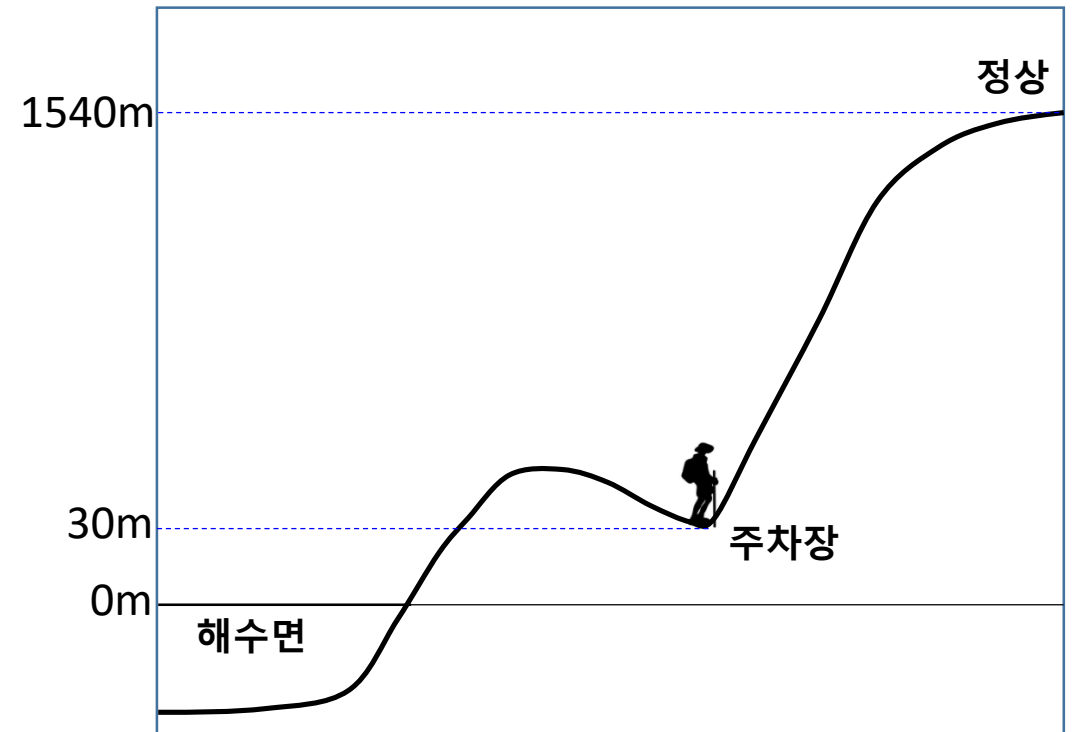


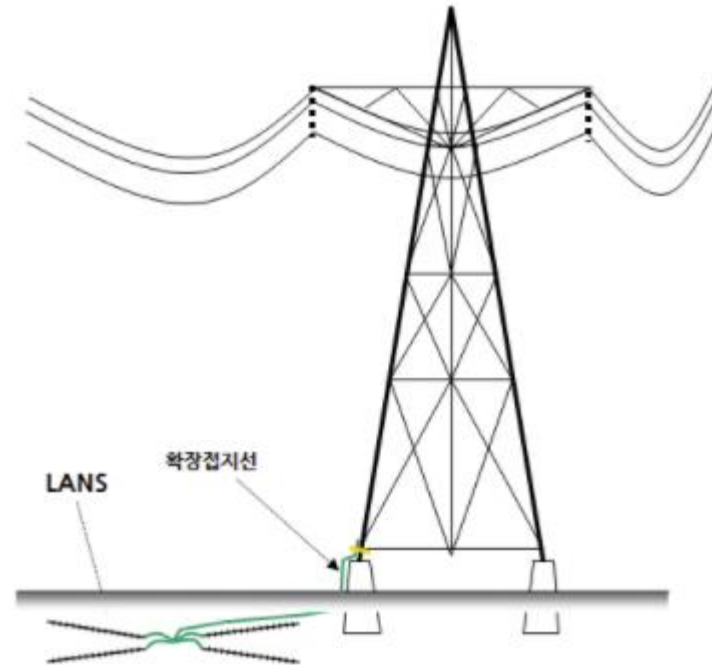
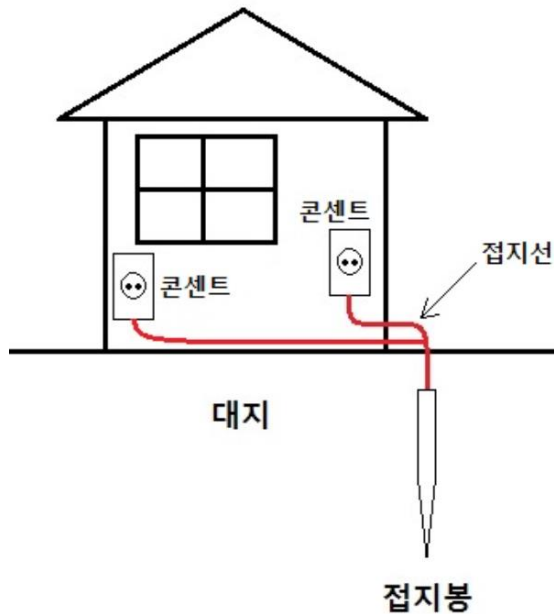
전자석 電磁石 electromagnet

- 전위(電位, electric potential)
  - 'electric'은 전하와 직접 관련있다는 뜻
  - 'potential'의 뜻은 잠재적인 능력, 가능성 등
  - 전하가 어떤 전위에 있으면 움직일 수 있다는 뜻
