

## Chapitre 3: Quels principes expliquent l'émission d'une lumière colorée ?

### I. Sources de lumières colorées.

- Distinguer une source polychromatique d'une source monochromatique caractérisée par une longueur d'onde dans le vide.
- Connaître les limites en longueur d'onde dans le vide du domaine visible et situer les rayonnements infrarouges et ultraviolets.

#### 1. C'est quoi un tube fluorescent ?

### Activité 1 : Les tubes fluorescents.

#### Doc. 1 Principe du tube fluorescent

Un tube fluorescent est constitué d'un cylindre de verre qui contient un gaz à basse pression (par exemple de la vapeur de mercure). La paroi intérieure du cylindre est recouverte d'une poudre fluorescente.

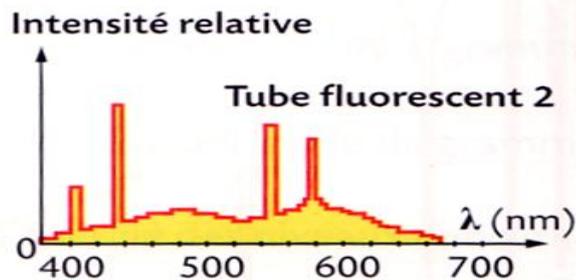
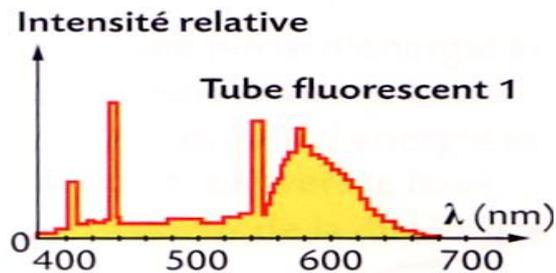
Lorsque le tube est mis sous tension, des décharges électriques se produisent : des électrons circulent dans le gaz entre deux électrodes. Les électrons bombardent les atomes et leur cèdent de l'énergie.

La fluorescence est une émission lumineuse provoquée par l'excitation d'un atome par absorption d'un photon immédiatement suivie d'une émission spontanée.

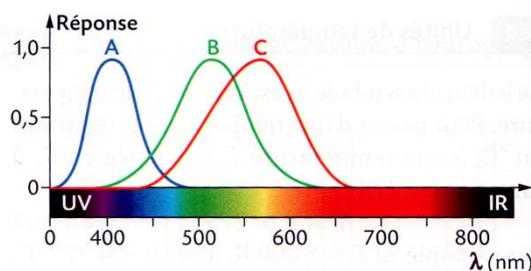
Pour produire de la lumière visible, la poudre doit être soumise à un rayonnement dont la longueur d'onde dans le vide est comprise entre 200 nm et 300 nm. Elle émet alors de la lumière dont le spectre est continu. On peut créer une atmosphère très agréable avec des tubes fluorescents, en utilisant des poudres qui permettent de **se rapprocher de la lumière du jour**.



**Doc 2 :** Profil spectral de deux tubes fluorescents contenant des poudres différentes.



#### Doc. 3 Sensibilité des cellules de l'œil humain



> Sensibilité aux radiations colorées des cônes de l'œil humain. Les courbes A, B et C correspondent à la réponse de chaque type de cône à une stimulation lumineuse.

#### Doc 4 : définition.

Une radiation lumineuse est caractérisée par sa longueur d'onde dans le vide  $\lambda$ .  
On lui associe une fréquence  $f$ .

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda(m) = \frac{c(m/s)}{f(Hz)}$$

#### Questions.

1. Déterminer la fréquence des ondes nécessaires au rayonnement de la poudre fluorescente.
2. Rappeler les valeurs de longueurs d'ondes correspondant au visible.
3. Le tube fluorescent est-il une lumière monochromatique ou polychromatique ?
4. Représenter le spectre d'émission du tube 2.
5. Comment la lumière des tubes fluorescents peut « se rapprocher de la lumière du jour » ?



## 2. Les ondes électromagnétiques.

### 11 Exploiter la relation entre fréquence et longueur d'onde

- Mobiliser ses connaissances ; effectuer des calculs numériques.

1. Calculer les fréquences  $\lambda_{\text{rouge}}$  et  $\lambda_{\text{violet}}$  qui correspondent aux radiations encadrant le domaine visible.
2. Préciser à quel domaine (UV, visible, IR) du spectre électromagnétique appartient la radiation de fréquence  $\lambda \theta 9,09 \times 10^{14}$  Hz.

### 12 Exploiter la relation entre fréquence et longueur d'onde

- Effectuer des calculs numériques.

