

2

La lumière
des étoiles

Savoir

QCM

1. A et C ; 2. B ; 3. B ; 4. A et B ; 5. A ; 6. A et B ; 7. B ; 8. C ; 9. B ; 10. C.

Application immédiate

À partir de la relation donnée dans l'exercice résolu, on calcule : $\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{350} - 273 = 7,98 \times 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$.

La température de surface de l'étoile est d'environ 8 000 °C.

Exercices

- 1** 1. Il s'agit du spectre de la lumière blanche.
2. a. nm signifie nanomètre : $1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$.
b. La grandeur physique est la longueur d'onde.

- 2** 1. À partir du matériel disponible, il faut placer dans l'ordre : lampe, fente, réseau et écran.
2. Le spectre obtenu est un spectre d'émission continu s'étendant du violet au rouge.



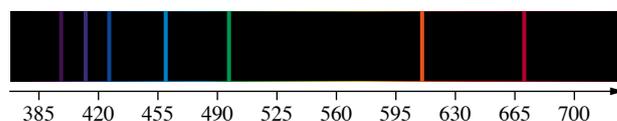
- 3** 1. Le spectre de la lumière blanche est le spectre C (spectre continu s'étendant du violet au rouge).
2. Les radiations visibles par l'œil humain ont des longueurs d'onde comprises entre 400 et 800 nm.
3. La raie jaune a pour longueur d'onde 584 nm (supérieure à 521 nm et dans le domaine visible, donc inférieure à 800 nm).

- 4** 1. Lorsque la température du filament diminue, le spectre s'appauvrit du côté du violet.
2. Par ordre décroissant de température, on a le spectre ② puis le ① et enfin le ③.

- 5** 1. a. Un réseau permet de décomposer une lumière et d'en observer le spectre.
b. Le réseau peut être remplacé par un prisme.
2. Le montage ① permet d'obtenir un spectre d'émission, il correspond au spectre a).
Le montage ② permet d'obtenir un spectre d'absorption, il correspond au spectre b).

- 6** Le spectre ① est un spectre de raies d'émission.
Le spectre ② est un spectre de raies d'absorption.
Le spectre ③ est un spectre continu d'émission.

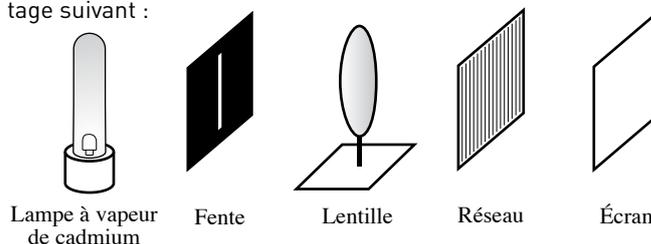
- 7** 1. Les raies noires du spectre correspondent aux radiations absorbées par le lithium.
2. Le spectre d'émission est un spectre de raies colorées sur fond noir.



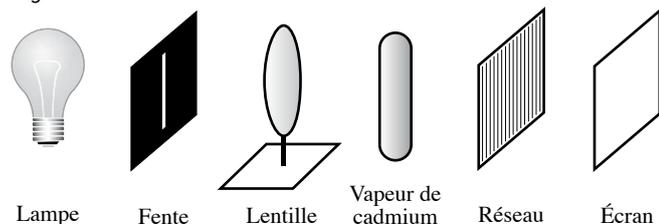
- 8** 1. Le Soleil est essentiellement constitué d'hydrogène et d'hélium.
2. Les raies noires présentes dans le spectre de la lumière émise par le Soleil correspondent aux radiations absorbées par les entités chimiques présentes dans l'atmosphère du Soleil.

- 9** 1. a. La courbe passe par un maximum pour une longueur d'onde proche de 460 nm.
b. La valeur de cette longueur d'onde nous renseigne sur la température de surface de l'étoile.
2. Les minima d'intensité lumineuse sont dus aux radiations absorbées par les entités chimiques constituant l'atmosphère de l'étoile.

