

Chapitre 3

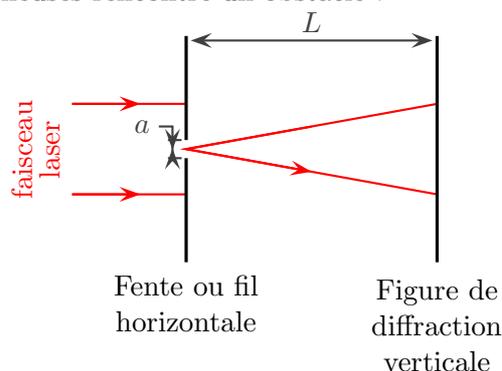
Mesures de petites longueurs

RÉVISION ET RÉSUMÉ

Incertitudes Lors d'une mesure, on obtient un résultat, qui est systématiquement entâché d'une erreur appelée incertitude de mesure.

Vous devez savoir évaluer une incertitude de mesure (typiquement, la plus petite graduation lisible sur l'appareil).

Diffraction La diffraction est un phénomène caractéristique des ondes. Lorsque un faisceau d'ondes lumineuses rencontre un obstacle :



On obtient une figure de diffraction, avec de la lumière à des endroits où il devrait y avoir de l'ombre.



La taille ℓ de la tache centrale de diffraction est inversement proportionnelle aux tailles des obstacles placés sur le trajet de la lumière.

Droite d'interpolation Une droite d'interpolation moyenne est une droite passant *au mieux* entre des points expérimentaux (un maximum de points sur la droite, sinon autant de points au dessus et en dessous de la droite).

Mesures de durées En mesurant la durée Δt de propagation d'une onde dont on connaît la célérité c , on peut calculer une distance d , tel que :

$$v = \frac{2d}{\Delta t}$$

Attention, nous sommes ici dans le cas où l'onde se réfléchit sur un obstacle (*écho*), raison pour laquelle la distance est multipliée par deux.

EXERCICES

Incertitudes de mesure

3.1 N°9 p. 31

3.2 Taille d'une pièce d'un Euro

À l'aide d'un pied à coulisse, on détermine le diamètre d'une pièce d'un Euro : $23,25 \pm 0,01$ mm.

- Que représente le nombre 23,25 ?
- Que représente le nombre 0,01 ? Comment a-t-il été évalué ?
- Calculez l'incertitude relative sur cette mesure de la taille d'une pièce d'un Euro.
- Proposez une technique pour mesurer l'épaisseur de la pièce, autre que celle du pied à coulisse.

Mesures de durées

3.3 N°12 p. 44 : Écho sonar

3.4 N°13 p. 44 : Écho laser

Mesures par diffraction

3.5 N°20 p. 46 : Épaisseur d'un cheveu

3.6 Exploitation du TPP n°2

Par diffraction de la lumière par des fils *calibrés*, un élève a obtenu les mesures suivantes, où a est le diamètre du fil, d la taille de la tache centrale de diffraction, les mesures étant réalisées pour une distance $L = 2,48$ m

entre les fils et l'écran :

a (μm)	d (cm)
320	0,10
150	0,21
80	0,41
50	0,64
38	0,84

- Reproduire le tableau de mesure, et rajouter une troisième colonne dans laquelle vous calculerez dans chaque cas l'inverse $1/d$ (en cm^{-1}) de la taille d (en cm) de la tache centrale de diffraction.
- Placer sur un graphique a en ordonnée (échelle 2 cm pour $50 \mu\text{m}$) et $1/d$ en abscisse (échelle 2 cm pour $0,5 \text{cm}^{-1}$), et placer les points correspondants aux mesures.
- Tracer une droite *d'interpolation* moyenne.
- Un élève a mesuré la taille de la tache centrale de diffraction obtenue avec un de ses cheveux : $d = 2,0$ cm. Calculez l'inverse $1/d$ de cette valeur, et par lecture graphique sur la droite d'interpolation moyenne, en déduire le diamètre a du cheveu.

Corrigé 3

Mesures de petites longueurs

EXERCICES

3.1 N°9 p. 31

3.2 Taille d'une pièce d'un Euro

- Le nombre 23,25 est la valeur, résultat de la mesure.
- Le nombre 0,01 est l'incertitude, qui correspond ici à la plus petite mesure accessible sur le pied à coulisse.
- Incertaince relative : $0,01/23,25 \times 100 = 4 \times 10^{-2} \%$
- On peut aussi utiliser un *palmer*, instrument spécialisé dans la mesure d'épaisseurs de petits objets.



3.3 N°12 p. 44 : Écho sonar

3.4 N°13 p. 44 : Écho laser

- On utilise la formule démontrée en cours :

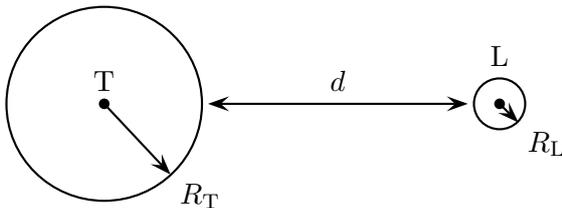
$$c = \frac{2d}{t} \Leftrightarrow d = \frac{c \cdot t}{2}$$

Application numérique :

$$d = \frac{3,0 \times 10^8 \times 2,51}{2} = 3,8 \times 10^8 \text{ m}$$

c'est-à-dire environ 380 000 kilomètres.

- Il faut additionner les rayons des deux astres pour obtenir la distance entre leurs centres :



$$d_{TL} = R_T + d + R_L$$

Application numérique :

$$d_{TL} = 6,40 \times 10^3 + 3,8 \times 10^5 + 1,74 \times 10^3$$

$$d_{TL} = 3,9 \times 10^5 \text{ km}$$

Les rayons sont quasiment négligeables sur la distance totale, car ils sont respectivement un et deux ordres de grandeur plus petits. Néanmoins, il faut en tenir compte si on recherche une grande précision.

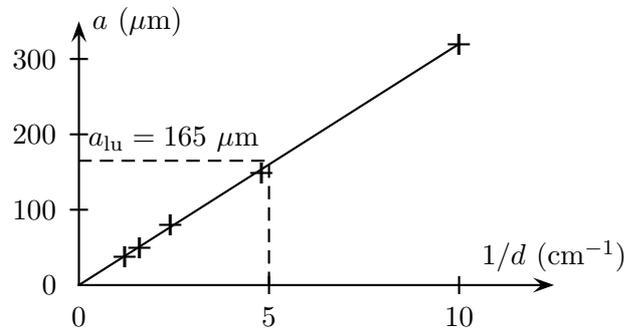
3.5 N°20 p. 46 : Épaisseur d'un cheveu

3.6 Exploitation du TPP n°2

- Tableau de mesure complété, en respectant le nombre de chiffres significatifs des données :

a (μm)	d (cm)	$1/d$ (cm^{-1})
320	0,10	10
150	0,21	4,8
80	0,41	2,4
50	0,64	1,6
38	0,84	1,2

- Graphique & droite d'interpolation moyenne :



- La droite d'interpolation moyenne doit passer par un maximum de points, et à défaut passer entre les points.

- Pour $d = 0,20$ cm, on calcule $1/d = 5,0 \text{ cm}^{-1}$; on reporte cette valeur en abscisse du graphique précédent, et on note l'ordonnée de l'intersection avec la droite d'interpolation moyenne :

$$a_{lu} = 165 \mu\text{m}$$

★ ★
★