

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Les spectres lumineux

✔ Objectifs

- ☐ Lumière blanche, lumière colorée. Spectres d'émission : spectres continus d'origine thermique, spectres de raies. Longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.
- ☐ Caractériser le spectre du rayonnement émis par un corps chaud.
- ☐ Caractériser un rayonnement monochromatique par sa longueur d'onde dans le vide ou dans l'air.
- ☐ Exploiter un spectre de raies.

👤 Classe

2^{nde}

🕒 Durée

1,5 h

✂ Sur la paillasse

- Banc optique;
- Une lentille mince convergente de distance focale $f = 10\text{ cm}$ montées sur son support;
- Une fente montée sur son support;
- Un écran monté sur son support;
- Une fente montée sur son support;
- Une lampe de bureau;
- Deux câbles rouge et noir;
- Un réseau monté sur son support;
- Un générateur réglé sur 12 V;
- Un ordinateur connecté à internet.

1 Montage expérimental

On se propose dans cette partie de régler la position des différents outils du montage d'optique qui permet d'obtenir un spectre de lumière.

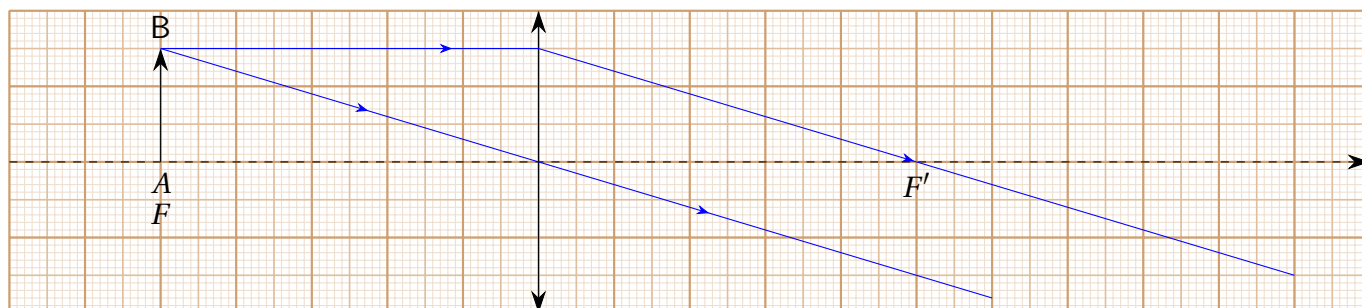
⚠ **Durant tout le TP, la tension aux bornes de la lampe ne doit pas dépasser les 12 V** ⚠



Protocole expérimental 1

- ☐ Brancher la lanterne sur le générateur en 12 V et en tension continue.
- ☐ Vérifier que l'ordre des éléments du montage est le suivant: lanterne, fente, lentille mince convergente, réseau, écran.
- ☐ Placer au plus près la fente de la lanterne.
- ☐ Déplacer la lentille de distance focale $f = 10\text{ cm}$ de telle manière à ce que la fente se situe au niveau du foyer objet de la lentille.
- ☐ Placer au plus près de la lentille le réseau.
- ☐ Observer l'image obtenue sur l'écran. Il s'agit du **spectre de la lumière blanche**.

1. La fente est représenté par un objet AB . Placer les foyers objet et image dans la figure ci-dessous puis tracer les rayons particuliers qui permettent de déterminer la position de l'image de la fente.



2. Où se situe l'image de la fente ?

Solution: L'image de la fente se situe donc à l'infini car les rayons sont parallèles.

Une telle position permet de mieux disperser la lumière et donc d'obtenir un spectre de qualité.

2 Le spectre de la lumière blanche

Document 1: La lumière blanche¹.

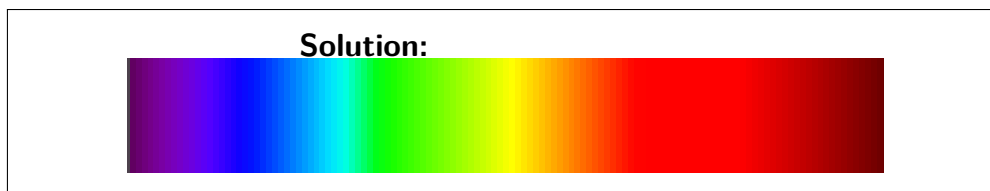
La **lumière blanche** est une lumière émise par certains objets comme une ampoule à filament ou le Soleil. Mais la lumière du Soleil est-elle vraiment blanche ? Pour observer « l'intérieur » de la lumière blanche, on la fait passer un **prisme** ou un **réseau** qui va décomposer cette lumière. Un **réseau** est une petite feuille de plastique transparente contenant un très grand nombre de **rayures parallèles** montée sur une diapositive.



