

VI. Spectroscopie atomique :

Les transitions radiatives - émission spontanée - émission induite

La matière a trois manières d'interagir avec le rayonnement auquel elle est soumise :

- Absorption et excitation d'un atome

Un atome peut absorber un photon et ainsi monter sur un niveau d'énergie supérieure. La matière peut absorber ou émettre des rayonnements électromagnétiques. Au niveau microscopique et quantique, cela correspond à l'absorption ou l'émission de photons par les atomes. Ce faisant, les atomes changent d'état d'énergie (il s'agit, pour ce qui nous concerne, des niveaux d'énergie *électroniques*). On distingue trois mécanismes de base :

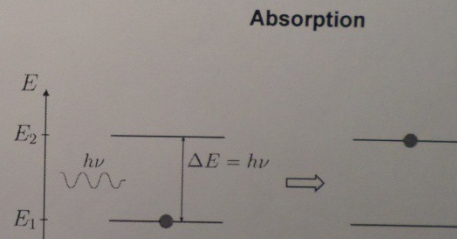


Schéma de l'excitation d'un atome par absorption d'un photon.

L'impulsion doit être conservée : $\vec{p} + \hbar \vec{k} = \vec{p}_f$

VI. Spectroscopie atomique :

Les transitions radiatives - émission spontanée - émission induite

La matière a trois manières d'interagir avec le rayonnement auquel elle est soumise :

- Absorption et excitation d'un atome

Un atome peut absorber un photon et ainsi monter sur

un niveau d'énergie supérieure. La matière peut absorber

ou émettre des rayonnements électromagnétiques. Au niveau

microscopique et quantique, cela correspond à l'absorption

ou l'émission de photons par les atomes. Ce faisant, les atomes

changent d'état d'énergie (il s'agit, pour ce qui nous concerne,

des niveaux d'énergie *électroniques*). On distingue trois

mécanismes de base :

Absorption

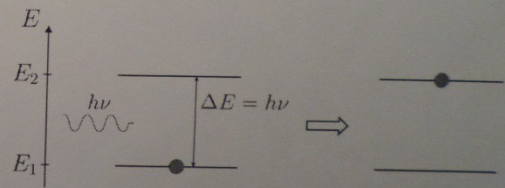


Schéma de l'excitation d'un atome par absorption d'un photon.

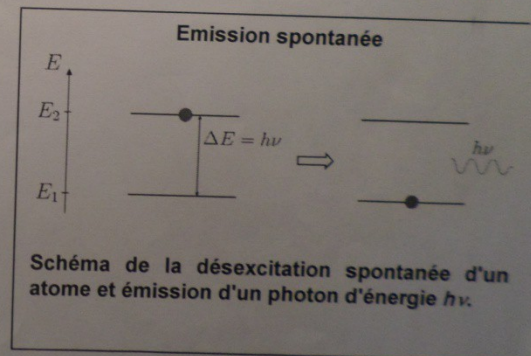
L'impulsion doit être conservée : $\vec{p} + \hbar \vec{k} =$

1. Emission spontanée

Lorsqu'un atome se trouve sur niveau excité, il cherche naturellement à retourner vers son niveau de plus basse énergie (qu'on appelle *niveau fondamental*). Pour cela, il émet un (ou plusieurs) photons afin de descendre de niveau en niveau, jusqu'à arriver sur le fondamental.

Entre deux niveaux, on peut attribuer une probabilité de désexcitation A_{ij} , qui est la mesure du nombre *moyen* d'atomes qui passent du niveau i au niveau j en une seconde.

Chaque photon émis de cette manière part dans une direction aléatoire et emporte une partie de l'impulsion de l'atome par la même occasion, de manière analogue au recul que subit le fusil lorsqu'on tire avec. L'impulsion d'un photon est définie comme :



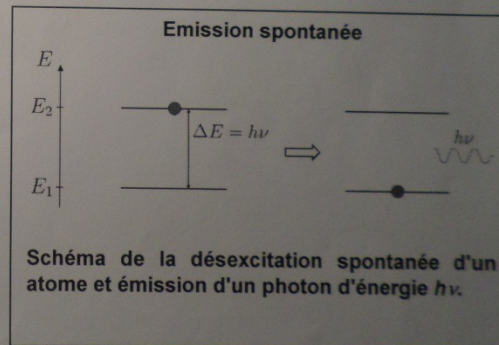
mécanismes de base :

1. Emission spontanée

Lorsqu'un atome se trouve sur niveau excité, il cherche naturellement à retourner vers son niveau de plus basse énergie (qu'on appelle *niveau fondamental*). Pour cela, il émet un (ou plusieurs) photons afin de descendre de niveau en niveau, jusqu'à arriver sur le fondamental.

