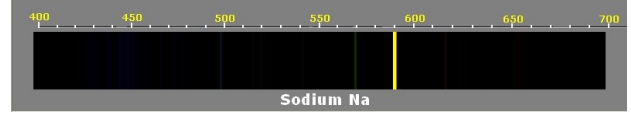


# Chapitre 3 φ : Sources de lumières colorées

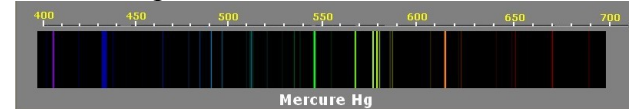
## I. Différentes sortes de sources

- sources chaudes : étoile, lampe à filament, feu ...
- sources froides : laser, lampe à économie d'énergie, tube fluorescent ...

rappel : lumière monochromatique : une seule radiation ; exemple : sodium



lumière polychromatique : plusieurs radiations ; exemple : mercure



Une radiation est caractérisée par sa longueur d'onde  $\lambda$  (en m).

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} \lambda : \text{longueur d'onde en m ;} \\ \nu : \text{fréquence en Hz ;} \\ c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} : \text{célérité de la lumière dans le vide} \end{array}$$

domaine de lumière visible : (UV)  $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$  (IR) .

exercice 12 p 56

## II. La loi de Wien

Rappel : un corps chaud émet une lumière dont le spectre s'étale quand la température augmente.

Loi de Wien : la température de la surface d'un corps est fonction de la longueur d'onde  $\lambda_{\text{max}}$  de la radiation émise avec l'intensité maximale :

$$\theta = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\text{max}}} - 273 \quad \text{avec } \theta \text{ en } ^\circ\text{C} \text{ et } \lambda_{\text{max}} \text{ en nm}$$

passer l'animation Flash "corps noir"

C'est ainsi qu'on évalue la température de surface des étoiles en étudiant leur profil spectral.

Exercice 13, 15 p 56

## III. Émission de lumière par les atomes

### 1. Le photon

En 1905, Albert Einstein a expliqué que la lumière est composée de corpuscules qu'il a appelé photons.

Les photons transportent de l'énergie :  $E = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$  avec E en joule (J).

h est la constante de Planck ;  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$ .

Remarque : l'énergie transportée par un photon est si faible qu'on utilise une autre unité : l'électron-volt.

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

### 2. Niveaux d'énergie d'un atome

Voici le spectre d'un atome d'hydrogène :



On constate qu'il n'y a que quelques raies particulières, donc que quelques longueurs d'onde particulières et par conséquent que quelques énergies bien définies.

L'énergie d'un atome dépend de la répartition des électrons sur les différentes couches. Or les couches existent en nombre limité. Les électrons ne peuvent donc occuper que quelques positions particulières.

**L'énergie d'un atome est donc quantifiée.**

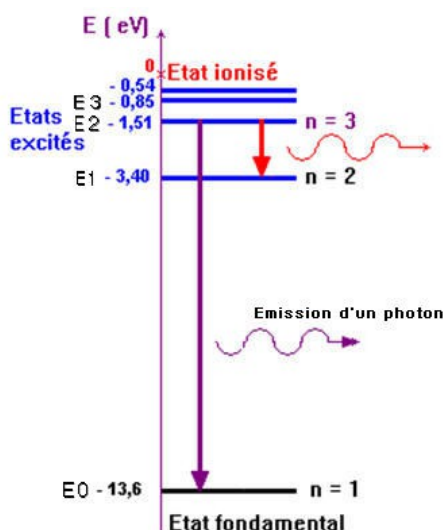
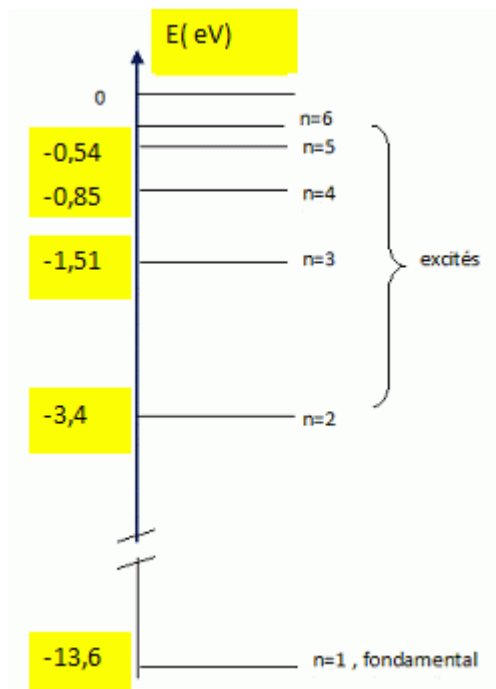
Voici le diagramme d'énergie d'un atome d'hydrogène :