  - 움직일 가능성이 없는 전위를 0V라 함
  - V는 단위이며 볼트(volt)라 읽음
- 0V 전위의 기준
  - 우주 끝
  - 그러나 우주 끝은 현실적으로 도달 불가능하여 지구표면의 전위를 0V로 놓음
- 전압(電壓, voltage)
  - 두 개의 전위차를 전압으로 정의
  - 따라서 영어로 전압을 'electric potential difference'(전위차)라 함

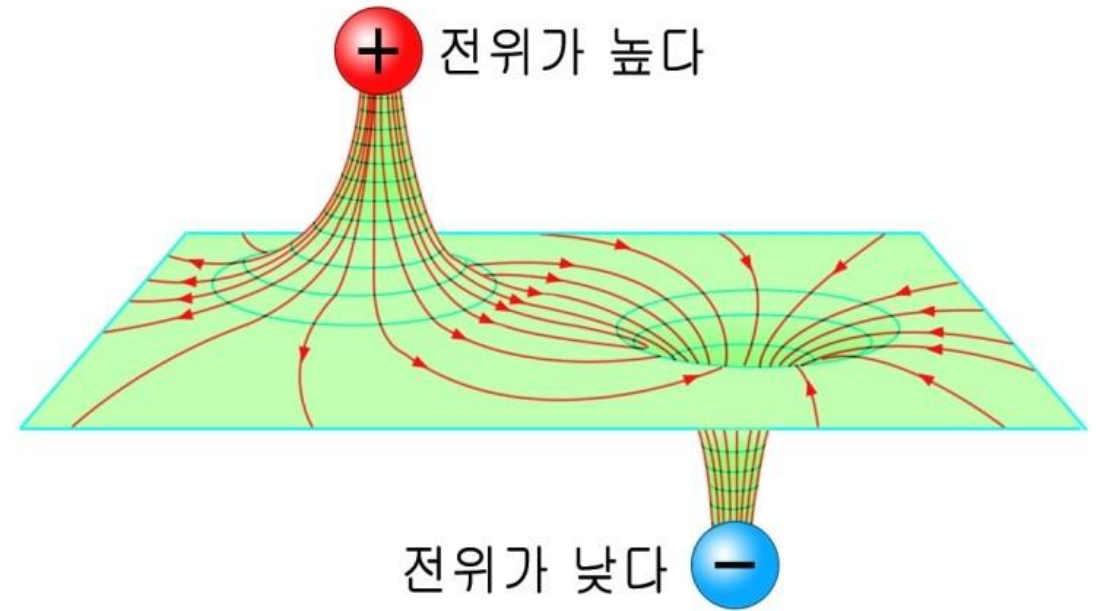


- 접지(接地, grounding(GND))

