

메가 N제
전자기 유도와 에너지 전달
Infinite devotion to the assignment

전자기 유도와 에너지 전달

1 전자기 유도

(1) **전자기 유도**: 코일 주위에서 자석을 운동시킬 때와 같이, 닫힌 도선을 통과하는 자기 선속이 변할 때 도선에 전류가 흐르는 현상이다.

① **자기 선속**: 어떤 단면을 통과하는 자기장의 양으로 자기장이 셀수록, 단면이 넓을수록 자기 선속 ϕ 가 크다.

$$\phi \propto BA \quad (B: \text{자기장의 세기}, A: \text{단면적})$$

② **유도 전류**: 전자기 유도에 의해 도선에 흐르는 전류

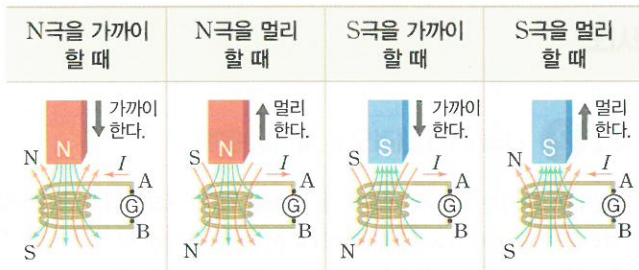
③ **유도 기전력**: 유도 전류를 흐르게 하는 전압

(2) 패러데이 법칙

① **패러데이 법칙**: 유도 기전력 V 의 크기는 도선의 감은 수 N 과 자기 선속 ϕ 의 시간적 변화율 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ 에 비례한다. $\rightarrow V \propto N \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$

② **유도 전류의 세기**: 자석의 세기가 셀수록, 자석을 빠르게 움직일수록, 코일의 감은 수가 많을수록 유도 전류의 세기가 커진다.

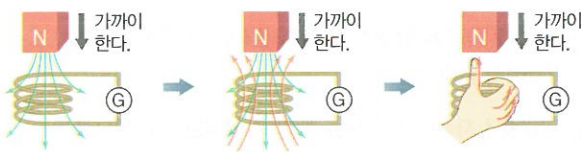
★ (3) **렌츠 법칙**: 코일을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 유도 전류가 흐른다.



자료 분석

유도 전류의 방향을 찾는 방법

- 자석을 코일에 가까이 할 때 코일을 통과하는 자기 선속의 변화를 찾는다.
- 자석에 의한 자기장과 반대 방향으로 형성되는 유도 전류에 의한 자기장을 찾는다.
- 오른손 엄지손가락을 유도 전류에 의한 자기장의 방향으로 향하게 하여 코일을 감아준다.



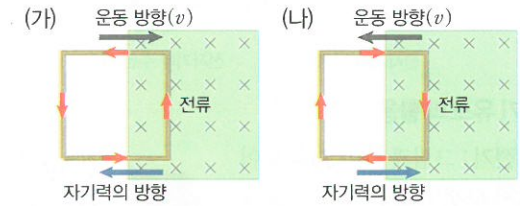
(4) **전자기 유도 현상이 일어날 때 역학적 에너지 전환과 보존** 자료 6

① **자석의 역학적 에너지**: 자석이 구리관을 통과할 때 구리관에 유도되는 자기장이 자석의 움직임을 방해하여 자석의 속력이 감소한다. \rightarrow 자석의 역학적 에너지가 감소한다.

② **역학적 에너지 전환과 보존**: 감소한 자석의 역학적 에너지는 전자기 유도에 의해 전기 에너지로 전환된다.

2 전자기 유도의 적용

(1) **도선의 운동과 전자기 유도**: 사각 도선이 세기가 B 인 자기장 영역에 속력 v 로 들어가거나 나올 때, 사각 도선 내부를 통과하는 자기 선속이 변하므로 유도 전류가 흐른다. 자료 6



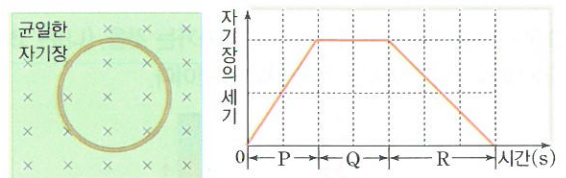
×: 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 자기장

① 그림 (가)와 같이 사각 도선이 자기장 영역에 들어가는 동안에는 종이면에 들어가는 방향으로 자기 선속이 증가하므로, 도선에 이를 방해하는 방향인 시계 반대 방향으로 유도 전류가 흐른다.

② 그림 (나)와 같이 도선이 자기장 영역에서 나오는 동안에는 자기 선속이 감소하므로, 이를 방해하는 방향인 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다.

③ 자기력의 방향은 도선의 운동 방향과 반대 방향이다.

