

# 현대물리실험

2011년 2학기

대구대학교 사범대학  
과학교육학부 물리교육전공



## 목차

1. 전자의 비전하( $e/m$ ) 측정실험 .....	1
2. Frank-Herz 실험 .....	5
3. ESR 장치를 이용한 $g$ -factor 측정실험 .....	9
4. Zeeman 효과 측정실험 .....	23
5. X-선 실험: Duane-Hunt의 법칙 .....	33
6. Hall 계수 측정실험 .....	43
*참고자료(매뉴얼 영문원본) .....	51



# 1. 전자의 비전하(e/m) 측정실험

## (1) 실험목적

전자의 전하와 질량의 비를 측정하며 대전입자가 자기장 내에서 운동할 때 받는 로렌츠 힘(Lorentz force)을 이해한다.

## (2) 실험원리

가열된 필라멘트 음극에 의해서 방출된 전자는 양극에 가해진 전위차에 의해 가속된다. 양극에 있는 작은 구멍을 통하여 전자가 자기장이 있는 곳으로 들어가면 전자는 속도와 자기장에 수직인 방향으로 힘을 받아 원운동을 한다. 이 실험기구의 관 내부에는 저압의 헬륨Gas가 들어 있어서 전자가 수은과 충돌하여 헬륨Gas를 여기(또는 들뜸, excitation) 시킨다. 여기 된 헬륨Gas에서 나오는 형광에 의하여 전자의 궤도와 위치를 결정할 수 있다.

전하량이 e인 전자가 전위차 V인 곳에서 가속될 때 얻는 운동 에너지는  $E = \frac{mv^2}{2} = eV$  이므로 전자의 질량을 m 이라고 할 때 전자의 속도는 다음과 같이 주어진다.

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2eV}{m}} \quad (1)$$

자기장 B 속에서 속도 v로 운동하는 전자가 받는 로렌츠 힘 F는

$$F = -e v \times B \quad (2)$$

이다. 이 힘은 속도에 수직인 방향으로 작용하므로 구심력이 되어 전자를 원운동하게 한다. 원운동의 반경을 r이라고 하면 전자에 작용하는 힘은 다음과 같이 주어진다.

$$F = \frac{mv^2}{r} = evB \quad (3)$$

이다. 식 (I)과 (III)으로부터

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2} \quad (4)$$

이 된다. 균일한 자기장은 헬름홀츠(Helmholtz) 코일에 의하여 생긴다. 코일의 반경이 R이고, 코일로부터 x만큼 떨어진 점에서의 자기장의 크기는 다음과 같다.

$$B = \frac{\mu_0 N I R^2}{(R^2 + x^2)^{3/2}} \quad (5)$$

위 식에서  $\mu_0$ 는 진공 상태의 투자율( $4\pi \times 10^{-7} H/M$ ), N은 코일의 감은 총 횟수, I는 코일에 흐르는 전류이다.

### (3) 실험기자재

전자의 비전하 측정장치(SG-6132D)

전자의 비전하 전원장치(SG-6134D)

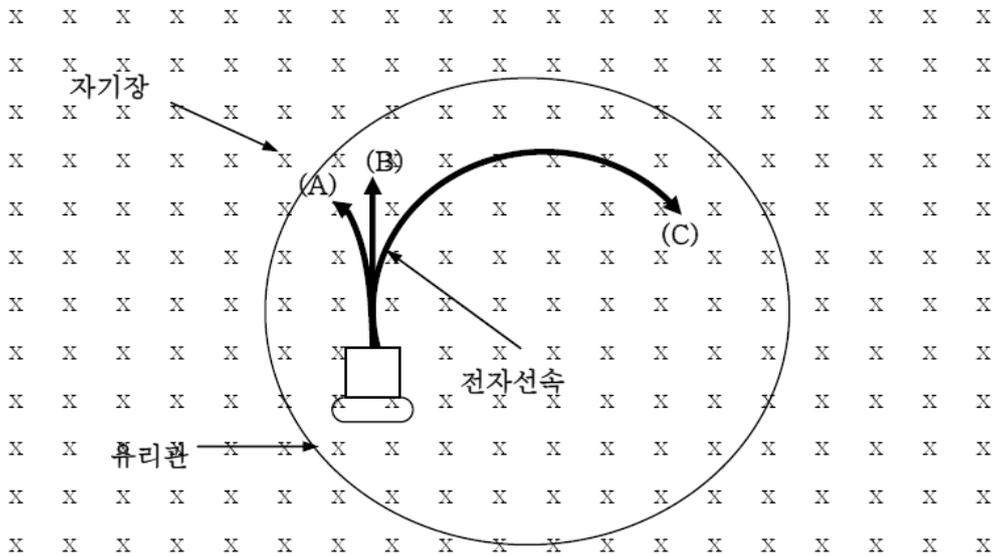


그림 1. e/m 측정관의 구조

#### 사용 주의사항

- 램프가 코일에 평행하게 고정되어 있지 않으면 전자선속이 안쪽이나 바깥쪽으로 나선형을 그리면서 휘어질 것이다. 이는 램프를 조금만 돌림으로서 원형으로 교정할 수 있다.

#### (4) 실험방법

- ① 전자의 비전하 측정장치에 전자의 비전하 전원장치를 연결한다.
- ② 필라멘트에 6.3V AC전원을 가한다. 필라멘트가 달구어질 때까지 2~3분 기다린다.
- ③ 전자 가속 전압을 0 V에서부터 서서히 증가 시켜 가속 전압이 150V가 되게 한다.
- ④ 필라멘트가 달구어지면 양전극의 작은 구멍을 통과하는 전자선 속이 관찰된다. 양전극에 흐르는 전류를 측정한다.
- ⑤ 헬름홀츠 코일의 전원에서 전류 조정 나사를 돌려 전류를 변화시키면 전자선 속의 방향이 변하는 것을 관찰할 수 있다.
- ⑥ 헬름홀츠 코일에 흐르는 전류를 차단시켰을 때 전자선 속이 직선으로 진행하는지를 관찰하라. 만일, 직선으로 진행하지 않을 경우에는 코일에 흐르는 전류를 미소 변화시켜 전자선 속이 직선으로 진행하게 하고 이때 코일에 흐르는 전류  $I_0$ 를 기록한다.
- ⑦ 헬름홀츠 코일의 전류를 증가시켜 전자선 속의 제일 바깥 부분이 눈금자의 끝 눈금에 도달하게 하고 이때의 전류  $I'$ 를 기록하라.
- ⑧ 다른 눈금에 대해서도 과정 ⑦을 반복해서 측정한다.
- ⑨ 다른 가속 전압에 대해서도 과정 ⑥, ⑦, ⑧을 반복해서 측정한다.
- ⑩ 측정값으로부터 식(4), (5)를 이용하여  $e/m$ 를 구하고  $\frac{e}{m} = 1.76 \times 10^{11} C/kg$  과 비교한다.

(5) 측정 예

측정값

① 코일의 반경 :        m, 코일의 간격(2×) :        m, 감의 횟수(N) :

② 가속 전압 :        V,  $I_0 =$         A

	반경( $r$ )	$I'$	$I = I' - I_0$	B	e/m
1					
2					
3					
4					
5					
평균					

② 가속 전압 :        V,  $I_0 =$         A

	반경( $r$ )	$I'$	$I = I' - I_0$	B	e/m
1					
2					
3					
4					
5					
평균					