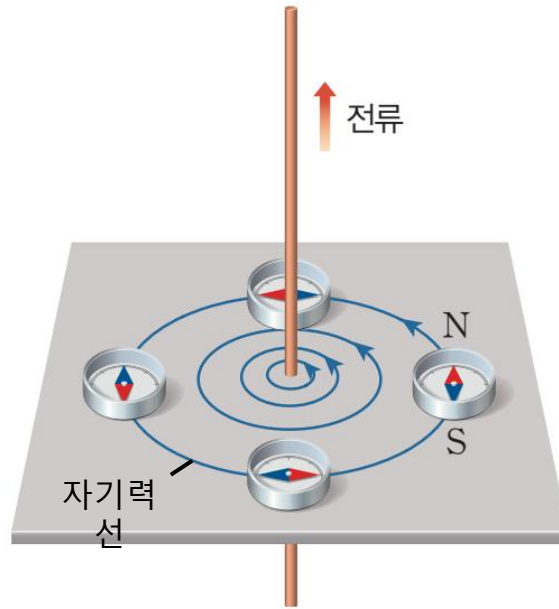


탐구9: 패러데이의 실험 살펴보기



마이클 패러데이
(Michael Faraday)

전기적 흐름(움직임)이 자기력선과 자기장을 만든다면,
자기적 흐름(움직임)은 무엇을 만들까?



전기적 흐름(=전류)이 만드는 자기력선



자기적 흐름이 만드는 것은...?

탐구9: 패러데이의 실험 살펴보기

Q. 자석의 움직임에 의해 검류계의 눈금은 어떻게 움직일까?



자석의 움직임에 따라 검류계 눈금이 움직이는 방향(부호)과 움직이는 정도를 관찰하고, 관찰결과를 아래 빈칸에 정리해보자.

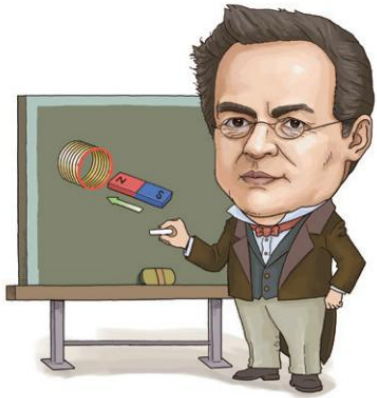
자석이 움직이는 방향과 관련된 변인

자석의 움직임 정도(빠르기)와 관련된 변인

이처럼 **자석의 운동**에 의해 코일에 전류가 흐르는 현상을 라고 하며, 이때 흐르는 전류를 라고 한다.

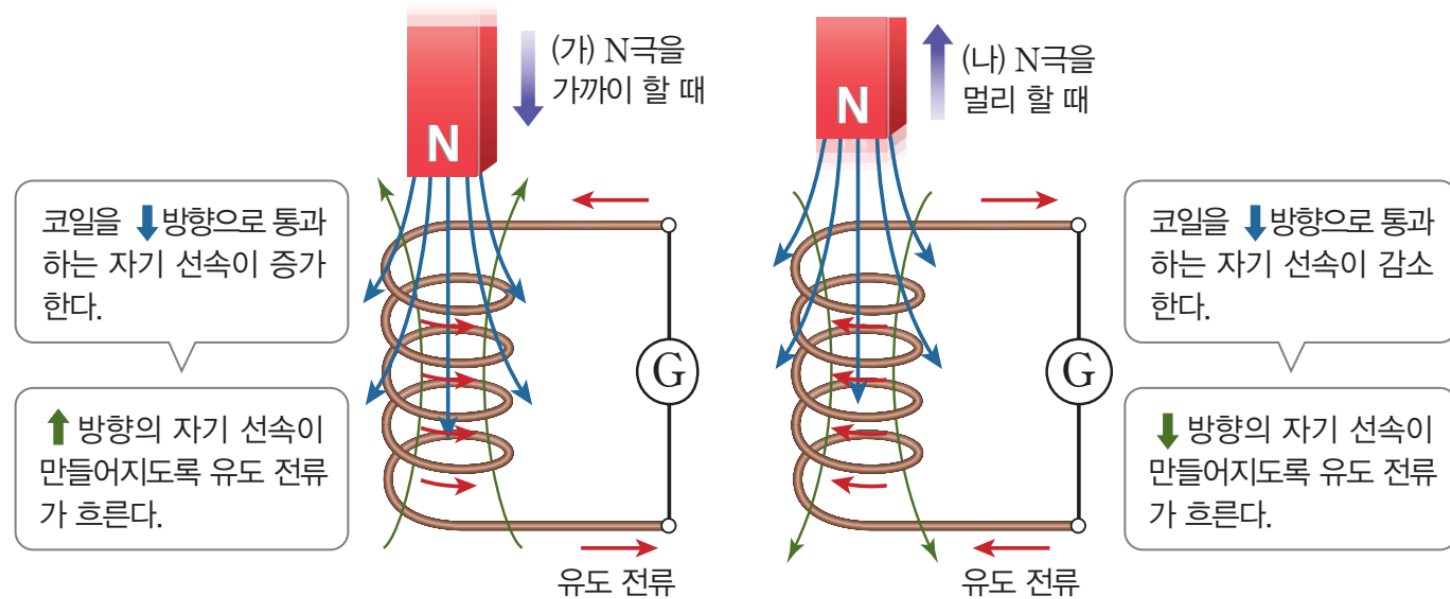
탐구9: 패러데이의 실험 살펴보기

자기력선을 바탕으로 한 패러데이의 실험 분석



하인리히 렌츠
(Heinrich Lenz)

유도 전류의 방향은 코일내부를 통과하는 **자기 선속의 변화**를 **방해**하는 방향으로 흐름. 이를 이라고 함.



탐구9: 패러데이의 실험 살펴보기

자기력선을 바탕으로 한 패러데이의 실험 분석

탐구 마무리

패러데이의 실험은 어디에 위치할까요?

