

20 년 월 일 요일
 시간 : 장소 :

 학교 학년 반
 번 이름 :

홀센서를 이용한 자극 탐지기

자석의 힘에 의해 전류의 방향을 바꾸는 홀센서를 이용하여 자석의 극을 알아내는 자극 탐지기를 만들어 봅시다.

실험키트구성

- 자극 탐지기 도안 • 동전전지(3V) 2개, 전지홀더
- 홀센서 • LED Blue, Red 각 1개 • 저항 1kΩ • 누름스위치
- 커넥터 2P 1개, 3P 2개, 4P 1개 • 엔드캡 2개
- 커넥터용 전선(한쪽 탭3개, 양쪽 탭4개) • 양면 테이프 4칸

준비물

유성펜, 막대자석(자극이 표시된 자석), 여러가지 자석(자극 표시가 없는 자석, 철판자석, 고무자석, 냉장고자석 등)

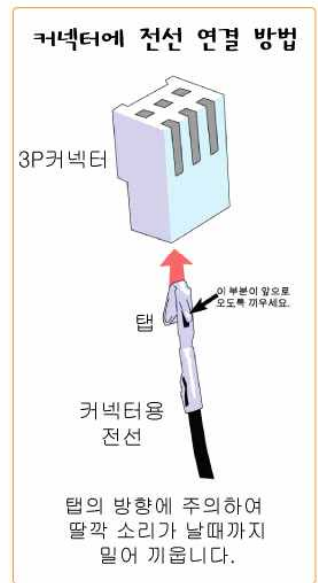
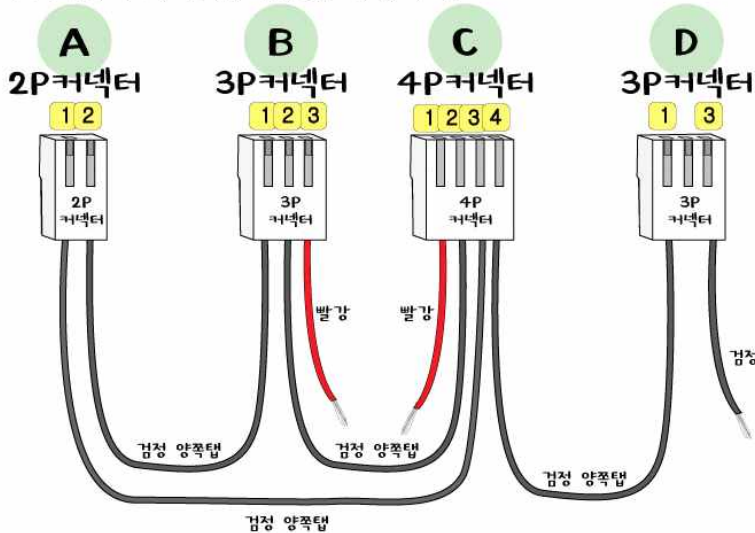
생각해보기

자석의 극을 알아낼 수 있는 방법은 어떤 것이 있을까요?

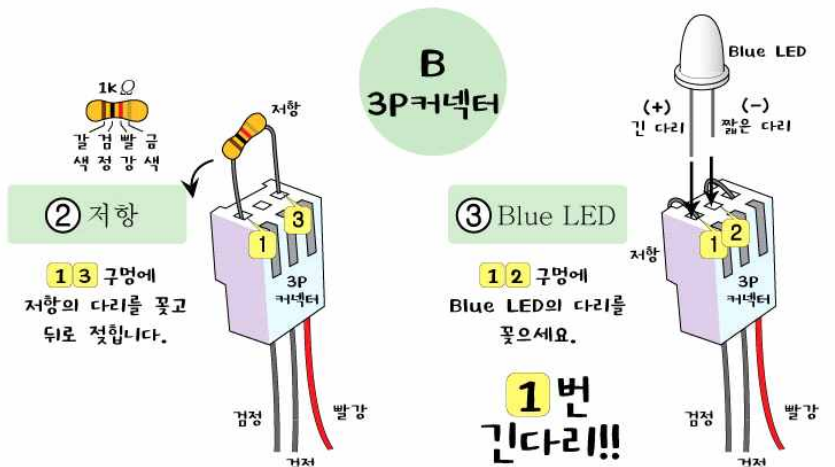
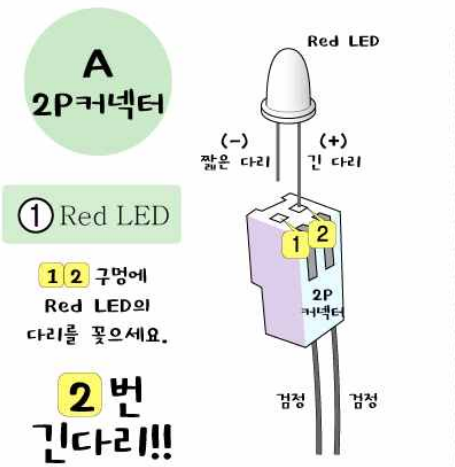
실험방법

