

MP29.

Mesure de longueur

biblio: + notices des instruments.



Introduction: Dans ce montage on s'intéresse à la mesure de la distance séparant deux points.

Pour verrons qu'à chaque échelle de longueur correspond une ou plusieurs méthodes de mesure possible Et que le mètre ruban ou la règle ne sont pas les seuls moyens d'estimer une longueur.

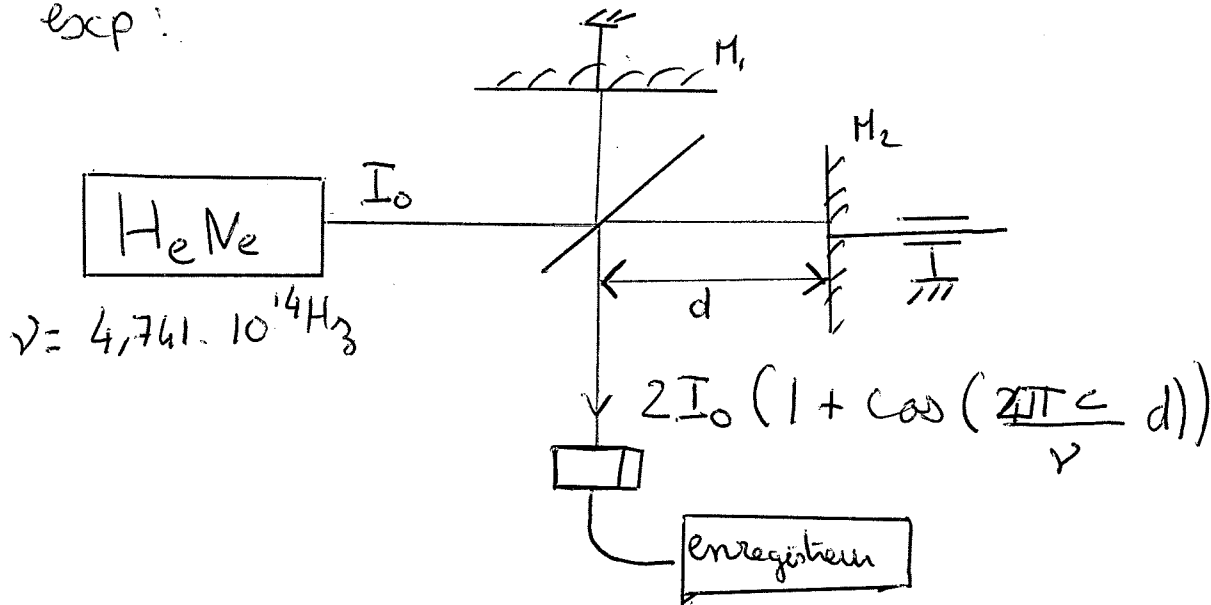
1) Le mètre étalon.

Définitions: $1\text{ m} =$ distance parcourue dans le vide par la lumière en $\frac{1}{299\,792\,458}\text{ s}$

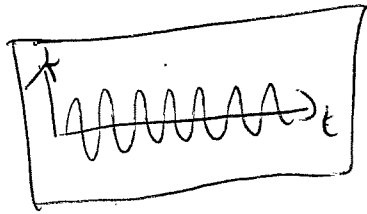
^{hyperfine.} $1\text{ s} =$ 9 192 631 770 périodes de la transition γ de $F=3$ à $F=4$ du niveau fondamental 6 s de l'atome de Césium 133.

Utilisons ces définitions pour mesurer une longueur.

exp :



On chariote M_2 de d , on a $N = \frac{2d\nu}{c}$ franges qui defilent. On les compte sur l'enregistrement.



$$N = 311 \pm 1$$

on ne sait pas trop
s'il faut compter les
oscillations extrêmes.

$$\hookrightarrow d = 98 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m}$$

