

## Protocole de laboratoire : La spectrométrie – niveaux d'énergie

### Identification des niveaux d'énergie de l'hydrogène.

#### 1<sup>ère</sup> étape – détermination des longueurs d'onde de l'hydrogène

Ce spectromètre utilise les mêmes principes que les spectromètres calibrés. Toutefois, il ne contient pas d'échelle sur laquelle on peut lire directement les longueurs d'onde des raies observées.

Il faut donc d'abord ajuster l'appareil : aligner le tube du diaphragme avec le tube du viseur verticalement et horizontalement et placer le réseau à  $90^\circ$  du tube du diaphragme. Pour cette dernière étape, utilise le réseau comme un miroir. Par exemple, s'il réfléchit une image à  $10^\circ$ , c'est qu'il est tourné de  $5^\circ$  p/r à l'axe de chaque tube. Il suffit alors de le tourner de  $85^\circ$ .

Ensuite, pour déterminer les longueurs d'onde observées, il suffit d'utiliser la formule suivante :

$$\lambda_n = \frac{d \sin(\theta_n)}{m}$$

où  $\theta$  est l'angle d'observation de la raie,  $m$  est l'ordre de diffraction et  $d$  est la distance entre les lignes du réseau. Sur celui-ci, il y a 2985 lignes / cm.

#### 2<sup>ième</sup> étape – détermination des niveaux d'énergie

Puisque ce gaz est de l'hydrogène, on sait que le spectre peut être décrit par le modèle atomique de Bohr :

$$\frac{1}{\lambda_n} = R \left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

où  $n_f$  et  $n_i$  sont respectivement les niveaux final et initial de la transition et  $R$  est la constante de Rydberg :

$$R = \frac{m_e k^2 e^4}{4\pi\hbar^3} = \frac{2\pi^2 m_e k^2 e^4}{ch^3}$$

avec :  $m_e = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$        $k = 9,00 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$   
 $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$        $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$

Le problème ici est qu'on ne connaît pas  $n_f$  et  $n_i$ . On peut supposer que le niveau final  $n_f$  est le même pour toutes les raies observées. En effet, les autres niveaux d'arrivée conduisent à des groupes de raies dans l'ultraviolet ou l'infrarouge. Alors, prenons pour acquis que  $n_f$  peut être 2, 3, 4 ou 5.

Pour  $n_i$ , on sait seulement que  $n_i > n_f$  et que, puisqu'on a trois raies, on a aussi trois valeurs de  $n_i$ . Toutefois, on ne sait pas si la plus petite valeur de  $n_i$  est  $n_f + 1$  ou si elle est plus grande. Prenons pour acquis que  $n_i - n_f$  est entre 1 et 6 inclus.

Ainsi, pour identifier les niveaux des trois raies observées, trace d'abord un graphique de :

$$\left( \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right) \quad \text{vs} \quad (n_i - n_f)$$

avec  $n_f = 2$  et  $(n_i - n_f)$  allant de 1 à 6.

Sur le même graphique, ajoute les courbes avec  $n_f = 3, 4$  et 5.

Ensuite, sur une autre feuille, à partir de ton tableau des longueurs d'onde, trace un graphique de :

$$\frac{1}{\lambda_n R} \quad \text{vs} \quad n$$

où  $n$  ne sert qu'à identifier les trois raies ( $n = 1, 2$  et 3). Attention, ce deuxième graphique doit être à la même échelle que le premier i.e. que les axes de l'un doivent être absolument identiques aux axes de l'autre, afin de pouvoir effectuer la superposition de l'étape suivante.

Finalement, compare ce dernier graphique avec les différentes courbes du premier. La section de courbe à laquelle il se superpose le mieux permet d'identifier les valeurs de  $n_f$  et  $n_i$  correspondant aux différentes raies.