1. Calculer la fréquence  $\nu_1$  d'une radiation de longueur d'onde dans le vide  $\lambda_1 = 589$  nm.
2. Calculer la longueur d'onde dans le vide  $\lambda_2$  d'une radiation de fréquence  $\nu_2 = 5,64 \times 10^{14}$  Hz.



## II. La couleur d'un corps dépend-t-il de sa température ?

### 1. Comment expliquer la couleur des étoiles ?

Voir TP01

### 2. Caméra thermique.

#### Activité page 47 : la caméra thermique.

Même lorsqu'elle filme de nuit, une caméra thermique produit des images colorées.

⇒ A quoi correspondent les couleurs des images produites par une telle caméra ?

#### Doc. 1 Rayonnement du corps noir

Le **corps noir** est un objet idéal qui absorbe toutes les radiations reçues, sans en réfléchir ni en transmettre. Le profil spectral du rayonnement qu'il émet ne dépend que de sa température et suit la loi de Planck (**doc. 2**).

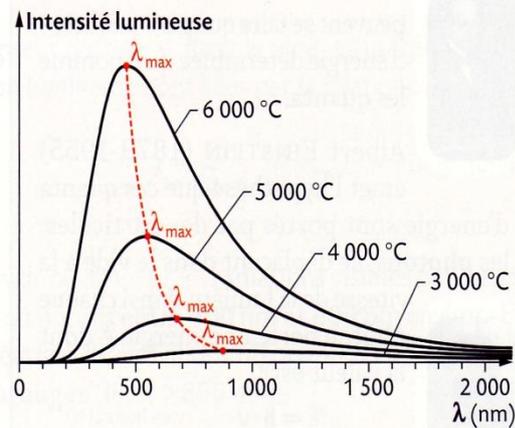
Une caméra thermique utilise cette dernière propriété.

Un traitement numérique permet de détecter la longueur d'onde de la radiation reçue avec le maximum d'intensité par chaque pixel du capteur de la caméra. Un algorithme, qui utilise notamment la loi de Wien (**doc. 2**), convertit ces informations en températures. Chaque plage de températures est associée à une fausse couleur.

L'image affichée correspond à la cartographie des températures de l'objet photographié.

#### Doc. 2 Loi de Planck et loi de Wien

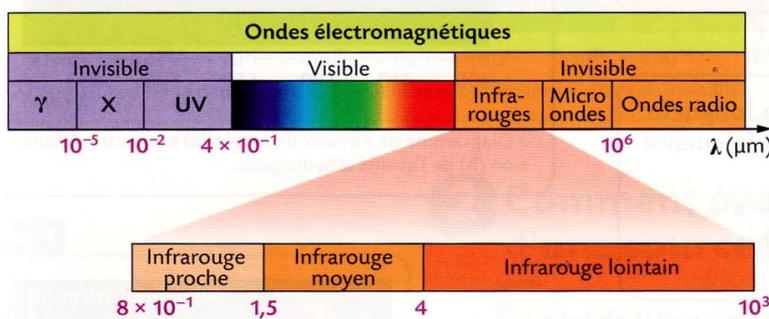
- La **loi de Planck** donne la répartition de l'intensité des radiations émises par un corps noir en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide et selon sa température  $\theta$ .



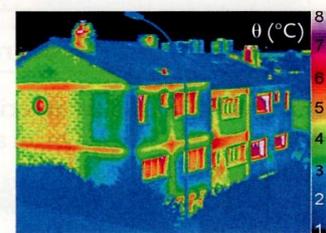
- Pour chaque température  $\theta$ , la courbe obtenue présente un maximum pour la longueur d'onde dans le vide notée  $\lambda_{\max}$ . La **loi de Wien** permet de relier  $\lambda_{\max}$  et  $\theta$  :

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

#### Doc. 3 Rayonnement électromagnétique



#### Doc. 4 Bilan thermique



> Image fournie, de nuit, par une caméra thermique.

#### Problématiques :

- ⇒ Pourquoi les couleurs de l'image par caméra thermique sont-elles qualifiées de fausses ?
- ⇒ Comment peut-on déterminer la température d'une source à partir de la lumière qu'elle émet ?
- ⇒ Déterminer la température d'un corps émettant un maximum d'intensité à 578 nm.
- ⇒ Quelle est la valeur de la longueur d'onde du maximum de rayonnement d'un corps à la température de 100°C ?



### 3. Énoncé de la loi de Wien

- Exploiter la loi de Wien, son expression étant donnée.

En 1893, le physicien Wilhelm Wien (1864-1928) a énoncé la loi traduisant la corrélation entre la valeur de  $\lambda_{\max}$  et la température T.

