

실험1 : Planck 상수측정

1. 목적

광전관에 여러 파장의 빛을 조사하고, 각각의 경우에 저지전압을 측정함으로써 플랑크상수 h 를 구한다.

2. 기본 원리

전자파 복사가 고체 표면에 입사되면 전자가 방출된다. 이때 방출된 전자의 최대 운동에너지(K_{\max})는 아인슈타인의 광양자 이론으로부터 다음과 같이 구할 수 있다.

$$K_{\max} = hn - W \quad (1)$$

식 (1)에서 hn 는 입사광의 에너지이고, W 는 금속에 따라 달라지는 일함수이다. 식 (1)에서 전자가 방출되기 위해서는 최소 광양자 에너지 ($hn = W$)가 필요함을 알 수 있다. 즉, 광전 효과에서 임계 진동수가 존재한다.

광전효과를 정량적으로 측정하기 위해서는 방출되는 전자의 최대 에너지를 측정하여야 한다. 이것은 양극과 광음극 사이의 전류와 저지 전압(retarding voltage)을 측정하면 된다. 저지 전압이 양극에 도달하는 광전자를 정지시키는 전압과 일치할 때(정지 전압 : V_s), 이 광전자의 최대 운동에너지는 eV_s 가 된다.

$$K_{\max} = eV_s \quad (2)$$

식 (1)과 (2)로부터 다음과 같은 식을 얻는다.

$$eV_s = hn_0 - W \quad (3)$$

3. 실험 기구

·Planck 상수측정기

·DC증폭회로내장, 외부에서 직류 전압계, 미소 전류계를 접속가능

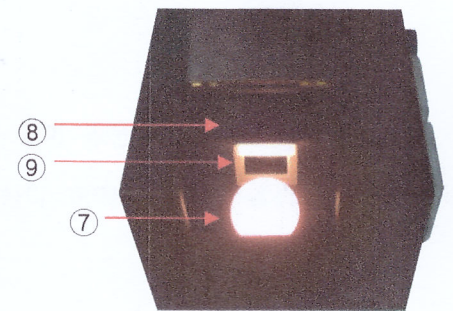
·수광기 : 진공광전관 (1P39)

·전원 : AC 220V, 50/60Hz

·필터 4종 (빨강, 노랑, 녹색, 파랑)

·광원 : 내장, 백열전구 220V, 40W

·크기 : W120XD200XH180mm



- ① GAIN CONT : 증폭도 조정 연결단자
- ② POWER : 전원 스위치
- ③ ZERO ADJ : 전류조정
- ④ SELECTOR VOLTAGE : 전압조정
- ⑤ 검류계
- ⑥ 직류전압계

- ⑦ 광원장치 : 백열전구 100V 30W
- ⑧ 광전관
- ⑨ 필터: 빨강,노랑,녹색,파랑
- ⑩ 전원램프
- ⑪ 외부출력 선택 스위치



(주)세계과학

Tel: 031-776-0015

Homepage: <http://www.SGS.co.kr>

4. 실험 방법

① 측정장치는 그림1과 같다.



그림 1. Plank 상수 실험장치

- ② 광전관을 완전 차단하고, COLLECTOR 를 최저로 놓는다.
- ③ Zero ADZ 를 좌우로 돌리면서 0점 조절한다.
- ④ Gain Cont 를 최대로 조절한 후 그림2와 같이 장치의 왼쪽 덮개를 열어 광전관에 4장의 Filter 중 한 장을 끼운다. (Filter를 통과하지 않은 빛은 광전관에 들어가지 않게 한다. 이때 광원을 켜두면 뜨거우므로 광원은 끈 상태로 둔다.)

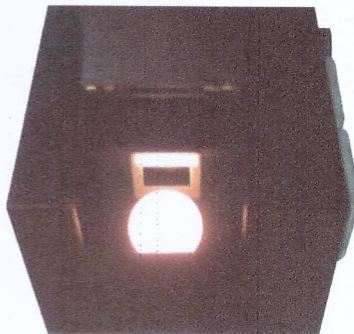


그림2. 광원과 필터

- ⑤ 광원장치의 세기 조절 로브를 돌려 광원을 켜다.



