

다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

자기장은 자기력이 작용하고 자기장 에너지가 존재하는 공간이다. 자기장에서 힘이 작용하는 방향을 나타내는 자기력선은, 자석 외부에서는 N극에서 S극으로, 내부에서는 S극에서 N극으로 향하는데, 서로 겹치거나 끊어지지 않는다. 두 자석이 만나면 자기장 사이의 자기장 에너지를 낮춰 안정된 상태를 유지하도록 자기력이 작용한다. 그래서 같은 극성 사이에는 두 자기장 사이의 자기장 에너지가 높아져 서로 밀어내는 척력이, 다른 극성 사이에는 자기장이 이어지며 서로 당기는 인력이 발생한다.

이러한 자석의 성질을 이용한 장치가 영구자석 동기전동기이다. 영구자석 동기전동기는 영구자석과 전류가 흐를 때만 자성을 띠는 전자석 사이의 인력과 척력을 이용하여 전기 에너지를 회전력으로 바꾸는 전기 자동차의 핵심 장치이다.

[A] 전동기에는 영구자석이 부착된 원형의 회전자가 자동차 바퀴와 연결된 중심축에 결합되어 있고, 회전자 바깥쪽에 약간의 틈을 두고 이를 감싸는 원통형의 고정자가 배치되어 있다. 고정자의 안쪽에는 원통의 한쪽 밀면에서 다른 쪽 밀면까지 이어져 있는 수십 개의 슬롯이 일정한 간격으로 파여 있다. 이러한 슬롯을 여섯 개의 구역으로 나누었을 때 마주 보는 구역끼리 짝지은 한 쌍의 구역은 하나의 전선 다발로 감겨 있다. 이때 하나의 슬롯으로 들어간 전선은 마주 보는 슬롯으로 나온다.

이러한 구조를 바탕으로 자동차의 제어 시스템은 전자석 형성 과정과 회전력 제어 과정을 유기적으로 연결하여 전동기를 구동한다.

전자석 형성 과정은 고정자의 특정 구역에 전류가 흘러 만들어진 자기장들의 상호 작용으로, 회전자에 있는 밀면 쪽의 고정자 표면에 눈에 보이지 않는 전자석이 형성되는 과정이다. 자동차가 가속 신호를 받으면 제어 시스템에서 배터리의 전류를 특정 구역의 전선 다발에 흘려보낸다. 그러면 오른손 엄지를 전류 방향에 맞췄을 때 네 손가락 방향이 자기장의 방향이 되는 오른나사 법칙에 따라 전선 다발 주변에 자기장이 형성된다. 이때 전선 다발을 따라 전류가 고정자에서 밖으로 나오는 구역의 자기장은 반시계 방향으로, 전류가 고정자의 안으로 들어가는 구역의 자기장은 시계 방향으로 형성된다. 자기장의 방향이 반대인 두 자기장이 고정자 표면에서 마주하면서, 자기장이 나가는 방향은 N극, 들어오는 방향은 S극을 띠는 전자석이 만들어진다.

회전력 제어 과정은 이렇게 형성된 전자석의 자기력과 회전자 내 영구자석의 자기력으로 바퀴의 회전력을 조절하는 과정이다. 이를 위해 제어 시스템은 배터리의 전류를 전류의 방향과 세기가 주기적으로 변하는 교류로 변환하여 고정자 내 세 쌍의 슬롯 구역에 각각 시간차를 두고 공급한다. 제어 시스템이 주기적으로 전류의 방향을 바꿀 때마다 자기장의 방향도 반대로 바뀐다. 또한 특정 구역에 흐르는 전류의 세기가 가장 강할 때 나머지 두 구역의 전류의 세기는 각각 그 절반이 되도록 시간차를 조절하는데, 이는 전류의 세기는 전자석의 자기장 세기에 비례하므로 고정자에 흐르는 전체 전자석의 자기장 세기를 일정하게 유지시키기 위함이다. 이처럼 일정한 주기로 각 구역에 형성된 자기장들의 방향과 세기가 순차적으로 변하면서 마치 하나의 전자석이 회전하는 것과 같은 효과가 나타난다.

[B] 회전력을 가장 효율적으로 얻기 위해 제어 시스템은 회전하는 영구자석의 N극 위치를 산출하여 N극이 회전하는 방향의 90도 앞선 위치에 전자석의 S극을 형성하여 영구자석을 인력으로 당기게 하고, 동시에 뒤쪽에는 전자석의 N극을 형성하여 영구자석을 척력으로 밀어내게 함으로써 바퀴에 최대한의 동력을 전달한다.

