



SURREAL

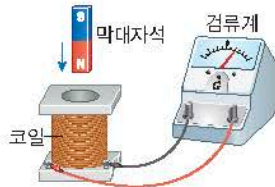
완자 / 전자기 유도



내신 만점 문제

A 전자기 유도

01 그림은 코일에 검류계를 연결하고 막대자석의 N극을 코일에 가까이 할 때 검류계 바늘이 오른쪽으로 움직인 모습을 나타낸 것이다.



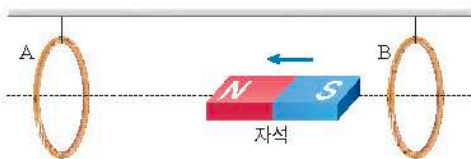
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 막대자석과 코일 사이에 서로 밀어내는 힘이 작용한다.
- ㄴ. S극을 코일에 가까이 하면 검류계 바늘은 왼쪽으로 움직인다.
- ㄷ. 세기가 센 막대자석의 N극을 코일에 가까이 하면 코일에 유도되는 자기장의 방향은 반대가 된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 동일한 두 금속 고리 A와 B 사이에 있는 자석이 고리의 중심축을 따라 일정한 속력으로 왼쪽으로 움직이는 순간의 모습을 나타낸 것이다. 자석은 A보다 B에 더 가까이 있다.



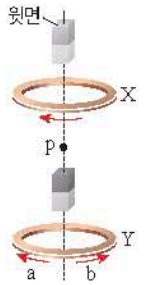
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 B에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 같다.
- ㄴ. 유도 전류의 세기는 A에서가 B에서보다 작다.
- ㄷ. A와 B로부터 자석이 받는 자기력의 방향은 서로 반대이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

03 그림과 같이 막대자석이 고정된 금속 고리 X와 Y의 중심축을 따라 금속 고리를 통과하여 낙하한다. 점 p는 금속 고리의 중심축상의 점으로 막대자석이 p를 지나는 순간 X에는 시계 방향으로 유도 전류가 흐른다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

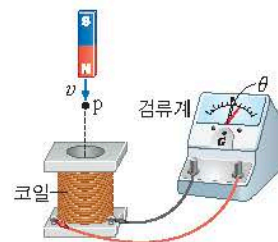


보기

- ㄱ. 막대자석의 윗면은 N극이다.
- ㄴ. 막대자석이 p를 지나는 순간 Y에는 b 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄷ. 막대자석이 낙하하는 동안 X와 Y는 막대자석의 운동을 방해하는 방향으로 자기력을 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림은 자석이 코일의 중심축을 따라 일정한 속력 v 로 코일에 가까워지는 모습을 나타낸 것이다. 자석이 점 p를 지날 때 검류계 바늘이 오른쪽으로 움직인 각도는 θ 이다.



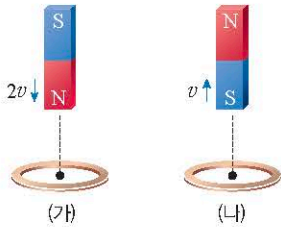
θ 가 커지는 경우로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 코일에 가까워지는 자석의 속력이 $2v$ 가 될 때
- ㄴ. 동일한 자석 2개를 같은 극끼리 접쳐 자석의 N극을 코일에 가까이 할 때
- ㄷ. 자석이 코일 내부에 정지해 있을 때

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림 (가)는 자석의 N극이 $2v$ 의 일정한 속력으로 금속 고리의 중심축을 따라 금속 고리에 가까워지는 모습을, (나)는 (가)와 같은 자석의 S극이 v 의 일정한 속력으로 중심축을 따라 금속 고리에서 멀어지는 모습을 나타낸 것이다.



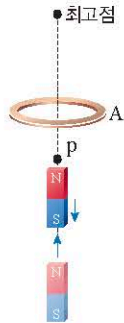
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)와 (나)에서 자석이 받는 자기력의 방향은 서로 같다.
- ㄴ. 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 방향은 (가)에서와 (나)에서가 반대이다.
- ㄷ. (가)와 (나)에서 막대자석이 금속 고리의 중심에서 같은 거리에 있는 점을 지날 때 유도 전류의 세기는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 연직 방향으로 쏘아 올린 자석이 고정된 금속 고리 A의 중심축을 따라 A를 통과하여 최고점에 도달한 뒤 낙하하는 모습을 나타낸 것이다. 점 p는 A의 중심축상의 점이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 자석은 회전하지 않으며 공기 저항과 자석의 크기는 무시한다.)



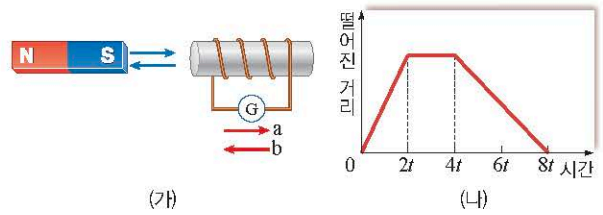
보기

- ㄱ. A에 흐르는 유도 전류의 세기는 자석이 최고점에 도달할 때 최소화이다.
- ㄴ. A에 흐르는 유도 전류의 방향은 p에서 자석이 올라갈 때와 내려올 때 서로 반대이다.
- ㄷ. 자석이 A로부터 받는 힘의 방향은 p에서 자석이 올라갈 때와 내려올 때 서로 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

서술형

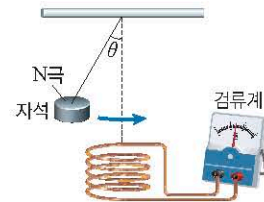
07 그림 (가)는 고정된 코일 주위에서 막대자석이 코일의 중심축을 따라 운동하는 모습을, (나)는 코일과 자석 사이의 거리를 시간에 따라 나타낸 것이다.



(1) t , $3t$ 일 때 검류계에 흐르는 전류의 방향과 그 크기를 서술하시오.

(2) t , $5t$ 일 때 코일에 흐르는 전류의 세기 I_t , I_{5t} 를 등호 또는 부등호로 비교하고, 그 까닭을 서술하시오.

