

1°) Le photon

L'effet photoélectrique a été découvert par HERTZ; l'interprétation correcte des phénomènes observés, apportée par EINSTEIN, a marqué le début de la physique moderne. Il est dû aux rayons ultraviolets, il consiste en l'émission d'électrons par des métaux convenablement éclairés.

<http://phet.colorado.edu/sims/photoelectric/photoelectric.jnlp>

EINSTEIN a pu expliquer ce phénomène en postulant les choses suivantes :

- la lumière est constituée de particules indivisibles, de masse nulle, les photons,
- ils se déplacent dans le vide à la vitesse de la lumière,
- à une onde électromagnétique de fréquence ν (en Hz) est associé un photon dont l'énergie est $E = h \cdot \nu$, E exprimé en J (Joule), h étant la constante de PLANCK, $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ J.s, (1 eV = $1,6 \cdot 10^{-19}$ J)
- un photon incident interagit avec un électron de métal.

Pour extraire un électron libre d'un métal, il faut lui fournir une énergie minimale E_e (énergie d'extraction : $E_e = h \cdot \nu$), à ces conditions il sort du métal avec une vitesse nulle.

Les photons interagissent avec la matière et sont détectés comme des particules indivisibles : le transport de photons d'un point à un autre, est représenté par l'onde électromagnétique.

2°) Niveaux d'énergie dans les atomes

Le spectre d'émission d'une lampe contenant un gaz rare, contient plusieurs séries de raies, dont les longueurs d'ondes sont définies, qui correspondent chacune à un niveau d'énergie.

Pour expliquer le phénomène des spectres discontinues, BOHR introduit l'hypothèse de la quantification de l'énergie (RUTHERFORD avec son modèle atomique planétaire, présupposait un spectre continu). L'énergie d'un atome ne peut prendre qu'un certain nombre de valeurs discontinues croissantes appelées niveaux d'énergie (l'énergie est donc quantifiée).

Le passage d'un atome d'un niveau d'énergie E_i à un niveau d'énergie E_f s'accompagne :

- de l'émission d'un photon si $E_i > E_f$,
- de l'absorption d'un photon si $E_i < E_f$.

L'énergie du photon correspond à $E_f - E_i = h \cdot \nu$, seules quelques longueurs d'ondes sont émises par conséquent le spectre est discontinu.

L'état fondamental d'un atome est son état d'énergie le plus bas; il y est stable. Pour qu'il quitte cet état, il faut lui fournir de l'énergie; il passe alors dans un état excité.

En chimie, à la répartition des électrons sur les niveaux d'énergie électronique correspond un niveau d'énergie atomique.

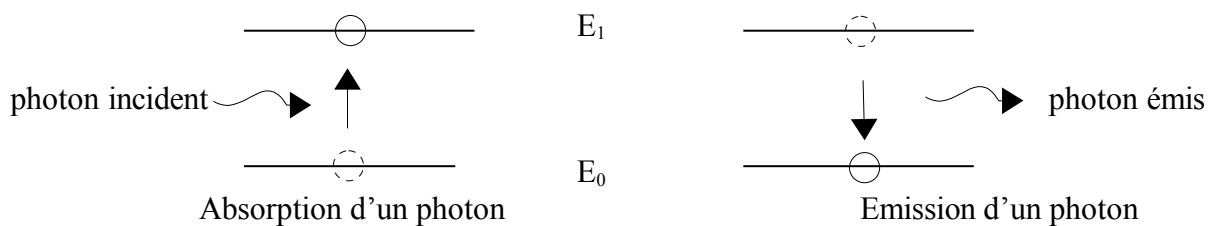
niveau L ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
niveau K ○ ○

L'énergie de première ionisation d'un atome est l'énergie qu'il faut lui fournir pour arracher l'électron le plus faiblement lié.

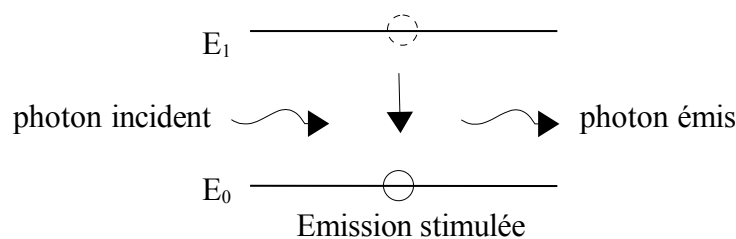
3°) Principe du L.A.S.E.R (mis au point en 1960)

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation ou amplification de lumière par émission stimulée de rayonnement.

Lorsqu'un atome absorbe un photon d'énergie $h\nu$, il passe de l'état fondamental E_0 à un état excité E_1 . De même un atome excité passe spontanément de l'état E_1 à l'état fondamental E_0 , il y a émission d'un photon.



Einstein a prévu, dès 1917, le phénomène de l'émission stimulée.

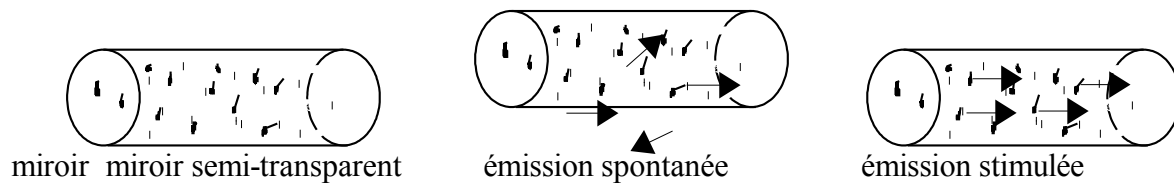


Un photon d'énergie $h\nu$ interagissant avec un atome excité, peut induire l'émission d'un deuxième photon aux propriétés très particulières. La lumière émise a en effet la même fréquence, la même phase, la même direction de propagation, la même polarisation que la lumière incidente.

La lumière laser est donc cohérente, l'énergie lumineuse reste confinée dans un cylindre de volume pratiquement constant et très étroit d'où la forte concentration d'énergie.

Pour émettre une lumière laser, il faut donc disposer d'une collection d'atomes se trouvant dans l'état excité E_1 . C'est le but du pompage optique, qui provoque l'inversion de populations. Il faut donc que le nombre d'atomes à E_1 soit supérieur au nombre d'atomes à E_0 , par conséquent il faut fournir de l'énergie annexe par un dispositif (ex : décharge électrique).

Excitation des atomes



L'émission est également due à des réarrangements électroniques, mais ceux-ci ne sont pas du tout aléatoire.

4°) Applications

En chirurgie, métallurgie (soudage, perçage). Leur puissance va de 0,5 mW à 5 kW pour le laser métallurgique.

Dans l'industrie du textile, il est utilisé comme outil de coupe ayant une qualité de coupe supérieure au couteau (laser CO₂ - Hélium - Azote, à basse pression). Le matériau absorbe le rayonnement laser, la température s'élève très rapidement (vitesse qui dépend de la nature du matériau, de la puissance et de la concentration du faisceau laser). Il y a vaporisation et volatilisation de la matière, puis fusion et solidification de cette dernière.

Document consultable au C.D.I : le laser BT2 n° 260 Oct. 93.

voir sites en anglais : <http://www.colorado.edu/physics/2000/lasers/index.html>

http://www.thetech.org/exhibits_events/online/lasers/Basics/index.html

site en français: <http://www2.fsg.ulaval.ca/opus/physique534/optique/laser01.shtml>