Physique-Chimie

Module No 27

Vitesse de propagation de la lumière
Lumière et mesure de distance

Objectifs pédagogiques

- Propriétés de la lumière
- Diverses méthodes pour mesurer la distance

Plan

- Propagation rectiligne de la lumière
- Vitesse de la lumière
- Méthode de visée
- Méthode de triangulation
- Diamètre apparent
- L'écho

Propagation rectiligne de la lumière

- Dans un milieu **homogène et transparent**, la lumière se propage en ligne droite
- Le trajet de la lumière entre deux points est un rayon lumineux

Vitesse de la lumière

- On a longtemps cru à une vitesse infinie
- Galilée a mis en doute ce principe
- Le danois Romer a effectué une première mesure en 1776

- C=300 000 km/s

- L'année lumière est la distance parcourue par la lumière dans le vide en un an
- $=9,46*10^{15}$

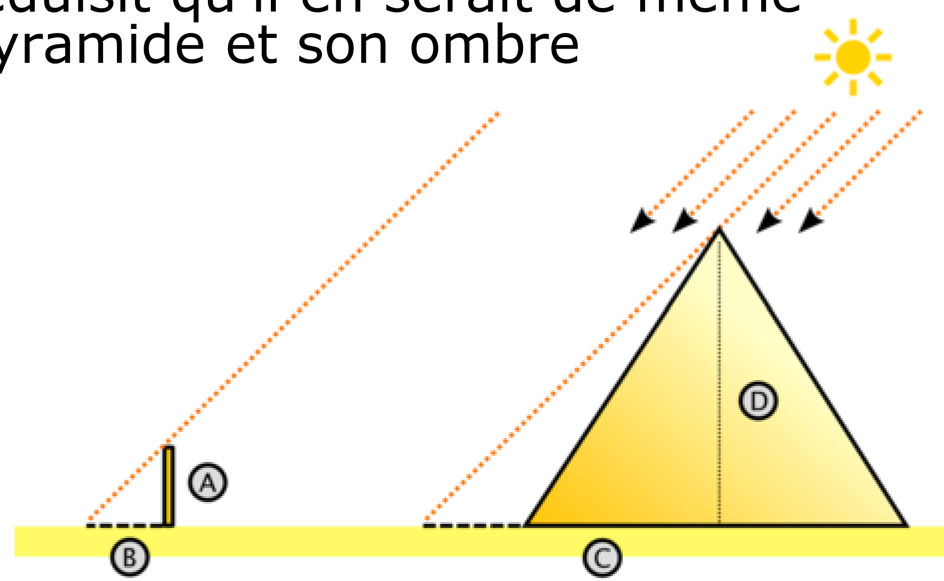
Voir loin, c'est voir dans le passé

- Syrius, étoile la plus proche : 8,1 * 10^{13} km
- Soit 8,6 a.l.
- Nous ne saurons que cette étoile s'éteint que 8,6 années plus tard.

Méthode de visée : hauteur d'une pyramide

Méthode de visée : hauteur d'une pyramide

- Méthode de Thalès : Thalès entreprit donc une mesure des pyramides, dont le principe repose sur le concept de triangles semblables et de proportionnalité.
- Thalès remarqua qu'à cette époque de l'année, à midi, l'ombre portée d'un homme ou d'un bâton égalait la taille de l'homme ou la longueur du bâton.
- Les rayons de soleil pouvant être supposés parallèles, Thalès en déduisit qu'il en serait de même pour la hauteur de la pyramide et son ombre projetée