(2) **자기장의 변화와 전자기 유도**: 그림 (가)와 같이 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역에 원형 도선을 놓고 자기장의 세기를 (나)와 같이 변화시킬 때, 자기장의 세기가 변하는 구간에서는 자기 선속이 변하므로 유도 전류가 흐른다. 자료 6



(가)

(나)

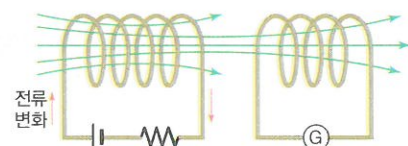
① **구간 P**: 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 자기 선속이 증가하므로 시계 반대 방향으로 유도 전류가 흐른다.

② **구간 Q**: 자기 선속이 변하지 않으므로 유도 전류가 흐르지 않는다.

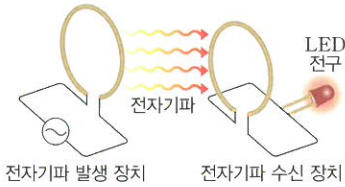
③ **구간 R**: 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 자기 선속이 감소하므로 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다.

3 전자기 유도를 이용한 에너지 전달

(1) **무선 충전**: 1차 코일에 흐르는 전류가 변하면 1차 코일에 의해 발생한 자기장이 변하므로 2차 코일을 통과하는 자기 선속이 변하고 2차 코일에 유도 전류가 흐른다. 이러한 원리는 무선 충전에 이용된다. 자료 6

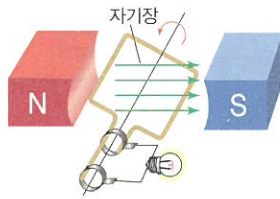


(2) **전자기파 발생과 수신**: 전자기파 발생 회로에 흐르는 전류가 주기적으로 변하면 원형 전류에 의해 만들어지는 자기장이 주기적으로 변하면서 주기적으로 변하는 전기장이 유도한다. 이렇게 전기장과 자기장이 진동하면서 전파되는 전자기파가 수신 회로에 도달하면, 원형 고리를 통과하는 자기장이 변하면서 유도 전류가 흘러 LED 전구에서 빛이 방출된다.



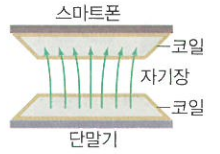
★ (3) **전자기 유도의 활용**

① **발전기**: 그림과 같이 자석 사이에서 도선이 회전하면, 도선 내부를 통과하는 자기 선속이 주기적으로 변하면서 교류 전류가 유도된다. **자료 6**

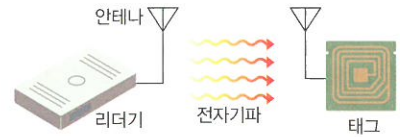


② **근거리 무선 통신(NFC)**

- **교통 카드**: 단말기에서 방출된 전자기파가 교통 카드 내부의 코일면을 통과하면 코일에 유도 전류가 흘러 칩에 기록된 정보를 단말기로 전달한다.
- **스마트폰**: 단말기에 시간에 따라 변하는 전류가 흐를 때 스마트폰을 가까이 가져가면 스마트폰 내부 코일을 통과하는 자기 선속이 변하여 스마트폰 내부 코일에 유도 전류가 흐르게 된다. 스마트폰은 이 유도 전류를 이용하여 단말기와 정보를 주고받는다.



③ **전파 식별(RFID)**: 리더기에서 전자기파가 발생하면 태그 주변에 시간에 따라 변하는 자기장이 형성된다. 이때 태그의 안테나나 코일을 통과하는 자기 선속이 변하여 태그 안의 회로에 유도 전류가 흐르게 된다.



STEP 1

○/× 문제로 4종 교과서 핵심 자료 보기

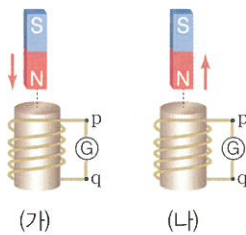
정답 및 해설 28쪽

다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 1 자석의 운동과 전자기 유도

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림 (가)는 코일에 자석의 N극이 다가가는 것을, (나)는 코일로부터 자석의 N극이 멀어지는 것을 나타낸 것이다.

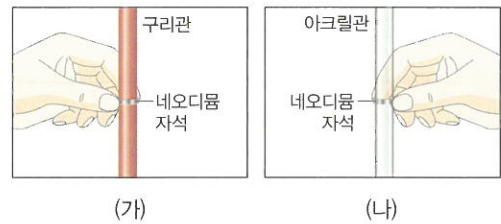


- 336 (가)에서 코일을 통과하는 자기 선속이 증가한다. ○/×
- 337 (가)에서 자석과 코일 사이에는 당기는 방향으로 자기력이 작용한다. ○/×
- 338 (가)에서 p → ⊙ → q 방향으로 유도 전류가 흐른다. ○/×
- 339 (나)에서 자석과 코일 사이에는 밀어내는 방향으로 자기력이 작용한다. ○/×
- 340 (나)에서 p → ⊙ → q 방향으로 유도 전류가 흐른다. ○/×

자료 2 관을 따라 내려오는 자석의 운동

천재

그림 (가), (나)는 고리형 네오디뮴 자석을 각각 구리관과 아크릴관에 끼워 같은 높이에서 동시에 떨어뜨리는 것을 나타낸 것이다. 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.