[회로 만들기]

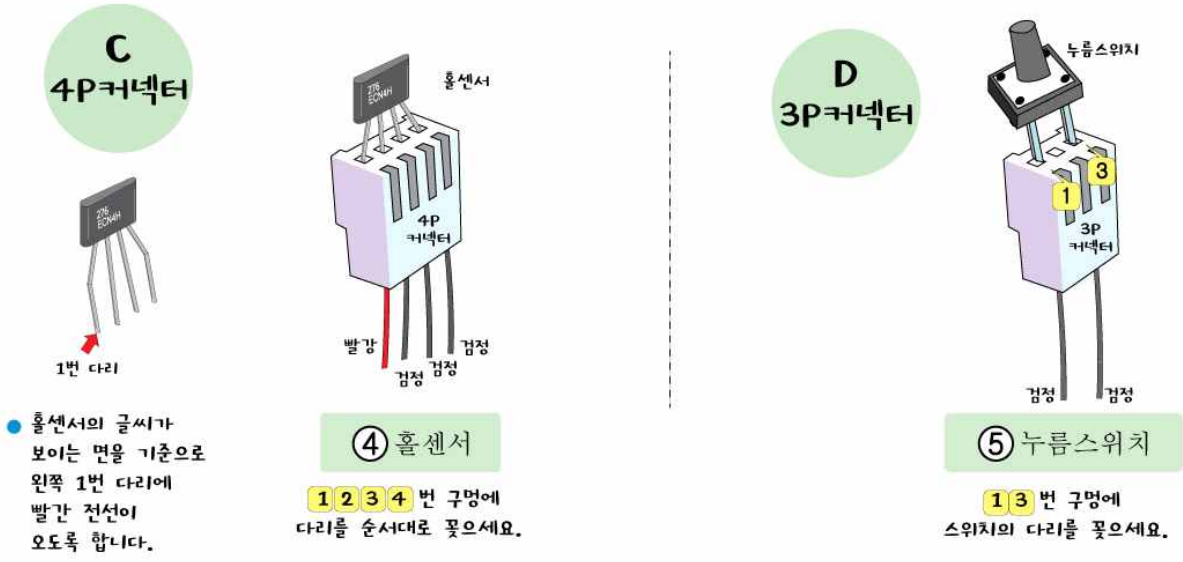
1. 그림과 같이 커넥터에 커넥터용 전선을 끼웁니다.