역학적 관점

쿨롱 법칙

전기 현상

자기 현상

새로운 관점 (?)

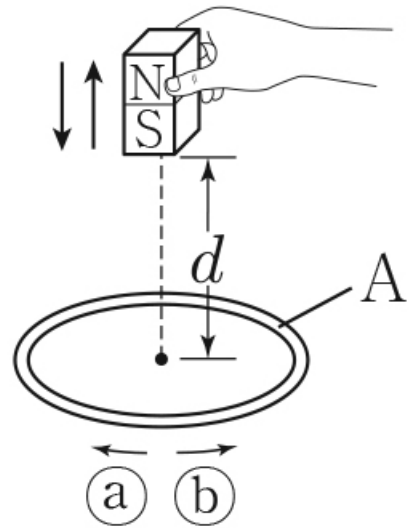
자기력선

자기장

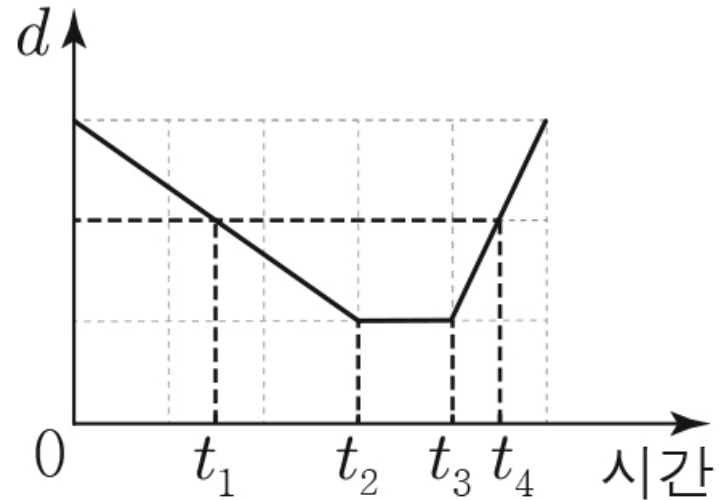
적용하기 : 2021년 11월 학력평가 18번

◆2021년 11월 학력평가 18번

그림 (가)와 같이 수평면에 고정된 금속 고리 A의 중심축을 따라 S극을 아래로 한 막대자석을 운동시켰다. 그림 (나)는 A의 중심으로부터 막대자석까지의 거리 d 를 시간에 따라 나타낸 것이다.



(가)



(나)

적용하기 : 2021년 11월 학력평가 18번

◆2021년 11월 학력평가 18번

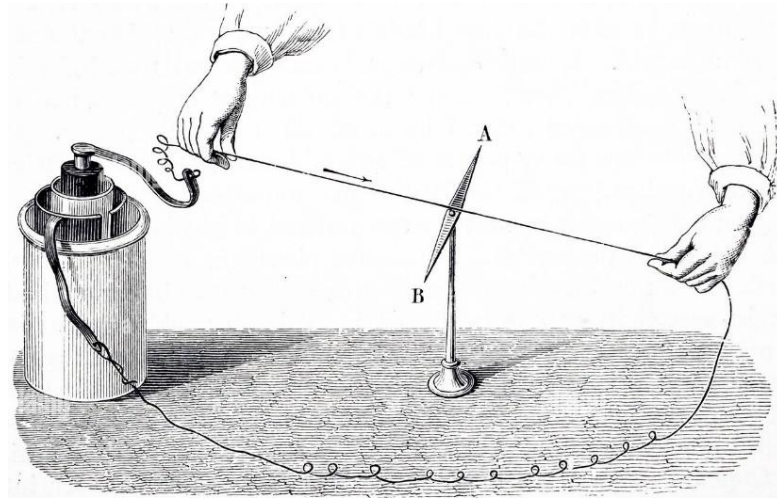
- ① t_1 일 때, A에 흐르는 유도 전류의 방향은 ㉠방향이다. (O , X)
- ② t_2 부터 t_3 까지, A를 통과하는 자기선속은 증가한다. (O , X)
- ③ A에 흐르는 유도 전류의 세기는 t_1 일 때가 t_4 일 때보다 크다. (O , X)

탐구10: 전기와 자기의 관계

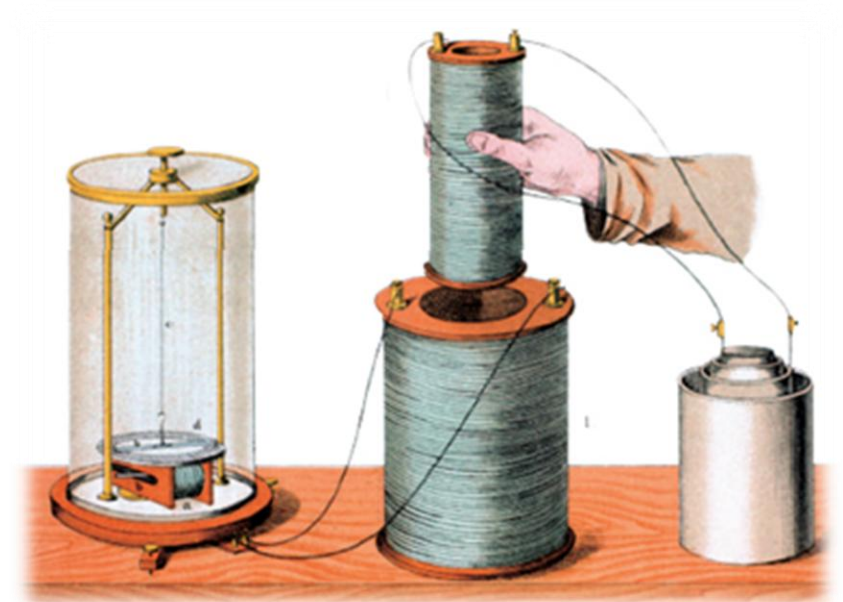


제임스 클러크 맥스웰
(James Clerk Maxwell)

두 개의 실험은 서로 어떤 관련이 있을까?



