

L' Univers - Chapitre 5 - Les spectres des étoiles, cas du Soleil

A- Comment observer le spectre d'une étoile

On grossit l'image de l'étoile grâce à un télescope. Sur le télescope, on fixe un spectromètre qui va enregistrer le spectre de la lumière émise par l'étoile. La durée de l'enregistrement peut être de plusieurs dizaines d'heures si la lumière de l'étoile est très faible!

B- Température à la surface d'une étoile

Les étoiles émettent un spectre continu plus ou moins décalé vers le bleu selon le type de l'étoile.

D'après la loi du rayonnement du corps noir, on en déduit la température de la surface de l'étoile qui, selon la famille de l'étoile, varie de 2200°C à 100 000°C.

Cette température de surface donne la couleur de l'étoile: de l'orange au bleu.

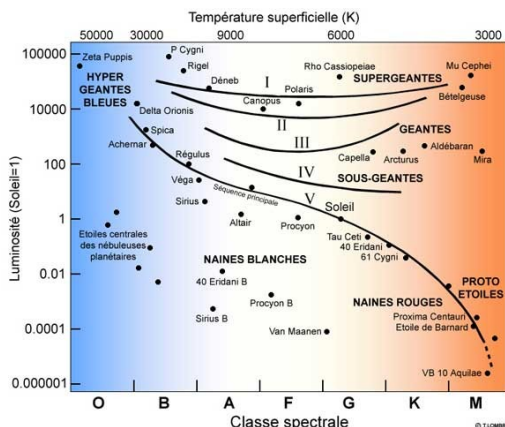
C- Composition chimique de la surface d'une étoile

En mesurant précisément le spectre d'une étoile, on observe de fines raies noires d'absorption qui correspondent à la présence de certaines espèces chimiques dans la chromosphère de l'étoile.

Les principaux éléments sont l'hydrogène et l'Hélium (98% de la masse d'une étoile).

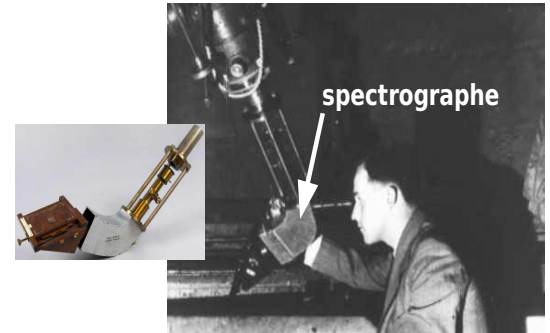
L'hydrogène et l'Hélium ont été créés lors du Big Bang. Les autres éléments sont apparus lors du fonctionnement des premières générations d'étoiles dans leur cœur.

D- Diagramme d'Hersprung Russel

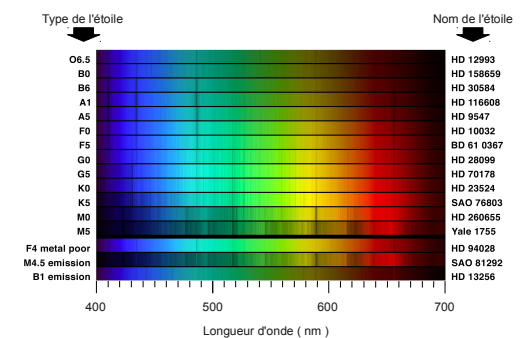
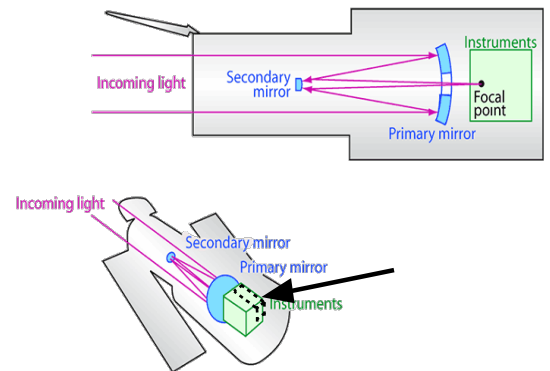


Observatoire de Paris - T. Lombry

Observatoire de Sydney : Dans les années 50, un astronome règle un spectrographe. www.sydneyobservatory.com.au



Télescope Hubble : Le spectromètre est indiqué par une flèche. Hubblesite.org



Spectres tirés de "National Optical Astronomy Observatory/Association of Universities for Research in Astronomy/National Science Foundation"

On observe expérimentalement que, grâce à l'aspect de leur spectre, l'ensemble des étoiles peut être classé sur un graphique Température - Luminosité.

