

Physique – Chimie	LA LUMIERE ET SA VITESSE	Chap. 12
4 ^{ème}	THEME 1 : DES SIGNAUX POUR OBSERVER ET COMMUNIQUER	

4-phych-CHP12-lumiere

Attendu de fin de cycle : Caractériser différents types de signaux (lumineux, sonores, radio...). Utiliser leurs propriétés.

Je sais que :

	A	NA
→ La lumière se propage en ligne droite dans un milieu transparent (propagation rectiligne).		
→ La lumière se propage dans le vide à la vitesse de $300\,000\text{ km/s} = 3 \times 10^8\text{ km/s}$.		
→ Les sources primaires de lumière produisent la lumière qu'elles émettent.		
→ Les objets diffusants renvoient une partie de la lumière qu'ils reçoivent.		
→ Un rayon lumineux est modélisé par un segment fléché indiquant le sens de propagation.		

Je suis capable de :

→ Calculer des distances à partir de signaux lumineux.		
→ Utiliser l'unité « année lumière » comme unité de distance.		

A : capacité Acquise et NA : capacité Non Acquise

I- Activité documentaire : la vitesse de la lumière :

Durant des siècles, les scientifiques ont cherché à déterminer la vitesse de propagation de la lumière.

Document : Les mesures de la vitesse de la lumière au cours des siècles

Alhazen, au X^e siècle, a le premier l'intuition que la lumière se propage avec une certaine vitesse, très grande. Mais il faut attendre Galilée, au XVII^e siècle, pour que débutent les premières expérimentations.

XVII^e siècle

Galilée: En mesurant le temps que met la lumière pour faire l'aller-retour, je vais calculer sa vitesse puisque je connais la distance.

Et oui, en utilisant la formule $v = \frac{d}{t}$!

Je m'y arrive pas ! La lumière va beaucoup trop vite.

Ole Römer: Mes observations des satellites de Jupiter me permettent d'affirmer qu'il doit être possible de calculer la vitesse de la lumière.

XIX^e siècle

Hippolyte Fizeau: J'ai réussi à calculer la vitesse de la lumière dans l'air ! Elle est aux alentours de $315\,300\text{ km/s}$.

Léon Foucault: J'observe que la lumière ne se déplace pas à la même vitesse dans tous les milieux transparents : dans l'eau, elle se propage à $225\,400\text{ km/s}$.

XX^e siècle

Albert Einstein: L'avancée des technologies nous permet aujourd'hui de connaître précisément la vitesse de la lumière: $299\,792,5\text{ km/s}$ soit $300\,000\text{ km/s}$.

Et selon ma théorie, aucune vitesse ne pourrait dépasser celle de la lumière dans le vide !

- 1- Qui a, le premier, tenté de déterminer la vitesse de la lumière ? Expliquer le principe de la mesure.
- 2- La vitesse varie-t-elle en fonction des milieux ?
- 3- Quelle formule est utilisée pour calculer la vitesse de la lumière ?
- 4- Calculer le temps mis par la lumière pour effectuer l'aller-retour entre les deux lanternes.
- 5- Pourquoi Galilée n'a-t-il pas réussi à déterminer la vitesse de la lumière ?
- 6- Quelle valeur a-t-on retenu pour la vitesse de la lumière ?
Donner la valeur en m/s en utilisant la notation scientifique ?

II- Problème : distance Terre-Lune :

Doc 1 : Réflexion de la lumière par un miroir

Un miroir est une plaque de verre recouverte d'une fine couche de métal (argent, étain ou aluminium) qui réfléchit la lumière. Ainsi, lorsqu'un faisceau de lumière, comme celui d'un laser, arrive sur un miroir, il est renvoyé dans une seule direction : c'est pour cela que l'on dit que le faisceau est « réfléchi ».

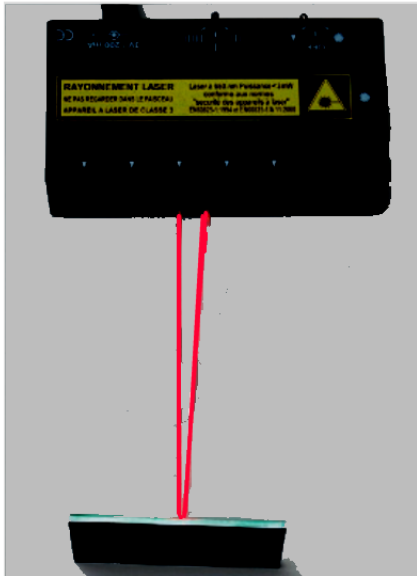


Fig. 1 :
Le miroir réfléchit la lumière du laser.

Doc 2 : Réflecteurs lunaires

Entre 1969 et 1973, des réflecteurs lunaires ont été déposés sur la Lune par les missions spatiales américaines et russes qui ont exploré notre satellite.

Le rôle de ces « miroirs » est de réfléchir la lumière d'un faisceau laser émis depuis la Terre pour la renvoyer à son point de départ.

En les utilisant, les scientifiques ont ainsi pu déterminer que la Lune s'éloigne de la Terre de 3,8 cm par an. Cette modification de distance a des répercussions notamment sur les marées des mers et des océans.

Les cinq réflecteurs déposés sur la Lune sont encore utilisés aujourd'hui. Le plus grand d'entre eux est un rectangle mesurant 1 m × 0,6 m.

