

Exercice 2.7

La nébuleuse d'Orion est un nuage de gaz interstellaire constitué pour l'essentiel d'atomes d'hydrogène. Au cœur de cette nébuleuse, quatre étoiles émettent un rayonnement ultraviolet de longueur d'onde $\lambda = 9,50 \cdot 10^{-8}$ m qui est en partie absorbé par l'hydrogène constitutif de la nébuleuse.

1. Quelle est l'expression de l'énergie de l'atome d'hydrogène lorsque son électron se trouve dans un niveau d'énergie de nombre quantique principal n quelconque ?

En exprimant l'énergie en eV : $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$

2. Quelle est l'expression de l'énergie émise par cet atome lors d'une transition électronique entre un état de nombre quantique principal n_i et un état de nombre quantique principal n_f ($n_i > n_f$) ?

$$E_n = 13,6 \left| \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right|$$

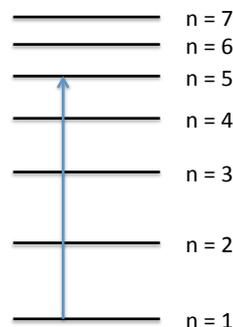
3. Quelle est l'énergie (en J et en eV) des photons émis par les étoiles du cœur de la nébuleuse ?

$$E_{ph} = 2,10 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 13,09 \text{ eV}$$

4. Ce rayonnement est absorbé par les atomes d'hydrogène de la nébuleuse. On suppose qu'avant l'absorption d'un photon de ce rayonnement, les atomes d'hydrogène sont dans leur état fondamental. Quelle sera la valeur du nombre quantique principal de l'électron d'un atome d'hydrogène après absorption d'un tel photon ?

$$n = 5$$

5. Dessiner cette transition sur le diagramme des niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.



6. La lumière émise par la nébuleuse, et observée par les télescopes, est due à la transition électronique entre les niveaux $n_i = 3$ et $n_f = 2$. Une telle transition est-elle possible compte tenu du résultat précédent ? Justifiez votre réponse.

Une telle transition est possible. Après absorption du photon, l'électron se trouve sur le niveau $n = 5$. La désexcitation des atomes H peut s'effectuer par retour direct à l'état fondamental ($5 \rightarrow 1$), mais également par toutes les transitions intermédiaires, dont la transition $3 \rightarrow 2$.

7. A quelle série spectrale appartient cette transition ?

Série de Balmer.

8. Calculer la longueur d'onde de la radiation émise. Dans quel domaine du spectre électromagnétique cette radiation se situe-t-elle ?

$$\lambda = 656 \text{ nm. Domaine du visible.}$$