

# CHAPITRE 18 : TRANSFERTS QUANTIQUES D'ÉNERGIE ET DUALITÉ ONDE-CORPUSCULE

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mars 2017

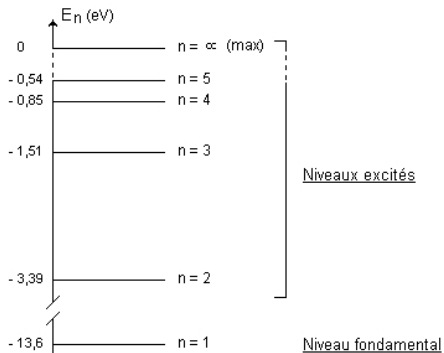
# I. Transferts quantiques d'énergie

## 1. Rappels de 1<sup>re</sup>S

- Contrairement à ce que prévoit la mécanique de Newton, l'énergie d'un atome ne varie pas de manière continue.
- L'énergie des atomes est quantifiée, c'est-à-dire qu'elle ne peut prendre que certaines valeurs bien précises (on parle de valeurs discrètes) formant une suite discontinue.
- Le niveau de plus basse énergie est appelé état fondamental alors que le niveau d'énergie le plus élevé (conventionnellement affecté d'une énergie nulle) correspond à l'état ionisé de l'atome.
- Les autres niveaux d'énergie sont appelés niveaux excités.
- Par exemple, l'énergie d'un atome d'hydrogène est donnée par la relation :  $E_n = -\frac{E_0}{n^2}$  où  $E_0 = 13,6 \text{ eV}$  et  $n \in \mathbb{N}^*$ .

# I. Transferts quantiques d'énergie

## 1. Rappels de 1<sup>re</sup>S



# I. Transferts quantiques d'énergie

## 1. Rappels de 1<sup>re</sup>S

- La lumière est constituée de photons qui sont des particules de masse nulle (ou grains de lumière) et qui portent une énergie

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

où

$h$  : constante de Planck  $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

$\nu$  : fréquence de l'onde électromagnétique associée au photon en Hz

$c$  : célérité de la lumière dans le vide  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$\lambda$  : longueur d'onde dans le vide de l'onde électromagnétique associée au photon en m

# I. Transferts quantiques d'énergie

## 2. Absorption quantique

- Pour se trouver dans un état excité d'énergie  $E_m$ , une particule (atome, ion ou molécule) dans un état plus stable d'énergie  $E_n$  doit absorber une quantité d'énergie exactement égale à  $\Delta E = E_m - E_n$ .
- Une particule placée dans un état d'énergie donnée doit absorber une quantité d'énergie spécifique pour passer dans un état excité. **L'absorption d'énergie par la matière est quantifiée.**
- Pour passer dans un état excité et ainsi gagner ce quantum d'énergie plusieurs possibilités existent : absorption d'un photon d'énergie égale à  $\Delta E$ , collision avec des électrons provenant de décharges électriques et ayant une énergie supérieur ou égale à  $\Delta E$ , collision avec d'autres particules.

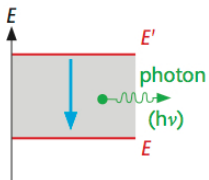
# I. Transferts quantiques d'énergie

## 3. Émission spontanée

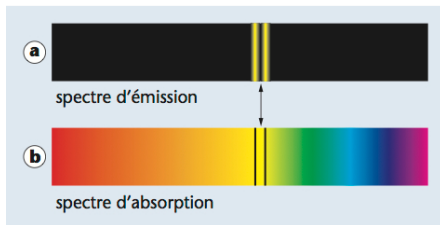
- Une particule dans un état excité peut retrouver sa stabilité en émettant spontanément un photon dont l'énergie est elle aussi quantifiée et égale à  $\Delta E = E_m - E_n = h \cdot \nu$
- Ce phénomène de relaxation de la particule est appelé émission spontanée. Le photon est émis dans une direction aléatoire.
- Les niveaux d'énergie étant caractéristiques d'un atome, les raies d'émission et d'absorption d'un atome lui sont propres et constituent sa signature. Les deux spectres d'émission et d'absorption sont complémentaires, un atome ne pouvant absorber que les radiations qu'il est capable d'émettre.

# I. Transferts quantiques d'énergie

## 3. Émission spontanée



Émission spontanée



**Doc.** Spectres du sodium

# I. Transferts quantiques d'énergie

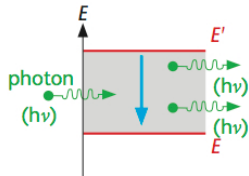
## 4. Émission stimulée

- En 1917, Albert EINSTEIN évoque l'idée qu'un photon d'énergie choisie peut amener une particule vers un état d'énergie plus stable. Dans ce cas, la particule va produire un photon "jumeau" du photon incident.
- En effet, si une particule peut rester suffisamment longtemps dans un état excité d'énergie  $E'$ , la désexcitation de la particule vers un état d'énergie  $E$  peut être déclenchée par un photon dont l'énergie  $h \cdot \nu$  correspond à la transition d'énergie  $E' - E = h \cdot \nu$ .
- Cette désexcitation de la particule s'accompagne de la production d'un photon identique au photon incident : **on obtient ainsi deux photons de même fréquence  $\nu$  et de même direction.** Cette émission est appelée émission stimulée.



# I. Transferts quantiques d'énergie

## 4. Émission stimulée



Émission stimulée