3. Décrire le spectre de la lumière blanche obtenue avec la lumière de la lampe.

Solution: La lumière blanche a pour spectre les couleurs de l'arc-en-ciel: du rouge au violet. Ce spectre est dit **continu** car il contient une infinité de couleurs.

4. Dessiner la figure obtenue sur l'écran avec le réseau dans le cadre suivant:



Document 2: La lumière monochromatique

Une lumière **monochromatique** est une lumière, comme son nom l'indique, composée d'**une seule couleur**. On associe à chaque lumière monochromatique une longueur d'onde que l'on note λ (lettre grecque lambda) et qui se mesure le plus souvent en nanomètre (nm).



Protocole expérimental 2

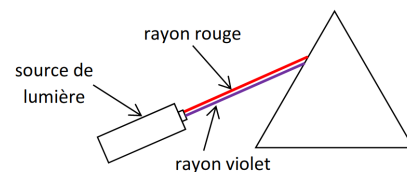
- ☐ Pour comprendre pourquoi un prisme « sépare » les couleurs contenues dans la lumière blanche, cliquer sur l'animation suivante : https://web-labosims.org/animations/App_prisme/

¹Ce TP est basé sur le travail de Mme Fasseu du lycée Watteau.

App_prisme.html

- ☐ Vérifier que la lumière est sur « source monochromatique ». Bouger le curseur de la longueur d'onde pour mettre une lumière rouge.

5. Compléter le schéma suivant en dessinant en rouge le chemin du rayon rouge dans le prisme et à sa sortie jusqu'à l'écran. Choisir une lumière violette et faire de même pour le rayon violet.



6. Dans le chapitre précédent, comment s'appelle le phénomène qui explique que la lumière change de direction en passant dans le prisme ?

Solution: Le phénomène en jeu s'appelle la réfraction, la déviation de la lumière lors du passage d'un milieu à un autre (ici de l'air au verre du prisme).

7. Faire varier le curseur de la longueur d'onde, quelle lettre dans le prisme varie avec la longueur d'onde ? De quelle grandeur s'agit-il ?

Solution: La lettre qui varie est l'indice de réfraction du milieu n qui dépend de la longueur d'onde de la lumière (donc de sa couleur).

On sait maintenant qu'un système **dispersif** comme un prisme permet de disperser une lumière et de visualiser son **spectre**. Celui-ci est composé de différentes **couleurs** repérées par une **longueur d'onde**. Ces couleurs sont appelées en optique des **radiations**.

3 Évolution du spectre avec la température de la source

Document 3: Les lampes à filament

Une lampe à incandescence (à filament) peut être considérée comme une source de lumière blanche. On fait varier l'intensité du courant traversant une lampe à incandescence du minimum au maximum. On peut observer son spectre à l'aide de spectroscopes.



Protocole expérimental 3

- ☐ Observer les spectres obtenus au minimum d'intensité (tension réglée sur 3 V), puis au maximum d'intensité (tension réglée sur 12 V).

8. Dessiner les spectres obtenus dans les cadres suivants:

Solution:



Minimum d'intensité

Solution:



Maximum d'intensité

9. Comment évolue le spectre d'une source lumineuse lorsque sa température augmente ?

Solution: Plus la source de lumière est chaude, plus le spectre tend vers le bleu. Au contraire, une source "froide" ne contient que du rouge.

10. Quelle couleur de filament correspond à la température la moins élevée ?

Solution: Une couleur rouge-orangée du filament correspond à une température moins élevée qu'une couleur blanche.

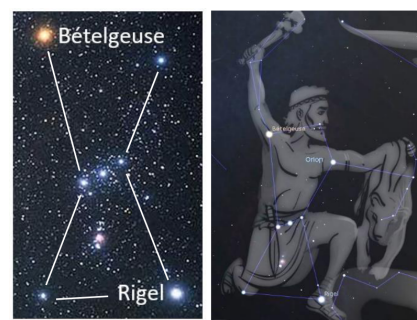
Document 4: Température des étoiles

En 1835, le philosophe des sciences Auguste Comte affirmait que l'on ne pourrait jamais rien savoir des étoiles, étant donné leur prodigieux éloignement. L'étoile la plus proche, Proxima du Centaure, est tout de même à 4,2 années-lumière, soit près de 40 000 milliards de kilomètres !