Méthode de visée : hauteur d'une pyramide

Application numérique

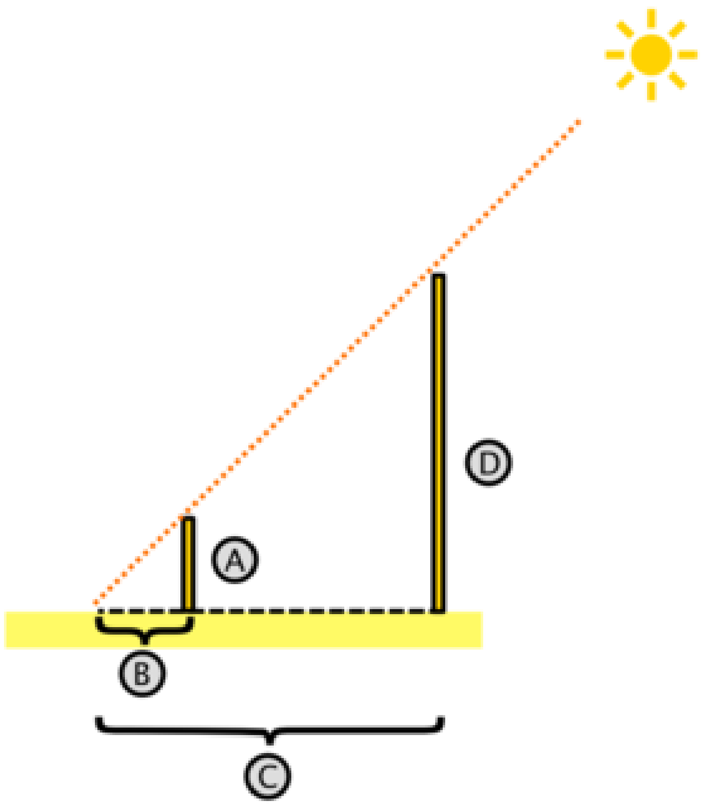
La pyramide a une base carrée de 232 mètres de côté. On divise cette valeur par deux (116 mètres) et on ajoute la longueur de l'ombre de la pyramide. Admettons que cette ombre soit de 40 mètres. On obtient alors la longueur du segment C (voir figure ci-contre), soit 156 mètres dans notre exemple.

On fait de même avec un bâton de 2 mètres (segment A). On mesure l'ombre dont la longueur est de 2,13 mètres (segment B). Il suffit maintenant d'appliquer le théorème de Thalès avec *x* la hauteur de la pyramide (soit la longueur du segment D sur la figure) :

$$\frac{x}{156} = \frac{2}{2,13}$$

On peut résoudre ce rapport et on obtient :

$$x = \frac{2 \cdot 156}{2,13} \approx 146 \text{ mètres}$$



Méthode de visée : hauteur d’un arbre

- Un bâton vertical de 1 m a une ombre portée de 1,5 m.
- Quelle est la hauteur d’un arbre dont l’ombre au même instant vaut 3,0 m ?

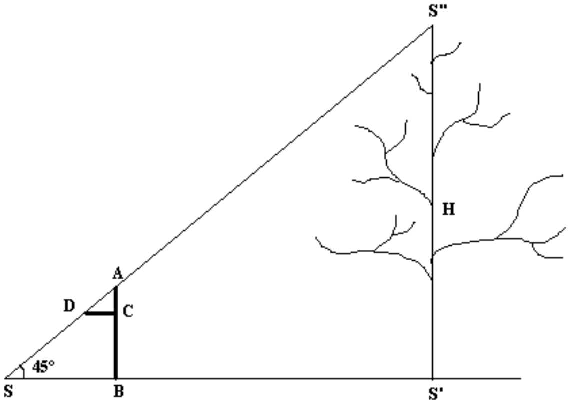
Exercice

Méthode de visée : hauteur d'un arbre

- Un bâton vertical de 1 m a une ombre portée de 1,5 m.
- Quelle est la hauteur d'un arbre dont l'ombre au même instant vaut 3,0 m ?

$$\frac{S'S''}{AB} = \frac{SS'}{SB}$$

$$S'S'' = \frac{3*1}{1,5} = 2m$$



Méthode de parallaxe ou triangulation

- Cette méthode permet de déterminer la distance séparant un point d'un autre point difficile d'accès (un phare ou une étoile)
- Angle A + angle B + angle C = 180°

