

## II. 자기

# 3. 전류의 자기 작용

1. 전류에 의한 자기장
2. 전자 유도 작용
3. 인덕턴스

### 3 전류의 자기 작용

생각의 창

무선 충전기에 적용된 원리는 무엇일까?



손전등



무선 전동 칫솔

핵심  
용어

- 앙페르의 오른손 법칙
- 플레밍의 왼손 법칙
- 렌츠의 법칙
- 전자 유도 작용
- 유도 기전력
- 자기력선의 방향
- 자기력선속
- 자기 인덕턴스

# 1 전류에 의한 자기장

3. 전류의 자기 작용  
교과서 89쪽

## 학습 목표

- 전류에 의해 생성되는 자기장을 자침을 이용하여 설명할 수 있다.
- 앙페르의 오른손 법칙을 이용하여 자기장의 방향을 설명할 수 있다.
- 2개의 평행한 직선 도체 사이에 전류가 흐를 때 도체에 작용하는 힘의 크기를 플레밍의 법칙으로 설명할 수 있다.

## 핵심 질문

이어폰은 어떤 원리로 소리를 낼 수 있을까?

# 1 전류에 의한 자기장

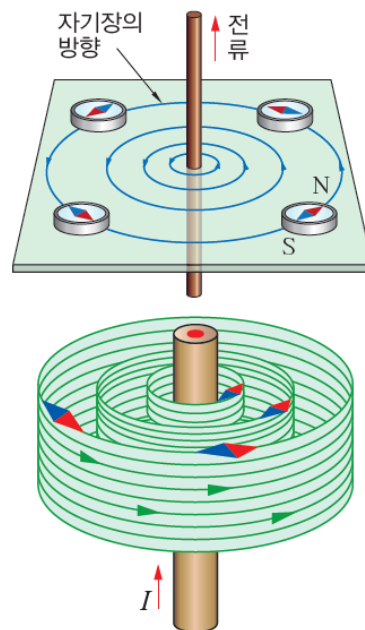
3. 전류의 자기 작용  
교과서 89쪽

## 1 전류의 자기 작용의 원리

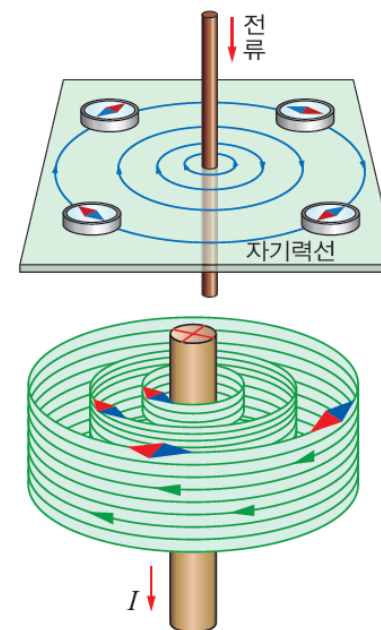
### • 전류의 자기 작용

: 도선에 전류가 흐를 때 주변에 자기장이 형성되는 현상

전류 방향이  
아래에서 위로  
향하는 경우



전류 방향이  
위에서 아래로  
향하는 경우



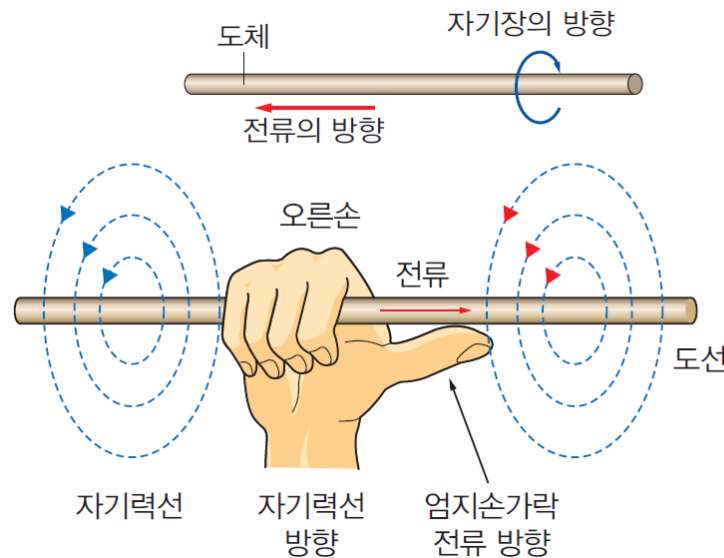
자침에 의한 직선 도체 전류의 자기력선 방향

# 1 전류에 의한 자기장

3. 전류의 자기 작용  
교과서 90쪽

## 2 앙페르의 오른손 법칙에 의한 자기장의 방향

- 직선 도선에서 전류의 방향은 엄지손가락이고, 자기력선의 방향은 도선을 쥐 네 손가락의 방향
- 전류의 방향은 오른나사의 진행 방향이고, 자기력선의 방향은 오른나사가 회전하는 방향