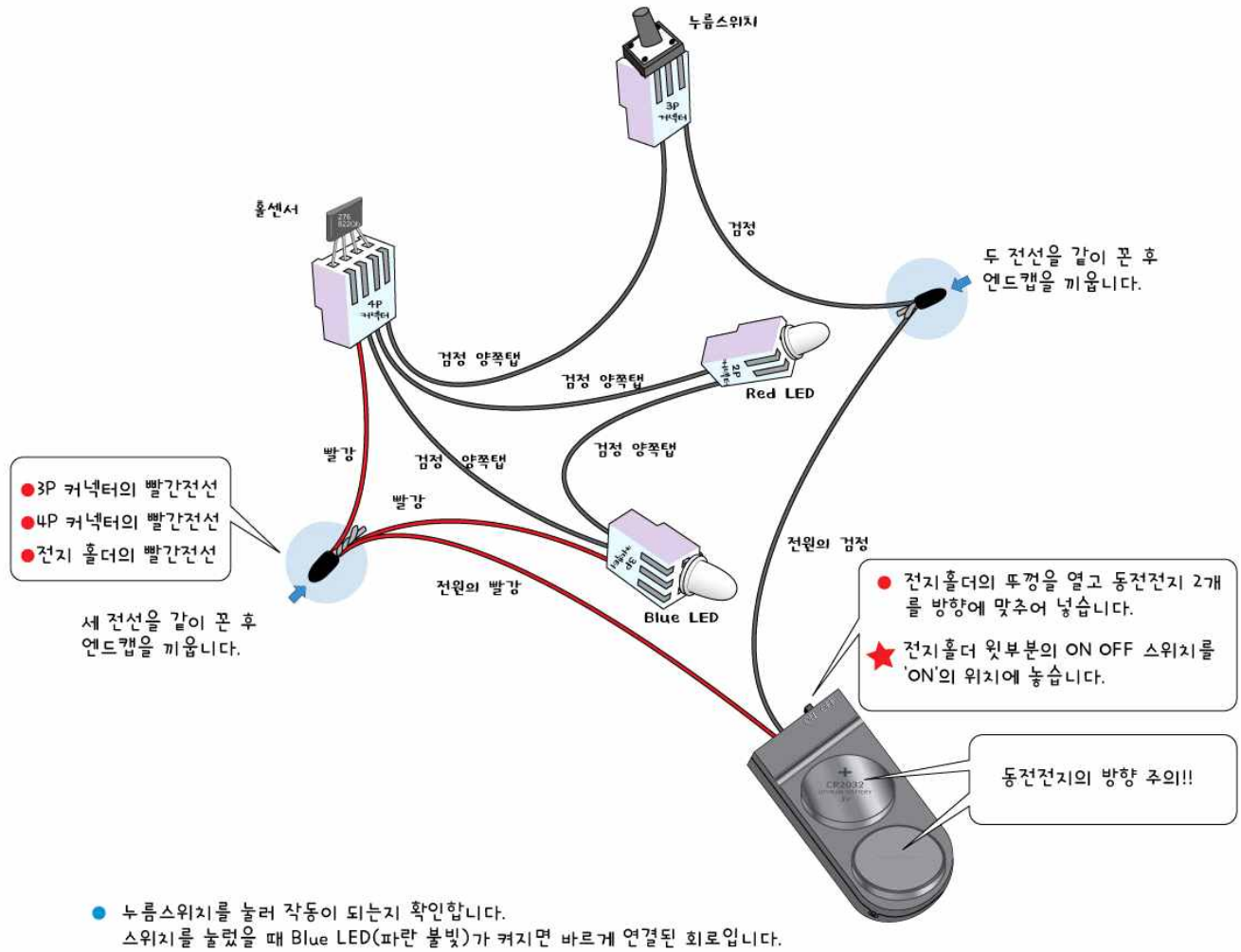
2. 2P, 3P 커넥터에 부품을 그림과 같이 꽂습니다.



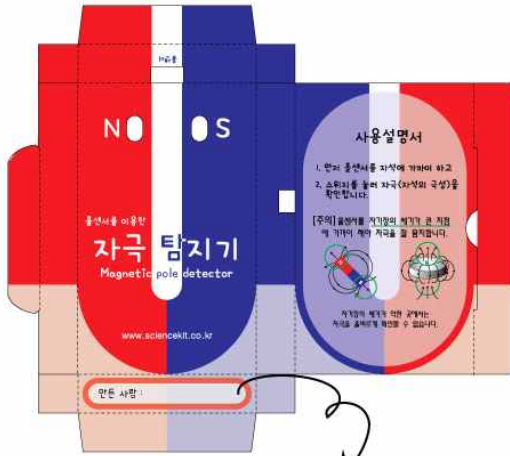
3. 4P 커넥터에 홀센서를 꽂고, 3P 커넥터에 스위치를 꽂습니다.



4. 그림과 같이 회로를 연결합니다.