À la température T exprimée en kelvins (K), la source rayonne très fortement sur la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  exprimée en mètres (m) telle que :

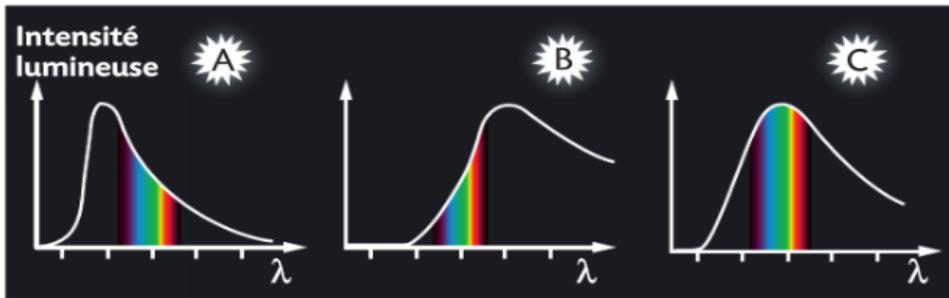
$$\lambda_{\max} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$$



## 14 Comprendre la loi de Wien (II)

- Mobiliser ses connaissances.

Les profils spectraux de trois étoiles sont les suivants.



1. Quelle grandeur la loi de Wien permet-elle de lier à la température de surface de l'étoile ?
2. Classer les étoiles par ordre croissant de température de surface.
3. Associer à chaque étoile sa couleur : *rouge, jaune* ou *bleue*.

## 15 Calculer la température d'une étoile

- Mobiliser ses connaissances ;  
exploiter des informations ; effectuer des calculs.

Le spectre de l'étoile Spica, de la constellation de la Vierge, présente un maximum d'intensité pour la radiation de longueur d'onde dans le vide égale à 143 nm.

1. La radiation émise avec le maximum d'intensité est-elle visible ?
2. Avec  $\theta$  en  $^{\circ}\text{C}$  et  $\lambda_{\max}$  en nm, la loi de Wien s'écrit

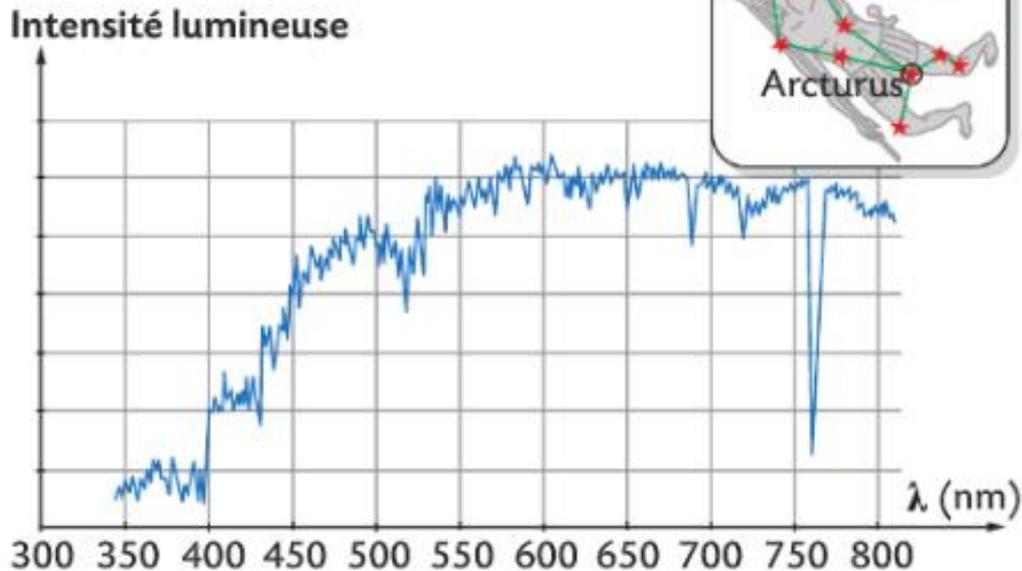
$$\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}} - 273.$$

Calculer la température de surface de Spica.

## 16 Exploiter un profil spectral

- Lire un graphique ; effectuer un calcul.

Arcturus est une étoile située dans la constellation du Bouvier. Son profil spectral est représenté ci-dessous.



1. Évaluer la longueur d'onde dans le vide  $\lambda_{\max}$  de la radiation émise avec le maximum d'intensité.
2. À quel domaine du spectre appartient-elle ?
3. La loi de Wien s'écrit  $\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}} - 273$ , avec  $\theta$  en °C et  $\lambda_{\max}$  en nm.  
Calculer la température de surface d'Arcturus.



## 23 Exploiter la loi de Wien

- Mobiliser ses connaissances ; exploiter des informations ; effectuer des calculs.