자동차가 특정 속도 이상으로 주행하면, 회전자가 빠르게 회전하여 영구자석의 자기장에 의해 고정자의 자기장이 불안정해진다. 그러면 안정된 자기장을 유지하려는 관성으로 발생하는 ㉠ 역기전력이 커지게 된다. 역기전력이 커져 배터리 전압을 상쇄하기 시작하면 고정자에 흐르는 전류가 방해받아 전동기의 회전 속도에 제한이 생긴다. 이를 극복하기 위해 제어 시스템은 영구자석에 전자석이 겹쳐져 영구자석의 N극과 전자석의 S극이 같은 방향에 놓이도록 전류를 제어한다. 이때 고정자 내부에서 자기장의 방향이 서로 반대가 되면서 영구자석의 자기장 에너지와 전자석의 자기장 에너지가 상쇄된다. 그 결과 전동기의 회전 속도를 제한하는 역기전력의 크기도 ㉠ 감소하게 된다. 그러면 전류가 다시 원활하게 흐르면서 전동기가 빠르게 회전할 수 있게 된다.

01

윗글의 중심 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 영구자석 동기전동기의 구조적 특성과 자기장 에너지 상쇄를 통해 고속 회전을 가능하게 하는 원리를 설명하고 있다.
- ② 전기 자동차 배터리의 전압을 안정화하기 위한 고정자 슬롯 설계의 기술적 변천사를 고찰하고 있다.
- ③ 자기력선의 방향에 따른 전선 다발의 배치 방식이 회전자 회전 방향에 미치는 영향을 규명하고 있다.
- ④ 고속 주행 시 발생하는 역기전력을 활용하여 전동기의 회전력을 극대화하는 제어 시스템을 소개하고 있다.
- ⑤ 자석의 인력과 척력을 이용하여 전기 에너지를 자기장 에너지로 변환하는 물리적 과정을 분석하고 있다.

02

윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

- ① 자기력선은 자석의 외부와 내부에서 서로 반대되는 방향으로 향하며 끊어지지 않고 이어진다.
- ② 고정자의 슬롯에 감긴 전선 다발은 마주 보는 구역끼리 짝을 이루어 하나의 회로를 형성한다.
- ③ 제어 시스템은 배터리에서 공급되는 직류 전류를 그대로 사용하여 전자석의 자기장 세기를 조절한다.
- ④ 오른나사 법칙에 따르면 전류가 흐르는 방향에 따라 그 주변에 형성되는 자기장의 방향이 결정된다.
- ⑤ 두 자석 사이의 자기장 에너지가 낮아지는 방향으로 작용하는 힘은 안정된 상태를 유지하려는 성질이다.

03

윗글을 통해 알 수 있는 ㉠에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① 회전자가 정지해 있을 때 영구자석의 자기장 에너지가 고정자에 누적되어 발생하는 힘이겠군.
- ② 고정자의 자기장을 안정시키기 위해 제어 시스템이 인위적으로 배터리 전압을 높여 발생시키는 것이겠군.
- ③ 회전자의 고속 회전 시 영구자석의 자기장 변화에 저항하여 자기적 안정을 유지하려는 성질에서 비롯되겠군.
- ④ 전자석의 N극과 영구자석의 S극이 마주 볼 때 자기장 에너지가 상쇄되면서 나타나는 속도 제한 현상이겠군.
- ⑤ 고정자 슬롯의 전선 다발에 흐르는 전류의 세기가 주기적으로 변함에 따라 발생하는 자기장의 회전 효과겠군.

04

윗글을 바탕으로 추론할 수 있는 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 고정자 표면에 형성되는 전자석의 극성은 특정 구역에 흐르는 전류의 방향에 따라 결정되겠군.
- ② 특정 구역의 전류 세기가 가장 강할 때 나머지 두 구역의 전류 세기가 그 절반이 되지 않으면, 고정자 전체 전자석의 자기장 세기를 일정하게 유지하기 어렵겠군.
- ③ 회전자의 영구자석 N극 바로 뒤에 전자석의 S극을 형성하면 회전력을 얻는 효율이 낮아지겠군.
- ④ 역기전력을 줄이기 위해 영구자석과 전자석의 자기장을 상쇄하면 전동기의 에너지 효율이 항상 감소하겠군.
- ⑤ 제어 시스템이 영구자석의 위치를 정확히 산출하지 못하면 바퀴에 전달되는 동력이 손실될 수 있겠군.

05

윗글의 '영구자석'과 '전자석'에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① 영구자석은 회전자에 부착되어 있고, 전자석은 고정자 표면에 형성되어 상호 작용한다.
- ② 전자석은 전류가 흐를 때만 자성을 띠지만, 영구자석은 전류 공급 여부와 무관하게 자성을 유지한다.
- ③ 전자석의 자기장 방향은 전류의 방향에 따라 바뀌지만, 영구자석은 회전자와 함께 회전하므로 제어 시스템이 그 N극 위치를 산출해야 한다.
- ④ 영구자석은 자기장 에너지를 낮추려 하고, 전자석은 자기장 에너지를 높여 회전력을 발생시킨다.
- ⑤ 회전력을 극대화하기 위해 영구자석의 극성과 전자석의 극성 사이에 인력과 척력을 동시에 활용한다.

