

20    년    월    일    요일  
 시간 :    장소 :      
                   학교    학년    반  
 번    이름 :

저항에 대하여 알아보고, 우리 인체는 전기가 흐를 수 있는지 러브 미터를 만들어 확인해 봅시다.

# 러브미터

## 실험키트구성 ....

플라스틱 케이스, 고휘도 LED, 트랜지스터1015, 트랜지스터1815, 전해콘덴서4.7 $\mu$ F, 커넥터(2P, 3P, 4P) 커넥터용 전선, 전지끼우개, 건전지, 클립, 엔드캡

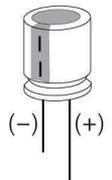
## 준비물 ....

칼, 꾸미기 도구(네임펜 등)

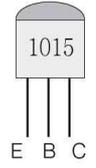
## 생각해보기 ....

1. 사람의 몸은 전기가 통할까요? 어떤 때 전기가 더 잘 통할까요?

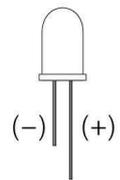
2. 각 부품의 이름과 특징을 알아봅시다.



이름:  
특징:



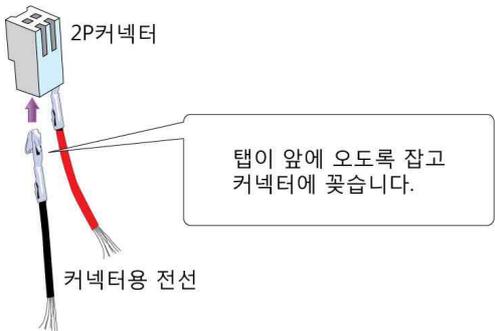
이름:  
특징:



이름:  
특징:

## 실험방법 ....

### [회로 연결하기]



1. LED용 2P 커넥터에 커넥터용 전선을 ‘딸깍’ 소리가 날 때까지 꽂습니다.

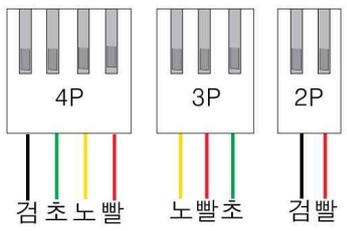
 검정전선과 빨간전선을 하나씩 꽂으세요.

2. 트랜지스터용 3P 커넥터에 커넥터용 전선을 꽂습니다.

 노랑, 빨강, 초록 전선을 순서대로 꽂으세요.

3. 4P 커넥터에 커넥터용 전선을 꽂습니다.

 검정, 초록, 노랑, 빨강 전선을 순서대로 꽂으세요.



 3개의 커넥터에 연결된 전선의 색깔이 그림과 같은지 다시 한 번 확인하세요.



## 확인학습 ....

1. 완성한 러브미터를 이용하여 여러 가지 실험을 해 봅니다. LED의 깜빡이는 속도를 비교하여 보세요.

- 1 한 사람이 양손으로 클립을 잡았을 때 VS 두 사람, 세 사람이 잡았을 때
- 2 그냥 양손으로 잡았을 때 VS 손을 오므렸다 폼다 약 50회 한 다음 잡았을 때
- 3 동성의 친구와 손을 서로 잡았을 때 VS 이성친구와 손을 서로 잡았을 때

2. 전압(V)이 일정할 때, 전류의 세기(I)와 저항(R)의 크기는 어떤 관계가 있습니까?

3. 실험 결과, 인체에 전류가 잘 흐를 때는 어떤 경우 입니까?

## 원리학습 ....

러브미터는 인체에 전류가 흐르는 정도를 확인하는 테스트기입니다.

LED의 깜빡이는 속도로 확인할 수 있는데, 빨리 깜빡이는 경우는 전류가 잘 흐르는 때이고, 천천히 깜빡이는 경우는 전류가 잘 흐르지 않을 때입니다.

전압이 일정할 때, 전류가 흐르는 데 방해가 되는 저항이 크면 전류가 잘 흐르지 않게 됩니다.

즉, 저항(R)과 전류(I)는 반비례관계이지요.

$$I \times R = V \text{ (일정)}$$

우리 신체에게 1A는 너무 큰 전류이므로 mA(1mA는 1A의 1000분의 1)라는 단위를 사용합니다. 1mA가 흐르면 전류가 흐르는 것을 약간 느끼는 정도이고, 10mA이면 고통을 느끼는 정도가 되고 100mA, 즉 0.1A 정도가 되면 사람이 죽게 됩니다. 이 때, 전기충격 정도는 흐른 전류의 크기와 흐른 시간, 신체 관통 부분에 따라 결정됩니다. 전류의 일부 중 심장을 1초 이상 지나면 심장근육이 불규칙적으로 수축되기 시작하고 신속히 끝나지 않으면 사망하지요. 물론 피부가 축축하고 습기가 많은 날이면 전류가 훨씬 많이 흐르게 되어 더 위험합니다.

