

아홉 째

그림이 보기에 제시되는 문제는 과학, 기술, 예술 지문에서 주로 출제됩니다. 대부분 지문에서 한, 두 단락의 복잡한 원리, 과정이 그림으로 제시됩니다. 그림과 연관된 지문의 내용을 대응시키면서 보기의 그림을 해석해야 합니다.

아홉 째 ① 2015학년도 10월 교육청

정답률 90%

① 물리적 측면에서 음(音)은 음압과 주파수를 가진다. 특히 음압은 음을 단위 면적당 압력으로 표현한 것으로 물리적인 의미에서의 음의 크기라 할 수 있다. 이에 반해 음량은 인간이 감각적으로 느끼는 음의 크기를 말한다. 우리가 흔히 소리가 작게 들린다거나 크게 들린다고 할 때, 이는 음량을 두고 하는 말이다. 그런데 음량, 즉 인간이 지각하는 음의 크기는 음압과 주파수의 관계에 따라 다르게 들릴 수도 있다.

② 같은 거리에 있는 두 음원에서 서로 다른 크기로 소리가 들린다면 사람들은 보통 더 크게 들리는 음원의 음압이 더 강할 것이라고 생각한다. 하지만 언제나 그런 것은 아니다. 인간이 소리를 들을 때 달팽이관의 섬모 세포가 반응하는데, 이 반응이 뇌로 전달되어 소리를 인식한다. 그런데 이 섬모 세포는 주파수에 따라 반응하는 정도가 달라서, 어떤 주파수에는 민감하게 반응하지만 어떤 주파수에는 둔감하게 반응하기도 한다. 그래서 인간은 음압뿐만 아니라 주파수에 따라서도 음의 크기를 달리 느낄 수 있다.

③ 인간의 귀는 주파수에 대하여 불규칙한 반응 특성을 가지고 있다. 예를 들어 1,000 ~ 5,000 Hz의 음에 대해서는 다른 주파수 대역에 비해 민감도가 높은 편이다. 하지만 그 이하와 이상의 주파수에 대해서는 민감도가 낮은 편이다. 그리고 대략 16 Hz 이하의 음과 20,000 Hz 이상의 음에 대해서는 인간이 들을 수 없는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 인간의 청각 특성을 대표적으로 보여 주는 것이 바로 등청감곡선이다.

④ 등청감곡선은 어떤 음들이 같은 음압을 가지고 있더라도 주파수에 따라서 음의 크기가 다르게 느껴진다는 것을 보여 준다. 음향학적으로 말하면 1,000 Hz의 순음과 같은 크기로 느껴지는 주파수별 음압의 크기를 그린 것이다. 예를 들어 이 곡선에 따르면 1,000 Hz인 순음의 음압이 30 dB일 때 느껴지는 음의 크기는 125 Hz인 순음의 음압이 40 dB일 때, 4,000 Hz인 순음의 음압이 25 dB일 때의 음의 크기와 같다고 느껴지는 것으로 알려져 있다. 만약 위의 세 순음의 음압이 모두 30 dB의 크기로 나온다면 4,000 Hz의 순음이 가장 크게 들리게 된다.

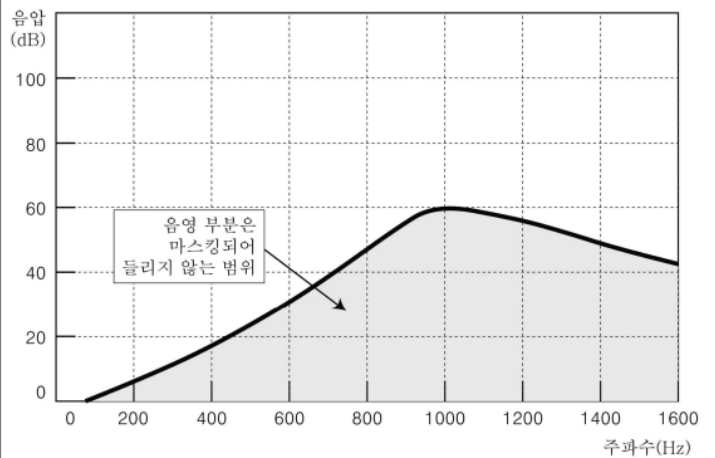
⑤ 이러한 청각 특성 때문에 어떤 음을 듣고 있을 때, 다른 음이 잘 들리지 않을 수 있다. 주위에 소음이 많으면 대화 상대의 목소리가 안 들리는 것을 경험한 적이 있을 것이다. 이때 어떤 음(대화 상대의 목소리)이 다른 음(주위의 소음)에게 마스킹되었다고 한다. 마스킹의 가장 단순한 예로는 순음 A가 존재할 때 어느 주파수 범위 내에서는 순음 B를 들을 수 없는 경우를 들 수 있다. 마스킹되어 들리지 않는 소리의 범위는 두 음의 음압과 주파수에 따라 다를 수 있다. 일반적으로는 마스킹하는 음의 음압을 높이면 마스킹되는 범위가 넓어진다. 또한 두 음이 서로 근접한 주파수의 순음일수록 마스킹이 잘 일어나는 경향이 있다.

\* 순음: 단일 주파수를 가진 음.

1. 윗글을 바탕으로 <보기>의 실험 결과를 예상할 때, 적절한 것은?

보기

아래의 그래프는 순음 A가 존재할 때, 마스킹되어 들리지 않는 소리의 범위를 나타낸 것이다. 곡선 아래의 영역은 들리지 않는다.



이때, 순음 B(600Hz, 40dB)나 순음 C(1,400Hz, 40dB)를 발생시켜 어떻게 들리는지 실험해 보았다.

- ① A의 음압이 작을수록 B나 C를 마스킹하기 쉽겠군.
- ② A와 B를 동시에 발생시킨다면 B는 A에 가려 전혀 들리지 않겠군.
- ③ A와 C를 동시에 발생시킨다면 C의 음압이 낮아져 A는 C를 마스킹하지 못하겠군.
- ④ A보다 C를 먼저 발생시킨 후 실험한다면 C는 처음에는 들리다가 A를 발생시킨 후에는 들리지 않겠군.
- ⑤ 200Hz, 20dB인 순음 D를 추가로 발생시켜 A와 D만 존재한다면 음압 차이로 D가 들리지 않겠군.

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 359

① 다세포 생물체는 신경계와 내분비계에 의해 구성 세포들의 기능이 조절된다. 이 중 내분비계의 작용은 내분비선에서 분비되는 호르몬에 의해 일어난다. 호르몬을 분비하는 이자는 소화선인 동시에 내분비선이다. 이자 곳곳에는 백만 개 이상의 작은 세포 집단들이 있다. 이를 랑게르한스섬이라고 한다. 랑게르한스섬에는 인슐린을 분비하는  $\beta$ 세포와 글루카곤을 분비하는  $\alpha$ 세포가 있다.

② 인슐린의 주된 작용은 포도당이 세포 내로 유입되도록 촉진하여 혈액에서의 포도당 농도를 낮추는 것이다. 또한 간에서 포도당을 글리코겐의 형태로 저장하게 하며 세포에서의 단백질 합성을 증가시키고 지방 생성을 촉진한다.

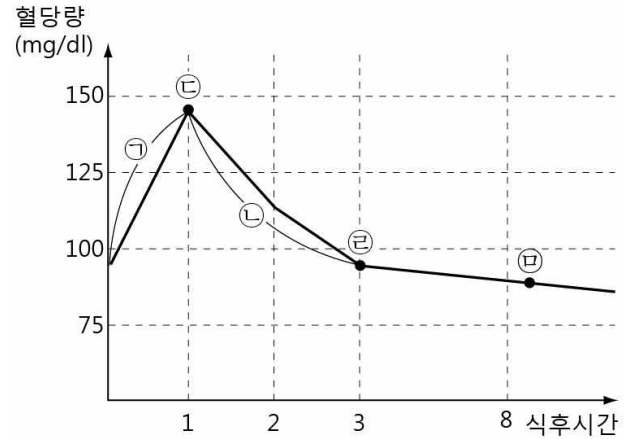
③ 한편 글루카곤은 인슐린과 상반된 작용을 하는데, 그 주된 작용은 간에 저장된 글리코겐을 포도당으로 분해하여 혈액에서의 포도당 농도를 증가시키는 것이다. 또한 아미노산과 지방산을 저장 부위에서 혈액 속으로 분리시키는 역할을 한다.

④ 인슐린과 글루카곤의 분비는 혈당량에 의해 조절되는데 식사 후에는 혈액 속에 포함되어 있는 포도당의 양, 즉 혈당량이 증가하기 때문에  $\beta$ 세포가 자극을 받아서 인슐린 분비량이 늘어난다. 인슐린은 혈액 중의 포도당을 흡수하여 세포로 이동시키며 이에 따라 혈당량이 감소되고 따라서 인슐린 분비량이 감소된다. 반면 사람이 한참 동안 음식을 먹지 않거나 운동 등으로 혈당량이 70mg/dl 이하로 떨어지면 랑게르한스섬의  $\alpha$ 세포가 글루카곤 분비량을 늘린다. 글루카곤은 간에 저장된 글리코겐을 분해하여 포도당을 만들어 혈액으로 보내게 된다. 이에 따라 혈당량은 다시 높아지게 되는 것이다. 일반적으로 8시간 이상 공복 후 혈당량이 99mg/dl 이하인 경우 정상으로, 126mg/dl 이상인 경우는 당뇨병으로 판정한다.

⑤ 포도당은 뇌의 에너지원으로 사용되는데, 인슐린과 글루카곤이 서로 반대되는 작용을 통해 이 포도당의 농도를 정상 범위로 유지시키는 데 크게 기여한다.

2. <보기>는 식후 혈당량의 변화를 나타낸 그래프이다. 윗글을 바탕으로 ㉠~㉣을 이해할 때, 적절하지 않은 것은?

<보기>



- ① ㉠에서는 간에 저장된 글리코겐을 분해하여 포도당을 만드는 호르몬의 분비가 감소하겠군.
- ② ㉡은 세포가 혈액으로부터 포도당을 흡수하는 것을 촉진하는 역할을 하는 호르몬에 의한 결과이겠군.
- ③ ㉢지점에서 혈당량이 떨어지지 않는다면  $\beta$ 세포의 기능에 문제가 있는 것이겠군.
- ④ ㉣지점에서 운동을 한다면  $\beta$ 세포가 분비하는 호르몬이 증가하겠군.
- ⑤ ㉣지점에서 혈당량을 확인하면 정상으로 판정할 수 있겠군.

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 361

① 지름  $10\mu\text{m}$  이하인 미세 먼지는 각종 호흡기 질환을 유발할 수 있기 때문에, 예방 차원에서 대기 중 미세 먼지의 농도를 알 필요가 있다. 이를 위해 미세 먼지 측정기가 개발되었는데, 이 기기들은 대부분 베타선 흡수법을 사용하고 있다. 베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기는 입자의 성분에 상관없이 설정된 시간에 맞추어 미세 먼지의 농도를 자동적으로 측정한다. 이 기기는 크게 분립 장치, 여과지, 베타선 광원 및 감지기, 연산 장치 등으로 구성된다.

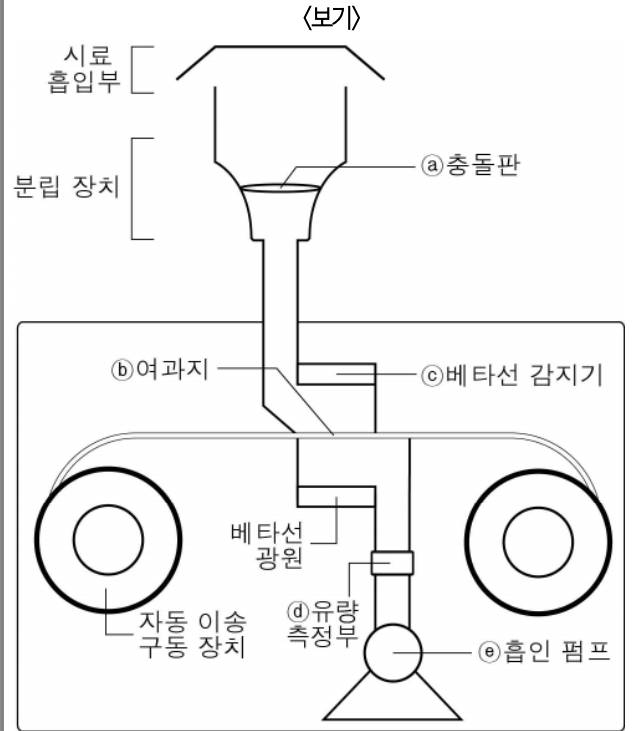
② 미세 먼지의 농도를 측정하기 위해서는 우선 분석에 쓰일 재료인 시료의 채취가 필요하다. 시료인 공기는 흡인 펌프에 의해 시료 흡입부로 들어오는데, 이때 일정한 양의 공기가 일정한 시간 동안 유입되도록 설정된다. 분립 장치는 시료 흡입부를 통해 유입된 공기 속 입자 물질을 내부 노즐을 통해 가속한 후, 충돌판에 충돌시켜  $10\mu\text{m}$ 보다 큰 입자만 포집하고 그보다 작은 것들은 통과할 수 있도록 한다.

③ 결국 지름  $10\mu\text{m}$ 보다 큰 먼지는 충돌판에 그대로 남고, 이보다 크기가 작은 미세 먼지만 아래로 떨어져 여과지에 쌓인다. 여과지는 긴 테이프의 형태로 되어 있으며, 일정 시간 미세 먼지를 포집한다. 여과지에 포집된 미세 먼지는 베타선 광원과 베타선 감지기에 의해 그 질량이 측정된 후 자동 이송 구동 장치에 의해 밖으로 배출된다.

④ 방사선인 베타선을 광원으로 사용하는 이유는 베타선이 어떤 물질을 통과할 때, 그 물질의 질량이 커질수록 베타선의 세기가 감소하는 성질이 있기 때문이다. 또한 종이는 빠르게 투과하나 얇은 금속판이나 플라스틱은 투과할 수 없어, 안전성이 뛰어나기 때문이다. 베타선 광원으로부터 조사(照射)된 베타선은 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과하여 베타선 감지기에 도달하게 된다. 이때 감지된 베타선의 세기는 미세 먼지가 없는 여과지를 통과한 베타선의 세기보다 작을 수밖에 없다. 왜냐하면 베타선이 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과할 때, 그 일부가 미세 먼지 입자에 의해 흡수되거나 소멸되기 때문이다. 따라서 미세 먼지가 없는 여과지를 통과한 베타선의 세기와 미세 먼지가 있는 여과지를 통과한 베타선의 세기에는 차이가 발생한다.

⑤ 베타선 감지기는 이 두 가지 베타선의 세기를 데이터 신호로 바꾸어 연산 장치에 보낸다. 연산 장치는 이러한 데이터 신호를 수치로 환산한 후 미세 먼지가 흡수한 베타선의 양을 고려하여 여과지에 포집된 미세 먼지의 질량을 구한다. 이렇게 얻어진 미세 먼지의 질량은 유량 측정부를 통해 측정된, 시료 포집 시 흡입된 공기량을 감안하여 ppb단위를 갖는 대기 중의 미세 먼지 농도로 나타나게 된다.

3. '베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기'를 <보기>와 같이 나타냈을 때, 이에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?



- ① a에서는 e에 의해 들어온 공기가 부딪히면서 먼지 입자가 분리된다.
- ② b에는 a를 거쳐 온 지름  $10\mu\text{m}$  이하의 먼지 입자가 쌓인다.
- ③ c에서 측정되는 베타선의 세기는 b에 포집된 미세 먼지의 질량에 반비례한다.
- ④ c에서 측정된 베타선 세기와 a에서 측정된 흡입 공기량을 활용해 미세 먼지 농도를 알아낸다.
- ⑤ d와 e 사이의 공간에는 질량 측정이 끝난 여과지에 포집된 미세 먼지가 축적된다.

오답 노트



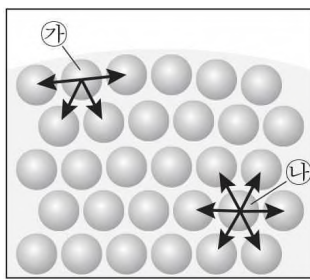
정답 및 풀이 : 해설 P 363

① 일반적으로 바닷물은 영하의 온도에도 얼지 않는다. 또한 혹한 지역의 일부 생명체들은 추위 속에서도 생명을 유지하며 살아간다. 이는 모두 어는점 내림 현상과 관련이 있다.

② 어는점 내림 현상이란 무엇일까? 어는점은 액체가 얼기 시작할 때의 온도를 말하는데, 순수한 물의 어는점은 일반적으로 0°C이다. 이때 '물이 언다'라는 것은, 온도가 0°C 이하로 내려가면서 액체 상태에서 불규칙적으로 배열되어 있던 물 분자가 규칙적으로 정렬하여 고체인 얼음이 되는 것을 말한다. 이때 용매인 물에 다른 물질, 즉 용질이 녹아 있으면 용질의 분자들이 물 분자의 정렬을 어렵게 하기 때문에 물만 있을 때보다 어는점이 내려가는데 이를 '어는점 내림 현상'이라 한다. 이때 용질의 종류나 특성이 아닌, 용질의 양에 의해서 어는점 내림과 같은 변화가 일어나는 성질을 '용액의 총괄성'이라 한다. 염분의 농도가 3.5%인 일반적인 바닷물의 경우, 많은 양의 소금이 나트륨 이온과 염소 이온으로 물에 녹아 그 이온들이 물 분자의 정렬을 어렵게 하기 때문에 얼음이 쉽게 형성되지 못한다. 그러므로 바닷물은 총괄성에 의한 어는점 내림으로 0°C가 아닌 -1.9°C에서 얼게 되는 것이다.

③ 그런데데 남극 빙어의 경우 총괄성에 의한 어는점 내림만으로는 어떻게 생명을 유지하는지를 설명하기 어렵다. 일반적으로 물고기의 경우 물의 온도가 어는점 아래로 내려가면 눈에 보이지 않는 아주 작은 얼음 결정들이 혈액이나 체액 내에 생기기 시작한다. 이 조그마한 얼음 결정들이 방치되면 물 분자들이 얼음 결정과 결합하여 얼음 결정이 순식간에 커져 결국 물고기는 죽고 말 것이다. 그런데 남극 빙어의 혈액 속에는 결빙방지단백질이라는 물질이 있어서 얼음 결정이 커지는 것을 막는다. 그렇다면 어떤 원리에 의해 이러한 현상이 나타나는 것일까?

④ 먼저 결빙방지단백질이 녹아 있는 물에 얼음 결정이 들어 있고 어는점 아래로 온도를 낮춘다고 가정해 보자. 얼음 결정의 표면에는 물 분자가 얇게 물 층을 이루고 있는데, **㉠ 그 얇은 물 층에 결빙방지단백질이 순식간에 결합한다.** 결빙방지단백질이 결합된 부분에는 더 이상 물 분자가 결합하지 못한다. 따라서 얼음 결정의 물 층은 물 분자가 계속해서 결합하는 부분과 결합하지 못하는 부분으로 나뉘진다. 이렇게 되면 물 분자가 결합할 수 있는 부분은 결합이 계속 이루어져 **㉡ 불룩한 모양의 물 층이 형성된다.** 그 결과 평평했던 얼음 결정의 물 층이 불룩하게 되어 표면적이 넓어지므로, 평평했을 때보다 물 층의 표면에 있는 물 분자의 수도 그만큼 늘어나게 된다. 이때 물 층 표면에 있는 물 분자들은 불안정한 상태이다.



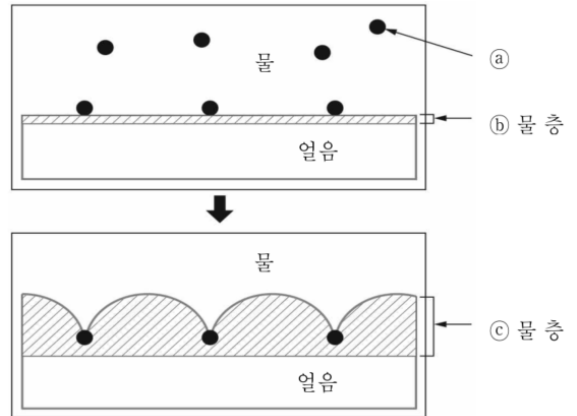
⑤ <그림>은 물 층에 존재하는 물 분자 간의 결합 상태를 나타낸 것으로 화살표는 물 분자 간의 인력을 의미한다. <그림>의 ㉠은 물 층 내부에 있는 물 분자로서 모든 방향으로 동일한 인력이 작용하므로 안정적인 상태이다. ㉡는 물 층 표면에 있는 물 분자로서 인력이 작용하는 방향이 한정적이므로 불안정한 상태이다. 따라서 ㉡는 ㉠에 비해 불안정한 상태이다. 일반적으로 불안정한 상태의 분자들은 다른 분자들과 결합하려는 힘이 더 큰데, 이는 에너지가

높은 상태라고 할 수 있다.

⑥ 그런데 물 층이 불룩해지는 과정을 통해 평평한 상태일 때보다 물 층에 불안정한 상태의 물 분자들이 더 늘어났으므로, 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 더 높아진 상태라고 할 수 있다. 이 같은 과정을 통해 물의 에너지와 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 동일한 상태가 되는데, 이를 열적 평형이라고 한다. 열적 평형이 되면 물 분자가 얼음 결정에 더 이상 결합하지 않게 되어 얼음 결정이 커지지 않는다. 즉, 어는점이 내려가는 것이다. 이와 같은 현상은 결빙방지단백질이라는 특정한 물질, 즉 용질의 종류로 인해 발생한 어는점 내림이라고 할 수 있다.

4. <보기>는 ㉠에서 ㉡로의 변화를 나타낸 것이다. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>



- ① ㉠이 ㉡에 결합하면 ㉠이 결합한 지점에는 더 이상 물 분자가 결합할 수 없겠군.
- ② ㉠에 의해 ㉡가 ㉢의 형태로 변화된 후 어는점이 내려갈 수 있겠군.
- ③ ㉡가 ㉢의 형태가 되면 ㉢의 표면에 불안정한 상태의 물 분자들이 늘어나겠군.
- ④ ㉢ 표면의 에너지는 ㉡ 표면의 에너지보다 높아져 열적 평형 상태에 도달하기 쉽겠군.
- ⑤ ㉢ 내부에 있는 물 분자의 인력 방향은 ㉢ 표면에 있는 물 분자의 인력 방향보다 제한되겠군.

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 365

① 장마철이 되면 자주 '번쩍' 하는 번개와 함께 '우르릉 쿵' 하는 천둥소리가 울려 퍼지는 자연 현상을 볼 수 있다. 번개는 대기 중에서 대규모 전류가 흐르는 현상으로 구름과 지면 사이에서 방전이 일어나는 벼락이 대표적이다. 이러한 번개와 천둥은 어떻게 해서 생길까?

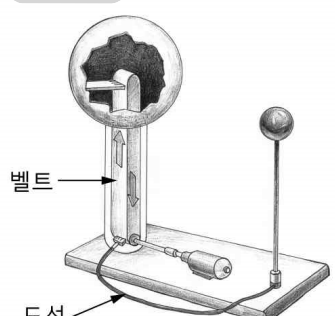
② 벼락이 발생하기 위해서는 적란운, 그리고 수증기의 증발이 필요하다. 온난 습윤한 대기가 지표면의 불균등한 가열로 인해 강한 상승기류로 발달하면 적란운이 형성된다. 동시에 공기 중에 있는 물이 수증기로 증발하게 된다. 수증기는 상승하면서 냉각되어 작은 물방울로 변하고, 얼기 시작하면서 팽창하여 양전하를 띤 바깥 껍질이 깨져 흩어지게 된다. 양전하를 띤 상대적으로 가벼운 얼음 조각은 상승 기류에 의해 구름 위로 더 상승하고, 음전하를 띤 내부의 상대적으로 무거운 물방울은 무게로 인해 적란운 하단부로 내려오게 된다. 한편 지표면의 전하는 고른 분포를 이루고 있는데, 적란운이 발달하면서 하단부에 모인 음전하를 띤 물방울로 인해 지표면의 전자가 밀려나면서 상대적으로 양전하의 양이 증가하게 된다. 적란운이 발달하게 되면 지표면과의 전위\*차가 점점 증가하게 되고 둘 사이에 섬광이 발생한다. 이것이 벼락이다.