Pourtant, aujourd'hui nous savons mesurer la température à la surface des étoiles sans jamais y être allé. Notre seul moyen est d'utiliser la lumière qu'elles nous envoient et d'étudier leur spectre.

Par exemple, on peut tirer des informations sur les étoiles de la constellation d'Orion, facilement visible en hiver.

Avec un peu d'habitude, on s'aperçoit que les étoiles ont des teintes différentes. La supergéante Bételgeuse en haut à gauche est rouge, tandis que Rigel en bas à droite délivre une lumière blanche bleutée.



11. En considérant que tout corps chaud comme une étoile se comporte comme le filament d'une ampoule, que peut-on déduire en comparant les couleurs de Bételgeuse et de Rigel ?

Solution: Bételgeuse est rouge alors que Rigel est bleue: d'après l'expérience précédente, Rigel est donc plus chaude que Bételgeuse.

4 Spectres d'émissions des lampes à décharge

Document 5: Les lampes à décharge

Une lampe à décharge est un tube de verre contenant une vapeur de métal (sodium, cadmium, mercure, ...) ou un gaz (néon, argon, ...) sous faible pression. Lorsque le gaz est traversé par une décharge électrique, il est porté à haute température et se met à émettre une lumière dont on analyse le spectre à l'aide d'un spectroscope.





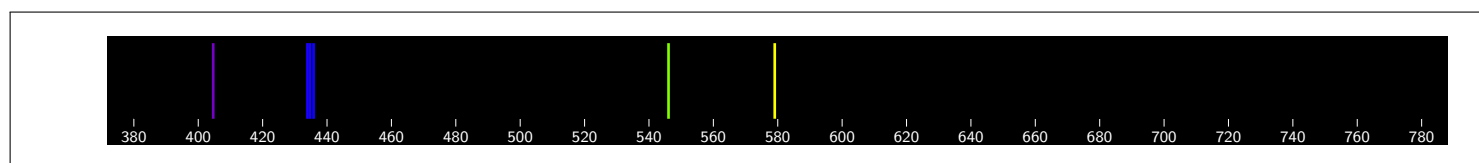
Protocole expérimental 4

- ☐ Pour observer ce même spectre en animation, cliquer sur le lien suivant : http://physique.oztralo.net/spectre_em_abs/
- ☐ Choisir comme élément le mercure (Hg). Appuyer sur « On » pour le générateur du haut seulement.
- ☐ Baisser légèrement l'intensité des raies pour ne faire apparaître que les quatre raies les plus importantes.

12. En utilisant le curseur, relever la valeur des longueurs d'onde λ de ces quatre raies, ainsi que leur couleur et compléter les deux premières lignes du tableau suivant :

Couleur de la raie	Violet foncé	Violet	Vert	Jaune
Longueur d'onde λ (en nm)	405	436	546	577

13. Représenter dans le cadre suivant le spectre d'émission de la lampe à vapeur de mercure, en traçant un trait (si possible de la bonne couleur) pour chacune des quatre raies sur la bonne longueur d'onde.



14. Quelle est la différence entre le spectre de la lumière émise par une lampe à décharge et celui de la lumière blanche ?

Solution: Le spectre de la lumière blanche contient toutes les couleurs de l'arc-en-ciel alors que celui de la lampe à décharge n'en contient que quelques unes.

15. Va-t-on qualifier le spectre de la lampe à décharge de spectre continu ou de spectre de raies ?

Solution: Le spectre de la lumière blanche est un spectre continu alors que le spectre de la lampe à décharge est un spectre de raies : l'un contient une infinité de couleur alors que le deuxième ne contient que quelques longueurs d'onde.

16. Changer d'élément chimique et observer le spectre obtenu. Qu'est-ce qui différencie le spectre de raies d'un élément chimique de celui d'un autre élément chimique ?

Solution: Un spectre de raie est caractéristique d'un élément chimique, c'est-à-dire que tous les éléments ont des spectres de raie différents. On peut ainsi, en observant un spectre de raie, savoir de quels éléments il est issu.