MP 26 – Mesures de longueurs

Céline Blaess-Marie Charlotte Chandeclerc-Léa Dubois

BIBLIOGRAPHIE :

- Les comptes rendus des années précédentes
- Les données du constructeur pour la diffraction des électrons

INTRODUCTION :

→ Mesurer, c'est associer à une grandeur physique une estimation et une incertitude à l'aide d'un étalon.

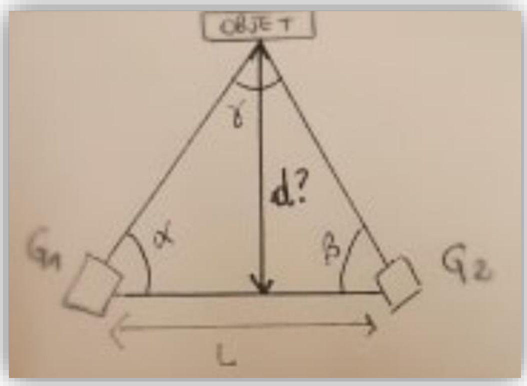
→ L'étalon pour mesurer des longueurs est le mètre. En 1983 il est défini comme étant la distance parcourue par la lumière en 1/c seconde.

→ Dans ce montage, on s'intéresse à la mesure de longueur du macroscopique au microscopique.

I-] MESURE PAR PARALLAXE

→ Méthode utilisée en astronomie

→ On veut mesurer la distance séparant l'objet (ici la lettre M placée à l'arrière de la salle) de nous. La méthode consiste à aligner deux goniomètres sur une ligne imaginaire (de distance L) et de mesure l'angle lorsque les lunettes visent l'objet.



→ En utilisant la relation d'Al Kashi : $\frac{\sin(\alpha)}{a} = \frac{\sin(\beta)}{b} = \frac{\sin(\gamma)}{L}$, on peut retrouver la distance d :

$$\boldsymbol{d = \frac{L\sin(\alpha)\sin(\beta)}{\sin(\gamma)}}$$

Manipulation :

- On prend la mesure des angles en direct (on pointe le centre de la lettre M)
- On trouve la distance, on compare avec la distance mesurée au mètre ruban

⚠ Pour bien aligner les goniomètres, on commence par placer les goniomètres en regard (les lunettes se regardent mutuellement). Cela permet notamment de faire le zéro pour la mesure des angles.

⚠ Il faut faire bien attention à ce que tout les goniomètres (et la lettre) soient à la même hauteur. Il faut bien vérifier que les lunettes visent horizontalement (pas vers le bas ou vers le haut). Un des goniomètres est plus bas que l'autre, il faut prendre des boys (3 pour bien stabiliser, on a rajouté aussi une planche en bois parce que les boys ne sont pas très plats…)

Incertitudes (type B) :

→ Sources d'incertitudes sur α, β et L.

→ Propagation des incertitudes : $\Delta d = d\sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \Delta\alpha^2\left(\frac{sin(\beta)}{sin(\gamma)\sin(\alpha)}\right)^2 + \Delta\beta^2\left(\frac{sin(\alpha)}{sin(\gamma)\sin(\beta)}\right)^2}$

→ Incertitudes sur les angles : elles étaient de l'ordre de 4' d'arc (2' pour la mesure et 2' pour le réglage du zéro)

→ Incertitudes sur L : elle était assez grande (mesurée avec un mètre ruban) : les incertitudes sur les angles sont en fait complètement négligeables devant cette mesure.

Céline Blaess-Marie Charlotte Chandeclerc-Léa Dubois

BIBLIOGRAPHIE :

- Les comptes rendus des années précédentes
- Les données du constructeur pour la diffraction des électrons

INTRODUCTION :

→ Mesurer, c'est associer à une grandeur physique une estimation et une incertitude à l'aide d'un étalon.

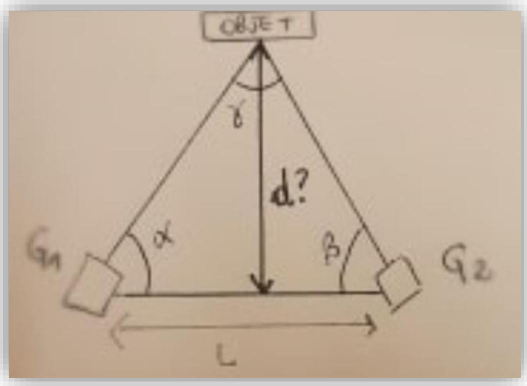
→ L'étalon pour mesurer des longueurs est le mètre. En 1983 il est défini comme étant la distance parcourue par la lumière en 1/c seconde.

→ Dans ce montage, on s'intéresse à la mesure de longueur du macroscopique au microscopique.