③ 한편 번개가 발생하면 공기는 즉시 과열된다. 1초도 안 되는 시간에 온도가 무려 33,000℃로 상승하여 고온이 된 공기가 팽창한다. 그러면 주변의 공기가 압축되어, 고밀도인 부분과 저밀도인 부분이 생긴다. 이 차이가 '충격파'라는 파동이 되어 공기 속에서 전해진다. 즉 공기가 단기간에 데워지면 폭발적으로 팽창하고 음파로 들게 되는 천둥이 된다. 번개는 바로 보이지만 음파인 천둥소리는 번개보다 상대적으로 속도가 느려 약 340%의 속도로 공기 속을 이동하므로 나중에 들린다. 번개와 천둥은 거의 동시에 발생하기 때문에, 번개 발생 이후 천둥소리가 들리기까지의 시간을 측정하면 번개가 어느 정도 먼 곳에서 발생하였는지 알 수 있다. 만약, 번개가 친 후 5초 뒤에 천둥소리가 들렸다면 번개가 친 곳은 약 1,700m 떨어진 장소라고 생각할 수 있다.

\*전위: 전기장 내에서 단위 전하가 갖는 위치 에너지. 특히 전기장 내의 두 점 사이의 전위의 차이를 전위차 또는 전압(Volt)이라고 한다.

5. <보기>는 번개를 발생시키기 위한 모의 실험이다. <보기>를 [A]와 관련하여 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

**보기**



㉠ 벨트가 작동하기 전, 두 금속 구는 전기적으로 중성 상태이다. 벨트가 작동하면 벨트 하단에서 마찰 전기가 발생하여 큰 구에서 이동해 온 중성의 전하는 양전하와 전자로 분리된다.
↓
㉡ 벨트를 따라 양전하는 큰 구 쪽으로 이동하고, 전자는 도선을 따라 작은 구 쪽으로 이동한다.
↓
㉢ 벨트가 반복하여 작동하면서 큰 구에는 양전하가 늘어나 (+)극으로, 작은 구에는 전자가 늘어나 (-)극으로 유도된다.
↓
㉣ 두 금속 구 사이에 전위차가 점점 증가하여 ㉤ 둘 사이에 스파크가 일어난다.

- ① ㉠에서 두 구가 중성의 전하를 띠는 것은 적란운이 발달하기 전의 상황으로 볼 수 있겠군.
- ② ㉡은 공기 중의 물이 수증기로 증발하는 것으로 볼 수 있겠군.
- ③ ㉢은 적란운이 발달하면서 적란운 하단과 지표면이 서로 다른 전하로 유도되는 것으로 볼 수 있겠군.
- ④ ㉣은 적란운 하단과 지표면 사이에 전위차가 증가하는 것으로 볼 수 있겠군.
- ⑤ ㉤은 적란운과 지표면 사이에서 벼락이 치는 것으로 볼 수 있겠군.

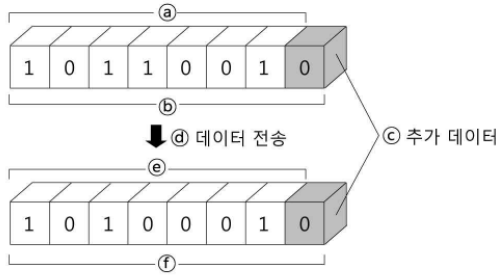
오답 노트



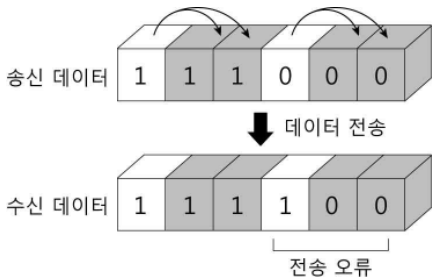
정답 및 풀이 : 해설 P 367

① 무선 통신 시스템에서 전파로 전송되는 신호는 때에 따라 왜곡될 수도 있고, 안테나나 통신 장비에서 발생하는 다양한 열잡음\*으로 원하지 않는 신호가 더해질 수도 있다. 이처럼 데이터 전송 과정에서 오류가 생기면 수신기는 잘못된 신호를 받아 정확한 정보 전달이 어려워진다. 이런 경우에 추가 데이터를 함께 보내서 오류가 발생한 데이터를 검출하거나 복구하는 방식을 사용하는데, 이는 크게 자동 재전송 요구 방식과 순방향 오류 정정 방식으로 나눌 수 있다.

② 먼저 자동 재전송 요구 방식은 송신기에서 데이터를 전송할 때 데이터 중 1의 개수가 홀수이면 1을, 짝수이면 0의 추가 데이터를 송신 정보 데이터와 함께 보낸다. 수신기에서 받은 수신 정보 데이터의 1의 개수와 추가 데이터의 값을 비교하여 두 값이 다르면 수신기는 전송된 데이터 속에 오류가 있음을 알게 된다.



③ 예를 들어 위의 그림과 같이 7개의 데이터를 전송할 때 네 번째 데이터 비트가 1이 아닌 0으로 수신될 수 있다. 이때 수신 정보 데이터의 1의 개수가 홀수인데 추가 데이터가 0이므로 오류가 발생했다는 것을 알게 된다. 그러나 수신기는 오류가 발생한 데이터의 위치를 알 수 없고, 오류를 정정할 능력 또한 없다. 이 경우 수신기는 자동 재전송 요구를 통해 송신기에 데이터 재전송을 요청한 후 오류를 복구하게 된다.

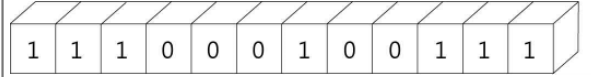


④ 다음으로 순방향 오류 정정 방식은 송신기에서 전송할 데이터를 위의 그림처럼 각각 두 번씩 복사한 추가 데이터를 송신 정보 데이터와 함께 전송하는 방식이다. 데이터 전송에 오류가 발생한 경우, 수신기는 수신 데이터에서 복사된 데이터들과 비교하여 다른 값으로 전송됐는지를 확인해 오류가 발생한 위치를 알 수 있다. 만약 수신 데이터가 1인데 복사된 데이터들의 값이 모두 0이라면 실제 전송된 데이터는 1이 아닌 0으로, 오류를 고칠 수 있다. 이처럼 순방향 오류 정정 방식은 복사된 추가 데이터를 이용해 수신기가 단독으로 오류를 정정할 수 있다.

\*열잡음: 수신기나 전송 선로 또는 전파 매체에서 전자 운동이 열에너지에 의해 동요하여 발생하는 잡음.

6. <보기>는 '순방향 오류 정정 방식'을 통해 전송된 수신 데이터이다. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 이해한 내용으로 적절한 것을 있는 대로 고른 것은?

보기



- ㄱ. 복사된 추가 데이터의 개수는 모두 8개이다.
- ㄴ. 추가 데이터로 확인하면 송신 정보 데이터는 '1011'이다.
- ㄷ. 오류가 발생한 위치는 송신 정보 데이터의 세 번째 데이터 비트이다.
- ㄹ. 송신기에 추가 데이터 전송을 요청한 후 수신 데이터와 비교해 오류를 정정한다.

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

오답 노트

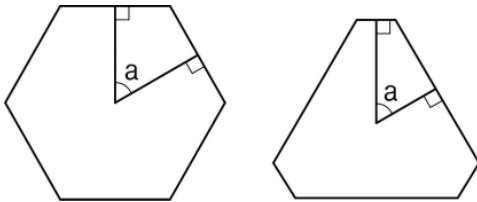


정답 및 풀이 : 해설 P 369

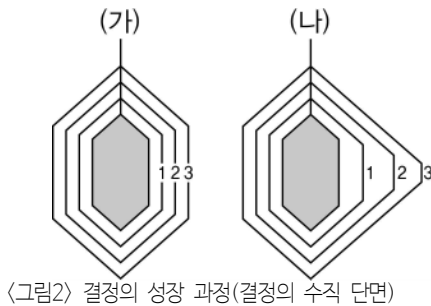


❶ 광물은 지각을 이루는 암석의 단위 물질로서 특징적인 결정 구조를 갖는다. 광물의 결정 구조는 그 광물을 구성하는 원자들이 일정하게 배열된 양상이다. 같은 광물일 경우 그 결정 구조가 동일하며, 이러한 결정 구조에 의해 나타나는 규칙적인 겉모양인 결정형(crystal form)도 동일하다. 그런데 실제로 광물들의 결정은 서로 다른 모양을 가지는 경우가 많다.

❷ 덴마크의 물리학자 니콜라우스 스테노는 등산길에서 채집한 수정의 단면들이 서로 조금씩 다른 모양을 가지고 있는 것에 궁금증이 생겼다. 그 이유를 밝히기 위해 그는 수집한 수정의 단면도를 그려서 비교해 보았다. 그 결과 수정 결정의 모양은 모두 조금씩 다르지만 맞닿은 결정면들이 이루고 있는 각은 <그림1>의 a와 같이 항상 일정하다는 '면각 일정의 법칙'을 발견하게 되었다.



❸ 스테노는 같은 광물의 결정일 경우 면각이 일정해지는 이유가 결정 내부의 규칙성 때문일 것이라 짐작했다. 당시만 해도 그 규칙성의 이유가 되는 결정 내부의 원자 배열 상태를 직접 관찰할 수 없었다. 그가 죽은 뒤 X선이 발견되고 나서야, 결정 모양이 그 결정을 이루고 있는 내부 원자들의 규칙적인 배열 상태를 반영한다는 것이 밝혀지게 되었다.



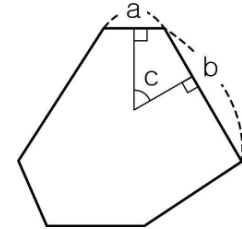
❹ 그렇다면 같은 종류의 결정이 서로 다른 모양으로 형성되는 이유는 무엇일까? 그 이유는 결정에 주입되는 물질의 공급 정도에 따라 결정면의 성장 속도가 달라지기 때문이다. 가령 <그림2>에서 보는 바와 같이 같은 광물의 작은 결정 두 개를, 같은 성분을 가진 용액 속에 매달아 놓았다고 하자. 이때 (가) 결정이 담긴 용액은 물질이 사방에서 고르게 공급될 수 있도록 하고, (나) 결정이 담긴 용액은 물질이 오른쪽에서 더 많이 공급되도록 해 놓으면 (가) 결정은 1단계에서 2단계, 3단계를 거쳐서 이상적인 모양을 가진 결정(이상결정)으로 성장하는 반면, (나) 결정은 기형적인 모양을 가진 결정(기형결정)으로 성장하게 된다. (나) 결정의 오른쪽 결정면은 다른 결정면들보다 성장 속도가 더 빠르기 때문에 결정이 성장해 나갈수록 결정면이 점점 더 좁아지고 있음을 확인할 수 있다.

❺ <그림2>를 통해 설명한 바와 같이 물질의 공급 환경이 다른 곳에서 성장한 결정들은 서로 다른 모양을 가지게 된다. 그러나 (가)와 (나)는 같은 광물의 결정이기 때문에 그 면각은 서로 같다. 이처럼 같은 광물의 결정은 그 면각이 같다는 사실을 통해 다양한 모양의 결정들의 종류를 판별할 수 있다. 면각 일정의 법칙은 광물의 결정을 판별하는 데 가장 기본적이고 중요한 기준으로, 현대 광물학의 초석이 되었다.

7. 윗글을 통해 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

보기

어떤 광물이 성장한 결과, 다음과 같은 수평 단면을 보이는 결정이 되었다. (단, 물질 공급 이전의 결정의 초기 모양은 정육각기둥으로 가정하고, 결정의 성장 과정에서 물질 공급을 제외한 다른 요인은 배제한다.)



- ① 지금까지와 같이 물질 공급이 지속된다면, a면은 점점 좁아질 것이다.
- ② 현재의 결정 모양은 a면보다는 b면으로 물질이 더 많이 공급된 결과일 것이다.
- ③ 모든 방향에서 물질이 고르게 공급되었다면, a면과 b면의 면적은 같았을 것이다.
- ④ 현재의 결정이 더 성장하게 되더라도 a면과 b면이 이루는 각 c는 항상 같을 것이다.
- ⑤ 결정의 모양이 달라졌지만, 결정 내부의 원자 배열이 가진 규칙성은 훼손되지 않았을 것이다.

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 371

① 수면은 피로가 누적된 심신을 회복하기 위해 주기적으로 잠을 자는 상태를 의미한다. 이렇게 수면은 심신의 회복과 생명 유지에 필수적이기 때문에 세익스피어는 수면을 '자연의 부드러운 간호사'라고 했다. 수면은 '비-REM수면'과 급속한 안구 운동을 동반하는 'REM(Rapid Eye Movement)'수면이 교대로 나타난다. 일반적으로 비-REM수면 이후 REM수면이 진행된다. 비-REM수면은 4단계로 진행되면서 깊은 잠에 빠져들게 되는 수면이다. 이러한 수면의 양상은 수면 단계에 따라 달리 측정되는 뇌파로 살펴볼 수 있다.

② 먼저 막 잠이 들기 시작하는 1단계 수면 상태에서 뇌는 '세타파'를 내보낸다. 세타파란 열린 잠을 자는 상태에서 나타나는 뇌파로, 이때는 언제든지 깰 수 있을 정도의 수면 상태이다. 이 단계는 각성 상태에서 수면으로 넘어가는 과도기적 상태로 뇌파가 각성 상태보다 서서히 느려진다.

③ 2단계 수면에서는 세타파 사이사이에 '수면 방추'와 'K-복합체'라는 독특한 뇌파의 모습이 보인다. 수면 방추는 세타파 중간마다 마치 실이 감겨 있는 것처럼 촘촘한 파동의 모습인데, 분당 2~5번 정도 나타나며 수면을 유지시켜 주는 역할을 한다. K-복합체는 2단계 수면에서 나타나는데, 세타파 사이사이에 아래위로 갑자기 뚝뚝하게 솟아오르는 모습을 보인다. 실험에 의하면 K-복합체는 수면 중 갑작스러운 소음이 날 때 활성화된다. 이를 통해 이것은 잠자는 사람이 깨는 것을 방지해 주는 역할을 하여 깊은 수면을 유도함을 알 수 있다.

④ 깊은 수면의 단계로 진행되면 뇌파 가운데 가장 느리고 진폭이 큰 '델타파'가 나타난다. 3단계와 4단계는 '델타파'의 비중에 따라 구별된다. 보통 델타파의 비중이 20~50%일 때는 3단계로, 50%를 넘어서 더 깊은 수면에 빠지는 상태가 되면 4단계로 본다. 때문에 4단계 수면은 '서파수면(slow-wave-sleep)'으로도 알려져 있다.

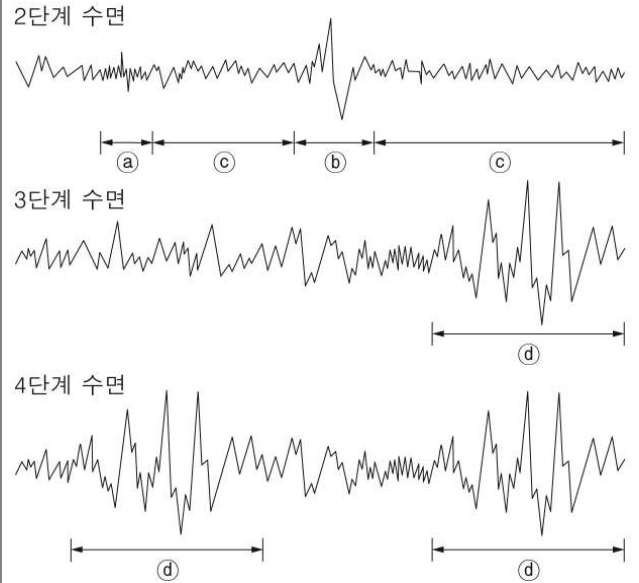
⑤ 서파수면은 대뇌의 대사율과 혈류량이 각성 수준의 75%까지 감소되는 깊은 잠의 상태이고, REM수면은 잠에 빠져 있음에도 정신 활동이 이루어지는 상태이다. 때문에 서파수면 상태에 있는 사람을 깨우면 정신을 못 차리고 비틀거리며 혼란스러워 하고, REM수면 상태의 사람을 깨우면 금세 각성 상태로 돌아온다.

⑥ 자극에 반응을 하지 않을 정도의 비-REM수면은 온전한 휴식을 통해 진정한 심신의 회복을 가져다준다. 자면서도 정신 활동이 이루어지는 REM수면은 인간의 뇌의 활동이나 학습에도 도움을 준다. 비-REM수면이든 REM수면이든 문제가 생기면 인간의 활동은 영향을 받게 된다.

\*각성 상태: 눈을 뜨고 깨어 있는 상태

8. 보기(1)은 수면의 각 단계에서 나타나는 뇌파의 모습을 나타낸 것이다. 이를 참고하여 보기(2)의 사례를 해석한 내용으로 적절하지 않은 것은?

〈보기 1〉



〈보기 2〉

- 선우는 한 번도 깨지 않고 깊은 수면을 취했다.
- 재형이는 열린 잠에서 깊은 잠으로 가지 못하고 자다 깨다를 반복했다.
- 수민이는 밖에서 소리가 날 때마다 깨어 깊이 잠들지 못했다.

- ① 선우는 수면 상태에서 수민이보다 ㉠가 여러 번 나타나겠군.
- ② 선우는 수면 상태에서 수민이보다 ㉠와 ㉡가 여러 번 나타나겠군.
- ③ 재형이는 수면 상태에서 선우에 비해 ㉠가 자주 나타나지 않았겠군.
- ④ 재형이는 수면 상태에서 ㉢가 나타나는 단계와 ㉠가 나타나는 단계가 규칙적으로 교체되었겠군.
- ⑤ 수민이는 수면 상태에서 갑작스러운 소음이 날 때 ㉢가 활성화되지 못했겠군.

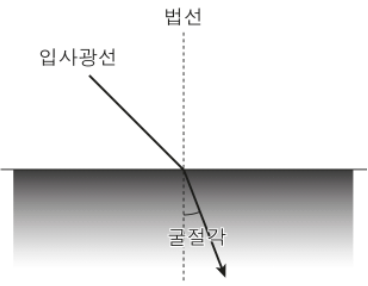
오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 373



① 빛이 어떤 물질을 통과하는 것을 투과라 한다. 오른쪽의 그림처럼 빛이 한 매질로부터 다른 매질로 들어갈 경우 빛은 입사광선과 입사점의 경계면에서 수직으로 세운 법선을 기준으로 꺾이게 되는데, 이를 굴절이라 한다. 이때 빛은 밀도가 작은 매질에서 큰 매질로 투과할 때는 감속하며 법선쪽으로 꺾이지만, 밀도가 큰 매질에서 작은 매질로 투과할 때에는 반대 방향으로 꺾인다. 대기권의 밀도가 우주 공간보다 크기 때문에 빛이 대기권에 진입할 때는 대기권 안으로 꺾여 들어온다. 이를 통해 여러 가지 자연 현상을 설명할 수 있다.



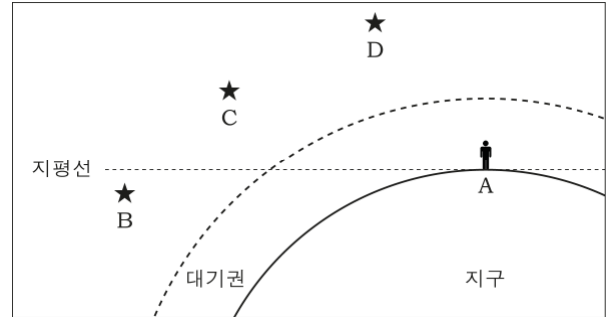
② 우선, 밤에 보이는 별은 실제보다 높은 고도에 있는 것처럼 보이게 된다. 지구 대기는 지표면에 가까울수록 그 위에 있는 상층 대기의 무게에 의해 압축되기 때문에, 지표면에 가까워질수록 빛이 굴절되는 정도는 커지게 된다. 이런 이유로 별빛은 지구 대기의 아래로 내려올수록 그 경로가 더 꺾이게 된다. 하지만 사람의 눈은 빛이 굴절되는 것을 볼 수 없기 때문에, 별빛이 어떤 방향으로부터 오는 것으로 보이면, 별도 그 방향에 있는 것으로 인지하게 된다. 그래서 지상의 관측자는 별빛이 대기층에 들어올 때의 고도보다 더 높은 곳에 있는 것처럼 별을 보게 되는 것이다. 굴절의 정도는 별의 위치가 지평선에 가까울수록 커져서, 수평 방향으로 들어오는 별빛의 경우에는 굴절각이 약 0.6°에 달한다.

③ 같은 원리로 태양도 실제보다 일찍 뜨는 것처럼 보이게 된다. 태양이 지평선과 이루는 각도가 4°일 때는 90°일 때보다 태양 빛은 12배나 더 두꺼운 대기층을 통과하게 되어, 일출 때 태양 빛의 굴절은 최대가 된다. 태양의 중심이 지평선을 통과하는 때를 기준으로 환산하면 대략 2분 정도 더 빨리 뜨는 것처럼 보이게 된다. 반대로 일몰 때는 2분 정도 더 늦게 지는 것처럼 보이게 된다.

④ 또한 일정한 밝기로 빛나는 별은 대기권에서의 빛의 굴절로 인해 우리 눈에는 반짝이는 것처럼 보이게 된다. 앞에서 설명한 것처럼 빛은 밀도 차가 있는 대기층의 경계면에서 굴절해서 입사하지만, 각각의 대기층에서도 대기 상태가 안정되지 못하면 대기의 밀도가 고르지 못하게 되어 별빛은 지속적으로 상하좌우로 굴절되는데, 이러한 이유로 별이 일정하게 은은히 빛나지 못하고 계속 깜박거리는 것처럼 보이게 된다. 바람이 부는 날일수록 별이 더 반짝이는 것처럼 느껴지는 것도 이 때문이다.

9. 윗글과 <보기>를 관련지어 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>



- ① 관측자 A가 대기권을 벗어난다면 지구에서보다 정확하게 별 C나 별 D의 방향을 인지할 수 있겠군.
- ② 별 B가 지평선 아래로 0.6°를 더 내려가더라도 관측자 A에게 보이겠군.
- ③ 대기가 불안정할수록 별 C와 별 D는 더 반짝이는 것으로 보이겠군.
- ④ 별 C보다 별 D가 실제 방향에 더 가깝게 보이겠군.
- ⑤ 대기의 밀도가 더 커진다면 별 C와 별 D는 더 높은 고도에 있는 것으로 보이겠군.

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 375

① 우리는 지구가 만들어 낸 커다란 자기장 속에서 살고 있다. 만약 금성처럼 지구에 자기장이 생성되지 않았다면 태양으로부터 쏟아지는 전기를 띤 입자들을 막지 못했을 것이며 그 결과 전기 입자들이 지닌 높은 에너지로 인해 대기층이 손상되어 생명체의 생존이 불가능했을 것이다. 이렇게 중요한 역할을 하는 지구의 자기장은 어떻게 만들어진 것일까?