08 그림은 고정된 원형 코일 위에서 실에 매달린 자석을 코일의 중심축에서 각도 θ 만큼 들었다가 가만히 놓는 순간의 모습을 나타낸 것이다. 자석의 N극은 항상 위쪽을 향한다.



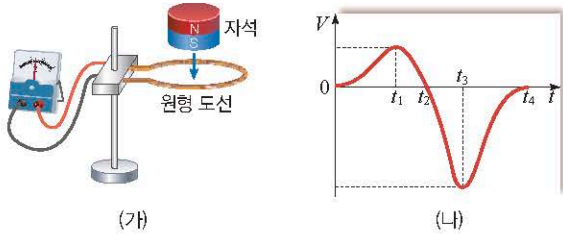
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항은 무시한다.)

보기

- ㄱ. 시간이 지날수록 θ 는 점점 감소한다.
- ㄴ. 자석이 코일에 접근할 때와 멀어질 때 검류계 바늘이 움직이는 방향은 서로 반대이다.
- ㄷ. 자석이 코일에서 멀어질 때 자석과 코일 사이에 인력이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

09 그림 (가)는 자석을 가만히 놓아 원형 도선 속으로 낙하시킬 때 원형 도선 양 끝에 걸리는 전압을 전압계로 측정하는 모습을, (나)는 (가)에서 원형 도선에 걸리는 전압(V)을 시간(t)에 따라 나타낸 것이다.



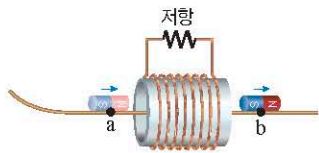
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항은 무시하며, 자석은 회전하지 않는다.)

보기

- ㄱ. 자석이 원형 도선에 가까워질 때와 멀어질 때 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 방향은 서로 반대이다.
- ㄴ. 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 최댓값은 자석이 원형 도선에 가까워질 때가 멀어질 때보다 크다.
- ㄷ. t_2 일 때 자석의 중심부는 원형 도선 안에 있다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

10 그림은 빗면을 따라 내려온 자석이 수평인 직선 레일을 따라 솔레노이드를 통과하는 모습을 나타낸 것이다. 점 a와 b는 고정된 솔레노이드의 중심에서 같은 거리만큼 떨어진 중심 축상의 점이다.



자석이 a와 b를 지날 때 서로 같은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 자석의 크기와 모든 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)

보기

- ㄱ. 저항에 흐르는 유도 전류의 방향
- ㄴ. 저항에 흐르는 유도 전류의 세기
- ㄷ. 자석이 솔레노이드로부터 받는 자기력의 방향

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

중요 11 그림은 같은 높이에서 굵기와 길이가 같은 알루미늄관과 구리관 속으로 질량이 같은 원형 자석 A와 B를 각각 낙하시키는 모습을 나타낸 것이다. 표는 A와 B가 두 관을 통과하는 데 걸린 시간을 나타낸 것이다.



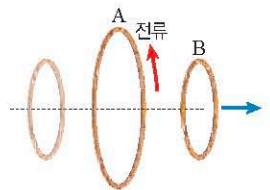
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 마찰 및 공기 저항은 무시하며, 자석은 회전하지 않는다.)

보기

- ㄱ. ㉠은 2.2초보다 짧다.
- ㄴ. 자석의 세기는 A가 B보다 약하다.
- ㄷ. A와 B가 낙하하는 동안 A와 B의 역학적 에너지는 감소한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 그림은 일정한 세기의 전류가 화살표 방향으로 흐르는 금속 고리 A의 중앙을 금속 고리 B가 등속으로 통과하는 모습을 나타낸 것이다. 두 고리의 중심 축은 동일하고 운동하기 전 B에는 전류가 흐르지 않았다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



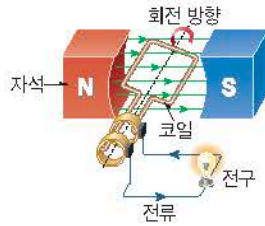
보기

- ㄱ. B는 A를 통과하기 직전에 왼쪽으로 자기력을 받는다.
- ㄴ. A를 통과한 직후 B에 흐르는 유도 전류의 방향은 A에 흐르는 전류의 방향과 반대이다.
- ㄷ. B의 속력이 클수록 B에 유도되는 전류의 최댓값은 커진다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

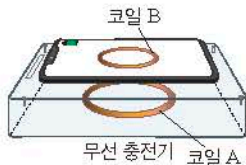
B 전자기 유도 활용

13 그림은 발전기의 구조를 나타낸 것이다. 코일이 자석 사이에서 회전할 때 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



- ① 운동 에너지가 전기 에너지로 전환된다.
- ② 유도 전류의 세기가 시간에 따라 변한다.
- ③ 코일이 빠르게 회전할수록 전구의 밝기가 밝아진다.
- ④ 코일을 통과하는 자기 선속이 시간에 따라 계속 증가한다.
- ⑤ 전류를 계속 얻기 위해서는 코일을 계속 회전시켜 주는 에너지가 필요하다.

14 그림은 스마트폰을 무선 충전기 위에 놓고 충전하는 모습을 나타낸 것이다. 무선 충전기 내부에는 코일 A가 들어 있고, 스마트폰 내부에는 코일 B가 들어 있다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㉠. A에 흐르는 전류의 세기는 항상 일정하다.
- ㉡. 전자기 유도 현상에 의해 스마트폰으로 전기 에너지가 전달된다.
- ㉢. A에 흐르는 전류의 세기가 증가할 때 A와 B에 흐르는 전류에 의한 자기장의 방향은 서로 반대이다.

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

15 그림은 스마트폰을 버스 단말기에 가까이 하는 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?



보기

- ㉠. 스마트폰 내부에는 코일이 있다.
- ㉡. 버스 단말기에서 방출하는 자기장의 세기는 항상 일정하다.
- ㉢. 스마트폰과 버스 단말기 사이의 거리가 증가하면 유도 기전력의 크기가 감소한다.

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

16 다음은 전기 기타의 원리에 대한 설명이다.