- 전기기기의 정전기 누전(누전)을 방지하기 위해 지면에 전기기기 몸체(chassis)를 지면에 연결한 것을 접지라 함
- 콘센트에서 빨강게 표시한 부분이 접지선 단자 (왼쪽 두 번째 그림)
- 일반 가정에서 콘센트의 접지단자를 접지봉에 전비지선으로 연결하는 경우는 없음
- 왼쪽 세 번째 그림에서 처럼 접지는 고전압 밑에 접지선을 설치하므로 일반 가정에서 접지할 필요가 없음
- 접지의 기호는 가장 오른쪽 그림과 같음



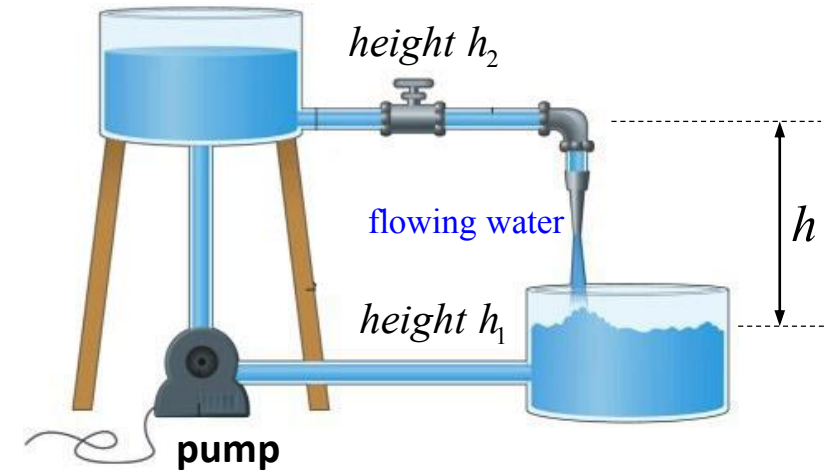
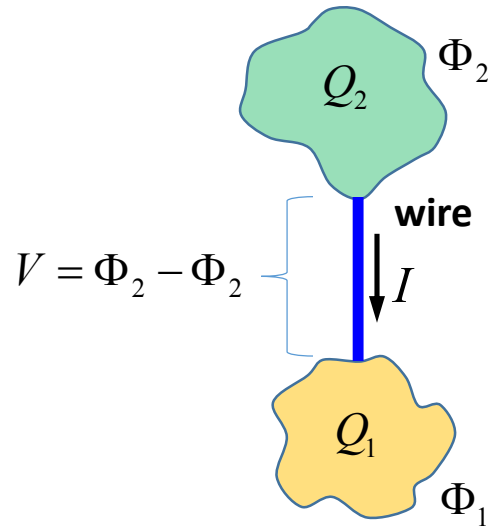
- 전위 (電位, electric potential)
  - 물질의
    - (1) 종류
    - (2) 크기
    - (3) 모양
    - (4) 대전된 전하량 및 분포에 의해 전위가 결정
- (+)로 대전된 물체의 전위는 (+) V
- (-)로 대전된 물체의 전위는 (-) V



- 전류 (電流, electric current)
  - 전위  $\Phi_2 > \Phi_1 \rightarrow \Phi_2$ 에서  $\Phi_1$ 로 전류  $I$  흐름
  - 대전된 전하량  $Q_2, Q_1$