② 과거의 과학자들은 지구 내부에 고체로 된 영구자석이 들어 있어서 지구 자기장을 형성한다고 추측했다. 이를 영구자화설이라고 한다. 하지만 지구 내부의 온도는 물질이 자성\*을 유지할 수 있는 온도, 즉 '큐리온도'보다 높기 때문에 이 가설은 설득력을 잃게 되었다.

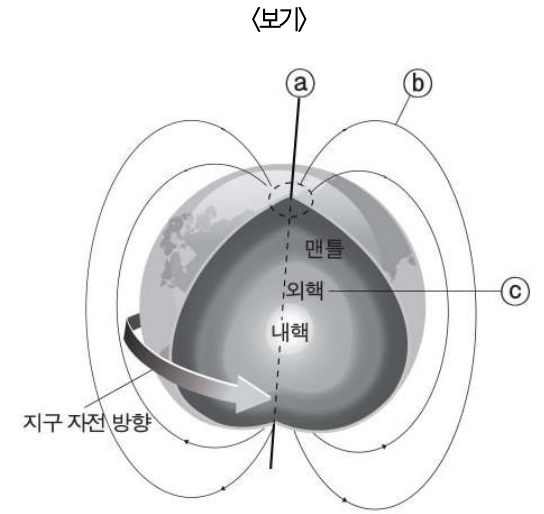
③ 그 이후에 과학자들은 지구의 외핵을 이루는 물질이 액체 상태로 존재한다는 사실과 그 물질들의 대부분은 전기 전도도가 높은 철과 니켈이라는 점에 주목하였다. 그들은 외핵을 구성하는 물질들은 유동적인 액체 상태이므로 지구의 자전 운동에 의해 외핵 내부를 순환할 것이고 이러한 전기 전도도가 높은 물질의 유동적인 순환은 전류 생성의 조건이 될 수 있다고 생각했다. 이와 같은 가정과 전류가 생성되면 그 주변에 자기장이 형성된다는 사실을 바탕으로 과학자들은 지구 내부에 지구 자기장을 형성하는 시스템이 존재할 것이라고 추측했다. 다만 전기 전도도가 높은 물질의 순환만으로는 전류가 생성될 수 없으므로 전자기유도현상\*을 근거로 지구 외부로부터의 자기장이 지구 자기장 형성에 영향을 미쳤을 것이라고 전제하였다.

④ 이와 같은 지구 자기장 형성 원리를 증명하기 위해 고안된 장치를 다이내모라고 한다. ㉠ 다이내모는 <그림>과 같이 중심축과 전기 전도도가 높은 물질로 구성된 회전판, 전류를 계속 순환시키기 위해 중심축과 회전판을 연결한 코일 등으로 구성된다. 우선 중심축을 돌리면 회전판이 함께 움직이게 된다. 이후 <그림>의 (h1)과 같이 중심축과 평행한 방향으로 1차적인 자기장을 형성시켜 주면 전자기유도현상에 의해 회전판에서 전류가 발생하게 된다. 이렇게 형성된 전류는 코일을 따라 흐르면서 코일 주변에 <그림>과 같이 2차적인 자기장(h2)을 형성하게 된다. 이후 중심축이 계속 돈다면 1차적인 자기장이 없다 하더라도 2차적인 자기장에 의해 전류가 사라지지 않게 되고 또한 전류가 코일을 따라 계속 순환되기 때문에 2차적인 자기장도 유지될 수 있는 것이다.

⑤ 이와 같은 원리를 적용하여 지구 자기장의 형성을 설명하고 있는 것이 다이내모 이론이다. 이 이론에 의하면 지구 자기장은 전기 전도도가 높은 물질의 순환과 외부로부터 주어진 1차적인 자기장의 영향에 의해 형성되었다고 할 수 있다.

\*자성 : 자석이 갖는 작용이나 성질.  
\*전자기유도현상 : 자기장 속에서 도체를 움직이거나 도체의 주변에서 자기장을 변화시키면 전류가 생성되는 현상.

10. ㉠의 구성 요소를 <보기>의 ㉡~㉣와 대응시켜 바르게 짝지은 것은?



- | ㉡     | ㉢        | ㉣   |
|-------|----------|-----|
| ① 중심축 | 2차적인 자기장 | 회전판 |
| ② 회전판 | 1차적인 자기장 | 코일  |
| ③ 중심축 | 1차적인 자기장 | 회전판 |
| ④ 회전판 | 2차적인 자기장 | 코일  |
| ⑤ 코일  | 2차적인 자기장 | 중심축 |

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 377

① 동물들은 체내 상태를 유지하기 위해 많은 전략들을 진화시켜왔는데, 삼투조절은 그 중 하나이다. **삼투조절**이란 생물이 체액 농도를 유지하기 위해 다양한 방법을 사용하여 체내의 수분 양을 조절하는 것을 말한다.

② 육상동물과 달리 어류는 물이라는 외부 환경과 직접 접촉하게 되므로 물과 체내의 농도 차이에 의한 삼투현상을 겪는 경우가 많다. 이때 삼투현상이란 농도가 다른 두 용액 사이에 반투과성 막을 설치하면 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 용매\*가 이동하는 현상을 말한다. 척추가 있는 대부분의 어류는 물속에서 삼투현상이 지속적으로 일어나면 자신의 체액 농도를 유지할 수 없어 생존하기 힘들다. 따라서 삼투조절을 통해 체내의 수분 양을 조절해야 한다.

③ 담수어와 해수어는 외부 환경 조건이 서로 다르기 때문에 이들의 삼투조절 방식은 서로 반대이다. 담수어의 체액 농도는 담수보다 높고, 해수어의 체액 농도는 해수보다 낮다. 이들 어류의 표피 세포막이 반투과성 막의 역할을 하므로, 삼투조절을 하지 않으면 담수어의 체내에는 외부로부터 수분이 과도하게 유입된다. 반면, 해수어에는 과도한 탈수 현상이 발생한다. 따라서 이들은 끊임없이 삼투조절을 해야 한다.

④ 해수어는 최대한 많은 양의 해수를 마신 후 장에서 물만 흡수하고 염류를 배출함으로써 체액 농도를 일정하게 유지한다. 체내에 수분을 최대한 많이 축적하기 위해 배출하는 오줌 양은 흡수한 수분의 약 10% 정도로 매우 적다. 오줌의 농도도 체액 농도보다 더 높을 정도로 매우 짙다. 해수어의 신장에서는 수분 배출을 최소화하기 위해 오줌 생성 과정에서 수분을 재흡수하는 작용이 활발히 일어나기 때문이다.

⑤ 또한 물고기의 아가미에는 염류를 흡수하거나 배출하는 세포가 있다. 이러한 염류세포에 있는 작은 통로를 열어 체내에 유입된 염류를 활발히 배출함으로써 해수어는 체액 농도를 일정하게 유지한다. 삼투조절을 할 때는 에너지가 소모된다. 해수어는 삼투조절을 위해 휴식기 에너지 소모량의 5% 이상을 사용한다. 그런데 에너지 소모량은 체액 농도와 주위 환경과의 차이, 표피 세포막의 수분 투과 정도 등에 따라 달라질 수 있다.

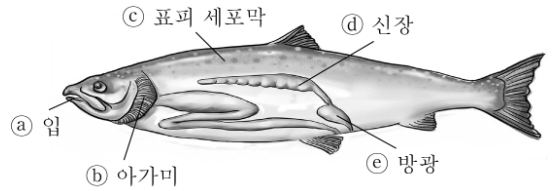
⑥ 강에서 태어난 연어는 바다로 내려가면 해수어와 같은 방법으로 삼투조절을 해서 수분을 최대한 체내에 저장하고 염류를 배출한다. 그러나 산란기에 다시 모천으로 회귀하게 되면 이와는 반대의 방법으로 삼투조절을 한다. 따라서 연어는 바다에서는 수분 손실로 인한 체형 수축이 일어나지 않으며, 강에서는 수분 유입으로 인해 풍선처럼 몸이 불어나는 일도 없다. 연어와 같이 물이라는 환경에 직접 노출되어 있는 대부분의 어류에게 있어서 삼투조절은 주위 환경 속에서 생존하기 위한 필수적인 작용이다.

\*용매: 용액을 구성하는 원래의 액체.

11. 윗글을 바탕으로 <보기>의 ㉠~㉢에 대해 추론했을 때, 적절하지 않은 것은?

<보기>

[강으로 회귀한 연어]



- ① ㉠로 체액 농도를 유지하기 위해 물을 많이 들이마시려 하겠군.
- ② ㉡에서는 염류 이동 통로가 닫히면서 흡수된 염류의 누출을 최소화하겠군.
- ③ ㉢를 통해 외부의 수분이 체내로 유입되는 현상이 일어나겠군.
- ④ ㉠에서는 수분을 재흡수하는 작용이 바다에서보다 활발하지 않겠군.
- ⑤ ㉢에서 배출되는 오줌의 양은 바다에서보다 더 많겠군.

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 379

① 일반적으로 어른은 추위를 느끼면 몸을 떠는 등의 행동을 통해 열을 발생시켜 체온을 유지한다. 세포의 구성 물질인 미토콘드리아에서는, 음식물을 통해 얻은 포도당을 아데노신삼인산(ATP)의 형태로 바꾸어 저장해 둔다. 이후 체온이 내려가면 근육을 떠는 과정을 통해 ATP가 분해되어 열이 발생하는 것이다.

② 그러나 신생아는 성인만큼 근육이 발달되어 있지 않아 체온을 유지할 정도로 근육을 떨 수 없어, 등뼈나 신장 주변에 분포한 갈색 지방 조직을 통해 체온을 유지한다. 갈색 지방 조직을 구성하는 갈색 지방 세포는 지방산이 포함된 기름방울과 미토콘드리아로 구성되어 있다. 일반 세포의 미토콘드리아는 기질, 내막, 외막, 내막과 외막 사이의 막간 공간 등으로 이루어져 있는데, ㉠ **갈색 지방 세포의 미토콘드리아** 역시 그 구조는 같다. 하지만 열 발생 과정에서 내막에 있는 특정 단백질이 작용한다는 점이 다르다. 그 단백질이 작용하여 신생아가 체온을 유지하는 과정은 다음과 같다.

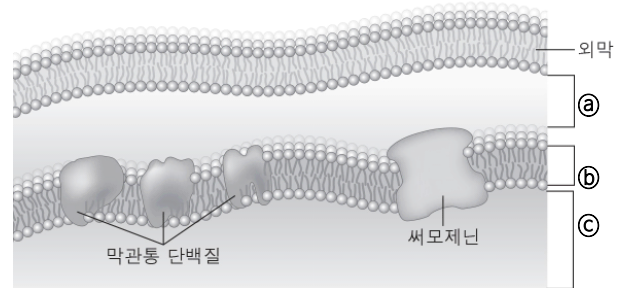
③ 신생아의 체온이 내려갔을 때, 뇌의 시상하부에서 신호를 보내면 교감 신경 말단에서 노르아드레날린이 분비된다. 이로 인해 갈색 지방 세포의 세포막에 있는  $\beta$  수용체가 자극을 받으면, 갈색 지방 세포 안에 존재하고 있던 지방산이 미토콘드리아의 외막과 내막을 거쳐 기질로 운반된다. 이후 지방산의 분해로 발생한 전자가 조효소에 의해 내막에 존재하는 막관통 단백질로 전달된다. 이로 인해 막관통 단백질들은 자신을 통로로 하여 기질에 이미 존재하고 있던 수소 이온( $H^+$ )을 막간 공간으로 이동시킨다.

④ 그런데 수소 이온이 기질에서 막간 공간으로 이동하면, 막간 공간과 기질에 존재하는 수소 이온의 농도 차이가 발생한다. 이와 같은 농도 차이로 인해 양성자 이동력이라 부르는 에너지가 형성되고, 이 힘에 의해 수소 이온은 농도가 낮은 기질로 되돌아가게 된다. 그러나 내막은 수소 이온과 같은 양성자에 대해 불투과성이기 때문에 막간 공간으로 이동될 때와 같은 방식으로 내막에 존재하는 특정 단백질 통로를 거쳐야 한다.

⑤ 이때 중요한 점은 수소 이온이, 갈색 지방 세포의 미토콘드리아에만 존재하는 '써모제닌'이라는 단백질 통로를 거쳐 이동한다는 점이다. 일반 세포의 미토콘드리아에서는 수소 이온이 기질로 되돌아갈 때 ATP 합성효소를 통과하게 되는데, 이때 양성자 이동력을 ATP 합성에 사용한다. 이와 달리 갈색 지방 세포의 경우 써모제닌은 양성자 이동력을 ATP 합성에 사용하지 않는다. 따라서 수소 이온은 양성자 이동력에 의해 가속도가 붙어서 기질의 수분 등과 부딪히게 되고 그 결과 열이 발생하게 되는 것이다.

12. <보기>는 ㉠의 일부를 나타낸 것이다. 윗글을 바탕으로 ㉠~㉣를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>



- ① ㉠과 ㉡를 거친 지방산이 ㉢에서 분해되면, ㉢의 수소 이온이 ㉠로 이동하게 될 것이다.
- ② ㉢의 전자가 막관통 단백질에 전달되면, ㉠에서 수소 이온이 생성될 것이다.
- ③ ㉠과 ㉢의 수소 이온 농도 차로 인해 ㉠의 수소 이온은 써모제닌을 통과한다.
- ④ ㉠의 수소 이온이 ㉢로 이동할 때에는 일반 세포에서와 달리 가속도가 붙는다.
- ⑤ ㉠의 수소 이온과 ㉢의 수소 이온은, 서로 다른 단백질 통로를 거쳐 각각 ㉢과 ㉠로 이동한다.

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 381

① 신경과학의 많은 연구들은 기억의 형성을 '장기강화'로 설명한다. 이에 따르면 뇌의 신경세포들은 세포 사이의 틈새인 시냅스로 전기적·화학적 신호를 전달하면서 정보를 공유하는 시냅스 연결을 한다. 이 신호가 강력해 시냅스 연결이 오래 유지 되는 현상이 장기강화이며, 이를 통해 기억이 형성된다는 것이다.

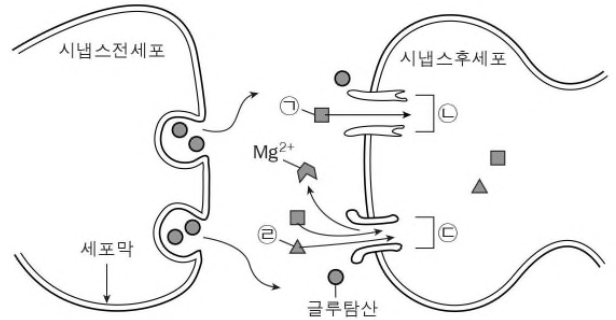
② 시냅스 연결은 신경세포에 있는 이온들의 활동이 바탕이 된다. 이온은 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산되며 이동하는 성질 등으로 신경세포막의 안과 밖을 이동한다. 이러한 이온의 이동은 신경세포의 상태를 변화시킨다. 우선 외부 자극이 없으면 주로 세포막 밖은 양이온이 많고 안은 음이온이 많아져 세포막 안팎이 각각 양전하, 음전하로 나뉘는 분극이 일어난다. 이 과정의 신경세포는 안정 상태에 있다. 그런데 새로운 정보 등의 외부 자극이 있으면 양전하를 띤  $\text{Na}^+$ (나트륨 이온)이 밖에서 안으로 확산되어 세포 안에 양전하가 쌓이는 탈분극이 일어난다. 탈분극은 신경세포를 흥분상태로 만들면서 전기적 신호인 활동전위를 형성한다. 신경세포가 흥분상태가 되면 세포 밖의  $\text{Ca}^{2+}$ (칼슘 이온)이 안으로 확산된다. 그러면 이  $\text{Ca}^{2+}$ 은 글루탐산을 비롯한 여러 신경전달물질, 즉 화학적 신호를 밖으로 분비시킨다. 이 신호가 다른 신경세포와 결합하면서 시냅스 연결이 이루어진다. 이때 화학적 신호를 분비한 세포를 '시냅스전세포', 화학적 신호를 받는 세포를 '시냅스후세포'라고 한다.

③ 이러한 시냅스 연결이 장기강화로 이어지는 것은 글루탐산과  $\text{Ca}^{2+}$ 의 역할 때문이다. 흥분상태의 시냅스전세포가 분비한 글루탐산은 시냅스후세포의 암파 수용체\*와 NMDA 수용체를 자극한다. 먼저 암파 수용체의 통로는 많은 양의 글루탐산의 자극이 있으면 개방된다. 이 통로로  $\text{Na}^+$ 이 안으로 확산되면 시냅스후세포도 탈분극되어 흥분상태가 된다. 이렇게 되면 글루탐산의 자극을 받고 [A] 있는 NMDA 수용체의 통로에서  $\text{Mg}^{2+}$ (마그네슘 이온)이 제거되어 통로가 열린다. 그리고 개방된 NMDA 수용체 통로로  $\text{Na}^+$ 과  $\text{Ca}^{2+}$ 이 확산에 의해 안으로 유입된다. 유입된  $\text{Ca}^{2+}$ 은 세포 안의 단백질을 활성화시키고 활성화된 단백질은 새로운 암파 수용체를 만들어낸다. 그 결과 시냅스후세포는  $\text{Na}^+$ 을 더 많이 받아들여 탈분극을 강화하고,  $\text{Ca}^{2+}$ 의 유입이 지속되어 흥분상태를 오래 유지할 수 있게 된다.

④ 또한 흥분된 시냅스후세포는 역으로 시냅스전세포에 신호를 보내 시냅스전세포의 글루탐산 분비량을 늘려 시냅스 연결을 더욱 강화한다. 이를 통해 시냅스 연결은 3시간까지 유지되는데 이를 초기 장기강화라고 한다. 이에 비해 시냅스 연결이 24시간 이상 지속되기도 하는데, 이를 후기 장기강화라고 한다. 후기 장기강화가 초기 장기강화와 다른 점은 새로운 단백질을 합성한다는 것이다. 암파 수용체는 수명이 짧아 시냅스 연결을 유지하려면 암파 수용체를 새로 만들어야 하는데 초기 장기강화 때처럼 세포 안에 있는 단백질만을 활용하면 이를 지속할 수 없다. 따라서 새롭게 단백질을 합성해 암파 수용체를 계속 만들어내는 것이다. 신경과학자들은 초기 장기강화를 통해 단기기억이 후기 장기강화를 통해 장기기억이 형성된다고 본다.  
\* 수용체 : 단백질로 된 구조물로 세포 외 물질에 반응하는 역할을 하며, 세포막을 관통하는 통로를 갖고 있어 이온을 투과시키기도 함.

13. [A]를 참고하여 (보기)를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은 ?

(보기)



- ① 시냅스후세포가 흥분상태로 변하기 위해서는 ㉠의 유입이 필수적이다.
- ② ㉠이 시냅스후세포로 유입되면 ㉡이 새로 만들어질 수 있다.
- ③ ㉢의 통로가 열리기 위해서는 시냅스전세포가 분비한 글루탐산의 자극이 필요하다.
- ④ ㉢의 통로로 ㉡이 유입되기 위해서는 시냅스후세포의 탈분극이 필요하다.
- ⑤ ㉡의 유입이 지속되면 시냅스후세포의 흥분상태는 오래 유지될 수 있다.

오답 노트



정답 및 풀이 : 해설 P 383

- 본 교재에는 자세한 지문 해설과 문제 풀이의 원리가 설명되어 있습니다.
- 본 교재에 최근 5개년 수능, 평가원 기출의 주요 문제를 엄선하여 풀이 원리를 수록했습니다. 기출 문제를 안 풀어본 학생은 짧은 시간 안에 주요 문제의 풀이 원리를 익힐 수 있습니다. 기출을 풀어본 학생 역시, 주요 문제를 다시 복습할 수 있는 좋은 기회가 될 수 있습니다. 이제 풀었던 쉬운 문제를 다시 또 반복해가며 풀지 마십시오. 본 교재를 통해 주요 문제를 2페이지에 해당하는 자세한 해설과 함께 익히시길 바랍니다.
- 본 교재에는 최근 3개년 교육청 기출의 좋은 질의 문제를 엄선하여 수록하였습니다. 교육청 모의고사를 다 풀기에 부담이 되는 학생들은 효율적으로 시간을 절약할 수 있습니다. 또한 수능과 평가원 모의고사만 풀었던 학생들은 교육청 모의고사의 좋은 질의 고난이도 문제를 통해 자신의 실력을 다시 평가해 볼 수 있습니다.
- 본 교재는 1,2권으로 이루어져 있습니다. 1권에는 한 땀부터 아홉 땀까지, 2권에는 열 땀부터 열아홉 땀까지 수록되어 있습니다.
- 본 교재는 총 3부(독서, 문학, 화작문)로 이루어져 있습니다. 문학편과 화작문편은 차후 출판 예정입니다.
- 본 교재 3부까지 모두 독파하신 분들은 종합편(차후 출판 예정)을 푸시기 바랍니다. 종합편은 최근 3개년 년도별 수능, 평가원 기출 모의고사 해설집입니다. 수능, 평가원 주요 문제의 풀이 원리를 본 교재에서 익히신 후 다시 종합편에서 다른 문제들과 함께 실전 연습을 하십시오.
- 홈페이지 [www.namuacademy.com](http://www.namuacademy.com)에서는 교재에 대한 질의응답을 받고 있습니다. 또한 국어 매니지먼트, 학습 컨설팅, 학습 기출자료 등 다양한 온오프 교육 서비스를 제공하고 있습니다.



- 홈페이지 [www.namuacademy.com](http://www.namuacademy.com)에 교재후기와 건의사항, 공부사례, 정정신고 등을 올려주십시오. 올려주신 분들 중, 선별하여 삼땀 교재를 무료로 배송해 드립니다.

수고하셨습니다.

① 물리적 측면에서 음(音)은 **음압**과 **주파수**를 가진다. 특히 음압은 음을 단위 면적당 압력으로 표현한 것으로 물리적인 의미에서의 음의 크기라 할 수 있다. 이에 반해 **음량**은 인간이 감각적으로 느끼는 음의 크기를 말한다. 우리가 흔히 소리가 작게 들린다거나 크게 들린다고 할 때, 이는 음량을 두고 하는 말이다. **그런데 음량, 즉 인간이 지각하는 음의 크기는 음압과 주파수\*의 관계에 따라 다르게 들릴 수도 있다.**

② 같은 거리에 있는 두 음원에서 서로 다른 크기로 소리가 들린다면 사람들은 보통 더 크게 들리는 음원의 음압이 더 강할 것이라고 생각한다. **하지만 언제나 그런 것은 아니다. 인간이 소리를 들을 때 달팽이관\*의 섬모 세포가 반응하는데, 이 반응이 뇌로 전달되어 소리를 인식한다. 그런데 이 섬모 세포는 주파수에 따라 반응하는 정도가 달라서, 어떤 주파수에는 민감하게 반응하지만 어떤 주파수에는 둔감하게\* 반응하기도 한다. 그래서 인간은 음압뿐만 아니라 주파수에 따라라도 음의 크기를 달리 느낄 수 있다.**

③ 인간의 귀는 **주파수**에 대하여 불규칙한 반응 특성을 가지고 있다. 예를 들어 1,000 ~ 5,000 Hz의 음에 대해서는 다른 주파수 대역에 비해 민감도가 높은 편이다. **하지만 그 이하와 이상의 주파수에 대해서는 민감도가 낮은 편이다. 그리고 대략 16 Hz 이하의 음과 20,000 Hz 이상의 음에 대해서는 인간이 들을 수 없는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 인간의 청각 특성을 대표적으로 보여 주는 것이 바로 등청감곡선**이다.

