

Série de Balmer

Détermination de la constante de Rydberg

I. BUT DE L'EXPÉRIENCE

Le but de cette expérience est la détermination de la constante de Rydberg en utilisant la série visible de Balmer du spectre d'Hydrogène

II. EQUIPEMENTS

- Tube spectrale, Hydrogène
- Tube spectrale, Mercure
- Unité d'alimentation à haute tension
- Réseau de diffraction, 600 linge/mm
- Fils électriques

III. L'ÉTUDE THÉORIQUE

A. Le Réseau de diffraction

Pour le réseau de diffraction on a

$$n\lambda = g \sin \alpha; \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

où n est l'ordre de diffraction, g est la constante de réseau de diffraction

B. L'atome d'hydrogène

Suivant Bohr, l'énergie totale de l'atome d'hydrogène considéré est quantifiée telle que

$$E_n = -\frac{1}{8} \frac{e^4 m_e}{\varepsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2},$$

où n est un entier, h est la constante de planck $h = 6.6260755 \times 10^{-34}$ J s, ε_0 est la permittivité du vide $\varepsilon_0 = 8.8542 \times 10^{-34}$ As/Vm, et m_e et e sont la masse et la charge de l'électron $m_e = 9.1093897 \times 10^{-31}$ kg, $e = 1.60217733 \times 10^{-19}$ C.

Entre deux niveaux, le passage d'un électron du niveau n vers un niveau m se traduit par l'émission d'une raie de fréquence ν donnée par l'expression de quantification de Planck

$$\Delta E = h\nu_{nm},$$

qui s'écrit sous la forme

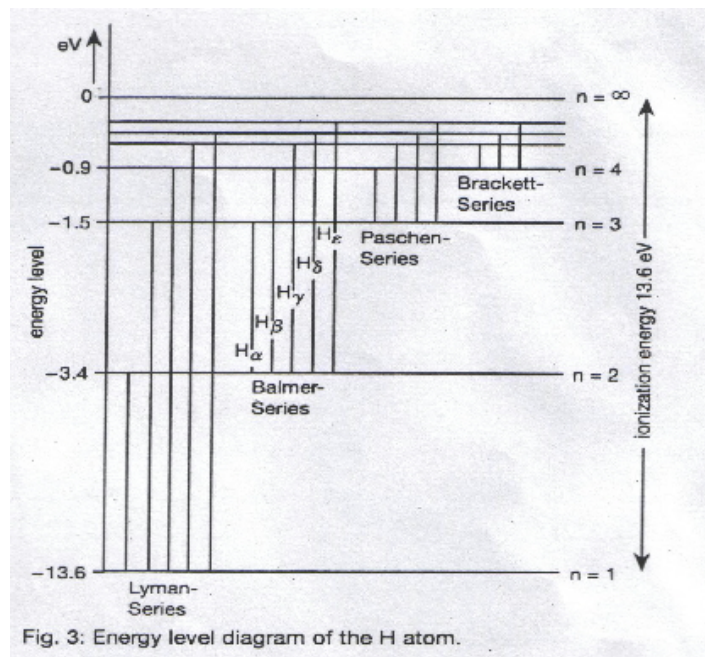
$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = Ry \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right),$$

où Ry est la constante de Rydberg

$$Ry = \frac{1}{8} \frac{e^4 m_e}{\epsilon_0^2 h^3 c} \simeq 1.097 \times 10^7 m^{-1}.$$

Le résultat obtenu par Bohr pour l'expression de la fréquence (la longueur d'onde) en fonction des niveaux d'énergie de l'électron est un résultat formidable car le chimiste Bâlois Balmer avait en 1885 (28 ans auparavant) découvert expérimentalement que le spectre des raies de l'hydrogène suivait cette loi.