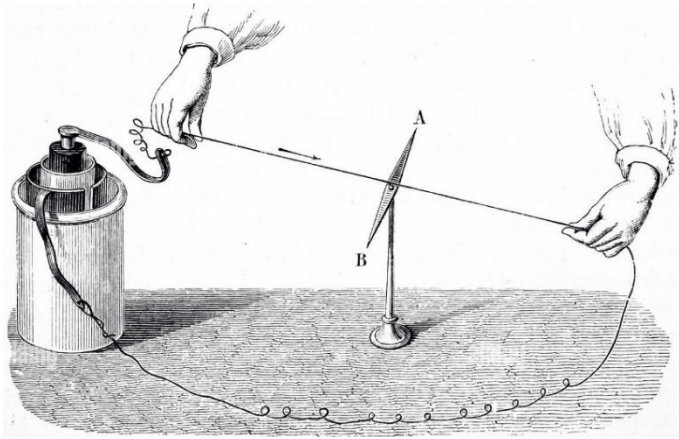
외르스테드의 '전류의 자기작용' 실험



패러데이의 '전자기 유도' 실험

탐구10: 전기와 자기의 관계

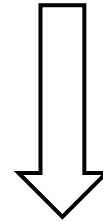
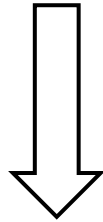
Q. 외르스테드의 실험을 장 개념만을 사용해 묘사한다면?



외르스테드의 전류의 자기작용 실험

관찰 현상:

전하의 운동(= 전류)은 나침반 바늘의 회전(= 자기력)을 만든다.

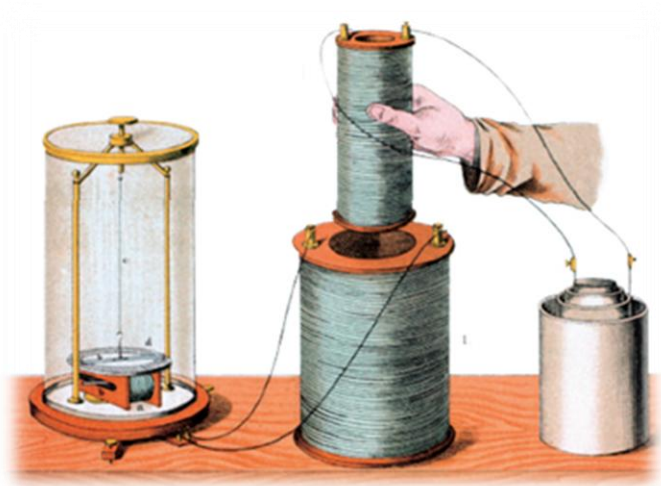


은

을 형성한다.

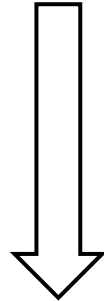
탐구10: 전기와 자기의 관계

Q. 패러데이의 실험을 장 개념만을 사용해 묘사한다면?

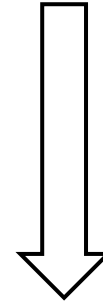


패러데이의 전자기 유도 실험

자석의 운동은 유도 전류 (= 코일 내부 전하의 운동)을 만든다.



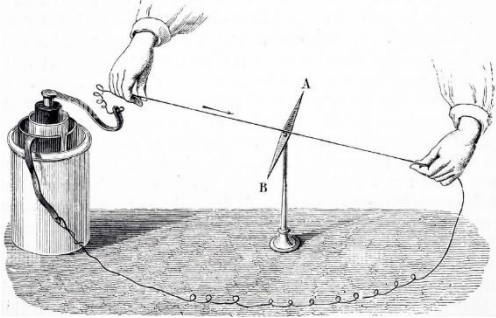
은



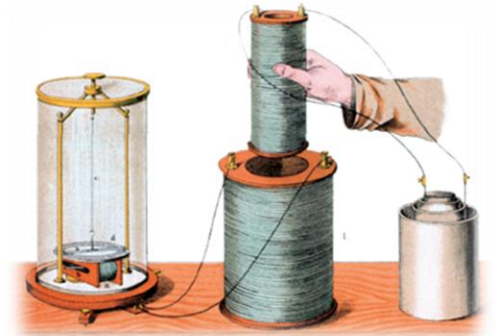
을 형성한다.

탐구10: 전기와 자기의 관계

앞서 도입했던 장 개념과 관련된 내용을 종합한다면...



외르스테드의 전류의 자기작용 실험



패러데이의 전자기 유도 실험

관찰되는 현상

장 개념을 바탕으로 한 표현

전하의 움직임(=전류)

나침반의 회전

자석의 움직임

유도 전류

을 활용해서 논리적으로 일관되게

전기과 자기 현상을 묘사할 수 있음.

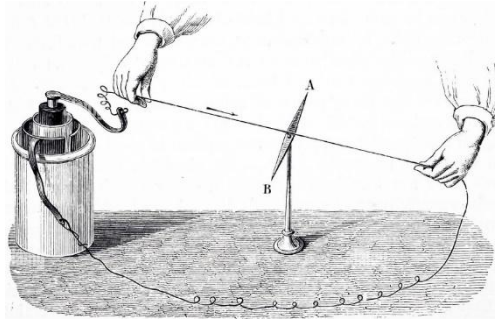
탐구10: '전기'와 '자기'의 관계

전기학과 자기학이 아닌 전자기학의 탄생

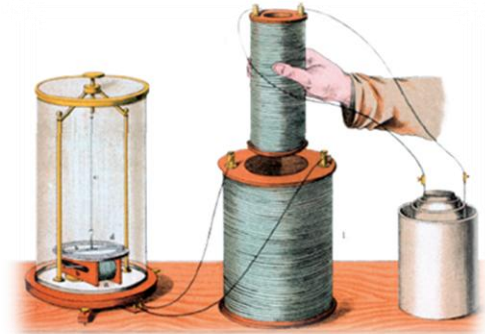


제임스 클러크 맥스웰
(James Clerk Maxwell)

장을 통해 세상을 바라볼 수 있는 **방정식의 발명**



외르스테드의 전류의 자기작용 실험



패러데이의 전자기 유도 실험

이처럼 모든 전기와 자기 현상은 장에 의해 결정됨.