Les étoiles évoluent le long de ce graphique durant leur vies.

Ce graphique est un outil fondamentale en astronomie, car il permet, connaissant le spectre de l'étoile, d'avoir des informations sur sa luminosité, sa taille, son âge.

L' Univers - Chapitre 5 - Les spectres des étoiles, cas du Soleil

E- Exemple du Soleil

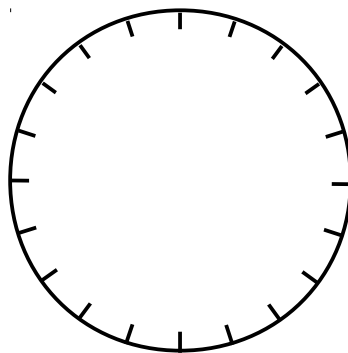
E.1 Composition chimique de la surface du Soleil

Voir TP sur les raies de Fraunhofer

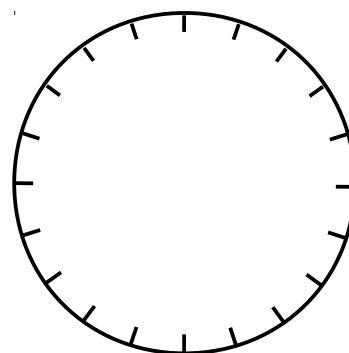
E.2 Abondance relative des éléments

À partir du tableau suivant, tracez les deux camemberts .

Élément	Abondance % du nombre total d'atomes	Abondance % de la masse totale
Hydrogène	91,2000	71,000
Hélium	8,7000	27,100
Oxygène	0,0780	0,970
Carbone	0,0430	0,400
Azote	0,0088	0,096
Silicium	0,0045	0,099
Magnésium	0,0038	0,076
Néon	0,0035	0,058
Fer	0,0300	0,014
Soufre	0,0150	0,000



Abondance en % du nombre total d'atomes



Abondance en % de la masse totale

F- Exercices

Exercice 8 p.38

Exercice 9 p.38

Exercice 14 p.39

Exercice 15 p.39

Exercice 17 p.40

Exercice 18 p.40

G- Correction

Exercice 8 p.38

1. L'hydrogène puis l'hélium

2. Près de la surface du Soleil, il y a une fine couche ténue, de gaz peu dense, qui va absorber une partie de la lumière blanche issue de la surface chaude du Soleil: c'est la chromosphère. On observe alors que certaines longueurs d'ondes ont été absorbées, elles correspondent aux éléments chimiques ayant le même spectre d'absorption. On identifie ainsi la présence de l'hélium, de l'hydrogène, du fer, du sodium, du calcium etc. ...

Exercice 9 p.38

1.a. Le maximum se situe vers 460 nm environ.

1.b. Nous pourrions déterminer sa température de surface, grâce à la loi de Wien, qui s'applique au corps noir.

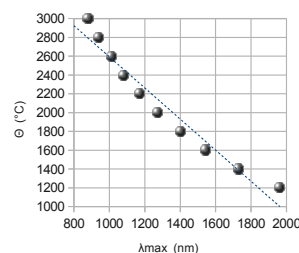
2. Les petits minima sont des baisses d'intensité lumineuse: de la lumière a été absorbée pour ces longueurs d'ondes, donc ce sont des raies d'absorption qui sont la signature de la présence de certains éléments chimiques.

Exercice 14 p.39

1. voir courbe ci contre et la fiche méthode p.320 et 321. On constate que les deux grandeurs ne sont pas proportionnelles.

2. On observe une allure rectiligne, donc les grandeurs sont proportionnelles.

3. On trouve une équation de la forme $\theta = \frac{2,88 \times 10^6}{\lambda_{max}} - 268$ ce qui correspond pratiquement à la loi de Wien.



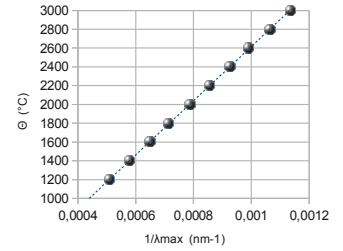
L' Univers - Chapitre 5 - Les spectres des étoiles, cas du Soleil

4. En appliquant la loi de Wien à une étoile dont on a mesuré le spectre et la position du maximum d'intensité, on peut en déduire la température à la surface de l'étoile.