- ⑥ 광전관에 전류가 흐르는 것을 검류계 눈금의 움직임으로 알 수 있다.(만약 외부출력 선택 스위치를 INT에 놓아두면 장치에 있는 검류계와 직류전압계를 사용 가능하고, EXT로 선택하면 장치의 후면에 검류계와 직류 전압계를 연결하여 사용할 수 있다.)
- ⑦ 검류계의 지침이 측정 범위 안에 들어 올 수 있도록 Gain Adj 를 조절한다.
- ⑧ COLLECTOR 볼륨을 돌리면서 역전압을 차츰 증가시켜 검류계의 눈금이 0에 오도록 한다.
- ⑨ 이 때의 역전압을 측정하고 기록한다.
- ⑩ 광원장치를 끄고, 다시 COLLECTOR 를 최저로 놓는다.
- ⑪ Filter 교환 후, ②~⑩ 과정을 반복 실험한다.

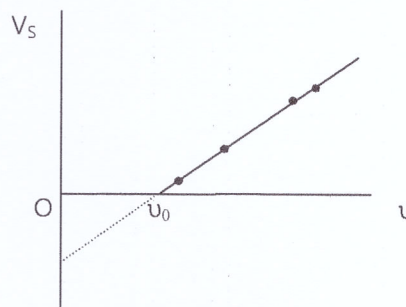


그림 2. 정지전압과 입사광의 진동수와의 그래프

● 사용상 주의 사항

- Selector Voltage 의 역전압이 조금이라도 걸려있으면 정확한 측정을 할 수 없다.
- 실험 전 반드시 Selector Voltage의 손잡이를 왼쪽으로 충분히 돌려 차단시킨다.
- 광전관 취급에 주의한다.



5. 분석

(1) 측정값

filter	파장(nm)	진동수(Hz)	저지전압(v)
레드	6.1E-07	4.88E+14	
옐로우	5.7E-07	5.23E+14	
그린	5.5E-07	5.42E+14	
블루	5.0E-07	5.96E+14	