I-] MESURE PAR PARALLAXE

→ Méthode utilisée en astronomie

→ On veut mesurer la distance séparant l'objet (ici la lettre M placée à l'arrière de la salle) de nous. La méthode consiste à aligner deux goniomètres sur une ligne imaginaire (de distance L) et de mesure l'angle lorsque les lunettes visent l'objet.



→ En utilisant la relation d'Al Kashi : $\frac{\sin(\alpha)}{a} = \frac{\sin(\beta)}{b} = \frac{\sin(\gamma)}{L}$, on peut retrouver la distance d :

$$\boldsymbol{d = \frac{L\sin(\alpha)\sin(\beta)}{\sin(\gamma)}}$$

Manipulation :

- On prend la mesure des angles en direct (on pointe le centre de la lettre M)
- On trouve la distance, on compare avec la distance mesurée au mètre ruban

⚠ Pour bien aligner les goniomètres, on commence par placer les goniomètres en regard (les lunettes se regardent mutuellement). Cela permet notamment de faire le zéro pour la mesure des angles.

⚠ Il faut faire bien attention à ce que tout les goniomètres (et la lettre) soient à la même hauteur. Il faut bien vérifier que les lunettes visent horizontalement (pas vers le bas ou vers le haut). Un des goniomètres est plus bas que l'autre, il faut prendre des boys (3 pour bien stabiliser, on a rajouté aussi une planche en bois parce que les boys ne sont pas très plats…)

Incertitudes (type B) :

→ Sources d'incertitudes sur α, β et L.

→ Propagation des incertitudes : $\Delta d = d\sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \Delta\alpha^2\left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\gamma)\sin(\alpha)}\right)^2 + \Delta\beta^2\left(\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\gamma)\sin(\beta)}\right)^2}$

→ Incertitudes sur les angles : elles étaient de l'ordre de 4' d'arc (2' pour la mesure et 2' pour le réglage du zéro)

→ Incertitudes sur L : elle était assez grande (mesurée avec un mètre ruban) : les incertitudes sur les angles sont en fait complètement négligeables devant cette mesure.

Céline Blaess-Marie Charlotte Chandeclerc-Léa Dubois

BIBLIOGRAPHIE :

- Les comptes rendus des années précédentes
- Les données du constructeur pour la diffraction des électrons

INTRODUCTION :

→ Mesurer, c'est associer à une grandeur physique une estimation et une incertitude à l'aide d'un étalon.

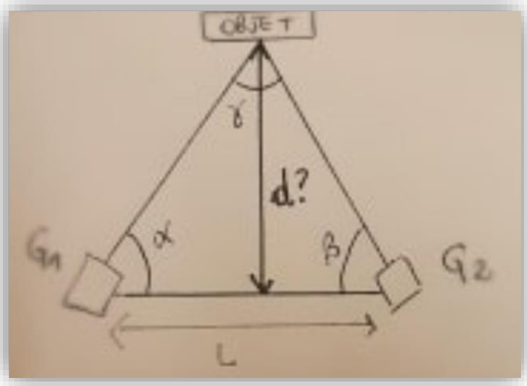
→ L'étalon pour mesurer des longueurs est le mètre. En 1983 il est défini comme étant la distance parcourue par la lumière en 1/c seconde.

→ Dans ce montage, on s'intéresse à la mesure de longueur du macroscopique au microscopique.

I-] MESURE PAR PARALLAXE

→ Méthode utilisée en astronomie

→ On veut mesurer la distance séparant l'objet (ici la lettre M placée à l'arrière de la salle) de nous. La méthode consiste à aligner deux goniomètres sur une ligne imaginaire (de distance L) et de mesure l'angle lorsque les lunettes visent l'objet.



→ En utilisant la relation d'Al Kashi : $\frac{\sin(\alpha)}{a} = \frac{\sin(\beta)}{b} = \frac{\sin(\gamma)}{L}$, on peut retrouver la distance d :

$$\boldsymbol{d = \frac{L\sin(\alpha)\sin(\beta)}{\sin(\gamma)}}$$

Manipulation :

- On prend la mesure des angles en direct (on pointe le centre de la lettre M)
- On trouve la distance, on compare avec la distance mesurée au mètre ruban

⚠ Pour bien aligner les goniomètres, on commence par placer les goniomètres en regard (les lunettes se regardent mutuellement). Cela permet notamment de faire le zéro pour la mesure des angles.

⚠ Il faut faire bien attention à ce que tout les goniomètres (et la lettre) soient à la même hauteur. Il faut bien vérifier que les lunettes visent horizontalement (pas vers le bas ou vers le haut). Un des goniomètres est plus bas que l'autre, il faut prendre des boys (3 pour bien stabiliser, on a rajouté aussi une planche en bois parce que les boys ne sont pas très plats…)

Incertitudes (type B) :

→ Sources d'incertitudes sur α, β et L.

