

Wilhelm Wien
1864-1928

PARTIE 1 : Couleurs & Images



TP 3 : SOURCES DE LUMIERE COLOREE

I . Emission de lumière d'origine thermique

1 . Protocole expérimental

- Brancher une lampe à filament de tension nominale 12 V aux bornes d'un générateur de tension continue réglée sur 12 V.
- Placer un rhéostat (résistance variable) en série dans le circuit.
- Placer un ampèremètre dans le circuit afin de mesurer l'intensité du courant électrique qui circule dans le filament de la lampe.

2 . Observations - interprétations

Questions

a . Comment la température du filament de la lampe varie lorsque l'intensité du courant dans le circuit augmente ?

b . Déplacer le curseur du rhéostat afin de faire varier l'intensité du courant dans le filament. Observez la couleur du filament de la lampe pour des intensités du courant différentes et compléter le tableau ci-dessous :

Température	« Faible »	« Moyenne »	« Forte »
Couleur du filament			

c . A l'aide du spectroscope, observer le spectre de la lumière émise par le filament. Que constate-t-on ?

3 . Corps noir et lumière blanche

Un corps noir est un objet théorique qui absorberait toutes les radiations qu'il reçoit en n'en réfléchissant aucune et qui émet toutes les longueurs d'onde quand il est chauffé. Le spectre de la lumière émise par un tel corps serait continu et ne dépendrait donc que de sa température.

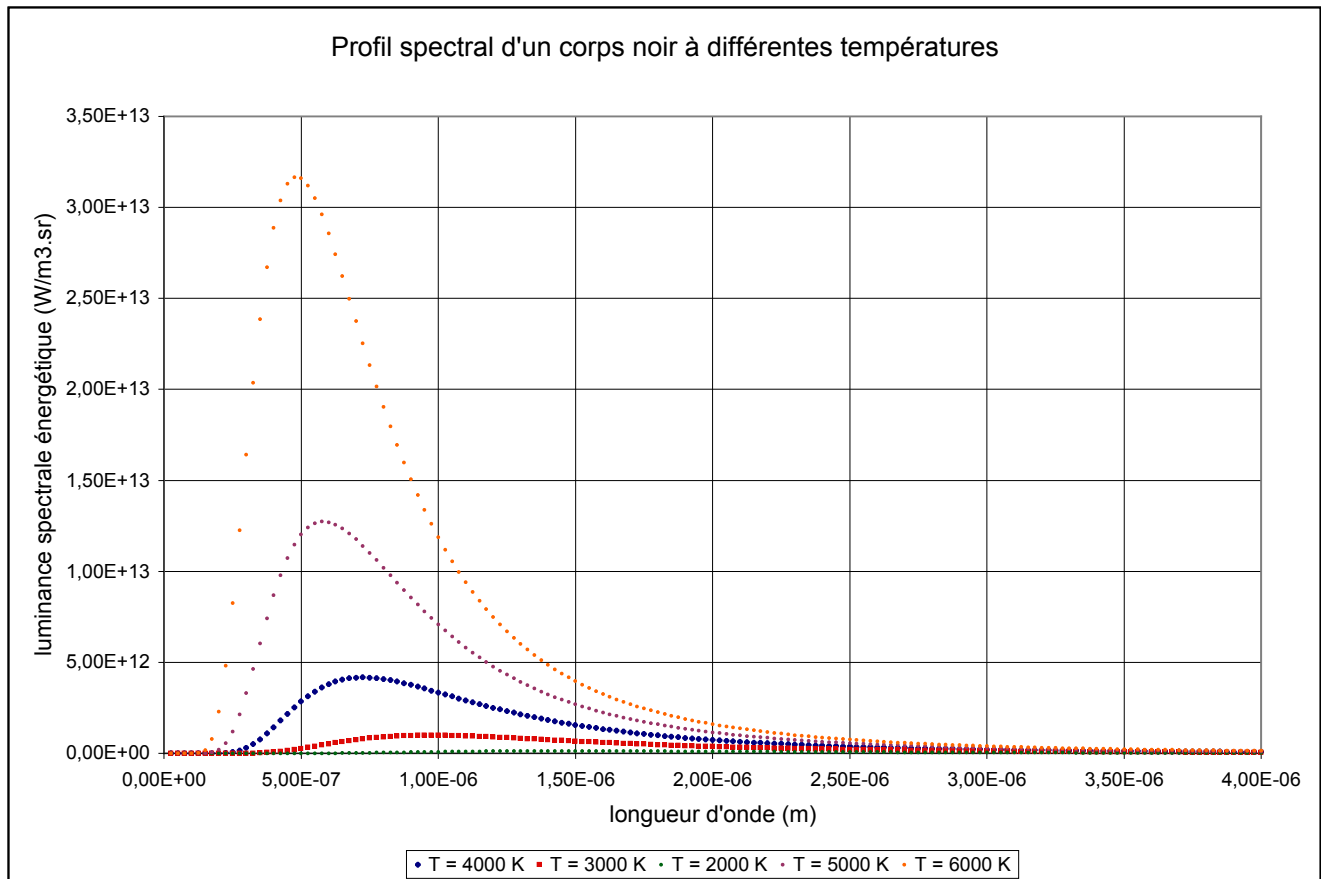
L'objet réel qui se rapproche le plus de ce modèle théorique est une enceinte fermée (four) maintenue à température constante et percée d'une toute petite ouverture. Tout rayon incident pénétrant dans ce type d'enceinte ne peut « espérer » en ressortir qu'après un grand nombre de réflexions sur les parois internes de l'enceinte. Si celles-ci sont assez absorbantes, on comprend que ce type d'objet puisse absorber la totalité du rayonnement incident.