- 전류와 물의 흐름 비교

- 전위  $\Phi_2 \Leftrightarrow$  물의 높이  $h_2$
- 전위  $\Phi_1 \Leftrightarrow$  물의 높이  $h_1$
- 전압  $V \Leftrightarrow$  물 높이 차  $h$
- 전류  $I \Leftrightarrow$  물의 흐름
- battery  $\Leftrightarrow$  pump



- 전기 (電氣, electricity)

- 전압 : 단위 V (volt)
- 전류 : 단위 A (ampere)

- 음극선 (陰極線, cathode ray)

- (-)전위와 (+)전위를 걸어준 전극

- 음극 (陰極, cathode) : (-) 전위를 걸어준 전극
    - 양극 (陽極, anode) : (+) 전위를 걸어준 전극

- (1) 바람개비 그림자 생김

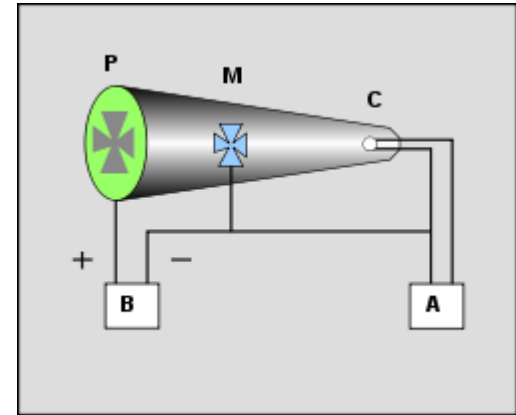
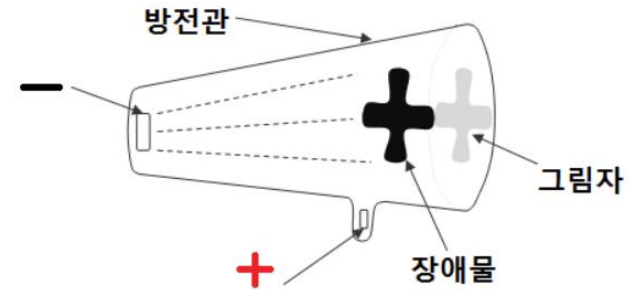
- 음극으로부터 무엇인가 나옴 → 음극선

