

Exercices

6 Spectres

Qualifier les spectres du document ci-dessous en utilisant les termes suivants : *émission* ; *absorption* ; *continu* ; *raie*.



7 Spectre du lithium

Le document ci-dessous représente le spectre d'absorption de l'atome de lithium.



- À quoi correspondent les raies noires du spectre ?
- Représenter le spectre d'émission du lithium.

La lumière des étoiles

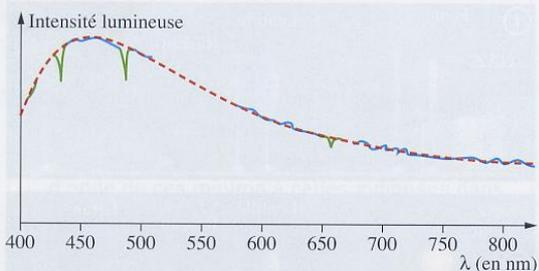
8 Lumière émise par le Soleil

Le spectre de la lumière émise par le Soleil présente des raies noires.

- Quels sont les principaux constituants du Soleil ?
- Quelle est l'origine des raies noires dans le spectre de la lumière du Soleil ?

9 Profil spectral d'une étoile

Le profil spectral d'une étoile est représenté ci-dessous.



- L'allure globale de ce profil spectral est représentée en pointillés. Elle passe par un maximum.
 - Évaluer la longueur d'onde associée à ce maximum.
 - Quel renseignement sur l'étoile nous apporte la valeur de cette longueur d'onde ?
- À quoi sont dus les minima d'intensité lumineuse représentés en vert sur le profil spectral ?

Pour s'entraîner

10 À chacun son montage

Ces deux spectres sont représentés à la même échelle ; le spectre ① a été obtenu avec du cadmium.



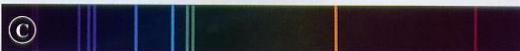
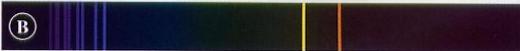
- Qualifier chacun de ces spectres en utilisant les termes suivants : *continu* ; *raie* ; *émission* ; *absorption*.
 - Ces spectres correspondent-ils à la même entité chimique ? Justifier la réponse.

- Représenter le montage permettant d'obtenir chaque spectre.

11 À chacun son rythme

Cet exercice est proposé à deux niveaux de difficulté. Dans un premier temps, essayer de résoudre l'exercice de niveau 2. En cas de difficultés, passer au niveau 1.

Ces trois spectres sont représentés à la même échelle.



Le spectre de la lumière émise par l'hélium comporte de nombreuses raies dont trois ont pour longueur d'onde respective 501 nm, 587 nm et 668 nm.

Niveau 2

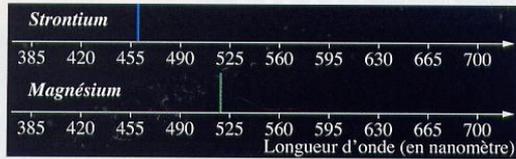
- Identifier le spectre de l'hélium parmi ceux proposés.
- L'hélium émet également une radiation de longueur d'onde proche de 300 nm. Pourquoi cette radiation n'est-elle pas observée ?

Niveau 1

- Utiliser le spectre de la lumière blanche (p. 31) pour déterminer la couleur correspondant à chaque longueur d'onde citée dans l'énoncé.
 - Pourquoi le spectre (B) n'est-il pas celui de l'hélium ?
 - Identifier le spectre correspondant à l'hélium.
- La lumière émise par l'hélium contient également une radiation de longueur d'onde proche de 300 nm.
 - Quelles sont les longueurs d'ondes visibles par un œil humain ?
 - L'œil humain est-il sensible à cette autre radiation émise par l'hélium ?
 - À quelle famille cette radiation appartient-elle ?

12 Mélange

Les spectres du strontium et du magnésium sont représentés ci-dessous.



1. Comment peut-on qualifier les spectres représentés ?
2. Quelle serait l'allure du spectre d'absorption d'un mélange de strontium et de magnésium ?