La température de surface de l'étoile Bételgeuse, dans la constellation d'Orion, est environ 3 600 K, K étant le symbole d'une unité de température appelée Kelvin. Avec  $T$  en K et  $\lambda_{\max}$  en nm, la loi de Wien s'écrit :

$$T = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}}$$

1. Quelles grandeurs physiques représentent  $\lambda_{\max}$  et  $T$  ?
2. Préciser l'unité de la constante  $2,89 \times 10^6$ .
3. Comment évolue  $\lambda_{\max}$  quand  $T$  diminue ?
4. Calculer la longueur d'onde dans le vide  $\lambda_{\max}$  de la radiation émise avec le maximum d'intensité.
5. À quel domaine du spectre électromagnétique appartient-elle ?



### III. Energie et lumière.

#### 1. Le photon.

Einstein donne le nom de **photon** à ce grain de lumière.

$$E = h \cdot \nu = \frac{h \times c}{\lambda}$$

$h$  est appelé constante de Planck  
 $E$  : Energie d'un photon  
 $\nu$  : Fréquence du rayonnement



et vaut  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J.s  
exprimée en J  
en Hz

Un électron-volt est donc égal à environ  $1,60217653 \times 10^{-19}$  joule (J) :  $1 \text{ eV} = E(\text{J}) / 1,6 \cdot 10^{-19}$

### Ex C1 : Déterminer des énergies de photons

Toute onde électromagnétique peut être modélisée par un déplacement de photons. Calculer l'énergie d'un photon pour :

- une onde de téléphone portable de fréquence  $\nu = 1,8 \times 10^9$  Hz ;
- la lumière émise par une diode laser, de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 650$  nm.

### Ex C2 : Déterminer des grandeurs

Calculer la fréquence et la longueur d'onde dans le vide d'un rayonnement X pour lequel l'énergie d'un photon vaut  $3,0 \times 10^{-15}$  J.

### Ex C3 : Utiliser l'électron-volt

Un photon émis par un émetteur radio a une énergie  $|\Delta\mathcal{E}| = 4,4 \times 10^{-7}$  eV.

- Exprimer cette énergie en joule.
- En déduire la fréquence  $\nu$  du rayonnement associé.

## 2. De la lumière au spectre d'émission de l'atome.

- Interpréter les échanges d'énergie entre lumière et matière à l'aide du modèle corpusculaire de la lumière.
- Connaître les relations  $\lambda = c/\nu$  et  $E = h \cdot \nu$  et les utiliser pour exploiter un diagramme de niveaux d'énergie.

⇒ **Activité page 48 : Comment expliquer la présence de raies colorées dans le spectre d'émission d'un atome ?**

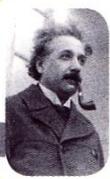
### Doc. 1 Histoire du modèle du photon

L'Allemand Max PLANCK (1858-1947) affirme que les échanges d'énergie entre un rayonnement lumineux et la matière ne peuvent se faire que par « paquets » d'énergie déterminée qu'il nomme les **quanta**.



1900

Albert EINSTEIN (1879-1955) émet l'hypothèse que ces quanta d'énergie sont portés par des particules, les **photons**, se déplaçant dans le vide à la vitesse de la lumière. Ainsi chaque photon porte une énergie  $\mathcal{E}$  dont



1908

$$E = h \times \nu$$

$E$  : énergie en joule

$h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s

$\nu$  : fréquence en hertz



1913

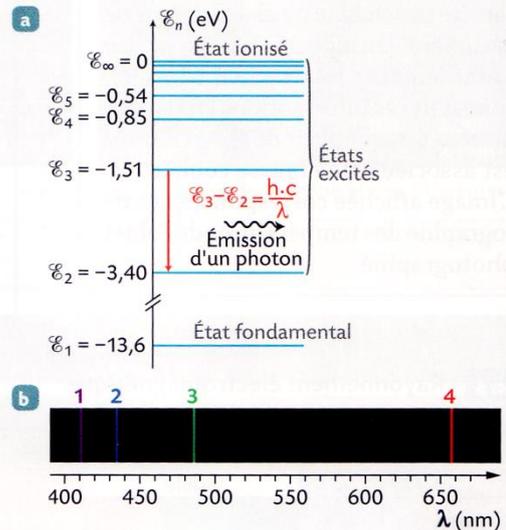
Le Danois Niels BOHR (1885-1962) propose un modèle dans lequel l'atome ne peut exister que **dans certains états**, chaque état étant caractérisé par un **niveau d'énergie défini**.

### Doc. 3 États de l'atome d'hydrogène

On représente les états d'un atome dans un **diagramme de niveaux d'énergie**. Au cours d'une transition entre un état d'énergie  $\mathcal{E}_p$  et un état d'énergie inférieure  $\mathcal{E}_m$ , l'atome peut émettre un photon dont l'énergie  $\mathcal{E}$  correspond à la différence  $\mathcal{E}_p - \mathcal{E}_m$ .