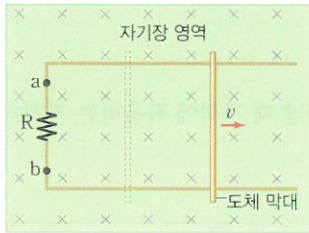
- 341 자석이 바닥에 떨어질 때까지 걸리는 시간은 (가)와 (나)에서 같다. ○/×
- 342 (가)에서 자석이 낙하하는 동안 자석에는 아래쪽으로 자기력이 작용한다. ○/×
- 343 (가)에서 자석이 낙하하는 동안 자석의 역학적 에너지는 감소한다. ○/×
- 344 (나)에서 자석의 중력에 의한 위치 에너지 감소량은 자석의 운동 에너지 증가량보다 크다. ○/×

다음 자료에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표 하시오.

자료 3 도선의 운동과 전자기 유도

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림은 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역에 저항 R가 연결된 C자형 도선을 고정시키고, 도선 위에 놓인 도체 막대를 오른쪽으로 속력 v 로 이동시키는 것을 나타낸 것이다.

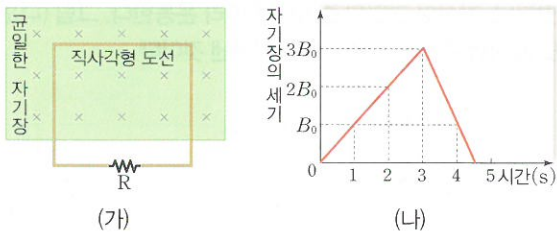


- 345 도선과 도체 막대로 형성된 면을 통과하는 자기 선속이 증가한다. ○/×
- 346 유도 전류는 $a \rightarrow R \rightarrow b$ 방향으로 흐른다. ○/×
- 347 도체 막대에 작용하는 자기력의 방향은 오른쪽이다. ○/×
- 348 도체 막대의 속력을 $2v$ 로 증가시키면, R에 흐르는 전류의 세기가 감소한다. ○/×

자료 4 자기장의 변화와 전자기 유도

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림 (가)는 저항 R가 연결된 직사각형 도선의 일부가 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역에 놓여 있는 것을 나타낸 것이고, (나)는 균일한 자기장의 세기를 시간에 따라 나타낸 것이다.

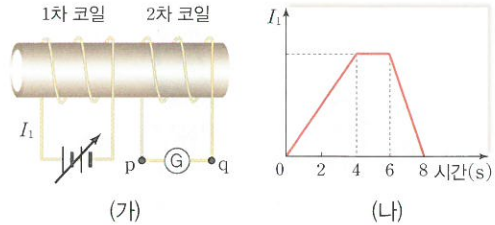


- 349 0초부터 3초까지 도선의 면을 통과하는 자기 선속이 증가한다. ○/×
- 350 2초일 때 도선에 흐르는 유도 전류의 방향은 시계 방향이다. ○/×
- 351 1초일 때와 4초일 때, 도선의 면을 통과하는 자기 선속이 같다. ○/×
- 352 1초일 때와 4초일 때, R에 흐르는 전류의 세기는 같다. ○/×
- 353 3초부터 5초까지 R에 흐르는 전류의 세기가 감소한다. ○/×

자료 5 무선 충전 원리

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림 (가)는 1차 코일과 2차 코일을 나타낸 것이고, (나)는 1차 코일에 흐르는 전류의 세기 I_1 을 시간에 따라 나타낸 것이다.

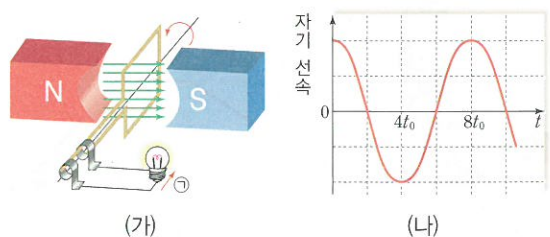


- 354 2초일 때 2차 코일을 통과하는 자기 선속이 증가한다. ○/×
- 355 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 5초일 때가 2초일 때보다 크다. ○/×
- 356 7초일 때 검류계에는 $p \rightarrow \text{㉔} \rightarrow q$ 방향으로 유도 전류가 흐른다. ○/×
- 357 2초일 때와 7초일 때 2차 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 반대이다. ○/×
- 358 2차 코일에 흐르는 전류의 세기는 7초일 때가 2초일 때보다 크다. ○/×

자료 6 발전기의 원리

동아, 미래엔, 비상, 천재

그림 (가)는 균일한 자기장에서 $8t_0$ 의 일정한 주기로 화살표 방향으로 회전하는 사각 도선의 시간 $t=0$ 일 때의 모습을 나타낸 것이고, (나)는 사각 도선을 통과하는 자기 선속을 t 에 따라 나타낸 것이다.