전기 기타의 줄은 강자성체로 아래쪽에 있는 자석에 의해 자기화된다. 자기화된 기타 줄이 진동하면 코일을 통과하는 이 변하여 코일에 유도 전류가 흐르게 된다. 이때 코일로 이루어진 픽업이 줄의 진동을 스피커로 전달하여 소리가 난다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㉠. 에는 '자기 선속'이 적절하다.
- ㉡. 줄이 진동할 때 코일에 흐르는 유도 전류의 방향은 변한다.
- ㉢. 픽업은 줄의 진동을 전기 신호로 변환하여 전달한다.

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

서술형

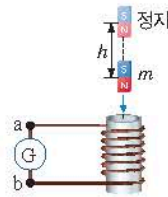
17 금속 탐지기가 금속 물체를 탐지하는 원리를 다음 용어를 모두 포함하여 서술하시오.

코일, 전자기 유도, 자기장, 유도 전류



실력 UP 문제

01 그림과 같이 질량이 m 인 자석의 N극을 아래로 하고 코일 위에서 가만히 놓았더니 자석이 코일의 중심축을 따라 h 만큼 낙하하는 동안 검류계 바늘이 움직였다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 중력 가속도는 g 이고, 자석의 크기와 공기 저항은 무시한다.)

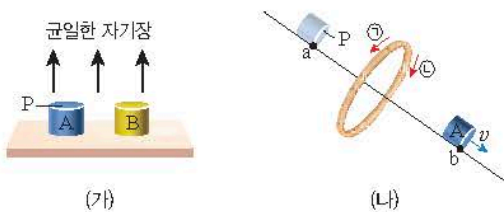


보기

- ㄱ. 검류계에 흐르는 전류의 방향은 $a \rightarrow \otimes \rightarrow b$ 이다.
- ㄴ. 코일의 유도 전류에 의한 자기장이 자석에 작용하는 힘의 방향은 자석의 운동 방향과 반대이다.
- ㄷ. 자석이 h 만큼 낙하했을 때 자석의 운동 에너지는 mgh 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림 (가)는 균일한 자기장 영역에 강자성체 A와 반자성체 B를 놓아 자기화시키는 모습을, (나)는 (가)에서 A를 꺼내 A의 P면이 경사면의 아래쪽을 향하게 하고 점 a에 가만히 놓았더니 고정된 원형 도선을 통과하여 점 b를 속력 v 로 내려오는 모습을 나타낸 것이다. a와 b는 원형 도선의 중심축상의 점이다.



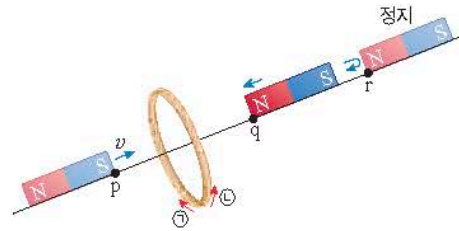
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 자석의 크기와 모든 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 P는 N극으로 자기화된다.
- ㄴ. (나)에서 A가 a를 지날 때 원형 도선에 흐르는 전류의 방향은 \odot 이다.
- ㄷ. (나)에서 B를 a에 가만히 놓으면 b를 지날 때의 속력은 v 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 빗면을 따라 운동하던 자석이 점 p를 속력 v 로 통과하여 고정된 원형 도선을 지나 점 r에서 정지한 뒤 운동 방향이 바뀌어 점 q를 지나고 있는 모습을 나타낸 것이다. p, q, r은 원형 도선의 중심축상의 점이다.



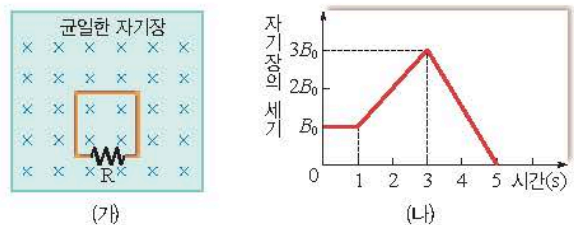
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 자석의 크기와 모든 마찰 및 공기 저항은 무시한다.)

보기

- ㄱ. 자석이 빗면을 올라가면서 q를 지날 때 원형 도선에 흐르는 유도 전류의 방향은 \odot 이다.
- ㄴ. 자석이 빗면을 올라가면서 p를 지날 때 원형 도선으로부터 받는 힘의 방향은 자석이 빗면을 올라가면서 q를 지날 때와 반대이다.
- ㄷ. 자석이 빗면을 내려가면서 p를 지날 때의 속력은 v 보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)는 종이면에 수직으로 들어가는 방향의 균일한 자기장 영역에 저항 R이 연결된 사각형 도선이 종이면에 고정되어 있는 모습을, (나)는 (가)에서 자기장의 세기를 시간에 따라 나타낸 것이다.



R에 흐르는 유도 전류에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 0초부터 1초까지 유도 전류가 흐르지 않는다.
- ㄴ. 유도 전류의 세기는 2초일 때가 4초일 때보다 크다.
- ㄷ. 유도 전류의 방향은 항상 일정하다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

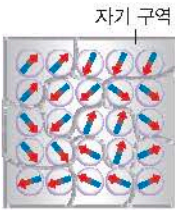
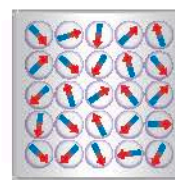
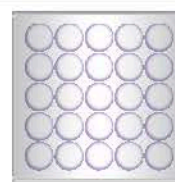
01 / 물질의 자성

1. 자기력과 자기장

- (1) 자기력: 자석과 같이 자기를 띤 물체 사이에 작용하는 힘
- (2) 자기장: 자기력이 작용하는 공간으로, 자기장의 방향은 나침반 자침의 (1)극이 가리키는 방향이다.