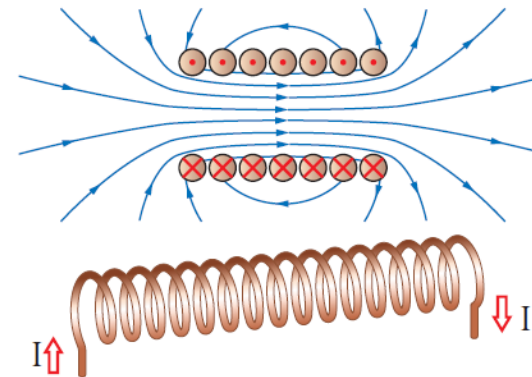
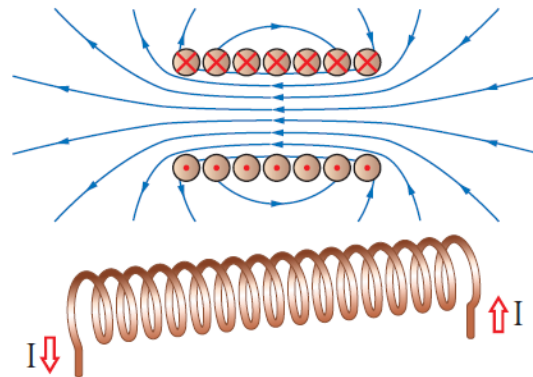
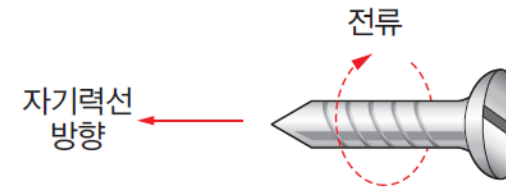
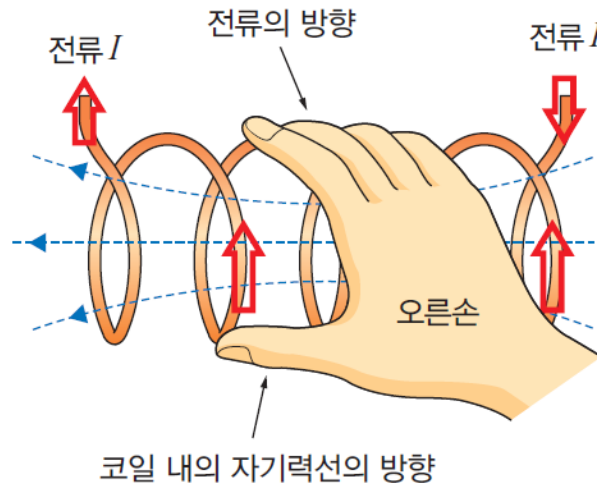


직선 도선에서의  
앙페르의 오른손 법칙



# 1 전류에 의한 자기장

3. 전류의 자기 작용  
교과서 90쪽



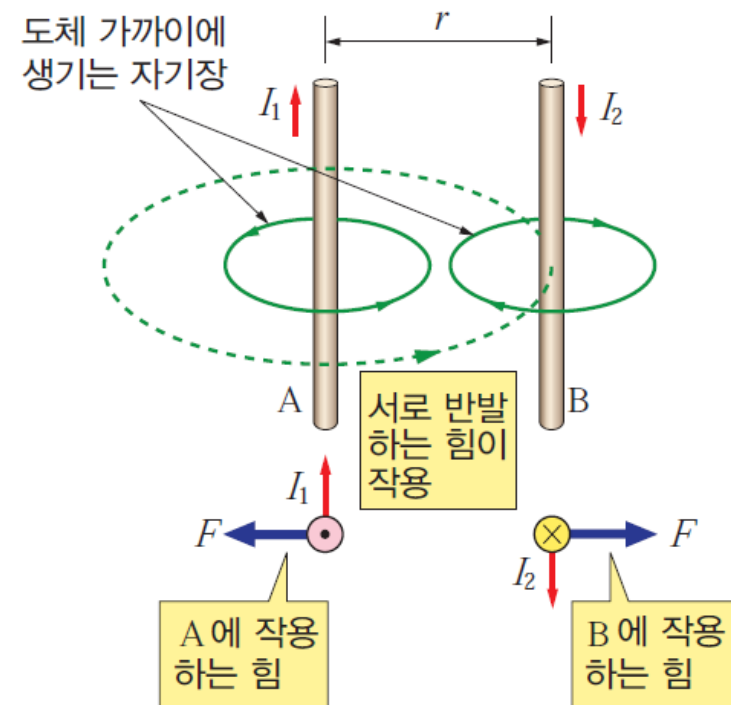
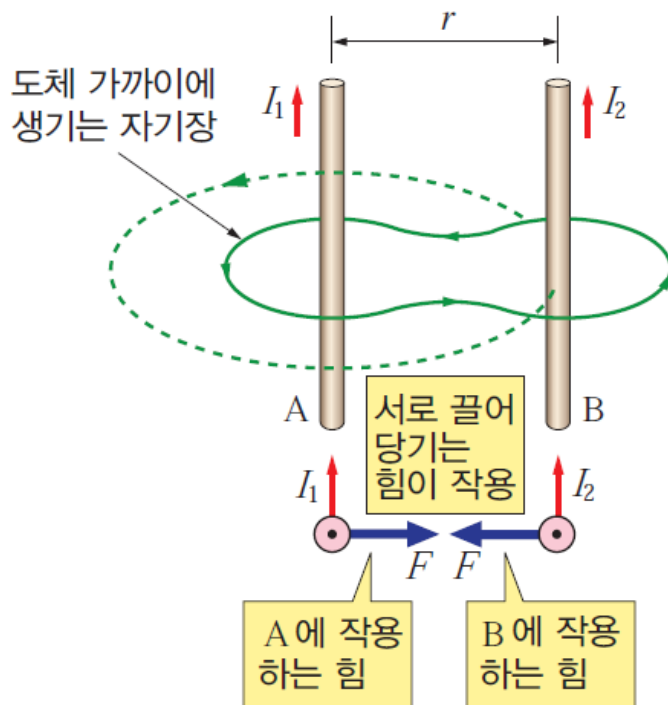
원형 도선에서의 앙페르의 오른손 법칙

