

Introduction à la spectroscopie, les raies de Fraunhofer à portée de main

Description de l'activité : Mieux appréhender l'analyse de la lumière par spectroscopie.

Situation déclenchante :

La décomposition de la lumière par un prisme de verre est connue depuis l'antiquité, Newton la réalisa avec un prisme en 1666. Snell et Descartes avaient quand à eux expliqué le principe de la réfraction entre 1621 et 1637.

En 1814, Fraunhofer, en étudiant le spectre du Soleil à l'aide d'un réseau de diffraction, observa les raies noires d'absorption qui portent son nom. L'image ci-dessous, présente ces fameuses raies observées à l'aide du satellite SoHo.



source : http://bass2000.obspm.fr/solar_spect.php

Problème : Comment s'y prendre pour réaliser la décomposition de la lumière ?

Étapes : Cette fiche présente une démarche en deux étapes pour montrer la décomposition de la lumière au labo mais aussi de réaliser son propre spectroscopie simplement.

Compétences/capacités

<u>Compétence(s)</u> : Pratiquer la démarche expérimentale
<u>Capacités/attitudes</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Suivre un protocole expérimental - Faire preuve d'autonomie

Prérequis

<u>Notions</u>	<u>Logiciels/équipement</u>
<ul style="list-style-type: none"> - être capable de réaliser un spectre à l'aide d'un prisme. - Connaître l'origine de la connaissance de la composition chimique du Soleil. - Fabriquer un spectroscopie à main simple et pas cher. 	<ul style="list-style-type: none"> - Divers matériels permettant de réaliser des expériences sur la décomposition de la lumière. - Un CD, des ciseaux, du scotch large et un tube en carton (emballage de pipette jaugée par exemple)
<u>Niveau Technique</u> : initiation	
<u>Niveau</u> : collègue – lycée	

Un petit historique rapide :

La décomposition de la lumière par un prisme de verre est connue depuis l'antiquité, Newton la réalisa avec un prisme en 1666. Snell et Descartes avaient quand à eux expliqué le principe de la réfraction entre 1621 et 1637.

En 1814, Fraunhofer, en étudiant le spectre du Soleil à l'aide d'un réseau de diffraction, observa les raies noires d'absorption qui portent son nom.

En 1835, Auguste Comte, dans son cours de philosophie, cite :

“Nous ne saurons jamais étudier, par aucun moyen la composition chimique des étoiles”.

Il ne faudra que quelques années pour contredire cette affirmation. En effet, en 1859, **Kirchhoff et Bunsen** ont étudié les spectres d'émission et d'absorption de corps solide, liquide ou gazeux et montré que ces spectres sont soumis à des lois dites de Kirchhoff énoncées ci-dessous :

1. Un gaz à pression élevée, un liquide ou un solide, s'ils sont chauffés, émettent un rayonnement dit thermique dont le spectre est continu et contient toutes les longueurs d'onde.
2. Un gaz chaud, à basse pression, émet un rayonnement uniquement pour certaines longueurs d'onde bien spécifiques : le spectre de ce gaz présente des raies d'émission.
3. Un gaz froid, à basse pression, s'il est situé entre l'observateur et une source de rayonnement continu, absorbe à certaines longueurs d'onde, produisant ainsi des raies (ou bandes) d'absorption dans le spectre continu. Ces longueurs d'onde sont celles qu'il émettrait s'il était chaud.

Ces trois lois sont d'une importance capitale en astronomie puisqu'elles permettent d'analyser la lumière qui est le seul vecteur d'informations que nous ayons pour ausculter les objets célestes qui nous entourent.

Remarque : Seule la physique quantique permettra de comprendre l'origine des spectres d'émission et d'absorption de raies.

L'analyse de la Lumière du Soleil permet de déterminer la composition, la température de surface, la vitesse de rotation et même le rayon.

L'objectif de cette fiche est de mettre en évidence, le principe de la décomposition de la lumière par des méthodes classiques, de fabriquer un spectroscopie à main à moindre frais

La lumière blanche est constituée d'une infinité de radiations lumineuses dont les longueurs d'onde sont comprises entre 3900 Å pour le violet et 7800 Å pour le rouge.

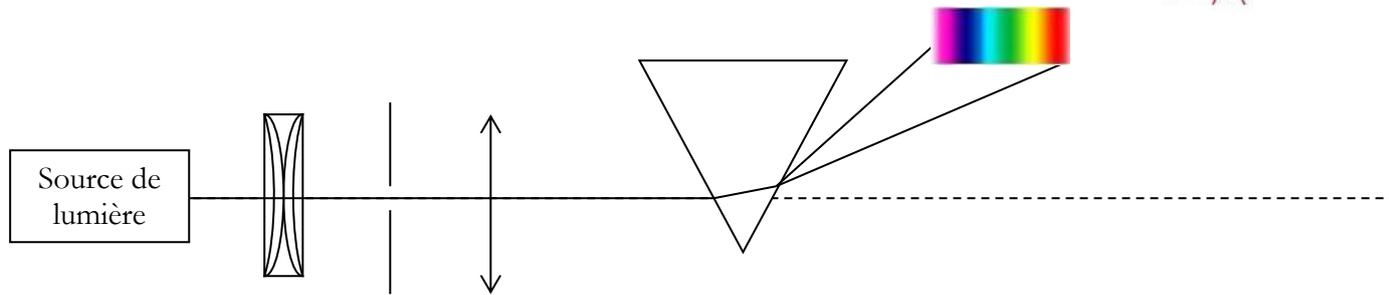
Notre œil présente une sensibilité maximale autour de 5800 Å qui correspond à la longueur d'onde correspondante au maximum d'intensité lumineuse du Soleil (5000 Å d'après la loi de Wien).