## 느낀점 ....

## ■ 교사용 실험 자료실 ■

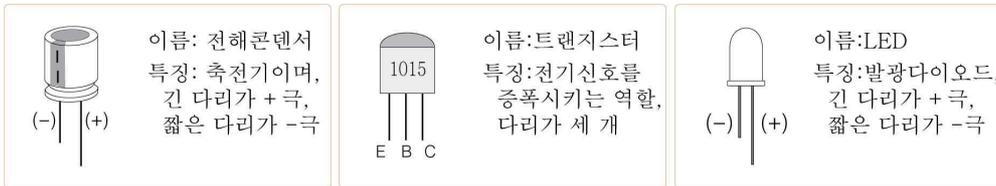
실험 제목	뉴-러브미터		실험 원리	전류와 저항의 관계	
실험 시간	조립 25~30분	실험 분야	물리	실험 방법	개별실험
세트구성물	플라스틱케이스, 트랜지스터1015(PNP형) 1개, 1815(NPN형) 1개, LED 1개, 전해콘덴서 4.7 $\mu$ F 1개, 건전지, 전지끼우개, 클립 2개, 커넥터 2P, 3P, 4P, 커넥터용 전선, 엔드캡				
교사준비물		학생준비물	칼, 꾸미기 도구		
실험 결과	학생 1인당 뉴-러브미터를 1개씩 가져갑니다.				
실험팁	<p>TIP 1. 각 부품의 다리가 뾰족하니 찢리거나 다치지 않도록 주의지도 하세요.</p> <p>TIP 2. 극성이 있는 부품 및 트랜지스터의 다리는 그 위치가 바뀌지 않도록 주의해서 조립하세요.</p> <p>TIP 3. 약한 전류에 불이 들어오도록 고안된 회로이므로 클립끼리 직접 오랫동안 연결되면 회로가 타버릴 수 있습니다. 되도록 손을 통해서 회로를 확인하도록 하세요.</p>				

### 생각해보기 ....

1. 사람의 몸은 전기가 통할까요? 어떤 때 전기가 더 잘 통할까요?

학생들이 가볍게 몸에 전기가 통하는 것에 대한 가설을 세울 수 있도록 도와주시고 자세한 내용은 확인학습 3번을 참고하세요.

2. 각 부품의 이름과 특징을 알아보시다.



### 확인학습 .....

1. 완성한 러브미터를 이용하여 여러 가지 실험을 해봅시다.

- 한 사람이 양손으로 클립을 잡았을 때 VS 두 사람, 세 사람이 잡았을 때  
 → 일반적으로 한 사람이 잡았을 때 더 빨리 깜빡입니다. 여러사람이 잡으면 저항이 커집니다.
- 그냥 양손으로 잡았을 때 VS 손을 오므렸다 폈다 약 50회 한 다음 잡았을 때  
 → 일반적으로 손운동을 하면 땀이 나므로 더 빨리 깜빡입니다.
- 동성의 친구와 손을 서로 잡았을 때 VS 이성친구와 손을 서로 잡았을 때  
 → 일반적으로 이성간에 손을 잡았을 때 땀 분비가 더 많이 더 빨리 깜빡입니다.

\* 모든 실험결과들은 일반적인 경우이므로 실험자의 상황에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있습니다.

2. 전압(V)이 일정할 때, 전류(I)가 흐르는 것과 저항(R)의 크기는 어떤 관계가 있습니까?

반비례관계 (  $I \times R = \text{일정}$  )

3. 실험 결과 인체에 전류가 잘 흐를 때는 어떤 때 입니까?

몸에 물기(땀이나 습기 등에 의해)가 많을 때 전류가 더 잘 흐르며, 몸에 지방이 많은 경우에는 전류가 잘 흐르지 않습니다.(수분함유량이 많은 단백질은 전류가 잘 흐르며, 지방은 절연체 역할을 하므로 전류가 잘 흐르지 못합니다.)

### [인체와 전기 저항]

전기저항이란 전기를 얼마나 흘려 줄수 있는지의 정도를 수치로 표시하는 것입니다. 전기저항이 크면 전기가 작게 통하고 전기저항이 작으면 전기가 많이 통한다는 것입니다.

인체의 저항은 사람에 따라 그날의 습도나 온도에 따라 아주 변화무쌍합니다. 일을 많이 하여 손에 굳은살이 많이 박인 사람은 저항이 높고 아기피부나 여자피부 같은 사람들은 저항이 작은 것이지요.

가정용전기를 예를 들어 말씀드린다면 앞에서 굳은살이 많이 박인사람은 저항이 높아서 전기가 별로 통하지 않아

서 감각이 없고 피부가 고운 사람은 저항이 작아서 전기가 많이 통하므로 감전의 우려가 있습니다. 그러나 이것은 가정용 이니까 이정도 이지만 전신주에 흐르는 특별고압은 저항이 많은 사람과 저항이 적은 사람과 아무런 차이 없이 만지는 순간 감전사 하게 되는 것입니다.

또한 손에 물이 묻거나 땀이 차게 되면 저항이 적어져 감전사 할 위험이 커지게 되지요.