06

〈보기〉는 영구자석 동기전동기의 가상 실험 데이터이다. 윗글을 바탕으로 분석한 내용으로 적절하지 않은 것은?

보기

실험 상황: 고정자의 슬롯 구역 A, B, C에 전류를 공급하여 회전자를 구동함.

ㄱ. 구역 A에 흐르는 전류의 세기가 최대치인 10A에 도달했을 때, 구역 B와 C에는 각각 5A의 전류가 흐르고 있다.

ㄴ. 회전자가 저속으로 회전할 때는 영구자석 N극의 90도 앞선 지점에 전자석 S극이 형성되도록 제어한다.

ㄷ. 회전 속도가 임계치를 넘어 역기전력이 배터리 전압의 80%에 도달하자, 제어 시스템은 영구자석 N극과 전자석 S극을 동일 방향으로 정렬시킨다.

- ① ㄱ에서 구역 B와 C의 전류 세기를 A의 절반으로 조절한 것은 고정자 전체의 자기장 세기를 일정하게 유지하기 위함 이겠군.
- ② ㄴ에서 영구자석 N극의 90도 앞선 위치에 S극을 형성하는 것은 인력을 통해 회전력을 가장 효율적으로 얻기 위한 조 치겠군.
- ③ ㄷ에서 영구자석 N극과 전자석 S극을 같은 방향에 놓는 것 은 두 자기장의 방향을 반대로 만들어 에너지를 상쇄하기 위함이겠군.
- ④ ㄷ의 조치 이후에는 고정자에 흐르는 전류의 흐름이 이전 보다 방해받지 회전 속도가 점진적으로 감소하겠군.
- ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ의 모든 과정에서 제어 시스템은 배터리의 에너지를 교류로 변환하여 각 슬롯 구역에 시간차를 두고 공급하 고 있겠군.

07

윗글의 전개 방식에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 전동기의 구동 원리를 설명하기 위해 자석의 일반적 성질로부터 구체적인 제어 과정으로 논의를 확장하고 있다.
- ② 영구자석과 전자석의 물리적 한계를 제시한 후, 이를 보완하 기 위해 개발된 최신 제어 기술의 장단점을 비교하고 있다.
- ③ 전동기 내부의 구조적 결함으로 인해 발생하는 역기전력의 원인을 규명하고, 부품 교체를 통한 해결 방안을 제안하고 있다.
- ④ 전자석 형성 과정과 회전력 제어 과정을 대립적인 관점에서 분석하여 각 과정이 독립적으로 수행됨을 강조하고 있다.
- ⑤ 실생활에서 흔히 볼 수 있는 전동기의 사례를 나열한 후, 공통적으로 적용되는 전자기학적 법칙을 연역적으로 도출하 고 있다.

08

밑줄 친 ㉔에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 회전자의 회전 속도가 증가함에 따라 고정자의 자기장이 더 욱 불안정해졌음을 의미한다.
- ② 배터리에서 공급되는 전류의 세기가 약해져 전자석의 자기 장 에너지가 소멸되었음을 나타낸다.
- ③ 영구자석과 전자석의 자기장 방향이 일치하게 되어 전체 자 기장 에너지가 합쳐진 결과이다.
- ④ 역기전력이 배터리 전압을 상쇄하는 정도가 줄어들어 전동 기의 회전 제한이 완화되었음을 의미한다.
- ⑤ 고정자 내부의 슬롯 구역 간 시간차 조절이 중단되어 전자 석의 회전 효과가 사라졌음을 뜻한다.

09

윗글에서 설명하는 '고정자'와 '회전자'의 구조에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?

- ① 회전자는 자동차 바퀴와 연결된 중심축에 결합되어 원형의 형태로 배치된다.
- ② 고정자는 회전자를 감싸는 원통형 구조이며, 회전자와의 사 이에 미세한 틈이 존재한다.
- ③ 고정자 안쪽의 슬롯들은 일정한 간격으로 배치되어 있으며 수십 개에 달한다.
- ④ 하나의 슬롯으로 들어간 전선은 반드시 인접한 슬롯을 통 해 밖으로 나오도록 설계된다.
- ⑤ 고정자의 슬롯 구역은 여섯 개로 나뉘며, 마주 보는 구역끼 리 한 쌍의 전선 다발을 이룬다.

10

윗글의 '회전력 제어 과정'을 설명하기 위해 전제되어야 할 사 실로 가장 적절한 것은?

- ① 전자석의 자기장 세기는 고정자에 흐르는 전류의 세기와 무 관하게 일정해야 한다.
- ② 고정자의 각 구역에 형성되는 자기장의 방향은 시간에 따 라 고정되어 있어야 한다.
- ③ 회전하는 전자석 효과를 내기 위해서는 각 구역의 자기장 변화가 순차적으로 일어나야 한다.
- ④ 영구자석의 N극과 전자석의 N극 사이에는 항상 인력이 작 용하여 회전력을 발생시켜야 한다.
- ⑤ 배터리에서 공급되는 전류는 방향이 변하지 않는 직류 형 태여야 효율적인 제어가 가능하다.