2. 물질의 자성

- (1) 자성: 물질이 자석에 반응하는 성질
 - ① 자성의 원인: 원자 내 전자의 궤도 운동과 (2)에 의해 생긴다.
 - ② 자기화: 물질 내의 원자 자석들이 외부 자기장과 나란하게 정렬되면서 자성을 띠는 현상
- (2) 자성체의 종류와 특징

구분	원자 자석의 분포	특징과 예
(3)	 <p>자기 구역 자기 구역이 무질서하게 배열되어 있음</p>	<ul style="list-style-type: none"> 외부 자기장을 가하면 자기화된 자기 구역이 커지면서 외부 자기장과 같은 방향으로 강하게 자기화됨 외부 자기장을 제거해도 자기화 상태가 오래 유지됨 <p>☞ 철, 니켈, 코발트 등</p>
(4)	 <p>원자 자석들이 무질서하게 배열되어 있음</p>	<ul style="list-style-type: none"> 외부 자기장을 가하면 원자 자석들이 외부 자기장과 같은 방향으로 약하게 자기화됨 외부 자기장을 제거하면 자기화 상태가 바로 사라짐 <p>☞ 알루미늄, 마그네슘, 타이타늄, 텅스텐, 산소 등</p>
반자성체	 <p>원자 자석들이 자성을 띠지 않음</p>	<ul style="list-style-type: none"> 외부 자기장을 가하면 원자 자석들이 외부 자기장과 (5) 방향으로 약하게 자기화됨 외부 자기장을 제거하면 자기화된 상태가 바로 사라짐 <p>☞ 구리, 유리, 금 등</p>

3. 자성체의 활용

(1) 강자성체의 활용

하드디스크	전자석 기증기
강자성체가 얇게 코팅된 플래터 위에서 헤드가 움직이면 헤드의 코일에 정보가 담긴 전류가 흘러 강자성체가 자기장의 방향으로 자기화되고, 정보가 저장된다.	전자석의 코일에 전류가 흘러 자기장이 형성되면 강자성체인 철심이 자기장의 방향으로 강하게 자기화되어 무거운 쇳덩어리를 들어 올린다.
자기 저항 메모리(MRAM)	(6)
강자성체의 자기화 배열에 따라 저항이 달라지는 원리를 이용한 메모리 기술로 전원이 공급되지 않아도 데이터가 유지된다.	강자성체 분말에 고무를 섞은 것으로 고무처럼 유용하게 굽힐 수 있고, 가공이 편리하여 다양한 곳에 활용된다.

(2) 액체 자석의 활용


자석 잉크	지폐의 위조를 방지하기 위해 지폐의 숫자 부분에 액체 자석 잉크를 사용한다.
조영제	자기 공명 영상(MRI) 장치의 해상도를 높이기 위해 조영제에 나노 크기의 입자인 액체 자석을 사용한다.
우주복	우주복의 미세한 틈을 완전히 막고 움직임을 부드럽게 하기 위해 안전모, 관절 부위 등의 이음새에 액체 자석을 사용한다.

- (3) 반자성체의 활용: 초전도체는 외부 자기장을 밀어내는 완전 반자성을 띤다. 초전도체 위에 영구 자석을 올리면 외부 자기장이 초전도체 내부로 침투하지 못하여 영구 자석이 초전도체 위에 떠 있게 된다. ☞ 자기 부상 열차, 자기 공명 영상(MRI) 장치, 양자 컴퓨터 등

02 / 전류의 자기 작용

1. 전류의 자기 작용

- (1) 직선 전류에 의한 자기장: 직선 도선을 중심으로 하는 동심원 모양으로 형성된다.



- 방향: 오른손 엄지손가락이 (7)의 방향을 향할 때 나머지 네 손가락이 도선을 감아주는 방향
- 세기: 전류의 세기(I)에 비례하고, 도선으로부터 수직으로 떨어진 거리(r)에 반비례 $\Rightarrow B_{\text{직선}} \propto \frac{I}{r}$

(2) 원형 전류에 의한 자기장: 도선 중심에서는 (8) 모양으로 형성되고, 도선에 가까울수록 원 모양으로 형성된다.

• 방향: 오른손 엄지손가락이 전류의 방향을 향할 때 나머지 네 손가락이 도선을 감아주는 방향
 • 세기(중심): 전류의 세기(I)에 비례하고, 도선이 만드는 원의 반지름(r)에 반비례 $\Rightarrow B_{\text{원형}} \propto \frac{I}{r}$

(3) 솔레노이드에 의한 자기장: 내부에서는 중심축에 평행하고 세기가 균일한 자기장이 형성되고, 외부에서는 막대자석이 만드는 자기장과 비슷한 모양의 자기장이 형성된다.

• 내부에서의 방향: 오른손 네 손가락을 전류의 방향으로 감아줄 때 엄지손가락이 가리키는 방향
 • 내부에서의 세기: (9)에 비례하고, 전류의 세기(I)에 비례 $\Rightarrow B_{\text{내부}} \propto nI$

2. 전류의 자기 작용

(1) 전류의 자기 작용: 외부 자기장 내에 놓인 도선에 전류가 흐르면 외부 자기장과 도선 주위에 형성되는 자기장이 상호작용 하여 도선에 힘이 작용한다.

(2) 전류의 자기 작용 이용

(10)	자기 공명 영상(MRI) 장치
전자석이 전원을 공급하면 자기장이 형성되어 전자석과 레일 사이에 작용하는 힘으로 열차가 공중에 뜨게 된다.	초전도체로 만든 코일에 강한 전류가 흐를 때 내부에 형성되는 자기장을 이용하여 신체 내부 영상을 얻는다.

3. 전류의 자기 작용을 이용한 에너지 전환

(1) 전동기

① 원리: 영구 자석 사이에 있는 코일에 전류가 흐르면 코일과 자석 사이의 자기 작용으로 코일이 회전한다.

② 에너지 전환: (11) 에너지 \rightarrow 운동 에너지

(2) 스피커

① 원리: 코일에 전류가 흐르면 코일과 자석 사이의 자기 작용으로 코일에 연결된 진동판이 진동하여 소리가 발생한다.

