

# TP 6 : Spectroscopie

## 1. But

Les buts de la manipulation sont :

- 1) de déterminer le pas  $a$  du réseau de diffraction du spectrographe à l'aide d'une lampe de sodium
- 2) de mesurer, à l'aide d'un spectrographe, les longueurs d'onde des rayonnements lumineux émis par un gaz excité contenu dans un tube à décharge (dans notre cas : l'hydrogène)
- 3) de vérifier la formule de Balmer et de déterminer la constante de Rydberg

## 2. Théorie

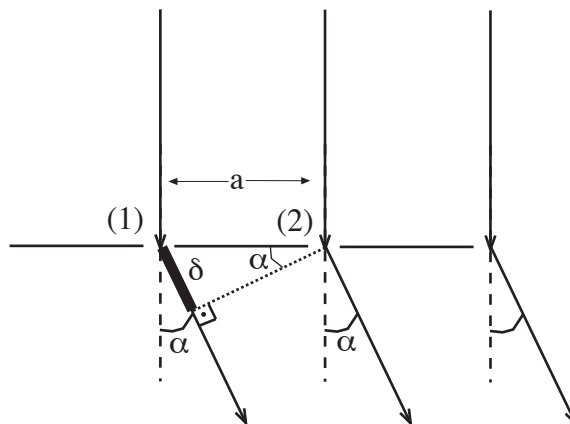
- Un gaz excité émet des rayonnements d'intensité et de longueurs d'onde bien caractéristiques. L'ensemble des radiations émises par une source lumineuse est appelé **spectre**. Le spectre d'émission d'un rayonnement thermique (émis par une lampe à incandescence p.ex.) est **continu** (toutes les longueurs d'onde y sont présentes) tandis que celui émis par les atomes (gaz d'hydrogène excité par une décharge électrique) est **discontinu**. Il ne contient que quelques raies de longueurs d'onde bien définies.
- La décomposition spectrale d'un rayonnement lumineux se fait à l'aide d'un spectrographe par **diffraction** sur un **réseau optique** (ou par réfraction sur un prisme).
- Un réseau **optique** est un ensemble de fentes parallèles séparées d'une distance  $a$  qu'on appelle le pas du réseau. Il est caractérisé par la constante  $k$  qui correspond au nombre de fentes (traits) par mm.

$$k = \frac{1}{a}$$

- Un faisceau lumineux tombant perpendiculairement sur le plan du réseau est diffracté dans une direction faisant un angle de diffraction  $\alpha_m$  avec la normale, direction qui dépend de la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation utilisée:

$$a \sin \alpha_m = m \lambda \quad \text{où } m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots = \text{ordre du spectre}$$

En effet, si l'angle de diffraction  $\alpha_m$  est tel que la différence de marche  $\delta$  entre le rayon passant par la fente (1) et le rayon passant par la fente (2) vaut un nombre entier  $m$  de longueurs d'onde  $\lambda$ , alors on observe une interférence constructive (une raie) dans cette direction :



Sur un écran, on observe une frange centrale de même couleur que la source ( $m=0$ ) et de part et d'autre de cette frange des spectres symétriques (dont la largeur augmente avec l'ordre  $m$  ;  $m = \pm 1, \pm 2 \dots$ )

La couleur rouge est plus déviée que la couleur violette (contrairement au prisme où par réfraction le violet est plus dévié que le rouge).

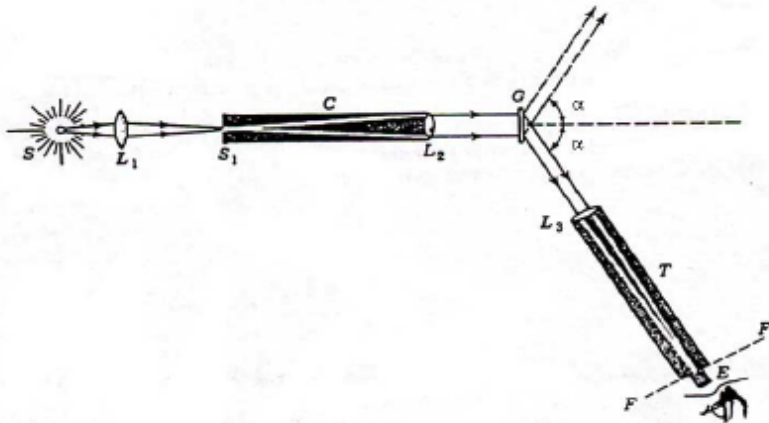
- Pour la partie visible du spectre d'hydrogène, on peut calculer les longueurs d'onde des différentes raies émises par l'équation suivante : (formule de Balmer-Rydberg)

