里德伯常数的测定

氢原子的光谱现在按波长（或波数）大小的排列次序上显示出简单的规律性，测量氢灯各光谱线的波长值可以来了解原子的能级结构。本实验用分光计测量氢原子的光谱线波长，并通过巴尔末公式推算里德伯常数。

原理

氢原子的光谱线在可见光区共有四条，分别用H_α（红线）H_β（蓝绿线）H_γ（青线）和H_δ（紫线）记号来标志。他们的波数ν（波长λ的倒数）可以准确地用实验公式

$$\nu = R_H(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}) \qquad (1)$$

表示，式中 n 是大于 2 的整数，即 3，4，5，…每一个数代表一条谱线，而R_H是一个实验常数，称为里德伯常数。式（1）就是著名的巴尔末公式。若利用分光计准确的测定上述四条谱线的波长，并分别代入（1）式，即可由实验方法确定里德伯常数。此外，根据玻尔关于原子构造的量子假设，里德伯常数与原子内部若干微观量和有关物理普适常数的关系是：

$$R_H = \frac{e^4}{8ce_0^2h^3}\frac{m}{(1+\frac{m}{M_H})} \qquad (2)$$

式中 e 为电子电荷，m 为电子质量，M_H为氢原子核的质量，$\frac{m}{M_H} = \frac{1}{1836.5}$，c 为光在真空中的传播速度，$\varepsilon_0$为真空介电常数，h 为普朗克常数。由此算出里德伯常数的理论值

$R_H = 1.09678 \times 10^7 / m$

实验内容

1、以钠灯为光源，利用分光计及光栅测出衍射角，再算得光栅常数。

2、用氢气放电管作为光源，分别测出氢原子三条谱线（H_α，H_β，H_γ）所对

应的衍射角φ_α、φ_β、φ_γ，并由此求得他们的波长λ_α，λ_β，λ_γ（人眼对H_δ线很不灵敏，故不作测量）

利用式（1）计算里德伯常数的实验值。

例 1．利用钠灯测量光栅的光栅常数。

当$\lambda = 589.3nm$，测得光栅常数为

$$\bar{d} \pm \sigma_{\bar{d}} = (1.6774 \pm 0.0004) \times 10^{-3} mm$$

2. 用氢气放电管作为光源，测出氢原子三条谱线波长λ_α，λ_β，λ_γ所对应的±1级，零级衍射光的位置读数见表一。

表一

λ	+1 级读数		-1 级读数		零级读数	
	1 窗口读数	2 窗口读数	1 窗口读数	2 窗口读数	1 窗口读数	2 窗口读数
红线（λ_α）	215°41′0″ 215°41′0″ 215°40′0″ 215°41′0″ 215°41′0″	35°41′0″ 35°41′0″ 35°41′0″ 35°41′30″ 35°40′30″	169°38′0″ 169°39′0″ 169°39′0″ 169°39′0″ 169°39′0″	349°37′0″ 349°38′0″ 349°38′0″ 349°38′0″ 349°39′0″	192°39′0″ 192°40′0″ 192°40′0″ 192°40′0″ 192°40′0″	12°39′30″ 12°40′0″ 12°40′0″ 12°40′0″ 12°40′30″
平均	215.680°	35.683°	169.647°	349.633°	192.663°	12.667°
蓝线（λ_β）	209°30′0″ 209°30′30″ 209°30′0″ 209°30′30″ 209°30′0″	29°29′30″ 29°30′0″ 29°30′0″ 29°30′0″ 29°30′0″	175°49′30″ 175°49′0″ 175°49′0″ 175°49′0″ 175°49′30″	355°49′0″ 355°49′30″ 355°49′0″ 355°49′0″ 355°49′30″		
平均	209.503°	29.498°	175.817°	355.820°		
青线（λ_γ）	207°39′0″ 207°39′0″ 207°39′30″ 207°39′0″ 207°39′30″	27°39′0″ 27°39′0″ 27°39′30″ 27°39′0″ 27°39′0″	177°39′0″ 177°40′0″ 177°40′30″ 177°40′30″ 177°40′0″	357°39′0″ 357°40′0″ 357°40′0″ 357°40′30″ 357°40′30″		
平均	207.653°	27.652°	177.667°	357.667°		

由表一可以分别计算这三根谱线的衍射角，波长及里德伯常数见表二。

表二

	$\varphi \pm \sigma_\varphi$	$\lambda \pm \sigma_\lambda$（Å）	$R_H \pm \sigma_{RH} (mm^{-1})$
α	23.021°±0.003°	6559.8±1.6	1097.6±3
β	16.842°±0.003°	4860.0±1.7	1097.4±4

γ	14.944°±0.003°	4339.7±1.7	1097.3±4

R_H 的平均值及标准偏差为

$$R_H \pm \sigma_{\hat{R}} = (1.0975 \pm 0.0001) \times 10^7 / m \text{。}$$

思考题

1. 氢原子在可见区、红外区、紫外区的所有谱线可统一用一个简单的公式表示：

$$\tilde{\nu} = R_H (\frac{1}{n_{oi}^2} - \frac{1}{n^2})$$

式中 n_{oi}=1、2、3、⋯ ；n=n_{oi}+1、n_{oi}+2⋯。根据什么原则来选定各氢光谱线的 n 的可能值？又怎么来判别某个 n 值的可能值是正确值？n_{oi} 又怎么求得呢？（提示：可作 $\tilde{\nu} - \frac{1}{n^2}$ 图线来判断所选定 n 的正确性及求得 n_{oi}。）

2.光谱中若出现不属于氢的谱线，应如何判断？