② 에너지 전환: 전기 에너지 \rightarrow 운동 에너지 \rightarrow (12) 에너지

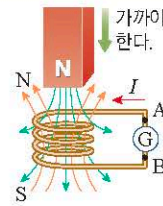
03 / 전자기 유도

1. 전자기유도

(1) 전자기 유도: 자석과 코일의 상대 운동으로 코일의 단면을 통과하는 자기 선속이 시간에 따라 변하여 코일에 (13)가 흐르는 현상

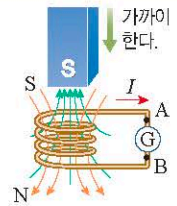
(2) (14) 법칙: 유도 전류는 코일을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다.

N극을 가까이 할 때



코일을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하기 위해 코일의 위쪽에 N극이 유도된다.

S극을 가까이 할 때



코일을 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하기 위해 코일의 위쪽에 S극이 유도된다.

(3) 패러데이 법칙

① 유도 기전력은 코일의 감은 수와 단위 시간 동안 코일을 통과하는 (15)의 변화에 비례한다.

② 유도 전류의 세기: 자석의 세기가 셀수록, 자석을 빠르게 움직일수록, 코일의 감은 수가 (16)수록 유도 전류의 세기가 커진다.

(4) 전자기 유도와 자석의 역학적 에너지: 코일에 유도되는 자기장은 항상 자석의 운동을 방해하므로 자석의 역학적 에너지는 감소한다. \Rightarrow 감소한 역학적 에너지는 (17) 에너지로 전환된다.

2. 전자기유도의 이용

(1) 에너지 전달

① 무선 충전기: 무선 충전기의 송신 코일에 시간에 따라 변하는 전류가 흐르면 스마트폰 내부의 수신 코일을 통과하는 자기 선속이 변하여 스마트폰의 배터리가 충전된다.

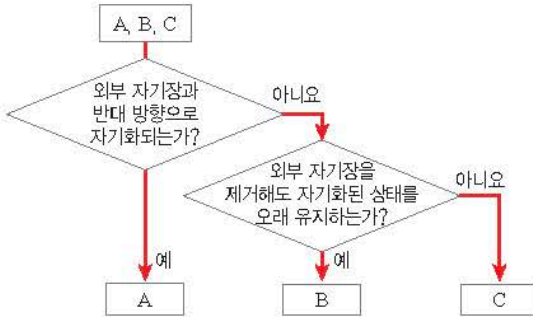
② 인덕션 레인지: 인덕션 레인지 안의 코일에 시간에 따라 변하는 전류가 흐르면 금속 용기를 통과하는 자기 선속이 변하여 금속 용기가 가열된다.

(2) (18): 근거리에서 있는 물체와 정보를 주고받는다.
 예) 근거리 무선 통신(NFC), 전파 식별(RFID)

(3) 센서: (19)의 변화를 감지하여 신호를 전달한다.
 예) 금속 탐지기, 자동차 차단기, 전기 기타 등



01 그림은 자성체 A, B, C를 기준에 따라 분류하는 과정을 나타낸 것이다. A, B, C는 강자성체, 상자성체, 반자성체 중 하나이다.



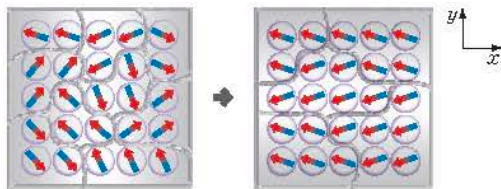
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A는 상자성체이다.
- ㄴ. B에 해당하는 물질은 철, 니켈, 코발트 등이다.
- ㄷ. C를 자석에 가까이 하면 C와 자석 사이에 인력이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림은 외부 자기장을 가하기 전과 외부 자기장을 가했을 때 어떤 물질 내부에 있는 원자 자석들의 배열 변화를 나타낸 것이다.



외부 자기장을 가하기 전 외부 자기장을 가했을 때

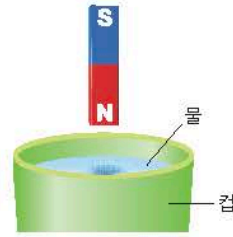
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 이 물질은 강자성체이다.
- ㄴ. 물질에 가해진 외부 자기장의 방향은 +x 방향이다.
- ㄷ. 외부 자기장을 제거하면 원자 자석들은 외부 자기장을 가하기 전과 같은 상태가 된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

03 그림은 컵에 담긴 물의 표면에 자석의 N극을 가까이 하였더니 물의 표면이 아래쪽으로 살짝 내려간 모습을 나타낸 것이다.



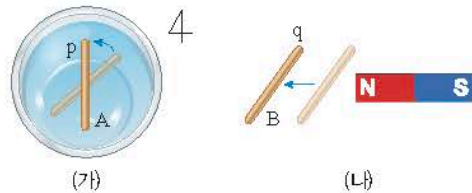
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 물은 자석에 의해 밀려나는 성질을 가지고 있다.
- ㄴ. 자석의 S극을 물의 표면에 가까이 하면 물의 표면은 위로 살짝 올라온다.
- ㄷ. 물이 자석의 자기장과 같은 방향으로 자기화되어 나타나는 현상이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

04 그림 (가)는 물질 A의 p 부분을 자석의 한쪽 극에 접촉한 뒤 물 위에 띄웠더니 p 부분이 천천히 회전하여 북쪽을 가리키는 모습을, (나)는 물질 B에 자석을 가까이 하였더니 자석으로부터 멀어지는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 A의 p 부분은 N극으로 자기화되어 있다.
- ㄴ. B는 반자성체이다.
- ㄷ. B의 q 부분을 자석의 한쪽 극에 접촉한 뒤 물 위에 띄우면 (가)와 같은 현상을 볼 수 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림 (가)는 자석에 붙어 있던 알루미늄 클립들을 자석으로부터 떼어 놓고 가까이 했을 때 서로 달라 붙지 않는 모습을, (나)는 자석에 붙어 있던 철 클립들을 자석으로부터 떼어 놓고 가까이 했을 때 서로 달라 붙는 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. (가)의 알루미늄 클립은 반자성체이다.
 ㄴ. (나)의 철 클립은 자기화되어 있다.
 ㄷ. (나)의 철 클립을 (가)의 알루미늄 클립에 가까이 하면 서로 끌어당기는 힘이 작용한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

06 그림은 자기화되어 있지 않은 물체 A를 자석 위에 올려 놓았더니 A가 자석 위에 떠서 정지해 있는 모습을 나타낸 것이다. A는 강자성체, 상자성체, 반자성체 중 하나이다.



