

On étudie un système à 3 niveaux d'énergie $E_1 < E_2 < E_3$. Les populations des atomes pour chacun de ces niveaux sont notées N_1 , N_2 et N_3 .

Le pompage optique fait passer les atome de leur niveau fondamental E_1 au niveau E_3 , avec un nombre d'atomes excités par unité de temps $\Gamma.N_1$

La désexcitation du niveau E_3 au niveau E_2 est non radiative. Le temps de vie moyen pour le niveau E_3 est noté τ .

La désexcitation du niveau E_2 au niveau E_1 correspond à l'émission LASER.

On définit les coefficients d'Einstein A_{21} , B_{21} et B_{12} rendant compte des phénomènes d'émission spontanée, d'émission induite et d'absorption.

On note $u(\nu)$ la densité spectrale en fréquence d'énergie volumique donnée par la loi de Planck.

1. Écrire les équations d'évolution des populations pour le niveau 1
2. En exploitant la définition du temps de vie moyen, exprimer $\frac{dN_{3,des}}{dt}$ correspondant à l'unique phénomène de désexcitation du niveau 3 vers le niveau 2 en fonction de N_3 et τ . En déduire les équations d'évolution des populations pour les niveaux 2 et 3.
3. On note $N = N_1 + N_2 + N_3$. Quelle est la caractéristique de N
4. On note $N_1 = N_2 + \Delta N$. Exprimer ΔN en fonction de N_3 en régime stationnaire en considérant $B_{21} \simeq B_{12}$
5. En déduire une condition nécessaire afin d'obtenir l'inversion de population.

Le temps de vie moyen correspond à la durée moyenne nécessaire à la disparition de la totalité de la population par désexcitation en l'absence de tout autre phénomène