

## 1. Lumière : une onde électromagnétique

*Def : Une **onde électromagnétique** transporte une lumière dont le spectre ne présente qu'une unique radiation (donc une lumière ....., de longueur d'onde précise).*

Cette onde électromagnétique (radiation), est caractérisée par  $\lambda$ ,  $\nu$ , et  $c$  :

- $\lambda$  est la longueur d'onde optique de l'OEM (onde électromagnétique)
- $\nu$  (se prononce « nu ») est la fréquence et s'exprime en Hz
- $c$  est la célérité de la lumière. Dans le vide,  $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$

loi longueur d'onde - fréquence :

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

*Exemple : Le domaine des ondes visibles se situe entre 400-800nm. Calculer la fréquence associée à la longueur d'onde 580nm : (on donne :  $1 \text{ nm} = 10^{-9}\text{m}$ )*

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \dots = 5,2.10^{14} \text{ Hz}$$

## 2. Lumière : une particule

**Photon:** un photon est la ..... (indivisible) **de la lumière**.

Le photon est une particule ET une onde électromagnétique.

C'est une particule **sans masse ( $m=0$ )**. La vitesse de transport de cette particule dans le vide est  **$c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$**

**Energie du photon :**

Pour une radiation de longueur d'onde dans le vide  $\lambda$  et de fréquence  $\nu$ , chaque photon transporte une énergie  $E$  telle que :

$$E = h. \nu = \frac{h.c}{\lambda}$$

$h =$  **constante de Planck** :  $6,63.10^{-34} \text{ SI}$

$E$  en Joule (J)

$c$  : célérité lumière dans le vide

$\lambda$  : longueur d'onde **en m**

## 3. Quantification des niveaux d'énergie d'un atome

**Modèle de Bohr de l'atome :**

### Cas particulier de l'atome d'hydrogène :

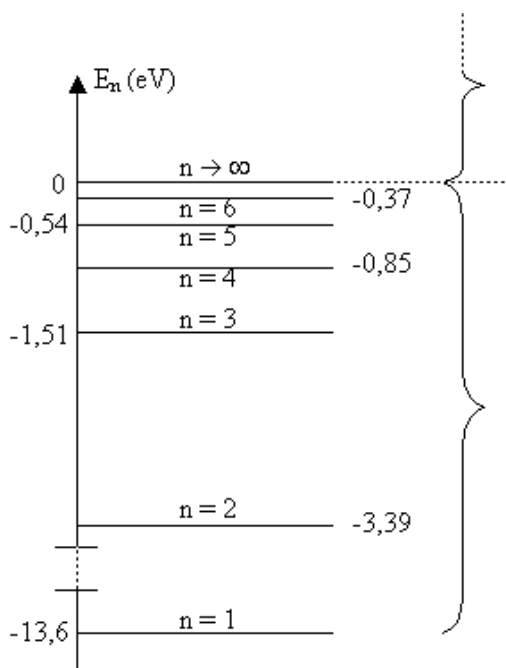
Rappel : cet atome ne possède qu'un seul électron.

- L'énergie de l'état ..... est la valeur la plus basse. Il s'agit du niveau d'énergie  $E_1$ , soit  $n=1$ .
- Pour l'atome d'hydrogène, les autres états (les autres niveaux d'énergie) sont qualifiés de niveaux .....

L'énergie de liaison, exprimée en **electron-Volt (eV)** pour l'électron occupant le niveau  $n$  de l'**atome d'hydrogène** est :

$$E_n = \frac{-13,6}{n^2}$$

Cette énergie est *négative* pour des *états liés* de l'électron, et *positive ou nulle* pour des *états libres* de l'électron.



Compléter le diagramme d'énergie avec : *états liés* et *état libre de l'électron*

$E_n$  est exprimée en eV (electronVolt), mais, comme toute énergie, elle devrait s'exprimer en **Joules**. La correspondance est la suivante:

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

#### 4. Interaction Lumière – matière

Les électrons d'un atome occupent dans l'état fondamental les plus bas niveaux d'énergie. S'ils acquièrent de l'énergie, alors les électrons vont sur des niveaux d'énergie ..... (états .....)

Ce modèle a été proposé par Niels Bohr pour l'atome H. Mais il peut être généralisé à des atomes plus gros. La représentation des niveaux et le calcul des énergies est alors plus complexe.

(Voir p 343 pour l'émission et l'absorption de lumière.)

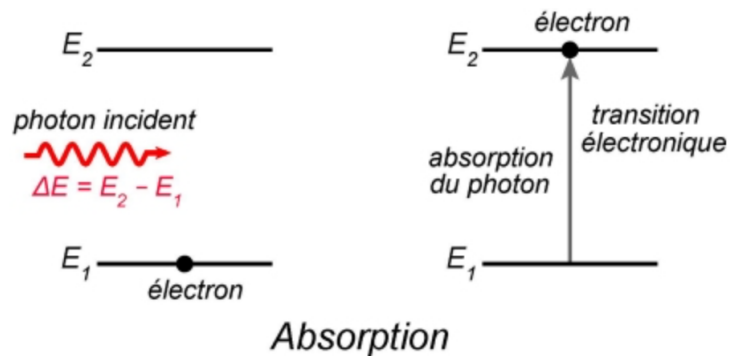
### Transition entre niveaux d'énergie :

L'énergie échangée lors d'une transition d'un niveau  $n_1$  vers un niveau  $n_2$  s'exprime de la façon suivante :

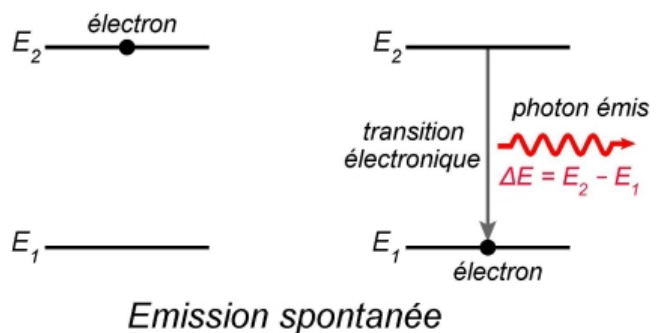
$$\Delta E = E_{n_2} - E_{n_1} = \frac{-13,6}{n_2^2} - \left( -\frac{13,6}{n_1^2} \right)$$

$$\Delta E = 13,6 \times \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

- Si  $\Delta E > 0$  : l'atome ..... de l'énergie :



- Si  $\Delta E < 0$  : l'atome .....de l'énergie (il émet un photon lors de sa relaxation) :



Le mécanisme d'émission spontanée de lumière est lié aux transitions énergétiques des atomes. Dans un milieu où les atomes sont dilués (gaz), à température assez basse, et stimulés (par des décharges électriques, par des chocs, ou autres rayonnements), ceux-ci se mettent spontanément à émettre des radiations de longueurs d'ondes bien déterminées lors de leur relaxation. La lumière qui en résulte est une lumière à spectre discontinu.

### 5. Exemples et exercices

Ce phénomène d'émission de lumière est responsable de :

- La lumière émise par les lampes à décharge (voir animation sur la page du TP)
- La couleur rouge des nébuleuses (raie H-alpha de la transition 3-2 de la série de Balmer de l'hydrogène) à 658nm

#### Exercices :

Longueur d'onde et fréquence : 4p348

Domaines d'OEM : 5p348

Joule et eV : 9p349

Energie du photon à partir de la longueur d'onde : 13p349

Exploiter un diagramme d'énergie : 15p349