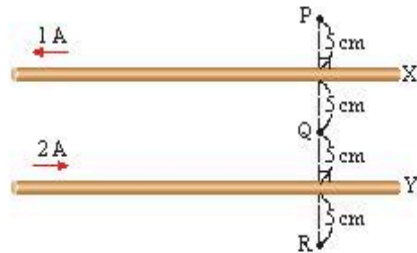
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. A에 작용하는 알짜힘은 0이다.
 ㄴ. 하드디스크의 정보 저장 물질은 A와 동일한 자기적 성질을 갖는다.
 ㄷ. 자석을 제거하면 A의 자기화된 상태가 바로 사라진다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

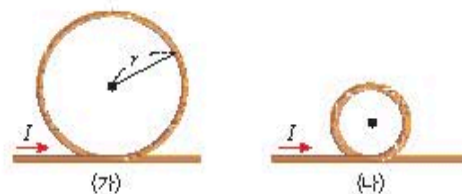
07 그림은 종이면 위에 고정된 가늘고 무한히 긴 직선 도선 X와 Y에 세기가 각각 1 A, 2 A인 전류가 화살표 방향으로 흐르고 있는 모습을 나타낸 것이다. P, Q, R은 종이면에 있는 점이다.



X와 Y 사이의 거리가 10 cm일 때 P, Q, R에서 X와 Y의 전류에 의한 합성 자기장의 세기의 비 $B_P : B_Q : B_R$ 은?

- ① 1 : 2 : 1 ② 1 : 3 : 5 ③ 1 : 9 : 5
 ④ 2 : 1 : 5 ⑤ 2 : 3 : 7

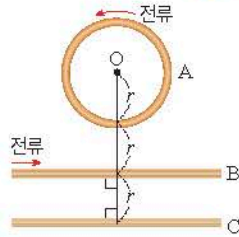
08 그림 (가)는 가늘고 무한히 긴 직선 도선을 한 번 감아 반지름이 r 인 원형 도선으로 만든 뒤 세기가 I 인 전류를 직선 도선에 흐르게 하였더니 원형 도선의 중심에서 전류에 의한 자기장의 세기가 B 인 모습을, (나)는 (가)에서 원형 도선을 한 번 감아 이중 원형 도선으로 만든 뒤 세기가 I 인 전류를 직선 도선에 흐르게 한 모습을 나타낸 것이다.



(나)의 원형 도선의 중심에서 전류에 의한 자기장의 세기는?

- ① $\frac{1}{4}B$ ② $\frac{1}{2}B$ ③ B
 ④ $2B$ ⑤ $4B$

09 그림과 같이 반지름이 r 인 원형 도선 A와 가늘고 무한히 긴 직선 도선 B, C에 전류가 흐르고 있다. A, B, C는 종이면에 고정되어 있고, A와 B에 흐르는 전류의 세기는 같다. A의 중심 O에서 A, B, C의 전류에 의한 합성 자기장은 0이다.



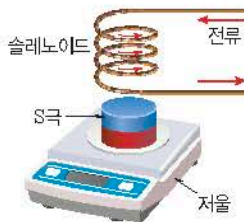
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. O에서 A의 전류에 의한 자기장의 방향은 종이면에서 수직으로 나오는 방향이다.
- ㄴ. B와 C에 흐르는 전류의 방향은 서로 같다.
- ㄷ. C에 흐르는 전류의 세기는 B에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

10 그림과 같이 자석의 S극이 위로 오게 하여 자석을 저울 위에 올려놓았더니 저울의 측정값은 10 N을 나타냈다.



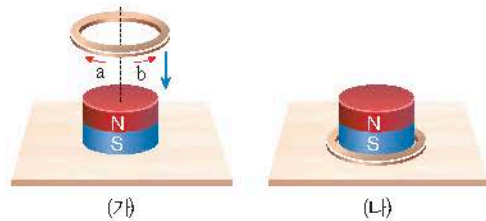
자석 바로 위에 솔레노이드를 놓은 뒤 화살표 방향으로 전류를 흘려 주었을 때 나타나는 현상에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 저울의 측정값은 증가한다.
- ㄴ. 솔레노이드 내부 자기장은 아래쪽으로 형성된다.
- ㄷ. 솔레노이드에 흐르는 전류의 방향을 반대로 하면 저울의 측정값은 증가한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11 그림 (가)는 금속으로 만든 원형 도선이 자석 위에서 자석의 중심축을 따라 낙하하고 있는 모습을, (나)는 (가)에서 원형 도선이 바닥에 떨어져 정지한 모습을 나타낸 것이다.



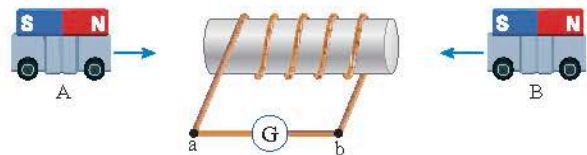
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 공기 저항은 무시한다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 원형 도선에는 a 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄴ. (가)에서 원형 도선은 가속도가 일정한 운동을 한다.
- ㄷ. (나)에서 원형 도선에는 전류가 흐르지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

12 그림은 자석이 고정된 두 수레 A와 B가 솔레노이드를 향해 서로 반대 방향으로 등속도 운동을 하는 모습을 나타낸 것이다.



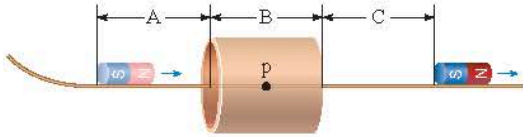
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. 검류계에 흐르는 전류의 방향은 $a \rightarrow \text{G} \rightarrow b$ 이다.
- ㄴ. A의 속력을 크게 하면 검류계 눈금은 더 큰 쪽으로 움직인다.
- ㄷ. 솔레노이드에 B만 접근시키면 검류계에 흐르는 전류의 방향은 $b \rightarrow \text{G} \rightarrow a$ 이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

13 그림은 빗면을 따라 내려온 자석이 구리관의 중심축에 놓인 마찰이 없는 수평 레일을 따라 길이가 같은 세 구간 A, B, C를 통과하는 모습을 나타낸 것이다. 점 p는 구리관의 중간 지점으로 레일상에 있다.



