

일반물리실험 보고서

대학	실험일자:	년	월	일
학부(과)	실험실:			
실험조:	실험자:			
담당교수:	학번:			
담당조교:	공동실험자:			

전자의 비전하(e/m) 측정

1. 목 적

전자의 전하량과 질량의 비를 측정해 봄으로써 자기장의 세기에 따른 전자 운동을 관찰하여 자기장 내에서 전자의 운동을 이해한다.

2. 기 구

헬름홀츠 코일이 장착된 전자 가속 장치, 전원공급장치, 멀티 테스터, 전선

3. 이 론

1) 비전하(e/m)

전자의 질량($m = 9.10938215 \times 10^{-31}$ kg)은 너무 작은 물리량으로 측정이 불가능하여 전자의 전하량을 전자의 질량으로 나눈 값을 비전하(e/m)라고 하고 그 값은 $1.758820150 \times 10^{11}$ C/kg이 되고 기본상수로 사용된다.

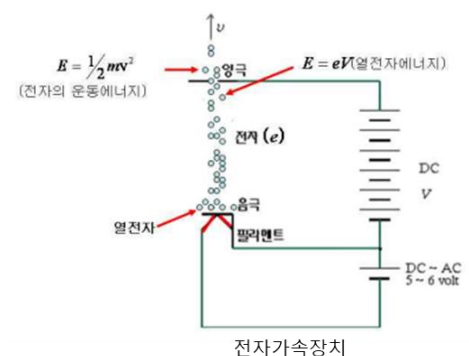
2) 실험식 유도

- ① 전자의 운동에너지는 퍼텐셜 에너지와 같다.

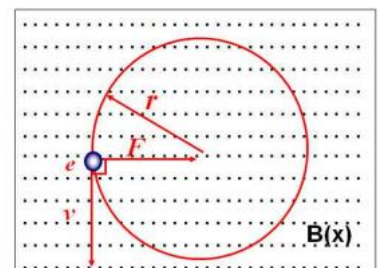
$$E = \frac{1}{2}mv^2 = eV \quad \rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$$

- ② 자기장 내에서 등속원운동에 의한 구심력은 자기력과 같다.

$$F = \frac{mv^2}{r} = evB \quad \rightarrow \quad r = \frac{mv}{eB}$$



전자가속장치



자기장 내에서 전자의 운동

③ 헬름홀츠 코일에 의하여 균일한 자기장이 생성되며 그 크기는 다음과 같다.

$$B = k I$$

$$k = \mu_0 \times \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \times \frac{n}{R} = 7.793 \times 10^{-4} \text{ H/m}^2$$

$$\begin{cases} R = \text{코일의 반지름}(0.1500m) \\ n = \text{코일의 감은 횟수}(130\text{회}) \\ \mu_0 = \text{진공에서의 투자율} = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m} \\ I = \text{코일에 흐르는 전류} \end{cases}$$

④ ①식을 ②식에 대입하면, 이번 실험에서 사용되는 비전하(e/m)식이 다음과 같이 구해진다.

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

4. 측정값

4.1. 가속전압 V 를 변화시켰을 때

4.1.1. 전자의 회전반경 $r = 0.040m$ 로 일정하게 유지하는 코일 전류 I 측정

4.1.2. 코일에 흐르는 전류가 $I = 1.3A$ 로 일정할 때 전자의 회전 반지름 r 측정

V (V)	4.1.1.	4.1.2.
	$r = 0.0400 \text{ m}$	$I = 1.3 \text{ A}$
	$I (A)$	$r (m)$
300		
280		
260		
240		
220		

4.2. 가속전압이 $V = 240V$ 로 일정할 때 코일에 흐르는 전류에 따른 전자의 회전 반경

I (A)	V = 240V
	$r (m)$
1.70	
1.65	
1.60	
1.55	
1.50	

5. 계산

5.1. 전자의 회전반경이 일정할 때 전자의 가속전압 V 와 코일 전류 I 로부터 비전하(e/m)

$r \text{ (m)}$	$V \text{ (V)}$	$I \text{ (A)}$	$B \text{ (T)}$	$e/m \text{ (}\times 10^{11} \text{ C/kg)}$
0.040	300			
	280			
	260			
	240			
	220			
합 계				
평 균				
표준편차 σ				
표준편차 S				

※ 1. 자기장(B)와 비전하(e/m)는 소수점 이하 3 자리까지 표시하세요.

2. 표준편차 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum p_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

3. 표준편차 $S = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - t)^2}{n}}$ (여기서 t 는 비전하(e/m) $1.759 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ 입니다)

5.2. 코일에 흐르는 전류가 일정할 때 전자의 가속전압 V 와 회전 반경 r 로부터 비전하(e/m)

$I \text{ (A)}$	$B \text{ (T)}$	$V \text{ (V)}$	$r \text{ (m)}$	$e/m \text{ (}\times 10^{11} \text{ C/kg)}$
1.300		300		
		280		
		260		
		240		
		220		
			합 계	
			평 균	
			표준편차 σ	
			표준편차 S	

5.3. 전자의 가속전압이 일정할 때 코일에 흐르는 전류 I 와 전자의 회전 반경 r 로부터 비전하(e/m)

$V \text{ (V)}$	$I \text{ (A)}$	$B \text{ (T)}$	$r \text{ (m)}$	$e/m \text{ (}\times 10^{11} \text{ C/kg)}$
240	1.700			
	1.650			
	1.600			
	1.550			
	1.500			
합 계				
평 균				
표준편차 σ				
표준편차 S				

6. 실험 결과

6.1. 실험방법에 따라 다음과 같은 비전하 값을 구할 수 있었다. (단위: $\times 10^{11}$ C/kg)

No.	실험방법	비전하 (e/m)	표준편차(S)
1	전자의 회전반경 일정	$\pm$	
2	코일의 전류 일정	$\pm$	
3	전자의 가속전압 일정	$\pm$	

7. 토의 및 검토

8. 결론