



Physics Laboratory

Last modified : 2017-10-29

단 학기 실험 6. 옴의 법칙

실험 목적

다양한 저항체와 기전력으로 구성된 회로에 걸리는 전압과 이 회로에 흐르는 전류를 전압계와 전류계로 측정하여 저항을 구하고 옴의 법칙과 키르히호프의 법칙을 확인해본다.

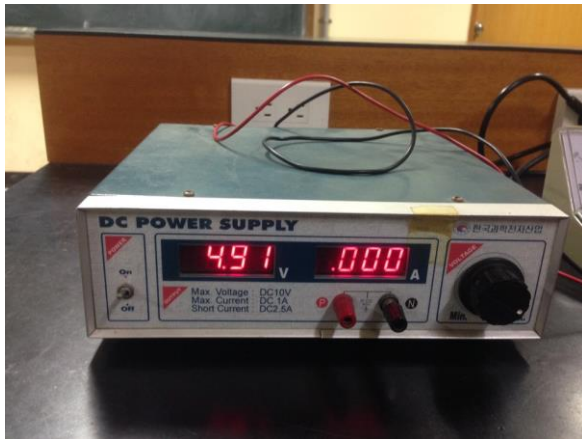
실험 개요

- 전류계와 전압계의 원리를 숙지한다.
- 전압계와 전류계를 이용해 저항을 측정한다.
- 직렬 연결과 병렬 연결로 얻어진 저항값을 추측해 본다.

실험 방법

실험실에는 이 실험을 위해서 다음과 같은 장치가 준비되어 있다. (괄호 안은 준비된 개수)

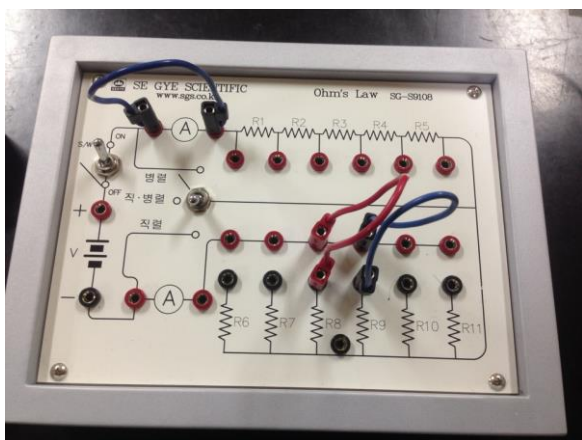
직류 전원 장치(0-10V) (1)



전류계 (1), 전압계 (1)



저항연결박스 (1)






긴 전선 및 짧은 전선 (6)


이외에도 더 필요한 것이 있으면 담당 조교나 실험 준비실(19 동 114 호)로 문의하거나 각자가 미리 준비하도록 한다. 또, [정 전류\(전압\) 전원 장치](#)에 대해서 알아 놓는다.

권장할 만한 표준적인 실험 방법은 다음과 같다.

1) 먼저, 저항연결박스 중앙에 위치한 스위치를 이용하여 다양한 형태의 저항 배치들을 (직렬, 병렬, 직·병렬) 얻을 수 있는데, 이 때 스위치의 위치에 따라 어떻게 회로가 작동되는지 이해해본다. (Hint : 회로의 오픈과 쇼트의 개념을 이해한다.)

2) 직류전원장치의 $+$, $-$ 단자를 각각 저항연결박스의 직류전원장치에 연결한다. 이 때, 전압계는 병렬로, 전류계는 직렬로 연결해야 한다. 전류계를 사용하지 않을 때에는 회로가 열리지 않도록(오픈되지 않도록) 전류계 단자 꽂는 자리에 전선을 연결해 둔다. 그리고 직류전원장치의 스위치를 켜서 적절한 전압과 전류를 흘리도록 한다. 전류계와 전압계를 이용하여 전압과 전류를 측정해서 저항값을 구한다. 저항연결 박스에 있는 11개의 저항값들은 알려져 있지 않지만 다양하게 회로를 구성하여 실험을 진행해보므로써 저항값들을 측정해본다. (동영상 자료들은 예전 실험에서 쓰이던 자료이지만 참고하면 실험 진행에 도움이 된다.)  [\[동영상\]](#)

3) 2)에서 값을 알아낸 저항들을 직렬로 연결하고 전압과 전류를 측정하여 직렬 연결된 2 개 혹은 여러 개의 저항의 합이 얼마인지 알아본다.  [\[동영상\]](#) 저항들을 병렬로 연결하고 병렬 연결에 대해서도 같은 실험을 한다.  [\[동영상\]](#)

4) 2)에서 값을 알아낸 저항들을 직렬 혹은 병렬로 연결하여 총 저항값이 얼마가 되는지 전압과 전류값으로부터 알아낸다.  [\[동영상\]](#)

실험 노트의 작성은 다음과 같은 방법으로 하는 것이 좋다.

