

일반물리실험 보고서

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

광전효과를 이용한 플랑크상수 측정

1. 목적

금속판에 여러 파장의 빛을 비추어 각각의 저지전압 측정하고 플랑크 상수(h)를 구함으로써 빛의 입자성을 확인한다.

2. 기구

플랑크 상수 측정 장비

3. 이론

높은 에너지의 전자파(빛)가 고체표면에 입사하면 고체표면으로부터 광전자가 방출되는데 이것을 **광전효과**라 한다. 고전적인 파동이론은 빛의 세기가 증가하면 진폭과 그리고 파동의 에너지가 증가할 것으로 예견하고 있어 이 빛이 고체표면에 입사하면 더 큰 에너지를 가진 광전자가 방출하게 된다는 것이다. 그러나 새로운 양자 모델에서는 더 높은 진동수의 빛은 세기와 무관하게 더 높은 에너지를 가진 광전자를 생산할 것으로 예견한다. 반면에 입사한 빛의 세기를 증가시키면 오로지 광전자의 수적인 증가만을 가져온다. 1900년대 초기에 여러 연구자들은 광전자의 운동에너지가 파장과 진동수에 의존함을 알았으며 진폭에는 무관함을 알게 되었다. 반면에 광전류의 크기는 혹은 전자의 수는 양자모델에서 예견한 것처럼 세기에 의존한다. 아인슈타인은 양자모델을 받아들여 1921년 노벨 물리학상을 받은 그 유명한 공식을 사용하여 광전효과를 양자모델을 가지고 설명하였다.

$$E = hf = K_{max} + W_0 = eV_s + W_0 \quad (f = \frac{c}{\lambda}, c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s})$$

여기서 $K_{max} = eV_s$ 는 방출되는 광전자의 최대 운동에너지이고 W_0 는 일함수로 물질의 표면으로부터 전자가 떨어져 나오는데 필요한 에너지이다. E 는 광자의 형태로 빛으로 주어진 에너지이다.

※ 플랑크 상수: $h = (6.62606896 \pm 0.0000005) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

4. 측정값

No	실험광원	파장 λ (nm)	측정 저지전압 $V_s(V)$		
			편광 0°	편광 30°	편광 60°
1	Red	640			
2	Yellow	585			
3	Green	520			
4	Blue	465			
5	Dark Blue	420			

5. 계산

5.1. 각 광원의 진동수(f)와 광원과 광원 사이의 진동수 차(Δf) 및 저지전압 차(ΔV_s) 계산

No	실험광원	파장 λ (nm)	진동수 f ($\times 10^{14}$ Hz)	저지전압 차 $\Delta V_s(V)$			
				Δf	이론값	편광 0°	편광 30°
1	Red	640					
2	Yellow	585					
3	Green	520					
4	Blue	465					
5	Dark Blue	420					

※ 1. 진동수 f 는 소수점 이하 3 째자리까지 표시하세요.

2. 이론값: 파장이 f_1, f_2 인 두 광원에서 저지전압은 각각 $V_{s1} = \frac{h}{e} f_1 - \frac{W_0}{e}$, $V_{s2} = \frac{h}{e} f_2 - \frac{W_0}{e}$ 이고 이 두 광원의 저지전압 차는 $\Delta V_s = V_{s2} - V_{s1} = \frac{h}{e} (f_2 - f_1) = \frac{h}{e} \Delta f$ 로 구할 수 있다.

5.2. 플랑크 상수 h 계산 (이론값 $h = 6.62606896 \times 10^{-34} J \cdot s$)

No	실험광원	파장 λ (nm)	플랑크 상수 h ($\times 10^{-34} J \cdot s$)			전체
			편광 0°	편광 30°	편광 60°	
1	Red	640				
2	Yellow	585				
3	Green	520				
4	Blue	465				
5	Dark Blue	420				
평균 (\bar{x})						
표준편차 (S)						
표준편차 (σ)						
표준오차 (σ_m)						
확률오차 (ϵ_m)						

