

EXERCICE 1 : LES ÉTOILES ARCTURUS ET SIRIUS (3 points)

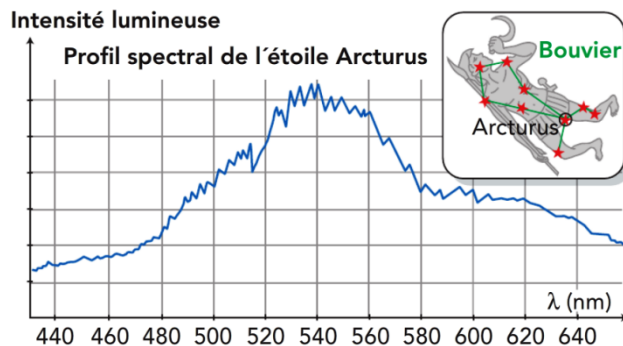
1. Arcturus est une étoile située dans la constellation du Bouvier. Son profil spectral est représenté ci-contre :

1.1. Donner la valeur de la longueur d'onde λ_{\max} de la radiation émise avec le maximum d'intensité. /0,5

Graphiquement, on obtient environ $\lambda_{\max} = 540 \text{ nm}$.

1.2. À quel domaine appartient-elle, infrarouge, visible ou ultraviolet ? Justifier. /1

Cette radiation appartient au domaine **visible**, car la longueur d'onde est comprise entre 400 nm et 800 nm.



1.3. La loi de Wien s'écrit : $\theta = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}} - 273$ avec θ : température en °C et λ_{\max} en nm.

Calculer la température de surface θ d'Arcturus. /1

$$\theta = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}} - 273 = \frac{2,89 \cdot 10^6}{540} - 273 = 5079 \text{ °C} = 5,08 \cdot 10^3 \text{ °C}$$

La température de la surface d'Arcturus est proche de 5 000 °C.

2. Sirius est l'étoile principale de la constellation du grand chien. Sa température de surface θ_1 est de **9627°C**.

En déduire dans quel domaine se trouve la radiation qu'elle émet avec le maximum d'intensité. Justifier. /1,5

On a $\theta = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}} - 273$ donc $\lambda_{\max} = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\theta + 273} = \frac{2,89 \cdot 10^6}{9627 + 273} = 292 \text{ nm}$

La radiation émise avec le maximum d'intensité par l'étoile Sirius se trouve dans le domaine de **l'ultra-violet**, car la longueur d'onde est inférieure à 400 nm.

EXERCICE 2 : AUTOUR D'UN TEXTE D'ANDRÉ BRAHIC (8 points)

Voici un extrait du livre d'André Brahic « Lumières d'étoiles » :

La lumière blanche mélange toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Comme on passe continûment d'une couleur à une autre en changeant graduellement de nuance, on dit que la lumière blanche possède un spectre continu.

Mais les astronomes ont remarqué dès le XVIII^e siècle la présence de fines bandes noires dans la lumière solaire. Il manque des couleurs très précises et spécifiques, comme si elles ne nous étaient pas parvenues. Après quelques tâtonnements, ils ont compris alors que ces raies sombres traduisaient la présence d'éléments chimiques sur le trajet des rayons lumineux. Joseph Von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière et à les attribuer à un phénomène d'absorption par un gaz des couches superficielles du Soleil. [...]

- Données :**
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
 - Constante de Planck : $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$;
 - $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

1. Quelle est la relation entre la longueur d'onde λ dans le vide d'une radiation monochromatique et sa fréquence f ? On précisera les unités. /1

La relation entre la longueur d'onde λ dans le vide d'une radiation monochromatique et sa fréquence f est :

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{avec } \lambda \text{ en mètre (m), } f \text{ en hertz (Hz) et } c, \text{ célérité de la lumière dans le vide, en } \text{m.s}^{-1}.$$

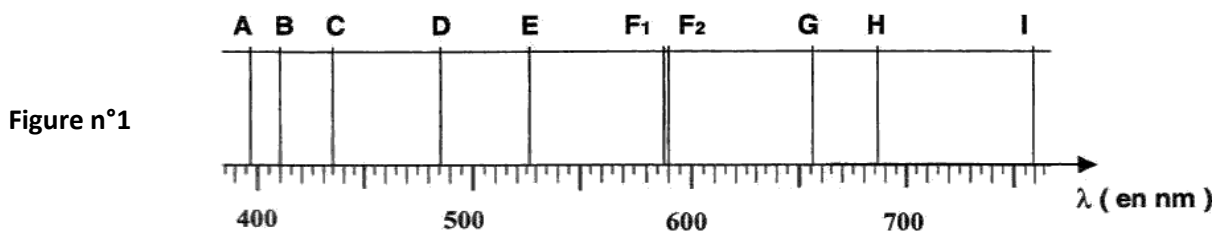
2. On donne la fréquence des rayons X : $f_x = 3,0 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$