11

윗글의 내용을 바탕으로 <보기>의 주장에 대해 보일 수 있는 반응으로 가장 적절한 것은?

보기

공학자 A는 다음과 같이 주장한다. "전동기의 효율을 높이기 위해서는 고속 주행 시 발생하는 역기전력을 억제하기보다, 오히려 역기전력이 발생하는 시점에 배터리 전압을 더 높여 전류의 흐름을 강제로 유지하는 것이 낫다. 자기장 에너지를 상쇄하는 방식은 영구자석 본연의 자기력을 약화시켜 결국 전체적인 회전 토크(회전력)의 손실을 가져오기 때문이다."

- ① A의 주장과 달리, 자기장 에너지를 상쇄하는 것은 영구자석의 물리적 자성을 영구적으로 제거하는 과정이 아니므로 토크 손실과는 무관하겠군.
- ② A의 생각처럼 전압을 높여 전류를 유지하려 해도, 역기전력이 배터리 전압을 상쇄하는 한 전동기 속도 제한을 근본적으로 해결하기는 어렵겠군.
- ③ A가 우려하는 토크 손실을 방지하기 위해서는 영구자석의 N극과 전자석의 S극을 같은 방향이 아닌 90도 각도로 배치하는 것이 더 효과적이겠군.
- ④ A의 주장대로 전압을 높이는 방식이 유효하려면, 고정자 내부에서 영구자석과 전자석의 자기장 방향이 서로 일치하여 에너지가 증폭되어야겠군.
- ⑤ A는 자기장 에너지 상쇄가 역기전력을 감소시킨다는 점을 간과하고 있으므로, 상쇄 제어 이후 전류가 원활해지는 현상을 설명하지 못하겠군.

12

[A]와 [B]에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① [A]는 전동기의 공간적 구조를, [B]는 그 구조에서 회전력을 가장 효율적으로 얻기 위한 제어 원리를 설명하고 있다.
- ② [A]는 전자석이 형성되는 인과적 단계를, [B]는 영구자석이 고정되는 물리적 조건을 제시하고 있다.
- ③ [A]와 [B] 모두 외부 환경 변화에 따라 전동기의 출력이 변하는 과정을 단계별로 서술하고 있다.
- ④ [A]는 고정자의 슬롯 배치를 통한 자기장 강화 방법을, [B]는 회전자의 위치 산출을 통한 자기장 약화 방법을 다루고 있다.
- ⑤ [A]는 전선 다발의 감기 방식에 따른 전류의 손실을, [B]는 전류의 방향 전환에 따른 에너지의 효율을 비교하고 있다.

13

윗글에서 ㉠이 발생하는 원인으로 제시된 '관성'과 문맥상 의미가 가장 가까운 것은?

- ① 외부의 압력에 굴하지 않고 자신의 신념을 관성 있게 밀고 나갔다.
- ② 갑자기 차가 멈추자 몸이 앞으로 쏠리는 것은 관성 법칙 때문이다.
- ③ 그는 오랜 조직 생활을 통해 굳어진 업무 관성에서 벗어나려 애썼다.
- ④ 예술가들은 전통이라는 거대한 관성을 깨뜨리고 새로운 형식을 창조한다.
- ⑤ 경제 주체들이 변화를 거부하는 심리적 관성이 개혁의 걸림돌이 되었다.

14

윗글의 필자가 '영구자석 동기전동기'의 제어 시스템에 대해 가질 수 있는 견해로 가장 적절한 것은?

- ① 역기전력과 같은 물리적 한계를 극복하기 위해 전자기적 상호 작용을 정밀하게 이용하는 유연한 체계이다.
- ② 전동기의 회전 속도를 높이기 위해 영구자석의 자성을 인위적으로 강화하는 소모적 방식이다.
- ③ 외부 주행 환경의 변화와 무관하게 고정된 전류 세기를 유지하는 데 최적화된 단순한 장치이다.
- ④ 역기전력이라는 불가피한 방해 요소를 에너지원으로 전환하여 재활용하는 혁신적 시스템이다.
- ⑤ 고정자와 회전자의 물리적 접촉을 통해 회전 마찰력을 동력으로 변환하는 전통적 메커니즘이다.

15

윗글의 내용을 바탕으로 할 때, <보기>의 상황에서 전동기의 회전 속도가 더 이상 올라가지 않는 이유로 가장 적절한 것은?

보기

전기 자동차가 고속도로에서 가속 페달을 밟아 속도를 계속 높이고 있다. 제어 시스템은 이미 고정자의 세 쌍의 슬롯 구역에 공급하는 교류 전류의 주기를 최소로 단축하였고, 역기 전력을 상쇄하기 위한 제어도 최대치로 수행 중이다. 하지만 특정 시점부터는 가속 페달을 더 밟아도 속도계의 숫자가 변하지 않는다.