④ **등청감곡선**은 어떤 음들이 같은 음압을 가지고 있더라도 주파수에 따라서 음의 크기가 다르게 느껴진다는 것을 보여 준다. 음향학적으로 말하면 1,000 Hz의 순음\*과 같은 크기로 느껴지는 주파수별 음압의 크기를 그린 것이다. 예를 들어 이 곡선에 따르면 1,000 Hz인 순음의 음압이 30 dB일 때 느껴지는 음의 크기는 125 Hz인 순음의 음압이 40 dB일 때, 4,000 Hz인 순음의 음압이 25 dB일 때의 음의 크기와 같다고 느껴지는 것으로 알려져 있다. 만약 위의 세 순음의 음압이 모두 30 dB의 크기로 나온다면 4,000 Hz의 순음이 가장 크게 들리게 된다.

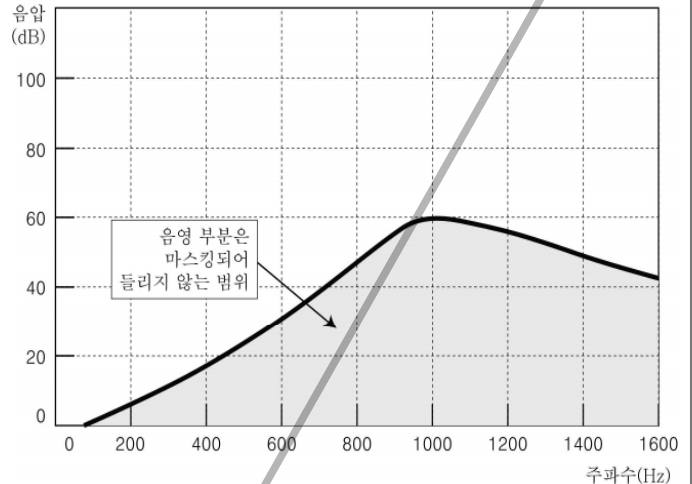
⑤ 이러한 청각 특성 때문에 어떤 음을 듣고 있을 때, 다른 음이 잘 들리지 않을 수 있다. 주위에 소음이 많으면 대화 상대의 목소리가 안 들리는 것을 경험한 적이 있을 것이다. 이때 어떤 음(대화 상대의 목소리)이 다른 음(주위의 소음)에게 **마스킹되었다**고 한다. 마스킹의 가장 단순한 예로는 순음 A가 존재할 때 어느 주파수 범위 내에서는 순음 B를 들을 수 없는 경우를 들 수 있다. **마스킹되어 들리지 않는 소리의 범위는 두 음의 음압과 주파수에 따라 다를 수 있다. 일반적으로는 마스킹하는 음의 음압을 높이면 마스킹되는 범위가 넓어진다. 또한 두 음이 서로 근접한 주파수의 순음일수록 마스킹이 잘 일어나는 경향이 있다.**

\* 순음: 단일 주파수를 가진 음.

1. 윗글을 바탕으로 <보기>의 실험 결과를 예상할 때, 적절한 것은?

### 보기

아래의 그래프는 순음 A가 존재할 때, **마스킹되어 들리지 않는 소리의 범위를 나타낸 것이다. 곡선 아래의 영역은 들리지 않는다.**



이때, 순음 B(600Hz, 40dB)나 순음 C(1,400Hz, 40dB)를 발생시켜 어떻게 들리는지 실험해 보았다.

(지문의 이론을 그래프로 설명. 지문: 이론, 보기: 그래프)

지문 : 음의 크기-음압과 주파수의 관계에 따라 다르게 들릴 수 있음

보기 : 순음 A가 존재할 때 마스킹 되는 범위를 **그래프로** 표시. 곡선 아래의 색칠된 부분은 순음 A가 존재할 시, 들리지 않음

### 【일반해설】

과학:  음향학 강의

지문해설 :  지문의 핵심은 주파수에 따라 다른 크기로 들리는 음에 대해 설명하고 있다. 이를 논제로 삼아 글을 접근해야 한다. 어떤 음들이 같은 음압을 가지고 있더라도, 섬모 세포의 반응 정도에 의해 주파수에 따라서 다른 크기로 느껴진다는 것을 설명하고 있는 글이다.

[주제] 음의 크기와 음압, 주파수 간의 관계

※ 어휘 풀이

\*주파수 : 전파나 음파 등이 1초 동안 진동하는 횟수(단위: 헤르츠, Hz)

\*달팽이관 : 척추동물의 귀에 있는 달팽이 모양으로 생긴 관.

\*둔감하게 : 감정이나 감각이 무디게

※ **굵은 큰 글씨**

: 글 전체의 제재

※ **네모 칸**

: 중요 소재

※ **밑줄** \_\_\_\_\_

: 각 단락의 소주제

### 기본 독해

1단락	음압과 주파수의 관계에 따라 다르게 들릴 수 있는 음의 크기
2단락	주파수에 따라 다르게 반응하는 섬모 세포
3단락	인간의 주파수에 대한 민감도
4단락	등청감 곡선의 개념과 활용
5단락	마스킹의 개념과 사례

★ 인간이 음의 크기를 감지할 때 영향을 주는 요소들에 대한 설명문이다. 소리의 크기는 음압 말고도 주파수로도 달라진다. 음압이 같아도 주파수에 따라 소리가 크거나 작게 들릴 수 있다. 주파수가 같을 때에는 음압이 더 큰 소리가 크게 들린다. 또한 음압과 주파에 따라 소리가 겹칠 때 작은 소리가 큰 소리에 묻히는 경우가 있다. 이것을 마스킹이라 부른다.

① 물리적 측면에서 음(音)은 음압과 주파수를 가진다. 특히 음압은 음을 단위 면적당 압력으로 표현한 것으로 물리적인 의미에서의 음의 크기라 할 수 있다. 이에 반해 음량은 인간이 감각적으로 느끼는 음의 크기를 말한다. 우리가 흔히 소리가 작게 들린다거나 크게 들린다고 할 때, 이는 음량을 두고 하는 말이다. 그런데 음량, 즉 인간이 지각하는 음의 크기는 음압과 주파수의 관계에 따라 다르게 들릴 수도 있다.

② 같은 거리에 있는 두 음원에서 서로 다른 크기로 소리가 들린다면 사람들은 보통 더 크게 들리는 음원의 음압이 더 강할 것이라고 생각한다. 하지만 언제나 그런 것은 아니다. 인간이 소리를 들을 때 달팽이관의 섬모 세포가 반응하는데, 이 반응이 뇌로 전달되어 소리를 인식한다. 그런데 이 섬모 세포는 주파수에 따라 반응하는 정도가 달라서, 어떤 주파수에는 민감하게 반응하지만 어떤 주파수에는 둔감하게 반응하기도 한다. 그래서 인간은 음압뿐만 아니라 주파수에 따라서도 음의 크기를 달리 느낄 수 있다.

③ 인간의 귀는 주파수에 대하여 불규칙한 반응 특성을 가지고 있다. 예를 들어 1,000 ~ 5,000 Hz의 음에 대해서는 다른 주파수 대역에 비해 민감도가 높은 편이다. 하지만 그 이하와 이상의 주파수에 대해서는 민감도가 낮은 편이다. 그리고 대략 16 Hz 이하의 음과 20,000 Hz 이상의 음에 대해서는 인간이 들을 수 없는 것으로 알려져 있다. 이와 같은 인간의 청각 특성을 대표적으로 보여 주는 것이 바로 등청감곡선이다.

④ 등청감곡선은 어떤 음들이 같은 음압을 가지고 있더라도 주파수에 따라서 음의 크기가 다르게 느껴진다는 것을 보여 준다. 음향학적으로 말하면 1,000 Hz의 순음\*과 같은 크기로 느껴지는 주파수별 음압의 크기를 그린 것이다. 예를 들어 이 곡선에 따르면 1,000 Hz인 순음의 음압이 30 dB일 때 느껴지는 음의 크기는 125 Hz인 순음의 음압이 40 dB일 때, 4,000 Hz인 순음의 음압이 25 dB일 때의 음의 크기와 같다고 느껴지는 것으로 알려져 있다. 만약 위의 세 순음의 음압이 모두 30 dB의 크기로 나온다면 4,000 Hz의 순음이 가장 크게 들리게 된다.

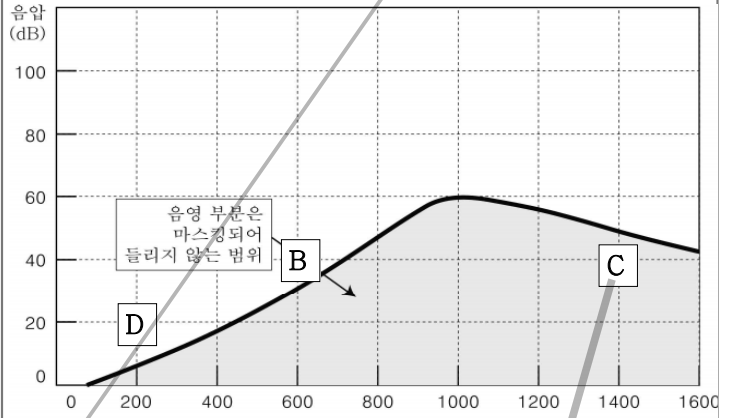
⑤ 이러한 청각 특성 때문에 어떤 음을 듣고 있을 때, 다른 음이 잘 들리지 않을 수 있다. 주위에 소음이 많으면 대화 상대의 목소리가 안 들리는 것을 경험한 적이 있을 것이다. 이때 1-④ 어떤 음(대화 상대의 목소리)이 다른 음(주위의 소음)에게 마스킹되었다고 한다. 마스킹의 가장 단순한 예로는 순음 A가 존재할 때 어느 주파수 범위 내에서는 순음 B를 들을 수 없는 경우를 들 수 있다. 마스킹되어 들리지 않는 소리의 범위는 두 음의 음압과 주파수에 따라 다를 수 있다. 1-① 일반적으로는 마스킹하는 음의 음압을 높이면 마스킹되는 범위가 넓어진다. 또한 두 음이 서로 근접한 주파수의 순음일수록 마스킹이 잘 일어나는 경향이 있다.

\* 순음: 단일 주파수를 가진 음.

1. 윗글을 바탕으로 <보기>의 실험 결과를 예상할 때, 적절한 것은?

보기

아래의 그래프는 순음 A가 존재할 때, 마스킹되어 들리지 않는 소리의 범위를 나타낸 것이다. 곡선 아래의 영역은 들리지 않는다.



이때, 순음 B(600Hz, 40dB)나 순음 C(1,400Hz, 40dB)를 발생시켜 어떻게 들리는지 실험해 보았다.

- (1%) ① A의 음압이 작을수록 B나 C를 마스킹하기 쉽겠군.  
※ 지문 : 음압이 높을수록 마스킹되는 범위가 넓어진다.  
≠ 보기 : 음압이 작을수록 마스킹하기 쉽다.
- (3%) ② A와 B를 동시에 발생시킨다면 B는 A에 가려 전혀 들리자 않겠군.  
※ 순음 B에 해당하는 그래프의 600Hz, 40dB 지점은 곡선 위의 부분이다.
- (2%) ③ A와 C를 동시에 발생시킨다면 C의 음압이 낮아져 A는 C를 마스킹하지 못하겠군.  
※ 나오지 않은 내용이다. 지문 어디에도 마스킹이 될 때 한 소리의 음압이 낮아진다는 내용은 없다. 혹은 C에 해당하는 1,400Hz, 40dB은 곡선의 아래에 해당하는 부분이다. 따라서 마스킹이 된다.
- (90%) ④ A보다 C를 먼저 발생시킨 후 실험한다면 C는 처음에는 들리다가 A를 발생시킨 후에는 들리지 않겠군.  
※ C(1400Hz, 40dB) 곡선 아래 부분  
∴ A와 마스킹 되어 소리가 들리지 않는다.
- (2%) ⑤ 200Hz, 20dB인 순음 D를 추가로 발생시켜 A와 D만 존재한다면 음압 차이로 D가 들리자 않겠군.  
※ 그래프의 200Hz, 20dB 지점은 곡선 위의 부분이다.

일반 해설

정답해설 : 그래프의 곡선 안에서는 마스킹이 되어 소리가 들리지 않는다는 것을 파악하는 것이 문제풀이의 핵심이다. 순음 C는 현재 <보기>의 그래프에서 순음 A의 마스킹 범위 안에 존재한다. 즉, C의 소리는 A가 없을 때는 들리지만, A의 소리와 겹치게 되면 들리지 않는다.

정답 ④ [오답피하기] ① 마스킹하는 음의 음압을 높여야 마스킹 하기가 쉬워진다. ② 순음 B는 순음 A가 마스킹하는 범위 밖의 소리이므로 마스킹되지 않는다. ③ '음압이 낮아진다'는 내용은 지문에서 찾아볼 수 없다. ⑤ 순음 D는 순음 A가 마스킹하는 범위 밖의 소리이므로 마스킹되지 않는다.

① 다세포 생물체는 신경계와 내분비계에 의해 구성 세포들의 기능이 조절된다. 이 중 내분비계\*의 작용은 내분비선에서 분비되는 호르몬에 의해 일어난다. 호르몬을 분비하는 이자\*는 소화선인 동시에 내분비선이다. 이자 곳곳에는 백만 개 이상의 작은 세포 집단들이 있다. 이를 랑게르한스섬이라고 한다. 랑게르한스섬에는 **인슐린**을 분비하는  $\beta$ 세포와 **글루카곤**을 분비하는  $\alpha$ 세포가 있다.

② **인슐린**의 주된 작용은 포도당이 세포 내로 유입되도록 촉진하여 혈액에서의 포도당 농도를 낮추는 것이다. 또한 간에서 포도당을 글리코겐의 형태로 저장하게 하며 세포에서의 단백질 합성\*을 증가시키고 지방 생성을 촉진한다.

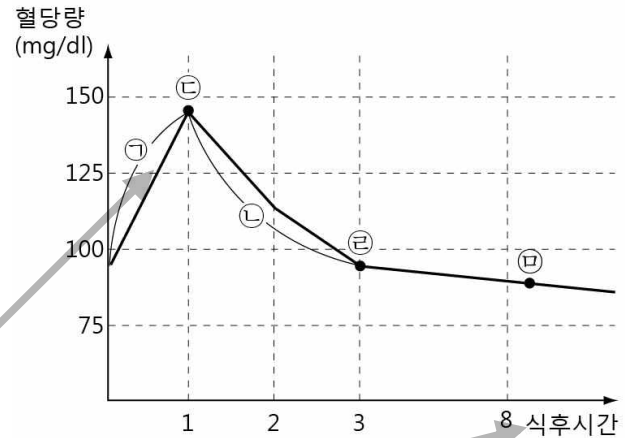
③ 한편 **글루카곤**은 인슐린과 상반된 작용을 하는데, 그 주된 작용은 간에 저장된 글리코겐을 포도당으로 분해하여 혈액에서의 포도당 농도를 증가시키는 것이다. 또한 아미노산과 지방산을 저장 부위에서 혈액 속으로 분리시키는 역할을 한다.

④ 인슐린과 글루카곤의 분비는 **혈당량**에 의해 조절되는데 식사 후에는 혈액 속에 포함되어 있는 포도당의 양, 즉 **혈당량이 증가하기** 때문에  $\beta$ 세포가 자극을 받아서 인슐린 분비량이 늘어난다. 인슐린은 혈액 중의 포도당을 흡수하여 세포로 이동시키며 이에 따라 혈당량이 감소되고 따라서 인슐린 분비량이 감소된다. 반면 사람이 한참 동안 음식을 먹지 않거나 운동 등으로 혈당량이 70mg/dl 이하로 떨어지면 랑게르한스섬의  $\alpha$ 세포가 글루카곤 분비량을 늘린다. 글루카곤은 간에 저장된 글리코겐을 분해하여 포도당을 만들어 혈액으로 보내게 된다. 이에 따라 혈당량은 다시 높아지게 되는 것이다. 일반적으로 8시간 이상 공복 후 혈당량이 99mg/dl 이하인 경우 정상으로, 126mg/dl 이상인 경우는 당뇨병 판정한다.

⑤ 포도당은 뇌의 에너지원으로 사용되는데, 인슐린과 글루카곤이 서로 반대되는 작용을 통해 이 포도당의 농도를 정상 범위로 유지시키는 데 크게 기여한다.

2. <보기>는 식후 혈당량의 변화를 나타낸 그래프이다. 윗글을 바탕으로 ㉠~㉣을 이해할 때, 적절하지 않은 것은?

<보기>



※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용 (지문의 이론에 관한 현상을 그래프로 표현. 지문: 이론, 보기: 그래프)

- 지문 : 인슐린과 글루카곤의 역할
- 인슐린은 식후 혈당량을 낮추는 역할을, 글루카곤은 식후 일정 시간 뒤 혈당량을 높이는 역할을 함
- 보기 : 식후 혈당량의 변화를 그래프로 표현, 식후 1시간까지는 혈당량이 지속적으로 증가하다가, 이후로는 감소하며 식후 3시간 이후에는 일정 수준 부근에서 유지되고 있음

**【일반해설】**

과학, '생명과학 1'  
 지문해설 : 혈중 포도당을 조절하는 두 호르몬에 대한 글이다. 인슐린은 혈중 당을 감소시키고 글루카곤은 증가시킨다. 인체에서 인슐린과 글루카곤이 하는 작용에 대해 상세히 설명하면서 두 호르몬이 혈당량을 조절하는 원리를 언급하고 있는데, 이것이 체내의 포도당과 어떻게 연관되는지를 과학적 지식에 입각하여 진술하고 있다.

[주제] 체내에서 인슐린과 글루카곤이 혈당량을 조절하는 원리

- ※ 어휘 풀이
- \*내분비계 : 몸 안에서 생긴 분비물을 도관(導管)을 거치지 않고 내분비샘에서 혈액·림프액·체액 속으로 보내는 작용을 하는 기관
  - \*이자 : 위 뒤쪽에 있는, 길이 약 15cm의 가늘고 긴 삼각주 모양의 기관, '췌장'이라고 부르기도 함
  - \*합성 : 생물이 무기물에서 얻은 에너지를 이용하여, 유기 화합물을 만드는 작용.

**지문 해석에서 가장 중요한 것**

지문에 표시된 네모 칸, 굵은 글씨, 밑줄 등을 바탕으로 글의 핵심어, 논제, 중심 문장 등을 파악하십시오. 아무리 어려운 지문이라도 이것을 파악하는 것이 비문학 지문 해석의 핵심입니다.

**기본 독해**

1단락	이자 곳곳에 존재하는 랑게르한스섬과 주요한 2가지 종류
2단락	인슐린이 체내에서 하는 주된 역할
3단락	글루카곤이 체내에서 하는 주된 역할
4단락	체내에서 인슐린과 글루카곤이 혈당량을 조절하는 원리
5단락	포도당의 농도를 정상적으로 유지시키는 인슐린과 글루카곤

★ 인체에서 포도당의 농도가 정상 범위로 유지되는 원리에 대해 설명한 글이다. 우리 몸에서 포도당은 여러 중요한 역할을 한다. 하지만 혈중 포도당 농도는 일정하게 유지해야 한다. 혈당이 적거나 많으면 문제가 생기기 때문이다. 혈당량을 조절하기 위해서는 인슐린과 글루카곤이 필요하다.

① 다세포 생물체는 신경계와 내분비계에 의해 구성 세포들의 기능이 조절된다. 이 중 내분비계의 작용은 내분비선에서 분비되는 호르몬에 의해 일어난다. 호르몬을 분비하는 이자는 소화선인 동시에 내분비선이다. 이자 곳곳에는 백만 개 이상의 작은 세포 집단들이 있다. 이를 랑게르한스섬이라고 한다. 랑게르한스섬에는 2-③ 인슐린을 분비하는  $\beta$ 세포와 글루카곤을 분비하는  $\alpha$ 세포가 있다.

② 2-② 인슐린의 주된 작용은 포도당이 세포 내로 유입되도록 촉진하여 혈액에서의 포도당 농도를 낮추는 것이다. 또한 간에서 포도당을 글리코겐의 형태로 저장하게 하며 세포에서의 단백질 합성을 증가시키고 지방 생성을 촉진한다.

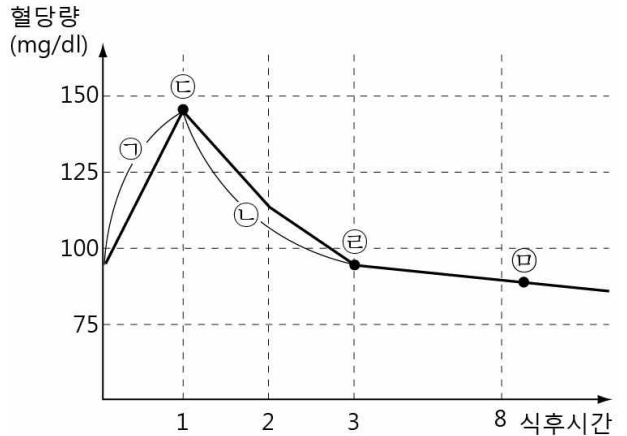
③ 한편 2-① 글루카곤은 인슐린과 상반된 작용을 하는데, 그 주된 작용은 간에 저장된 글리코겐을 포도당으로 분해하여 혈액에서의 포도당 농도를 증가시키는 것이다. 또한 아미노산과 지방산을 저장 부위에서 혈액 속으로 분리시키는 역할을 한다.

④ 인슐린과 글루카곤의 분비는 혈당량에 의해 조절되는데 2-① 식사 후에는 혈액 속에 포함되어 있는 포도당의 양, 즉 혈당량이 증가하기 때문에  $\beta$ 세포가 자극을 받아서 인슐린 분비량이 늘어난다. 2-② 인슐린은 혈액 중의 포도당을 흡수하여 세포로 이동시키며 이에 따라 혈당량이 감소되고 따라서 인슐린 분비량이 감소된다. 반면 사람이 한참 동안 음식을 먹지 않거나 2-④ 운동 등으로 혈당량이 70mg/dl 이하로 떨어지면 랑게르한스섬의  $\alpha$ 세포가 글루카곤 분비량을 늘린다. 글루카곤은 간에 저장된 글리코겐을 분해하여 포도당을 만들어 혈액으로 보내게 된다. 이에 따라 혈당량은 다시 높아지게 되는 것이다. 2-⑤ 일반적으로 8시간 이상 공복 후 혈당량이 99mg/dl 이하인 경우 정상으로, 126mg/dl 이상인 경우는 당뇨병으로 판정한다.

⑤ 포도당은 뇌의 에너지원으로 사용되는데, 인슐린과 글루카곤이 서로 반대되는 작용을 통해 이 포도당의 농도를 정상 범위로 유지시키는 데 크게 기여한다.

2. <보기>는 식후 혈당량의 변화를 나타낸 그래프이다. 뒷글을 바탕으로 ㉠~㉣을 이해할 때, 적절하지 않은 것은?

<보기>



이 문제는 ' $\beta$ 세포-인슐린 /  $\alpha$ 세포-글루카곤'처럼 적어두고 풀어야 합니다.

(5%) ㉠ C에서는 간에 저장된 글리코겐을 분해하여 포도당을 만드는 호르몬의 분비가 감소하겠군.

※ 지문 : 식사 후에는 혈당량이 증가해서 인슐린 분비량이 늘어난다. (즉, 글루카곤 분비량은 줄어든다.)

= 선지 : 글리코겐을 분해하여 포도당을 만드는 호르몬(글루카곤)

(5%) ㉡ C는 세포가 혈액으로부터 포도당을 흡수하는 것을 촉진하는 역할을 하는 호르몬에 의한 결과이겠군.