이렇게 자연을 바라보는 관점을 이라고 함.

부록: 맥스웰 방정식이 밝혀준 물리학자들의 다음 과제



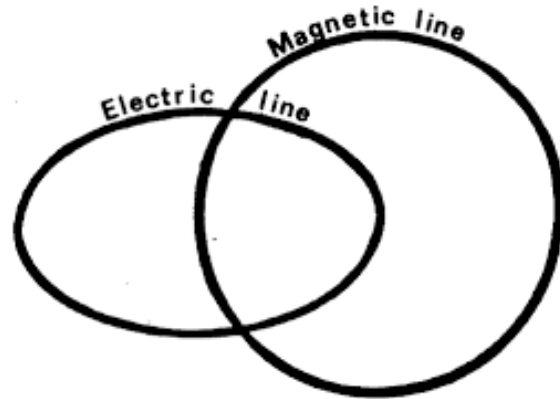
제임스 클러크 맥스웰
(James Clerk Maxwell)

변화하는 전기장은 자기장을 만들어내고,

이 과정에서!

변화하는 자기장은 또 다시 전기장을 만들어 낸다.

방정식을 통한 전자기 파동의 예측



공간을 퍼져 나가는 전기장과 자기장

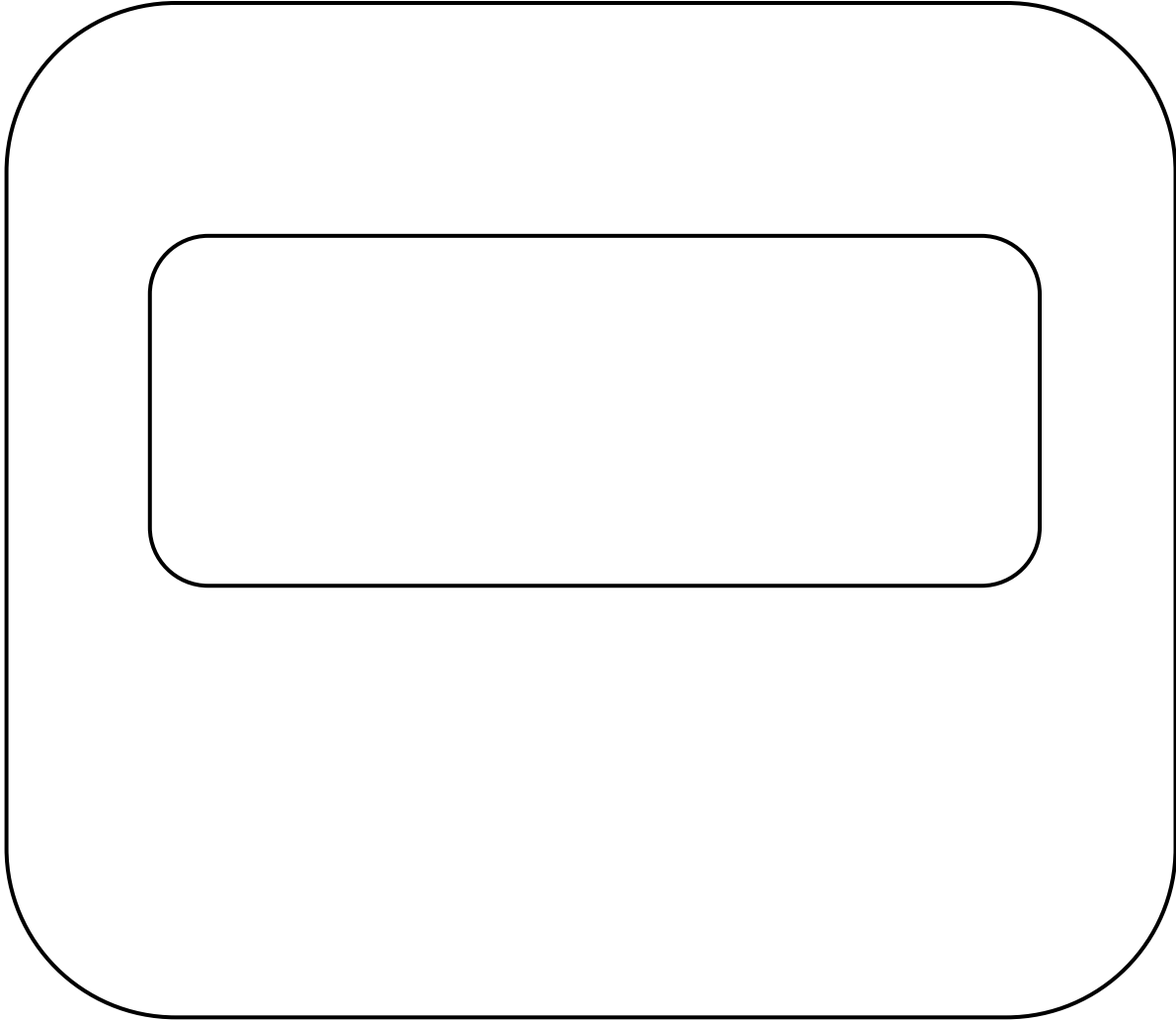
전자기 파동의 속력은

빛의 속력과 동일하며,

다양한 종류의 전자기 파동이

존재할 수 있다.