# 1 전류에 의한 자기장

3. 전류의 자기 작용  
교과서 91쪽

## 3 2개의 평행 도체에 의한 자기장

- 2개의 평행한 직선 도체에 흐르는 전류의 방향이 같으면 인력이 작용하고, 방향이 반대이면 척력이 작용



# 1 전류에 의한 자기장

3. 전류의 자기 작용  
교과서 91쪽

## 3 2개의 평행 도체에 의한 자기장

- 2개의 평행한 직선 도체에 전류가 흐를 때 작용하는 힘의 크기는 거리에 반비례하고, 전류의 크기에 비례

$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{I_1 \cdot I_2}{r} [\text{N/m}]$$

[예제] 공기 중에서 길이 2[m]인 두 도선이 평행하게 40[cm]의 거리를 두고서 각각 2[A], 5[A]의 전류가 같은 방향으로 흐르고 있을 때, 이 두 도선 사이에 작용하는 힘의 크기는?

$$F = 2 \times 10^{-7} \frac{2 \times 5}{0.4} = \frac{1}{2} \times 10^{-5} [\text{N/m}]$$

$$F = \frac{1}{2} \times 10^{-5} [\text{N/m}] \times 2 [\text{m}] = 10^{-5} [\text{N}]$$

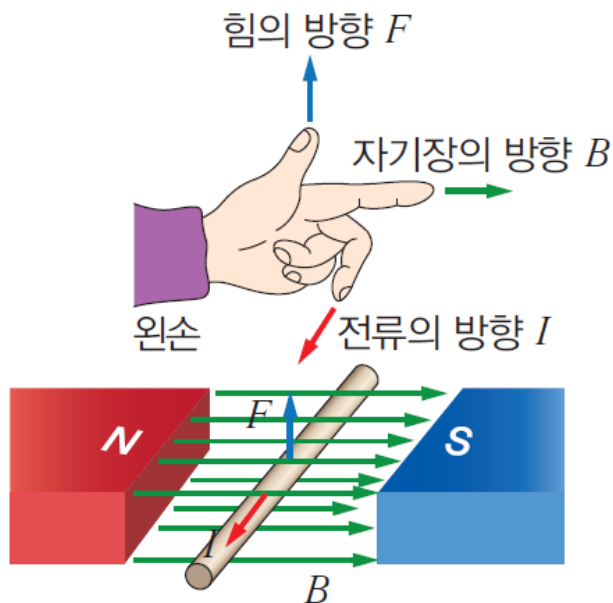


# 1 전류에 의한 자기장

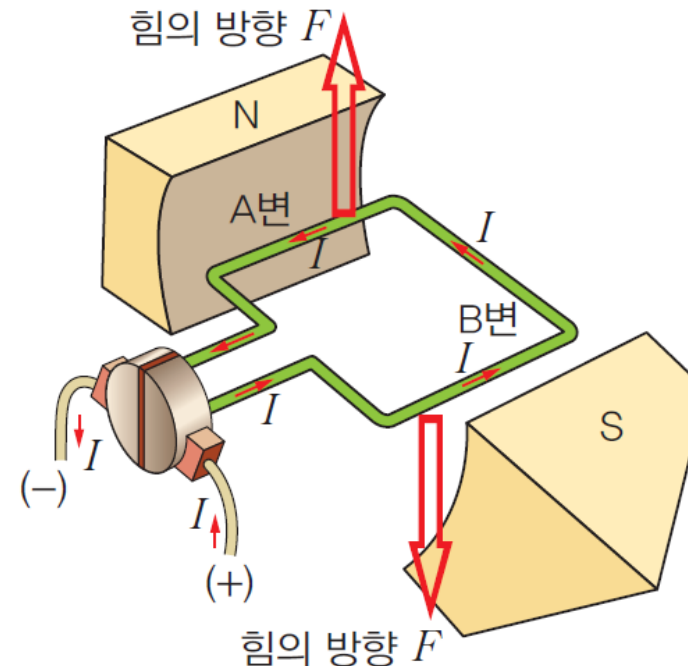
3. 전류의 자기 작용  
교과서 91쪽

## 4 도체가 자기장에서 받는 힘

- 플레밍의 왼손 법칙으로 도체가 자기장 내에서 받는 힘의 방향을 알 수 있고, 이것은 직류 전동기의 원리임.