(옴의 법칙 측정)

저항1에 걸어준 전압값 = _____ V, 저항1에 흐르는 전류값 = _____ A

저항1의 저항값 (V/I) = _____ ohm

저항2에 걸어진 전압값 = _____ V, 저항2에 흐르는 전류값 = _____ A

저항2의 저항값 (V/I) = _____ ohm

저항3에 걸어진 전압값 = _____ V, 저항3에 흐르는 전류값 = _____ A

저항3의 저항값 (V/I) = _____ ohm

저항4에 걸어진 전압값 = _____ V, 저항4에 흐르는 전류값 = _____ A

저항4의 저항값 (V/I) = _____ ohm

저항5에 걸어진 전압값 = _____ V, 저항4에 흐르는 전류값 = _____ A

저항5의 저항값 (V/I) = _____ ohm

저항6에 걸어진 전압값 = _____ V, 저항4에 흐르는 전류값 = _____ A

저항7의 저항값 (V/I) = _____ ohm

저항 1,2를 직렬로 연결했을 때의 총 저항값 = _____ (V/I) ohm

저항 1,2를 병렬로 연결했을 때의 총 저항값 = _____ (V/I) ohm

저항 1,2를 직렬로 저항 3,4를 병렬로 연결했을 때의 총 저항값 = _____ (V/I) ohm

배경 이론

(1) 옴의 법칙

어느 저항체에 걸리는 전압 V 와 이에 흐르는 전류 I 사이에는 다음과 같은 식이 성립한다.

즉 전류 I 는 가해진 전압 V 에 비례한다.

$$V = RI \quad (1)$$

여기에서 R 은 그 저항체의 저항이다.

여기서 저항은 직렬 연결법과 병렬 연결법이 있다.

직렬연결에서

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (2)$$

병렬연결에서

$$1/R_s = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots \quad (3)$$

여기에서 $I = \Delta q / \Delta t$ 이므로 그 단위는 [coul/sec] = [ampere]이고 , $V = W/q$ 이므로 그 단위는 [joule/coul] = [volt]이다. $R = V/I$ 이므로 그 단위는 [volt / ampere] = [ohm] 이다.

(2) 키르히로프의 법칙

1) 제 1 법칙

어느 회로에 있어서 어느 분기점에 들어오는 전류는 나가는 전류와 같다. 즉

$$\sum I_t = 0 \quad (4)$$

2) 제 2 법칙

어느 폐회로 내에서 모든 기전력 E 의 대수적 합은 동일한 폐회로 내의 모든 저항에서의 전압강하(IR)의 대수 합과 같다. 즉

$$\sum E = \sum IR \quad (5)$$

※ 옴의 법칙에 의하면 저항 체에 걸리는 전압강하는 저항 체에 흐르는 전류에 비례한다. 즉, 옴의 법칙이 성립한다.

그러므로 저항이 사용되는 모든 전압의 범위 내에서 일정하다면 전압-전류의 그래프는 일직선이 될 것이다.

이러한 소자를 선형소자라고 부른다. 많은 소자들은 전류가 증가함에 따라 가열되므로 저항 값이 변화하고

이들 소자를 비선형 소자라고 부른다.