- (2) 바람개비가 돌아감

- 음극선은 질량을 가진 물질로 구성

- (3) (+) 전위를 걸어주면 양극으로 꺾어짐

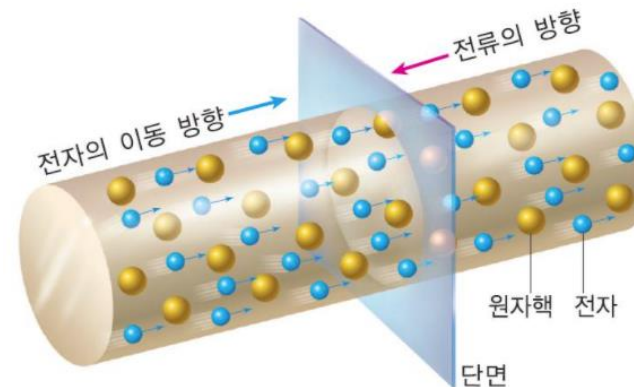
- 음극선은 (-) 전하로 구성  
→ 음극선은 전자로 구성



- 전류

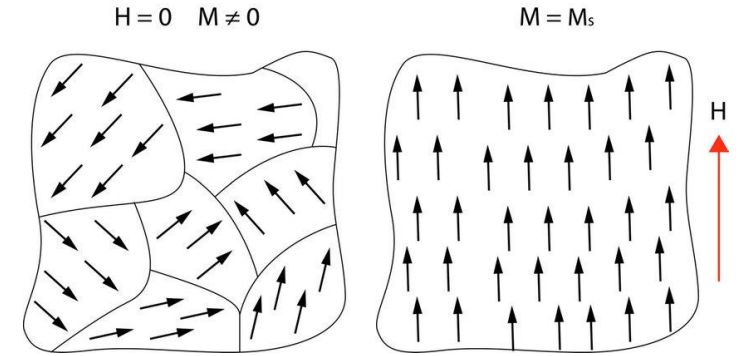
- 전자의 흐름

- 전류방향 = 전자의 흐름과 반대 방향



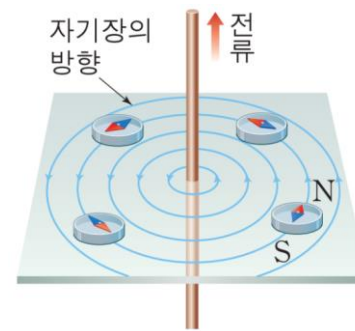
- 전류에 의한 자기장 (磁氣場, magnetic field)

- 자철광에 자기장  $H$ 를 가하면 천연자석이 됨

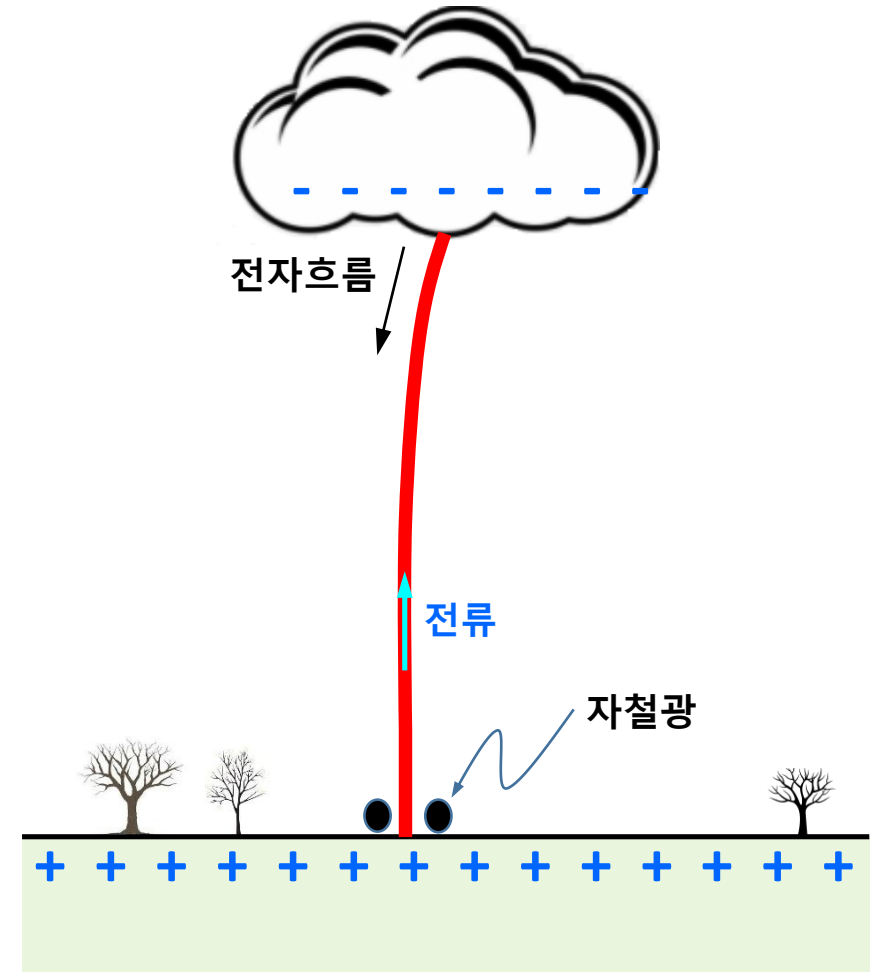


- 직선도선을 따라 흐르는 전류에 의한 자기장

- 오른쪽 엄지 손가락은 전류가 흐르는 방향으로 놓고 나머지 손가락은 직선도선을 감싼다.
- 이때 엄지 제외한 나머지 손가락의 손톱이 향하는 방향으로 자기장이 형성됨
- 혹은 오른 나사를 돌릴 때 그 방향이 생성된 자기장 방향이고, 나사가 진행되는 방향은 전류가 흐르는 방향