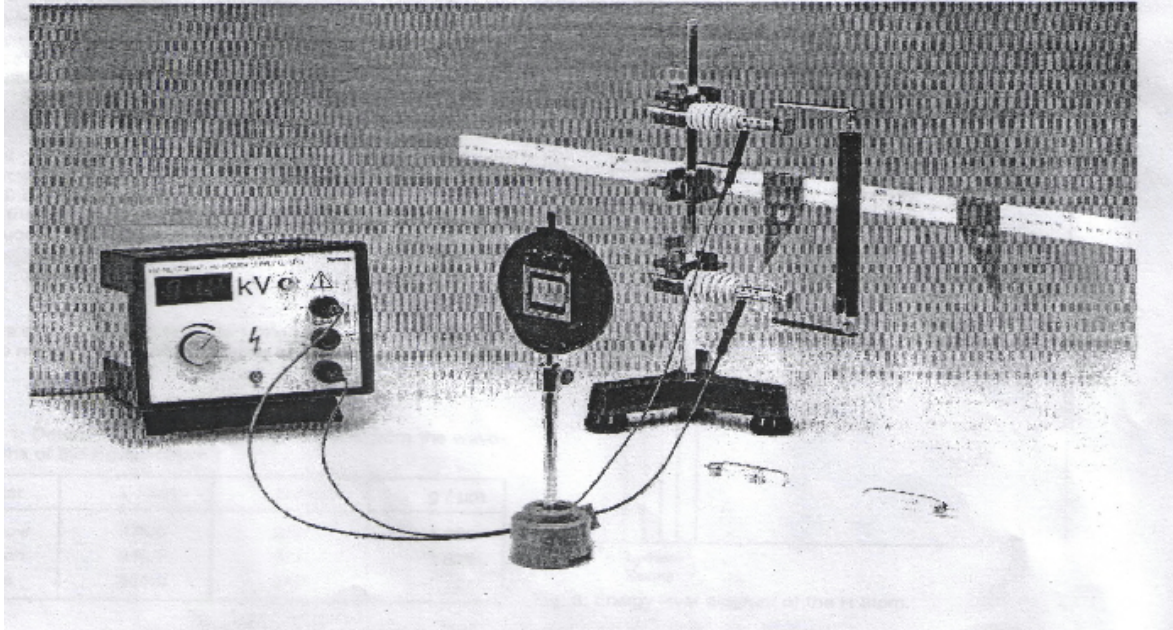
Nous définissons les séries suivantes du spectre de l'atome d'hydrogène



IV. INSTALLATION

Faisons le montage suivant

Fig. 1: Experimental set-up to determine the spectral lines of the hydrogen atom.



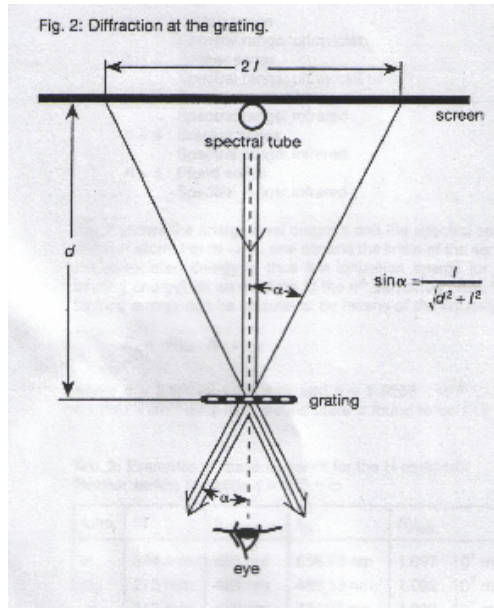
V. PROCÉDÉ ET MESURES

L'expérience consiste en premier temps à déterminer la constante du réseau de diffraction g et de déterminer en suite la constante de Rydberg Ry .

A. Détermination de la constante g

Plaçons le tube de Mercure (Hg) et fixons V à 5kV et d à 50cm, suivant le schéma nous avons $\sin \alpha = l / \sqrt{d^2 + l^2}$ et

$$n\lambda = g \frac{l}{\sqrt{d^2 + l^2}}$$



a) Compléter le tableau suivant

Couleur	λ (nm)	$2l$ (mm)	g (μm)
jaune	578.0		
vert	546.1		
bleu	434.8		

b) Calculer la valeur moyenne de g

c) Ecrire g sous la forme $g \pm \Delta g$

B. Détermination de la constante Ry

Plaçons maintenant le tube d'hydrogène et gardons les valeurs $V = 5kV$ et $d = 40cm$.

a) Compléter le tableau suivant

ligne	λ_{th} (nm)	λ_{exp} (nm)	$2l$ (mm)	Ry (m^{-1})
H_{α}	656.28			
H_{β}	486.13			
H_{γ}	434.05			
H_{δ}	410.17	-	-	-

b) Calculer la valeur moyenne de Ry

c) Ecrire Ry sous la forme $Ry \pm \Delta Ry$.