

MP11 - EMISSION ET ABSORPTION DE LA LUMIÈRE

4 juin 2021

Deleuze Julie & Jocteur Tristan

Niveau : Classes préparatoires

Bibliographie

- ⚡ *Fascicule de TP Electromagnétisme, Partie Matériaux,*
Quelqu'un-e
- ⚡ *Fascicule de TP Optique, Partie Photorécepteurs,*
Quelqu'un-e

Table des matières

1	Absorption	2
2	Émission	3
2.1	Spectre atomique	3
2.2	Rayonnement thermique	3
3	Fluorescence	3

Remarques sur les montages précédents

Pas bcp de remarques, juste que ça doit pas être un montage interchangeable avec spectroscopie donc on va éviter de mesurer des largeurs de raies. Le plan est plutôt classique, perso ça me va si on force pas pour faire le laser. L'idée c'est de faire deux expériences sur Beer-Lambert (évolution en fonction de la concentration puis en fonction de la longueur), une d'émission atomique avec le calcul de la constante de Rydberg (au spectro nique le gonio) et une de rayonnement thermique (l'ampoule). Le petit plus ça serait d'avoir le temps de faire la rhodamine pour montrer de la fluorescence mais on a déjà 4 manip là (mais toutes rapides) mais il me semble que qqn avait dit que c'était interdit mtn.

1 Absorption

Dans cette partie nous allons nous intéresser à l'absorption d'un rayonnement lumineux par une solution pour vérifier une loi ayant une grande utilité en chimie : la loi de Beer-Lambert. Soit une unique espèce colorée en solution (généralement aqueuse). On note c sa concentration, d la longueur de la cuve traversée par le faisceau lumineux et ϵ son coefficient d'extinction molaire. On note $A = \log \frac{I_{inc}}{I_{ap}}$ l'absorbance vue dans le cours de pré-requis. La loi de Beer-Lambert donne l'absorption A en fonction linéaire des autres grandeurs :

$$A = cde$$

Cette loi est beaucoup utilisée pour déterminer la concentration d'une espèce colorée grâce à un dosage par étalonnage. Encore faut-il qu'elle soit applicable dans les conditions du laboratoire, c'est ce qu'on propose de vérifier.

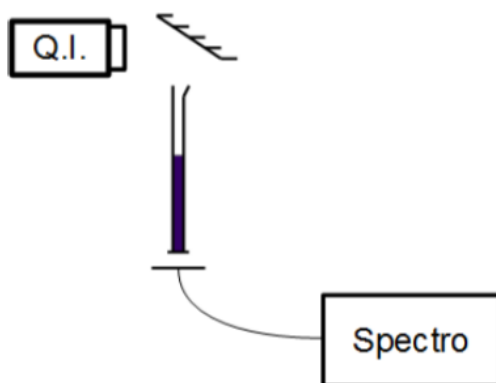


Dépendance en la concentration

☞ JFLM



On utilise la cellule spectrométrique de la collection (P17.22) et le spectromètre SPID HR (P17.24) plutôt qu'un spectrophotomètre commercial de chimie. Le spectromètre aura été préalablement étalonné en préparation à l'aide d'une lampe à mercure (P1.13) ^a. On fait un blanc, puis on mesure l'absorbance à 525 nm d'une solution de MnO_4^- d'une concentration prise entre 10^{-3} et 10^{-5} moles par litre. D'autres mesures ont été prises en préparation, afin d'avoir une droite. Une jolie régression linéaire et une mesure (à la règle) de l plus tard, on a notre coefficient d'extinction molaire.



Dépendance en la longueur

☞



Pour une solution de concentration connue, faire le montage présenté pour faire varier la longueur traversée. Effectuer la régression linéaire $A(d)$, remonter à ϵ et comparer les valeurs obtenues avec les deux méthodes. A priori on ne perd pas la linéarité ici, à vérifier.

2 Émission

2.1 Spectre atomique

Les niveaux d'énergie d'un hydrogénoïde sont

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2} = -\frac{13.6\text{eV}}{n^2}$$

Donc les transitions entre ces niveaux se font en émettant des photons de longueur d'onde

$$\lambda_{mn} = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

Avec la constante de Rydberg que l'on cherche à retrouver :

$$R_H = \frac{1}{1 + \frac{m_e}{m_p}} \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c}$$



Détermination de la constante de Rydberg

☞ Duffait p134 ou Jolidon p352 aussi



2.2.2 Étude expérimentale

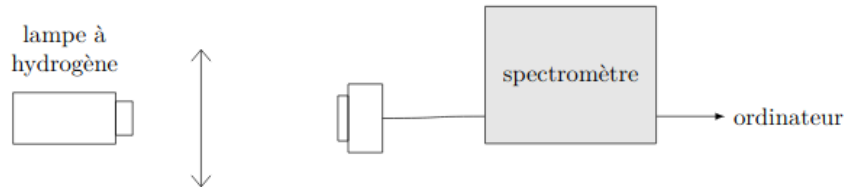


Figure 5 – Schéma du dispositif.

- ☞ Condenser la lumière d'une lampe à décharge à vapeur d'hydrogène sur l'entrée du spectromètre. Ajuster l'angle d'incidence de la fibre de manière à ce que l'intensité du spectre observé soit maximale.
- ☞ Régler la sensibilité (temps d'intégration) du spectromètre et le nombre d'acquisitions moyennées de manière à observer les quatre raies de l'hydrogène sous la forme de pics d'intensité sur le spectre.

Dans un capteur CCD, plus le temps d'intégration est important, plus on capte de lumière, ce qui permet de réduire l'importance relative du bruit de photon (shot noise) poissonnien, proportionnel à la racine du nombre de photons détectés, et celle du bruit électronique, principalement dû au bruit de lecture (read noise) qui ne dépend pas de l'intensité du signal. Cependant, il faut faire attention de ne pas saturer le capteur CCD ce qui impose de limiter le temps d'intégration. Pour réduire encore le bruit, on peut alors procéder à la moyenne de différentes acquisitions.

On peut observer d'autres pics que ceux de l'hydrogène (quelle en est l'origine ?). La connaissance des longueurs d'onde approximatives des raies de l'hydrogène est nécessaire pour les discriminer.

- ☞ Mesurer les longueurs d'onde correspondant aux quatre raies de l'hydrogène et en déduire sa constante de Rydberg.

L'incertitude sur la longueur d'onde du maximum d'un pic dépend du spectromètre utilisé ainsi que de la qualité de sa calibration.

2.2 Rayonnement thermique

Cf Phénomènes de transport. Mais j'aimerais bien ré-essayer en utilisant une photopile pour mesurer la puissance émise par l'ampoule !

3 Fluorescence

C'est un phénomène mélangeant émission et absorption. à voir si on a le droit à la rhodamine, ça peut remplacer une des manips de Beer-Lambert.



Fluorescence de la rhodamine

⚡ Jolidon p341



On fait les spectres d'émission et d'absorption et on compare aux valeurs tabulées. On vérifie notamment qu'on émet un faisceau moins énergétique qu'on l'a absorbé.