Mesure au vernier

$$d_1 = 28,050 \pm 0,005 \text{ mm}$$

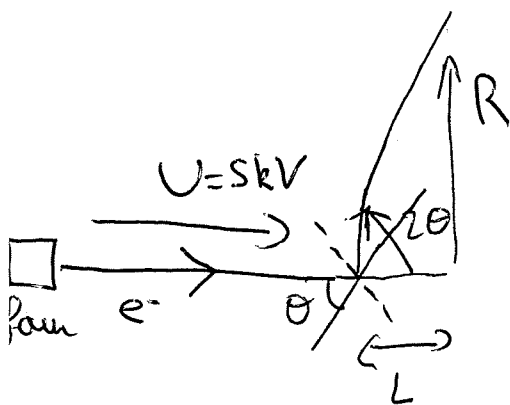
$$d_2 = 27,950 \pm 0,005 \text{ mm}$$

$$\hookrightarrow d_{\text{vernier}} = 100 \mu\text{m} \pm 5 \mu\text{m}$$

On ne peut pas utiliser cette méthode pour des distances plus petites que $\approx 1 \text{ nm}$

II) Mesure de longueur de l'ordre de l'angström.

Diffraction d'électron sur du graphite $\rightarrow$ on peut mesurer la distance entre les plans réticulaires.



On a la relation de Bragg :

$$2d \sin \theta = n\lambda$$

d : distance entre les plans réticulaires.

λ : longueur d'onde des électrons

De plus: $2\theta \approx \frac{R}{L}$

et $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meU}}$

D'où $d = \frac{1}{R} \frac{L h}{\sqrt{2meU}}$

$$\begin{aligned} U &= 5 \cdot 10^3 \text{ V} \\ e &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ h &= 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \\ m &= 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \\ L &= 135 \cdot 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

On mesure $\pi_1 =$ $\pm$ μm
 $\pi_2 =$ $\pm$ μm

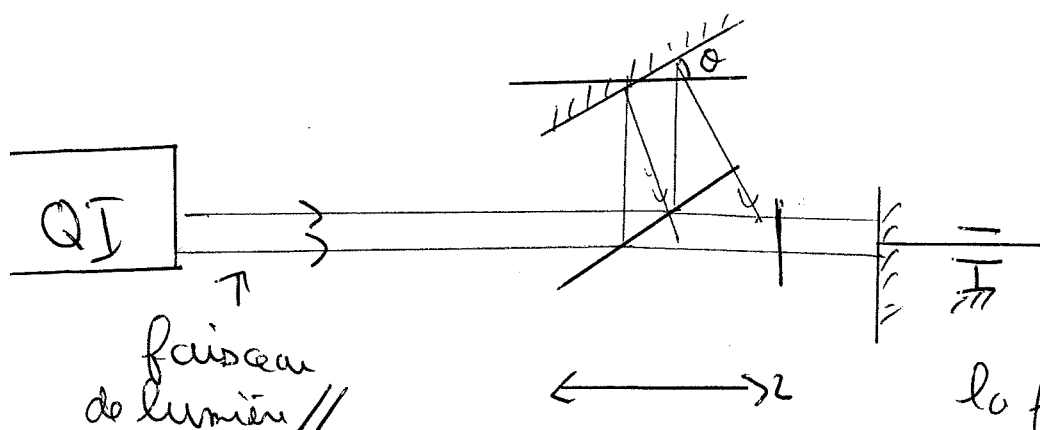
Donc $d_1 =$
 $d_2 =$

On $\left\{ \begin{array}{l} d_{1\text{th}} = 213 \mu\text{m} \\ d_{2\text{th}} = 123 \mu\text{m} \end{array} \right.$

III] Mesure de longueur de l'axe des microns.

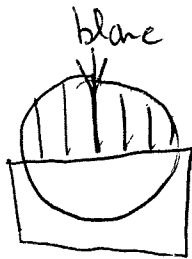
Mesure de l'épaisseur d'une lame de verre.

Michelson en coin d'air éclairé en lumière blanche.

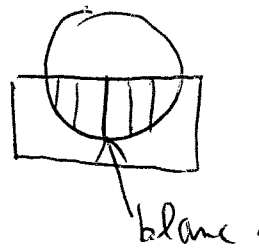


La figure de diffraction est localisée au voisinage du coin d'air. On fait l'image sur l'écran.

