

CONTEXTE :

Britney est en pleine déprime, elle ne sait pas quel shampoing choisir pour ses cheveux ... un shampoing volumateur pour cheveux fins ou un shampoing lissant pour cheveux épais et indisciplinés ? Question existentielle me direz-vous ! Si seulement elle pouvait mesurer l'épaisseur d'un de ses cheveux ! Saurez-vous l'aider car j'ai bien peur qu'elle ne se rase la tête de dépit !

DOCUMENTS A VOTRE DISPOSITION :

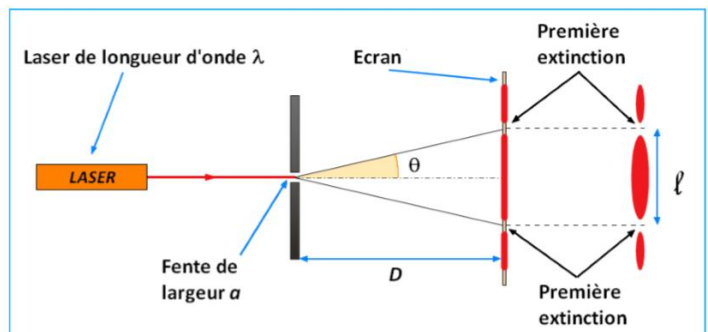
Document 1 : Epaisseur des cheveux

Le diamètre d'un cheveu varie de 50 à 100 μm environ. Les cheveux fins contiennent jusqu'à 50 % de protéines en moins par rapport aux cheveux épais. Leur diamètre moyen est de 50 à 70 μm , contre environ de 80 à 100 μm (voire plus) pour les cheveux moyens à épais. Par conséquent, les cheveux fins possèdent de nombreuses particularités qui doivent être prises en compte lors du développement de produits capillaires et de coiffage adaptés à cette structure de cheveux.

Document 2 : La diffraction de la lumière

Lorsqu'une onde lumineuse rencontre un obstacle de dimension voisine de sa longueur d'onde λ , sa direction de propagation est modifiée : c'est le phénomène de diffraction.

Le phénomène est d'autant plus marqué que la dimension est petite par rapport à λ . L'onde diffractée présente alors des maxima et des minima d'amplitude (zones lumineuses et zones d'ombre). L'angle θ (en radian) est appelé « écart angulaire ».



Document 3 : Le principe de Babinet

Jacques BABINET est un physicien français né à LUSIGNAN (Vienne) en 1794, et mort à Paris en 1872. Il est aujourd'hui peu connu des profanes et l'est à peine plus des scientifiques, mais il fut un excellent physicien, et surtout un très grand vulgarisateur.

En 1841, le physicien suisse Daniel Colladon montre, à Genève, que la lumière est guidée par les filets d'un jet d'eau. En 1842, Jacques Babinet constate la même chose dans les filets d'eau et des bâtons en verre. Il apporte donc une contribution à la découverte des fibres optiques ! Il est encore connu par son théorème sur les écrans complémentaires en diffraction : il démontre que, moyennant certaines conditions de distance, les figures de diffraction produites par deux écrans complémentaires (par exemple, un fil et une fente de même largeur) sont identiques.

TRAVAIL A EFFECTUER

1. Une première expérience (50 minutes conseillées) :

1.1. Quelle précaution de sécurité faut-il prendre lorsqu'on manipule un laser ?

La lumière laser présente un danger pour l'œil. Pour éviter des brûlures irréversibles de la rétine, il ne faut pas regarder en direction de la source du faisceau.

1.2. Déterminer la relation entre θ , ℓ et D. Justifier.

Dans le triangle rectangle $\tan \theta \approx \theta = \ell / 2D$

1.3. On dispose du matériel suivant : laser rouge ; fentes calibrés de différentes largeurs « a »:

a (mm)	0,40	0,28	0,12	0,10	0,07	0,05	0,04
---------------	------	------	------	------	------	------	------

Placer la fente de 0,04 mm (c'est la plus fine) dans le faisceau laser et former la figure de diffraction sur l'écran qui sera placé à $D = 2$ m de la fente. La longueur d'onde du laser est $\lambda = 650$ nm.

APPEL N°1 :

Appeler le professeur pour lui présenter le montage ou en cas de difficulté.