→ Propagation des incertitudes : $\Delta d = d\sqrt{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)^2 + \Delta\alpha^2\left(\frac{\sin(\beta)}{\sin(\gamma)\sin(\alpha)}\right)^2 + \Delta\beta^2\left(\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\gamma)\sin(\beta)}\right)^2}$

→ Incertitudes sur les angles : elles étaient de l'ordre de 4' d'arc (2' pour la mesure et 2' pour le réglage du zéro)

→ Incertitudes sur L : elle était assez grande (mesurée avec un mètre ruban) : les incertitudes sur les angles sont en fait complètement négligeables devant cette mesure.

037.1

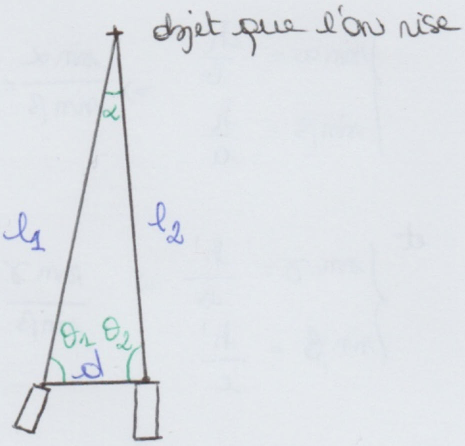
Lunettes de visée : méthode de la parallaxe

1) Montage :

• matériel :

- 2 goniomètres
- 1 réglet
- 1 (ou plus) boys (pour mettre les 2 gonio au même niveau)
- 1 télémètre laser.

• montage :



on prend $d \simeq 50$ cm et $l_{1,2} \sim 7$ m (pour faire quelque chose de similaire à ce qu'on fait en vrai.)

2) Réglages :

On règle les lunettes pour qu'on voit net à l'infini ?

+ objet

3) Principe :

→ on vise le gonio 1 avec le gonio 2 et inversement :

→ on repère les angles (θ_i^1 et θ_i^2)

→ puis on vise l'objet avec les deux gonio et on repère les angles (θ_f^1 et θ_f^2)

→ on obtient θ_1 et θ_2 ($= \theta_f - \theta_i$)

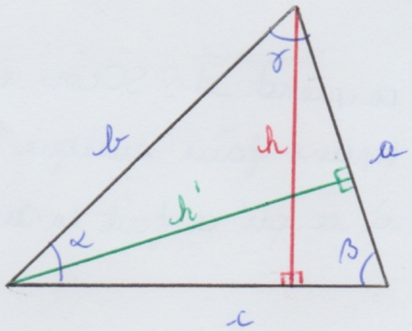
→ on calcule l_1 et l_2.

→ on vérifie la distance avec un télémètre laser.

4) Calculs.

On utilise la relation suivante : $\dfrac{\sin\alpha}{a} = \dfrac{\sin\beta}{b} = \dfrac{\sin\gamma}{c}$

démonstration :



$$\begin{cases} \sin\alpha = \dfrac{h}{b} \\ \sin\beta = \dfrac{h}{a} \end{cases} \Rightarrow \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{a}{b}$$

et

$$\begin{cases} \sin\gamma = \dfrac{h'}{b} \\ \sin\beta = \dfrac{h'}{c} \end{cases} \Rightarrow \frac{\sin\gamma}{\sin\beta} = \frac{c}{b}$$

$$\Rightarrow \frac{\sin\alpha}{a} = \frac{\sin\beta}{b} = \frac{\sin\gamma}{x}$$

Avec nos notations : $\dfrac{\sin\theta_1}{l_2} = \dfrac{\sin\theta_2}{l_1} = \dfrac{\sin\alpha}{d}$

On peut en déduire : $l_1 = d\,\dfrac{\sin\theta_2}{\sin\alpha} = \boxed{d\,\dfrac{\sin\theta_2}{\sin(\pi-\theta_1-\theta_2)} = l_1}$

$$\frac{\Delta l_1}{l_1} = \sqrt{\left(\frac{\Delta d}{d}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\theta_2}{\tan\theta_2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta\alpha}{\tan\alpha}\right)^2} \quad \text{avec } \Delta\alpha^2 = \Delta\theta_1^2 + \Delta\theta_2^2$$

Or on repère $\begin{cases} \theta_1 = \theta_1' - \theta_{01} \\ \theta_2 = \theta_2' - \theta_{02} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta\theta_1^2 = \Delta\theta_1'^2 + \Delta\theta_{01}^2 \\ \Delta\theta_2^2 = \Delta\theta_2'^2 + \Delta\theta_{02}^2 \end{cases}$

$$\Rightarrow \Delta\alpha = \sqrt{\Delta\theta_1'^2 + \Delta\theta_2'^2 + \Delta\theta_{01}^2 + \Delta\theta_{02}^2}$$