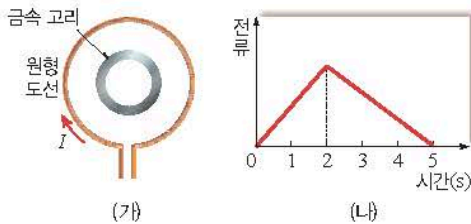
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 자석의 크기와 공기 저항은 무시한다.)

보기

- ㄱ. 자석이 A를 지날 때 구리관 내부에 유도된 자기장의 방향은 왼쪽이다.
- ㄴ. 자석이 p를 지나기 전과 지난 후 자석이 받는 자기력의 방향은 서로 반대이다.
- ㄷ. 자석의 평균 속력은 B에서가 C에서보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

14 그림 (가)는 동일한 수평면에 중심이 일치하도록 고정된 원형 도선과 금속 고리를, (나)는 원형 도선에 시계 방향으로 흐르는 전류 I 의 세기를 시간에 따라 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

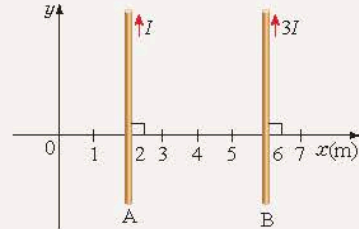
보기

- ㄱ. 도선 중심에서 원형 도선이 만드는 자기장은 수평면에 수직으로 들어가는 방향이다.
- ㄴ. 금속 고리에 유도되는 전류의 세기는 1초일 때와 3초일 때가 같다.
- ㄷ. 4초일 때 금속 고리에 흐르는 유도 전류의 방향은 원형 도선에 흐르는 전류의 방향과 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

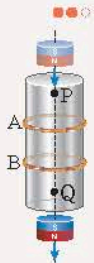
서술형 문제

15 그림은 가늘고 무한히 긴 두 직선 도선 A와 B가 xy 평면에 서로 평행하게 고정되어 있는 모습을 나타낸 것이다. A와 B에는 세기가 각각 I , $3I$ 인 전류가 흐르며 $x=2\text{ m}$, $x=6\text{ m}$ 인 지점에 놓여 있다.



- (1) x 축상에서 합성 자기장이 0인 지점을 쓰시오.
- (2) B에 흐르는 전류의 방향이 $-y$ 방향으로 바뀌었을 때 x 축상에서 합성 자기장이 0인 지점을 쓰고, 그 까닭을 서술하시오.

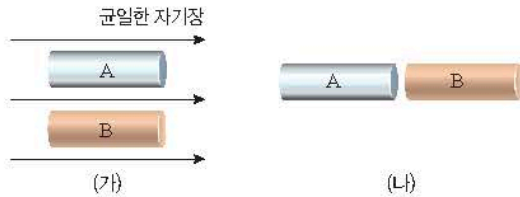
16 그림은 연직으로 세워진 플라스틱관에 동일한 원형 고리 A와 B를 고정하고 플라스틱관의 입구에서 자석을 가만히 놓았을 때 자석이 플라스틱관을 통과하여 낙하하는 모습을 나타낸 것이다. 점 P와 Q는 중심축상의 점이다. (단, 공기 저항과 A와 B 사이의 상호작용은 무시한다.)



- (1) 자석의 중심이 P를 지나는 순간 A와 B에 흐르는 유도 전류의 세기를 비교하여 서술하시오.
- (2) 자석의 중심이 Q를 지나는 순간 자석의 가속도의 크기를 중력 가속도의 크기와 비교하여 서술하시오.



01 그림 (가)는 균일한 자기장 영역에 자기화되지 않은 자성체 A와 B를 놓은 모습을, (나)는 (가)에서 두 자성체를 꺼내 가까이 한 모습을 나타낸 것이다. A와 B는 각각 강자성체와 상자성체이다.



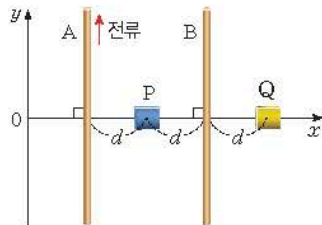
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. (가)에서 B는 외부 자기장과 같은 방향으로 자기화된다.
- ㄴ. (나)에서 A는 자기화된 상태를 오래 유지한다.
- ㄷ. (나)에서 A와 B 사이에는 자기력이 작용하지 않는다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

02 그림과 같이 같은 세기의 전류가 흐르는 가늘고 무한히 긴 직선 도선 A와 B가 xy 평면에 고정되어 있고, A에는 $+y$ 방향으로 전류가 흐른다. 물체 P와 Q는 각각 강자성체와 반자성체로 x 축상에 고정되어 있으며 A와 B의 전류에 의한 자기장에 의해 모두 자기화되어 있다.



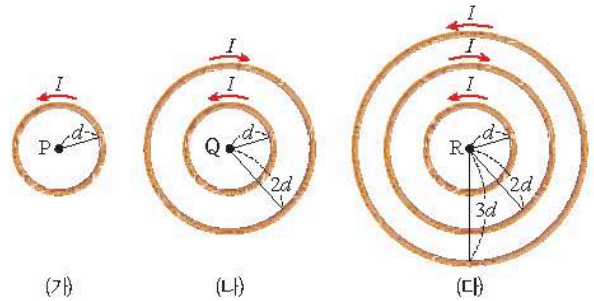
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. B에 흐르는 전류의 방향은 $+y$ 방향이다.
- ㄴ. P는 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향으로 자기화된다.
- ㄷ. Q는 P와 같은 방향으로 자기화된다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

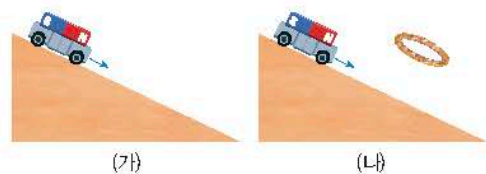
03 그림 (가)는 반지름이 d 인 원형 도선에 세기가 I 인 전류가 화살표 방향으로 흐르는 모습을, (나)는 중심이 같고 반지름이 각각 $d, 2d$ 인 원형 도선에 세기가 I 인 전류가 화살표 방향으로 흐르는 모습을, (다)는 중심이 같고 반지름이 각각 $d, 2d, 3d$ 인 원형 도선에 세기가 I 인 전류가 화살표 방향으로 흐르는 모습을 나타낸 것이다.