#### UNITÉ

L'électronvolt (eV) :  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$



> Diagramme de niveaux d'énergie (a) et spectre d'émission (b) de l'atome d'hydrogène.

### Document 2 : Caractéristiques des radiations.

Une radiation lumineuse est caractérisée par sa longueur d'onde dans le vide  $\lambda$  en mètre. On lui associe une fréquence  $\nu$  en hertz tel que :  $\nu = c / \lambda$  avec  $c$  : célérité de la lumière

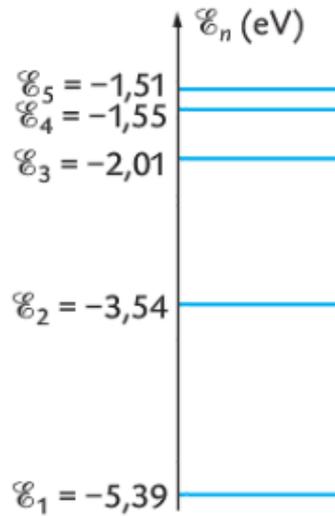
1. Rappeler les longueurs d'onde limites des radiations visibles. En déduire les fréquences correspondantes.
2. Exprimer l'énergie d'un photon en fonction de la longueur d'onde dans le vide de la radiation lumineuse qui lui est associée.
3. Pourquoi le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène n'est-il pas continu ?
4. Dans le cas d'une émission de lumière, l'atome reçoit-il ou libère-t-il de l'énergie ?
5. Attribuer à la transition schématisée en rouge dans le diagramme de niveaux d'énergie la raie correspondante du spectre d'émission de l'hydrogène.
6. Calculer l'énergie des photons associés à la radiation lumineuse de longueur d'onde 656,3 nm.
7. Sur le diagramme, identifier le changement de niveau d'énergie, appelé transition énergétique, responsable de l'émission de cette radiation à 656,3 nm.



## 18 Exploiter un diagramme de niveaux d'énergie

- Mobiliser ses connaissances ; effectuer des calculs.

Le diagramme ci-contre représente certains niveaux d'énergie de l'atome de lithium. La raie rouge du spectre de la lumière émise par une lampe à vapeur de lithium correspond à la transition du niveau d'énergie  $\mathcal{E}_2$  vers le niveau d'énergie  $\mathcal{E}_1$ .



**1.** Calculer l'énergie du photon correspondant en électronvolt, puis en joule.

**2.** En déduire la valeur de la longueur d'onde dans le vide de la radiation associée. Vérifier qu'elle correspond bien à une radiation rouge.

### Données

•  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

•  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

## 21 Énergies et longueurs d'onde

- Effectuer des calculs.

Le spectre de la lumière émise par l'hélium comporte notamment des raies de longueur d'onde dans le vide 504 nm, 587 nm et 668 nm.



• Calculer, en joule et en électronvolt, les énergies des transitions correspondantes.

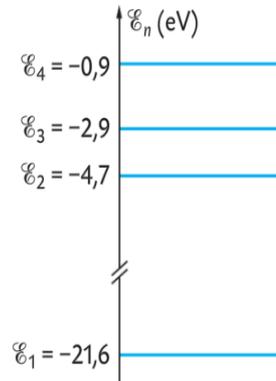
### Données

•  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

•  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

**Doc. 1** Les lampes à vapeurs de néon

On appelle par abus de langage « tube néon » les tubes fluorescents allongés vendus dans le commerce. Ces tubes contiennent, en général, de la vapeur de mercure sous faible pression. Les véritables tubes au néon produisent une lumière rouge, utilisée principalement dans des enseignes lumineuses. Lorsque la lampe est mise sous tension, des électrons circulent dans le gaz entre deux électrodes. Les électrons cèdent alors de l'énergie aux atomes qui s'excitent, puis se désexcitent en émettant de la lumière.


**Doc. 2** Quelques niveaux d'énergie de l'atome de néon


> Diagramme simplifié de niveaux d'énergie de l'atome de néon.

- 1.** Parmi les radiations émises par le tube au néon, l'une d'elles possède une longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ .
  - a.** Calculer, en joule (J) puis en électronvolt (eV), l'énergie associée à cette radiation.
  - b.** Cette énergie est-elle gagnée ou perdue par l'atome de néon qui émet cette radiation ?
  - c.** Schématiser, par une flèche sur un diagramme d'énergie, la transition correspondante.
- 2.** Un atome de néon est dans l'état d'énergie  $\mathcal{E}_3$ .
  - a.** Peut-il changer d'état sous l'effet d'une radiation lumineuse d'énergie  $\mathcal{E} = 0,9 \text{ eV}$  ?  $\mathcal{E} = 1,8 \text{ eV}$  ?  $\mathcal{E} = 2,0 \text{ eV}$  ?
  - b.** Comment ce changement d'état se traduit-il sur le spectre de l'atome ?