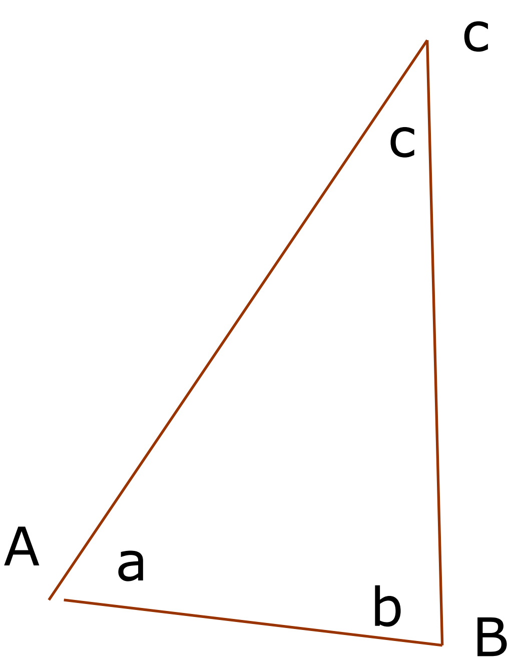
$$\frac{AB}{\sin c} = \frac{BC}{\sin a} = \frac{AC}{\sin b}$$

$$\frac{\sin b}{AC} = \frac{\sin c}{AB} = \frac{\sin(180° - b - a)}{AB}$$

$$AC = \frac{\sin b}{\sin(180° - b - a)} AB$$

$$AC = \frac{\sin 87°}{\sin 13°} * 35$$

$$AC = 155 \ m$$



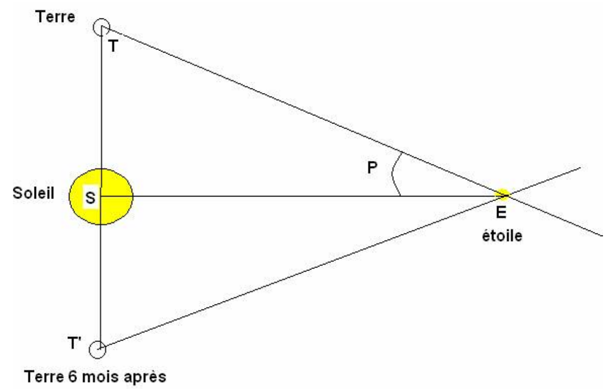
- AB=35
- A=80°
- B=87°

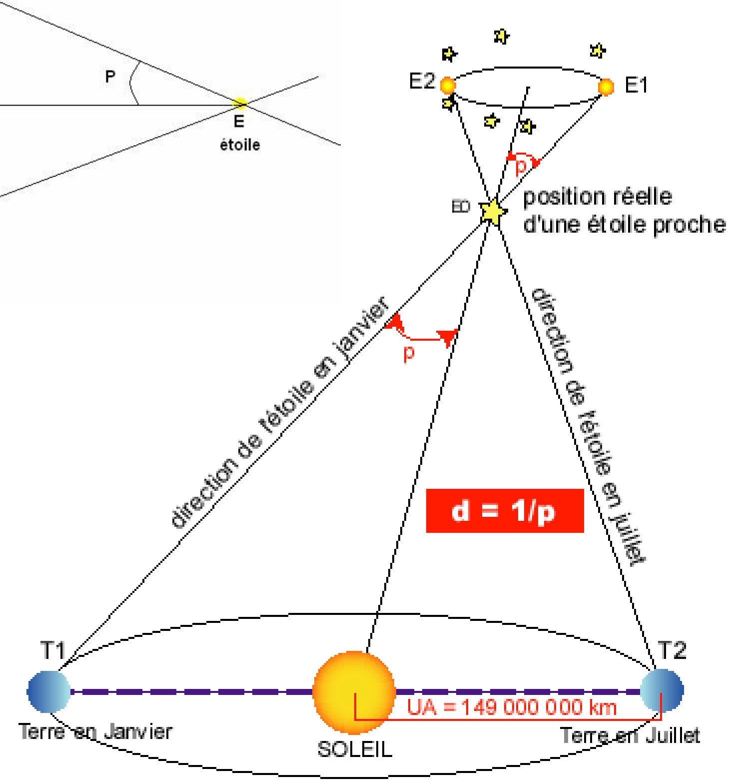
Mesure de la distance des étoiles proches