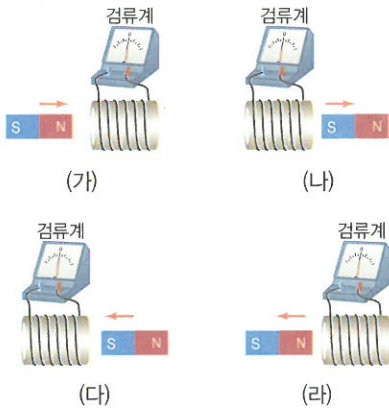
- 359 $t=2t_0$ 일 때 사각 도선에 흐르는 전류의 세기는 0이다. ○/×
- 360 사각 도선에 흐르는 전류의 세기는 $t=0$ 일 때가 $t=2t_0$ 일 때보다 크다. ○/×
- 361 $t=t_0$ 일 때 전구에 흐르는 전류의 방향은 ㉔이다. ○/×
- 362 $t=t_0$ 일 때와 $t=3t_0$ 일 때 전구에 흐르는 전류의 방향은 반대이다. ○/×

1 전자기 유도

★ 고빈출

363

그림 (가)~(라)와 같이 코일과 검류계를 연결한 후 막대자석을 화살표 방향으로 운동시켰다.



검류계 바늘이 같은 방향으로 움직이는 것끼리 짝 지은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

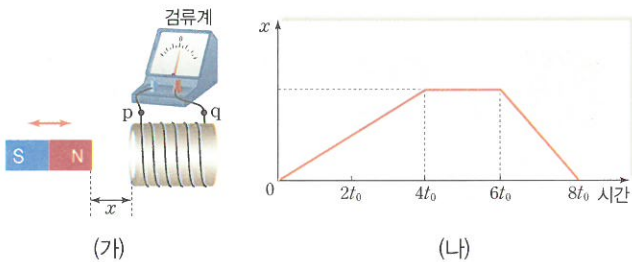
- ㄱ. (가)와 (나)
- ㄴ. (가)와 (다)
- ㄷ. (나)와 (라)

- ① ㄱ
- ② ㄴ
- ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

★ 고빈출

364

그림 (가)는 코일의 중심축을 따라 막대자석을 운동시키는 것을 나타낸 것이고, (나)는 코일과 막대자석 사이의 간격 x 를 시간에 따라 나타낸 것이다.



검류계에 흐르는 전류에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

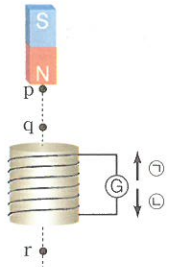
보기

- ㄱ. $2t_0$ 일 때 $p \rightarrow$ 검류계 $\rightarrow q$ 방향으로 전류가 흐른다.
- ㄴ. $5t_0$ 일 때 전류가 흐르지 않는다.
- ㄷ. 전류의 세기는 $7t_0$ 일 때가 $2t_0$ 일 때보다 크다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

365 서술형

그림과 같이 자석의 N극이 아래쪽으로 향하도록 하고 점 p에 N극이 일치하도록 한 후 자석을 가만히 놓았더니, 자석이 코일의 중심축을 따라 낙하한다.



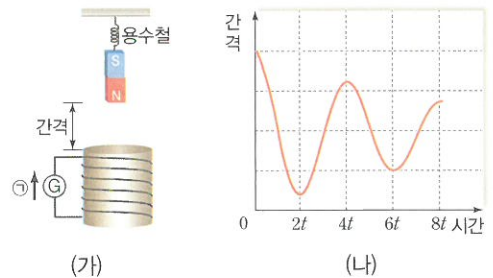
(1) N극이 q를 지날 때 자석에 작용하는 자기력의 방향을 서술하십시오.

(2) S극이 r를 지날 때 검류계에 흐르는 전류의 방향을 서술하십시오.

✓ 칭다오당

366

그림 (가)와 같이 용수철에 막대자석을 매달고 용수철을 압축한 후 가만히 놓았더니, 자석이 코일의 중심축을 따라 운동한다. 그림 (나)는 자석과 코일 사이의 간격을 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

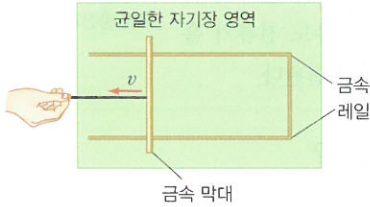
- ㄱ. t 일 때, 검류계에 흐르는 전류의 방향은 \ominus 이다.
- ㄴ. $2t$ 일 때, 검류계의 측정값이 최대이다.
- ㄷ. $4t$ 일 때와 $6t$ 일 때, 자석의 역학적 에너지는 같다.