Calculer la longueur d'onde λ_x correspondante dans le vide. /0,5

$$\lambda_x = \frac{c}{f_x} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{3,0 \cdot 10^{18}} = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 0,10 \text{ nm}$$

3. D'après le texte : « Joseph Von Fraunhofer fut le premier, en 1814, à observer ces disparitions de lumière ».

Voici un extrait du spectre qu'il a observé, où l'on peut observer des raies noires sur un fond coloré continu, nommées A, B, C, D, E, F₁, F₂, G, H et I.

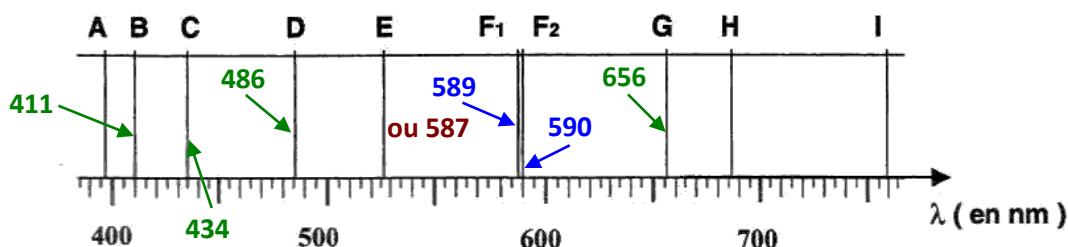


3.1. Les raies observées sur le spectre ci-dessus sont-elles des raies d'émission ou d'absorption ? /0,5
 Les raies observées sont noires sur un fond coloré, il s'agit donc de **raies d'absorption**.

3.2. On donne des longueurs d'onde d'émission de quelques éléments.

Élément chimique	Longueur d'onde λ en nm de certaines raies caractéristiques					
Hydrogène H	411	434	486	656		
Hélium He	447	471	492	501	587	667
Sodium Na	589	590				

Quels sont les éléments que l'on peut retrouver facilement dans les couches superficielles du Soleil ? /1
 Pour un élément chimique, les raies d'émission ont même longueur d'onde que les raies d'absorption.



Dans les couches superficielles du Soleil, on trouve toutes les raies de l'**hydrogène** et toutes les raies du **sodium**. L'hélium semble absent (présence éventuelle d'une raie à 587,6 nm).

4. L'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs.

Que peut-on alors dire de l'énergie d'un atome ? /0,5

On peut dire que l'énergie d'un atome est **quantifiée**.

5. On donne ci-contre le diagramme de niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène :

5.1. Quelle est la valeur de l'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène ? /0,5

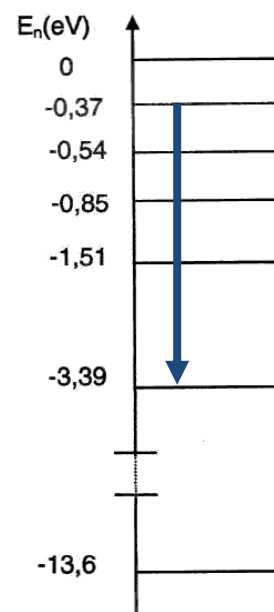
Le niveau d'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène E_0 est le niveau d'énergie la plus faible : $E_0 = -13,6$ eV (voir figure)

5.2. Quelle est la valeur de l'énergie en eV à fournir à cet atome pour l'ioniser ? /0,5
 L'atome est ionisé quand l'électron est au niveau 0 eV, donc l'énergie à lui fournir pour l'ioniser est de $E_{\text{ion}} = 13,6$ eV.

5.3. Calculer la variation d'énergie en eV lorsque l'atome d'hydrogène passe du niveau d'énergie $E_1 = -0,37$ eV au niveau d'énergie $E_2 = -3,39$ eV. /0,5
 $\Delta E = E_2 - E_1 = -3,39 + 0,37 = -3,02$ eV ($\Delta E < 0$ car l'atome cède de l'énergie).