- ① 고정자 표면의 전자석 N극과 영구자석의 N극 사이에 작용하는 척력이 인력보다 커졌기 때문이다.
- ② 제어 시스템이 공급하는 배터리 전압보다 역기전력의 크기가 더 커져 전류 공급이 완전히 차단되었기 때문이다.
- ③ 자기장 에너지 상쇄를 통해 역기전력을 감소시켰음에도 불구하고, 잔류하는 역기전력이 배터리 전압의 공급 능력을 모두 상쇄하고 있기 때문이다.
- ④ 고정자 슬롯에 흐르는 전류의 세기가 너무 강해져서 옳은 나사 법칙에 따른 자기장 형성이 더 이상 일어나지 않기 때문이다.
- ⑤ 회전자의 영구자석 위치를 산출하는 주기가 회전 속도를 따라잡지 못해 전자석의 극성 형성이 영구자석보다 뒤처지기 때문이다.

01 중심 내용 파악

정답: ① 영구자석 동기전동기의 구조적 특성과 자기장 에너지 상쇄를 통해 고속 회전을 가능하게 하는 원리를 설명하고 있다.

[출제의도]

글 전체의 핵심 제재와 전개 논리를 포괄적으로 파악하고 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ① 윗글은 영구자석 동기전동기의 구조(고정자, 회전자, 슬롯 등)를 설명한 뒤, 전자석 형성 및 회전력 제어 과정을 거쳐 고속 주행 시 역기전력을 줄이기 위한 자기장 에너지 상쇄 원리까지 체계적으로 다루고 있다.

[오답 풀이]

- ② 슬롯 설계가 언급되나 이는 구조 설명의 일부일 뿐 전압 안정화의 변천사를 다루는 글이 아니다.
 ③ 자기력선과 전선 배치가 설명되나, 이것이 회전 방향에 미치는 영향을 규명하는 것이 주된 목적은 아니다.
 ④ 역기전력은 회전 속도를 제한하는 요소이며, 이를 '활용'하는 것이 아니라 '극복'하는 과정을 다루고 있다.
 ⑤ 전동기는 전기 에너지를 회전력(운동 에너지)으로 바꾸는 장치이지, 자기장 에너지로 변환하는 것이 최종 목적이 아니다.

02 내용 일치/불일치

정답: ③ 제어 시스템은 배터리에서 공급되는 직류 전류를 그대로 사용하여 전자석의 자기장 세기를 조절한다.

[출제의도]

지문의 세부 정보를 정확하게 독해하여 사실 관계를 확인하는 능력을 평가한다.

[정답 풀이]

- ③ 세 번째 문단에서 제어 시스템은 배터리의 전류를 '전류의 방향과 세기가 주기적으로 변하는 교류로 변환하여' 공급한다고 명시되어 있다. 따라서 직류를 그대로 사용한다는 진술은 틀린 것이다.

[오답 풀이]

- ① 첫 문단에서 자석 외부(N→S)와 내부(S→N)의 방향을 명시하며 끊어지지 않는다고 설명한다.
 ② 첫 문단 끝부분에서 마주 보는 구역끼리 짝지어 전선 다발로 감겨 있다고 설명한다.
 ④ 두 번째 문단에서 오른나사 법칙을 통해 전류 방향과 자기장 방향의 상관관계를 설명한다.
 ⑤ 첫 문단에서 두 자석이 만나면 자기장 에너지를 낮춰 안정된 상태를 유지하도록 자기력이 작용한다고 설명한다.

03 개념 집중 분석

정답: ③ 회전자的高速 회전 시 영구자석의 자기장 변화에 저항하여 자기적 안정을 유지하려는 성질에서 비롯되었군.

[출제의도]

'역기전력'의 발생 원인과 성격을 지문 맥락에 따라 정밀하게 분석할 수 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ③ 마지막 문단에서 자동차가 특정 속도 이상으로 주행하여 회전자 빠르게 회전하면, 영구자석의 자기장에 의해 고정자의 자기장이 불안정해지고, 이를 안정된 상태로 유지하려는 관성으로 인해 역기전력이 발생한다고 설명하고 있다.

[오답 풀이]

- ① 역기전력은 회전자가 '빠르게 회전할 때' 발생하며 정지 시에는 발생하지 않는다.
 ② 역기전력은 시스템이 인위적으로 만드는 것이 아니라 관성에 의해 발생하는 현상이며, 오히려 배터리 전압을 상쇄한다.
 ④ 자기장 에너지 상쇄는 역기전력을 '극복'하기 위한 수단이지, 역기전력 자체의 정의가 아니다.
 ⑤ 이는 회전력 제어 과정에서 나타나는 '전자석 회전 효과'에 대한 설명이다.

04 인과/조건 추론

정답: ④ 역기전력을 줄이기 위해 영구자석과 전자석의 자기장을 상쇄하면 전동기의 에너지 효율이 항상 감소하겠군.

[출제의도]

지문의 원리를 바탕으로 명시되지 않은 상황의 결과를 논리적으로 추론하는 능력을 평가한다.