- ① ㄱ
- ② ㄷ
- ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ
- ⑤ ㄴ, ㄷ

2 전자기 유도의 적용

최고빈출
367

그림과 같이 균일한 자기장 안에 금속 레일을 놓고 그 위에 금속 막대를 올려놓은 후 일정한 속력 v 로 당겼다. 자기장의 방향은 종이면에서 수직으로 나오는 방향이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

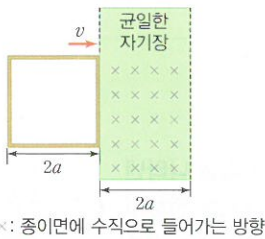
보기

- ㄱ. 금속 막대에 작용하는 자기력의 방향은 왼쪽이다.
- ㄴ. 금속 레일과 막대에는 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄷ. 금속 레일과 막대로 둘러싸인 면을 통과하는 자기 선속이 증가한다.

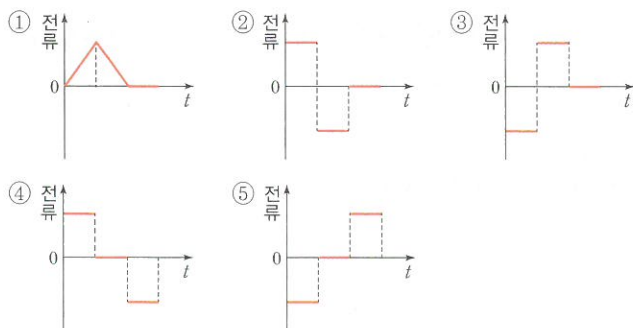
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

368

그림은 시간 $t=0$ 일 때 일정한 속력 v 로 운동하는 한 변의 길이가 $2a$ 인 정사각형 도선이 폭이 $2a$ 인 균일한 자기장 영역에 들어가는 모습을 나타낸 것이다.

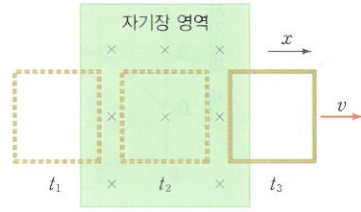


시계 방향을 유도 전류의 (+) 방향으로 할 때, t 에 따른 전류를 나타낸 그래프로 가장 적절한 것은?



369 서술형

그림은 종이면에서 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역을 $+x$ 방향으로 일정한 속력 v 로 운동하는 사각 도선의 시간 t_1, t_2, t_3 일 때의 위치를 각각 나타낸 것이다.



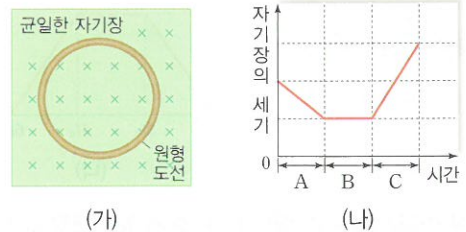
(1) t_1 일 때 도선에 작용하는 자기력의 방향을 서술하십시오.

(2) t_1, t_2, t_3 일 때 도선에 흐르는 전류의 세기를 비교하고, 그 까닭을 서술하십시오.

(3) t_3 일 때 도선에 흐르는 전류의 방향을 서술하십시오.

최고빈출
370

그림 (가)는 종이면에서 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역에 원형 도선이 고정되어 있는 것을 나타낸 것이고, (나)는 자기장의 세기를 시간에 따라 나타낸 것이다.



원형 도선에 흐르는 유도 전류에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

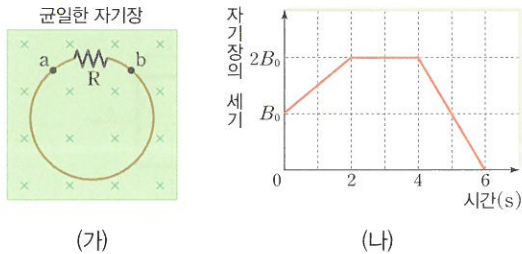
- ㄱ. A 구간에서 유도 전류의 세기가 점점 감소한다.
- ㄴ. B 구간에서 유도 전류가 흐르지 않는다.
- ㄷ. C 구간에서 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

STEP 2 학교 기출 문제로 내신 대비하기

371 서술형

그림 (가)와 같이 저항 R가 연결된 원형 도선이 균일한 자기장 영역에 고정되어 있다. 자기장의 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다. 그림 (나)는 자기장의 세기를 시간에 따라 나타낸 것이다.



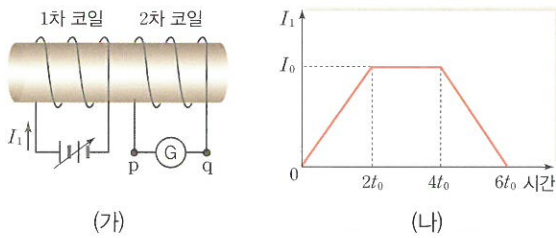
(1) 1초일 때 전류의 방향을 a, R, b를 이용하여 서술하시오.

(2) 1초, 3초, 5초일 때 전류 세기의 대소를 비교하고, 그 까닭을 서술하시오.