**Données**

$$\bullet h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$\bullet 1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$$



## 24 À chacun son rythme

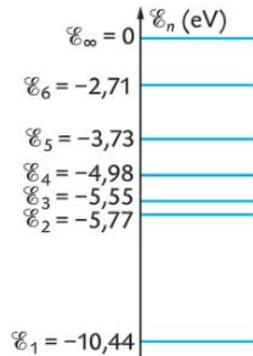
### Absorption du mercure

- Utiliser un modèle ; effectuer des calculs.

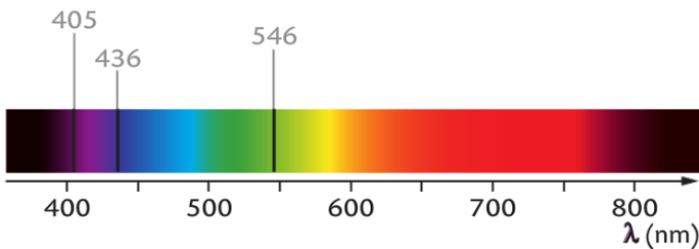
Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

#### Doc. 1 Niveaux d'énergie de l'atome de mercure

Le diagramme simplifié ci-contre représente certains niveaux d'énergie de l'atome de mercure.



#### Doc. 2 Raies d'absorption du mercure



> Spectre d'absorption simplifié du mercure.

### Énoncé compact

- À l'aide du **doc. 1**, associer une transition énergétique à chaque raie noire du spectre du **doc. 2**.

#### Énoncé détaillé

- Relever sur le schéma les longueurs d'onde des raies d'absorption du mercure (**doc. 2**).
- Calculer, en J puis en eV, l'énergie du photon associé à chacune de ces raies.
- Déterminer alors la transition énergétique correspondante.

#### Données

- $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

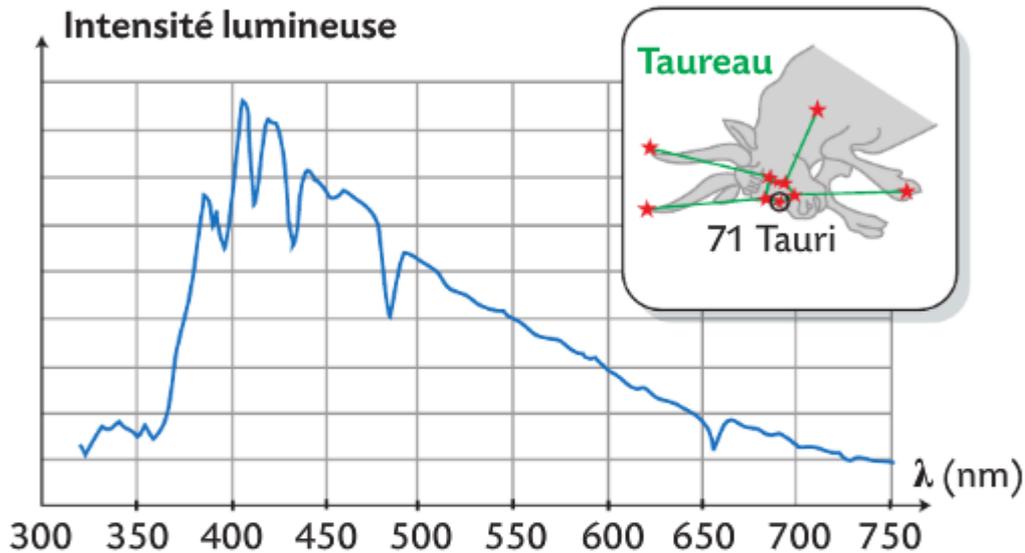
## VI. Spectre solaire.

- Expliquer les caractéristiques (forme, raies) du spectre solaire.

### 20 Interpréter un profil spectral

- Mobiliser ses connaissances ; exploiter des informations.

Le profil spectral simplifié de l'étoile 71 Tauri est schématisé ci-dessous.



1. a. Évaluer la longueur d'onde dans le vide associée à la radiation émise avec le maximum d'intensité.
  - b. Quel renseignement sur l'étoile apporte cette longueur d'onde dans le vide ?
2. a. À quoi sont dus les minima d'intensité lumineuse de ce profil spectral ?
  - b. Quels renseignements sur l'étoile apportent-ils ?

## 27 Résolution de problème

### Mais d'où vient cette couleur ?

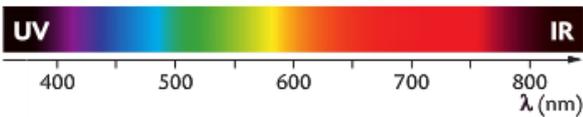
- Résoudre un problème scientifique.