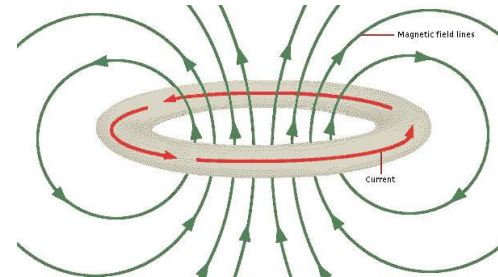
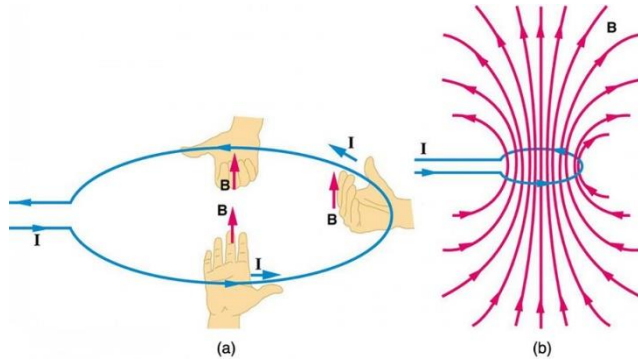
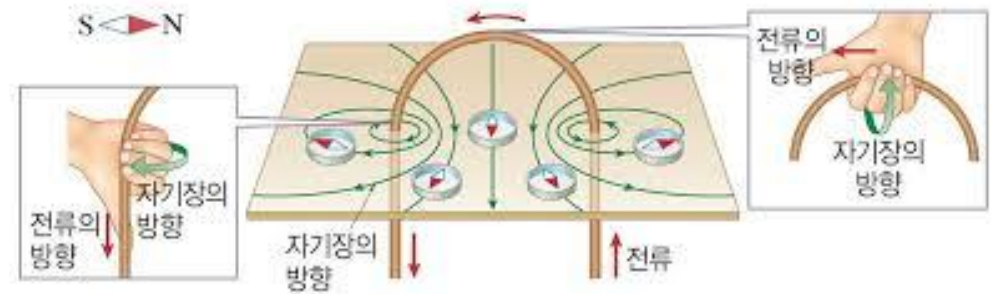
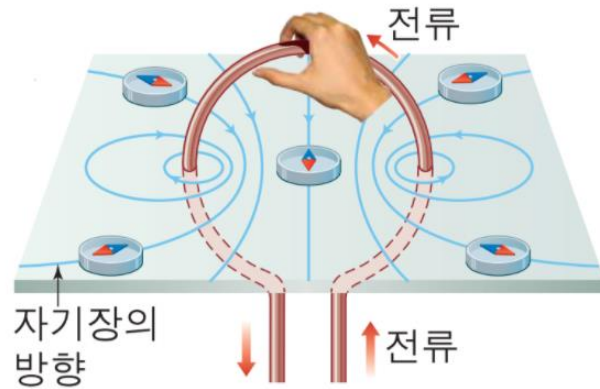


- 낙뢰(落雷, lightning)에 의한 자철광의 자석
  - 비구름 하단부는 (-)로 대전
  - 땅은 (+)로 대전
  - 구름의 전자가 땅으로 이동
  - 전류는 땅에서 구름으로 흐름
  - 낙뢰 전류에 의해 순간적으로 매우 강한 자기장이 자철광에 가해짐
  - 자철광은 천연자석이 됨