3 전자기 유도를 이용한 에너지 전달

372

그림 (가)와 같이 1차 코일과 2차 코일이 나란히 감겨 있다. 1차 코일에는 가변 전원이, 2차 코일에는 검류계가 연결되어 있다. 그림 (나)는 1차 코일에 흐르는 전류의 세기 I_1 를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

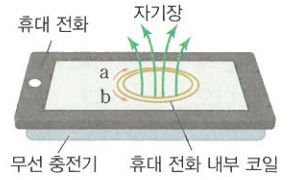
- ㄱ. t_0 일 때, p → ㉠ → q 방향으로 전류가 흐른다.
- ㄴ. 검류계에 흐르는 전류의 세기는 $3t_0$ 일 때가 t_0 일 때보다 크다.
- ㄷ. $5t_0$ 일 때, 1차 코일과 2차 코일 사이에는 당기는 방향으로 자기력이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

373

다음은 휴대 전화를 무선 충전하는 원리에 대한 설명이다.

무선 충전기에서 시간에 따라 크기와 방향이 변하는 자기장이 발생하면 휴대 전화 내부 코일을 통과하는 ㉠이 변하므로, ㉡에 따라 유도 전류가 흘러 휴대 전화가 충전된다.

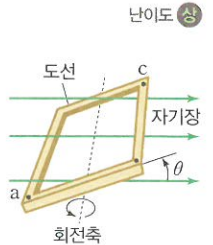


㉠, ㉡에 알맞은 말은?

- ㉠ ㉡
- ① 전기장 앙페르 법칙 ② 전기장 패러데이 법칙
- ③ 자기장 앙페르 법칙 ④ 자기 선속 앙페르 법칙
- ⑤ 자기 선속 패러데이 법칙

374 서술형

그림은 균일한 자기장 속에 놓인 직사각형 도선이 자기장의 방향에 수직인 회전축을 중심으로 회전하는 모습을 나타낸 것이다. 자기장의 방향과 도선이 이루는 면 사이의 각은 θ 이고, 점 a, b, c는 도선에 고정된 점이다.

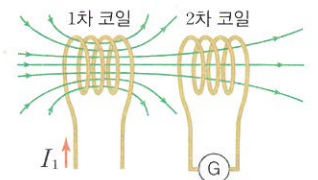


(1) $0 \leq \theta \leq 90^\circ$ 범위에서 도선이 이루는 면을 통과하는 자기 선속이 최대일 때와 최소일 때 θ 의 값을 서술하시오.

(2) $\theta = 45^\circ$ 일 때 유도 전류의 방향을 a, b, c를 이용하여 서술하시오.

375 서술형

그림은 무선 충전의 원리를 나타낸 것이다. 1차 코일에 흐르는 전류의 세기는 I_1 이고, 2차 코일에는 검류계가 연결되어 있다.



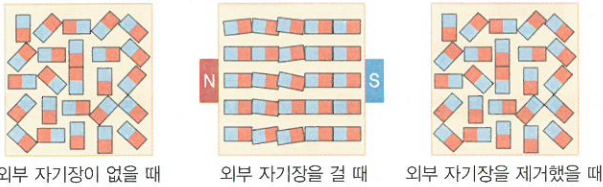
(1) 2차 코일에 연결된 검류계에 전류가 흐르기 위한 조건을 I_1 을 이용하여 서술하시오.

(2) 2차 코일에 연결된 검류계에 전류가 흐르는 까닭을 서술하시오.

07 물질의 자성

376

그림은 어떤 자성체의 원자 자석의 배열을 외부 자기장에 대해 모식적으로 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

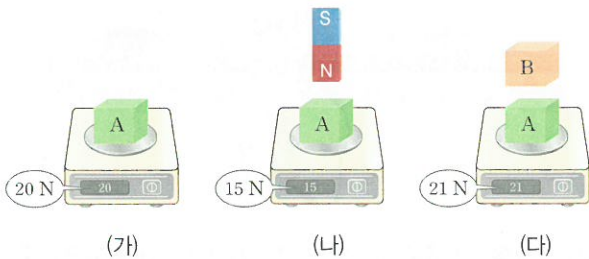
보기

- ㄱ. 원자 자석은 원자 내 양성자의 운동으로 나타난다.
- ㄴ. 이 자성체는 상자성체이다.
- ㄷ. 철과 니켈은 이 자성체에 해당한다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

377

그림 (가)는 저울 위에 물체 A를 가만히 올려놓았더니 저울의 눈금이 20 N을 가리키고 있는 것을, (나)는 (가)의 A의 연직 위에 자석을 가까이 하였던 저울의 눈금이 15 N을 가리키고 있는 것을, (다)는 (나)에서 자석을 제거한 후 자기화되지 않은 물체 B를 연직 위에 가까이 가져 갔더니 저울의 눈금이 21 N을 가리키는 것을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 자기력은 자석과 A 사이, A와 B 사이에서만 작용한다.)