탐구 마무리



적용하기 : 전자기 유도 (2020년 4월 학력평가 13번 고3)

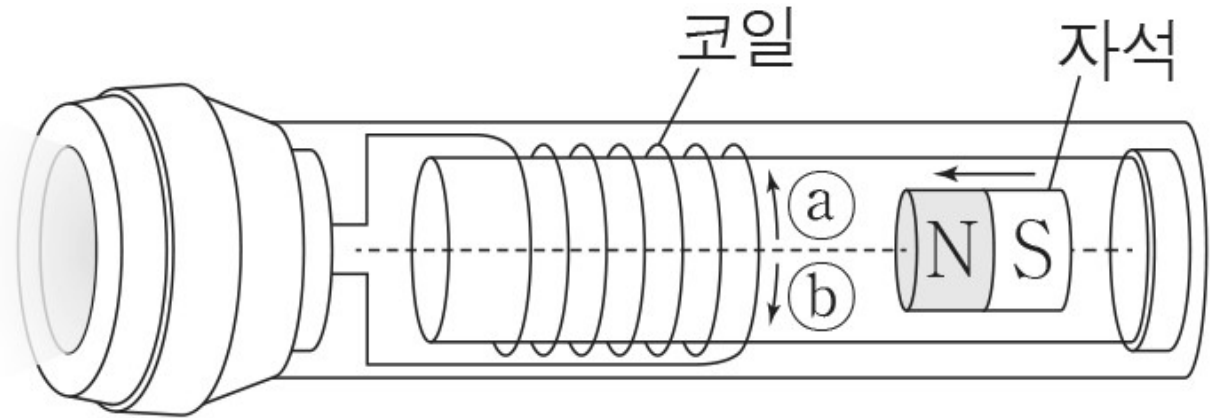
◆ 자기발전 손전등은 자석의 운동에 의해 코일을 통과하는 (가) 이 변하여 코일에 유도 전류가 발생하여 불이 켜지는 장치이다.

그림에서 자석이 코일에 가까워지면 자석에 의해 코일을 통과하는 (가) 가 (나) 하고, 코일에는 (다) 방향으로 유도 전류가 흐른다.

(가) :

(나) :

(다) :

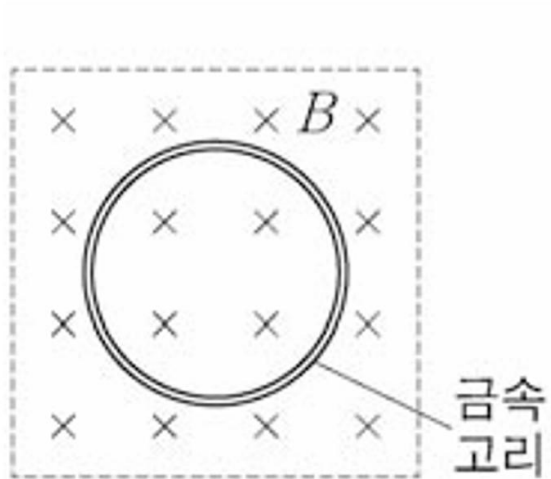


<자기발전 손전등>

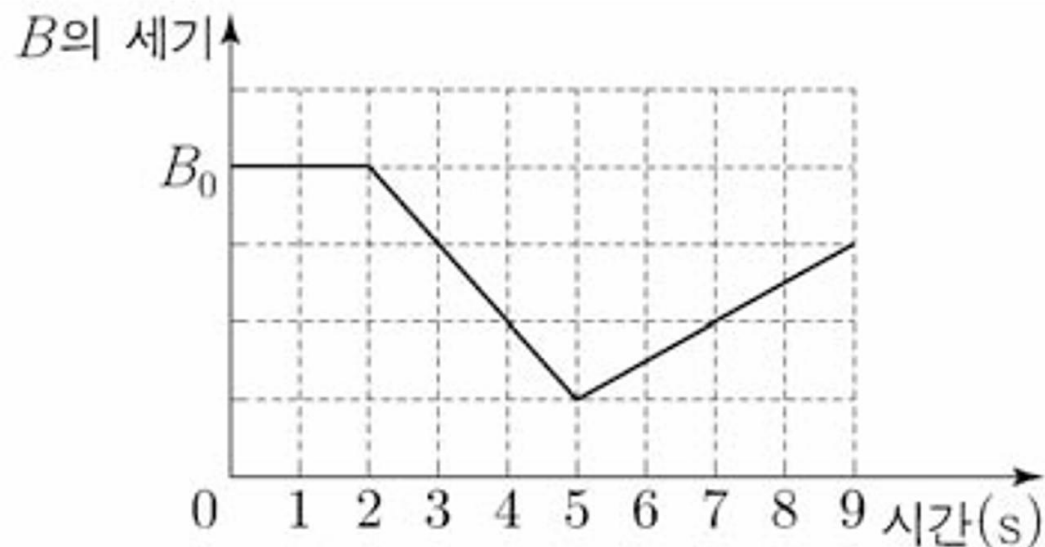
적용하기 : 전자기 유도

◆2021학년 수능 11번

그림 (가)는 자기장 B 가 균일한 영역에 금속 고리가 고정되어 있는 것을 나타낸 것이고, 그림 (나)는 B 의 세기를 시간에 따라 나타낸 것이다. B 의 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다.