생각해 볼 만한 것들

● 전구로부터의 열의 방출

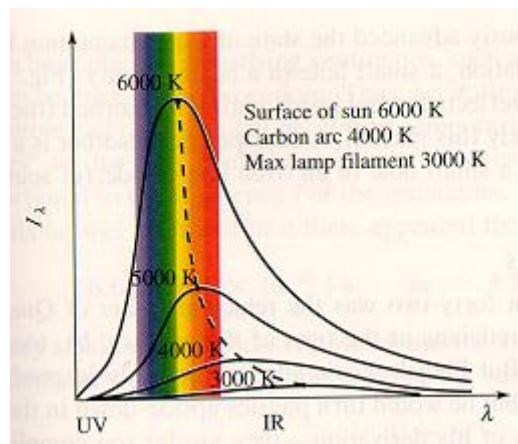
정상 상태에서는 필라멘트의 온도가 변화되지 않으므로 가해진 전력은 모두 방출된다. 에너지가 방출되는 형식은 방법에 따라서 다르다. 즉, 전도에 의한 열의 방출은 뉴턴의 냉각 법칙에 따라 단위 시간에 방출되는 에너지가

$$P = k(A/l)(T - T_o) \quad (A1)$$

와 같이 필라멘트와 주위의 온도 차이에 비례하고 또, 열이 전달되는 방향으로의 거리에 반비례하며 단면적에 비례한다. 이때 비례 상수 k 를 열전도도라고 부른다. 한편 내비침에 의한 에너지의 전달에서는 슈테판-볼츠만의 복사 법칙에 따라 단위 시간에 방출되는 에너지가

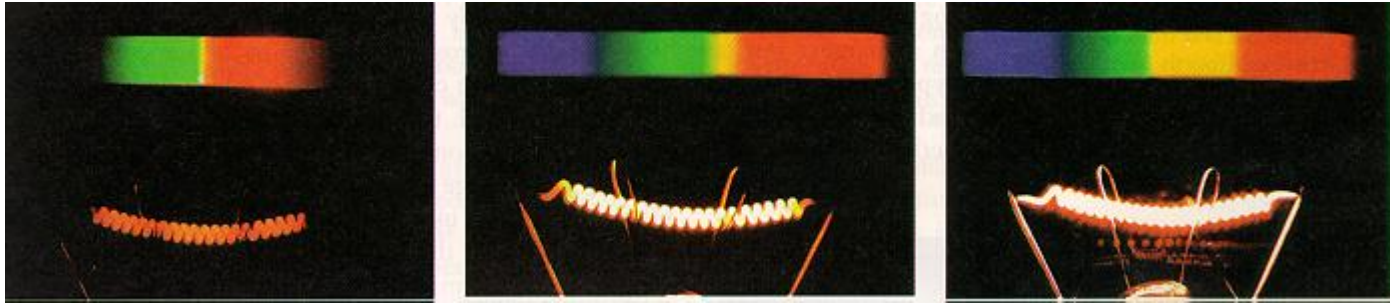
$$P = \epsilon \sigma A(T^4 - T_o^4) \quad (A2)$$

으로 온도의 4제곱의 차이에 비례하고, A 는 내쪼는 면적이며 ϵ 를 내쪼기율, σ 를 슈테판-볼츠만 상수($\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)라고 부른다. 검정체(흑체)와 같이 완전 내비침체(복사체)의 경우 $\epsilon = 1$ 이고 대부분의 물체에서는 $0 < \epsilon < 1$ 이다.



검정체로부터 방출(내비침)되는 빛의 세기 - E. Hecht 의 일반물리학 책에서 3000 K 의 필라멘트에서 내비치는 빛은 대부분 가시광선보다는 긴 파장의 적외선(열선)이다.

가시광선 영역에서는 파장에 관계없이 세기가 같기 때문에 흰색(빨간 색 쪽이 조금 강한) 빛이 된다.



전구로부터 방출(내비침)되는 빛의 세기 - E. Hecht 의 일반물리학 책에서

필라멘트의 온도가 올라갈수록(오른편 그림) 빛의 세기가 증가할 뿐만 아니라 흰색 빛에 가까워진다.

위 두 식을 보면 열전달 방식에 따라 전달 일률이 온도에 의존하는 모양이 다를 수 있다. 즉, 필라멘트의 온도가 상온으로부터 크게 다르지 않을 때는 주로 전도[식(A1)]에 의해 일어나지만, 온도가 높아짐에 따라 내비침[식(A2)]이 주가 될 것으로 기대된다. 따라서 전구에 가해진 전력 P 와 정상 상태의 필라멘트의 온도 T 로부터 P 대 $(T-T_0)$ 나 P 대 $(T^4-T_0^4)$ 의 로그-로그 그래프를 그리면 전구로부터 주위로 에너지의 전달이 주로 전도에 의해서 일어나는지 또는 내비침에 의해서 일어나는지 여부와 각각이 중요한 온도 범위도 찾을 수 있다.