[정답 풀이]

- ④ 마지막 문단에서 자기장 에너지를 상쇄하여 역기전력을 감소시키면 전류가 다시 원활하게 흘러 전동기가 빠르게 회전할 수 있게 된다고 하였다. 이는 고속 주행 시의 속도 제한을 극복하는 과정으로 제시될 뿐, 이로 인해 에너지 효율이 감소한다는 내용은 지문에 없다. 특히 '항상' 감소한다고 단정할 근거가 없다.

[오답 풀이]

- ① 두 번째 문단에서 전류 방향에 따라 자기장 방향이 결정되어 N극과 S극이 만들어진다고 하였다.
 ② 세 번째 문단에서 특정 구역의 전류가 가장 강할 때 나머지 두 구역의 전류를 각각 그 절반으로 조절하는 것은 전체 전자석의 자기장 세기를 일정하게 유지하기 위함이라고 하였으므로 타당한 추론이다.
 ③ 세 번째 문단에서 N극의 90도 앞선 위치에 S극(인력), 뒤쪽에 N극(척력)을 배치하는 것이 가장 효율적이라고 하였으므로, 뒤쪽에 S극을 두면 척력이 발생하지 않아 효율이 떨어진다.
 ⑤ 효율적 회전력을 얻기 위해 영구자석 N극 위치 산출이 전체되어야 하므로 타당한 추론이다.

05 비교·대조

정답: ④ 영구자석은 자기장 에너지를 낮추려 하고, 전자석은 자기장 에너지를 높여 회전력을 발생시킨다.

[출제의도]

두 핵심 제재의 공통점과 차이점을 지문의 원리에 근거하여 비교할 수 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ④ 첫 문단에서 '두 자석이 만나면 자기장 에너지를 낮춰 안정된 상태를 유지하도록 자기력이 작용한다'고 하였으며, 이는 영구자석과 전자석 모두에 해당하는 자석의 일반적 성질이다. 전자석이 에너지를 높여 회전력을 만든다는 설명은 지문 근거가 없다.

[오답 풀이]

- ① 첫 문단과 두 번째 문단에서 각각의 위치와 상호 작용을 설명한다.
② 첫 문단에서 영구자석과 전자석의 정의적 차이를 설명한다.
③ 세 번째 문단에서 전류의 방향을 바꿀 때마다 자기장의 방향도 반대로 바뀐다고 하였고, [B]에서 제어 시스템이 회전하는 영구자석의 N극 위치를 산출한다고 설명한다.
⑤ 세 번째 문단 끝에서 인력과 척력을 동시에 사용하여 동력을 전달한다고 설명한다.

06 [보기] 사례 적용

정답: ④ ㄷ의 조치 이후에는 고정자에 흐르는 전류의 흐름이 이전보다 방해 받아 회전 속도가 점진적으로 감소하겠군.

[출제의도]

지문의 원리를 구체적인 실험 데이터와 상황에 적용하여 결과를 예측할 수 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ④ ㄷ의 조치는 역기전력을 감소시키기 위한 '자기장 에너지 상쇄' 과정이다. 마지막 문단에 따르면 이 조치 결과 역기전력이 감소하여 전류가 다시 원활하게 흐르고 전동기가 빠르게 회전할 수 있게 된다고 하였으므로, 속도가 감소한다는 진술은 틀렸다.

[오답 풀이]

- ① 세 번째 문단에서 특정 구역 전류가 최대일 때 나머지를 절반으로 조절하는 이유가 전체 자기장 세기 유지라고 명시되어 있다.
② 세 번째 문단 끝에서 90도 앞선 위치의 S극 형성이 인력을 이용한 효율적 동력 전달 방법임을 설명한다.
③ 마지막 문단에서 N극과 S극을 같은 방향에 놓으면 내부 자기장 방향이 반대가 되어 에너지가 상쇄된다고 설명한다.
⑤ 세 번째 문단에서 제어 시스템이 교류 변환과 시간차 공급을 통해 회전 효과를 만든다고 설명한다.

07 문단 기능 파악

정답: ① 전동기의 구동 원리를 설명하기 위해 자석의 일반적 성질로부터 구체적인 제어 과정으로 논의를 확장하고 있다.

[출제의도]

글의 전체적인 구조와 서술 전략을 파악하고 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ① 첫 문단에서 자석의 인력과 척력, 자기장 에너지라는 일반적 성질을 언급한 후, 이를 바탕으로 영구자석 동기전동기의 구조와 구체적인 제어 과정(전자석 형성, 회전력 제어, 역기전력 극복)으로 논의를 전개하고 있다.

[오답 풀이]

- ② 최신 기술의 장단점을 비교하는 것이 아니라 작동 원리를 설명하는 데 치중하고 있다.
③ 역기전력은 구조적 결함이 아니라 고속 회전 시 발생하는 물리적 현상이며, 해결 방안은 전류 제어이지 부품 교체가 아니다.
④ 두 과정은 유기적으로 연결되어 구동되는 것이지 독립적이거나 대립적인 것이 아니다.
⑤ 사례 나열보다는 특정 장치(영구자석 동기전동기)의 메커니즘 분석이 주된 내용이다.