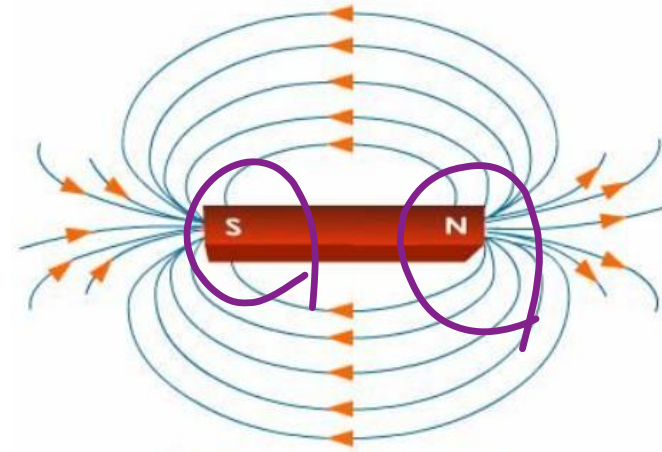
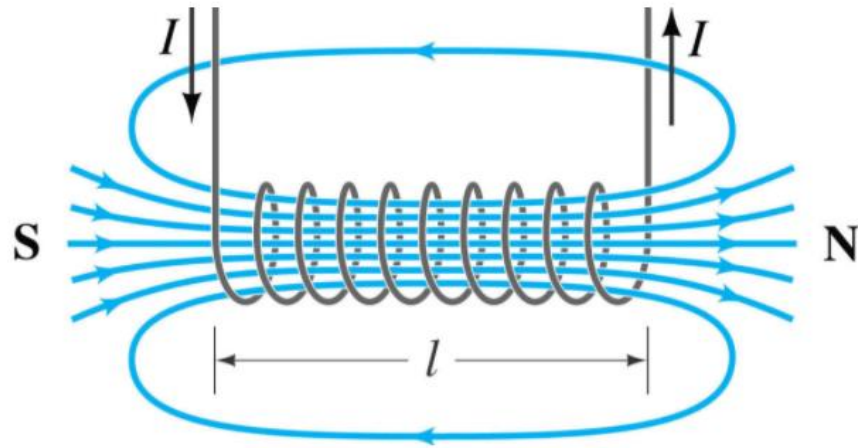




- 원형 도선을 따라 흐르는 전류에 의해 생기는 자기장
  - 전류가 흐르는 방향을 오른손 엄지손가락이 향하게 함
  - 오른손으로 전류가 흐르는 도선을 붙잡음
  - 엄지 제외한 손가락에서 손톱이 향하는 방향이 생성된 자기장 방향



- 용수철 모양의 도선을 흐르는 전류에 의한 자기장
  - 앞에서 배운 원형도선 전류에 의한 자기장을 구하는 방법과 동일



- 왼쪽 그림
  - 자기장이 왼쪽에서 오른쪽을 향하니 왼쪽의 자석의 S극, 오른쪽은 자석의 N극이 됨
  - 왼쪽 그림은 오른쪽 그림과 같은 자석이 됨
  - 전류  $I$ 를 통할 때만 자석 → 전자석(電磁石, electromagnet)

- 전자석 (전자석, electromagnet)

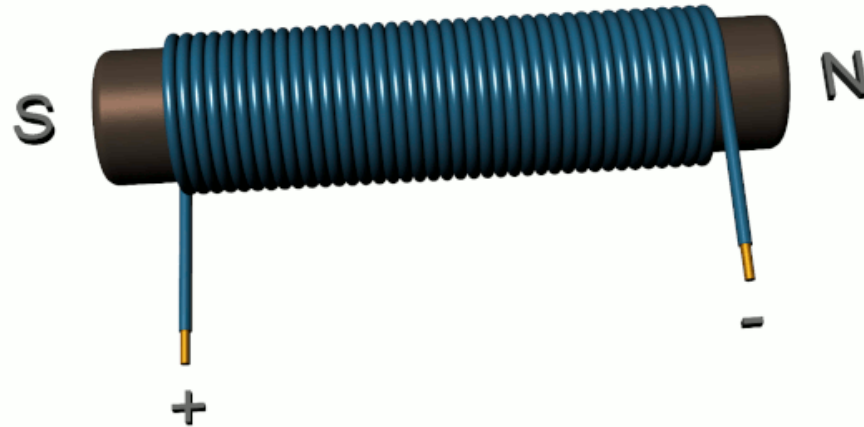
- Electromagnet의 영어 단어 의미

- 앞의 electro-는 '전기의'라는 뜻인데 앞에 있으니 이는 원인
    - 뒤에 magnet은 '자석'이라는 뜻인데 뒤에 있으니 이는 결과
    - 전체적인 뜻은 '전기가 원인이 되어 결과적으로 자석이 됨'입니다.

