

Quelles espèces chimiques sont présentes dans une étoile ?

Cette étude vient après un TP sur les spectres d'émission (continu et de raies) et une heure en classe entière sur les spectres d'absorption. Durant cette séance, l'observation du spectre du Soleil a été faite par les élèves à l'aide de spectroscopes réalisés à l'aide de tubes en carton d'environ 80 cm de long et munis de réseaux 740 traits/mm et d'une fente (lame de rasoir).

Déroulement de la séance de TP suivante.

Après avoir rappelé aux élèves ce qui a été vu sur les spectres d'émission (carte d'identité de l'espèce chimique qui émet la lumière) et des spectres d'absorption (si une espèce chimique absorbe des radiations, ce sont les mêmes que celles de son spectre d'émission qui apparaîtront en sombre dans le spectre d'absorption), distribuer la première page du document élève et le premier document photographique.

Commenter le premier document photographique. L'étoile est un corps chaud qui émet un spectre continu. La présence de raies sombres, montre l'absence de certaines radiations. La lumière émise par la surface de l'étoile traverse l'enveloppe extérieure de celle-ci où les espèces chimiques présentes absorbent certaines radiations.

Ensuite répondre ensemble aux questions **II a** et en particulier à la dernière après environ 5 min de réflexion des élèves.

Les élèves évoquent l'échelle du document et souhaitent avoir un spectre connu pour le comparer avec celui de l'étoile. Au cours de la discussion insister pour leur montrer qu'un tel spectre n'apporte rien (s'il est sur un autre document, comment l'orienter, est-il à la même échelle, a-t-il été réalisé avec un même réseau ?) s'il n'a pas été réalisé avec **le même dispositif** que celui de l'étoile.

Distribuer alors le second document photographique sur lequel le spectre de l'étoile est accompagné du spectre de référence de l'argon. Sur ce spectre sont notées entre autre, les positions des raies 420,0nm et 696,5nm de l'argon. Répondre ensemble aux questions **II b**.

Demander alors aux élèves de proposer une méthode pour déterminer l'échelle du document. Et la discussion amène à une méthode : mesurer de la distance **d** (mm) qui sépare les deux raies de l'argon, ainsi on peut savoir que 1 mm sur le document représente (687,1-420,0/ d) nm. Il faut faire les mesures de longueur avec soin et essayer d'évaluer le quart de mm.

Comment alors déterminer la longueur d'onde de la raie n°1 ? On mesure la distance **l** mm qui la sépare de la raie 420,0 nm, grâce à l'échelle on transforme cette valeur en nm (**L**) et on ajoute 420,0nm pour avoir la valeur de la longueur d'onde λ . Et on fait la même chose pour les autres raies. Conseiller aux élèves de mesurer toutes les longueurs l_1, l_2, l_3, \dots sans déplacer la règle, cela permet d'éviter des erreurs.

Comment connaître l'espèce chimique responsable de ces raies ? Que faut-il ? Nécessité d'avoir les longueurs d'onde des raies des espèces chimiques. Distribuer alors la seconde page du document.

Pour ne pas perdre trop de temps avec des calculs répétitifs, utiliser un tableur. Mettre ce fichier sur la messagerie interne de l'établissement ou sur les postes de la salle. Il suffit de l'ouvrir, de le compléter et de l'imprimer à la fin.

Remarques.

La première partie (jusqu'à l'ouverture du fichier Excel) demande environ 35 minutes.

Selon les groupes, les mesures sur le document, les calculs dans Excel et l'impression demandent environ 25 min.

Il reste donc environ 20 min pour discuter des résultats obtenus et répondre aux questions de la fin (**VI**).

De part et d'autre du spectre de Rigel, le spectre de l'argon semble différent. En fait il est moins exposé d'un côté pour éviter la surexposition des raies les plus intenses et plus exposé de l'autre pour permettre l'apparition des raies les moins intenses.

Il faut les laisser chercher individuellement les réponses aux questions (la réponse à la première question peut être donnée en commun). Pour les raies H_{δ} et H_{ϵ} , il n'y a pas de problème pour les élèves de

comprendre que le spectre est limité, quant à la question sur la raie de l'hélium, ils ne pensent pas toujours à faire le calcul inverse pour retrouver la position de cette raie sur le spectre.

Il est aussi intéressant de leur parler de l'importance des "messages" transmis par la lumière : le spectre permet d'avoir une idée de la température de surface de l'étoile ; la découverte de hélium a été faite dans le Soleil (avant sa découverte sur Terre) et de celle du "coronium" (fer ionisé 13 fois) dans la couronne qui donne une indication sur la température de la couronne solaire.

Faire remarquer que cette méthode ne permet pas de détecter les espèces chimiques présentes à l'intérieur du Soleil, dans ce cas il faut avoir recours aux modèles de structure interne des étoiles et de leur évolution.

Spectre Rigel

échelle

$$\begin{array}{lll} \Delta\lambda = 687,1-420,0 = & 267,1 \text{ nm} & \Delta l = 203,25 \text{ mm} \\ & 675,2-420,0 = & 255,2 \text{ nm} & 194,25 \text{ mm} \\ & 667,7-420,0 = & 247,7 \text{ nm} & 188,5 \text{ mm} \end{array}$$

$$X = 1,31 \text{ nm/mm}$$

n° de la raie	l (mm)	L (nm)	λ (nm)	élément	
I-1	203,25	266,26	686,3	inconnu	
II-2	188,75	247,26	667,3	Hel	667,8
III	181,00	237,11	657,1		
IV-3	179,75	235,47	655,5	H (H α)	656,3
V	167,50	219,43	639,4		
VI	165,00	216,15	636,2		
VII	163,25	213,86	633,9		
VIII	158,25	207,31	627,3		
IX	149,00	195,19	615,2		
X	147,50	193,23	613,2		
XI	127,50	167,03	587,0		
XII	109,75	143,77	563,8		
XIII	107,25	140,50	560,5		
XIV	104,00	136,24	556,2		
XV	95,50	125,11	545,1		
XVI	85,25	111,68	531,7		
XVII	76,00	99,56	519,6		
XVIII-4	73,75	96,61	516,6	MgI	516-517
XIX-5	65,25	85,48	505,5	Hel	504,8
XX	64,25	84,17	504,2		
XXI-6	62,50	81,88	501,9	Hel	501,6
XXII-7	55,50	72,71	492,7	Hel	492,5
XXIII-8	50,50	66,16	486,2	H (H β)	486,1
XXIV-9	39,25	51,42	471,4	Hel	471,3
XXV-10	21,50	28,17	448,2	MgII ?	448,1
XXVI-11	20,75	27,18	447,2	Hel	447,1
XXVII	14,50	19,00	439,0		
XXVIII-12	10,75	14,08	434,1	H (H γ)	434,2