(가)



(나)

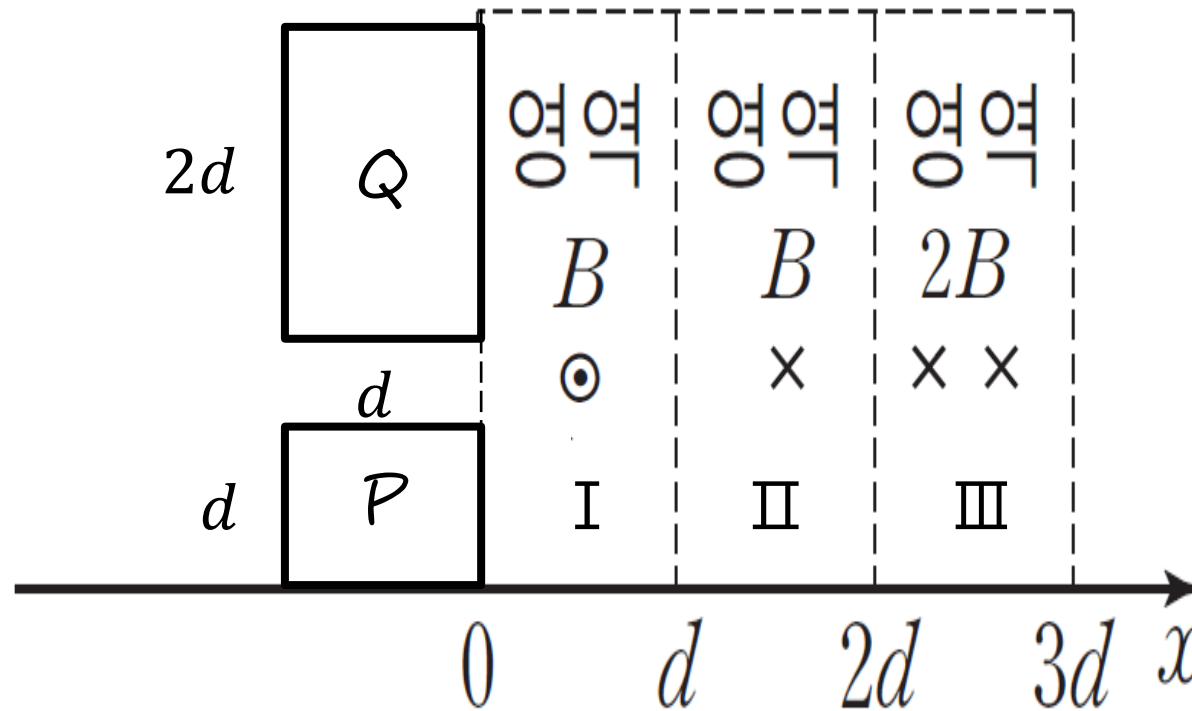
적용하기 : 전자기 유도

◆2021학년 수능 11번

- ① 1초 일 때, 금속 고리에 유도 전류가 흐른다. (O , X)
- ② 3초일 때, 금속 고리에 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다. (O , X)
- ③ 6초일 때, 금속 고리에 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다. (O , X)
- ④ 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 세기는 7초 일 때가 4초 일 때보다 크다.
(O , X)

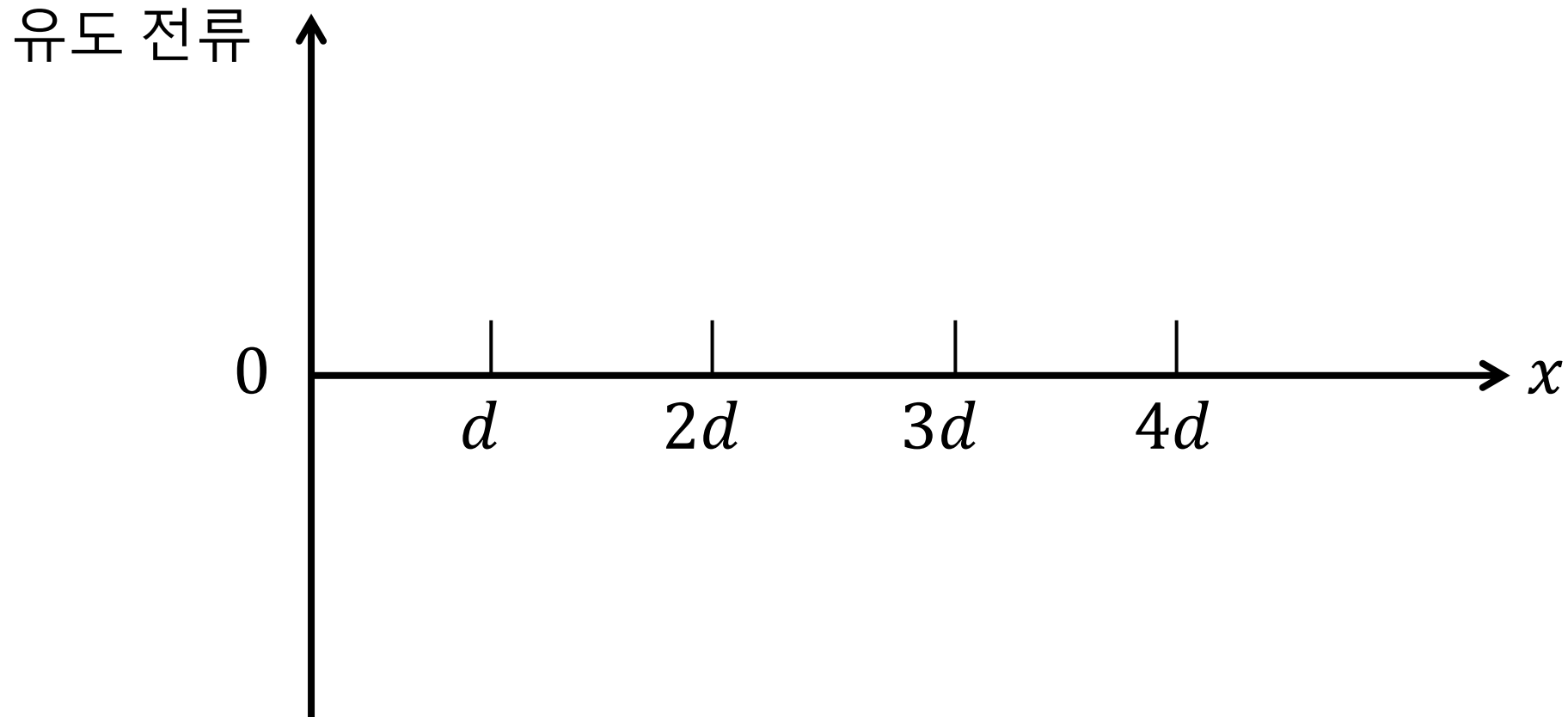
적용하기 : 전자기 유도

- ◆ 그림과 같이 한 변의 길이가 d 인 정사각형 금속 고리 P 와 한 변의 길이가 $2d$ 인 직사각형 금속 고리 Q 가 $+x$ 방향으로 같은 속력으로 등속도 운동하며 균일한 자기장 영역 I, II, III을 지난다.
- 단, $\odot$ 는 종이면에서 수직으로 나오는 방향, $\times$ 는 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다.