- 강한 전자석을 만들기 위해서 강한 전류  $I$  를 크게 하는 것도 한계

- 투자율(透磁率, permeability)인 큰 원통 매질 위에 용수철 도선을 감고 전류 흐름

- 실제 사용되는 전자석



- 자성 코어 (magnetic core)
  - 상대투자율 (相對透磁率, relative permeability)
    - 물질의 투자율을 공기의 투자율로 나눈 값
    - 공기의 상대투자율은 1
- 자성 코어
  - 전자석의 세기를 높이기 위하여 그 위에 전류가 흐르는 도선을 감는 물질
  - 상대투자율 크기만큼 전자석 세기 증가



material	Relative permeability
Metglas 2714A (annealed)	1,000,000
Iron (99.95% pure Fe annealed in H)	200,000
permalloy	100,000
Mu-metal	50,000
Cobalt-iron	18,000
Iron (99.8% pure)	5,000
Electrical steel	4,000
Ferrite (manganese zinc)	350-20,000
Ferrite (cobalt nickel zinc)	40-125
Carbon steel	100
Neodymium magnet	1.05
air	1
superconductors	0

- 인덕터 (inductor)

- 회로에 쓰이는 작은 전자석
- 인덕터의 크기를 크게 하기 위하여 자성코어 사용
- 회로에서 기호로  $L$ 이라고 사용 (위 그림)

- 다양한 형태의 인덕터 (아래 그림)

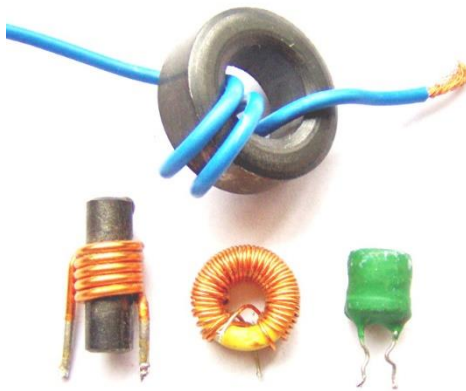
*Inductor symbols*



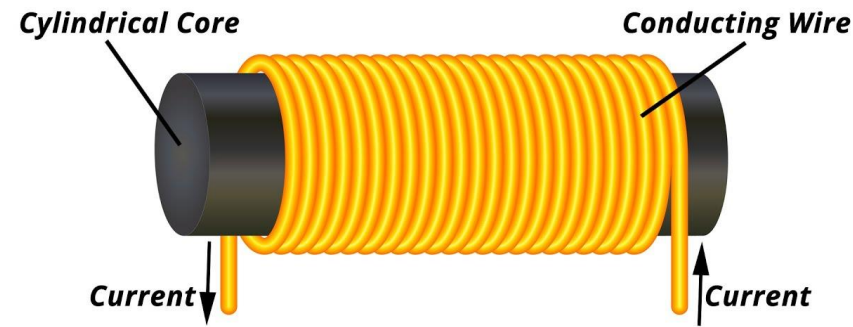
generic, or air-core



iron core



*Inductor*



## • 인덕터의 응용

### • 필터 (filter)

- 특정 주파수의 전파를 받아 들이기 위하여 사용 (그림1)

### • 변압기(변압기, transformer)

- 전압을 바꾸기 위해 사용 (그림2, 그림3)

### • 컴퓨터 노이즈 제거

- 선을 타고 들어오는 고주파 노이즈 제거 (그림4, 그림5)