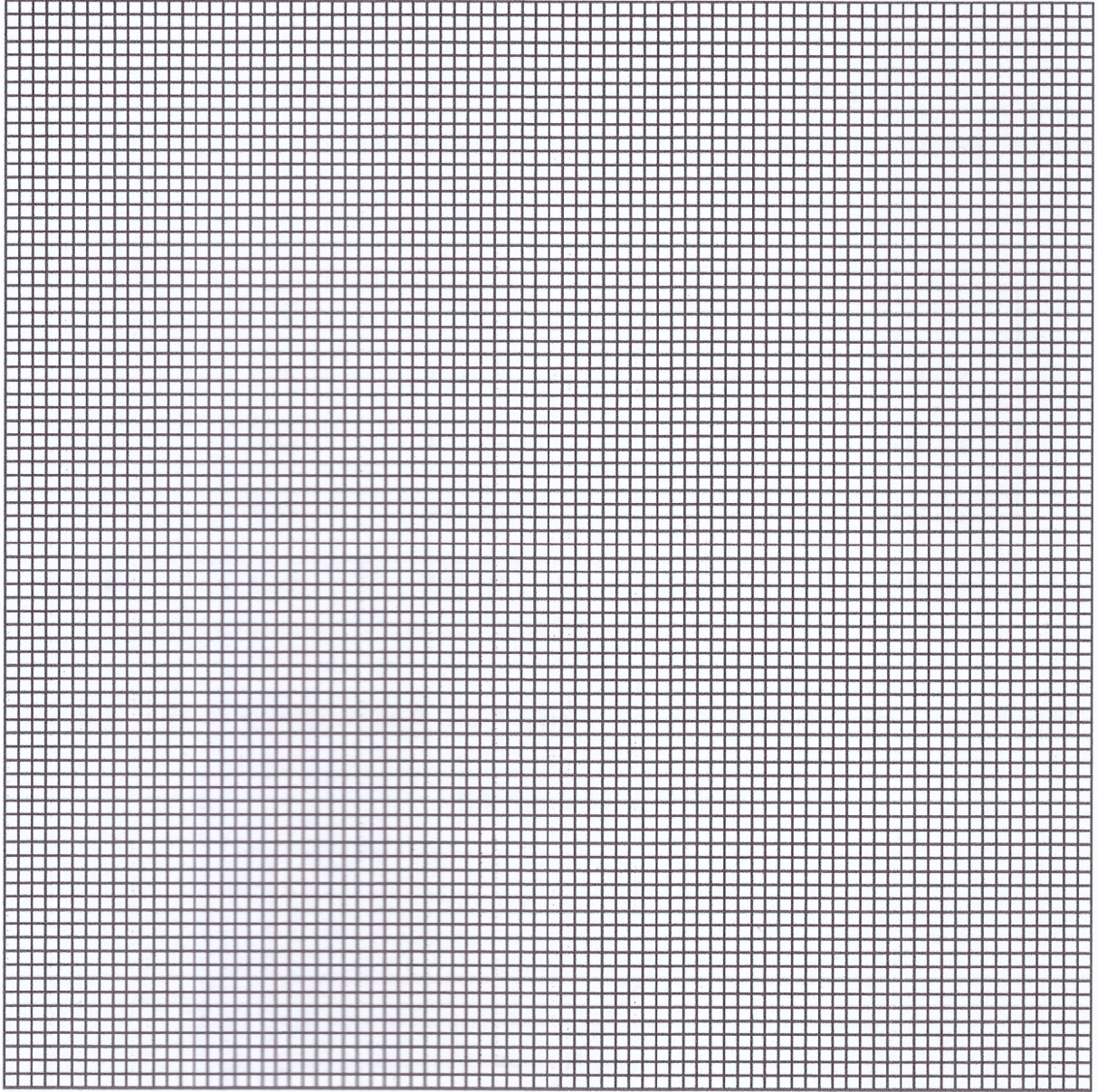
(2) 실험값계산

① 빛의 진동수에 대한 정지 전압을 그래프로 그려라.

② 식 (3)으로부터 이 그래프의 직선의 기울기가 h/e ($e = 1.602 \times 10^{-19}C$)가 된다.

여기서 구한 플랑크 상수 h 값과 $h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$ 을 비교하라.





6. 결과에

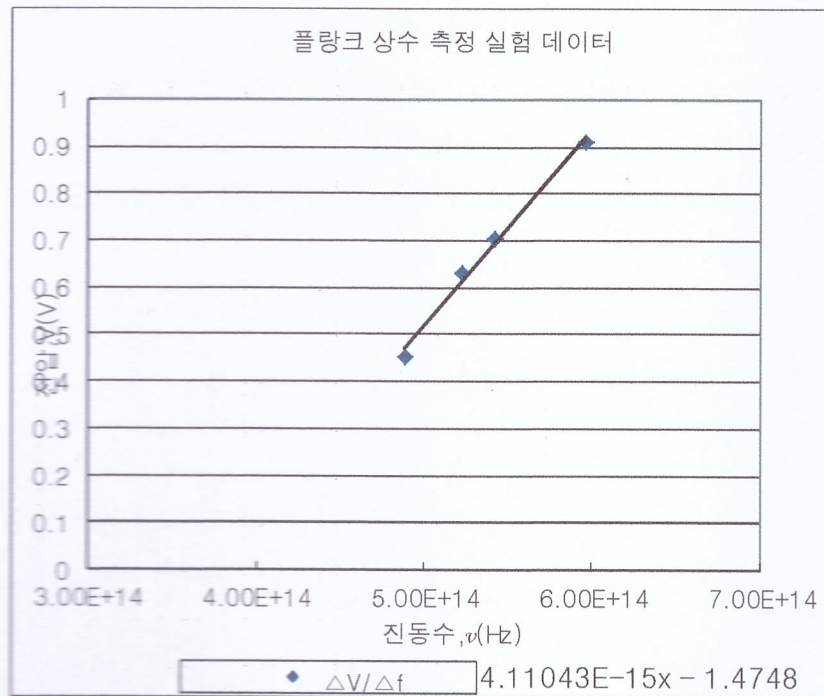
광전효과 방식으로는 금속판의 일함수를 알 수 없으므로 직접적으로 구할 수 없다.

그리하여 몇 가지의 진동수의 빛을 조사하여 그 때의 각각의 저지전압을 가지고 일함수를 소거하여 구한다.

<측정에>

색	저지전압	파장	진동수	빛의 속도
레드	0.455	6.1E-07	4.88E+14	2.98E+08
옐로우	0.63	5.7E-07	5.23E+14	2.98E+08
그린	0.706	5.5E-07	5.42E+14	2.98E+08
블루	0.909	5.0E-07	5.96E+14	2.98E+08

위 Data를 이용하여 컴퓨터를 이용하여 최소자승법으로 fitting 한 결과 다음과 같은 기울기를 얻었다.



$$h/e = 4.11 \times 10^{-15} \text{ VS}$$

따라서 프랑크상수는

$$h = 4.11 \times 10^{-15} \times e \text{ VS} = 6.58 \times 10^{-34} \text{ JS}$$