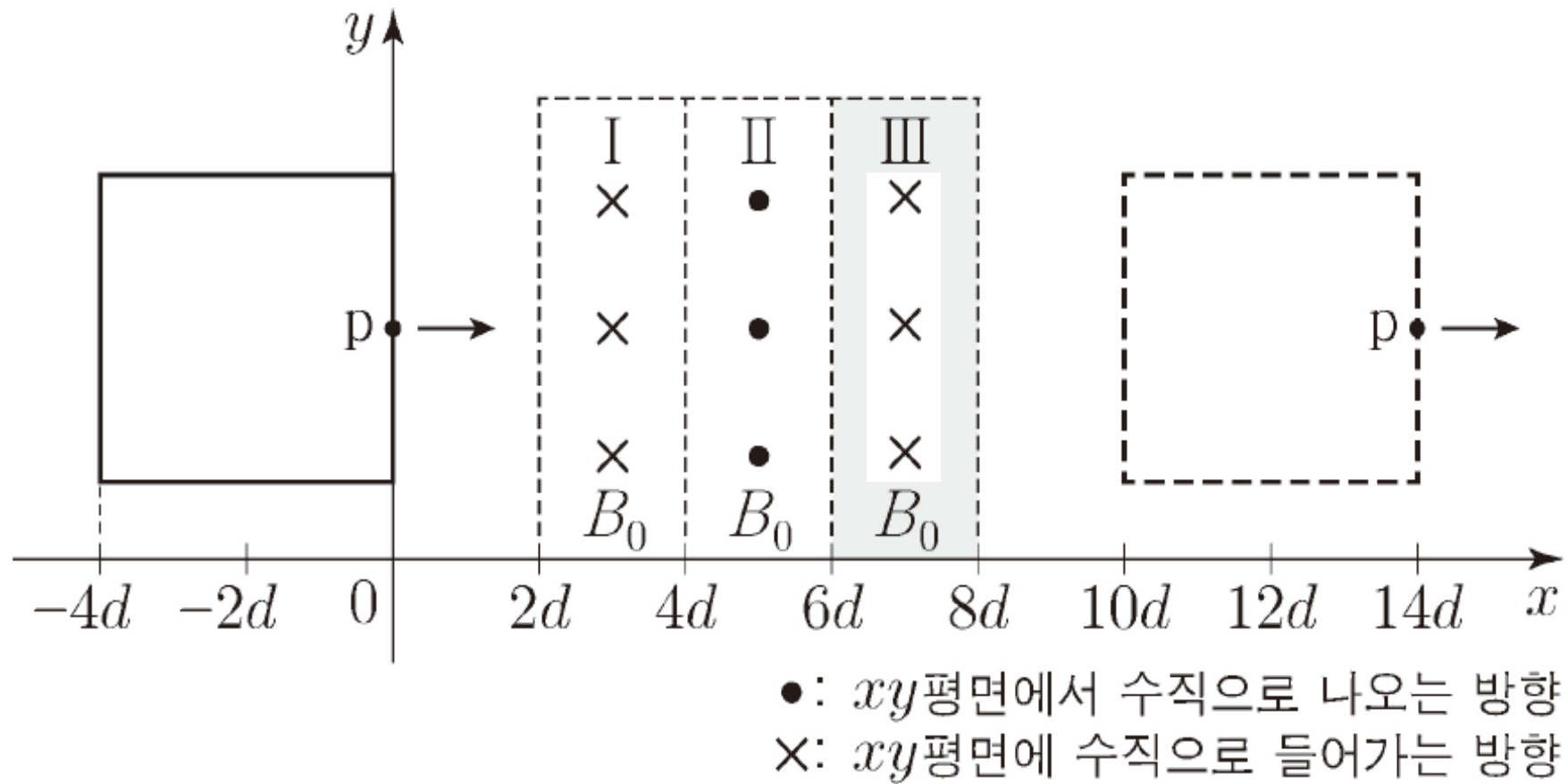
적용하기 : 전류에 의한 자기장

- ◆ 고리의 위치에 따른 유도 전류의 세기를 P , Q 를 구분하여 그래프로 나타내보자.
단, 금속 고리에 시계 방향으로 흐르는 유도 전류를 양(+)으로 표시하고,
유도 전류의 세기를 비교하여 나타내보자.



