

Determination of Rydberg's constant

2014/02/18

K6.6.35

실험 목적

- 수은의 스펙트럼을 이용하여 격자상수를 결정한다.
- 수소의 스펙트럼 중에 가시광선 영역의 발머계열 스펙트럼 라인을 측정하고 리드베리 상수 (Rydberg's constant)와 에너지 레벨을 계산한다.

실험 준비물

- | | |
|---|--------------|
| • 로거프로3 분석 프로그램 | LP-KOR |
| • Vernier Emission Spectrometer | VSP-EM |
| • Vernier Emission Spectrometer Optical Fiber | VSP-EM-FIBER |
| 스펙트럼관 전원장치 [보호가드형] | ES7310 |
| • 수은 튜브 | ES7520 |
| • 수소 튜브 | ES3620 |
| • 스탠드 베이스 | |
| • 스탠드 로드, 25cm | |
| • 온도계 클램프 | |

실험방법



1. [그림 1]과 같이 실험 장치를 구성한다. 수은 스펙트럼 튜브를 스펙트럼 전원장치 설치한다.

2. 스펙트로미터 디텍터를 컴퓨터 USB 포트에 연결하고 데이터 수집 프로그램을 시작한다.
3. 수집 버튼을 누르면 실시간으로 데이터를 측정한다.
4. 중지 버튼을 누르면 데이터 측정이 멈추면서, 현재 값을 저장한다.
5. 검사 버튼을 눌러 파장에 따른 피크 값을 찾아 파장을 기록한다.

수소의 스펙트럼

1. 수소기체 H_2 는 방전관에서 수소원자로 이온화한다. 수소원자의 전자는 전자와 충돌하여 더 높은 에너지 상태로 들뜨게 된다. 높은 에너지 상태의 전자는 낮은 에너지 상태로 내려오면서 에너지 차에 해당하는 파장 f 인 빛을 방출한다.

$$\Delta E = hf$$

2. h 는 플랑크 상수이다. 보어의 원자모형을 적용하면 전자가 허용되는 에너지 준위는 다음 식에 의해서 주어진다.:

$$E_n = -\frac{1}{8} \frac{e^4 m_e}{\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

3. 여기서 $\epsilon_0 = 8.8542 \cdot 10^{-34} \text{ As/Vm}$ 로 주어지는 진공중의 유전율이고, $e = 1.6021 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ 는 전자의 기본전하량, $m_e = 9.1091 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ 은 전자의 정지질량이다. 그러므로 방출되는 빛의 파장은 다음 식으로 주어진다.

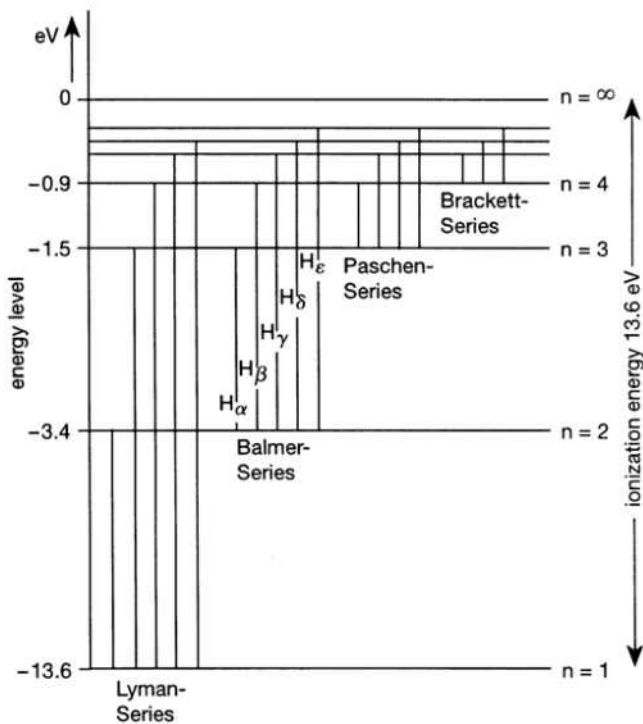
$$f_{nm} = \frac{1}{8} \frac{e^4 m_e}{\epsilon_0^2 h^3} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad n, m = 1, 2, 3 \dots$$

4. 만일 파수(단위 거리당 파장의 개수, $N = \lambda^{-1}$)를 사용하면 파장 f 는 다음 식의 관계가 있다.

$$N = R_{th} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

여기서, $R_{th} = \frac{1}{8} \frac{e^4 m_e}{\epsilon_0^2 h^3 c} = 1.097 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$

5. R_{th} 는 보어의 원자모형을 따르는 리드베리상수(Rydberg's constant)이다.



[그림 3] 수소의 에너지 준위 도표

n	계열	파장범위
1	Lyman	자외선
2	Balmer	자외선~적색
3	Paschen	적외선
4	Bracket	적외선
5	Pfund	적외선

6. [그림 3]에서 에너지 준위 도표는 수소원자의 스펙트럼 범위를 보여준다. $m \rightarrow \infty$ 인 경우 각 계열의 한계를 알 수 있는데 이를 n 번째의 허용 궤도의 전자의 이온화 에너지(또는 구속에너지)라고 한다. 다음 식을 이용하여 구할 수 있다.

$$E_n = -R_{th}hc \frac{1}{n^2}$$

7. 빛의 속도 $c = 2.99795 \cdot 10^8 m/s$, 그리고 플랑크 상수 $h = 6.6256 \cdot 10^{-34} J$ 이므로 $s = 4.13567 \cdot 10^{-15} eVs$. The ground state is found to be $13.6 eV$.

수소의 스펙트럼 선의 위치를 측정하여 해당 스펙트럼선의 파장을 구하여 표2에 기입하고 리드베리상수를 계산하여 문헌치와 비교한다.

Line	$2l$	λ_{exp}	λ_{lit} (문헌치)	R_{exp}
H_{α}			656.28 nm	
H_{β}			486.13 nm	
H_{γ}			434.05 nm	
H_{δ}			410.17 nm	

리드베리상수 측정치 : _____