C'est en utilisant un four que le physicien allemand **Wilhelm Wien** met en évidence la loi empirique qui porte son nom. Cette loi montre que la longueur d'onde λ_{\max} de la radiation la plus lumineuse émise par un corps noir est inversement proportionnelle à la température du corps noir :

$$\lambda_{\max} \cdot T = K$$

avec : $K = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$

Le graphique ci-dessous représente la densité spectrale de puissance d'un corps noir en fonction de λ à 5 températures différentes :



Questions

a . Certains ouvrages de physique parlent de « loi de déplacement de Wien ». Donner un énoncé de la loi de déplacement de Wien en précisant quelle est la grandeur physique qui se « déplace ».

Le rayonnement thermique de certains corps (les étoiles, le fil d'une lampe à incandescence, le corps humain, la surface de la Terre ou de la Lune, la lave en fusion...etc) est comparable à celui d'un corps noir. Connaissant la longueur d'onde λ_{\max} à laquelle ils émettent le maximum d'intensité lumineuse, on peut déterminer leur température T et inversement.

b . Déterminer la longueur d'onde λ_{\max} correspondant au pic d'émission lumineuse du filament de tungstène d'une lampe. Ce pic se situe-t-il dans le visible ?

Donnée : Dans une lampe classique, le filament de tungstène est porté à une température d'environ 2500 °C.

c . Le tungstène est utilisé dans les lampes parcequ'il est le métal dont la température de fusion est la plus élevée (3422 °C). La lumière émise par une lampe à filament peut-elle avoir le même profil spectral que la lumière solaire ?

II . Emission de lumière d'origine atomique

1 . Protocole expérimental

A l'aide d'un spectroscope, observer le spectre d'émission de la lampe spectrale à vapeur de mercure puis celui de la lampe spectrale à vapeur de sodium.

2 . Observations - interprétation

Questions

- Comment nomme-t-on ce type de spectre ?
- Noter les couleurs des raies les plus brillantes et donner approximativement leurs longueurs d'onde en complétant le schéma annexe.
- Tracer l'allure du profil spectral de chaque lampe (le profil spectral représente l'intensité relative de la lumière émise par la lampe en fonction de la longueur d'onde du rayonnement émis).
- En comparant les spectres d'origine thermique et les spectres d'origine atomique, donner une différence majeure entre les deux types d'émission de lumière observés.

III . Absorption de lumière par un atome

Dans une lampe spectrale, un gaz d'atomes sous basse pression émet de la lumière s'il est parcouru par un courant électrique. Le spectre de la lumière émise est discontinu : c'est un spectre de raies, caractéristique de l'atome émetteur de lumière.

Le physicien allemand Kirchhoff eut l'idée d'éclairer une flamme contenant des atomes de mercure avec une source de lumière blanche. Il concentra la lumière à la sortie de la flamme à l'aide d'une lentille convergente, et plaça derrière une fente un prisme afin d'observer le spectre de la lumière traversant la flamme. Kirchhoff obtint alors le spectre « en négatif » de celui obtenu au II.

Il en déduisit que les raies sombres sur le spectre continu correspondaient à la lumière absorbée par le mercure, et appela ce spectre le spectre d'absorption du mercure. Il fit de même pour le sodium, pour lequel il n'obtint qu'une seule radiation absorbée pour 580 nm. Il généralisa ce résultat pour tous les autres atomes.