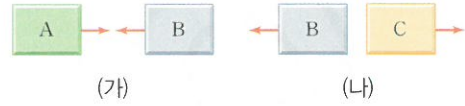
보기

- ㄱ. A는 강자성체이다.
- ㄴ. B는 외부 자기장에 대해 원자 자석이 반대 방향으로 정렬하는 성질을 갖고 있다.
- ㄷ. (다)에서 B를 제거하면 A는 자기화된 상태를 유지하지 못한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

378

그림 (가)는 물체 A와 B를 가까이 했을 때 서로 끌어당기는 자기력이, (나)는 B와 C를 가까이 했을 때 서로 밀어내는 자기력이 작용하는 것을 나타낸 것이다. A, B, C는 강자성체, 상자성체, 반자성체를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. C는 반자성체이다.
- ㄴ. B는 외부 자기장이 사라지더라도 자기화된 성질을 유지할 수 있다.
- ㄷ. A는 상자성체이다.

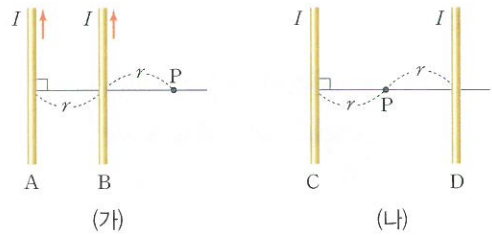
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 전류의 자기 작용

✔최다오답

379

그림 (가)는 종이면에 나란하게 고정된 무한히 긴 직선 도선 A, B에 위쪽으로 세기가 I 인 전류가 흐르는 모습을 나타낸 것이다. 그림 (나)는 종이면에 나란하게 고정된 무한히 긴 직선 도선 C, D에 세기가 I 인 일정한 전류가 흐르는 모습을 나타낸 것이다. (가)에서 점 P는 A, B로부터 각각 $2r$, r 만큼 떨어진 종이면상의 점이고, (나)에서 P는 C, D로부터 각각 r 만큼 떨어진 종이면상의 점이다.



(가)와 (나)의 P에서 자기장의 방향은 서로 같고, (가)의 P에서 자기장의 세기는 B_0 일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

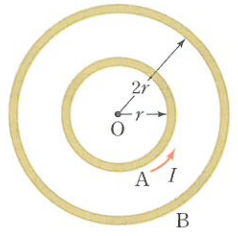
- ㄱ. C에는 위쪽으로 전류가 흐른다.
- ㄴ. (나)에서 D의 오른쪽에서 자기장의 방향은 종이면에서 수직으로 나오는 방향이다.
- ㄷ. (나)의 P에서 자기장의 세기는 $\frac{4}{3}B_0$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

380

난이도 상

그림은 종이면에 고정된 반지름이 각각 $r, 2r$ 인 원형 도선 A, B에 각각 일정한 전류가 흐르고 있는 모습을 나타낸 것으로, 점 O는 A, B의 공통 중심이다. A에 흐르는 전류의 세기는 I 이고, O에서 자기장의 세기는 B_0 이다. B에 흐르는 전류의 방향만을 반대로 하면, O에서 자기장의 방향은 반대가 되고 세기는 $4B_0$ 이 된다.

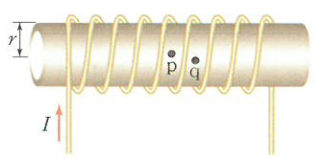


B에 흐르는 전류의 세기는? (단, 지구 자기장은 무시한다.)

- ① $\frac{3}{5}I$ ② I ③ $\frac{6}{5}I$
- ④ $\frac{5}{3}I$ ⑤ $\frac{10}{3}I$

381

그림과 같이 반지름이 r 인 솔레노이드에 세기가 I 인 일정한 전류가 흐르고 있다. 점 p, q는 솔레노이드 내부의 임의의 점으로, p에서 자기장의 세기는 B_0 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은? (단, 지구 자기장은 무시한다.)

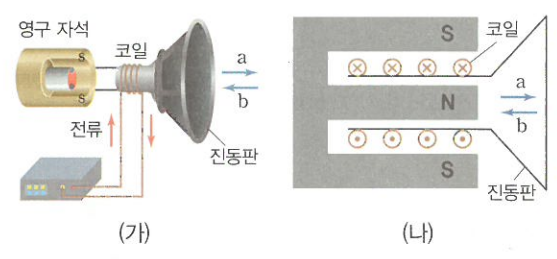
보기

- ㄱ. p와 q에서 자기장의 세기는 같다.
- ㄴ. p에서 자기장의 방향은 오른쪽이다.
- ㄷ. 단위 길이당 코일의 감은 수가 일정한 채로 솔레노이드의 반지름이 $2r$, 솔레노이드에 흐르는 전류의 세기가 $2I$ 가 되더라도 p에서 자기장의 세기는 B_0 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

382

그림 (가)는 영구 자석, 코일이 감겨 있는 진동판이 들어 있는 스피커의 내부 구조를, (나)는 (가)의 영구 자석과 코일의 단면적을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

