

LP 37: Absorption et émission de la lumière

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

Ebauche de plan - Niveau : L2

Introduction : La spectroscopie montre que les sources de vapeur atomique présentent un spectre de raies. Sous cette observation, Bohr propose en 1913 un processus quantifié de changement d'énergie de la matière atomique. Il faut attendre 1916 pour qu'Einstein propose une description quantitative des probabilités de transitions d'énergie de la matière par interaction lumière/matière. On va ici s'intéresser à introduire les processus d'interaction décrits par Einstein, puis montrer comment introduire des outils simples de description des transitions entre plusieurs niveaux atomiques.

1 Processus d'interaction lumière-matière

Poser les notations et le modèle avec deux niveaux : populations, phénomènes de transition entre fondamental et excité.

1.1 Emission spontanée

- Détailler modèle
- Evolution de la population excitée N_e
- Ppté du photon émis
- Exemple de source: Lampe à vapeur

1.2 Absorption

- Détailler modèle
- Evolution de la population fondamentale N_e
- Expliquer la dépendance en flux
- Exemple d'utilité: Beer-Lambert

1.3 Emission stimulée

- Détailler modèle. Expliquer que c'est le symétrique de l'absorption
- Evolution de la population fondamentale N_f
- Expliquer la dépendance en flux
- Exemple d'utilité: Laser

1.4 Relation entre les coefficients et résumé

- Montrer dans le cas d'un équilibre avec le corps noir
- Donner les relations
- Expliquer pourquoi le Maser a été bcp plus facile à faire fonctionner que le laser
- Slide récapitulatif

2 Modèle du Laser

2.1 Système à 2 niveaux [1]

- Faire le bilan de population et de puissance, obtenir les équations d'évolution
- Résoudre dans le cas stationnaire
- Montrer l'impossibilité d'obtenir l'inversion de population nécessaire à l'effet LASER

2.2 Laser à 3 ou 4 niveaux

- Présenter le principe (et les deux cas possibles si on choisit de faire le laser à 3 niveaux)
- Montrer qu'on obtient cette fois-ci une inversion de population.
- Donner des exemples de lasers utilisant ces systèmes.

2.3 Application au refroidissement

- Voir LP38.

Conclusion

Ouverture possible sur les "Dark states", ou sur le refroidissement si on a pas eu le temps.

Bibliographie

- [1] Lasers. Daniel Hennequin, Didier Dangoisse (chap 1 et fin du chap 4)
- [2] Lasers. Bernard Cagnac, Jean-Pierre Faroux
- [3] Tout en un PC-PC* Sanz
 - Chap 30 p.1061 pour le modèle des probas de transition, l'inversion de population, et le laser comme oscillateur optique
 - Chap 31 p.1095 pour se refaire une culture sur le faisceau laser
 - VII pour la MQ
- [4] Photon Interaction Lumière Matière, Aspect (pour la culture sur la quantique)

Animations, ressources

- (1) Animation Phet Colorado pour le laser :
<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/lasers/latest/lasers.html?simulation=lasers&locale=fr>