5.4. Convertir en Joule la variation d'énergie calculée dans la question 5.3. /0,5
 $\Delta E = -3,02 \times 1,6 \cdot 10^{-19} = 4,8 \cdot 10^{-19}$ J

5.5. Sur le diagramme ci-contre, représenter cette transition par une flèche. /0,5



5.6. Ce photon est-il libéré ou absorbé par l'atome d'hydrogène ? /0,5

L'atome d'hydrogène passe d'un niveau d'énergie E_1 à un niveau d'énergie E_2 inférieure, il cède de l'énergie en émettant un photon. Le photon est **libéré** par l'atome d'hydrogène.

5.7. Calculer la longueur d'onde λ du photon correspondant à cette variation d'énergie. /1

On a $\lambda = \frac{c}{f}$ et $\Delta E = h \cdot \nu = h \cdot f$ donc $\lambda = \frac{c}{\Delta E/h} = \frac{c \cdot h}{\Delta E} = \frac{3,00 \cdot 10^8 \times 6,62 \cdot 10^{-34}}{4,8 \cdot 10^{-19}} = 4,1 \cdot 10^{-7} \text{ nm} = 410 \text{ nm}$

5.8. Donner le nom de la radiation du spectre de la figure n°1 correspondant à cette transition. /0,5

Cette radiation correspond à la **raie B** du spectre de la figure 1.

EXERCICE 3 : CHROMATOGRAPHIE DU PAPRIKA (4,5 points)

Le paprika est une épice de couleur rouge. Parmi les pigments colorés qu'elle contient, on trouve les caroténoïdes (jaune), la capsanthine (rouge) et la capsorbine (orange). Une fois extraits, ces pigments ont pu être mis en évidence par chromatographie sur papier absorbant.

Voici les caractéristiques du chromatogramme obtenu :

- morceau de papier absorbant : 10 cm x 5 cm
- ligne de dépôt : 1,5 cm de la partie inférieure
- front du solvant : 8 cm
- rapport frontal de la tache jaune : 0,8
- rapport frontal de la tache rouge : 0,5
- rapport frontal de la tache orange : 0,2

1. Dessiner à l'échelle (1/1) le chromatogramme obtenu et préciser les différents pigments. /2

Pour connaître la position des taches jaune, rouge et orange il faut calculer, à partir du rapport frontal, la distance parcourue par les pigments.

Par définition :

$$R_f = \frac{\text{distance parcourue par la tache}}{\text{distance parcourue par l'éluant}} = \frac{h}{H} \quad \text{donc} \quad h = R_f \cdot H$$

Pour la tache jaune :

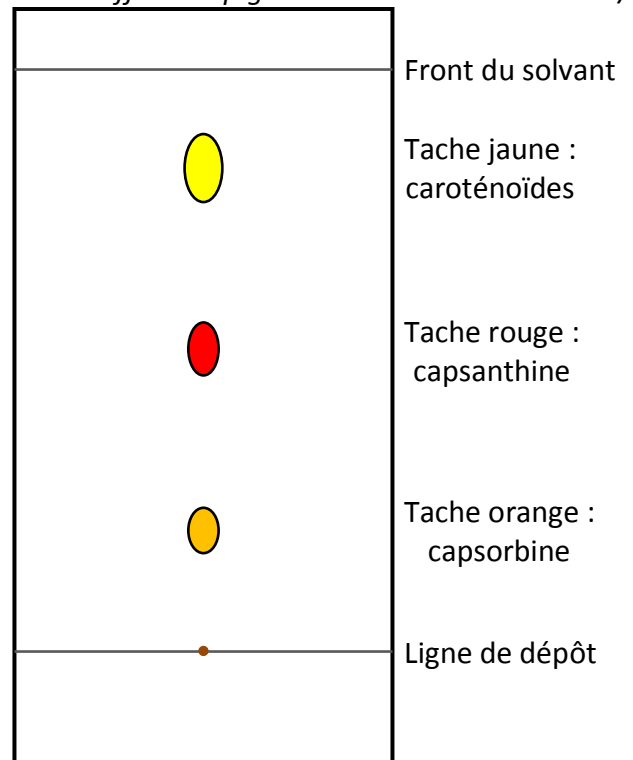
$$h_{\text{jaune}} = R_f(\text{jaune}) \times H = 0,8 \times 8 = \mathbf{6,4 \text{ cm}}$$

Pour la tache rouge :

$$h_{\text{rouge}} = R_f(\text{rouge}) \times H = 0,5 \times 8 = \mathbf{4,0 \text{ cm}}$$

Pour la tache orange :

$$h_{\text{orange}} = R_f(\text{orange}) \times H = 0,2 \times 8 = \mathbf{1,6 \text{ cm}}$$



2. Ces pigments sont solubles dans le cyclohexane et insolubles dans l'eau salée. Parmi ces deux solvants, quel éluant doit-on choisir ? Justifier. /1

On doit choisir le **cyclohexane** car pour que les pigments puissent migrer pendant l'éluion, il faut qu'ils soient solubles dans l'éluant.

