

MP26 – MESURES DE LONGUEURS

4 juin 2021

Valentin &

Niveau : Classes préparatoires

Bibliographie

- ✦ *Fascicule de TP Electromagnétisme, Partie Matériaux, Quelqu'un-e*
- ✦ *Fascicule de TP Optique, Partie Photorécepteurs, Quelqu'un-e*

Table des matières

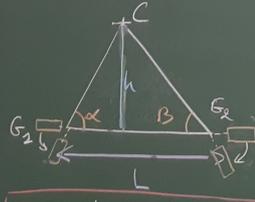
1	Introduction	4
2	Grandeur macroscopique	4
2.1	Téléométrie acoustique	4
3	Longueur micrométriques	4
3.1	Mesure nulle avec le vernier	4
4	Grandeur microscopique	4
4.1	Mesure de l'épaisseur d'une lame par l'étude des canelures	4
4.1.1	Estimation grossière en coin d'air	4
4.1.2	Canelures	4
5	Mesure à l'échelle du picomètre	5
6	Questions/Remarques	5

=

MP26. Mesure de longueur

I Grandeurs macroscopiques

1) La parallaxe



$$h = \frac{L}{\cotan \alpha + \cotan \beta}$$

$L = 311 \pm 1 \text{ cm}$
 $\alpha =$
 $\beta =$

2) Télémétrie acoustique

$$\frac{\Delta h}{h} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \frac{\left(\frac{\Delta \alpha}{\sin \alpha}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \beta}{\sin \beta}\right)^2}{(\cotan \alpha + \cotan \beta)^2}}$$

$$h = 206 \pm 95 \text{ cm}$$

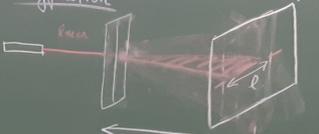
$\Sigma(1)$
 $\Rightarrow \text{''}$
 $R \leftarrow d$

$$2d = c \Delta t$$

$c = 344 \pm 1 \text{ m s}^{-1}$
 $\Delta t = \pm \text{ ms}$
 $d =$

II Grandeurs microscopiques

1) Mesure de l'épaisseur d'un disque par diffraction



$$e = \frac{D \lambda}{\theta}$$

$\theta = 1 \text{ cm}$
 $D = \pm 1 \text{ cm}$
 $\lambda = 632,8 \text{ nm}$
 $e = \pm \mu\text{m}$
 Attendu $100 \pm 3 \mu\text{m}$

2) Mesure de l'épaisseur d'une lame par l'étude des cannelures

a) Estimation grossière en coin d'airy



lampe QI

$\Delta e = \frac{\Delta c}{n-1}$
 $e = \pm \text{ mm}$

b) Cannelures

III Mesure à l'échelle du micromètre



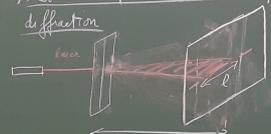
canon à 20 dents

$$D = \frac{2 L h}{\sqrt{2 m U} d}$$

$\frac{1}{D} = f(\sqrt{U})$ Réglé
 $d_1 = 213 \mu\text{m}$
 $L = 135 \text{ mm}$
 $d_2 =$
 $d_1 = \pm \mu\text{m}$
 $d_2 = \pm 123 \mu\text{m}$

II Grandeurs microscopiques

1) Mesure de l'épaisseur d'un disque par diffraction



$$e = \frac{D \lambda}{\theta}$$

$\theta = 1 \text{ cm}$
 $D = \pm 1 \text{ cm}$
 $\lambda = 632,8 \text{ nm}$
 $e = \pm \mu\text{m}$
 Attendu $100 \pm 3 \mu\text{m}$

2) Mesure de l'épaisseur d'une lame par l'étude des cannelures

a) Estimation grossière en coin d'airy



lampe QI

$\Delta e = \frac{\Delta c}{n-1}$
 $e = \pm \text{ mm}$

b) Cannelures

III Mesure à l'échelle du micromètre



canon à 20 dents

$$D = \frac{2 L h}{\sqrt{2 m U} d}$$

$\frac{1}{D} = f(\sqrt{U})$ Réglé
 $d_1 = 213 \mu\text{m}$
 $L = 135 \text{ mm}$
 $d_2 =$
 $d_1 = \pm \mu\text{m}$
 $d_2 = \pm 123 \mu\text{m}$

1 Introduction

Définition du mètre à partir de la seconde et de la vitesse de la lumière.