Dans l'état fondamental, l'atome est stable. Dans les autres états, il est dit excité. Si  $E = 0$  eV, l'atome est ionisé.

### 3. Émission de lumière

Quand un atome se trouve dans un état excité, il va essayer de se rapprocher de son état fondamental et, ce faisant, va émettre un photon qui emporte l'énergie correspondant à la transition entre les deux niveaux d'énergie.

Exemple :



ce photon émis va donner lieu à une raie sur le spectre d'émission de l'atome.

Au cours d'une transition entre un niveau d'énergie  $E_m$  et un autre niveau d'énergie inférieur  $E_n$ , l'énergie de l'atome diminue de :  $|\Delta E| = |E_m - E_n|$ . Le photon émis emporte cette énergie qui vaut

$$|\Delta E| = |E_m - E_n| = h \cdot \nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

ex 16, 18 p 57

## IV. Étude du spectre solaire

### 1. Température de surface du Soleil

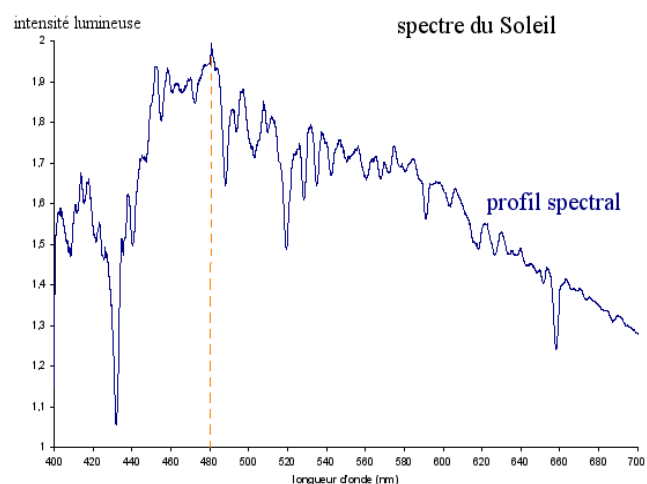
Le maximum d'intensité est pour :

$$\lambda_{\max} = 480 \text{ nm.}$$

D'après la loi de Wien :

$$\theta_{\text{Soleil}} = \frac{2,89 \cdot 10^6}{480} - 273 = 5750^\circ\text{C}$$

La loi de Wien permet donc de connaître la température surfacique du Soleil.



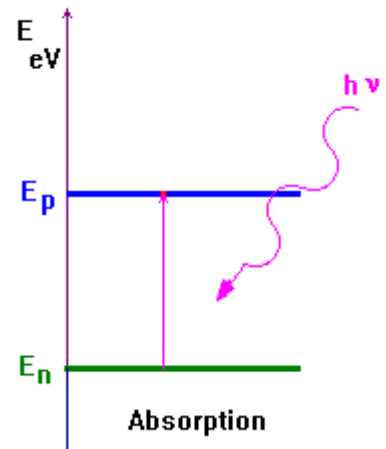
## 2. Composition de l'atmosphère solaire

Voir cours de 2° : un corps en phase gazeuse absorbe les radiations qu'il émettrait s'il était porté à haute température.