Contact optique



Contact optique $\rightarrow d$



$$\text{On a } 2d = 2(n_{\text{verre}} - 1)e$$

$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$
 chariotage indice du verre épaisseur de la lame

$$n_{\text{verre}} = 1,523 \text{ pour } \lambda \approx 500 \text{ nm.}$$

$$\text{D'où } e = \frac{d}{n_{\text{verre}} - 1.}$$

$$\text{On mesure } d = \pm$$

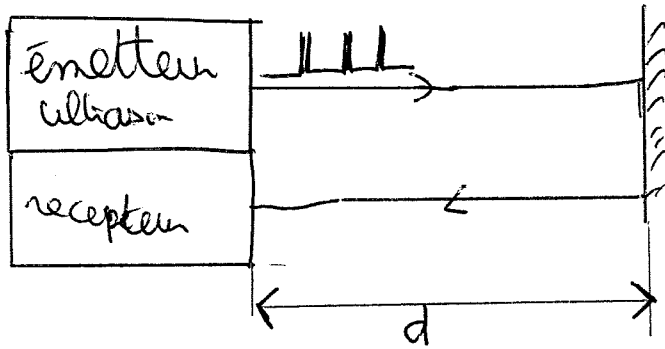
$$\text{D'où } e = \pm$$

vérification au micromètre.

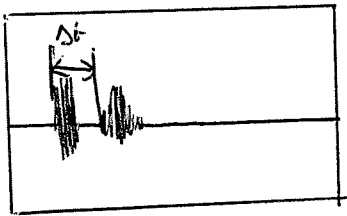
$$e = 150 \mu\text{m} \pm 1 \mu\text{m.}$$

IV] Mesure de longueurs de l'axe du mètre.

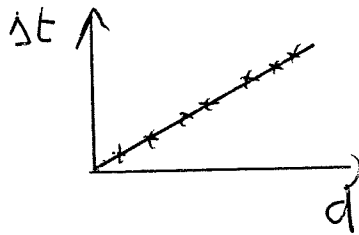
Principe du SONAR.



On mesure le temps de vol de l'onde sonore à l'aide de l'oscilloscope et des curseurs.



On étalonne tout d'abord ce système.



Mesure d'une distance en direct:

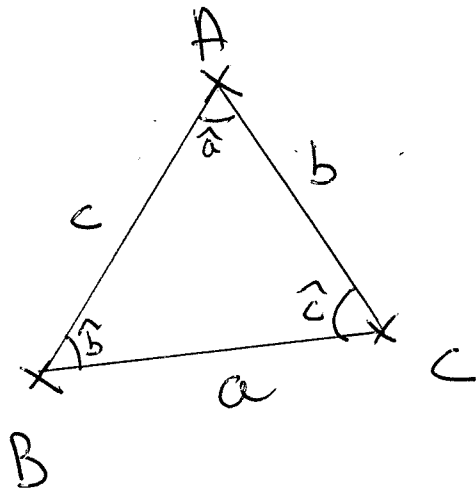
$$\Delta t = \pm$$
$$\Rightarrow d = \pm$$

vérification à l'aide du mètre ruban.

$$d =$$

V] Mesure de la queue de l'ordre du décimètre et plus.

Méthode de la parallèle. (utilisée en astro.).



(théorème d'Al-Kashi)

$$\frac{\sin \hat{a}}{a} = \frac{\sin \hat{b}}{b} = \frac{\sin \hat{c}}{c} \Rightarrow \text{Loi des sinus.}$$

on mesure à l'aide de goniomètres $\hat{b}$ et $\hat{c}$:

$$\hat{b} =$$

$$\hat{c} =$$

$$\text{D'où } \hat{a} = 180 - \hat{b} - \hat{c} =$$

On mesure a à l'aide d'un mètre ruban et d'un participant.

$$a =$$

$$\text{D'où } c = a \frac{\sin \hat{c}}{\sin \hat{a}} =$$

$$b = a \frac{\sin \hat{b}}{\sin \hat{a}} =$$

Vérification à l'aide du télemètre sonore.

$b =$

$c =$

Conclusion: Nous avons balayé environ 14 ordres de grandeurs et il est clair que le mètre ruban ne nous aurait pas permis cela. La problématique de la mesure de la gravité est très présente en physique moderne: surtout sur la lune pour $d_T \gg L$.

* VIRGO -

* étude de fluctuation mécanique.