[상자에 회로 장착하기]

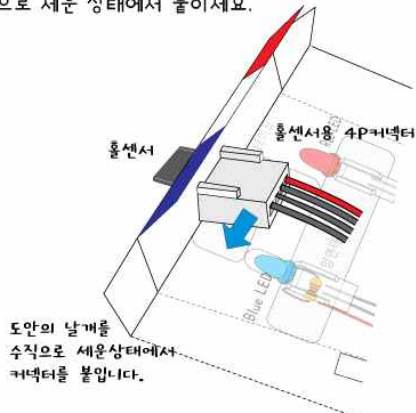


1. [도안 접기] 도안에 이름을 쓰고, 접는 선을 따라 한 번씩 접었다 펴니다.

- 접었다가 펴 놓으면 상자를 조립할 때 훨씬 수월합니다.

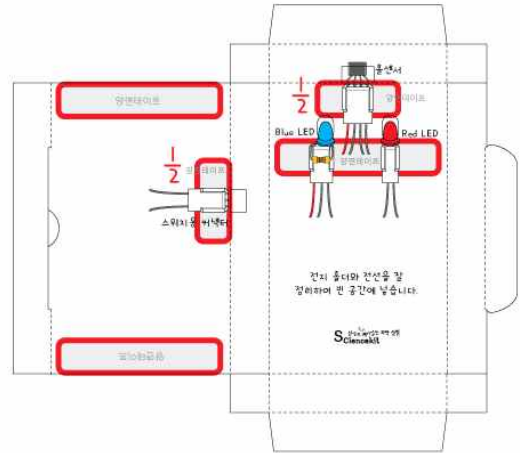
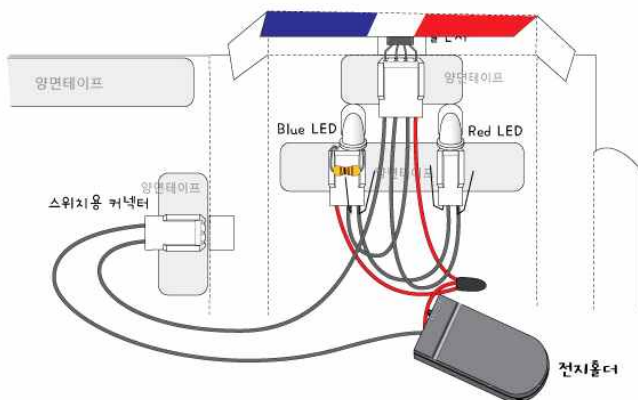
3. [홀센서 붙이기] 홀센서가 꽂힌 커넥터를 그림처럼 홀센서의 글씨가 아래로 가도록 붙입니다.

- 커넥터의 평평한 쪽이 도안과 만나도록 붙입니다.
- 홀센서의 머리부분이 도안 밖으로 나가도록 그림처럼 도안의 날개를 수직으로 세운 상태에서 붙이세요.



5. [스위치 붙이기] 3P 커넥터에서 스위치를 잠시 빼놓고 커넥터만 도안의 스위치 자리에 붙입니다.

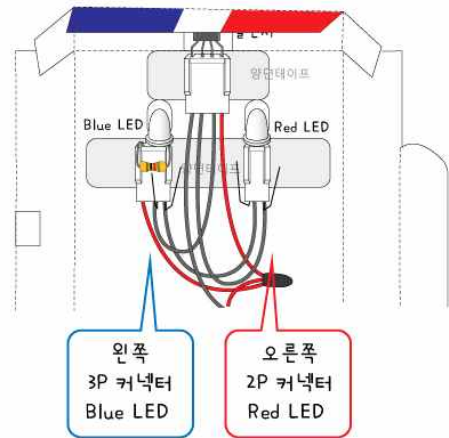
- 커넥터의 평평한 쪽이 도안과 만나도록 붙입니다.
- 스위치는 상자 바깥에서, 3P 커넥터는 상자 안쪽에서 다시 결합합니다.



2. [양면테이프 붙이기] 도안 속 양면테이프 자리 다섯 군데에 양면테이프를 붙입니다.

- 양면테이프 네 칸을 적절히 잘라 붙이세요.

4. [LED 붙이기] 2개의 LED 를 그림처럼 붙입니다.