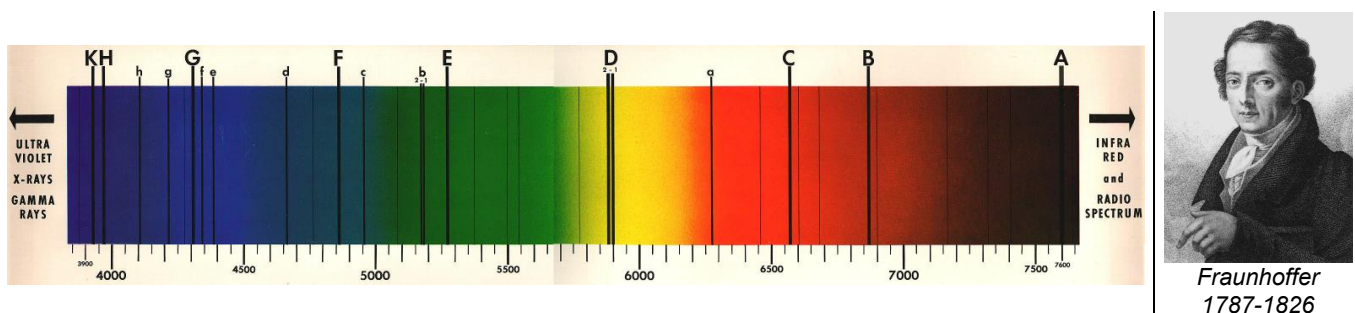
Questions

- Comment nomme-t-on ce type de spectre ?
- Représenter ces spectres en complétant le schéma annexe.
- Compléter la phrase suivante :

L'absorption de lumière par un atome se fait pour les mêmes que l'émission de lumière par cet atome.

Un atome ne peut que les radiations qu'il est capable

IV . Spectre de Fraunhofer

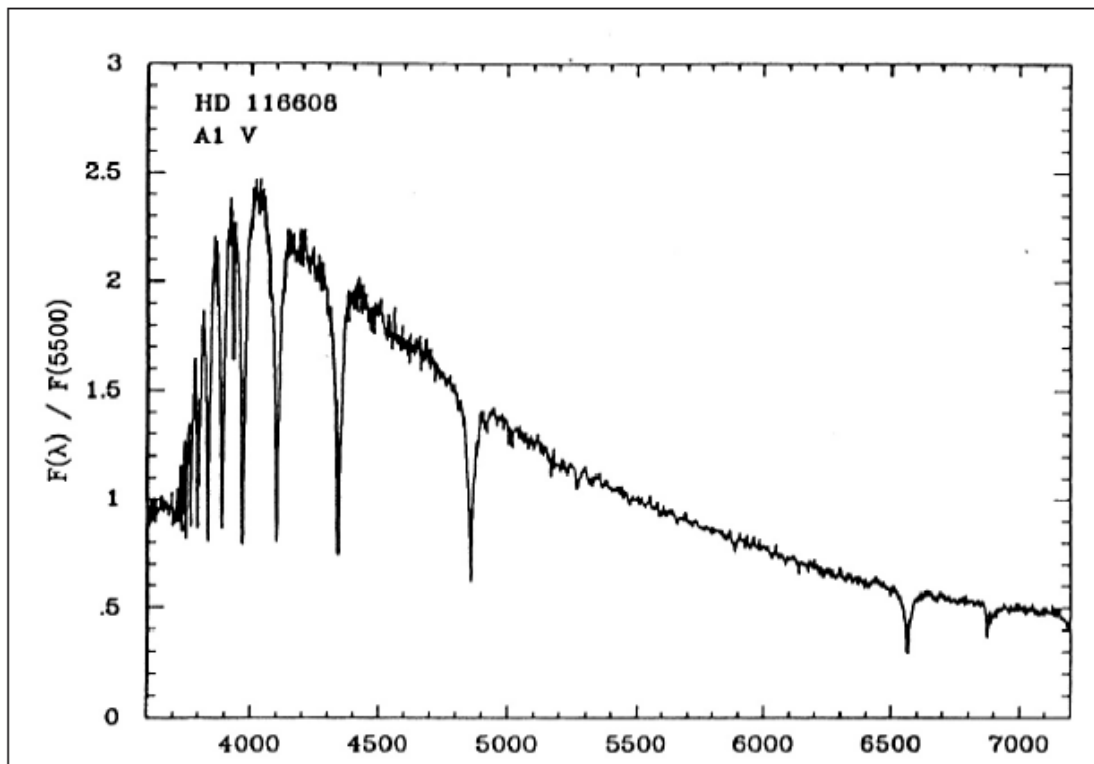


1 . Profil spectral du Soleil

Le profil spectral de la lumière solaire est représenté sur le document ci-dessous (les longueurs d'onde sont données en Angström (10^{-10} m)).