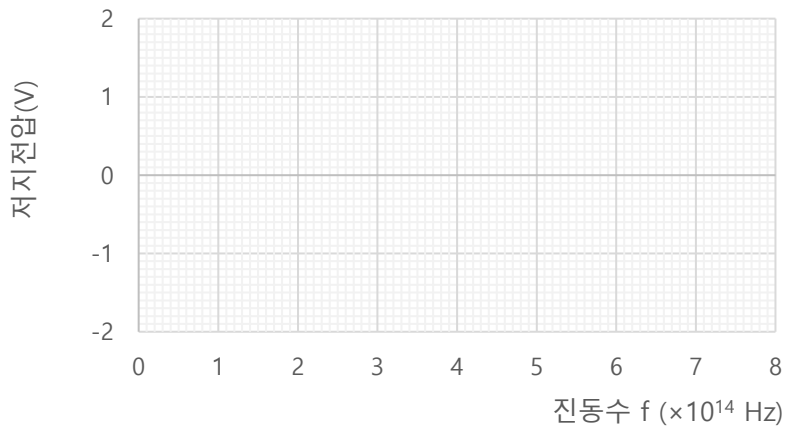
※ 1. 표준편차 $\sigma = \sqrt{\frac{\sum \rho_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$, $S = \sqrt{\frac{\sum e_i^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - t)^2}{n}}$ (여기서 t 는 이론값 h 입니다)

2. 표준오차 $\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

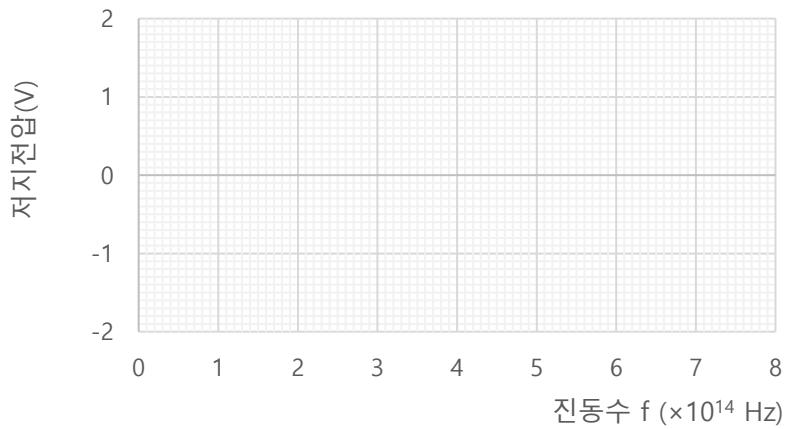
3. 확률오차 $\epsilon_m = 0.6745 \times \sigma_m$

5.3. 광원의 진동수와 저지전압과의 관계

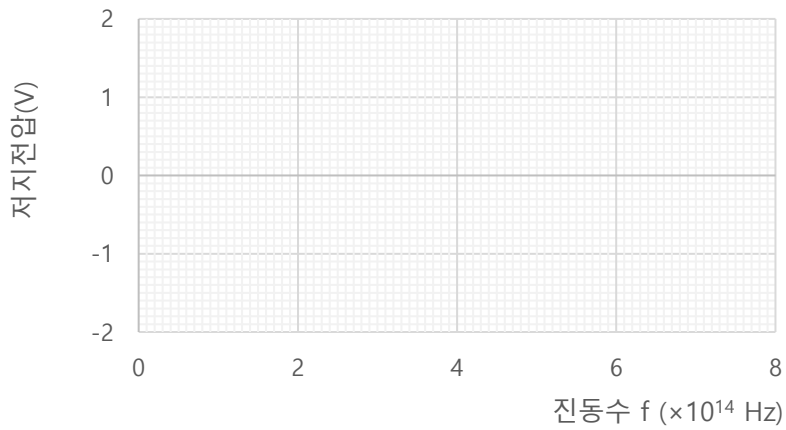
5.3.1. 편광각도 0°일 때의 그래프



5.3.2. 편광각도 30°일 때의 그래프



5.3.2. 편광각도 60°일 때의 그래프



6. 결과

6.1. 편광각도 별 플랑크 상수(h)값

편광 각도	플랑크 상수 h ($\times 10^{-34} j \cdot s$)
0°	\pm
30°	\pm
60°	\pm

6.2. 전체 플랑크 상수(h)값

$$h = (\quad \pm \quad) \times 10^{-34} J \cdot s$$

7. 토의 및 검토

8. 결론