플레밍의 왼손 법칙



직류 전동기의 원리

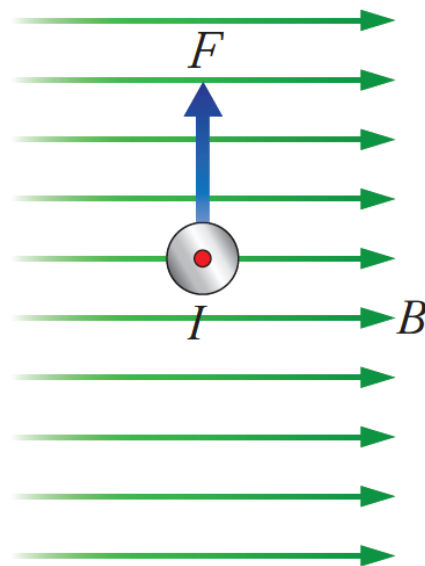
# 1 전류에 의한 자기장

3. 전류의 자기 작용  
교과서 92쪽

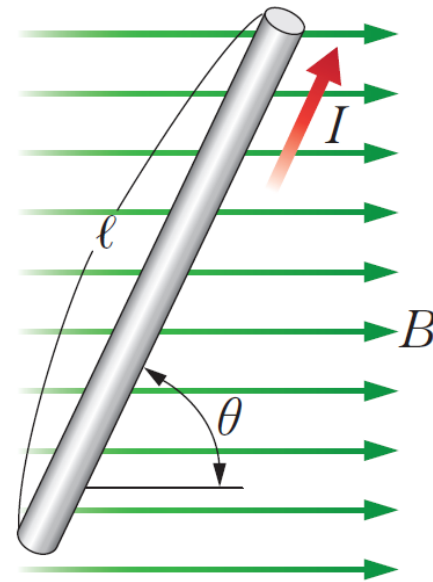
## 4 도체가 자기장에서 받는 힘

- 도체가 자기장의 방향과 각( $\theta$ )을 이루는 경우 힘의 크기

$$F = BIl \sin\theta \text{ [N]}$$



$B$  와  $I$  가 수직인 경우



$B$  와  $I$  가 각  $\theta$  를 이루는 경우

# 1 전류에 의한 자기장

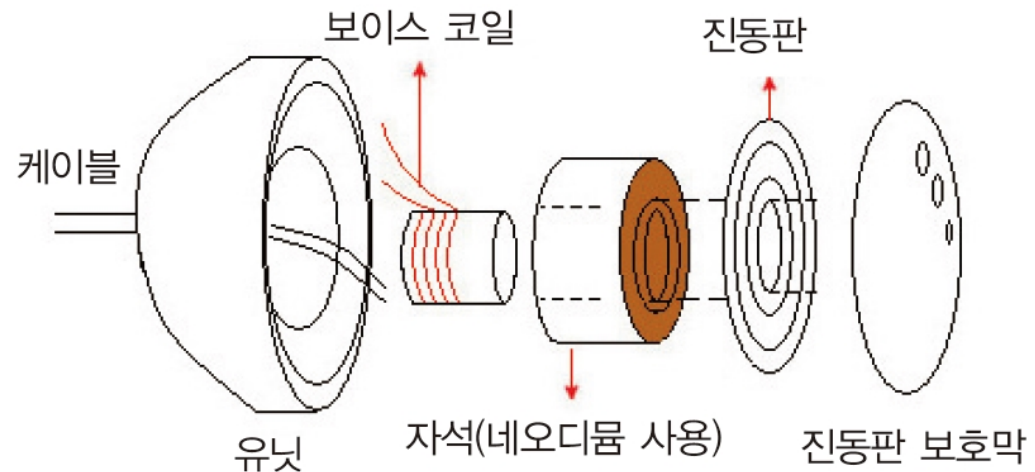
3. 전류의 자기 작용  
교과서 92쪽

핵심 질문

되돌아보기

## 이어폰의 원리

- 이어폰 : 소리의 전기 신호를 자기장으로 바꾸어 진동판으로 전달하는 수신 장치
- 이어폰 안에 있는 보이스 코일에 전류를 흘려보내면 코일이 자기장을 만들면서 연결된 자석에 진동을 일으킴.
- 진동이 귀로 전달되면서 소리를 들을 수 있게 됨.



이어폰의 구조

## 2 전자 유도 작용

3. 전류의 자기 작용  
교과서 93쪽

### 학습 목표

- 코일에 전류가 흐를 때 기전력이 발생하는 전자 유도 작용을 설명할 수 있다.
- 자기 유도 작용(패러데이의 법칙 및 렌츠의 법칙)을 설명할 수 있다.

### 핵심 질문

발전기는 어떤 원리로 전기를 만드는가?