08 ㉠~㉡ 밑줄 설명

정답: ④ 역기전력이 배터리 전압을 상쇄하는 정도가 줄어들어 전동기의 회전 제한이 완화되었음을 의미한다.

[출제의도]

문맥 속에서 특정 어휘나 구절이 갖는 기술적 함의를 정확히 파악하고 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ④ 마지막 문단에서 자기장 에너지가 상쇄되어 역기전력의 크기가 '감소'하면, 전류가 다시 원활하게 흐르고 전동기가 빠르게 회전할 수 있다고 하였다. 즉, 역기전력에 의한 속도 제한이 풀렸음을 의미한다.

[오답 풀이]

- ① 이는 ㉠가 발생하기 전의 원인 상황이다.
② 전류 세기가 약해진 것이 아니라, 방해 요소(역기전력)가 줄어들어 전류가 원활해진 것이다.
③ 자기장 방향이 '반대'가 되어 에너지가 '상쇄'된 것이지 합쳐진 것이 아니다.
⑤ 시간차 조절은 회전력 제어의 기본 원리로, ㉠와는 직접적 관련이 없다.

09 핵심 개념 정의·범주

정답: ④ 하나의 슬롯으로 들어간 전선은 반드시 인접한 슬롯을 통해 밖으로 나오도록 설계된다.

[출제의도]

지문에 제시된 장치의 구조적 특징을 세밀하게 독해했는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ④ 첫 문단의 [A] 구간을 보면 '하나의 슬롯으로 들어간 전선은 마주 보는 슬롯으로 나온다'고 되어 있다. '인접한' 슬롯이 아니라 '마주 보는' 슬롯이므로 적절하지 않다.

[오답 풀이]

- ① [A] 구간에서 회전자가 중심축에 결합된 원형임을 확인할 수 있다.
- ② [A] 구간에서 고정자가 회전자를 감싸며 약간의 틈을 두고 배치됨을 알 수 있다.
- ③ [A] 구간에서 수십 개의 슬롯이 일정한 간격으로 파여 있다고 설명한다.
- ⑤ [A] 구간에서 슬롯을 여섯 구역으로 나누고 마주 보는 구역끼리 짝지었다고 설명한다.

10 생략 전제/함축 추론

정답: ③ 회전하는 전자석 효과를 내기 위해서는 각 구역의 자기장 변화가 순차적으로 일어나야 한다.

[출제의도]

논리 전개 과정에서 생략되었거나 바탕이 되는 핵심 전제를 추론할 수 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ③ 세 번째 문단에서 '자기장들의 방향과 세기가 순차적으로 변하면서 마치 하나의 전자석이 회전하는 것과 같은 효과가 나타난다'고 설명하고 있다. 따라서 이러한 효과를 얻기 위해서는 자기장 변화의 '순차성'이 필수적인 전제가 된다.

[오답 풀이]

- ① 지문에서 자기장 세기는 전류 세기에 비례한다고 명시되어 있다.
- ② 자기장의 방향이 주기적으로 변해야 회전 효과가 발생하므로 고정되어 있으면 안 된다.
- ④ 같은 극성 사이에는 척력이 작용한다.
- ⑤ 제어 시스템은 직류를 '교류'로 변환하여 사용하므로 직류여야 한다는 전제는 틀렸다.

11 [보기] 대립 관점

정답: ② A의 생각처럼 전압을 높여 전류를 유지하려 해도, 역기전력이 배터리 전압을 상쇄하는 한 전동기 속도 제한을 근본적으로 해결하기는 어렵겠군.

[출제의도]

지문의 논리를 바탕으로 외부의 비판적 견해를 분석하고 반박하거나 평가하는 능력을 평가한다.

[정답 풀이]

- ② 마지막 문단에 따르면 역기전력은 배터리 전압을 상쇄하여 전류 흐름을 방해하고 속도 제한을 만든다. A가 제안한 전압 상승 방식은 역기전력이라는 근본적인 방해 요인을 제거하지 못한 채 힘으로 밀어붙이는 것이므로, 지문의 관점에서는 역기전력 자체를 줄이는 '상쇄 제어'가 더 근본적인 해결책이 된다.

[오답 풀이]

- ① 자기장 에너지 상쇄가 토크에 미치는 영향에 대해서는 지문에서 명시적으로 다루지 않았으므로 무관하다고 단정할 수 없다.
- ③ 90도 배치는 저속/일반 주행 시 최대 동력을 얻는 방법이지, 고속 주행 시 역기전력 해결책이 아니다.
- ④ 자기장 방향이 일치하면 에너지가 상쇄되지 않아 역기전력이 줄어들지 않는다.

- ⑤ A는 역기전력 발생 시점을 인지하고 있으나 해결 방식의 효율성을 따지는 것이므로 '간과'했다는 표현은 적절치 않다.