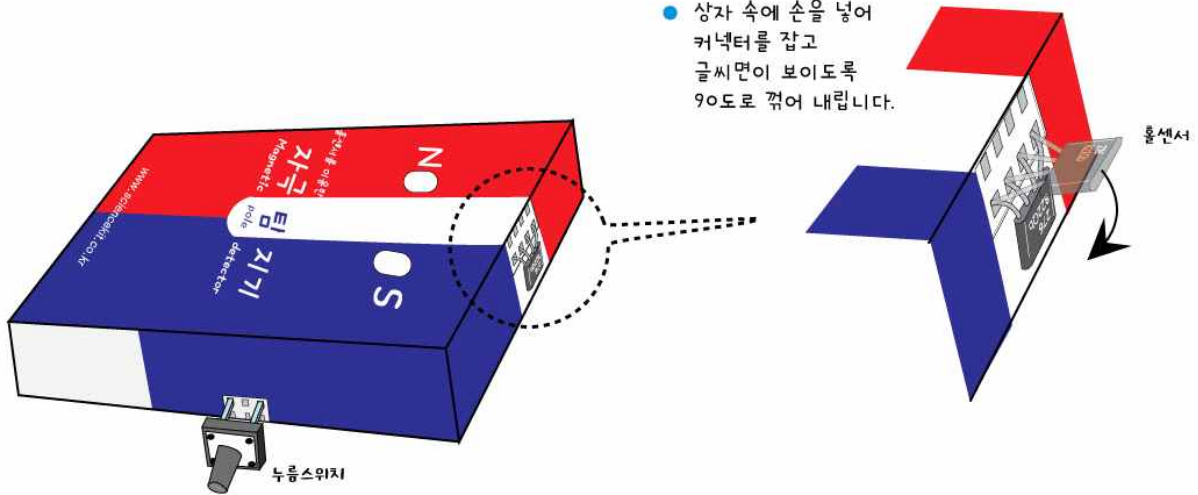


6. [상자 닫기] 그림과 같이 상자를 잘 맞추어 붙이세요.



7. [홀 센서 고정하기] 그림처럼 홀 센서를 아래로 꺾어 도안에 딱 붙여 고정시킵니다.

- 상자 속에 손을 넣어 커넥터를 잡고 글씨면이 보이도록 90도로 꺾어 내립니다.



8. [스위치 쫓기] 완성된 상자 바깥쪽에서 누름스위치를 쫓아 자극 탐지기를 완성합니다.

실험시 주의사항

1. 회로를 순서에 따라 잘 연결하고, 상자에 넣을 때 전선의 연결부위나 각종 부품의 다리가 서로 닿지 않도록 마감을 확인하여 주세요.
2. 전지홀더에 동전전지를 넣을 때 극의 방향을 잘 확인하세요.
3. 이 회로는 주변에 자석이 없어도 스위치를 누르면 Blue LED(파란 불빛)가 켜지도록 되어있습니다.

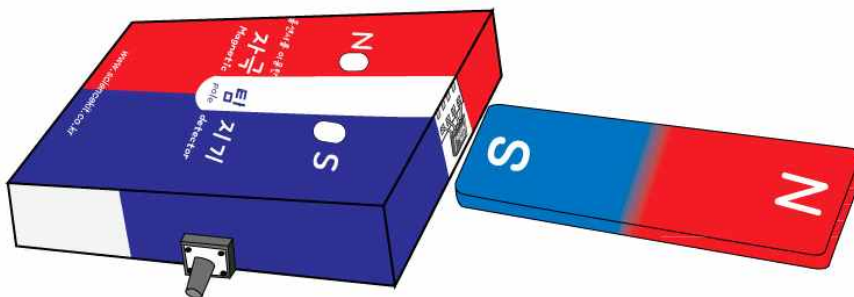


원리학습

1. 완성한 자극 탐지기의 스위치를 눌러보세요. (근처에 자석 없이 그냥 누릅니다.)

- 어떤 LED가 켜지나요?

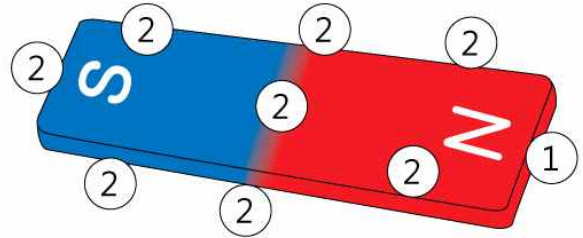
2. 자극 탐지기의 홀센서를 막대 자석의 N극과 S극에 대고 눌러보세요.



