

MP11 : Emission et absorption de la lumière

Bibliographie :

- ☞ *Physique expérimentale*, M. Fruchart, P. Lidon, E. Thibierge, M. Champion [1]
- ☞ *Optique Montrouge* [2]
- ☞ *Optique expérimentale*, Sextant [3]

[1] p352 Pour la constante de Rydberg, [2] pour les questions/rappels, [3] p240 largeur d'une raie

Rapports de jury :

2017 : *Ce montage ne devrait pas être confondu avec le montage « Spectrométrie optique ». Des expériences quantitatives sur l'absorption sont attendues. En outre, les propriétés d'émission du laser ne sont pas hors sujet*

Table des matières

1	Émission spontanée	2
2	Émission stimulée	2
2.1	Mesure de l'ISL du laser avec la longueur de la cavité	3
2.2	Mesure de l'ISL avec une cavité confocale	3
3	Absorption de la lumière	3
4	Fluorescence	3
5	Mesure de la largeur d'une raie	3
6	Remarques et questions	4
7	Préparation pour les questions	4

Introduction

Les phénomènes d'absorption et d'émission sont importants à la fois en physique fondamentale (que ce soit pour caractériser la matière à l'échelle atomique ou macroscopique) ou dans l'industrie (amélioration de l'éclairage, caractérisation de la coloration d'un pigment). La quasi totalité de ces phénomènes peuvent être décrits par les trois processus introduits par Einstein, qui sont : l'absorption, l'émission spontanée et l'émission stimulée. Dans ce montage, on va s'intéresser à quelques propriétés de ces processus.

Proposition de plan :

ATTENTION

Sur ce montage, bien travailler la théorie.

1 Émission spontanée

Un atome, préparé dans un niveau excité, se désexcite de manière spontanée avec émission d'un photon dont la fréquence correspond à l'énergie de la transition correspondante. Le spectre d'émission d'une espèce atomique donnée s'observe notamment dans les lampes à vapeurs atomiques. Leur principe d'exciter les atomes du gaz (Hg, Na par exemple) par une forte différence de potentiel. La relaxation de cet état excité entraîne l'émission spontanée. Le spectre d'une telle lampe est donc composé de raies, correspondant aux différentes transitions permises pour l'atome.

✓ Manip 043.1 : Mesure de la constante de Rydberg

(*Dans ce montage on peut aussi faire une mesure au gonio*)

En préparation : S'assurer avec une lampe au Mercure que le spectro n'a pas de décalage. Faire la mesure de longueur d'onde pour toutes les raies visibles.

En direct : Faire une mesure de longueur d'onde d'une raie.

Exploitation : Cela permet de remonter à la constante de Rydberg et de montrer si le spectro utilisé est fiable ou non.

Transition : L'émission n'est pas toujours spontanée, elle peut aussi être stimulée, si on envoie un photon ayant la bonne énergie.

2 Émission stimulée

Principe du fonctionnement d'une cavité laser (gain saturé du milieu amplificateur, modes longitudinaux permis par la cavité, pertes de la cavité). Selon le facteur de qualité de la cavité du laser, le laser émettra un seul, ou plusieurs modes. Cette manipulation propose de mesurer l'intervalle spectral libre d'un laser He-Ne.

(*Dans cette partie , on pourrait aussi faire une mesure avec un analyseur de spectre, mais ça me paraît un peu obscur et je pense que de toute façon on n'a pas le temps de le faire dans ce montage.*)

2.1 Mesure de l'ISL du laser avec la longueur de la cavité

✓ Manip 056.1 : Cavité laser : ISL

En préparation : On fait laser le laser. On mesure la taille de la cavité, ie la distance entre les deux miroirs.

En direct : Je pense qu'on ne fait pas de mesure en direct. Ou bien on a juste à mesurer la longueur de la cavité laser.

Exploitation : Une formule (analogue à celle d'une corde de Melde) nous permet de remonter à l'ISL.

Transition : On va essayer de faire une mesure un peu plus précise, en utilisant le phénomène de résonance. On utilise une cavité confocale

2.2 Mesure de l'ISL avec une cavité confocale

✓ Manip 056.2 : Cavité laser avec cavité confocale : ISL

En préparation : On fait laser le laser. On aligne la cavité confocale. On fait la mesure à l'oscillo.

En direct : On refait la mesure en direct. On ne fait pas de droite ??

Exploitation : On trouve l'ISL (en fréquence) à partir du temps mesuré en connaissant l'ISL de la cavité confocale.

Transition : La matière peut enfin également absorber la lumière.

3 Absorption de la lumière

L'absorption est le processus inverse de l'émission stimulée.

✓ Manip 039.1 : Loi de Beer-Lambert

En préparation : L'objectif de cette manip est de montrer la loi de Beer-Lambert et de remonter au coefficient d'extinction molaire du permanganate de potassium. On relève donc la puissance en sortie de la cuve, en fonction de la concentration en permanganate de potassium dans la solution dans la cuve.

En direct : On fait un point que l'on ajoute sur la courbe.

Exploitation : On montre la linéarité (loi de Beer-Lambert) et on remonte au coefficient d'extinction molaire du permanganate de potassium.

4 Fluorescence

Nous n'avons pas préparé cette manip mais c'est une possibilité dans ce montage. Elle est décrite dans le livre d'ALD.

✓ Manip : Fluorescence de la rhodamine.

5 Mesure de la largeur d'une raie

[3] p240

✓ Utilisation du Michelson en lame d'air + filtre interf (vert) + lampe a mercure : mesure d'un δ

En préparation : Michelson en lame d'air au contact optique

En direct : On fait tourner la vis micrométrique qui engendre une translation d'un miroir mobile, ce qui nous permet d'obtenir une largeur de raie par diminution du contraste.

Exploitation : On montre Qualitativement la diminution du contraste et on évalue une largeur moyenne. Si on veut que ça soit quantitatif on utilise une photodiode (profil lorentzien).

Conclusion :

On a vu la plupart des phénomènes d'émission et d'absorption de la lumière. On a vu que ces processus d'émission sont caractérisés par des raies mais elles ne correspondent pas à des diracs, elles ont une certaine épaisseur et elle est mesurable. La connaissance finie des spectres d'objets (stellaires par exemple) nous permet de remonter à la composition de l'astre. Il existe d'autre processus d'émission comme la fluorescence. Il y a aussi d'autre types d'émission (non optique ?) comme le rayonnement du corps noir (couplage lumière-matière).

6 Remarques et questions

Remarques :

Questions :

7 Préparation pour les questions

Laser :

⌚ Revoir beaucoup de théorie !

Tableau de l'année



FIGURE 1 – Tableau