- La parallaxe p d’une étoile est égale à la moitié de l’angle entre deux visées effectuées à six mois d’intervalle.
- La formule de la tangente dans le triangle rectangle permet de calculer la distance D qui sépare l’étoile du Soleil

$$D = \frac{R}{\tan(p)}$$

- R est la distance Terre-Soleil en m $R=1{,}5*10^{11}$ m
- P est la parallaxe exprimée en degrés
- D est en m.

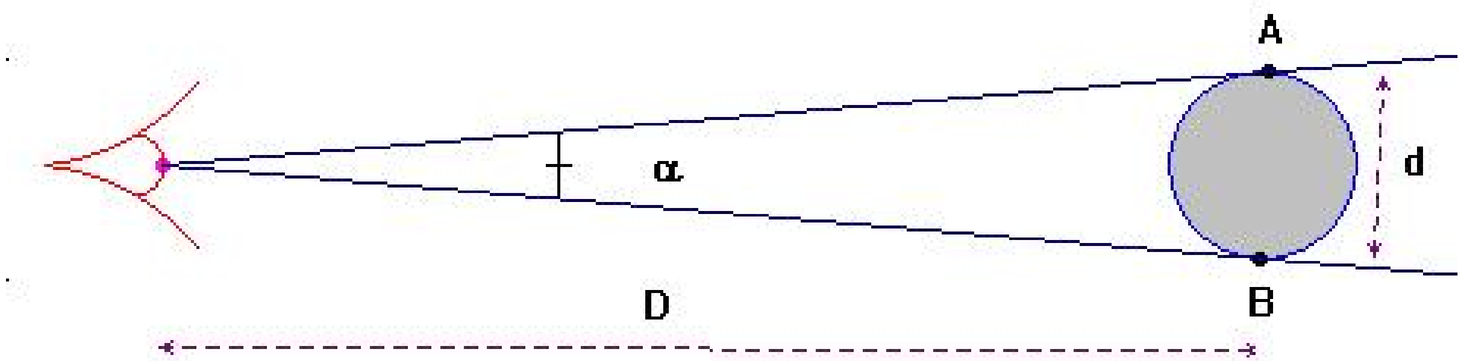




Diamètre apparent

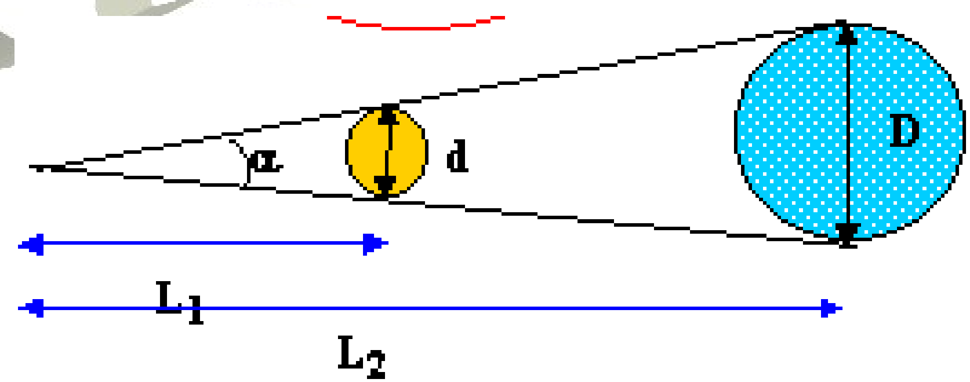
- On appelle angle apparent ou diamètre apparent l'angle α sous lequel on voit l'objet.
- En considérant que l'angle en B est droit (l'angle α est petit) on a :

$$\tan(\alpha) = \frac{Diamètre\ de\ l'objet}{dis\tan ce\ objet\ observateur}$$



Exercice

- Lors d'une éclipse de soleil, la lune vient cacher le Soleil.
- Les deux astres ont le même diamètre apparent
- Calculer le diamètre d de la lune sachant que :
- TL (L1)= $3{,}844*10^5$km
- TS (L2)= $1{,}496*10^8$ km
- α=0,53°