C'est ce que l'on appelle la lumière visible car elle est détectée par nos yeux. L'une des raisons vient du fait que nous habitons sur une planète éclairée par un Soleil qui reste une étoile moyennement chaude. C'est par une étude du spectre de la lumière solaire que nous pouvons arriver à ces conclusions.

Remarque : comme vous avez pu le lire dans les lignes ci-dessus les longueurs d'onde ne sont pas données en nm comme il est d'usage car en spectroscopie, les longueurs d'onde sont données en Angstrom de symbole Å qui correspond à 10^{-10} m.

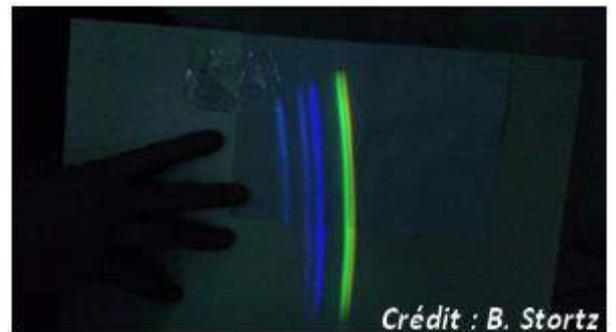
1- Décomposition par un prisme.

Pour réaliser cette opération, il vous faut une source de lumière, un condenseur, une fente fine réglable, une lentille convergente ($f' = 125$ mm) et un prisme en verre (ou en quartz si vous voulez pouvoir observer des UV).



- Disposer le condenseur de manière à éclairer uniformément la fente.
- Placer la lentille devant la fente de manière à faire une image de la fente à l'infini pour cela placer la lentille à la distance focale de la fente et observer une image nette sur un mur.
- Introduire sur le trajet de la lumière le prisme et observer le spectre dans une direction décalée par rapport à l'axe optique de la lentille.

Remarque : avec une lampe à vapeur de Mercure, on peut mettre en évidence les raies d'émissions U.V. à l'aide d'une feuille de papier, d'un papier bristol ou comme en boîte de nuit un tee-shirt en coton blanc.



2- Décomposition par un réseau.

Il suffit de remplacer le prisme par un réseau pour obtenir le spectre de la source de lumière.

3- Fabrication d'un spectroscopie à main.

Comme dans les deux expériences précédentes, il nous faut une fente et un réseau. Pour cela, vous devez réunir le matériel suivant :

- Une vieux CD,
- Un rouleau de gros scotch de déménagement,
- du scotch noir,
- Un tube en carton (emballage de pipette jaugée sera parfait, on en a plein les labos.),
- Une paire de ciseaux et une feuille cartonnée.



Etape 1: Enlever la pellicule réfléchissante du CD, pour cela gratter la pellicule légèrement puis appliquer le gros scotch dessus et le retirer énergiquement :



Suivant les CD cela marche plus ou moins bien si cela ne vient pas tout seul changer de CD.

Attention, si le CD apparaît bleuté comme sur la photo ci-contre, il faut en prendre un autre sinon il filtrera....

Étape 2 : mise en place des différents éléments.

Avec une paire de Ciseaux, découper un cercle dans le CD de la taille du tube en carton que vous avez. Ce sera votre réseau.

L'écartement entre les sillons est de $1,5 \mu\text{m}$, cela vous fait donc un réseau de 650 traits/mm environ.



A l'aide du scotch noir, fixe le réseau sur le tube.



Dans la feuille cartonnée, découper un cercle du diamètre du tube, puis avec un cutter ou mieux une scie (type Dremel) réaliser une fente fine au milieu du cercle. Ce sera votre fente.

Remarque : On peut aussi améliorer le système en faisant une fente avec des lames de taille-crayons.

La dernière opération, la plus délicate est l'orientation de la fente par rapport au réseau.

Pour cela, placer votre œil côté réseau et orienter le tube en direction d'une source de lumière. Faites pivoter la fente jusqu'à ce que vous observiez le spectre de part et d'autre de la fente.

A l'aide du scotch noir, fixer la fente sur le tube, le spectroscopie est prêt.



Tourner le vers les tubes néons au dessus de vous et observer.



Le mieux est encore de les orienter vers le ciel bleu (attention, pas le soleil directement) pour voir apparaître les fameuses raies d'absorption de Fraunhofer.....

Attention, il faut avoir l'œil.....mais on les voit....



Prolongements et exploitation possible :

- Observer les différents types de lampes afin de la classer entre corps chauds et gaz basse pression.

Sujets Connexes :

- Réaliser des spectres avec un Star Analyser et les exploiter sous Audela.