## 2 전자 유도 작용

3. 전류의 자기 작용  
교과서 93쪽

### 1 전자 유도 작용의 원리

- 전자 유도 : 자기장 내에 놓은 도체를 움직이면 도체에 기전력이 발생하는 현상
- 유도 기전력 : 도체에 발생한 기전력

#### (1) 패러데이의 법칙

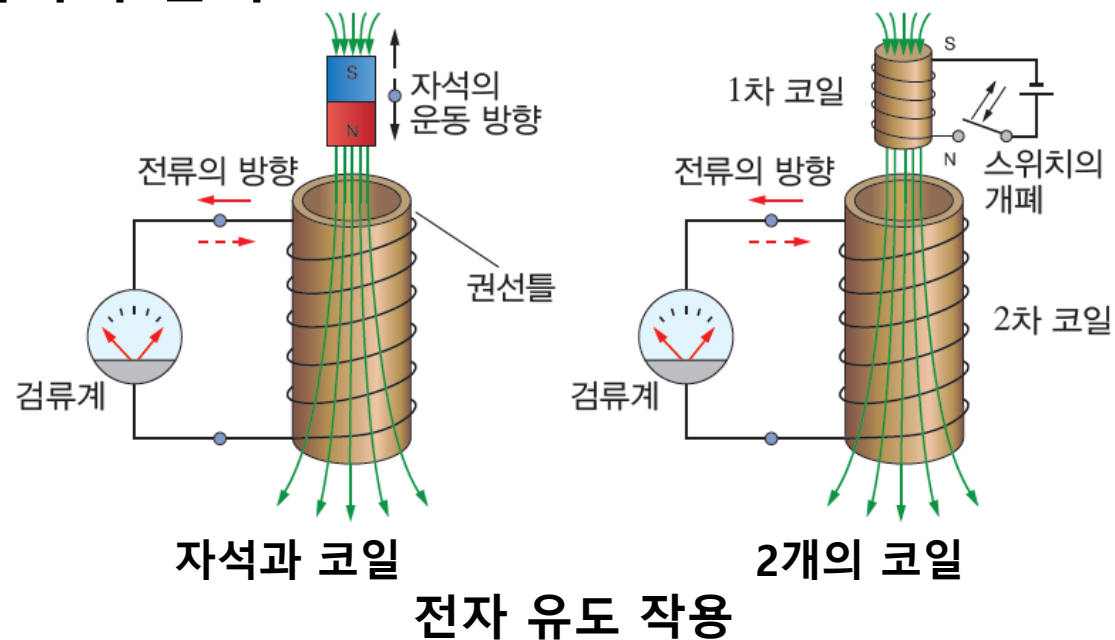
- 원통에 코일을 감고 검류계를 연결한 장치에서 자석을 위아래로 움직이거나 1차 코일의 스위치를 켜다 켜다 하면 자기장이 변화함.
- 자기장이 변화하는 곳에 있는 코일의 양단에 유도 기전력인 전압이 발생