Entre deux niveaux, on peut attribuer une probabilité de désexcitation A_{ij} , qui est la mesure du nombre *moyen* d'atomes qui passent du niveau i au niveau j en une seconde.

Chaque photon émis de cette manière part dans une direction aléatoire et emporte une partie de l'impulsion de l'atome par la même occasion, de manière analogue au recul que subit le fusil lorsqu'on tire avec. L'impulsion d'un photon est définie comme :



$\vec{p}_{\text{photon}} = \hbar \vec{k}$ où $\hbar = h/2\pi$ est la constante de Planck "réduite" et

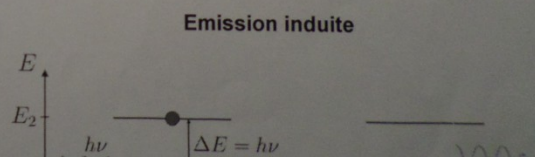
\vec{k} est le vecteur d'onde du photon émis. L'impulsion étant une quantité conservée en physique, il faut que l'impulsion initiale de l'atome \vec{p}_i , son impulsion finale \vec{p}_f et l'impulsion du photon $\hbar \vec{k}$ vérifient : $\vec{p}_i = \vec{p}_f + \hbar \vec{k}$

2. Emission induite

Emission induite d'un photon : Si l'atome se trouve sur un niveau excité et qu'il reçoit un photon, il peut émettre un deuxième photon, strictement identique au photon incident, et passer sur le niveau d'énergie inférieure. C'est d'ailleurs cette propriété qui est à la base du fonctionnement des LASER.

La conservation de l'impulsion nous donne cette fois :

$$\vec{p}_i + \hbar \vec{k} = \vec{p}_f + 2\hbar \vec{k}$$



mettre un deuxième photon, strictement identique au photon incident, et passer sur le niveau de l'inférieure. C'est d'ailleurs cette propriété qui est à la base du fonctionnement des LASER.

La conservation de l'impulsion nous donne cette fois :

$$\vec{p}_i + \hbar\vec{k} = \vec{p}_f + 2\hbar\vec{k}$$

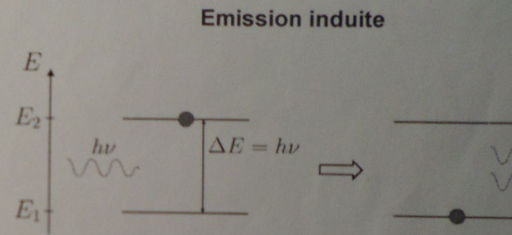


Schéma de l'émission induite d'un atome

3. L'absorption

Lorsqu'un atome est soumis à une onde lumineuse, il peut absorber un photon. L'atome, initialement dans un état d'énergie électronique E_a , passe alors dans un état électronique d'énergie supérieure $E_b > E_a$. Comme l'impulsion (ou quantité de mouvement) totale doit être conservée, l'atome encaisse la quantité de mouvement du photon et recule donc. Pour un atome initialement immobile, ce processus d'absorption est d'autant plus efficace que l'énergie $h\nu$ du photon est proche de l'écart $E_b - E_a$ entre les deux niveaux d'énergie de l'atome.

La conservation de l'impulsion nous donne cette fois :

$$\vec{p}_i + \hbar\vec{k} = \vec{p}_f + 2\hbar\vec{k}$$

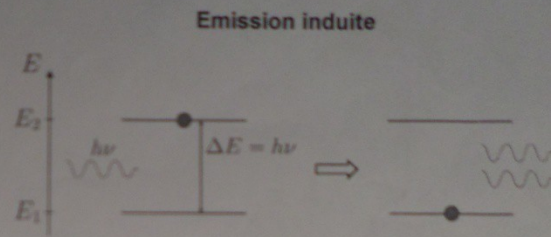


Schéma de l'émission induite d'un atome.

3. L'absorption

Lorsqu'un atome est soumis à une onde lumineuse, il peut absorber un photon. L'atome, initialement dans un état d'énergie électronique E_a , passe alors dans un état électronique d'énergie supérieure $E_b > E_a$. Comme l'impulsion (ou quantité de mouvement) totale doit être conservée, l'atome encaisse la quantité de mouvement du photon et recule donc. Pour un atome initialement immobile, ce processus d'absorption est d'autant plus efficace que l'énergie $h\nu$ du photon est proche de l'écart $E_b - E_a$ entre les deux niveaux d'énergie de l'atome.