

# MP26 : Mesure de longueurs

Mai 2021

## Introduction

### 1 Temps de vol : Télémétrie laser

Liste de matériel :

- Laser rapide
- Alim +15, -15
- Photodiode rapide et son alimentation
- Coin cube
- Oscilloscope 4 voies
- Miroir plan qui peut pivoter
- lame semi-réfléchissante

**Protocole :** Le but de cette manip est d'obtenir la distance entre le laser et le coin cube. Donc obtenir une longue distance. C'est ce qui est utilisé dans le BTP.

On envoie donc un laser que l'on alimente avec une alim +15, -15 (on utilise que le 0 et le +15).

On envoie le laser et la photodiode sur l'oscilloscope dont on a réglé l'entrée sur  $50\Omega$ .

Pour régler tout le système on le fait par étape. D'abord régler le laser sur le coin cube de manière à avoir une belle réflexion qui ré arrive sur le laser. Ensuite positionner la lame semi-réfléchissante et la faire taper sur la photodiode. Ensuite cacher la réflexion du coin cube et positionner le miroir de manière à avoir la réflexion sur la photodiode.

On cache le miroir, on place un curseur sur le début de la réponse sur la photodiode. On met le miroir, on met un deuxième curseur sur le nouveau départ de la photodiode. Le  $\Delta x \times c = 2 \times d$ . On peut négliger la distance entre le miroir et le laser ou alors on peut mesurer cette distance à l'aide d'un réglet mais il y aura de grandes incertitudes.

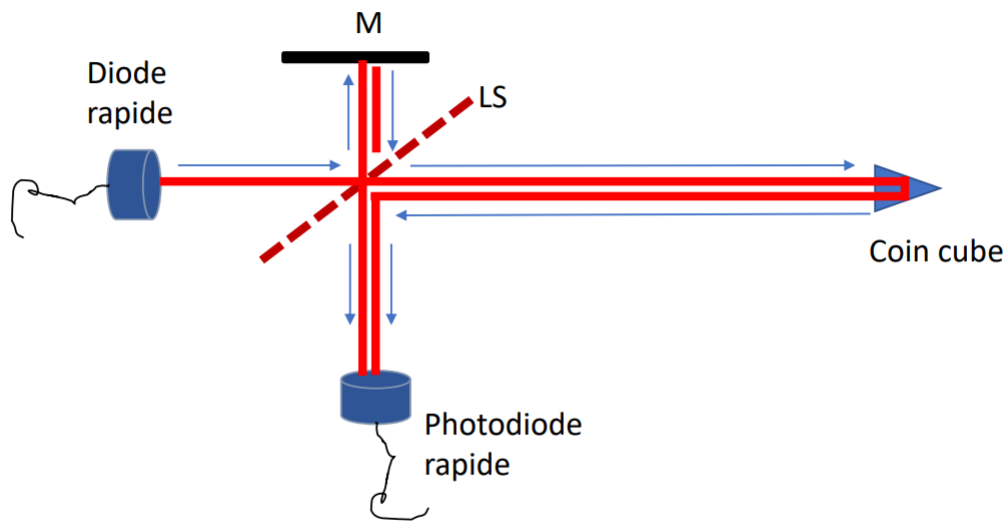


Figure 1: Montage

Attention, il faut bien brancher la sortie de photodiode sur haute fréquence.

**Information :** Cette mesure est effectuée dans le cadre de l'expérience dite Télémétrie laser-Lune (ou Lunar Laser Ranging Experiment, LLR) de l'Observatoire de la Côte d'Azur. La mesure est tellement précise qu'ils ont mesuré un éloignement de la lune de 3cm/an.

## 2 Mesure d'une épaisseur de lame avec un Michelson

Liste de matériel :

- Michelson
- lame de microscope
- laser et objectif de microscope
- lampe au sodium + condensateur + lentille de 1m + dépoli
- QI

**Protocole :** On règle le Michelson en coin d'air avec la lame blanche. Pour ça, on règle en lame d'air avec la lampe au sodium, on se place ensuite au contact optique et on passe ne QI. On se place alors en coin d'air et on met la raie noire au centre. (Pour être précis on peut repérer l'endroit où on la place sur l'écran). On lit au vernier la distance à laquelle on est. On met ensuite la lame entre la lame séparatrice et le miroir. On translate le miroir jusqu'à retrouver la raie noire

au centre et on lit la mesure au vernier (il faut éloigner le miroir pour se retrouver avec le même chemin optique que sur l'autre miroir où on a rajouter la lame). La différence de marche est :

$$\delta = l n_{air} - (l' n_{air} - l_{lame} n_{air} + l_{lame} n_{verre}) = 0$$

C'est nul au contact optique. Or  $\Delta x = l - l'$  c'est la différence des deux lectures au vernier. Ainsi :

$$l_{lame} = \Delta x \frac{n_{air}}{n_{air} - n_{verre}}$$

### 3 Distance interféculaire

#### Liste du matériel

**Protocole :** On veut remonter à la distance entre les plans (distance interféculaire).

Pour cela, on utilise un canon à électron. On chauffe un fil de tungstène, qui va émettre des électrons thermique (qui ont une énergie thermique). On envoie ces électrons sur un morceau de graphite. Les électrons vont alors diffractés à cause de la structure périodique des plans. On va avoir une figure de diffraction en anneau à la sortie. On relève alors le diamètre arqué.  $D_{arc} = L\theta$  avec L la distance entre le graphite et les anneaux (L=13,5cm).

On a la relation de Bragg qui est :  $2d \sin(\frac{\theta}{2}) = n\lambda$  avec  $\lambda$  la longueur d'onde des électrons.

La relation de de Broglie donne :  $\lambda = \frac{h}{m_e v}$  avec  $m_e$  la masse d'un électron et v la vitesse des électrons.

Avec le théorème de l'énergie mécanique on a :  $\frac{1}{2} m_e v^2 = eV$  avec V la tension que l'on applique. Ainsi :  $v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$ . Donc  $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e V}}$

$$\text{Au final, on a : } 2d \sin(\frac{\theta}{2}) = n \frac{h}{\sqrt{2m_e V}}$$

$$\text{On trace } \sin(\frac{\theta}{2}) = f(\frac{1}{V})$$

Notre plus grosse source d'incertitude est la lecture à la règle. On va avoir 2 anneaux donc deux ordres. On trace la droite pour les deux. Pour avoir d on fait la moyenne des 2. L'incertitude finale sera donc :  $u(d_{moy}) = \frac{u(d_1)}{\sqrt{2}}$

On a des incertitudes énormes. Il faut penser à également faire une incertitude sur l'abscisse également.