1.4. Mesurer avec précision la longueur de la tache centrale correspondant à chaque fente.

Compléter le tableau suivant :

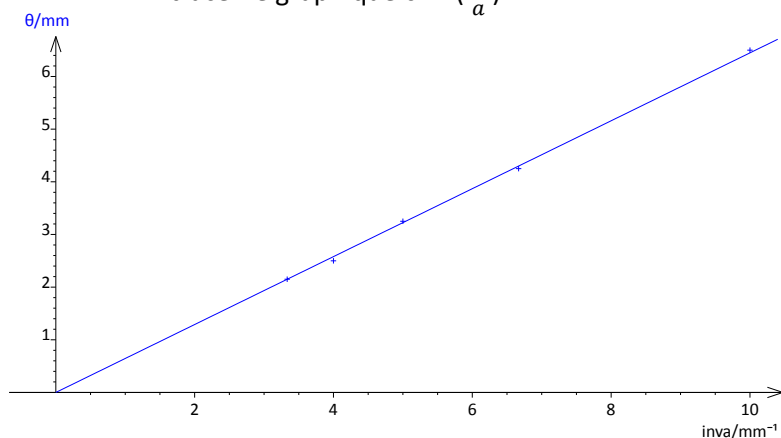
a (mm)	0,40	0,28	0,12	0,10	0,07	0,05	0,04
ℓ (cm)	0,7	1,0	2,0	2,6	3,6	5,0	6,4

1.5. Sur Regressi,- rentrer les valeurs de a et ℓ .

- créer la grandeur θ (utiliser la relation trouvée en 1.2.) et $\frac{1}{a}$.

i	a	ℓ	θ	inva
	m	m	m	m ⁻¹
0	0,0001	0,0260	0,0065	1,000·10 ⁴
1	0,00015	0,0170	0,00425	6667
2	0,0002	0,0130	0,00325	5000
3	0,00025	0,0100	0,0025	4000
4	0,0003	0,0086	0,00215	3333
5				

- tracer le graphique $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$.



Modéliser la courbe (avec son équation).

Noter ici l'équation de la courbe : $\theta = 645 \cdot 10^{-9} \times \frac{1}{a}$

Que peut-on dire des grandeurs θ et $\frac{1}{a}$? **θ et $\frac{1}{a}$ sont proportionnelles**

Justifier : **car la courbe $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$ est une droite passant par l'origine.**

Que représente le coefficient directeur de cette droite ? **le coefficient directeur représente la longueur d'onde du laser.**

En déduire la relation entre θ , λ et $\frac{1}{a}$. **$\theta = \frac{\lambda}{a}$**

APPEL N°2 :

Appeler le professeur pour lui présenter le tableau et le graphique ou en cas de difficulté.

2. Proposer un protocole (10 minutes conseillées) :

2.1. Serait-il possible de mesurer directement (à la règle) le diamètre d'un cheveu ? Justifier.

Non, car la dimension du cheveu est trop petite, très inférieure au mm.

2.2. Proposer un protocole permettant de déterminer avec précision le diamètre du cheveu de Britney.

Remplacer la fente par le cheveu tendu sur un cadre

Mesurer alors la largeur de la tache centrale

En déduire θ

Par lecture graphique sur Regressi, relever $\frac{1}{a}$, en déduire a.

On travaille avec le même dispositif expérimental, dans les mêmes conditions

3. Exploitation (20 minutes conseillées) :

3.1. Réaliser l'expérience proposée à la question 2.2 et déterminer avec précision l'épaisseur a du cheveu fourni. Les mesures et les calculs doivent apparaître.

Dans l'expérience réalisée, $\ell = 4,5 \text{ cm}$, donc : $\Theta = 7,4 \cdot 10^{-3} \text{ rad}$.

On a $1/a = 11,4 \cdot 10^{-3}$ et $a = 88 \mu\text{m}$.

3.2. L'incertitude sur la mesure du cheveu est donnée par :
$$U(a) = a \times \sqrt{\left(\frac{U(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{U(\ell)}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

avec comme incertitudes liées aux mesures, les valeurs : $U(\lambda) = 1 \text{ nm}$; $U(D) = 1 \text{ cm}$ et $U(\ell) = 1 \text{ mm}$.

On précise que, pour le laser, $\lambda = 650 \text{ nm}$. Calculer U(a) et présenter le résultat de la mesure sous la forme $a \pm U(a)$.

$U(a) = 2 \mu\text{m}$

$a = (88 \pm 2) \mu\text{m}$

3.3. Quel shampoing conseiller à Britney ?

Le diamètre du cheveu étant compris entre 80 à 100 μm le cheveu est moyen à épais.

On choisira un shampoing lissant pour cheveux épais et indisciplinés

APPEL N°4 : Appeler le professeur pour lui présenter l'exploitation ou en cas de difficulté.
--