13 Sources lumineuses et spectres

À l'aide d'un spectroscope, on observe les spectres de quatre lumières. Ces spectres et ces lumières sont décrits ci-dessous.

| Description des spectres | Description des quatre lumières étudiées |
|--|---|
| I – spectre présentant toutes les couleurs du violet au rouge | A – lumière émise par une ampoule contenant du cadmium chauffé sous basse pression |
| II – spectre présentant toutes les couleurs du bleu au rouge | B – lumière transmise par une ampoule contenant du cadmium sous basse pression et éclairée en lumière blanche |
| III – spectre présentant sur fond noir : une raie violette, deux raies bleues et une raie rouge | C – lumière émise par une lampe à incandescence munie d'un variateur d'intensité et éclairant au maximum |
| IV – spectre s'étalant du rouge au violet mais avec des raies noires dans le violet, le bleu et le rouge | D – lumière émise par une lampe à incandescence munie d'un variateur d'intensité et éclairant faiblement |

1. Attribuer chaque spectre à une des lumières décrites.
2. Décrire chaque spectre en utilisant les termes suivants : *continu* ; *raie* ; *émission* ; *absorption*.

14 Loi de Wien

En physique, un « corps noir » est un objet idéal émettant un rayonnement qui n'est fonction que de sa température. La loi de Wien relie la température θ de ce corps noir et la longueur d'onde λ_{\max} pour laquelle le profil spectral de la lumière qu'il émet passe par un maximum. La température θ s'exprime en degré Celsius et la longueur d'onde λ_{\max} en nanomètre.

Pour retrouver expérimentalement la loi de Wien, on augmente progressivement la température θ d'un morceau de métal. Pour chacune des températures, on mesure la longueur d'onde pour laquelle l'intensité lumineuse

émise est maximale. On obtient les résultats suivants :

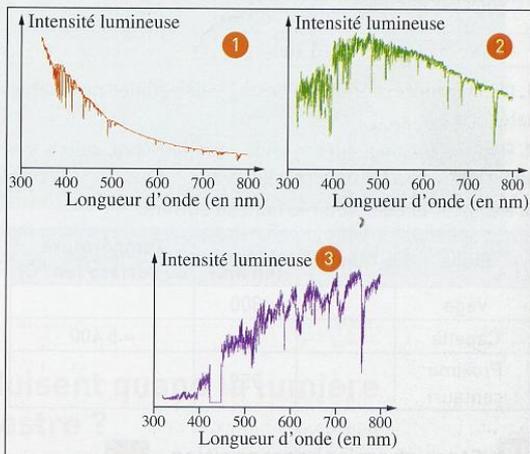
| λ_{\max} (en nm) | 880 | 940 | 1 010 | 1 080 | 1 170 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ (en °C) | 3 000 | 2 800 | 2 600 | 2 400 | 2 200 |

| λ_{\max} (en nm) | 1 270 | 1 400 | 1 540 | 1 730 | 1 960 |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| θ (en °C) | 2 000 | 1 800 | 1 600 | 1 400 | 1 200 |

1. À l'aide d'un tableur, tracer θ en fonction de λ_{\max} . Ces deux grandeurs sont-elles proportionnelles ?
2. Dans une nouvelle colonne du tableur, calculer $\frac{1}{\lambda_{\max}}$. Tracer le graphique représentant θ en fonction de $\frac{1}{\lambda_{\max}}$. Quelle est l'allure de la courbe obtenue ?
3. Établir l'équation de la courbe obtenue à l'aide du tableur. Montrer qu'elle correspond à la loi de Wien qui s'écrit : $\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}} - 273$.
4. Cette loi peut être appliquée à la lumière venant d'une étoile. Que permet-elle alors de connaître ?

15 Un bouquet d'étoiles

Certaines étoiles paraissent colorées dans le ciel nocturne. Le document ci-dessous représente les spectres de trois étoiles notées A, B et C. L'étoile A est blanche, l'étoile B est bleue et l'étoile C est rouge.



1. Classer ces étoiles par ordre de température croissante.
2. Comment évoluent les spectres de l'étoile la plus froide à la plus chaude ?
3. Associer les spectres à chacune des étoiles.