## 2 전자 유도 작용

3. 전류의 자기 작용  
교과서 93쪽

### 1 전자 유도 작용의 원리

#### (1) 패러데이의 법칙



- 유도 기전력은 자속의 시간당 변화율에 비례

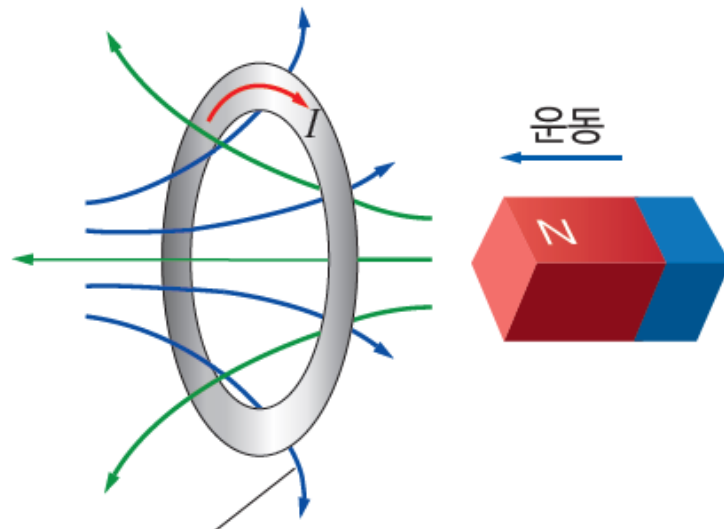
$$e = -N \frac{d\phi}{dt} [\text{V}]$$

## 2 전자 유도 작용

3. 전류의 자기 작용  
교과서 94쪽

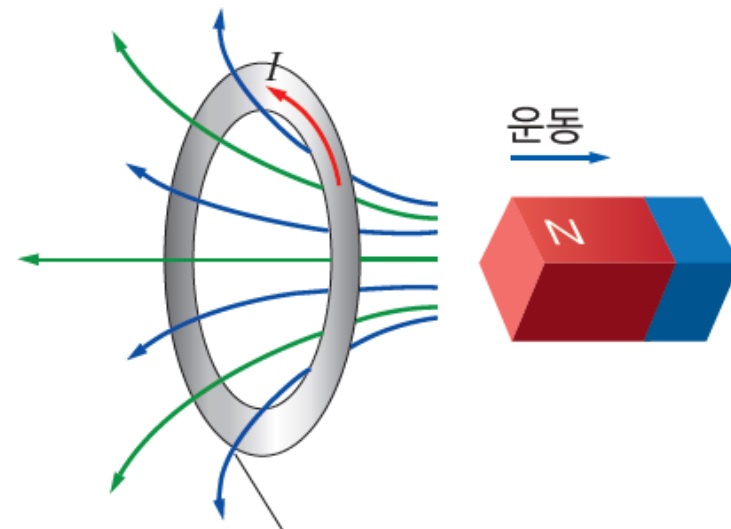
### (2) 렌츠의 법칙

- 패러데이의 법칙에 의해 생성되는 유도 기전력의 방향은 자기장의 변화를 상쇄하는 방향으로 발생



자속의 증가를 방해하는 방향으로  
자기장을 형성하는 유도 전류 발생

자속을 증가시킬 때



자속의 감소를 방해하는 방향으로  
자기장을 형성하는 유도 전류 발생

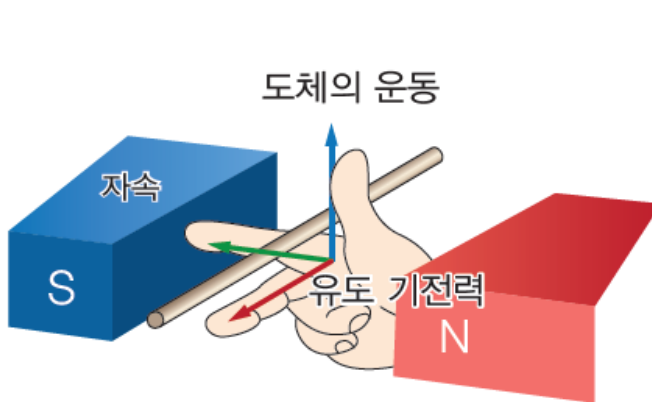
자속을 감소시킬 때

## 2 전자 유도 작용

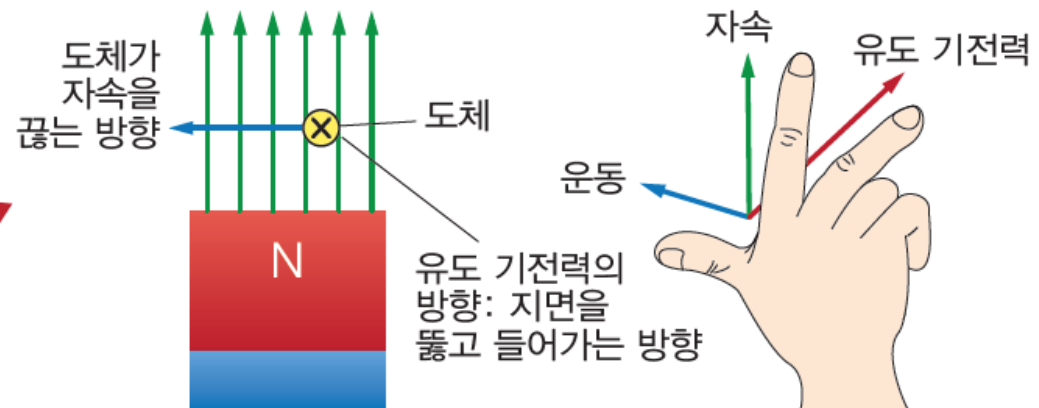
3. 전류의 자기 작용  
교과서 94쪽

### (3) 플레밍의 오른손 법칙

- 자기장 내에 놓여 있는 도체가 움직일 때 발생하는 유도 기전력의 방향을 알 수 있고, 이것은 발전기의 원리임.



오른손 법칙



도체를 움직이는 대신 자석을 움직여도 기전력이 발생



## 2 전자 유도 작용

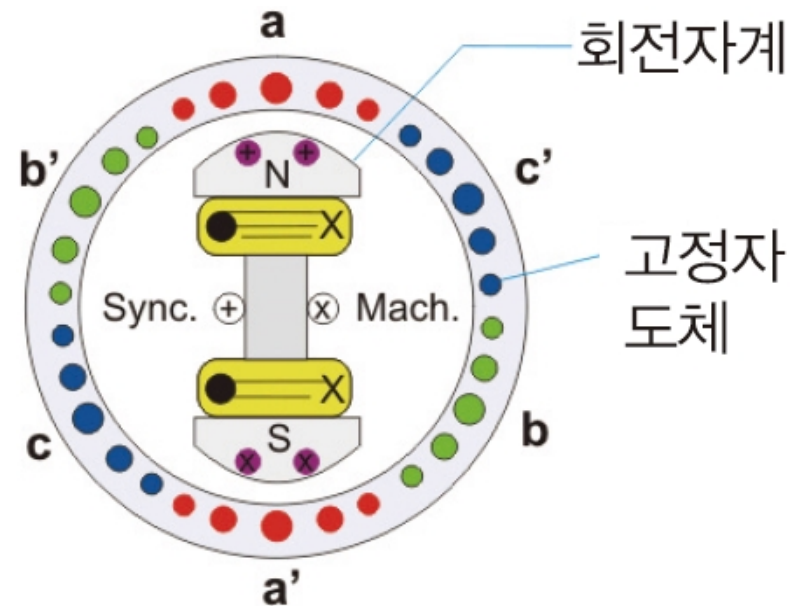
3. 전류의 자기 작용  
교과서 94쪽

핵심 질문

되돌아보기

### 발전기의 원리

- 발전기 : 기계적 에너지를 전기적 에너지로 변환하는 장치로, 정전기 유도 작용에 의하여 동작
- 자기장에 위치한 도체를 움직이면 기전력이 발생하게 됨.
- 기전력의 크기는 자기장의 세기와 도체의 길이, 자기장과 도체의 상대적 속도에 비례하며, 기전력의 방향은 플레밍의 오른손 법칙에 의하여 알 수 있음.