Exercice 15 p.39

1. On repère la position du maximum d'intensité pour chaque étoile :

- étoile 1 : maximum inférieur à 350 nm
- étoile 2 : maximum vers 475 nm
- étoile 3 : maximum vers 750 nm



L'étoile la plus froide a un spectre décalé vers le rouge, l'étoile 3 ayant le maximum le plus décalé vers le rouge est la plus froide. Ensuite, on a l'étoile 2 et enfin, la plus chaude, l'étoile 1.

2. L'étoile la plus froide a un spectre décalé vers le rouge, elle nous apparaît légèrement orangée. L'étoile 2 a un spectre centré sur le vert/bleu, elle apparaît très blanche. Enfin, l'étoile 1 est très décalée vers le bleu, elle apparaît très blanche, avec des reflets bleus, un peu comme une étincelle électrique.

3. Ben déjà fait ci dessus ...

Exercice 17 p.40

1 et 2 voir tableau:

On a la formule de départ $\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{max}} - 273$. On veut calculer λ_{max} connaissant θ . On va donc isoler λ_{max} dans cette équation. J'écris l'équation, j'ajoute de chaque coté 273 et je simplifie :

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

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

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

Puis je multiplie chaque coté par λ_{max} et je simplifie :

$$\lambda_{max} \times (\theta + 273) = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{max}} \times \lambda_{max}$$

$$\lambda_{max} \times (\theta + 273) = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{max}} \times \lambda_{max}$$

$$\lambda_{max} \times (\theta + 273) = 2,89 \times 10^6$$

Enfin, je divise par $(\theta + 273)$ et je simplifie :

$$\frac{\lambda_{max} \times (\theta + 273)}{(\theta + 273)} = \frac{2,89 \times 10^6}{(\theta + 273)}$$

$$\frac{\lambda_{max} \times (\theta + 273)}{(\theta + 273)} = \frac{2,89 \times 10^6}{(\theta + 273)}$$

Finalement, on utilisera la formule :

$$\lambda_{max} = \frac{2,89 \times 10^6}{(\theta + 273)}$$

Attention ! Si la température augmente , les longueurs d'ondes diminuent !

Classe	Température de surface (°C)	Couleur de l'étoile	Longueur d'onde (nm)	Spectre visible
O	> 24700	bleue	< 116	UV
B	9700 - 24700	bleue-blanche	116 - 290	UV

L' Univers - Chapitre 5 - Les spectres des étoiles, cas du Soleil

A	7200 - 9700	bleue-blanche	290 - 387	UV
F	5700 - 7200	blanche	387 - 484	UV -V
G	4700 - 5700	jaune	484 - 581	V
K	3200 - 4700	orange	581 - 832	V-IR
M	< 3200	rouge	> 832	IR

3.

Étoile	Classe	Max (nm)	Température de surface (°C)
Véga	A	300	9360
Capella	G	509	5400
Proxima Centauri	M	959	2740

Exercice 18 p.40

1. Oui, comme le dit la phrase «*Stars have similar chemical compositions* ». Cette composition est celle de sa naissance, elle ne change qu'à sa mort «*when a star begin to die, its composition can change* ».

2. Oui, voir ci dessus. On s'en rend compte à cause du changement de son spectre : «*change the star's apparent chemical composition, and, as a result, its spectrum* »

3. Ces étoiles ont la signature du carbone dans leur spectre d'émission («*the carbon stars* »), et ce sont des géantes rouges («*almost all are giants* »).

4. Question bonus : les sections euro en France servent elles :

- à former utilement de futurs scientifiques ?
- à permettre à certains profs planqué(e)s d'éviter les classes standards plus ou moins pénibles ?
- à permettre une sélection des élèves d'après leur milieu social d'origine ?

Réponse :

b) et c)

Que les élèves sachent déjà correctement calculer et rédiger en sciences avant de faire les malins en speakant english en physics ... les élèves qui poursuivront leur études scientifiques auront largement le temps d'apprendre l'anglais par la suite ...

Une «bonne classe» est une classe avec tout type d'élèves: les bons serviront de locomotive pour les autres. Le prof se chargera de faire avancer l'ensemble et «neutraliser» les fauteurs de trouble ...

Que mes collègues en section euro fassent aussi du collège et des classes standard histoire de connaître la vraie vie ...

Signé:

Docteur W. Fortin, professeur agrégé de physique, 14 niveaux différents en 7 ans de carrière dans 7 établissements et trois académies ... Si les commandos existaient dans l'Éducation Nationale, j'en ferais parti je suppose ...

Honneur et Patrie 