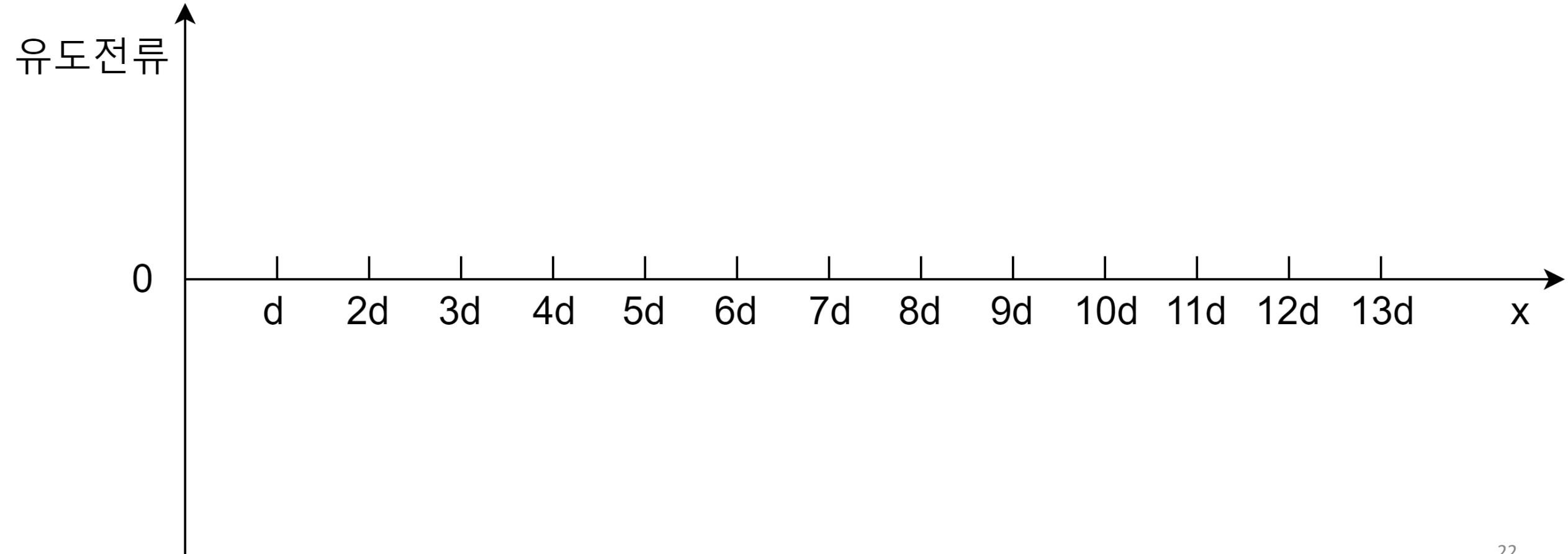
적용하기 : 전자기 유도

◆ 그림과 같이 한 변의 길이가 $4d$ 인 정사각형 금속 고리가 xy 평면에서 $+x$ 방향으로 등속도 운동하며 자기장의 세기가 B_0 으로 같은 균일한 자기장 영역 I, II, III을 지난다.



적용하기 : 전류에 의한 자기장

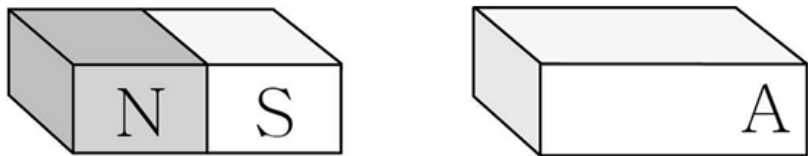
- ◆ p 의 위치에 따른 유도 전류의 세기를 그래프로 나타내보자.
단, p 에 $+y$ 방향으로 흐르는 유도 전류를 양(+)으로 표시하고,
유도 전류의 세기를 비교하여 나타내보자.



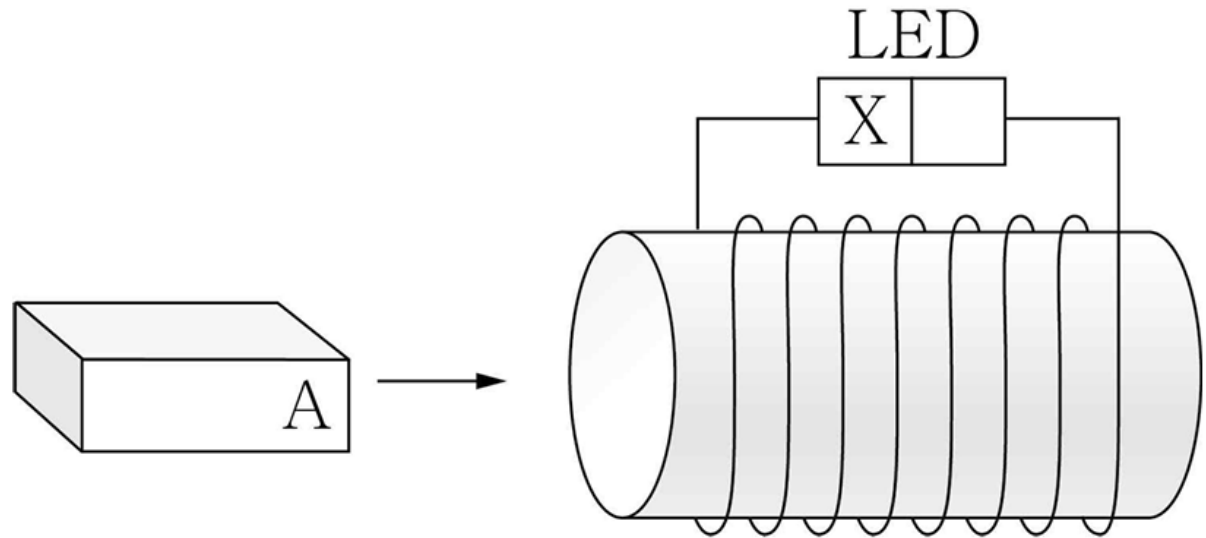
적용하기 : 자성체 + 전자기유도

◆ 2024년 10월 학력평가 5번(고3)

그림 (가)는 자기화되지 않은 자성체를 자석에 가까이 놓아 자기화시키는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 자석을 치운 후 p-n 접합 발광 다이오드(LED)가 연결된 코일에 자성체의 A 부분을 가까이 했을 때 LED에 불이 켜지는 모습을 나타낸 것이다. X는 p형 반도체와 n형 반도체 중 하나이다.



(가)



(나)

적용하기 : 자성체 + 전자기유도

◆2024년 10월 학력평가 5번(고3)

- ① 자석을 치운 후 코일에 자성체를 가까이 했을 때 LED에 불이 켜지는 것으로 알 수 있는 자성체의 종류는?
- ② A는 자석의 N극과 S극 중 무엇인가?
- ③ (가)에서 자석과 자성체 사이에 작용하는 자기력은?
- ④ X는?