- 홀센서를 N극에 대고 스위치를 누르면 어떻게 되나요?
- 홀센서를 S극에 대고 스위치를 누르면 어떻게 되나요?

3. 자극 탐지기의 홀센서를 막대자석의 여러 위치에 대고 스위치를 눌러보고, 해당 나타나는 불빛의 색을 각 번호에 칠해봅시다.

- ① N극의 끝에서 자극 탐지기는 어떻게 작동하나요?
- ② N극이 아닌 곳에서는 어떻게 작동하나요?

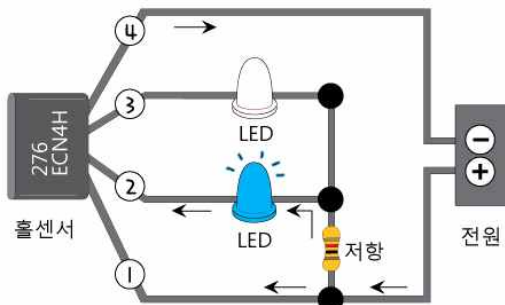


오늘 우리가 만든 자극 탐지기의 누름스위치를 자석이 없는 곳에서 누르면 Blue LED 파란 불빛이 켜졌고,
 [원리학습 1]

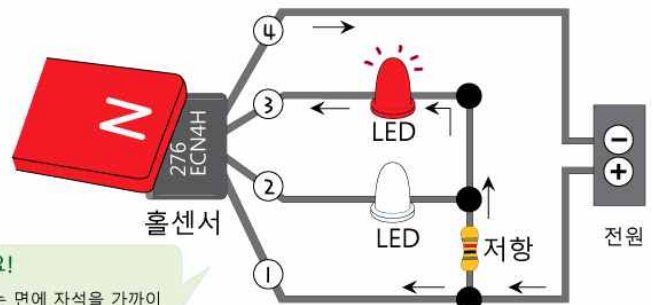
자석의 극과 가까운 곳에 홀센서를 대었을 때 N극에서는 Red LED 빨간 불빛이, S극에서는 Blue LED 파란 불빛이 켜집니다. [원리학습 2]

또한, 자석의 여러 곳에서 작동한 결과 N극의 끝에서만 Red LED 빨간 불빛이 켜지고, 다른 모든 곳에서는 Blue LED 파란 불빛이 켜짐을 알 수 있습니다. [원리학습 3]

따라서, 우리가 이 회로에서 정확히 알 수 있는 극은 N극입니다. N극의 위치를 알게되면 반대쪽은 S극이므로 자극이 표시되지 않은 자석도 N극인지, S극인지 알게해주는 신기한 자극 탐지기입니다.



[그림1. 홀센서에 전원을 넣었을때]



[그림2. 홀센서에 N극을 가까이 할 때]

▶ 참고하세요!
 글씨가 써있는 면에 자석을 가까이 할 때의 결과입니다.
 글씨가 없는 뒷면에 자석을 대면 결과는 정반대로 나옵니다.

이 신기한 자극 탐지기의 핵심 부품인 홀센서는 어떻게 작동할까요?

회로에서 사용한 홀센서는 전류의 흐름이 ②번 다리로 흘러가게 되어있습니다.

그래서 스위치를 누르면 2번 다리와 연결된 Blue LED 파란 불빛이 켜집니다. [그림1. 홀센서에 전원을 넣었을때]

이 홀센서에 자석의 N극을 가까이하면 '홀효과'로 인해 (-)전하가 힘을 받으므로 전류의 진행 방향이 바뀌어 전류는 ③번 다리로 흘러갑니다. 따라서 Red LED 빨간 불빛이 켜집니다.[그림2. 홀센서에 N극을 가까이 할 때]
 이 방법으로 N극을 찾아낼 수 있습니다.

자석의 힘 때문에 전류의 방향이 바뀌는 원리! 자극 탐지기의 가장 중요한 원리입니다.

우리 주변의 여러가지 자석들을 찾아보고, 이 자극 탐지기로 자석의 극을 확인해봅시다. 가방의 달히는 부분, 칠판자석, 냉장고에 붙어있는 고무자석, 매미자석, 네오디뮴 자석, 고리 모양의 페라이트 자석, 말굽 자석 등 여러 자석을 놓고 자석의 극을 찾아봅시다.

