. En déduire l'épaisseur a du cheveu testé.

Aucune mesure n'est exacte. Lors d'une expérience il faudrait toujours exprimer le résultat de la mesure d'une grandeur G sous la forme d'un encadrement écrit $G = g \pm u(G)$ ou $g - u(G) \leq G \leq g + u(G)$.



Lors d'une seule mesure de la grandeur G , g correspond à la valeur mesurée. $u(G)$ est appelé incertitude-type et est déterminée à partir de données et/ou de formules. On considère que l'encadrement obtenu possède de bonnes chances de contenir la vraie valeur de G mais la probabilité que cette vraie valeur appartienne à l'encadrement obtenu n'est pas de 100%.

5. On considérera que l'incertitude-type $u(\ell)$ sur la distance ℓ mesurée est de 1 mm. Si on néglige les autres incertitudes-types, l'incertitude-type $u(a)$ sur l'épaisseur a du cheveu est liée à $u(\ell)$ par la relation suivante : $\frac{u(a)}{a} = \frac{u(\ell)}{\ell}$.

Calculer l'incertitude-type $u(a)$.

6. Exprimer l'épaisseur a du cheveu testé sous la forme d'un encadrement.

III- Retour au contexte du TP

Que peut-on conclure vis-à-vis du contexte de ce TP ?