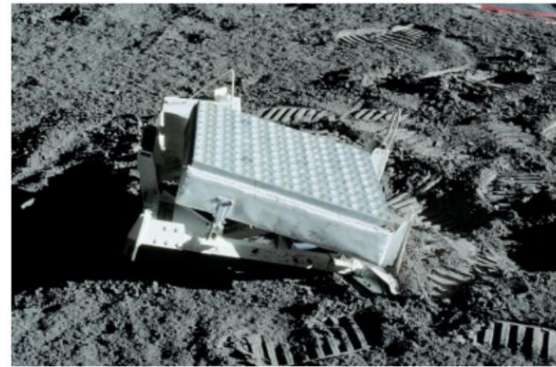


Fig. 2 : Un réflecteur lunaire.

Doc 3 : Les tirs laser

Des tirs laser sont régulièrement effectués à travers le monde. En France, c'est depuis l'Observatoire de la Côte d'Azur qu'ils sont réalisés : un puissant laser émet alors un signal lumineux en direction de la Lune. Grâce à un traitement informatique de ce signal, on sait que la lumière met 2,56 secondes pour revenir à son point de départ.



Fig. 3 : Un tir laser depuis la Terre.

Problématique :

Déterminer la distance Terre-Lune en expliquant la méthode.

BILAN

I- La vitesse de la lumière :

- Les expériences permettant de déterminer la vitesse de la lumière sont basées sur la formule :

$$\text{en km/s} \rightarrow \text{vitesse (v)} = \frac{\text{distance (d)} \leftarrow \text{en km}}{\text{temps (t)} \leftarrow \text{en s}}$$

- La lumière se propage dans les **milieux transparents**. Sa vitesse varie selon le milieu : dans l'**air** et le **vide**, elle est approximativement de **300 000 km/s**, soit **3×10^8 m/s** ; dans l'eau, elle atteint environ 225 500 km/s.

Remarque Aucune valeur de vitesse ne peut dépasser celle de la lumière dans le vide.



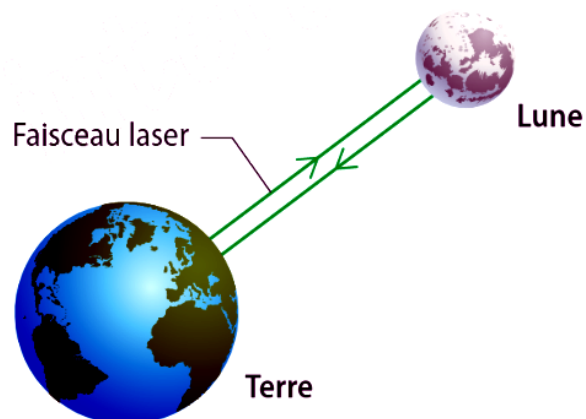
Galilée a compris que la vitesse de la lumière dans l'air était bien trop grande pour être mesurée à son époque.

II- Calcul d'une distance avec la lumière :

- Les **signaux lumineux** peuvent être utilisés pour mesurer des distances.
- Le signal émis **se propage et se réfléchit**, sur un miroir par exemple, pour revenir à son point de départ.
- Connaissant la vitesse et le temps de propagation du signal lumineux, on peut calculer la distance parcourue :

$$\text{distance} = \text{vitesse} \times \text{temps}$$

Attention : Le temps mesuré correspond au temps mis par le signal pour **effectuer l'aller et le retour**.



Le temps mis par la lumière pour aller de la Terre à la Lune est $\frac{2,56}{2} = 1,28$ s.

On calcule la distance Terre-Lune :
 $d = 300\,000 \times 1,28 = 384\,000$ km

EXERCICES

I- Mesure de la vitesse de la lumière :

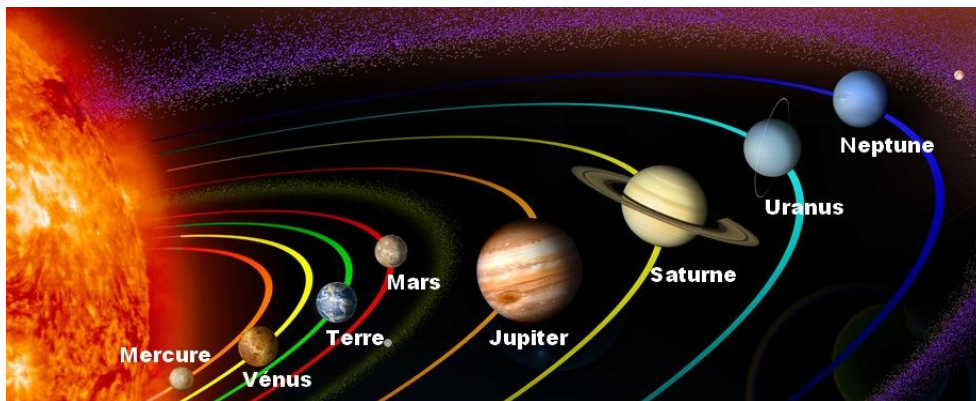
En 2005, les scientifiques ont reproduit l'expérience d'Hyppolite Fizeau, physicien et astronome français qui, en 1849, détermine la vitesse de la lumière. La méthode consiste à émettre, depuis l'Observatoire de Paris, un tir laser dont la lumière se réfléchit sur des miroirs placés à Montmartre, à 5,4 km de là. Le signal met alors 36 microsecondes pour revenir à son point de départ.



Donnée : 1 microseconde = $1 \mu s = 1 \times 10^{-6} s$

Question : Déterminer la vitesse de la lumière.

II- La lumière dans le Système solaire :



- 1- La Lumière du Soleil met 8 min 20 s pour atteindre la Terre.
Calculer la distance Soleil-Terre.
- 2- Neptune est située à 4,5 milliards de kilomètres du Soleil et Mercure à 58 millions de kilomètres.
Calculer le temps que met la lumière du Soleil pour atteindre Neptune et Mercure.