전자 1개가 가진 전하량은  $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ 입니다. 너무도 작은 숫자인데, 이것이 모여 1C의 전하가 만들어지려면 초당 625,000,000,000,000,000개의 전자가 모여야 합니다. 전자는 크기나 질량은 대단히 작습니다. 그리고 대전될 때 물체사이에 전자는 이동을 하지만 새로운 생성이나 소멸은 없기 때문에 전하량은 항상 보존이 됩니다. 여러 사람들이 손을 잡고 실험을 하더라도 불이 깜박이는 것은 도중에 전하가 없어지지 않았다는 뜻입니다.

### 트랜지스터 [ transistor ]

반도체 결정 속의 도전작용을 이용한 증폭용 소자(素子).

1948년 미국 벨전화연구소의 W.H.브래튼, J.바딘 및 W.쇼클리는 반도체 격자구조의 시편(試片)에 가는 도체선을 접촉시켜 주면 전기신호의 증폭작용을 나타내는 것을 발견하여 이를 트랜지스터라고 명명하였다. 이것이 그 동안 신호증폭의 구실을 해 오던 진공관(眞空管)과 대치되는 트랜지스터의 시초가 된 것이다. 트랜지스터 그 자체가 소형이어서 이를 사용하는 기기(機器)는 진공관을 사용할 때에 비하여 소형이 되며, 가볍고 소비전력이 적어 편리하다. 초기에는 잡음·주파수 특성이 나쁘고, 증폭도도 충분하지 못하였으나, 그 후 많이 개량되어 아주 대전력을 다룰 수 있는 등 특수한 경우를 제외하고는 진공관에 대치되었다.

< 종류 >

트랜지스터는 동작시의 전류방향으로 보아 크게 나누면, 컬렉터에 음의 전압을 걸어 사용하는 pnp형과 양전압을 걸어 사용하는 npn형이 있으며, pnp형은 주로 게르마늄(Ge), npn형은 주로 실리콘제의 경우가 많다. 게르마늄이나 실리콘 등 진성반도체(眞性半導體)를 순도 99.9999999%(9가 10자리 계속되기 때문에 ten nine이라고 한다) 이상의 고순도로 정제하여 이를 모체로 하여 p형 또는 n형이 되는 불순물을 섞어가며 단결정으로 성장시켜 p형 또는 n형의 반도체를 만든다.

< 특징 >

트랜지스터는 반도체 다이오드의 기능을 포함시키면 증폭·발전·스위칭·정류·검파 등의 기능을 가지기 때문에 진공관과 다음과 같이 비교된다. 장점으로서는 pnp와 npn의 두 가지 종류가 있는 것, 저전압·소전력으로 동작시킬 수 있는 것, 형태가 매우 작은 것, 수명이 긴 것 등을 들 수 있다. 단점으로는 특성이 온도의 지배를 받기 쉬운 것, 고온에서는 동작하지 못하는 것, 초고주파 등에서 아직 전력이 약한 것 등을 들 수 있다.

### 전해콘덴서 [electrolytic condenser]

전자회로용 전원(電源)의 평활회로나 바이어스를 가할 때에 직류전압에 남아 있는 맥류(脈流)를 제거하기 위해 사용되는 소형 대용량의 콘덴서로 알루미늄을 이용한 것과 탄탈박을 이용한 것이 있으나 알루미늄이 더 경제적이므로 주로 알루미늄을 이용한다.

전자회로용 전원(電源)의 평활회로나 바이어스를 가할 때에 직류전압에 남아 있는 맥류(脈流)를 제거하기 위해 사용된다. 구조는 알루미늄 혹은 탄탈의 얇은 막에 전기 화학적으로 산화피막을 만들고 금속박(金屬箔)을 양극, 산화피막을 유전체(誘電體), 전해액을 음극으로 한 것이다. 이 때문에 콘덴서에 극성이 생긴다.

알루미늄의 경우에는 알루미늄박 표면을 에치(etch)하여 유효 표면적을 증가하고 화성전해(化成電解)를 사용해서 산화피막을 형성하여 전해액이 스며든 종이와 함께 감아서 알루미늄 케이스에 봉입하여 콘덴서를 만든다. 전해액은 산화피막의 열화(劣化)를 방지하는 역할도 한다.

탄탈박(箔)을 사용한 습식콘덴서도 동일하게 만들어지는데 알루미늄이 경제적이므로 그다지 사용되지 않는다. 탄탈로는 고체전해콘덴서로 만들어지고 있다. 이런 경우는 탄탈의 분말을 압축성형하여 진공소결(眞空燒結)해서 표면적을 증가하여 양극을 만든다. 그리고 나서 표면에 이산화망간층을 만들고 다시 흑연을 충전하여 음극으로 한다. 이 같은 콘덴서는 박형(箔型)에 비해서 소형이며, 전기특성 특히 온도특성이 우수하나 경제성과 내압(耐壓)에서는 뒤진다. 알루미늄 전해콘덴서의 사용전압은 450 V 이하, 정전용량(靜電容量)은 1~5,000  $\mu\text{F}$  정도, 사용온도 범위는  $-40 \text{ }^\circ\text{C} \sim 85 \text{ }^\circ\text{C}$ 이다.