## 3 인덕턴스

3. 전류의 자기 작용  
교과서 95쪽

### 학습 목표

- 자기 인덕턴스와 상호 인덕턴스를 설명할 수 있다.
- 코일의 접속 방법을 설명할 수 있다.

### 핵심 질문

자기 인덕턴스와 상호 인덕턴스의 차이점은 무엇인가?

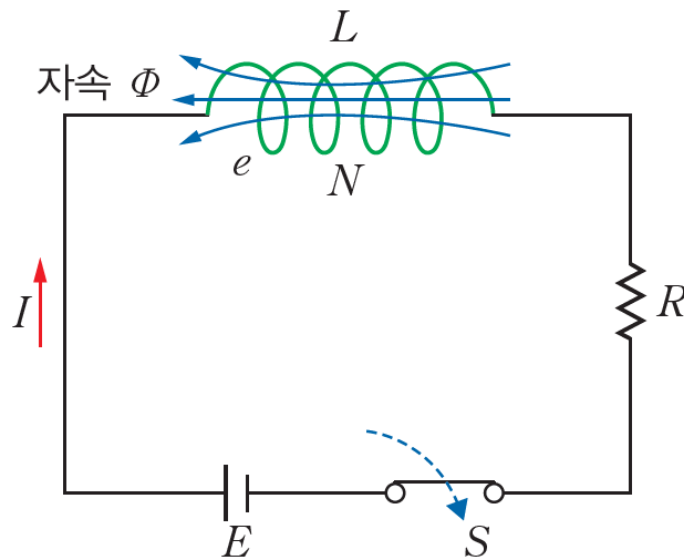
### 3 인덕턴스

3. 전류의 자기 작용  
교과서 95쪽

#### 1 자기 인덕턴스

##### • 자기(자체) 유도 작용

: 여러 번 감긴 코일에 전류가 흐르면 전자유도작용에 의하여 코일이 생성한 자기력선의 변화를 방해하는 방향으로 역기전력이 발생, 고유의 값을 **자기(자체) 인덕턴스**라고 함.



$$e = -L \frac{dI}{dt} = -N \frac{d\Phi}{dt} \text{ [V]}$$

$$LI = N\Phi, \text{ 자기 인덕턴스 } L = \frac{N\Phi}{I} \text{ [H]}$$

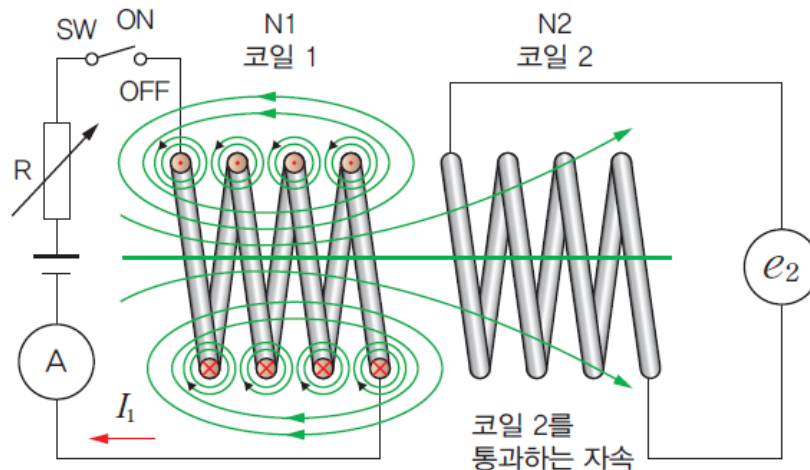
## 3 인덕턴스

3. 전류의 자기 작용  
교과서 96쪽

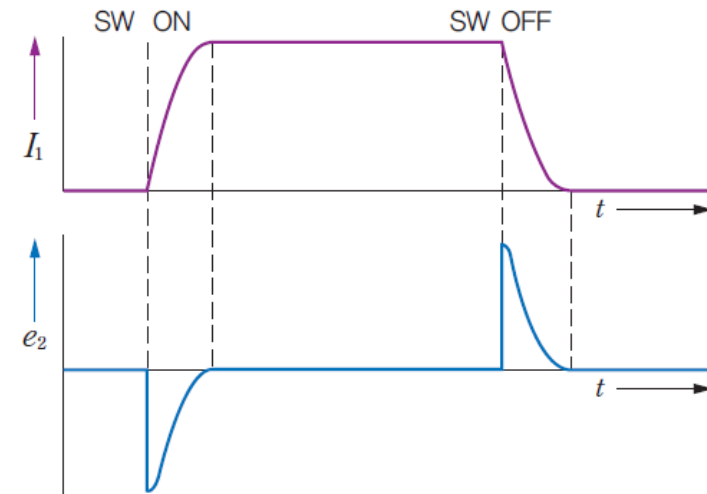
### 2 상호 인덕턴스

#### • 상호 유도 작용

: 2개의 코일이 있을 때, 1개의 코일에 변화하는 전류를 흐르게 하면 다른 코일에 유도 기전력이 발생, 고유의 값을 **상호 인덕턴스**라고 함.