Questions

- a . En quoi le Soleil peut-il être assimilé à un corps noir dans une bonne approximation ?
- b . Quelle différence peut-on noter entre le profil spectral du Soleil et celui du corps noir ?
- c . Déterminer la valeur de la température de surface du Soleil.



2 . Interprétation de Kirchhoff

Voici l'extrait d'une lettre que G.Kirchhoff adresse à M.Erdmann (Heidelberg, 6 août 1860) :



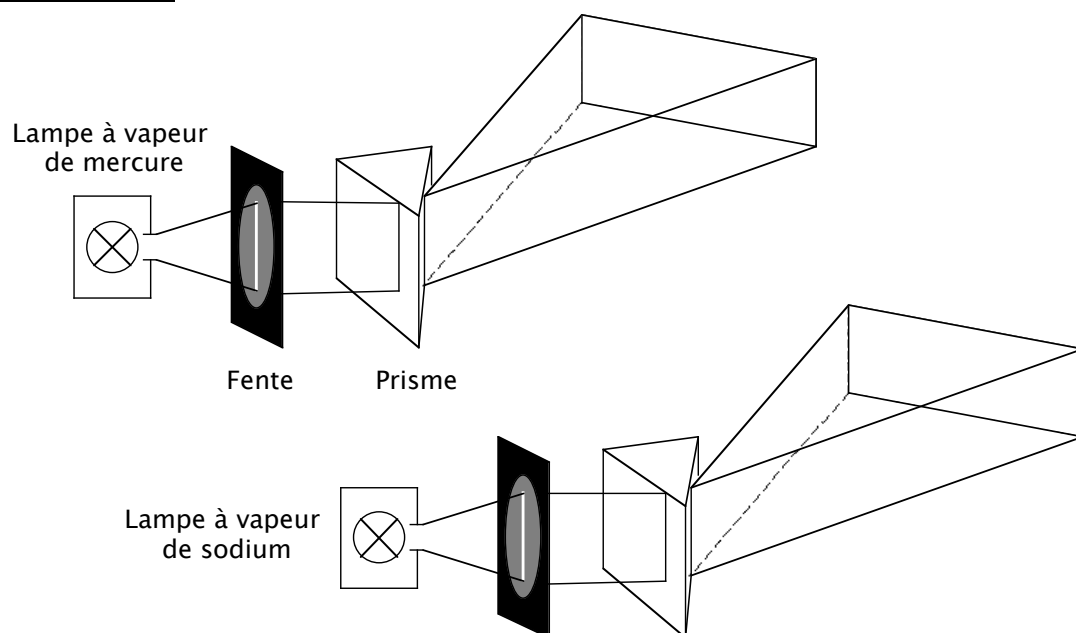
Kirchhoff
1824-1887

« Le Soleil a une atmosphère gazeuse, incandescente, qui enveloppe un noyau dont la température est encore plus élevée. Si nous pouvions observer le spectre de cette atmosphère, nous y remarquerions les raies brillantes caractéristiques des métaux contenus dans ce milieu, et nous pourrions par elles déterminer la nature de ces métaux. Mais la lumière plus intense émise par le noyau solaire ne permet pas au spectre de cette atmosphère de se produire directement, elle agit sur lui en le renversant, d'après ce que j'ai exposé précédemment, c'est-à-dire que ses raies brillantes paraissent obscures. Nous ne voyons pas le spectre de l'atmosphère solaire lui-même, mais son image négative. »

Il proposa un modèle du Soleil et des autres étoiles comprenant une boule de gaz à très haute température, dont la surface émet de la lumière d'origine thermique dont le spectre est continu, entourée d'une enveloppe gazeuse à faible pression, absorbant la lumière comme dans les expériences décrites au III.

Questions

- a . Comment nomme-t-on le spectre de « la lumière plus intense émise par le noyau solaire » ? Décrire l'allure du spectre obtenu avec un spectroscopie à prisme.
- b . Expliquer la phrase : « Mais la lumière plus intense émise par le noyau solaire ne permet pas au spectre de cette atmosphère de se produire directement, elle agit sur lui en le renversant. »
- c . En quoi le spectre décrit à la question précédente permet-il lui aussi de caractériser les entités chimiques contenues dans l'atmosphère du Soleil ?
- d . A partir du document fourni, identifier quelques éléments chimiques présents dans la photosphère du Soleil.

Question II.2.bQuestion III.b