

TP 13 bis : Mesure de la constante de Rydberg

Un peu de théorie...

En 1885, J.J. Balmer (1825- 1898) montra que les quatre raies , H_{α} , H_{β} , H_{γ} et H_{δ} , visibles dans le spectre de l'hydrogène (dont les longueurs d'onde sont, expérimentalement, de 656 nm, 486 nm, 434 nm et 410 nm) obéissaient à la formule empirique suivante :

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

avec $n = 3, 4, 5$ et 6 et où R_H est la constante de Rydberg :

$$R_{H,exp} = 1.096\,78 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

Noter qu'en pratique, la raie H_{γ} est très peu lumineuse et difficilement observable dans des conditions expérimentales simples.

1. Justifier, à l'aide du modèle de Bohr, l'expression théorique de la constante de Rydberg :

$$R_{h,th} = \frac{me^4}{64\epsilon_0^2\pi^3\hbar^3c}$$

2. Faire l'application numérique (à 6 chiffres significatifs) et commenter.

On donne :

- ✗ m = masse d'un électron = $0.910\,953 \times 10^{-30} \text{ kg}$.
- ✗ e = charge élémentaire = $1.602\,19 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- ✗ ϵ_0 = permittivité du vide = $8.854\,19 \times 10^{-12} \text{ F}\cdot\text{m}^{-1}$.
- ✗ $\hbar$ = constante de Planck = $1.054\,59 \text{ J}\cdot\text{s}$.
- ✗ c = célérité des ondes électromagnétiques dans le vide = $2.997\,92 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Manipulation

1. Proposer une protocole permettant de déterminer la constante de Rydberg à partir de l'observation des 3 raies : H_{α} , H_{β} , H_{γ} .
2. Déterminer R_H et faire un calcul d'incertitude.

Matériel mis à disposition

- ✗ Lampe Balmer et son alimentation.
- ✗ jeu de lentilles ($f = 20 \text{ cm}$; 10 cm).
- ✗ Fente fine.
- ✗ Goniomètre.
- ✗ Réseau ($300 \text{ traits}\cdot\text{mm}^{-1}$).
- ✗ Caméra Caliens + Ordinateur.
- ✗ Banc prismatique + banc transversal.