#### Doc. 1 La nébuleuse d'Orion

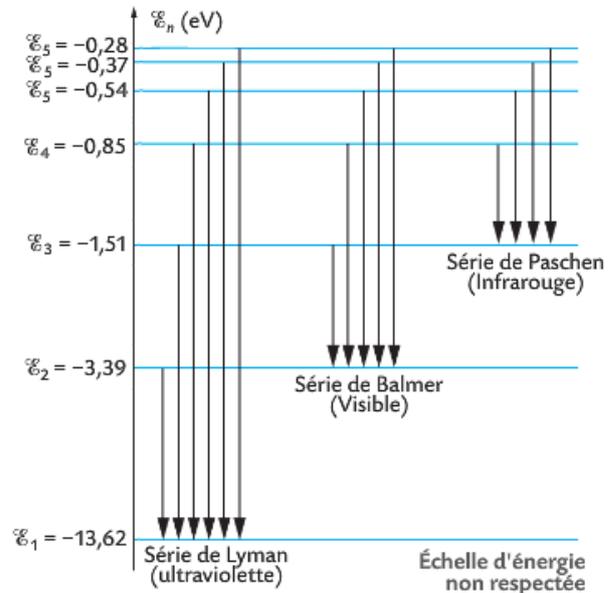


La nébuleuse d'Orion, aussi connue sous le nom de Messier 42 (M42), s'étend sur près de la moitié de la constellation du même nom. Elle se trouve à environ 1 350 années de lumière de la Terre et abrite une énorme bulle de gaz de couleur rougeâtre, contenant essentiellement de l'hydrogène et dont la température avoisine les 2 millions de degrés Celsius. C'est une immense pépinière d'étoiles.

#### Doc. 2 Couleurs et longueurs d'onde



#### Doc. 3 Séries spectrales de l'atome d'hydrogène



> Transitions énergétiques de l'atome d'hydrogène.

D'après le site Internet [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com)

#### • À quoi est due la couleur de la nébuleuse d'Orion ?

→ En cas de difficultés, voir la **fiche Résolution d'un problème scientifique**, p. 346. Des **pistes de résolution** sont également disponibles en fin de manuel (p. 364).

#### Données

- Loi de Wien :  $\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}} - 273$  avec  $\theta$  en °C et  $\lambda_{\max}$  en nm
- $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$       •  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

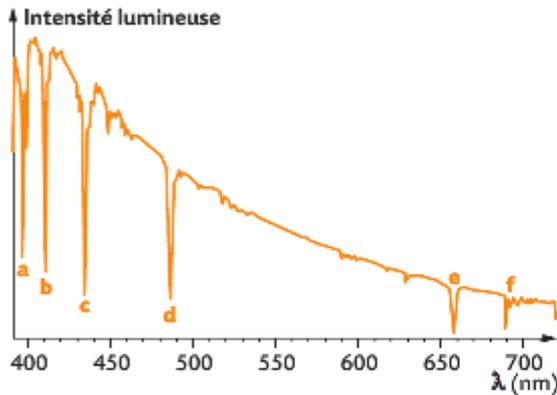


## 28 L'étoile Vega

- Exploiter des informations ;
- utiliser un modèle ;
- effectuer des calculs.

### Doc. 1 L'étoile Véga

Véga est l'étoile la plus brillante de la constellation de la Lyre. Elle est située à 25 années de lumière du système solaire. Historiquement, ce fut la première étoile analysée après le Soleil. Sa température de surface est de 9 600 K.



> Une partie du profil spectral de Véga.

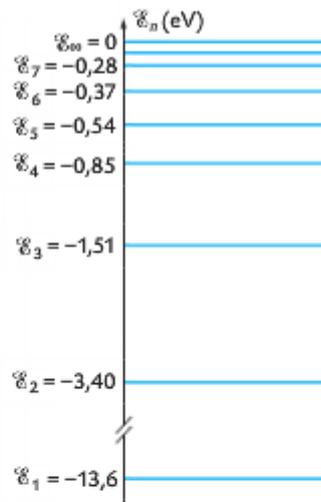
### Doc. 2 Unités de température

Le kelvin, de symbole K, est une unité de température. Pour passer d'une température  $\theta$ , exprimée en  $^{\circ}\text{C}$ , à une température  $T$ , exprimée en K, il faut ajouter 273 :

$$T = \theta + 273$$

Par exemple, si  $T = 5\,000\text{ K}$ , alors  $\theta = 4\,727\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Doc. 3 Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène



> Diagramme de niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

### Doc. 4 Quelques longueurs d'onde caractéristiques

Longueurs d'onde (en nm) de quelques radiations caractéristiques d'entités chimiques :

Sodium :	411	445	589
Hydrogène :	434	486	656

### Données

- Loi de Wien :