$$\boxed{\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)}$$

où  $n = 3, 4, 5, 6$  pour les raies visibles  
et  $R_H =$  constante de Rydberg

0) Démontrer cette relation de Balmer-Rydberg à partir des 2 hypothèses de Bohr appliquées au cas particulier de l'atome d'hydrogène.

### 3. Dispositif expérimental et mesures



- 1) Placer le réseau G perpendiculairement à l'axe optique du collimateur C (tuyau avec fente). Viser la raie centrale et amener le zéro de l'alidade (disque gradué de  $0,0^\circ$  à  $359^\circ 30'$ ) ( $1' = 1$  minute d'angle) en coïncidence avec le zéro du vernier droit (gradué de  $0'$  à  $30'$ ).

Utiliser la **lampe à sodium** comme source.

- 2) À l'aide du vernier gauche, mesurer pour le couple de raies symétriques (situées d'un côté et de l'autre de la raie centrale) les angles  $\beta'$  (à gauche) et  $\beta''$  (à droite) pour en déduire l'angle de diffraction  $\alpha$ .

On utilise le spectre du **2ème ordre**. ( $m = 2$ )

	Longueur d'onde	$\beta'$ en $^\circ$	$\beta''$ en $^\circ$	$\alpha$ en $^\circ$
1 <sup>e</sup> raie jaune	$\lambda_1$			
2 <sup>e</sup> raie jaune	$\lambda_2$			

Le sodium émet des raies de longueur d'onde  $\lambda_1 = 589,0$  nm et  $\lambda_2 = 589,6$  nm.

Déterminer pour les deux raies le pas  $a$  du réseau de diffraction et en prendre la moyenne. (Pas de calcul d'incertitude.)

Pas du réseau de diffraction :  $a = \dots\dots\dots$

En déduire le nombre de lignes/mm:  $k = \dots\dots\dots$

Comparer à la valeur indiquée par le constructeur. Conclure.

- 3) Remplacer la lampe à sodium par la **lampe à hydrogène**.  
À l'aide du vernier gauche, mesurer pour chaque couple de raies symétriques (situées d'un côté et de l'autre de la raie centrale) les angles  $\beta'$  (à gauche) et  $\beta''$  (à droite) pour en déduire l'angle de diffraction  $\alpha$ .

Calculer pour chaque raie la longueur d'onde correspondante. On n'utilise que des spectres du **1<sup>er</sup> ordre** ( $m = 1$ )

nombre quantique principal $n$	couleur	$\beta'$ en $^\circ$	$\beta''$ en $^\circ$	$\alpha$ en $^\circ$
3				
4				
5				
6				

Calculer à partir de  $\alpha$  pour chaque raie la longueur d'onde correspondante.  
(A l'aide de la table spectrale, vous pouvez comparer vos valeurs aux valeurs théoriques.)

- 4) Représenter graphiquement  $\frac{1}{\lambda}$  en fonction de  $\frac{1}{n^2}$   
Faire une régression linéaire et déterminer à partir de la pente **et** de l'ordonnée à l'origine la constante de Rydberg (avec incertitudes absolues et relatives).

Prendre la moyenne des deux valeurs et comparer à la valeur théorique.  
(L'incertitude absolue sur la moyenne des deux valeurs est égale à la moyenne des incertitudes absolues des valeurs.)

Conclure.

- 5) Conclusion du TP (voir buts) !