- 10** 1. a. Le spectre ① est un spectre de raies d'émission. Le spectre ② est un spectre de raies d'absorption.
b. Les radiations émises et les radiations absorbées ont les mêmes longueurs d'onde. Ces spectres correspondent donc à la même entité chimique.
2. Le spectre ① est un spectre d'émission, on utilise le montage suivant :



Le spectre ② est un spectre d'absorption, on utilise le montage suivant :



- 11** 1. a. À partir du spectre donné dans le cours, on peut établir la correspondance entre la longueur d'onde et la couleur : 501 nm, 587 nm et 668 nm correspondent respectivement à des radiations de couleur verte, jaune-orangé et rouge.
 b. Le spectre ③ n'a aucune raie rouge ; ce n'est pas le spectre de l'hélium.
 c. Seul le spectre ③ peut convenir, car le spectre ① ne comporte pas de raies jaune-orangé.

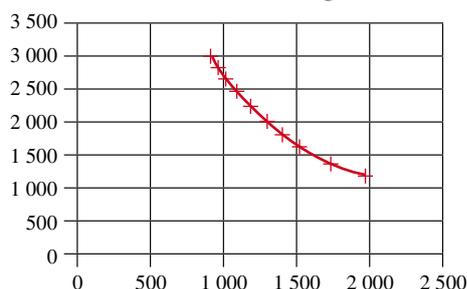
2. a. L'œil humain est sensible aux radiations lumineuses dont les longueurs d'onde sont comprises entre 400 nm et 800 nm.
 b. L'œil humain ne voit pas la radiation de 300 nm car sa longueur d'onde est inférieure à 400 nm.
 c. Cette radiation fait partie des ultraviolets.

- 12** 1. Ce sont des spectres de raies d'émission, ils comportent chacun une raie colorée visible sur un fond sombre.
 2. Le spectre absorption de ce mélange comporterait deux raies noires sur un fond coloré, une dans le bleu et une dans le vert.

13	A III	Le spectre de la lumière émise par une ampoule contenant du cadmium chauffé sous basse pression est un spectre de raies d'émission constitué de raies colorées sur fond noir.
	B IV	Le spectre de la lumière transmise par une ampoule contenant du cadmium sous basse pression et éclairée en lumière blanche est un spectre d'absorption constitué de raies noires sur fond coloré.
	C I	Le spectre de la lumière émise par une lampe à incandescence qui éclaire fortement est continu et comporte toutes les couleurs visibles.
	D II	Le spectre de la lumière émise par une lampe à incandescence qui éclaire faiblement est continu et ne comporte pas toutes les couleurs visibles ; il est appauvri dans le violet.

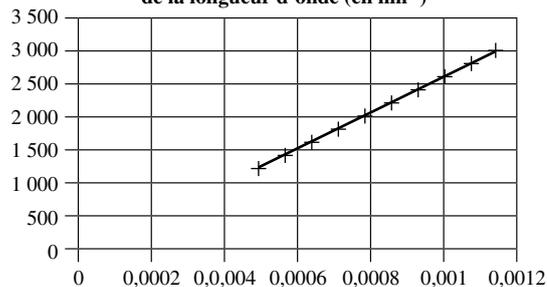
- 14** 1. La courbe n'est pas une droite passant par l'origine, donc λ_{\max} et θ ne sont pas proportionnelles.
 $\theta = f(\lambda_{\max})$ n'est pas une fonction linéaire.

Température (en °C) en fonction de la longueur d'onde (en nm)



2. Le tracé de θ en fonction de $\frac{1}{\lambda_{\max}}$ est une droite.

Température (en °C) en fonction de l'inverse de la longueur d'onde (en nm⁻¹)



3. On retrouve la loi de Wien aux incertitudes de mesures près : $\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{350} - 273$.