상호 유도의 원리



SW ON → OFF 시  $I_1$ 과  $e_2$ 의 변화

## 3 인덕턴스

3. 전류의 자기 작용  
교과서 96쪽

### 2 상호 인덕턴스

#### • 유도 기전력 크기

$$e_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} = -M \frac{dI_1}{dt} [\text{V}]$$

**예제** 1개의 철심에 2개의 코일을 감았다. 코일 1에 흐르는 전류가 매초 100[A]의 비율로 변화할 때 코일 2에는 10[V]의 기전력이 발생하였다. 두 코일의 상호 인덕턴스는 얼마인가?

**풀이**  $e_2 = -M \frac{dI_1}{dt} [\text{V}]$ 이다. (-)는 전류 방향이므로 크기를 계산할 때 생략한다.  
그러므로 상호 인덕턴스  $M$ 은 다음과 같다.

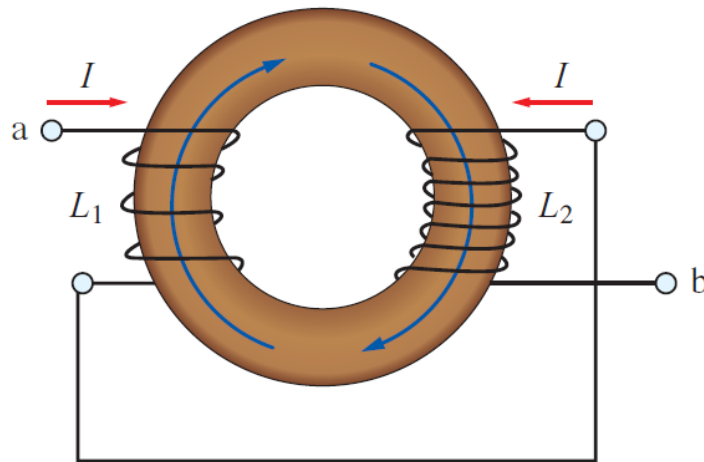
$$M = e_2 \frac{dt}{dI_1} = 10 \times \frac{1}{\frac{dI_1}{dt}} = \frac{10}{100} = 0.1 [\text{H}] = 100 [\text{mH}]$$

## 3 인덕턴스

3. 전류의 자기 작용  
교과서 97쪽

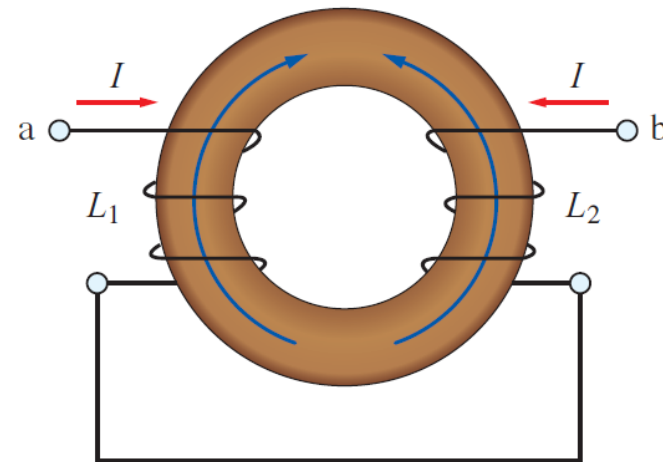
### 3 코일의 접속 방법

- 가동 접속 : 1차 코일과 2차 코일이 만드는 자속이 같은 방향
- 차동 접속 : 자속의 방향이 반대 방향



$$\text{합성 인덕턴스 } L = L_1 + L_2 + 2M$$

가동 접속



$$\text{합성 인덕턴스 } L = L_1 + L_2 - 2M$$

차동 접속

## 3 인덕턴스

3. 전류의 자기 작용  
교과서 97쪽

핵심 질문

되돌아보기

### 자기 인덕턴스와 상호 인덕턴스의 차이점

- 자기 인덕턴스
  - 인덕턴스가 자체 회로에 생기는 것
  - 전류의 크기와 관계가 없고 도선의 형태에 의해서만 결정
- 상호 인덕턴스
  - 유도적으로 결합되어 있는 2개의 회로에서 한쪽에 흐르는 전류의 세기가 변함에 따라 유도되는 인덕턴스
  - 양쪽 회로에 연결되어 있는 코일의 크기와 형상, 결합 상태 등에 따라 좌우됨.

# 3 인덕턴스

3. 전류의 자기 작용  
교과서 97쪽

핵심 질문

되돌아보기

## 자기 인덕턴스와 상호 인덕턴스의 차이점