원형 도선의 중심 P, Q, R에서 합성 자기장의 세기의 비 $B_P : B_Q : B_R$ 은?

- ① 1 : 2 : 3 ② 1 : 3 : 2 ③ 3 : 2 : 1
- ④ 3 : 5 : 6 ⑤ 6 : 3 : 5

04 그림 (가)는 자석이 고정된 수레가 빗면을 따라 내려오는 모습을, (나)는 (가)의 빗면 위에 원형 도선을 고정하고 수레를 (가)와 동일한 위치에 놓았을 때 수레가 빗면을 따라 내려오는 모습을 나타낸 것이다.



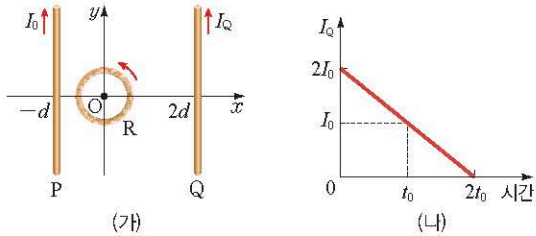
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)

보기

- ㄱ. (가)에서 수레에 작용하는 알짜힘은 일정하다.
- ㄴ. (나)에서 수레는 운동 방향과 반대 방향으로 자기력을 받는다.
- ㄷ. 바닥에 도달하는 순간 수레의 속력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
- ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

05 그림 (가)와 같이 가늘고 무한히 긴 직선 도선 P, Q와 시계 반대 방향으로 일정한 세기의 전류가 흐르는 원형 도선 R이 xy 평면에 고정되어 있다. P에는 $+y$ 방향으로 세기가 I_0 인 전류가 흐른다. 그림 (나)는 (가)에서 $+y$ 방향으로 Q에 흐르는 전류의 세기 I_Q 를 시간에 따라 나타낸 것이다. t_0 일 때 원형 도선의 중심인 O에서 합성 자기장은 0이다.



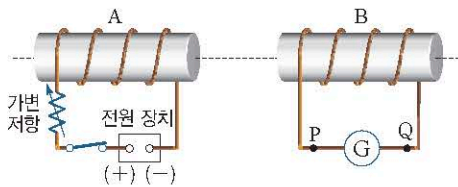
O에서 전류에 의한 자기장에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. t_0 일 때 Q의 전류에 의한 자기장의 세기는 R의 전류에 의한 자기장의 세기와 같다.
- ㄴ. 합성 자기장의 세기는 0초일 때가 $2t_0$ 일 때보다 크다.
- ㄷ. $2t_0$ 일 때 합성 자기장의 방향은 xy 평면에 수직으로 들어가는 방향이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

06 그림과 같이 솔레노이드 A와 B를 설치하고, 두 솔레노이드의 중심축이 일정하도록 A와 B를 가까이 두었다.



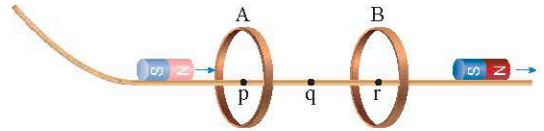
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. A와 B를 가까이 하면 B에 $Q \rightarrow G \rightarrow P$ 방향으로 유도 전류가 흐른다.
- ㄴ. A에 연결한 가변 저항의 저항값을 감소시키면 B 내부에는 오른쪽으로 자기장이 형성된다.
- ㄷ. A에 연결한 전원 장치의 전압과 가변 저항의 저항값이 일정하면 B에 일정한 세기의 전류가 흐른다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

07 그림과 같이 고정되어 있는 동일한 원형 도선 A와 B의 중심축에 마찰이 없는 레일이 있고, 빗면을 내려온 자석은 수평인 레일 위의 점 p, q, r을 지난다. p와 r은 A와 B의 중심이며, q는 p와 r로부터 같은 거리에 있다.



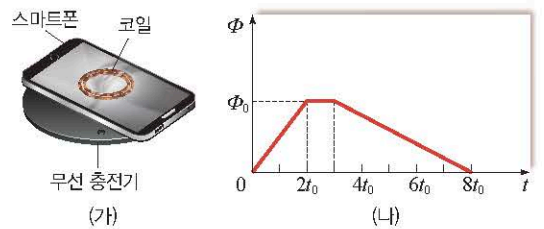
이에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은? (단, 자석의 크기와 공기 저항은 무시한다.)

보기

- ㄱ. 자석이 q를 지날 때 자석에 작용하는 알짜힘은 0이다.
- ㄴ. 자석이 q를 지날 때 A와 B에 흐르는 전류의 방향은 서로 반대이다.
- ㄷ. 자석이 p를 지날 때 B에 흐르는 전류의 세기와 자석이 r을 지날 때 A에 흐르는 전류의 세기는 서로 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

08 그림 (가)는 무선 충전기 위에 올려놓은 스마트폰 내 코일에 전류가 유도되어 스마트폰의 배터리가 충전되는 모습을, (나)는 스마트폰 내 코일을 통과하는 자기 선속(Φ)을 시간(t)에 따라 나타낸 것이다.



스마트폰 내 코일에 흐르는 유도 전류에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

보기

- ㄱ. $0 \sim 2t_0$ 동안 유도 전류의 세기는 증가한다.
- ㄴ. 유도 전류의 세기는 t_0 일 때가 $5t_0$ 일 때보다 크다.
- ㄷ. 유도 전류의 방향은 t_0 일 때와 $6t_0$ 일 때가 서로 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