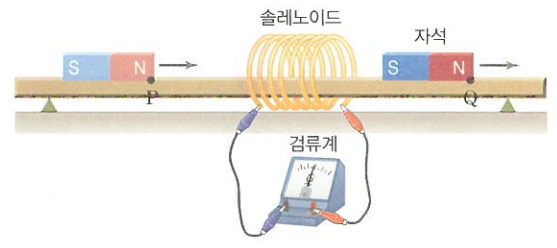
- ㄱ. (가)에서 화살표 방향으로 전류가 흐를 때 진동판은 a 방향으로 움직인다.
- ㄴ. (가)의 코일에 흐르는 전류는 직류 전류이다.
- ㄷ. 스피커에서 일어나는 에너지 전환은 운동 에너지 → 전기 에너지 → 소리 에너지이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

09 전자기 유도와 에너지 전달

383

그림과 같이 검류계가 연결된 솔레노이드에 자석이 일정한 속도로 통과하고 있다. 점 P, Q는 자석이 운동하는 경로상의 점으로 솔레노이드로부터 거리가 같다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

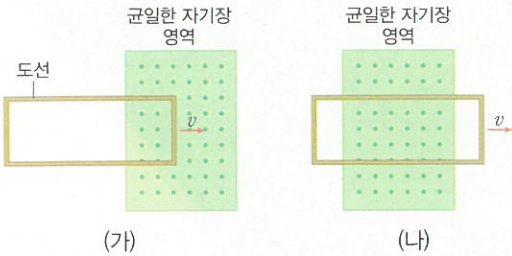
- ㄱ. 자석이 P를 지날 때와 Q를 지날 때 자석에 작용하는 자기력의 방향은 같다.
- ㄴ. 자석이 P를 지날 때와 Q를 지날 때 검류계에 흐르는 전류의 방향은 같다.
- ㄷ. 자석이 P에서 솔레노이드에 접근하는 동안 검류계에 흐르는 전류의 세기는 일정하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

☆ 고빈출

384

그림 (가), (나)와 같이 종이면에서 수직으로 나오는 방향의 균일한 자기장 영역에 직사각형 도선이 일정한 속력 v 로 오른쪽 방향으로 움직이고 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

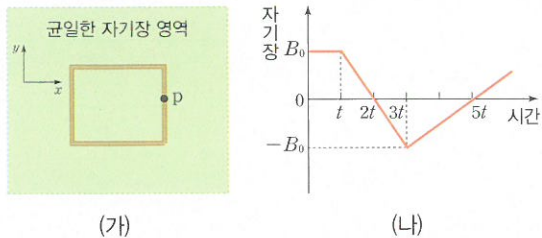
보기

- ㄱ. (가)에서 도선을 통과하는 자기 선속이 증가하고 있다.
- ㄴ. (가)에서 도선에는 시계 반대 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄷ. (나)에서 도선에 흐르는 유도 전류의 세기는 일정하다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

385

그림 (가)는 xy 평면에 수직인 균일한 자기장 영역에 직사각형 도선이 고정되어 있는 모습을 나타낸 것으로, 점 p가 속한 도선의 한 변은 y 축과 나란하다. 그림 (나)는 xy 평면에서 수직으로 나오는 자기장의 방향을 (+)로 했을 때 균일한 자기장을 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 보기에서 있는 대로 고른 것은?

보기

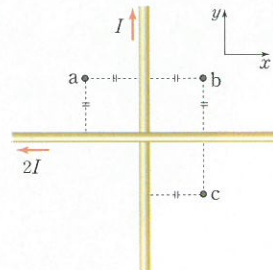
- ㄱ. $0.5t$ 일 때 p에는 $+y$ 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄴ. $1.5t$ 일 때와 $2.5t$ 일 때 p에 흐르는 유도 전류의 방향은 같다.
- ㄷ. $5t$ 일 때 p에는 유도 전류가 흐르지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

서술형 문제

386

그림과 같이 x 축과 y 축에 나란한 무한히 긴 두 직선 도선이 xy 평면에 고정되어 있다. 두 도선에는 각각 세기가 $2I, I$ 인 전류가 화살표 방향으로 흐르고 있다.

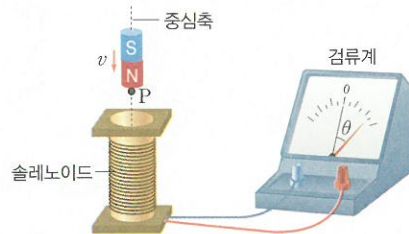


두 도선으로부터 각각 같은 거리만큼 떨어진 지점 a, b, c에서 자기장의 세기를 각각 B_a, B_b, B_c 라 할 때, 자기장의 세기를 비교하고 그 까닭을 서술하시오.

387

난이도 ③

그림과 같이 솔레노이드의 연직 위 P점에서 자석의 N극이 아래를 향하게 하여 속력 v 로 연직 아래로 운동시켰더니 솔레노이드에 연결된 검류계의 바늘이 오른쪽으로 θ 만큼 회전하였다.



자석이 P점을 지나는 순간 검류계의 바늘이 왼쪽으로 θ 보다 큰 각으로 회전하게 만들 수 있는 방법을 두가지 서술하시오.