💡 홀효과
 자기장(자석의 힘이 미치는 범위) 속의 도체에서 자기장의 직각 방향으로 전류가 흐르면, 자기장과 전류 모두에 직각 방향으로 전기장이 나타나는 현상으로 1879년 미국의 물리학자인 에드윈 홀(Edwin Hall)이 발견하였다.

느낀점 ...

■ 교사용 실험 자료실 ■

실험 제목	홀센서를 이용한 자극 탐지기		실험 원리	자석, 홀효과	
실험 시간	30분	실험 분야	물리	실험 방법	개별실험
실험키트 구성	자극 탐지기 도안, 동전전지(3V) 2개, 전지출더, 홀센서, LED (Blue Red), 저항, 누름스위치, 커넥터 (2P 3P 4P), 엔드캡, 커넥터용 전선, 양면 테이프				
교사준비물	막대자석 (자극이 표시된 자석), 여러 가지 자석(자극 표시가 없는자석, 칠판자석, 고무자석, 냉장고자석 등)		학생준비물	유성펜	
실험 결과	학생 1인당 각자 자극 탐지기 1개를 가지고 갑니다.				
실험팁	<p>TIP 1. LED 두 종류를 커넥터에 꽂을 때 커넥터의 종류와 다리길이(+극, -극)를 주의하여 꽂아야 합니다.</p> <p>TIP 2. 홀센서의 방향에 주의하세요. 홀센서가 보고서와 반대로 꽂히면 정반대의 결과가 나옵니다.</p> <p>TIP 3. 상자에 회로를 넣을 때 전선의 연결 부위나 각종 부품의 다리가 서로 닿지 않도록 마감을 확인하여 주세요.</p> <p>TIP 4. 이 회로는 자기력이 없는 곳에서 Blue LED가 켜지도록 되어있습니다. 정확하게 알 수 있는 극은 N극이므로 이 점을 알려주시기 바랍니다.</p> <p>TIP 5. 자극이 표시된 자석으로 원리를 확인한 후, 자극이 표시되지 않은 자석으로 자극을 알아낼 수 있음을 활동을 통해 알 수 있습니다. 가능한 여러 종류의 자석이 준비되는 것이 좋습니다.</p>				

생각해보기

자석의 극을 알아낼 수 있는 방법은 어떤 것이 있을까요?

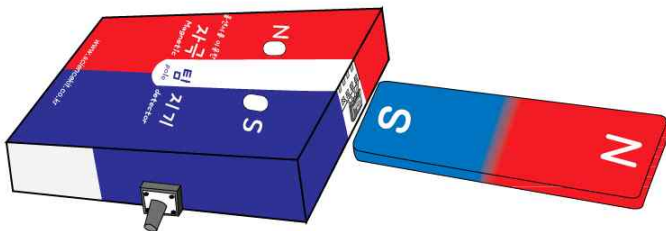
막대자석의 한 극(N극)을 가까이 한 후 밀어내면 같은 극(N극), 끌어당기려면 다른 극(S극)임을 알 수 있습니다.

원리학습

1. 완성한 자극 탐지기의 스위치를 눌러보세요. (근처에 자석 없이 그냥 누릅니다.)

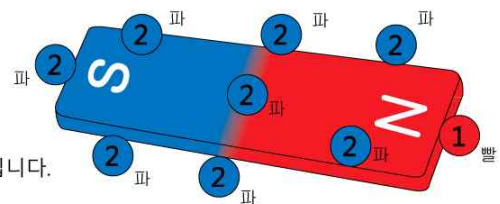
- 어떤 LED가 켜지나요? **Blue LED 파란 불빛**

2. 자극 탐지기의 홀센서를 막대 자석의 N극과 S극에 대고 눌러보세요.



- 홀센서를 N극에 대고 스위치를 누르면 어떻게 되나요? **Red LED 빨간 불빛이 켜집니다.**
- 홀센서를 S극에 대고 스위치를 누르면 어떻게 되나요? **Blue LED 파란 불빛이 켜집니다.**

3. 자극 탐지기의 홀센서를 막대자석의 여러 위치에 대고 스위치를 눌러보고, 해당 나타나는 불빛의 색을 각 번호에 칠해봅시다.