Donc un atome va absorber l'énergie  $|\Delta E|$  qui permet de passer d'un niveau d'énergie  $E_n$  à un autre niveau d'énergie supérieur  $E_p$ .

Ceci se traduit sur le spectre par une ou plusieurs raies noires.

Ces raies d'absorption renseignent donc sur la composition chimique de l'atmosphère solaire.



Exercice 19 p 57 & 28 p 61

## Exercices

### Exercice 12 p 56

$$1. \nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9}} = 509 \cdot 10^{12} \text{ Hz} = \mathbf{509 \text{ THz}} .$$

$$2. \lambda_2 = \frac{c}{\nu_2} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{5,64 \cdot 10^{14}} = 532 \cdot 10^{-9} \text{ m} = \mathbf{532 \text{ nm}} .$$

### Exercice 13 p 56

1. La loi de Wien relie la température de surface d'une étoile à la longueur d'onde émise avec la plus grande intensité.
2. La loi de Wien est une loi inverse : quand une grandeur augmente, l'autre diminue.

### Exercice 15 p 56

1. Non cette radiation se situe dans le domaine des UV.

$$2. \theta_{\text{Spica}} = \frac{2,89 \cdot 10^6}{143} - 273 = \mathbf{19\,900^\circ \text{C}}$$

### Exercice 16 p 57

1. D'après le graphique, on peut dire que  $\lambda_{\text{max}} = 605 \text{ nm}$ .
2. Cette radiation est comprise dans le domaine visible.
3.  $\theta = \frac{2,89 \cdot 10^6}{605} - 273 = \mathbf{4\,500^\circ \text{C}}$  .

### Exercice 18 p 56

$$1. |\Delta E| = |E_1 - E_0| = |-3,54 - (-5,39)| = \mathbf{1,85 \text{ eV}} = 1,85 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = \mathbf{2,96 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

$$2. |\Delta E| = \frac{h \cdot c}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{|\Delta E|} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{2,96 \cdot 10^{-19}} = 6,72 \cdot 10^{-7} \text{ m} = \mathbf{672 \text{ nm}} .$$

Cette longueur d'onde correspond bien à une radiation située dans le rouge.

### Exercice 19 p 57

1. Le Soleil émet une lumière blanche dont le spectre s'étend du violet au rouge.
2. Les raies noires correspondent à l'absorption de certaines radiations de la lumière blanche par l'atmosphère solaire.
3. La longueur d'onde des raies noires permettent de déterminer les éléments chimiques présents dans l'atmosphère.

### Exercice 23 p 58 (ancienne édition) (en TP)

### Exercice 28 p 61

$$1. a. \theta = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\text{max}}} - 273 \text{ avec } \theta = T - 273. \text{ Donc } T - 273 = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\text{max}}} - 273, \text{ ce qui amène à :}$$

$$T = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\text{max}}} . \text{ On en déduit que } \lambda_{\text{max}} = \frac{2,89 \cdot 10^6}{T} = \frac{2,89 \cdot 10^6}{9600} = \mathbf{301 \text{ nm}} .$$

1. b. La graduation horizontale du profil spectral commence un peu avant 400 nm. On ne peut donc pas savoir si  $\lambda_{\text{max}}$  se situe à 301 nm.
2. Il n'y a pas de pics d'absorption significatifs aux longueurs d'onde 445 nm et 589 nm. L'atmosphère de Véga ne contient donc pas de sodium.
3. a. c : 434 nm ; d : 486 nm ; e : 656 nm.

3. b. pic c :  $E_c = \frac{h \cdot c}{\lambda_c} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{434 \cdot 10^{-9}} = 4,58 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,86 \text{ eV}$  ;

pic d :  $E_d = \frac{h \cdot c}{\lambda_d} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{486 \cdot 10^{-9}} = 4,09 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 2,56 \text{ eV}$  ;

pic e :  $E_e = \frac{h \cdot c}{\lambda_e} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \times 3,00 \cdot 10^8}{656 \cdot 10^{-9}} = 3,03 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,90 \text{ eV}$  .

3. c. Les transitions correspondent à des raies d'absorption :