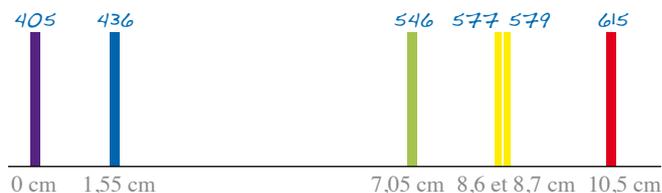
4. Cette loi permet de connaître la température à la surface de l'étoile.

- 15** 1. Plus une étoile est chaude et plus elle émet vers les courtes longueurs d'onde (vers le bleu). Une étoile bleue est plus chaude qu'une étoile rouge. Le classement par température croissante est C, A, B.

2. Lorsque la température augmente, la longueur d'onde de la radiation émise avec la plus grande intensité se déplace vers les courtes longueurs d'onde.

3. On peut proposer les paires suivantes : ① B ; ② A ; ③ C.

- 16** 1. On calcule les différences de longueur entre les raies et on utilise l'échelle proposée : 20 nm pour 1 cm.



2. On observe le spectre de raies d'absorption d'une étoile. S'il contient des raies noires sur le fond coloré du spectre continu de la lumière blanche à 405 nm, 436 nm, 546 nm, 577 nm, 579 nm et 615 nm, c'est que l'atmosphère de l'étoile contient du mercure.

- 17** 1. On utilise l'expression proposée pour calculer les longueurs d'onde limites.

Classe	Température de surface (en °C)	λ_{\max} (en nm)
O	> 24 700	< 116
B	9 700 – 24 700	116 – 290
A	7 200 – 9 700	290 – 387
F	5 700 – 7 200	387 – 484
G	4 700 – 5 700	484 – 581
K	3 200 – 4 700	581 – 832
M	< 3 200	> 832

2. Les radiations visibles ont des longueurs d'onde comprises entre 400 et 800 nm.

- 3.

Étoile	Classe	λ_{\max} (en nm)	Température de surface (en °C)
Véga	A	300	≈ 9 360
Capella	G	509	≈ 5 400
Proxima centauri	M	959	≈ 2 740

18 Traduction La composition chimique des étoiles
Les étoiles ont toutes les mêmes compositions chimiques. Cependant, quand une étoile commence à mourir, sa composition peut changer. Les nouveaux atomes créés par réaction nucléaire à l'intérieur de l'étoile peuvent atteindre la surface et changer la composition chimique apparente de l'étoile et, de ce fait, son spectre.
Les exemples les plus célèbres sont les étoiles carboniques. La quasi-totalité sont des géantes. Elles ont d'abord été classées « N » dans l'ancien système Pickering.

Solution

1. La plupart des étoiles ont des compositions chimiques voisines. Elles sont essentiellement composées d'hydrogène et d'hélium.
2. Cette composition change quand les étoiles vieillissent puis meurent. Leur spectre permet de mettre en évidence de nouveaux éléments qui apparaissent à leur surface.

3. Les étoiles N sont des étoiles géantes en fin de vie. Elles contiennent du carbone.

19 1. L'hélium a été découvert en observant le spectre de la lumière venant du Soleil.

Le spectre de la lumière solaire contient une raie dont l'origine n'était pas connue et qui n'a pas été expliquée durant plusieurs années.

2. On peut citer les scientifiques suivants et leur contribution scientifique :

- Joseph Von FRAUNHOFER ⇔ invention du spectroscope ;
- Gustav KIRCHHOFF et Robert BUNSEN ⇔ correspondance entre les raies d'absorption et les raies d'émission ;
- Jules JANSSEN ⇔ observation d'une raie inconnue et donc découverte d'une nouvelle entité chimique ;
- William RAMSAY ⇔ découverte de l'hélium sur Terre.

3. Le timbre représente un spectre d'absorption et l'allure d'un profil spectral.