12 전개 방식

정답: ① [A]는 전동기의 공간적 구조를, [B]는 그 구조에서 회전력을 가장 효율적으로 얻기 위한 제어 원리를 설명하고 있다.

[출제의도]

지문의 특정 구간이 수행하는 기능적 역할과 서술 내용을 비교 분석하는 능력을 평가한다.

[정답 풀이]

- ① [A]는 회전자와 고정자의 배치, 슬롯의 간격, 전선이 감긴 모양 등 장치의 '공간적/물리적 구조'를 상세히 묘사한다. 반면 [B]는 제어 시스템이 영구자석의 위치를 산출하여 N극이 회전하는 방향의 90도 앞선 위치에 전자석의 S극을, 뒤쪽에 N극을 형성하여 회전력을 가장 효율적으로 얻는 '제어 원리'를 설명한다.

[오답 풀이]

- ② [A]는 구조 묘사이자 전자석 형성의 인과 단계가 아니다. 전자석 형성은 두 번째 문단에서 다룬다.
- ③ [A]는 정적인 구조 설명이므로 출력 변화 과정과는 거리가 멀다.
- ④ [B]는 동력을 극대화하는 방법이지 자기장을 약화하는 방법이 아니다.
- ⑤ [A]에서 전류 손실은 언급되지 않으며, [B]는 효율 극대화 방법이지 비교가 아니다.

13 어휘의 문맥적 의미

정답: ② 갑자기 차가 멈추자 몸이 앞으로 쏠리는 것은 관성 법칙 때문이다.

[출제의도]

어휘의 사전적 의미와 문맥적 의미를 구분하여 동일한 용례를 찾을 수 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ② 지문에서 ㉠(역기전력)이 발생하는 원인으로 제시된 '관성'은 '물체가 원래의 운동 상태를 유지하려는 물리적 성질'을 의미한다.
- ② 의 예문 역시 물리적인 관성 법칙을 설명하고 있으므로 문맥적 의미가 가장 가깝다.

[오답 풀이]

- ① ,
- ③ ,
- ④ ,
- ⑤ 는 모두 '오래되어 굳어진 습성'이나 '변하지 않으려는 태도' 등 비유적/사회적 의미로 사용된 경우이다.

14 필자 관점·태도

정답: ① 역기전력과 같은 물리적 한계를 극복하기 위해 전자기적 상호 작용을 정밀하게 이용하는 유연한 체계이다.

[출제의도]

지문 전체의 내용을 종합하여 대상에 대한 필자의 핵심적인 평가나 관점을 추론한다.

[정답 풀이]

- ① 필자는 전동기가 고속 주행 시 '역기전력'이라는 물리적 한계에 부딪히지만, 이를 '자기장 에너지 상쇄'라는 정밀한 전류 제어(전자기적 상호 작용)를 통해 극복하고 있음을 설명하고 있다.

[오답 풀이]

- ② 영구자석의 자성을 강화하는 것이 아니라 전자석과의 상쇄를 이용하며, 소모적이라는 평가는 부적절하다.
③ 전류 세기는 시간차를 두고 주기적으로 변하며, 주행 속도에 따라 제어 방식이 달라지므로 고정되거나 단순하지 않다.
④ 역기전력은 극복의 대상이지 에너지원으로 재활용되는 것이 아니다.
⑤ 고정자와 회전자는 틈을 두고 떨어져 있으며, 전자기력을 이용하지 마찰력을 이용하지 않는다.

15 논증 타당성·반례

정답: ③ 자기장 에너지 상쇄를 통해 역기전력을 감소시켰음에도 불구하고, 잔류하는 역기전력이 배터리 전압의 공급 능력을 모두 상쇄하고 있기 때문이다.

[출제의도]

지문의 원리를 극한의 상황에 적용하여 논리적 한계 지점을 추론할 수 있는지 평가한다.

[정답 풀이]

- ③ 마지막 문단에 따르면 역기전력은 배터리 전압을 상쇄하여 전류 흐름을 방해한다. 제어 시스템이 상쇄 제어를 통해 역기전력을 줄여 속도를 높였더라도, 속도가 더 올라가 다시 역기전력이 커져서 배터리 전압과 평형을 이루거나 그 한계에 도달하면 더 이상의 가속은 불가능해진다.

[오답 풀이]

- ① 척력과 인력의 균형 문제가 아니라 전압과 역기전력의 관계 문제이다.
② 지문은 역기전력이 배터리 전압을 '상쇄'하여 전류 흐름을 '방해'한다고 했을 뿐, 역기전력이 배터리 전압보다 커져 전류 공급이 '완전히 차단'된다고 하지 않았다. <보기> 역시 속도가 더 오르지 않는 '제한' 상황이다.
④ 전류가 강해진다고 자기장 형성이 안 된다는 근거는 없다.
⑤ 위치 산출 주기에 대한 언급은 지문에 없으며, 역기전력이라는 명시적 원인이 존재한다.