2 Grandeur macroscopique

2.1 Télémétrie acoustique

Étalonnage : il faut une droite avec une modélisation affine pour s'affranchir des retards des émetteurs/récepteurs. Impulsion, on regarde l'émission et la réception, on en déduit la distance.

3 Longueur micrométriques

3.1 Mesure nulle avec le vernier



Mesure au vernier



On règle le coin d'air en lumière blanche, on met une lamelle de microscope et on regarde au vernier la distance entre les deux contacts optiques (attention sens de chariotage contre-intuitif).

4 Grandeur microscopique

4.1 Mesure de l'épaisseur d'une lame par l'étude des canelures

4.1.1 Estimation grossière en coin d'air

4.1.2 Canelures



Mesure avec le spectre cannelé



On se place au contact optique sur la partie sans lame puis on regarde le spectre au niveau de la lame. Attention, il faut utiliser des spectroscopes qui marchent avec Ocean Optics, l'autre est trop pourri pour faire ça.

Remarques Il faut rentrer les paramètres du spectro dans le logiciel Ocean Optics. La plage de longueur d'onde peut être choisie de manière à ce que l'incertitude sur la longueur d'onde domine la variation d'indice. Le MP2015 suggère de se placer entre 600 nm et 660 nm.

On choisit deux canelures pour des λ tels que n varie faiblement tout en ayant un nombre important de maxima comptés. On a alors les relations :

$$\begin{aligned} p_1 \lambda_1 &\simeq 2e(n(\lambda_m) - 1) \\ p_2 \lambda_2 &\simeq 2e(n(\lambda_m) - 1) \end{aligned}$$

Un nouveau problème se présente alors : on ne connaît pas p de manière absolue, nous n'avons accès ici qu'à $p_2 - p_1$. Il faut donc faire intervenir cette quantité :

$$p_2 - p_1 = 2(n - 1)e \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right)$$

ce qui donne finalement :

$$e \simeq (p_2 - p_1) \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2} \frac{1}{2(n(\lambda_m) - 1)}$$

Calcul d'incertitude total :

$$\left(\frac{\Delta e}{e}\right)^2 = \left(\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}\right)^2 \left[\frac{1}{\lambda_1^4} + \frac{1}{\lambda_2^4}\right] \Delta \lambda^2 + \left(\frac{\Delta n}{n-1}\right)^2$$

5 Mesure à l'échelle du picomètre

✦ Poly d'Electromag p66

Tracer $1/D$ en fonction de $\frac{\sqrt{2meU}}{2hL}$, avec :

- $m = 9,11 \times 10^{-31}$ kg désigne la masse de l'électron ;
- $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C désigne la charge élémentaire ;
- $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s désigne la constante de Planck ;
- $L = 135$ mm désigne la longueur du tube.

On attend une pente égale à d . On observe deux anneaux qui correspondent aux deux premières familles de plans réticulaires du graphène dont les valeurs tabulées sont $d_1 = 213$ pm et $d_2 = 123$ pm (on a géométriquement un rapport $\sqrt{3}$ entre les deux), représentés en figure 7.7. Les autres familles de plans réticulaires donnent des anneaux trop petits et qui sont confondus avec la tâche centrale (la distance interréticulaire entre deux plans de graphène est de 671pm).

Voir Coentint pour les remarques sur l'erreur.

6 Questions/Remarques