- N극의 끝에서 자극 탐지기는 어떻게 작동하나요? Red LED 빨간 불빛이 켜집니다.
- N극이 아닌 곳에서는 어떻게 작동하나요? Blue LED 파란 불빛이 켜집니다.

홀효과[Hall effect]

자기장 속의 도체에서 자기장의 직각방향으로 전류가 흐르면, 자기장과 전류 모두에 직각방향으로 전기장이 나타나는 현상이다. 1879년 미국의 물리학자인 에드윈 홀(Edwin Hall)이 발견하였다.

홀효과는 전류가 흐르는 도선 안이나 다른 고체 안에서 움직이는 전하와 관련이 있다. 전류가 흐르는 도선에 수직인 자기장은 도선 내에서 움직이는 전하들을 한쪽 면으로 휘어지게 만든다.

따라서 도선의 한쪽면에는 음전하가 쌓여 음으로 대전되고, 다른 한쪽면은 양으로 대전된다.

그러면 전기장이 도선을 가로질러 존재하게 되는데, 이를 홀 전기장(Hall field)이라고 하며, 홀 전기장은 도선을 가로지르는 전위차(홀 전압, Hall voltage)를 측정하여 계산할 수 있다.

또한, 전하의 표류 속도는 $v_D = E/B$ 이므로, 홀효과를 이용하여 움직이는 전하의 표류속도를 측정하고 부호를 결정할 수 있다.

전류가 같은 방향이라도 전하를 운반하는 입자의 전하 부호에 따라 발생하는 전기장의 방향이 달라진다. 그리고 입자의 농도에 따라서도 전기장의 세기가 달라진다.

이를 이용해서 고체 속에서 전류를 운반하는 자유전자의 농도나 움직이기 쉬운 정도를 측정하고, 반도체에서는 자유전자와 함께 자유양공(自由陽孔)에 대한 식별 및 측정을 할 수 있다.

(a) 직사각형 단면을 가진 막대 모양의 시료가 자기장(B_z)에 놓여 있고, 시료의 양 끝에 가해진 전기장(E_x)으로 인해 막대에 전류(j_x)가 흐른다.

(b) 움직이는 전하는 자기장에 의해 y방향으로 휘어진다.

(c) 자기장에 의한 로렌츠 힘을 상쇄할 정도의 홀 전기장이 생길 때까지 막대의 한쪽 면에는 전자가 쌓이고 반대 면에는 여분의 양이온들이 형성된다.

[네이버 지식백과] 홀효과 [Hall effect] (두산백과)

전자기력[電磁氣力]

도선에 전류가 흐르면 도선 주위에 자기장이 형성되고 이로 인하여 자침이나 자석에 힘을 미친다. 이는 두 자석 사이에 작용하는 자기력과 같은 성질을 띠고 있으므로 이를 전자기력이라고 한다. 이 힘의 방향은 플레밍의 왼손 법칙으로 알 수 있다. 도선이 받는 힘의 크기는 $F = Bil \sin\theta$ 이다. 여기서 θ 는 자기장과 전류가 이루는 각도이다. 전동기와 전압계, 전류계는 모두 전자기력을 이용한 것이다. 자기장 속에서 움직이는 전하도 전자기력을 받는다. 이때 전하 q 가 받는 힘의 크기는 $F = qvB \sin\theta$ 이다.

플레밍의 왼손 법칙

[네이버 지식백과] 전자기력 [電磁氣力] (Basic 고교생을 위한 물리 용어사전, 2002. 4. 15., (주)신원문화사)

로렌츠의 힘 (공식명칭 로런츠의 힘)

일반적으로 전하량 q 로 대전된 입자가 자기장 B 에 수직인 방향으로 v 의 속도로 입사하면 $F = qvB$ 의 힘을 받는데, 이 힘을 로렌츠의 힘이라고 한다. 만약 대전 입자가 자기장에 수직으로 입사하지 않고 θ 의 각을 이루면서 입사하였다면 이 입자가 받는 힘의 크기는 다음과 같다.

$$F = q(v \sin\theta)B = qvB \sin\theta$$