Exercices

16 Le mercure

Le spectre de la lumière émise par une lampe à vapeurs de mercure contient six raies dont les longueurs d'onde sont : 405 nm ; 436 nm ; 546 nm ; 577 nm ; 579 nm ; 615 nm.

1. Sur le spectre, les distances séparant deux raies sont proportionnelles aux différences de longueurs d'onde de ces raies. En utilisant cette proportionnalité, représenter ce spectre en prenant pour origine la raie de longueur d'onde 405 nm. (*Échelle* : 1 cm pour 20 nm.)

Utiliser le spectre de la lumière visible donné dans le cours pour représenter les couleurs des raies.

2. Décrire une méthode qui permet de déterminer la présence de mercure dans l'atmosphère d'une étoile.

17 Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me

Une étoile de température θ (en °C) émet une lumière dont le spectre présente un maximum d'intensité pour la longueur d'onde λ_{\max} (en nm). Ces deux grandeurs sont liées par la relation :

$$\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}} - 273.$$

Les astrophysiciens répartissent les étoiles en sept classes spectrales selon la température de leur surface.

| Classe | Température de surface (en °C) | Couleur de l'étoile |
|--------|--------------------------------|---------------------|
| O | > 24 700 | bleue |
| B | 9 700 - 24 700 | bleue - blanche |
| A | 7 200 - 9 700 | bleue - blanche |
| F | 5 700 - 7 200 | blanche |
| G | 4 700 - 5 700 | jaune |
| K | 3 200 - 4 700 | orange |
| M | < 3 200 | rouge |

1. Donner un encadrement des λ_{\max} des étoiles de chaque catégorie.

2. Parmi ces longueurs d'onde, quelles sont celles qui appartiennent à la lumière visible ?

3. Recopier et compléter le tableau suivant.

| Étoile | Classe | λ_{\max} (en nm) | Température de surface (en °C) |
|------------------|--------|--------------------------|--------------------------------|
| Véga | | 300 | |
| Capella | | | ≈ 5 400 |
| Proxima centauri | | 959 | |

18 Stars chemical composition

Stars have similar chemical compositions. Nevertheless, when a star begins to die its composition can change. The new atoms made by nuclear reaction deep within a star can reach the surface and change the star's apparent

chemical composition, and as a result, its spectrum. The most famous examples are the carbon stars. Almost all are giants. They were originally called class "N" in the old Pickering system.

1. Est-ce que les étoiles ont des compositions chimiques voisines ?

Si oui, quelle est cette composition ?

2. Cette composition chimique peut-elle évoluer au cours du temps ?

Comment peut-on se rendre compte de cette évolution ?

3. Quelle(s) particularité(s) ont les étoiles de type N ?

19 Retour sur l'ouverture du chapitre

Au début du XIX^e siècle, le physicien allemand Joseph VON FRAUNHOFER (1787-1826) invente le spectroscope et étudie en détail les nombreuses raies sombres observées dans le spectre de la lumière venant du Soleil.



En 1859, les Allemands Gustav KIRCHHOFF et Robert BÜNSEN constatent que ces raies sombres correspondent exactement aux raies lumineuses émises par des flammes dans lesquelles sont projetées des entités chimiques connues. Cela montre que l'analyse spectrale permet de déterminer la composition chimique des astres ! Les savants de l'époque prouvent ainsi la présence dans le Soleil de sodium, de calcium, de potassium et de fer.

En 1868, le Français JANSSEN observe, dans la partie jaune du spectre solaire, une raie qui ne correspond à aucun atome ou ion connu. L'observation du spectre de la lumière solaire a donc mis en évidence une nouvelle entité chimique. Elle est baptisée « hélium » en référence au nom grec du Soleil : *helios*.

Ce n'est qu'en 1895 que la présence d'hélium est découverte sur Terre par le chimiste anglais William RAMSAY.

1. Comment l'hélium a-t-il été découvert ?

2. En respectant l'ordre chronologique, associer à chacune des personnes citées dans le texte une invention ou une observation scientifique.

3. Que représentent les diverses parties du timbre reproduit ci-dessous ?



Timbre allemand commémorant le 200^e anniversaire de la naissance de FRAUNHOFER.