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

avec  $\theta$  en  $^{\circ}\text{C}$  et  $\lambda$  en nm

- $h = 6,63 \times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$
- $1\text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19}\text{ J}$

## Questions

- a. Calculer la longueur d'onde dans le vide,  $\lambda_{\text{max}}$ , de la radiation émise avec le maximum d'intensité par Véga, en supposant qu'elle suit la loi de Wien.

b. La valeur obtenue peut-elle être en accord avec le profil spectral du **doc. 1** ?
- Peut-on affirmer que l'atmosphère de Véga contient du sodium ?
- a. Six pics d'absorption ont été repérés par des lettres allant de **a** à **f** sur le profil spectral de Vega. Parmi ces pics, identifier ceux qui peuvent être attribués à l'atome d'hydrogène.

b. Pour chacune de ces raies d'absorption, déterminer les énergies des photons associés à ces radiations.

c. Recopier le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène et représenter par des flèches les transitions associées à ces raies.

## Analyse et synthèse de documents

### 32 Couleur de la nébuleuse d'Orion

**COMPÉTENCES** S'approprier, restituer, analyser, réaliser, valider, communiquer.

Cette analyse et synthèse de documents est proposée avec deux niveaux différents. Commencer par le niveau confirmé, et en cas de difficulté, passer au niveau initiation.

La nébuleuse d'Orion, visible à l'œil nu, ne révèle véritablement sa couleur qu'au télescope et après traitement d'images : elle est rougeâtre.

#### Doc. 1 La grande nébuleuse d'Orion

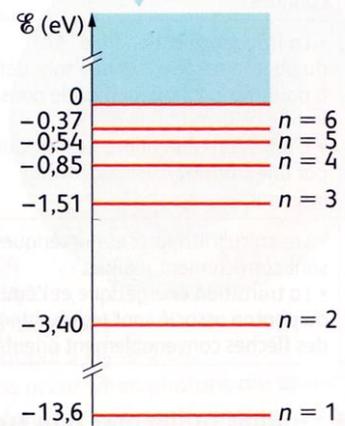
C'est un nuage de gaz interstellaire constitué en majorité d'atomes d'hydrogène au sein duquel, en particulier, quatre étoiles très chaudes émettent un rayonnement riche en ultraviolets. Ce nuage nous apparaît lumineux, de couleur rougeâtre.

Sous l'effet du rayonnement UV reçu, le gaz de la nébuleuse est partiellement ionisé. Les électrons se recombinent avec des noyaux d'hydrogène pour former des atomes excités qui se dés excitent progressivement avec émission de photons. En particulier, la transition des atomes d'hydrogène du niveau d'énergie 3 au niveau d'énergie 2 a lieu fréquemment.

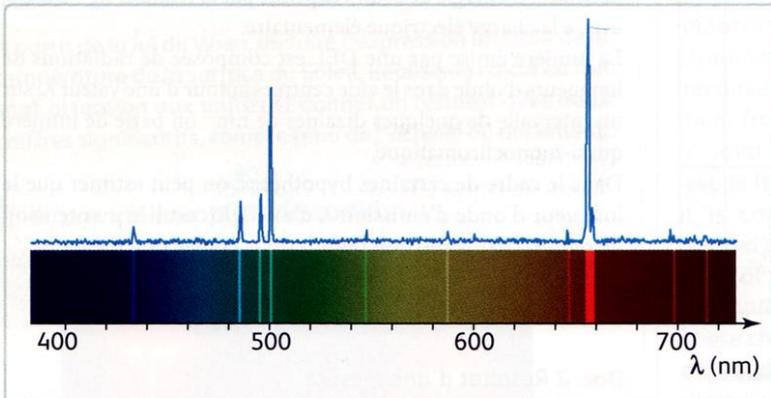


#### Doc. 3 Diagramme de niveaux d'énergie de l'hydrogène

Ici, l'atome est dit « ionisé » car il perd son électron et devient un ion : toutes les énergies sont permises en fonction de l'énergie cinétique qu'acquiert l'électron.



#### Doc. 2 Spectre de la lumière issue de la nébuleuse d'Orion



#### Niveau confirmé

- À partir des documents, rédiger un paragraphe expliquant la couleur rougeâtre de la nébuleuse d'Orion.

#### Niveau initiation

1. Pour quelle raison le rayonnement des quatre étoiles de la nébuleuse est-il riche en ultraviolets ?
2. Quelle est l'énergie minimale d'un photon susceptible d'ioniser un atome initialement dans son état fondamental ? Quelle est la longueur d'onde dans le vide  $\lambda$  de la radiation correspondante ? Dans quel domaine des ondes lumineuses se situe-t-elle ?
3. Rédiger un paragraphe expliquant la couleur rougeâtre de la nébuleuse d'Orion.