※ 지문 : 식사 후에는 인슐린 분비량이 늘어나고 그에 따라 혈당량이 감소된다.

= 선지 : 세포가 혈액으로부터 포도당을 흡수(=유입)하는 것을 촉진하는 호르몬(인슐린)에 의한 결과(혈당량 감소)

(5%) ㉢ B지점에서 혈당량이 떨어지지 않는다면  $\beta$ 세포의 기능에 문제가 있는 것이겠군.

※ 지문 : 혈당량을 떨어뜨리는 호르몬인 인슐린은  $\beta$ 세포에서 분비된다.

(87%) ㉣ B지점에서 운동을 한다면  $\beta$ 세포가 분비하는 호르몬이 증가하겠군.

※ 지문 : 운동 등으로 혈당량이 떨어지면  $\alpha$ 세포가 글루카곤을 분비한다.

≠ 선지 :  $\beta$ 세포가 분비하는 호르몬이 증가

(1%) ㉤ B지점에서 혈당량을 확인하면 정상으로 판정할 수 있겠군

※ 지문 : 8시간 이상 공복 후 혈당량이 99mg/dl 이하인 경우

정상으로 판정한다.

보기 : B지점은 식후 8시간 이상이 경과되었고, 혈당량이 세로 축의 눈금 간격으로 판단해보았을 때, 99mg/dl 이하라고 볼 수 있다.

∴ 정상으로 판정할 수 있다.

일반 해설

정답해설 : 인슐린은 혈당량이 증가한 경우에 이를 감소시키는 호르몬이기 때문에, 운동을 하는 상황에서는 혈당량이 감소하므로 분비량이 증가하지 않는다.

정답 ④ [오답파하기] ㉠ ~ ㉢ 4문단의 내용에서 확인할 수 있는데, 이 문단에서는 인슐린과 글루카곤이 체내에서 혈당량을 조절하면서 인체에서 중요한 과학적 작용을 하고 있음을 자세하게 설명하고 있다. ㉤ 4문단에서 혈당량이 99mg/dl 이하인 경우에는 정상으로 판정한다고 했으므로 B지점은 정상 범위에 속해있다고 볼 수 있다.



① 지름  $10\mu\text{m}$  이하인 미세 먼지는 각종 호흡기 질환을 유발할 수 있기 때문에, 예방 차원에서 대기 중 미세 먼지의 농도를 알 필요가 있다. 이를 위해 **미세 먼지 측정기**가 개발되었는데, 이 기기들은 대부분 **베타선 흡수법**을 사용하고 있다. 베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기는 입자의 성분에 상관없이 설정된 시간에 맞추어 미세 먼지의 농도를 자동적으로 측정한다. 이 기기는 크게 분립 장치, 여과지, 베타선 광원 및 감지기, 연산 장치 등으로 구성된다.

② 미세 먼지의 농도를 측정하기 위해서는 우선 분석에 쓰일 재료인 시료의 채취가 필요하다. 시료인 공기는 흡인 펌프에 의해 **시료 흡입부**로 들어오는데, 이때 일정한 양의 공기가 일정한 시간 동안 유입되도록 설정된다. **분립 장치**는 시료 흡입부를 통해 유입된 공기 속 입자 물질을 내부 노즐을 통해 가속한 후, 충돌판에 충돌시켜  $10\mu\text{m}$ 보다 큰 입자만 포집하고\* 그보다 작은 것들은 통과할 수 있도록 한다.

③ 결국 지름  $10\mu\text{m}$ 보다 큰 먼지는 충돌판에 그대로 남고, 이보다 크기가 작은 미세 먼지만 아래로 떨어져 **여과지**에 쌓인다. 여과지는 긴 테이프의 형태로 되어 있으며, 일정 시간 미세 먼지를 포집한다. 여과지에 포집된 미세 먼지는 베타선 광원과 베타선 감지기에 의해 그 질량이 측정된 후 자동 이송 구동 장치에 의해 밖으로 배출된다.

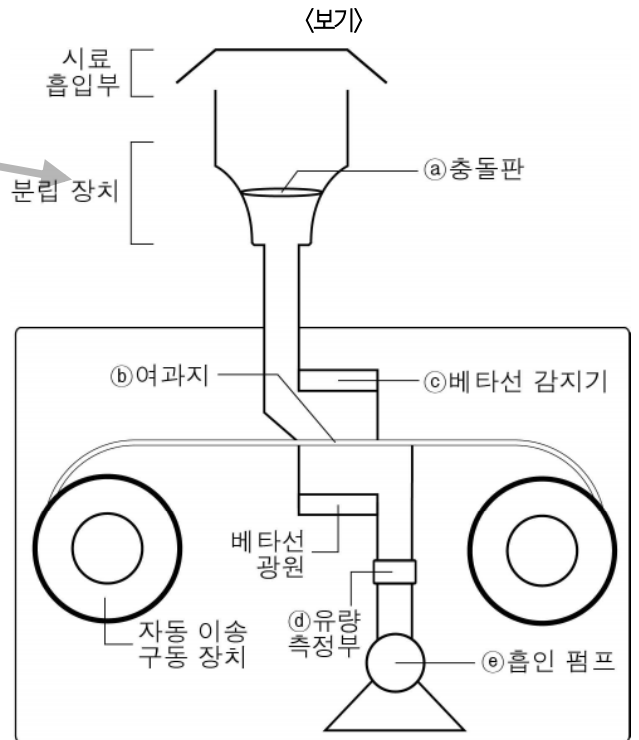
④ 방사선인 베타선을 광원으로 사용하는 이유는 베타선이 어떤 물질을 통과할 때, 그 물질의 질량이 커질수록 베타선의 세기가 감소\*하는 성질이 있기 때문이다. 또한 종이는 빠르게 투과\*하나 얇은 금속판이나 플라스틱은 투과할 수 없어, 안전성이 뛰어나기 때문이다. 베타선 광원으로부터 조사(照射)\*된 베타선은 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과하여 **베타선 감지기**에 도달하게 된다. 이때 감지된 베타선의 세기는 미세 먼지가 없는 여과지를 통과한 베타선의 세기보다 작을 수밖에 없다. 왜냐하면 베타선이 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과할 때, 그 일부가 미세 먼지 입자에 의해 흡수되거나 소멸되기 때문이다. 따라서 미세 먼지가 없는 여과지를 통과한 베타선의 세기와 미세 먼지가 있는 여과지를 통과한 베타선의 세기에는 차이가 발생한다.

⑤ 베타선 감지기는 이 두 가지 베타선의 세기를 데이터 신호로 바꾸어 **연산 장치**에 보낸다. 연산 장치는 이러한 데이터 신호를 수치로 환산한 후 미세 먼지가 흡수한 베타선의 양을 고려하여 여과지에 포집된 미세 먼지의 질량을 구한다. 이렇게 얻어진 미세 먼지의 질량은 유량 측정부를 통해 측정된, 시료 포집 시 흡입된 공기량을 감안하여 ppb단위를 갖는 대기 중의 미세 먼지 농도로 나타나게 된다.

**TIP**

순서 : 시료 흡입부 → 분립 장치 → 여과지 → 베타선 감지기 → 연산 장치

3. '베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기'를 (보기)와 같이 나타냈을 때, 이에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?



※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용

(지문의 이론을 그림으로 표현. 지문: 이론, 보기: 그림)

지문 : 베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기의 각 부분의 역할과 구동원리

보기 : 베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기를 그림으로 제시

**【일반해설】**

기술, '미세 먼지 측정기'의 구조

지문해설 : 미세 먼지를 측정하는 과정을 측정기의 각 부품별로 설명한 글이다. 베타선 흡수법을 사용하는 미세 먼지 측정기의 작동 원리가 제시되어 있다. 이 기기는 분립 장치, 여과지, 베타선 광원 및 감지기, 연산 장치 등의 여러 부분으로 구성되어 있다.

[주제] 베타선 흡수법을 사용하는 미세 먼지 측정기의 작동 과정

※ 어휘 풀이

\*포집하고 : 여러 가지 방법으로 일정한 물질 속에 있는 미량 성분을 분리하여 잡아 모으고

\*감쇠 : 힘이나 세력 따위가 점점 줄어들어 약해짐.

\*투과 : 광선·방사선 등이 물질의 내부를 통과함.

\*조사(照射) : 광선이나 방사선 따위를 쬐

**기본 독해**

단락	베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기의 측정 방법과 구성요소
1단락	흡인 펌프와 분립 장치의 기능
2단락	여과지의 역할
3단락	미세 먼지 유무에 따른 베타선의 세기 차이
4단락	연산 장치의 기능과 미세 먼지 농도의 도출
5단락	

★ 미세 먼지 측정기 중 베타선 흡수법을 이용한 장치의 작동 과정에 대한 설명문이다. 베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기의 원리는 간단하다. 먼저 충돌판을 통해 큰 먼지를 걸러낸다. 그 후 베타선을 이용해 미세 먼지량을 측정한다. (미세 먼지의 질량이 매우 적기 때문에 베타선이라는 방사선으로 질량을 측정해야 한다. 베타선은 미세 먼지의 양만큼 감쇄되어 통과한다. 그 감쇄된 양을 통해 미세 먼지의 양을 측정하는 것이다.)



① 지름 10 $\mu\text{m}$  이하인 미세 먼지는 각종 호흡기 질환을 유발할 수 있기 때문에, 예방 차원에서 대기 중 미세 먼지의 농도를 알 필요가 있다. 이를 위해 미세 먼지 측정기가 개발되었는데, 이 기기들은 대부분 베타선 흡수법을 사용하고 있다. 베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기는 입자의 성분에 상관없이 설정된 시간에 맞추어 미세 먼지의 농도를 자동적으로 측정한다. 이 기기는 크게 분립 장치, 여과지, 베타선 광원 및 감지기, 연산 장치 등으로 구성된다.

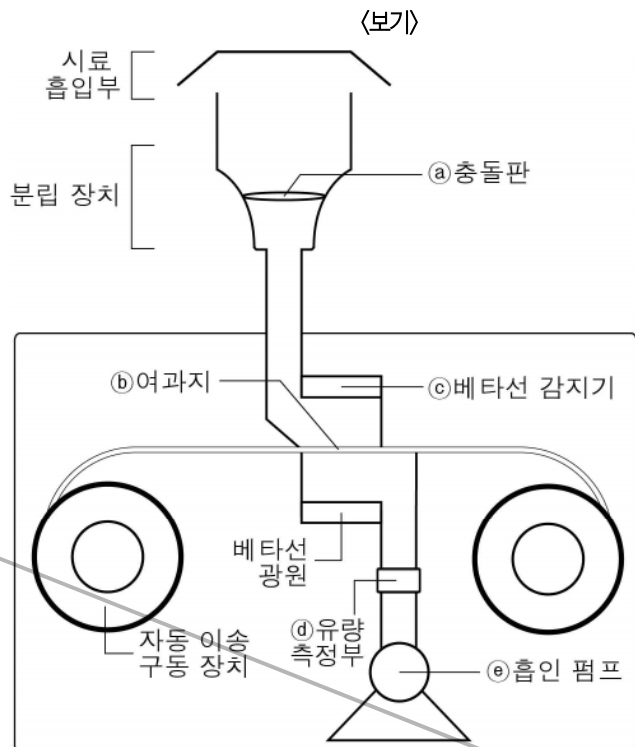
② 미세 먼지의 농도를 측정하기 위해서는 우선 분석에 쓰일 재료인 시료의 채취가 필요하다. 3-① 시료인 공기는 흡입 펌프에 의해 시료 흡입부로 들어오는데, 이때 일정한 양의 공기가 일정한 시간 동안 유입되도록 설정된다. 분립 장치는 시료 흡입부를 통해 유입된 공기 속 입자 물질을 내부 노즐을 통해 가속한 후, 충돌판에 충돌시켜 10 $\mu\text{m}$ 보다 큰 입자만 포집하고 그보다 작은 것들은 통과할 수 있도록 한다.

③ 3-①, ② 결국 지름 10 $\mu\text{m}$ 보다 큰 먼지는 충돌판에 그대로 남고, 3-② 이보다 크기가 작은 미세 먼지만 아래로 떨어져 여과지에 쌓인다. 여과지는 긴 테이프의 형태로 되어 있으며, 일정 시간 미세 먼지를 포집한다. 3-⑤ 여과지에 포집된 미세 먼지는 베타선 광원과 베타선 감지기에 의해 그 질량이 측정된 후 자동 이송 구동 장치에 의해 밖으로 배출된다.

④ 방사선인 베타선을 광원으로 사용하는 이유는 베타선이 어떤 물질을 통과할 때, 그 물질의 질량이 커질수록 베타선의 세기가 감소하는 성질이 있기 때문이다. 또한 종이는 빠르게 투과하나 얇은 금속판이나 플라스틱은 투과할 수 없어, 안전성이 뛰어나기 때문이다. 베타선 광원으로부터 조사(照射)된 3-③ 베타선은 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과하여 베타선 감지기에 도달하게 된다. 이때 감지된 베타선의 세기는 미세 먼지가 없는 여과지를 통과한 베타선의 세기보다 작을 수밖에 없다. 왜냐하면 베타선이 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과할 때, 그 일부가 미세 먼지 입자에 의해 흡수되거나 소멸되기 때문이다. 따라서 미세 먼지가 없는 여과지를 통과한 베타선의 세기와 미세 먼지가 있는 여과지를 통과한 베타선의 세기에는 차이가 발생한다.

⑤ 베타선 감지기는 이 두 가지 베타선의 세기를 데이터 신호로 바꾸어 연산 장치에 보낸다. 3-④ 연산 장치는 이러한 데이터 신호를 수치로 환산한 후 미세 먼지가 흡수한 베타선의 양을 고려하여 여과지에 포집된 미세 먼지의 질량을 구한다. 이렇게 얻어진 미세 먼지의 질량은 유량 측정부를 통해 측정된, 시료 포집 시 흡입된 공기량을 감안하여 ppb단위를 갖는 대기 중의 미세 먼지 농도로 나타내게 된다.

3. '베타선 흡수법을 이용한 미세 먼지 측정기'를 <보기>와 같이 나타냈을 때, 이에 대한 이해로 적절하지 않은 것은?



- (2%) ① ㉠에서는 ㉡에 의해 들어온 공기가 부딪히면서 먼지 입자가 분리된다.  
 ※ 지문 : 흡입 펌프에 의해 들어온 공기가 충돌판에 부딪히면서 큰 먼지는 남고 미세 먼지는 떨어진다.  
 = 선지 : (동이의형의 원리) 먼지 입자가 분리된다.
- (2%) ② ㉢에는 ㉢을 거쳐 온 지름 10 $\mu\text{m}$  이하의 먼지 입자가 쌓인다.  
 ※ 지문 : 여과지에는 충돌판을 통과한 10 $\mu\text{m}$ 보다 작은 미세먼지만 쌓인다.
- (2%) ③ ㉣에서 측정되는 베타선의 세기는 ㉢에 포집된 미세 먼지의 질량에 반 비례한다.  
 ※ 지문 : 여과지 위에 포집된 미세 먼지를 통과한 베타선의 세기는 빈 여과지를 통과한 베타선의 세기보다 작다. 그 일부가 미세 먼지 입자에 의해 흡수되거나 소멸되기 때문이다.  
 = 선지 : (동이의형의 원리) 베타선은 미세 먼지를 통과하면 미세 먼지만큼 세기가 약해진다. = 측정된 베타선의 세기는 포집된 미세 먼지의 질량에 반 비례한다.
- (5%) ④ ㉣에서 측정된 베타선 세기와 ㉠에서 측정된 흡입 공기량을 활용해 미세 먼지 농도를 알아낸다.  
 ※ 지문 : 베타선 감지기가 보낸 두 가지(미세 먼지를 통과한 것과 통과 안 한 것)의 베타선 세기를 통해, 포집된 미세 먼지의 질량을 구하고 이를 유량 측정부에서 측정한 흡입 공기량을 감안하여 분석해서 미세 먼지 농도를 나타낸다.
- (87%) ⑤ ㉢와 ㉣ 사이의 공간에는 질량 측정이 끝난 여과지에 포집된 미세 먼지가 축적된다.  
 ※ 지문 : 여과지에 포집된 미세 먼지는 ㉢와 ㉣ 사이에 축적되는 것이 아니라 자동 이송 구동 장치를 통해 밖으로 나감.  
 지문 : 배출 ≠ 선지 : 축적

일반 해설

정답해설 : 근거문장을 최대한 활용하여 풀어야 하는 문제이다. 질량 측정이 끝난 미세 먼지는 자동 이송 구동 장치에 의해 밖으로 배출된다는 내용이 3단락 뒷부분에 언급되어 있다.

정답 ⑤ [오답피하기] ①~② 충돌판에서는 흡입 펌프에 의해 들어온 공기가 부딪히면서 10 $\mu\text{m}$  이상인 입자는 포집하고, 그 이하인 입자는 여과지로 보낸다. ③ 4단락에서, 미세 먼지를 통과하는 베타선은 그렇지 않은 베타선에 비해 세기가 감소한다고 했으므로, 베타선의 세기는 미세 먼지의 질량에 반비례한다. ④ 5단락에서, 연산 장치는 베타선 감지기가 보내준 베타선 세기를 통해 미세 먼지의 질량을 구하고 이를 유량 측정부에서 측정한 흡입 공기량을 감안하여 농도로 산출한다고 되어있다.

① 일반적으로 바닷물은 영하의 온도에도 얼지 않는다. 또한 **혹한\*** 지역의 일부 생명체들은 추위 속에서도 생명을 유지하며 살아간다. 이는 모두 **어는점 내림 현상**과 관련이 있다.

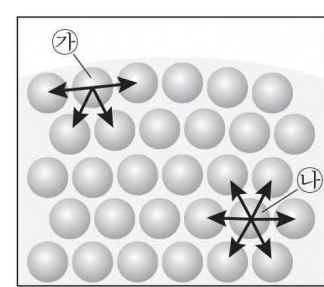
② 어는점 내림 현상이란 무엇일까? 어는점은 액체가 얼기 시작할 때의 온도를 말하는데, 순수한 물의 어는점은 일반적으로 0°C이다. 이때 '물이 언다'라는 것은, 온도가 0°C 이하로 내려가면서 액체 상태에서 불규칙적으로 배열되어 있던 물 분자가 규칙적으로 정렬하여 고체인 얼음이 되는 것을 말한다. 이때 용매인 물에 다른 물질, 즉 용질이 녹아 있으면 용질의 분자들이 물 분자의 정렬을 어렵게 하기 때문에 물만 있을 때보다 어는점이 내려가는데 이를 **'어는점 내림 현상'**이라 한다. 이때 용질\*의 종류나 특성이 아닌, 용질의 양에 의해서 어는점 내림과 같은 변화가 일어나는 성질을 **'용액의'**

**총괄성**이라 한다. 염분의 농도가 3.5%인 일반적인 바닷물의 경우, 많은 양의 소금이 나트륨 이온과 염소 이온으로 물에 녹아 그 이온들이 물 분자의 정렬을 어렵게 하기 때문에 얼음이 쉽게 형성되지 못한다. **그러므로** 바닷물은 총괄성에 의한 어는점 내림으로 0°C가 아닌 -1.9°C에서 얼게 되는 것이다.

③ 그런데 남극 빙어의 경우 총괄성에 의한 어는점 내림만으로는 어떻게 생명을 유지하는지를 설명하기 어렵다. 일반적으로 물고기의 경우 물의 온도가 어는점 아래로 내려가면 눈에 보이지 않는 아주 작은 얼음 결정들이 혈액이나 체액 내에 생기기 시작한다. 이 조그마한 얼음 결정들이 방치되면 물 분자들이 얼음 결정과 결합하여 얼음 결정이 순식간에 커져 결국 물고기는 죽고 말 것이다. 그런데 남극 빙어의 혈액 속에는 **결빙** **\*방지방단백질**이라는 물질이 있어서 얼음 결정이 커지는 것을 막는다. 그렇다면 어떤 원리에 의해 이러한 현상이 나타나는 것일까?

④ 먼저 결빙방지방단백질이 녹아 있는 물에 얼음 결정이 들어 있고 어는점 아래로 온도를 낮춘다고 가정해 보자. 얼음 결정의 표면에는 물 분자가 얇게 물 층을 이루고 있는데, ㉠ **그 얇은 물 층에 결빙방지방단백질이 순식간에 결합한다. 결빙방지방단백질이 결합된 부분에는 더 이상 물 분자가 결합하지 못한다. 따라서** 얼음 결정의 물 층은 물 분자가 계속해서 결합하는 부분과 결합하지 못하는 부분으로 나뉘진다. 이렇게 되면 물 분자가 결합할 수 있는 부분은 결합이 계속 이루어져 ㉡ **불룩한 모양의 물 층이** 형성된다. 그 결과 평평했던 얼음 결정의 물 층이 불룩하게 되어 표면적이 넓어지므로, 평평했을 때보다 물 층의 표면에 있는 물 분자의 수도 그만큼 늘어나게 된다. 이때 물 층 표면에 있는 물 분자들은 불안정한 상태이다.

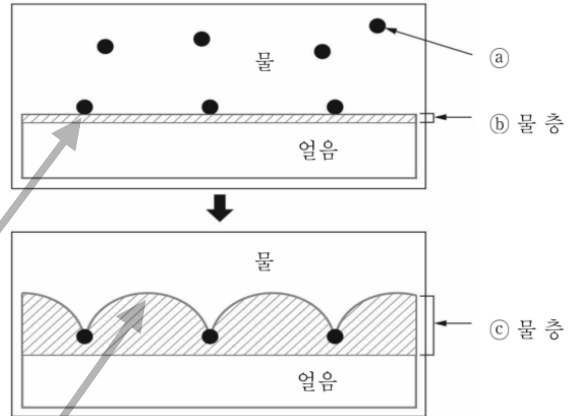
⑤ <그림>은 물 층에 존재하는 **물 분자 간의 결합 상태**를 나타낸 것으로 화살표는 물 분자 간의 인력을 의미한다. <그림>의 ㉢는 물 층 내부에 있는 물 분자로서 모든 방향으로 동일한 인력이 작용하므로 안정적인 상태이다. ㉣는 물 층 표면에 있는 물 분자로서 인력이 작용하는 방향이 한정적이므로 불안정한 상태이다. 따라서 ㉣는 ㉢에 비해 불안정한 상태이다. 일반적으로 **불안정한 상태의 분자들은 다른 분자들과 결합하려는 힘이 더** 큰데, 이는 에너지가 높은 상태라고 할 수 있다.



⑥ 그런데 물 층이 불룩해지는 과정을 통해 평평한 상태일 때보다 물 층에 불안정한 상태의 물 분자들이 더 늘어났으므로, 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 더 높아진 상태라고 할 수 있다. 이 같은 과정을 통해 물의 에너지와 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 동일한 상태가 되는데, 이를 **열적 평형**이라고 한다. 열적 평형이 되면 물 분자가 얼음 결정에 더 이상 결합하지 않게 되어 얼음 결정이 커지지 않는다. 즉, 어는점이 내려가는 것이다. 이와 같은 현상은 결빙방지방단백질이라는 특정한 물질, 즉 **용질의 종류**로 인해 발생한 어는점 내림이라고 할 수 있다.

4. <보기>는 ㉠에서 ㉡으로의 변화를 나타낸 것이다. 뒷글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>



\* **자문과 보기의 관계 - 자문과 보기는 동일한 내용**

- ㉡는 결정방지방단백질이다.