3. Quelle est la différence entre un pigment et un colorant ? /1

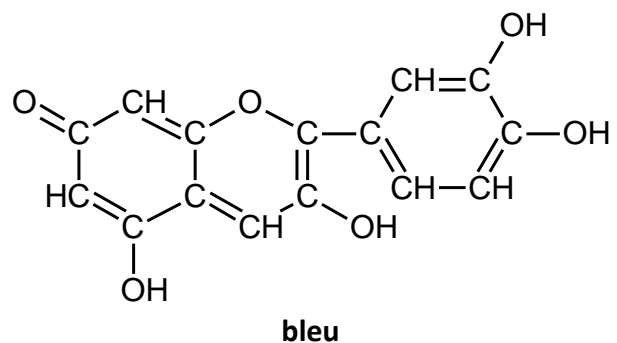
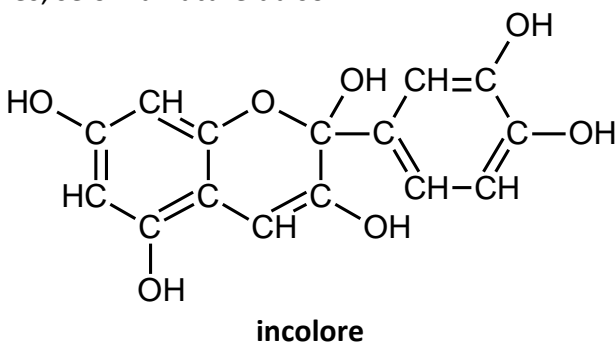
Un **pigment** est **insoluble** dans le milieu qui le contient tandis que les **colorants** y sont **solubles**.

4. Pourquoi la tâche jaune est-elle montée le plus haut ? /0,5

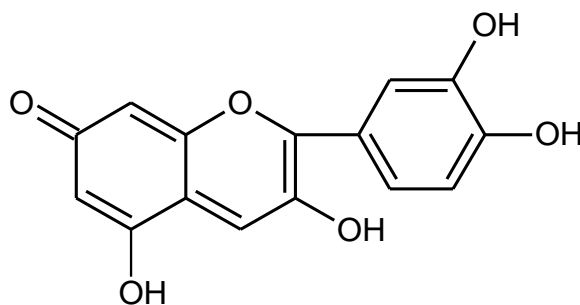
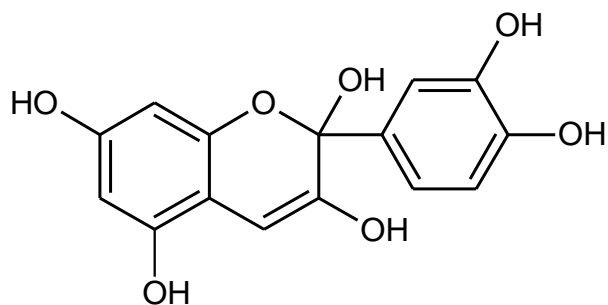
La tache jaune est montée le plus haut car c'est l'espèce **la plus soluble dans l'éluant**.

EXERCICE 4 : DE LA COULEUR DES FLEURS (3,5 points)

La couleur des hortensias est due à une molécule organique nommée cyanidine, qui peut prendre plusieurs formes, selon la nature du sol :



1. Écrire la formule topologique des deux molécules. /1,5



2. Justifier le caractère incolore de la première forme et le caractère coloré de la deuxième forme de la cyanidine. /1

La première forme est incolore car elle n'a **que 3 ou 4 doubles liaisons conjuguées**, tandis que la deuxième forme a **8 doubles liaisons conjuguées**, ce qui lui donne le caractère coloré.

3. Citer deux facteurs physico-chimiques qui peuvent avoir une influence sur la couleur d'une solution ? /1

La **température**, le **pH**, la **lumière**, la **nature du solvant**, l'**humidité**... sont des facteurs physico-chimiques qui peuvent avoir une influence sur la couleur d'une solution.