Exercice

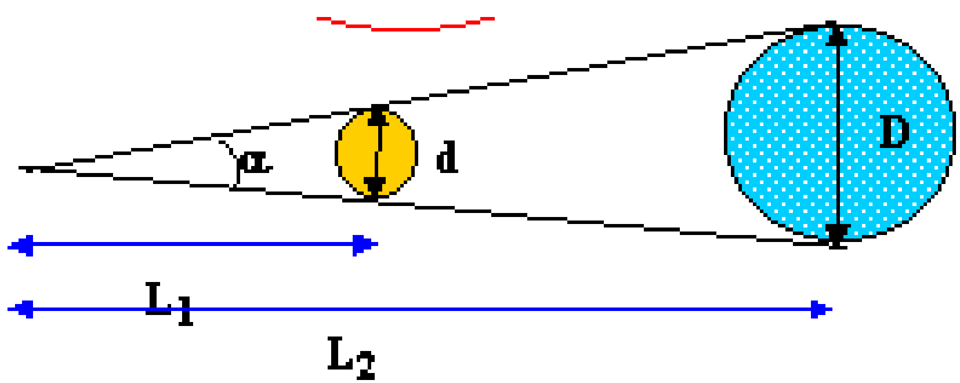
- Lors d’une éclipse de soleil, la lune vient cacher le Soleil.
- Les deux astres ont le même diamètre apparent
- Calculer le diamètre d de la lune sachant que :
- TL (L1)= $3,844*10^5$km
- TS (L2)= $1,496*10^8$ km
- α=0,53°