(자문의 이론을 그림으로 표현. 자문: 이론, 보기: 그림)

지문: 결빙방지방단백질의 작용으로 발생하는 어는점 내림 현상

- 결빙방지방단백질이 얼음결정 표면의 물 층과 결합하여 다른 물 분자와의 결합을 막아서 열적 평형이 이루어지면 어는점이 내려감

보기: 위 그림은 결빙방지방단백질이 물 층 표면과 결합하는 모습, 아래 그림은 그 결과 불룩한 물 층이 형성된 모습임.

**【일반해설】**

과학, '극지과학자가 들려주는 결빙방지방단백질 이야기'

지문해설: 이 지문에서는 딱 한 가지만 기억하면 된다. 어는점은 용질에 의해 내려갈 수 있다는 것이다. 물이 얼음과 결합하는 이유는 얼음은 안정적인 분자의 상태이고 물은 불안정한 상태이기 때문이다. 그런데 용질 중에 하나인 결빙방지방단백질은 얼음의 분자도 불안정하게 만들어 더 이상 얼음에 물이 결합되지 못하게 만든다. 요약하면 이 글은 용액의 총괄성에 의한 어는점 내림 현상과 결빙방지방단백질이라는 용질의 종류에 의한 어는점 내림 현상을 중심으로 어는점 내림 현상을 설명하고 있는 글이다.

[주제] 총괄성과 결빙방지방단백질에 의한 어는점 내림 현상

\* 어휘 풀이

\*혹한: 몹시 심한 추위

\*용질: 용액에 녹아 있는 물질

\*결빙: 물이 얼어 얼음이 됨

**기본 독해**

1단락	어는점 내림 현상과 관련된 사례
2단락	용질의 양에 의한 어는점 내림 현상
3단락	결빙방지방단백질이 작용하는 사례
4단락	결빙방지방단백질과 물 층의 결합
5단락	물 분자 간의 결합 상태와 인력
6단락	결빙방지방단백질에 의한 어는점 내림 현상

★ 어는점 내림 현상을 용질을 통해 설명하는 글이다. 용질에 의해 어는점이 내려가는 것은 두 가지가 있다. 용질이 어는 현상을 직접적으로 막지는 않지만 용액에 일정량이 녹아 있어서 어는점을 내리는 용액의 총괄성, 어는 현상을 막는 용질 자체의 특성으로 어는점을 내리는 경우 (지문에 나온 결빙방지방단백질의 경우)가 있다. 결빙방지방단백질은 얼음 표면에 있는 물분자와 결합해 얼음표면을 불안정하게 만들어 에너지를 높인다. 그러면 얼음 주위의 물 분자와 열적 평형을 이루어 더 이상 얼음 결정이 커지지 않는다.

① 일반적으로 바닷물은 영하의 온도에도 얼지 않는다. 또한 혹한 지역의 일부 생명체들은 추위 속에서도 생명을 유지하며 살아간다. 이는 모두 어는점 내림 현상과 관련이 있다.

② 어는점 내림 현상이란 무엇일까? 어는점은 액체가 얼기 시작할 때의 온도를 말하는데, 순수한 물의 어는점은 일반적으로 0°C이다. 이때 '물이 언다'라는 것은, 온도가 0°C 이하로 내려가면서 액체 상태에서 불규칙적으로 배열되어 있던 물 분자가 규칙적으로 정렬하여 고체인 얼음이 되는 것을 말한다. 이때 용매인 물에 다른 물질, 즉 용질이 녹아 있으면 용질의 분자들이 물 분자의 정렬을 어렵게 하기 때문에 물만 있을 때보다 어는점이 내려가는데 이를 '어는점 내림 현상'이라 한다. 이때 용질의 종류나 특성이 아닌, 용질의 양에 의해서 어는점 내림과 같은 변화가 일어나는 성질을 '용액의 총괄성'이라 한다. 염분의 농도가 3.5%인 일반적인 바닷물의 경우, 많은 양의 소금이 나트륨 이온과 염소 이온으로 물에 녹아 그 이온들이 물 분자의 정렬을 어렵게 하기 때문에 얼음이 쉽게 형성되지 못한다. 그러므로 바닷물은 총괄성에 의한 어는점 내림으로 0°C가 아닌 -1.9°C에서 얼게 되는 것이다.

③ 그런데 남극 빙어의 경우 총괄성에 의한 어는점 내림만으로는 어떻게 생명을 유지하는지를 설명하기 어렵다. 일반적으로 물고기의 경우 물의 온도가 어는점 아래로 내려가면 눈에 보이지 않는 아주 작은 얼음 결정들이 혈액이나 체액 내에 생기기 시작한다. 이 조그마한 얼음 결정들이 방지되면 물 분자들이 얼음 결정과 결합하여 얼음 결정이 순식간에 커져 결국 물고기는 죽고 말 것이다. 그런데 남극 빙어의 혈액 속에는 결빙방지단백질이라는 물질이 있어서 얼음 결정이 커지는 것을 막는다. 그렇다면 어떤 원리에 의해 이러한 현상이 나타나는 것일까?

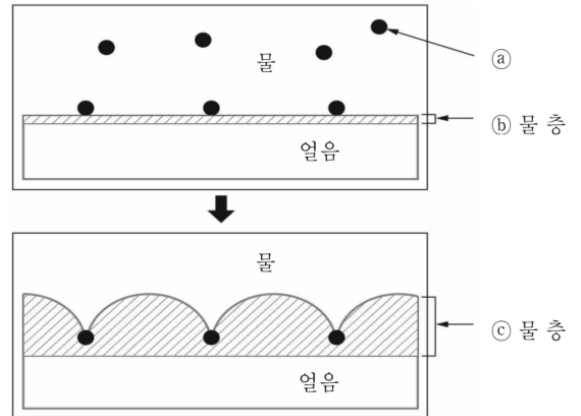
④ 먼저 결빙방지단백질이 녹아 있는 물에 얼음 결정이 들어 있고 어는점 아래로 온도를 낮춘다고 가정해 보자. 얼음 결정의 표면에는 물 분자가 얇게 물 층을 이루고 있는데, ㉠ 그 얇은 물 층에 결빙방지단백질이 순식간에 결합한다. 4-① 결빙방지단백질이 결합된 부분에는 더 이상 물 분자가 결합하지 못한다. 따라서 얼음 결정의 물 층은 물 분자가 계속해서 결합하는 부분과 결합하지 못하는 부분으로 나뉜다. 4-② 이렇게 되면 물 분자가 결합할 수 있는 부분은 결합이 계속 이루어져 ㉡ 불룩한 모양의 물 층이 형성된다. 그 결과 평평했던 얼음 결정의 물 층이 불룩하게 되어 표면적이 넓어지므로, 평평했을 때보다 물 층의 표면에 있는 물 분자의 수도 그만큼 늘어나게 된다. 이때 물 층 표면에 있는 물 분자들은 불안정한 상태이다.

⑤ <그림>은 물 층에 존재하는 물 분자 간의 결합 상태를 나타낸 것으로 화살표는 물 분자 간의 인력을 의미한다 4-⑤ <그림>의 ㉢는 물 층 내부에 있는 물 분자로서 모든 방향으로 동일한 인력이 작용하므로 안정적인 상태이다. ㉣는 물 층 표면에 있는 물 분자로서 인력이 작용하는 방향이 한정적이므로 불안정한 상태이다. 따라서 ㉣는 ㉢에 비해 불안정한 상태이다. 일반적으로 불안정한 상태의 분자들은 다른 분자들과 결합하려는 힘이 더 큰데, 이는 에너지가 높은 상태라고 할 수 있다.

⑥ 그런데 4-③ 물 층이 불룩해지는 과정을 통해 평평한 상태일 때보다 물 층에 불안정한 상태의 물 분자들이 더 늘어났으므로, 4-④ 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 더 높아진 상태라고 할 수 있다. 이 같은 과정을 통해 물의 에너지와 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 동일한 상태가 되는데, 이를 열적 평형이라고 한다. 열적 평형이 되면 물 분자가 얼음 결정에 더 이상 결합하지 않게 되어 얼음 결정이 커지지 않는다. 4-② 즉, 어는점이 내려가는 것이다. 이와 같은 현상은 결빙방지단백질이라는 특정한 물질, 즉 용질의 종류로 인해 발생한 어는점 내림이라고 할 수 있다.

4. <보기>는 ㉠에서 ㉡으로의 변화를 나타낸 것이다. 위글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>



- ㉠은 결빙방지단백질이다.

(3%) ① ㉠이 ㉡에 결합하면 ㉠이 결합한 지점에는 더 이상 물 분자가 결합할 수 없겠군.

※ 4-① 참고.

(3%) ② ㉠에 의해 ㉡이 ㉢의 형태로 변화된 후 어는점이 내려갈 수 있겠군.

(5%) ③ ㉡이 ㉢의 형태가 되면 ㉢의 표면에 불안정한 상태의 물 분자들이 늘어나겠군.

※ 지문 : 물 층이 불룩해지면 평평한 상태일 때보다 불안정한 상태의 물 분자들이 더 늘어난다.

= 선지 : ㉡(물 층)이 ㉢(불룩한 물 층)의 형태가 되면 그 표면에 불안정한 상태의 물 분자들이 늘어난다.

(8%) ④ ㉢ 표면의 에너지는 ㉣ 표면의 에너지보다 높아져 열적 평형 상태에 도달하기 쉽겠군.

※ 지문 : 물 층이 불룩해지면 평평한 상태일 때보다 표면 에너지가 높아져서 물의 에너지와 얼음 결정의 물 층 표면 에너지가 같아지는 열적 평형 상태에 이른다.

= 선지 : ㉢(불룩한 물 층)의 표면 에너지가 ㉣(물 층)의 표면 에너지보다 높아져 열적 평형 상태에 도달하기 쉽다.

(79%) ⑤ ㉢ 내부에 있는 물 분자의 인력 방향은 ㉣ 표면에 있는 물 분자의 인력 방향보다 제한되었겠군.

※ 지문 : ㉣ = 선지 : ㉢ 내부에 있는 물 분자-인력의 방향이 모든 방향으로 작용(다양한 방향으로 작용)

지문 : ㉣ = 선지 : ㉣ 표면에 있는 물 분자-인력의 방향이 한정적

∴ ㉢ 내부에 있는 물 분자의 인력 방향이 ㉣ 표면에 있는 물 분자의 인력 방향보다 더 다양함

일반 해설

정답해설 : 인력이 제한되는 것은 ㉣의 표면이다. ㉣의 내부는 일반적인 물의 내부와 같다. ㉣는 불룩해진 물 층에 해당하는데, 4문단에 의하면 그 내부에 있는 물 분자의 인력은 모든 방향으로 작용하고 물 층 표면에 있는 물 분자는 한정된 방향으로 인력이 작용한다. 따라서 내부의 물 분자가 표면의 물 분자보다 인력 방향이 제한된다는 진술은 적절하지 않다. 정답 ⑤ [오답피하기] ① 4문단에서 ㉠의 결빙방지단백질이 ㉡에 결합한 부분에는 더 이상 물 분자가 결합하지 못한다고 진술되어있다. ② 위 글에서 ㉠의 결빙방지단백질에 의해 ㉡는 ㉢처럼 불룩하게 되고 이를 통해 어는점이 내려간다고 했으므로 적절하다. ③ 4문단에서 평평했던 얼음 결정의 물 층이 불룩하게 되면 그 표면의 물 분자 수가 늘어나고 그 분자들은 불안정한 상태라고 했으므로 적절하다. ④ 6문단에서 ㉢처럼 불룩해진 얼음 결정의 물 층 표면의 에너지는 평평한 ㉣ 표면의 에너지보다 높아져 열적 평형 상태에 이른다고 진술되어있다.

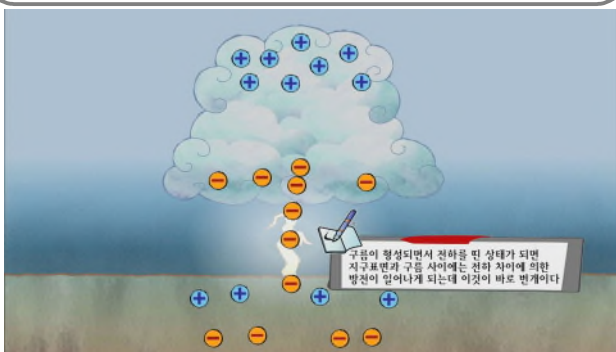
① 장마철이 되면 자주 '번쩍' 하는 **번개**와 함께 '우르릉 쿵' 하는 **천둥** 소리가 울려 퍼지는 자연 현상을 볼 수 있다. **번개는 대기 중에서 대규모 전류가 흐르는 현상으로 구름과 지면 사이에서 방전\*이 일어나는 벼락이 대표적이다.** 이러한 번개와 천둥은 어떻게 해서 생길까?

② **벼락이 발생하기 위해서는 적란운, 그리고 수증기의 증발이 필요하다.** 온난 습윤한 대기가 지표면의 불균등한 가열로 인해 강한 상승기류로 발달하면 적란운이 형성된다. ㉠ 동시에 공기 중에 있는 물이 수증기로 증발하게 된다. 수증기는 상승하면서 냉각되어 작은 물방울로 변하고, 열기 시작하면서 팽창하여 **양전하**를 띤 바깥 껍질이 깨져 흩어지게 된다. ㉡ 양전하를 띤 상대적으로 가벼운 얼음 조각은 상승 기류에 의해 구름 위로 더 **상승**하고, 음전하를 띤 내부의 상대적으로 무거운 물방울은 무게로 인해 적란운 하단부로 **내려오게** 된다. 한편 지표면의 전하는 고온 분포를 이루고 있는데, ㉢ 적란운이 발달하면서 하단부에 모인 음전하를 띤 물방울로 인해 지표면의 전자가 밀려 나면서 상대적으로 **양전하의 양이 증가**하게 된다. ㉣ 적란운이 발달하게 되면 지표면과의 전위\*차가 점점 증가하게 되고 둘 사이에 **섬광\***이 발생한다. 이것이 벼락이다.

[A] ㉠ 양전하를 띤 바깥 껍질이 깨져 흩어지게 된다. ㉡ 양전하를 띤 상대적으로 가벼운 얼음 조각은 상승 기류에 의해 구름 위로 더 **상승**하고, 음전하를 띤 내부의 상대적으로 무거운 물방울은 무게로 인해 적란운 하단부로 **내려오게** 된다. 한편 지표면의 전하는 고온 분포를 이루고 있는데, ㉢ 적란운이 발달하면서 하단부에 모인 음전하를 띤 물방울로 인해 지표면의 전자가 밀려 나면서 상대적으로 **양전하의 양이 증가**하게 된다. ㉣ 적란운이 발달하게 되면 지표면과의 전위\*차가 점점 증가하게 되고 둘 사이에 **섬광\***이 발생한다. 이것이 벼락이다.

③ 한편 번개가 발생하면 공기는 즉시 과열된다. 1초도 안 되는 시간에 온도가 무려 33,000°C로 상승하여 고온이 된 공기가 팽창한다. 그러면 주변의 공기가 압축되어, 고밀도인 부분과 저밀도인 부분이 생긴다. 이 차이가 '충격파'라는 파동이 되어 공기 속에서 전해진다. 즉 공기가 단기간에 데워지면 **폭발적으로 팽창하고 음파**로 들게 되는 **천둥**이 된다. 번개는 바로 보이지만 음파인 천둥소리는 번개보다 상대적으로 속도가 느려 약 340%의 속도로 공기 속을 이동하므로 나중에 들린다. 번개와 천둥은 거의 동시에 발생하기 때문에, 번개 발생 이후 천둥소리가 들리기까지의 시간을 측정하면 번개가 어느 정도 먼 곳에서 발생하였는지 알 수 있다. 만약, 번개가 친 후 5초 뒤에 천둥소리가 들렸다면 번개가 친 곳은 약 1,700m 떨어진 장소라고 생각할 수 있다.

\*전위: 전기장 내에서 단위 전하가 갖는 위치 에너지. 특히 전기장 내의 두 점 사이의 전위의 차이를 전위차 또는 전압(Volt)이라고 한다.



5. <보기>는 번개를 발생시키기 위한 모의 실험이다. <보기>를 [A]와 관련하여 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

**보기**

㉠ 벨트가 작동하기 전, 두 금속구는 전기적으로 중성 상태이다. 벨트가 작동하면 벨트 하단에서 마찰 전기가 발생하여 큰 구에서 이동해 온 중성의 전하는 양전하와 전자로 분리된다.

↓

㉡ 벨트를 따라 양전하는 큰 구 쪽으로 이동하고, 전자는 도선을 따라 작은 구 쪽으로 이동한다.

↓

㉢ 벨트가 반복하여 작동하면서 큰 구에는 양전하가 늘어나 (+)극으로, 작은 구에는 전자가 늘어나 (-)극으로 유도된다.

↓

㉣ 두 금속구 사이에 전위차가 점점 증가하여 ㉤둘 사이에 스파크가 일어나게 된다.

- ※ **지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용**  
 (지문의 이론과 유사한 실험을 **그림과 설명**으로 표현. 지문: 이론, 보기: 그림과 설명)
- 지문: 번개와 천둥이 발생하는 과정
- 적란운의 하단부에 모인 음전하와 지표면에 증가한 양전하 간의 전위차 때문에 **번개(벼락)**이 발생하고, 이에서 비롯된 주변 공기들 사이의 밀도 차이가 충격파를 만들어내서 천둥이 발생함
  - 보기: 번개를 발생시키기 위한 모의 실험 장치 **그림**
  - 벨트를 통해 전기를 발생시켜 양전하와 음전하를 각각의 금속구에 모아 둘 사이에 **스파크**를 유도함.
- ㉠ 지문: 양전하를 띤 바깥 껍질이 흩어져 (발생) = 양전하와 전자 분리
  - ㉡ 지문: 양전하 상승, 음전하 내려오게 = 보기: 이동
  - ㉢ 지문: 양전하의 양이 늘어나 = 보기: 증가
  - ㉣ 지문: 섬광 = 보기: 스파크

**[일반해설]**

과학, '뇌우와 토네이도'

지문해설: 번개와 천둥이 생겨나는 과학적 원리에 대해 설명하고 있는 글이다. 번개와 천둥이 일어나는 단계와 조건에 따라 정리하면 독해를 어렵지 않게 할 수 있을 것이다. 먼저 벼락이 발생하기 위한 조건을 소개하면서 적란운과 수증기의 증발이 필수적인 요인임을 설명하고 있다. 또한 번개가 발생하면 고온이 된 주변 공기가 팽창하여 그 사이에 밀도 차이가 생기므로 충격파가 되어 천둥이 발생한다고 설명하고 있다.

[주제] 번개와 천둥이 발생하는 과학적 원리

- ※ 어휘 풀이
- \*방전: 기계 따위의 절연체를 통해 양극 사이에 전류가 흐르는 현상.
  - \*섬광: 순간적으로 강렬하게 번쩍이는 빛

기본 독해	
	번개와 천둥의 발생과 번개의 개념
	벼락이 발생하는 과정
	천둥이 발생하는 과정

★ 번개와 천둥이 발생하는 과정에 대한 설명문이다. 번개가 일어나기 위해서는 수증기와 적란운이 필요하다. 먼저 적란운이 형성되면 수증기가 증발하면서 적란운 안에서 양전하는 올라가고 음전하는 내려간다. 적란운 아래쪽의 음전하 때문에 지표면의 양전하 양이 증가하고(적란운의 -는 지표면의 - 밀어내고 +를 모으니까) 둘 사이에서 섬광이 발생한다. 이것이 벼락이다. 벼락이 생기면 공기가 과열되어 음파가 발생하는데 이것이 천둥이다. 소리(천둥)은 빛(벼락)보다 느리기 때문에 항상 벼락이 먼저 발생하고 천둥이 친다.



1 장마철이 되면 자주 '번쩍' 하는 번개와 함께 '우르릉 쿵' 하는 천둥소리가 울려 퍼지는 자연 현상을 볼 수 있다. 번개는 대기 중에서 대규모 전류가 흐르는 현상으로 구름과 지면 사이에서 방전이 일어나는 벼락이 대표적이다. 이러한 번개와 천둥은 어떻게 해서 생길까?

2 벼락이 발생하기 위해서는 적란운, 그리고 수증기의 증발이 필요하다. 온난 습윤한 대기가 지표면의 불균등한 가열로 인해 강한 상승기류로 발달하면 5-1 적란운이 형성된다. 5-2 동시에 공기 중에 있는 물이 수증기로 증발하게 된다. 수증기는 상승하면서 냉각되어 작은 물방울로 변하고, 얼기 시작하면서 팽창하여 양전하를 띤 바깥 껍질이 깨져 흩어지게 된다. 양전하를 띤

[A] 상대적으로 가벼운 얼음 조각은 상승 기류에 의해 구름 위로 더 상승하고, 음전하를 띤 내부의 상대적으로 무거운 물방울은 무게로 인해 적란운 하단부로 내려오게 된다. 한편 지표면의 전하는 고른 분포를 이루고 있는데, 5-3 적란운이 발달하면서 하단부에 모인 음전하를 띤 물방울로 인해 지표면의 전하가 밀려나면서 상대적으로 양전하의 양이 증가하게 된다. 5-4 적란운이 발달하게 되면 지표면과의 전위차가 점점 증가하게 되고 5-5 둘 사이에 섬광이 발생한다. 이것이 벼락이다.

3 한편 번개가 발생하면 공기는 즉시 과열된다. 1초도 안 되는 시간에 온도가 무려 33,000°C로 상승하여 고온이 된 공기가 팽창한다. 그러면 주변의 공기가 압축되어, 고밀도인 부분과 저밀도인 부분이 생긴다. 이 차이가 '충격파'라는 파동이 되어 공기 속에서 전해진다. 즉 공기가 단기간에 데워지면 폭발적으로 팽창하고 음파로 듣게 되는 천둥이 된다. 번개는 바로 보이지만 음파인 천둥소리는 번개보다 상대적으로 속도가 느려 약 340m/s의 속도로 공기 속을 이동하므로 나중에 들린다. 번개와 천둥은 거의 동시에 발생하기 때문에, 번개 발생 이후 천둥소리가 들리기까지의 시간을 측정하면 번개가 어느 정도 먼 곳에서 발생하였는지 알 수 있다. 만약, 번개가 친 후 5초 뒤에 천둥소리가 들렸다면 번개가 친 곳은 약 1,700m 떨어진 장소라고 생각할 수 있다.

\*전위: 전기장 내에서 단위 전하가 갖는 위치 에너지. 특히 전기장 내의 두 점 사이의 전위의 차이를 전위차 또는 전압(Volt)이라고 한다.

5. <보기>는 번개를 발생시키기 위한 모의 실험이다. <보기>를 [A]와 관련하여 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

**보기**

㉠ 벨트가 작동하기 전, 두 금속 구는 전기적으로 중성 상태이다. 벨트가 작동하면 벨트 하단에서 마찰 전기가 발생하여 큰 구에서 이동해 온 중성의 전하는 양전하와 전자로 분리된다.
↓
㉡ 벨트를 따라 양전하는 큰 구 쪽으로 이동하고, 전자는 도선을 따라 작은 구 쪽으로 이동한다.
↓
㉢ 벨트가 반복하여 작동하면서 큰 구에는 양전하가 늘어나 (+)극으로, 작은 구에는 전자가 늘어나 (-)극으로 유도된다.
↓
㉣ 두 금속구 사이에 5-4 전위차가 점점 증가하여 ㉤ 둘 사이에 5-5 스파크가 일어나게 된다.

- 일정 양의 양전하와 음전하가 가까이 있으면 스파크가 생기는 현상을 실험한 것이다.

(5%) 1 ㉠에서 두 구가 중성의 전하를 띠는 것은 적란운이 발달하기 전의 상황으로 볼 수 있겠군.  
 ※ 지문 : 적란운이 형성되면서 물이 수증기로 증발되고 이 수증기의 냉각에 의해 적란운의 상단부가 전하를 띤다  
 보기 : 두 구가 중성의 전하를 띤다  
 ∴ 아직 적란운 발생 전이라고 볼 수 있다.

(78%) 2 ㉡은 공기 중의 물이 수증기로 증발하는 것으로 볼 수 있겠군.  
 ※ 지문 : 물이 수증기로 증발되고 나서 이 수증기가 냉각되면서 팽창하여 양전하를 띤 얼음조각과 음전하를 띤 물방울로 나뉘어 각각 적란운의 상단부와 하단부로 이동한다.  
 보기 : 양전하가 큰 구로 이동한다.  
 ∴ ㉡은 수증기가 냉각되어 팽창하는 단계이다. 즉, ㉡의 전단계에서 물이 수증기로 증발된단다.  
 -동의이형 : 지문 - 양전하를 띤 바깥 껍질이 깨져 흩어지게  
 = 보기 - 양전하와 전자로 분리  
 - 결국 수증기가 증발하는 것은 ㉡이 아닌 양전하와 전자가 분리되는 ㉠이라고 할 수 있다. ㉡은 양전하와 전자가 이동하는 단계로 지문에서는 수증기가 증발하는 다음 단계라고 할 수 있다.

(11%) 3 ㉢은 적란운이 발달하면서 적란운 하단과 지표면이 서로 다른 전하로 유도되는 것으로 볼 수 있겠군.  
 ※ 동의이형의 원리 (같은 뜻 다른 표현)  
 지문 : 적란운 하단은 음전하를 띠고, 지표면은 그에 의해 양전하의 양이 증가한다.  
 = 선지 : 적란운 하단과 지표면이 서로 다른 전하로 유도됨  
 -양전하가 모이는 큰 금속구는 적란운의 상층부도 되고 지표면도 된다. 즉, 벨트에서 양전하와 음전하가 나누어질 때(㉠,㉡)는 적란운 상층부, 스파크가 일어날 때(㉢,㉣)에는 지표면이 되는 것이다.

(3%) 4 ㉣은 적란운 하단과 지표면 사이에 전위차가 증가하는 것으로 볼 수 있겠군.  
 ※ 5-4 참고.

(1%) 5 ㉤은 적란운과 지표면 사이에서 벼락이 치는 것으로 볼 수 있겠군.  
 ※ 동의이형 : 지문 - 섬광, 벼락 = 보기 ㉤ - 스파크

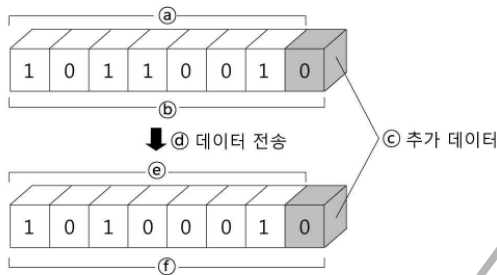
**일반 해설**

정답해설 : 얼핏 보면 2이 옳은 선지 같지만 다음 문장과 보기의 단계를 정확히 비교해보면 옳지 않은 선지가 된다. 이 문제를 틀렸다면 그것은 보기의 ㉠이 지문의 어느 부분에 해당하는지 따져보지 않았기 때문이다. ㉠은 양전하가 큰 구 쪽으로 이동하는 현상으로, 적란운 속에서 양전하를 띤 상대적으로 가벼운 얼음 조각이 상승 기류에 의해 적란운 상층부로 상승하는 것에 해당한다. 하지만 공기 중의 수증기가 증발하는 것은 전하가 나누어지기 전의 단계에 해당한다.

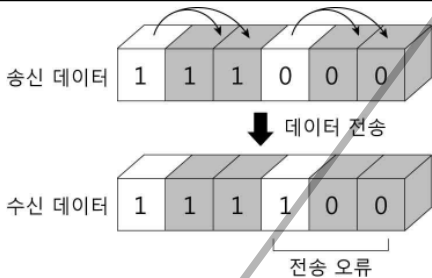
정답 2 [오답피하기] 1 [A]에서 ㉠은 두 구가 중성의 전하를 띠고 있으므로 적란운이 발생하기 전이다. 3 [A]에서 ㉢은 적란운의 하단과 지표면이 서로 다른 전하로 유도되는 것이라고 볼 수 있다. 4 [A]에서 ㉣은 두 금속구 사이처럼 적란운 하단과 지표면의 전위차가 증가한다고 볼 수 있다. 5 [A]에서 ㉤은 스파크가 일어나게 하는 것으로 벼락이 치는 것이다.

① 무선 통신 시스템에서 전파로 전송되는 신호는 때에 따라 왜곡\*될 수도 있고, 안테나나 통신 장비에서 발생하는 다양한 열잡음\*으로 원하지 않는 신호가 더해질 수도 있다. 이처럼 데이터 전송 과정에서 오류가 생기면 수신기는 잘못된 신호를 받아 정확한 정보 전달이 어려워진다. 이런 경우에 추가 데이터를 함께 보내서 오류가 발생한 데이터를 검출\*하거나 복구하는 방식을 사용하는데, 이는 크게 자동 재전송 요구 방식과 순방향 오류 정정 방식으로 나눌 수 있다.

② 먼저 자동 재전송 요구 방식은 송신기에서 데이터를 전송할 때 데이터 중 1의 개수가 홀수이면 1을, 짝수이면 0의 추가 데이터를 송신 정보 데이터와 함께 보낸다. 수신기에서 받은 수신 정보 데이터의 1의 개수와 추가 데이터의 값을 비교하여 두 값이 다르다면 수신기는 전송된 데이터 속에 오류가 있음을 알게 된다.



③ 예를 들어 위의 그림과 같이 7개의 데이터를 전송할 때 네 번째 데이터 비트\*가 1이 아닌 0으로 수신될 수 있다. 이때 수신 정보 데이터의 1의 개수가 홀수인데 추가 데이터가 0이므로 오류가 발생했다는 것을 알게 된다. 그러나 수신기는 오류가 발생한 데이터의 위치를 알 수 없고, 오류를 정정할 능력 또한 없다. 이 경우 수신기는 자동 재전송 요구를 통해 송신기에 데이터 재전송을 요청한 후 오류를 복구하게 된다.

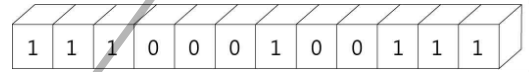


④ 다음으로 순방향 오류 정정 방식은 송신기에서 전송할 데이터를 위의 그림처럼 각각 두 번씩 복사한 추가 데이터를 송신 정보 데이터와 함께 전송하는 방식이다. 데이터 전송에 오류가 발생한 경우, 수신기는 수신 데이터에서 복사된 데이터들과 비교하여 다른 값으로 전송됐는지를 확인해 오류가 발생한 위치를 알 수 있다. 만약 수신 데이터가 1인데 복사된 데이터들의 값이 모두 0이라면 실제 전송된 데이터는 1이 아닌 0으로, 오류를 고칠 수 있다. 이처럼 순방향 오류 정정 방식은 복사된 추가 데이터를 이용해 수신기가 단독으로 오류를 정정할 수 있다.

\*열잡음: 수신기나 전송 선로 또는 전파 매체에서 전자 운동이 열에너지에 의해 동요하여 발생하는 잡음.

6. <보기>는 '순방향 오류 정정 방식'을 통해 전송된 수신 데이터이다. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 이해한 내용으로 적절한 것을 있는 대로 고른 것은?

보기



- ㄱ. 복사된 추가 데이터의 개수는 모두 8개이다.
- ㄴ. 추가 데이터로 확인하면 송신 정보 데이터는 '1011'이다.
- ㄷ. 오류가 발생한 위치는 송신 정보 데이터의 세 번째 데이터 비트이다.
- ㄹ. 송신기에 추가 데이터 전송을 요청한 후 수신 데이터와 비교해 오류를 정정한다.

※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용

(지문의 이론에 대한 예시를 그림으로 표현. 지문: 이론, 보기: 그림)

지문 : 무선 통신 시스템에서 사용되는 오류 검출 및 복구 방식 - 자동 재전송 요구 방식과 순방향 오류 정정 방식을 설명.

보기 : 순방향 오류 정정 방식으로 전송된 수신 데이터 예시를 그림으로 제시

**【일반해설】**

기술, '흰히 보이는 전파 기술'  
 지문해설 : 두 가지 통신 방식의 차이와 원리를 파악하는 기술 지문이다. 이 정도 난이도의 지문은 각 방식의 원리를 읽으면서 바로 이해해야 한다. 무선 통신 시스템에서 오류가 발생한 데이터를 검출하고 복구하는 방식의 종류와 각각의 특징을 서술하고 있는데 이에 따르면 다양한 열잡음으로 원하지 않는 신호가 더해져서 데이터 전송 과정 중에 오류가 발생하게 된다. 이를 수정하는 방식으로 크게 자동 재전송 요구 방식과 순방향 오류 정정 방식을 소개하고 있다.

[주제] 오류가 발생한 데이터를 검출 및 복구하는 방식의 종류

※ 어휘 풀이

\*왜곡 : 사실과 다르게 해석하거나 그릇되게 함.

\*검출 : 검사하여 찾아냄

\*비트(bit) : 정보량의 최소 기본 단위

기본 독해

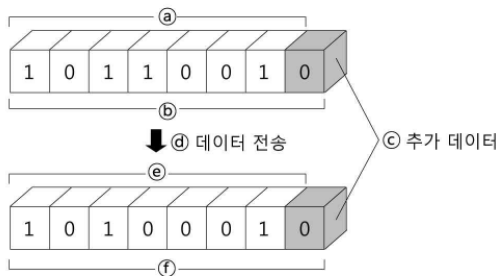
1단락	오류가 발생한 데이터를 검출 및 복구하는 방식의 종류
2단락	자동 재전송 요구 방식의 원리
3단락	자동 재전송 요구 방식의 예시
4단락	순방향 오류정정 방식의 원리

★수신된 데이터의 오류를 발견하고 복구하는 방식에 대한 설명문이다.

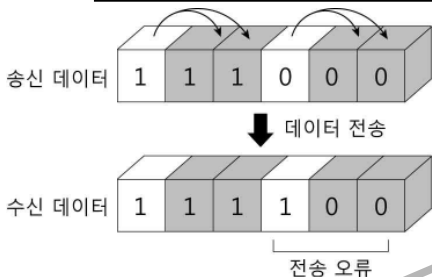


① 무선 통신 시스템에서 전파로 전송되는 신호는 때에 따라 왜곡될 수도 있고, 안테나나 통신 장비에서 발생하는 다양한 열잡음 \*으로 원하지 않는 신호가 더해질 수도 있다. 이처럼 데이터 전송 과정에서 오류가 생기면 수신기는 잘못된 신호를 받아 정확한 정보 전달이 어려워진다. 이런 경우에 추가 데이터를 함께 보내서 오류가 발생한 데이터를 검출하거나 복구하는 방식을 사용하는데, 이는 크게 자동 재전송 요구 방식과 순방향 오류 정정 방식으로 나눌 수 있다.

② 먼저 자동 재전송 요구 방식은 송신기에서 데이터를 전송할 때 데이터 중 1의 개수가 홀수이면 1을, 짝수이면 0의 추가 데이터를 송신 정보 데이터와 함께 보낸다. 수신기에서 받은 수신 정보 데이터의 1의 개수와 추가 데이터의 값을 비교하여 두 값이 다르면 수신기는 전송된 데이터 속에 오류가 있음을 알게 된다.



③ 예를 들어 위의 그림과 같이 7개의 데이터를 전송할 때 네 번째 데이터 비트가 1이 아닌 0으로 수신될 수 있다. 이때 수신 정보 데이터의 1의 개수가 홀수인데 추가 데이터가 0이므로 오류가 발생했다는 것을 알게 된다. 그러나 수신기는 오류가 발생한 데이터의 위치를 알 수 없고, 오류를 정정할 능력 또한 없다. 이 경우 6-㉠ 수신기는 자동 재전송 요구를 통해 송신기에 데이터 재전송을 요청한 후 오류를 복구하게 된다.

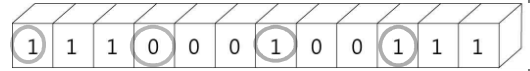


④ 다음으로 순방향 오류 정정 방식은 송신기에서 전송할 데이터를 위의 그림처럼 6-㉠, ㉡, ㉢ 각각 두 번씩 복사한 추가 데이터를 송신 정보 데이터와 함께 전송하는 방식이다. 데이터 전송에 오류가 발생한 경우, 수신기는 수신 데이터에서 복사된 데이터들과 비교하여 다른 값으로 전송됐는지를 확인해 오류가 발생한 위치를 알 수 있다. 6-㉡, ㉢ 만약 수신 데이터가 1인데 복사된 데이터들의 값이 모두 0이라면 실제 전송된 데이터는 1이 아닌 0으로, 오류를 고칠 수 있다. 이처럼 순방향 오류 정정 방식은 복사된 추가 데이터를 이용해 6-㉠ 수신기가 단독으로 오류를 정정할 수 있다.

\*열잡음: 수신기나 전송 선로 또는 전파 매체에서 전자 운동이 열에너지에 의해 동요하여 발생하는 잡음.

6. <보기>는 '순방향 오류 정정 방식'을 통해 전송된 수신 데이터이다. 윗글을 바탕으로 <보기>에 대해 이해한 내용으로 적절한 것을 있는 대로 고른 것은?

보기



- ㄱ. 복사된 추가 데이터의 개수는 모두 8개이다.
- ㄴ. 추가 데이터로 확인하면 송신 정보 데이터는 '1011'이다.
- ㄷ. 오류가 발생한 위치는 송신 정보 데이터의 세 번째 데이터 비트이다.
- ㄹ. 송신기에 추가 데이터 전송을 요청한 후 수신 데이터와 비교해 오류를 정정한다.

(3%) ① ㄱ, ㄴ

(75%) ② ㄱ, ㄷ

(6%) ③ ㄷ, ㄹ

(10%) ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

(3%) ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

※ ㄱ) 지문 : 전송할 데이터를 각각 두 번씩 복사한 추가 데이터가 함께 전송된다.

= 보기 : 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12번째 칸들은 원래 데이터가 두 번씩 복사되어 있는 데이터로, 복사된 추가 데이터는 총 8개이다.

※ ㄴ) 지문 : 전송할 데이터를 각각 두 번씩 복사한 추가 데이터가 함께 전송된다. 만약 복사된 데이터의 값과 다르다면 오류를 고칠 수 있다.

111.(세 칸 단위의 첫 번째 비트) 000.(두 번째 비트) 100.(세 번째 비트) 111.(네 번째 비트)

보기 : 복사된 데이터를 통해 원래 데이터를 추정해보면, 송신 정보 데이터는 '1001'이다.

∴ ㄴ은 적절하지 않음.

※ ㄷ) 지문 : 두 번씩 복사한 추가 데이터

- 만약 복사된 데이터의 값과 다르다면 오류를 고칠 수 있다.

111.(세 칸 단위의 첫 번째 비트) 000.(두 번째 비트) 100.(세 번째 비트) 111.(네 번째 비트)

= 보기 : 세 칸 단위로 비트를 나누어 보면, 두 번씩 복사된 데이터와 송신 정보 데이터가 다른 것은 세 번째 데이터 비트이다.

※ ㄹ) 지문 : 순방향 오류 정정 방식은 수신기가 단독으로 오류를 정정할 수 있다.

≠ 보기 : 송신기에 추가 데이터 전송을 요청하여 그 새로운 데이터와 비교하여 오류를 정정한다.

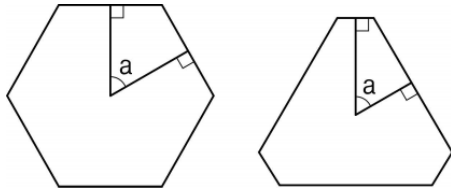
∴ ㄹ의 내용은 자동 재전송 요구 방식에 대한 내용이다.

일반 해설

정답해설 : 순방향 오류 정정 방식의 원리를 이해하고 있어야 풀 수 있는 문제이다. 데이터를 옆으로 두 번 복사하여 보내는 방식을 꼭 이해해야 한다. (ㄱ) <보기>에서 한 개의 송신 정보 데이터마다 추가 데이터가 두 개씩 복사된, 총 8개의 추가 데이터를 확인할 수 있다. (ㄷ) 추가 데이터로 전송 오류의 위치를 판단하면 송신 정보 데이터의 세 번째 비트에서 오류가 발생했다는 것을 알 수 있다. 정답 ② [오답피하기] ① 둘 중, ㄱ만 바르게 이해하고 있다. ③, ⑤ 다만 바르게 이해하고 있다. ④ ㄱ과 ㄴ은 바르게 이해하였으나, 옳지 않은 ㄴ을 옳은 것으로 잘못 이해하였기 때문에 잘못된 답지이다.

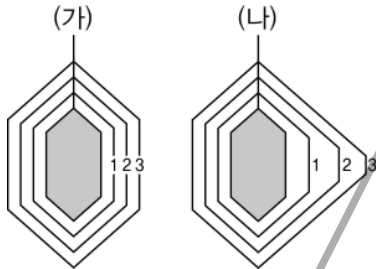
① 광물\*은 지각을 이루는 암석의 단위 물질로서 특징적인 결정 구조를 갖는다. 광물의 결정 구조는 그 광물을 구성하는 원자들이 일정하게 배열된 양상이다. 같은 광물일 경우 그 **결정 구조**가 동일하며, 이러한 결정 구조에 의해 나타나는 규칙적인 겉모양인 결정형(crystal form)도 동일하다. 그러나 실제로 광물들의 결정은 서로 다른 모양을 가지는 경우가 많다.

② 덴마크의 물리학자 니콜라우스 스테노는 등산길에서 채집한 수정의 단면들이 서로 조금씩 다른 모양을 가지고 있는 것에 궁금증이 생겼다. 그 이유를 밝히기 위해 그는 수집한 수정의 단면도를 그려서 비교해 보았다. 그 결과 수정 결정의 모양은 모두 조금씩 다르지만 맞닿은 결정면들이 이루고 있는 각은 <그림1>의 a와 같이 항상 일정하다는 '면각 일정의 법칙'을 발견하게 되었다.



<그림1> 면각 일정의 법칙

③ 스테노는 같은 광물의 결정일 경우 면각이 일정해지는 이유가 **결정 내부의 규칙성** 때문일 것이라 짐작했다. 당시만 해도 그 규칙성의 이유가 되는 결정 내부의 원자 배열 상태를 직접 관찰할 수 없었다. 그가 죽은 뒤 X선이 발견되고 나서야, 결정 모양이 그 결정을 이루고 있는 내부 원자들의 규칙적인 배열 상태를 반영한다는 것이 밝혀지게 되었다.



<그림2> 결정의 성장 과정(결정의 수직 단면)

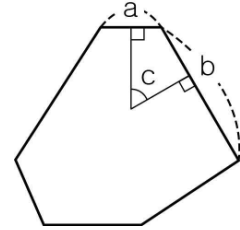
④ 그렇다면 같은 종류의 결정이 서로 다른 모양으로 형성되는 이유는 무엇일까? 그 이유는 결정에 주입되는 물질의 공급 정도에 따라 결정면의 성장 속도가 달라지기 때문이다. **가령** <그림2>에서 보는 바와 같이 같은 광물의 작은 결정 두 개를, 같은 성분을 가진 용액 속에 매달아 놓았다고 하자. 이때 (가) 결정이 담긴 용액은 물질이 사방에서 고르게 공급될 수 있도록 하고, (나) 결정이 담긴 용액은 물질이 오른쪽에서 더 많이 공급되도록 해 놓으면 (가) 결정은 1단계에서 2단계, 3단계를 거쳐서 이상적인 모양을 가진 결정(이상결정)으로 성장하는 반면, (나) 결정은 기형적인 모양을 가진 결정(기형결정)으로 성장하게 된다. (나) 결정의 오른쪽 결정면은 다른 결정면들보다 성장 속도가 더 빠르기 때문에 결정이 성장해 나갈수록 결정면이 점점 더 좁아지고 있음을 확인할 수 있다.

⑤ <그림2>를 통해 설명한 바와 같이 **물질의 공급 환경**이 다른 곳에서 성장한 결정들은 서로 다른 모양을 가지게 된다. 그러나 (가)와 (나)는 같은 광물의 결정이기 때문에 그 면각은 서로 같다. 이처럼 같은 광물의 결정은 그 **면각**이 같다는 사실을 통해 다양한 모양의 결정들의 종류를 판별할 수 있다. **면각 일정의 법칙**은 광물의 결정을 판별하는 데 가장 기본적인 중요 기준으로, 현대 광물학의 초석이 되었다.

7. 위글을 통해 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

보기

어떤 광물이 성장한 결과, 다음과 같은 수평 단면을 보이는 결정이 있었다. (단, 물질 공급 이전의 결정의 초기 모양은 정육각기둥으로 가정하고, 결정의 성장 과정에서 물질 공급을 제외한 다른 요인은 배제한다.)



※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용

(지문의 이론에 대한 예시를 그림으로 표현. 지문: 이론, 보기: 그림)

지문 : 면각 일정의 법칙

- 광물 결정의 외면은 다양한 모양을 가지나, 결정 내부의 규칙성에 의해 면각은 일정하다는 법칙을 가짐

보기 : 면각 일정의 법칙을 보이는 광물 결정을 그림으로 제시

【일반해설】

과학, '광물과학'

지문해설 : 면각이라는 개념을 <그림1>을 통해 이해하는 것이 핵심이다. 이 글은 광물 내부의 원자 배열 양상이 가진 규칙성으로 인해 광물의 결정은 고유한 결정형을 가지고 있고, 서로 다른 환경에서 주입되는 물질의 공급 정도에 따라 서로 다른 모양으로 성장하더라도 그 면각은 항상 일정하다는 면각 일정의 법칙을 설명하고 있다.

[주제] 광물의 '면각 일정의 법칙'의 의미와 가치

※ 어휘 풀이

\*광물 : 천연으로 나는 무기물로서, 질이 고르고 화학 성분이 일정한 물질

\*지각 : 지구의 표층부(表層部)를 형성하는 암석층

\*원자 : 물질을 구성하는 기본적 입자. 각 원소 각기의 특성을 잃지 않는 범위에서 가장 작은 미립자

\*기형 : 괴이한 형체

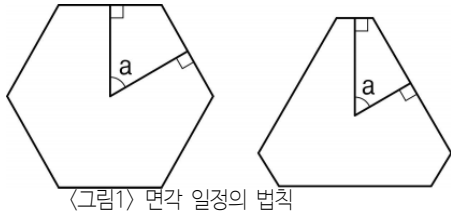
기본 독해

1단락	서로 다른 모양을 가지고 있는, 광물들의 결정
2단락	스테노가 발견한 면각 일정의 법칙
3단락	X선의 발견을 통해 입증된 면각 일정의 법칙
4단락	면각이 일정하게 유지됨을 보여주는 과학적 실험
5단락	현대 광물학의 기초를 이루는 면각 일정의 법칙의 의의

★ 같은 광물의 결정이 성장할 때 서로 다른 모양을 갖지만 면각은 일정한 이유에 대한 설명문이다. 예를 들어 정육각형의 결정 구조를 갖는 광물이 있다고 치자. 그런데 같은 광물끼리 쪼개보면 결정의 모양이 다르다. 그러나 면각은 같다. 면각이 같다는 것은 각 변의 길이가 다르더라도 같은 내각을 갖는 육각형을 유지한다는 뜻이다. 그 이유는 원래는 같은 종류의 결정이지만 영이 공급되는 환경이 달라 육각형은 유지하면서 결정이 자랐기 때문이다.