$$\tan(\alpha) = \frac{d}{TL} = \frac{D}{TS}$$

$$d = \tan(\alpha) * TL$$

$$d = \tan(0,53) * 3,844 * 10^{5}$$

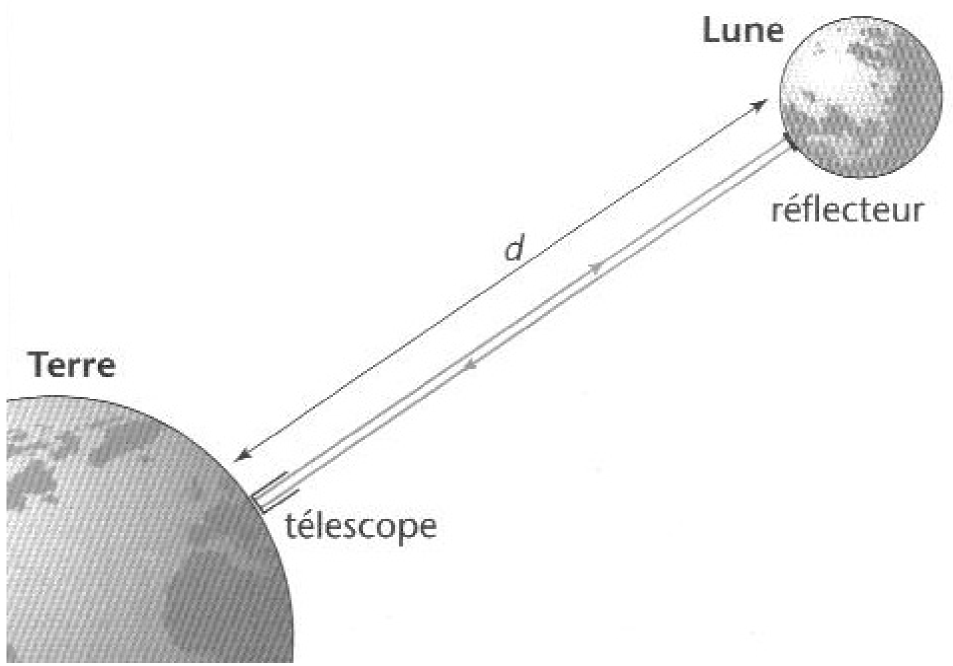
$$d = 3,55 * 10^{3}\ km$$



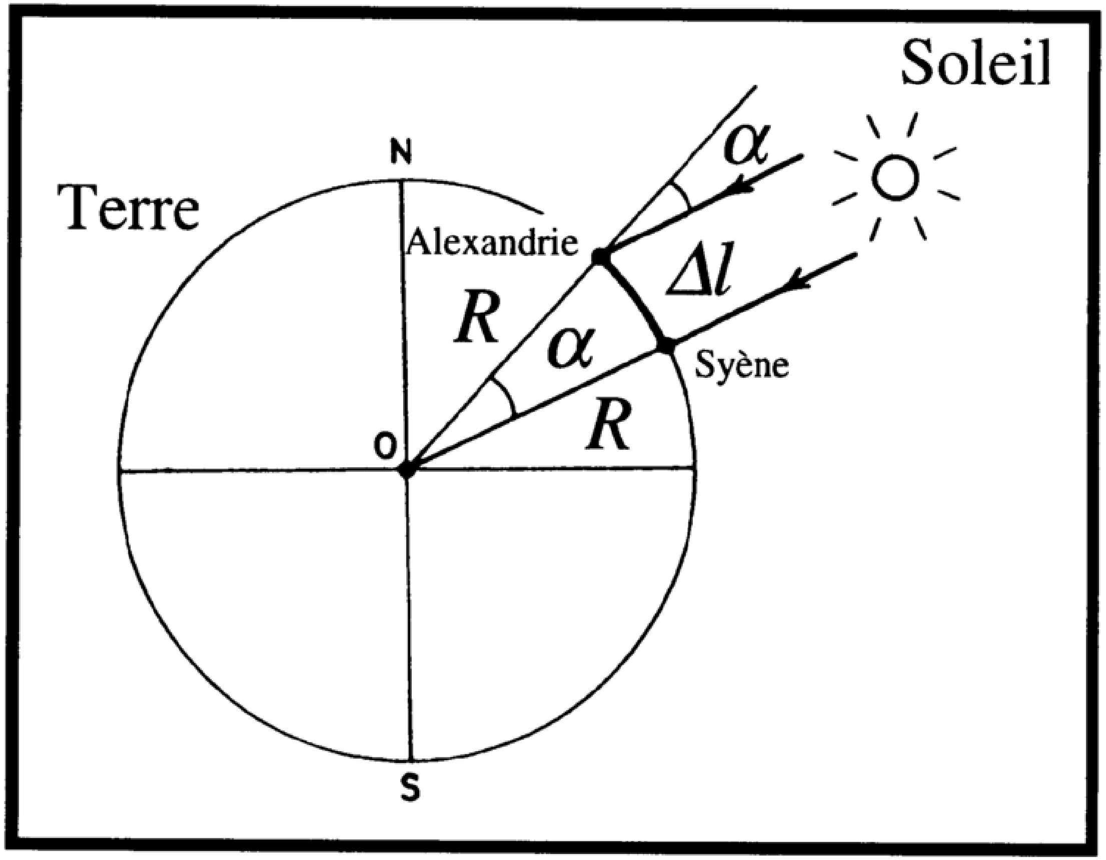
Echo

- Un sonar ou un laser envoie un signal qui va réfléchir sur un obstacle.
- Au bout d'un temps t on reçoit l 'écho.
- Si v désigne la vitesse du signal (son, lumière) dans le milieu ou il se déplace (vide, air, eau), d la distance sonar/laser-obstacle et t le temps mis par le signal pour effectuer l'aller-retour

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



Mesure du rayon de la terre par Eratosthène



Exercices

- Exercice 4
- Exercice 5

Avons-nous atteint nos objectifs ?

- Propriétés de la lumière
- **Trajectoire rectiligne et vitesse**
- Diverses méthodes pour mesurer la distance
- **Visée, triangulation, parallaxe, diamètre apparent, écho**