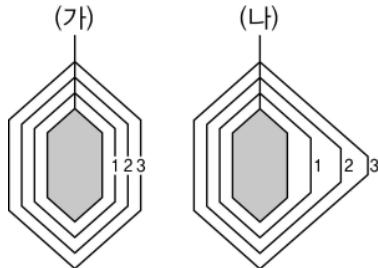
1 광물은 지각을 이루는 암석의 단위 물질로서 특징적인 결정 구조를 갖는다. 광물의 결정 구조는 그 광물을 구성하는 원자들이 일정하게 배열된 양상이다. 같은 광물일 경우 그 결정 구조가 동일하며, 이러한 결정 구조에 의해 나타나는 규칙적인 겹모양인 결정형(crystal form)도 동일하다. 그런데 실제로 광물들의 결정은 서로 다른 모양을 가지는 경우가 많다.

2 덴마크의 물리학자 니콜라우스 스테노는 등산길에서 채집한 수정의 단면들이 서로 조금씩 다른 모양을 가지고 있는 것에 궁금증이 생겼다. 그 이유를 밝히기 위해 그는 수집한 수정의 단면도를 그려서 비교해 보았다. 그 결과 수정 결정의 모양은 모두 조금씩 다르지만 맞닿은 결정면들이 이루고 있는 각은 7-4 (그림1)의 a와 같이 항상 일정하다는 '면각 일정의 법칙'을 발견하게 되었다.



(그림1) 면각 일정의 법칙

3 스테노는 같은 광물의 결정일 경우 면각이 일정해지는 이유가 결정 내부의 규칙성 때문일 것이라 짐작했다. 당시만 해도 그 규칙성의 이유가 되는 결정 내부의 원자 배열 상태를 직접 관찰할 수 없었다. 그가 죽은 뒤 X선이 발견되고 나서야, 7-5 결정 모양이 그 결정을 이루고 있는 내부 원자들의 규칙적인 배열 상태를 반영한다는 것이 밝혀지게 되었다.



(그림2) 결정의 성장 과정(결정의 수직 단면)

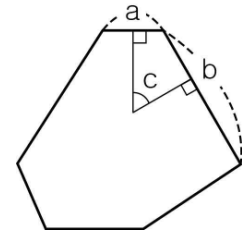
4 그렇다면 같은 종류의 결정이 서로 다른 모양으로 형성되는 이유는 무엇일까? 그 이유는 결정에 주입되는 물질의 공급 정도에 따라 결정면의 성장 속도가 달라지기 때문이다. 가령 (그림2)에서 보는 바와 같이 같은 광물의 작은 결정 두 개를, 같은 성분을 가진 용액 속에 매달아 놓았다고 하자. 이때 7-3 (가) 결정이 담긴 용액은 물질이 사방에서 고르게 공급될 수 있도록 하고, (나) 결정이 담긴 용액은 물질이 7-2 오른쪽에서 더 많이 공급되도록 해 놓으면 (가) 결정은 1단계에서 2단계, 3단계를 거쳐서 이상적인 모양을 가진 결정(이상결정)으로 성장하는 반면, (나) 결정은 기형적인 모양을 가진 결정(기형결정)으로 성장하게 된다. (나) 결정의 7-1, 2 오른쪽 결정면은 다른 결정면들보다 성장 속도가 더 빠르기 때문에 결정이 성장해 나갈수록 결정면이 점점 더 좁아지고 있음을 확인할 수 있다.

5 (그림2)를 통해 설명한 바와 같이 물질의 공급 환경이 다른 곳에서 성장한 결정들은 서로 다른 모양을 가지게 된다. 그러나 (가)와 (나)는 같은 광물의 결정이기 때문에 그 면각은 서로 같다. 이처럼 같은 광물의 결정은 그 면각이 같다는 사실을 통해 다양한 모양의 결정들의 종류를 판별할 수 있다. 면각 일정의 법칙은 광물의 결정을 판별하는 데 가장 기본적이고 중요한 기준으로, 현대 광물학의 초석이 되었다.

7. 윗글을 통해 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

보기

어떤 광물이 성장한 결과, 다음과 같은 수평 단면을 보이는 결정이 되었다. (단, 물질 공급 이전의 결정의 초기 모양은 정육각기둥으로 가정하고, 결정의 성장 과정에서 물질 공급을 제외한 다른 요인은 배제한다.)



(13%) ① 지금까지와 같이 물질 공급이 지속된다면, a면은 점점 좁아질 것이다.

※ 지문 : 성장속도가 빠르면 성장해 나갈수록 결정면이 점점 더 좁아진다.

보기 : a면의 결정면이 가장 좁음 = a면의 성장속도 빠름  
∴ a면은 점점 좁아질 것이다. (그림2) (나)의 오른쪽 면 참고하면 좁은 면은 점점 더 좁아지는 것을 알 수 있다.

(74%) ② 현재의 결정 모양은 a면보다는 b면으로 물질이 더 많이 공급된 결과일 것이다.

※ 지문 : 오른쪽에서 더 많은 물질을 공급하면 오른쪽 결정면이 성장해 나갈수록 점점 더 좁아진다. (그림2) (나)의 오른쪽 면 참고하면 좁은 면은 점점 더 좁아지는 것을 알 수 있다.

보기 : a면의 결정면이 가장 좁음 (= a면으로 더 많은 물질이 공급됨)

≠ 선지 : b면(넓음)으로 더 많은 물질이 공급되었음

(2%) ③ 모든 방향에서 물질이 고르게 공급되었다면, a면과 b면의 면적은 같았을 것이다.

※ 지문 : 물질이 사방에서 고르게 공급된 (가) 결정은 이상결정으로 성장

(2%) ④ 현재의 결정이 더 성장하게 되더라도 a면과 b면이 이루는 각 c는 항상 같을 것이다.

※ 선지 : 면각 일정의 법칙의 내용

(6%) ⑤ 결정의 모양이 달라졌지만, 결정 내부의 원자 배열이 가진 규칙성은 훼손되지 않았을 것이다.

※ 7-5 참고

일반 해설

정답해설 : 이 문제는 (그림2)를 통해 같은 종류의 결정이 다른 모양으로 형성되는 원리를 파악해야 한다. 4문단의 설명을 적용해 이해해 본다면, (보기)의 성장한 결정 모양에서 a면이 b면보다 상대적으로 좁으므로 a면은 b면보다 물질의 공급을 더 많이 받았음을 알 수 있다.

정답 ② [오답피하기] ① 현재까지와 같이 b면보다 a면으로 물질이 더 공급된다면 a면은 점점 좁아질 것이다. ③ 지문의 (가)처럼 처음부터 모든 방향에서 물질이 고르게 공급되었다면 초기 결정 모양인 정육각기둥으로 성장했을 것이다. ④ 스테노가 발견한 '면각 일정의 법칙'으로 인해 현재의 결정이 더 성장하게 되더라도 그 면각들은 항상 같을 것이다. ⑤ 3문단과 5문단을 통해 결정 모양이 변하더라도 결정 내부의 원자 배열이 가진 규칙성은 훼손되지 않음을 알 수 있다.

① 수면은 피로가 누적된 심신을 회복하기 위해 주기적으로 잠을 자는 상태를 의미한다. 이렇게 수면은 심신의 회복과 생명 유지에 필수적이기 때문에 세익스피어는 수면을 '자연의 부드러운 간호사'라고 했다. 수면은 '비-REM수면'과 급속한 안구 운동을 동반하는 REM(Rapid Eye Movement) 수면이 교대로 나타난다. 일반적으로 비-REM수면 이후 REM수면이 진행된다. 비-REM수면은 4단계로 진행되면서 깊은 잠에 빠져들게 되는 수면이다. 이러한 수면의 양상은 수면 단계에 따라 달리 측정되는 뇌파로 살펴볼 수 있다.

② 먼저 막 잠이 들기 시작하는 1단계 수면 상태에서 뇌는 '세타파'를 내보낸다. 세타파란 열린 잠을 자는 상태에서 나타나는 뇌파로, 이때는 언제든지 깨수 있을 정도의 수면 상태이다. 이 단계는 각성 상태에서 수면으로 넘어가는 과도기적 상태로 뇌파가 각성 상태보다 서서히 느려진다.

③ 2단계 수면에서는 세타파 사이사이에 '수면 방추'와 'K-복합체'라는 독특한 뇌파의 모습이 보인다. 수면 방추는 세타파 중간마다 마치 실이 감겨 있는 것처럼 촘촘한 파동의 모습인데, 분당 2~5번 정도 나타나며 수면을 유지시켜 주는 역할을 한다. K-복합체는 2단계 수면에서 나타나는데, 세타파 사이에 아래위로 갑자기 빠죽하게 솟아오르는 모습을 보인다. 실험에 의하면 K-복합체는 수면 중 갑작스러운 소음이 날 때 활성화된다. 이를 통해 이것은 잠자는 사람이 깨는 것을 방지해 주는 역할을 하여 깊은 수면을 유도\*함을 알 수 있다.

④ 깊은 수면의 단계로 진행되면 뇌파 가운데 가장 느리고 진폭\*이 큰 '델타파'가 나타난다. 3단계와 4단계는 '델타파'의 비중\*에 따라 구별된다. 보통 델타파의 비중이 20~50%일 때는 3단계로, 50%를 넘어서 더 깊은 수면에 빠지는 상태가 되면 4단계로 본다. 때문에 4단계 수면은 '서파수면(slow-wave-sleep)'으로도 알려져 있다.

⑤ 서파수면은 대뇌의 대사\*율과 혈류량이 각성 수준의 75%까지 감소되는 깊은 잠의 상태이고, REM수면은 잠에 빠져 있음에도 정신 활동이 이루어지는 상태이다. 때문에 서파수면 상태에 있는 사람을 깨우면 정신을 못 차리고 비틀거리며 혼란스러워 하고, REM수면 상태의 사람을 깨우면 금세 각성 상태로 돌아온다.

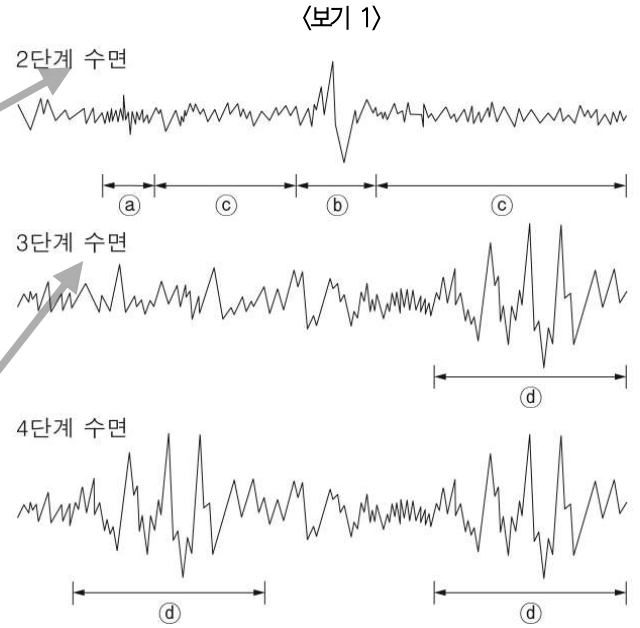
⑥ 자극에 반응을 하지 않을 정도의 비-REM수면은 온전한 휴식을 통해 진정한 심신의 회복을 가져다준다. 자면서도 정신 활동이 이루어지는 REM수면은 인간의 뇌의 활동이나 학습에도 도움을 준다. 비-REM수면이든 REM수면이든 문제가 생기면 인간의 활동은 영향을 받게 된다.

\*각성 상태: 눈을 뜨고 깨어 있는 상태

**지문 해석에서 가장 중요한 것**

지문에 표시된 네모 칸, 굵은 글씨, 밑줄 등을 바탕으로 글의 핵심어, 논제, 중심 문장 등을 파악하십시오. 아무리 어려운 지문이라도 이것을 파악하는 것이 비문학 지문 해석의 핵심입니다.

8. <보기1>은 수면의 각 단계에서 나타나는 뇌파의 모습을 나타낸 것이다. 이를 참고하여 <보기2>의 사례를 해석한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- <보기 2>**
- 선우는 한 번도 깨지 않고 깊은 수면을 취했다.
  - 재형이는 열린 잠에서 깊은 잠으로 가지 못하고자다 깨다를 반복했다.
  - 수민이는 밖에서 소리가 날 때마다 깨어 깊이 잠들지 못했다.

※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용  
<보기 1>은 지문의 이론을 그림으로, <보기 2>는 지문을 적용할 수 있는 사례를 제시. 지문: 이론, 보기: 그림 & 사례

지문: 수면의 각 단계에 측정되는 뇌파  
- 수면은 총 4단계를 거쳐 진행되며, 각 단계별로 측정되는 뇌파가 다르고 이들이 각각 다른 역할을 수행함.  
보기 1: 수면의 각 단계에 측정되는 뇌파를 그림으로 제시  
보기 2: 서로 다른 양상을 보이고 있는 세 사람의 수면 상태를 사례로 제시  
선우: 깊은 수면 - 4단계, 재형: 2단계에서 3단계로 넘어가지 못함.  
수민: K복합체가 활성화 안 됨.(소음무마)

**[일반해설]**  
과학, '생리심리학'  
지문해설: 인간의 수면은 비-REM수면과 REM수면으로 나뉜다. 비-REM수면 이후에 REM이 나타나는데 비-REM수면은 열린 잠은 잠에서 세타파를 내보내는 1단계, 수면을 유지시키는 수면 방추와 K-복합체가 나타나는 2단계, 조금 깊은 수면에 빠지는 3단계와 더 깊은 수면에 빠지는 4단계로 이루어져 있다. 4단계에서는 델타파가 나타난다.  
[주제] 인간의 수면 단계와 그 의미

- ※ 어휘 풀이
- \*유도: 일정한 방향으로 나아가도록 꺾어서 이끌.
  - \*진폭: 진동하는 물체에서, 그 정지한 위치에서 진동의 좌우 극점에 이르기까지의 길이 혹은 각도
  - \*대사: 생물이 영양 물질을 섭취하고 필요하지 않은 물질을 몸 밖으로 배출시키는 작용

기본 독해	
1단락	수면의 의미
2단락	열린 잠에 빠지는 1단계 수면
3단락	깊은 잠에 빠지는 2단계 수면
4단락	서파 수면 단계인 3, 4단계 수면
5단락	서파 수면과 REM수면의 차이
6단락	인간의 활동에 영향을 주는 수면 행위

★ 인간의 수면 양상과 그 영향에 대한 설명문이다. 1단계: 열린 수면, 2단계: 수면을 유지시키는 단계, 3,4단계: 깊은 수면으로 수면의 단계가 이루어져 있다.



① 수면은 피로가 누적된 심신을 회복하기 위해 주기적으로 잠을 자는 상태를 의미한다. 이렇게 수면은 심신의 회복과 생명 유지에 필수적이기 때문에 셰익스피어는 수면을 '자연의 부드러운 간호사'라고 했다. 수면은 '비-REM수면'과 급속한 안구 운동을 동반하는 'REM(Rapid Eye Movement)'수면이 교대로 나타난다. 일반적으로 비-REM수면 이후 REM수면이 진행된다. 비-REM수면은 4단계로 진행되면서 깊은 잠에 빠져들게 되는 수면이다. 이러한 수면의 양상은 수면 단계에 따라 달리 측정되는 뇌파로 살펴볼 수 있다.

② 먼저 막 잠이 들기 시작하는 1단계 수면 상태에서 뇌는 '세타파'를 내보낸다. 세타파란 열린 잠을 자는 상태에서 나타나는 뇌파로, 이때는 언제든지 깰 수 있을 정도의 수면 상태이다. 이 단계는 각성 상태에서 수면으로 넘어가는 과도기적 상태로 뇌파가 각성 상태보다 서서히 느려진다.

③ 2단계 수면에서는 세타파 사이사이에 '수면 방추'와 'K-복합체'라는 독특한 뇌파의 모습이 보인다. 8-②, ③ 수면 방추는 세타파 중간마다 마치 실이 감겨 있는 것처럼 촘촘한 파동의 모습인데, 분당 2~5번 정도 나타나며 수면을 유지시켜 주는 역할을 한다. K-복합체는 2단계 수면에서 나타나는데, 세타파 사이사이에 아래위로 갑자기 빠르게 솟아오르는 모습을 보인다. 실험에 의하면 8-②, ⑤ K-복합체는 수면 중 갑작스러운 소음이 날 때 활성화된다. 이를 통해 이것은 잠자는 사람이 깨는 것을 방지해 주는 역할을 하여 깊은 수면을 유도함을 알 수 있다.

④ 8-①, ④ 깊은 수면의 단계로 진행되면 뇌파 가운데 가장 느리고 진폭이 큰 '델타파'가 나타난다. 3단계와 4단계는 '델타파'의 비중에 따라 구별된다. 보통 델타파의 비중이 20~50%일 때는 3단계로, 50%를 넘어서 더 깊은 수면에 빠지는 상태가 되면 4단계로 본다. 때문에 4단계 수면은 '서파수면(slow-wave-sleep)'으로도 알려져 있다.

⑤ 서파수면은 대뇌의 대사율과 혈류량이 각성 수준의 75%까지 감소되는 깊은 잠의 상태이고, REM수면은 잠에 빠져 있음에도 정신 활동이 이루어지는 상태이다. 때문에 서파수면 상태에 있는 사람을 깨우면 정신을 못 차리고 비틀거리며 혼란스러워 하고, REM수면 상태의 사람을 깨우면 금세 각성 상태로 돌아온다.

⑥ 자극에 반응을 하지 않을 정도의 비-REM수면은 온전한 휴식을 통해 진정한 심신의 회복을 가져다준다. 자면서도 정신 활동이 이루어지는 REM수면은 인간의 뇌의 활동이나 학습에도 도움을 준다. 비-REM수면이든 REM수면이든 문제가 생기면 인간의 활동은 영향을 받게 된다.

\*각성 상태: 눈을 뜨고 깨어 있는 상태

**TIP**

이 문제의 2번 3번 5번 선지는 같은 성격의 내용입니다. 수민이와 재형이는 선우에 비해 깊은 잠을 못 잤습니다. 그런데 2,3,5번 선지는 ②와 ⑥가 나타나는 패턴이 같습니다. 한 문제에 답은 하나뿐이니 2,3,5번은 절대 옳지 않은 답이 될 수 없습니다. 이와 같이 선지 사이의 내용적 공통점을 묶어 문제를 푸는 방법을 '선지연결조건'이라 합니다.

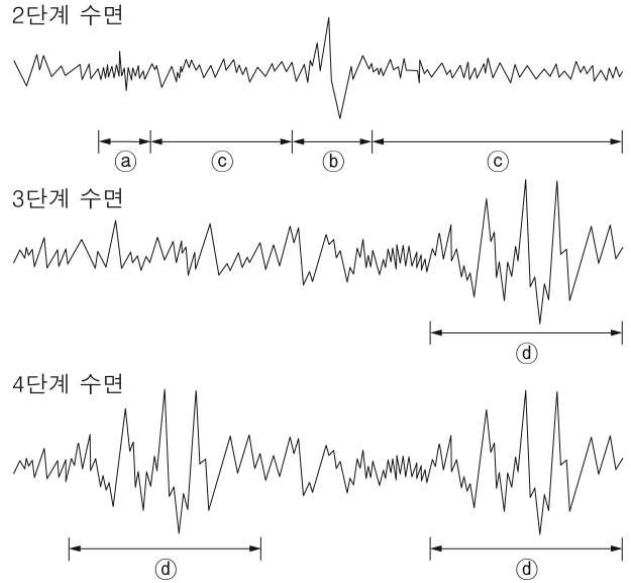
**일반 해설**

정답해설 : 깊은 잠을 자지 못한 재형, 수민이와 깊은 잠을 잔 선우의 뇌파를 비교하는 문제이다. 당연히 선우가 재형, 수민이보다 3,4단계의 델타파가 더 많이 나오고 수면을 유지시켜주는 2단계의 수면 방추와, K복합체도 많이 나타났을 것이다. ②는 수면 방추, ⑥는 K-복합체, ③는 세타파, ④는 델타파이다. 이 중 델타파는 깊은 수면 시에 나타난다. 그런데 제대로 잠을 이루지 못하는 재형이는 수면이 단계별로 진행되지 못하는 상태이다. 게다가 깊은 잠에 들지 못하므로 델타파가 나타난다고 보기 어렵다.

정답 ④ [오답피하기] ① 4문단의 내용으로 보아 깊은 잠의 단계에서 측정되는 델타파는, 수민이보다 선우에게 더 빈번히 나타났을 것이다. ② 3문단의 내용으로 보아 선우가 수민이보다 K-복합체와 수면방추가 여러 번 나타났을 것이다. ③ 3문단의 내용으로 보아 재형이가 선우에 비해 수면방추가 자주 나타나지 않았을 것이다. ⑤ 3문단에서 K-복합체가 소음으로 인해 잠이 깨는 것을 막아주는 역할을 한다는 내용으로 보아 적절하다.

8. <보기1>은 수면의 각 단계에서 나타나는 뇌파의 모습을 나타낸 것이다. 이를 참고하여 <보기2>의 사례를 해석한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기 1>



<보기 2>

- 선우는 한 번도 깨지 않고 깊은 수면을 취했다.
- 재형이는 열린 잠에서 깊은 잠으로 가지 못하고 자다 깨다를 반복했다.
- 수민이는 밖에서 소리가 날 때마다 깨어 깊이 잠들지 못했다.

- ②는 수면 방추, ⑥는 K-복합체, ③는 세타파, ④는 델타파이다.

(3%) ① 선우는 수면 상태에서 수민이보다 ④가 여러 번 나타났을 것이다.

※ 지문 : 깊은 수면 중인 3, 4단계 수면에서는 '델타파'가 나타난다.

= 선지 : ②는 3, 4단계 수면에서 나타나는 가장 느리고(가장 촘촘하지 않고) 진폭이 큰(아래위로 길게 진동하는) 뇌파이므로 '델타파'이다. 선우는 셋 중 가장 깊은 수면을 취함 (9%)

② 선우는 수면 상태에서 수민이보다 ②와 ⑥가 여러 번 나타났을 것이다.

※ 지문 : 깊은 수면이 유도되는 2단계 수면에서는 수면을 유지시켜주는 '수면 방추'와 소음으로 인해 깨는 것을 방지해주는 'K-복합체'가 나타난다.

= 선지 : ②는 '수면방추(촘촘한 파동의 모습)', ⑥는 'K-복합체'(아래위로 갑자기 솟아오르는) 두 뇌파 모두 깊은 수면으로 가는 단계에서 나타남

∴ 선우의 수면 상태에서 더 여러 번 나타났을 것이다. (한 번도 깨지 않고 수면이 유지되었기 때문에)

(7%) ③ 재형이는 수면 상태에서 선우에 비해 ④가 자주 나타나지 않았을 것이다.

※ 지문 : 깊은 수면이 유도되는 2단계 수면에서는 수면을 유지시켜주는 '수면 방추'가 나타난다.

= 선지 : ②는 '수면방추(촘촘한 파동의 모습)' 재형이는 깊은 잠으로 가지 못했기 때문에 수면을 유지시켜주는 ④가 자주 나타나지 않는다.

(74%) ④ 재형이는 수면 상태에서 ④가 나타나는 단계와 ④가 나타나는 단계가 규칙적으로 교체되었을 것이다.

※ 지문 : 깊은 수면 중인 3, 4 단계 수면에서는 '델타파'가 나타난다.

≠ 선지 : ④는 '델타파'(가장 느리고-가장 촘촘하지 않고 진폭이 큰-아래위로 길게 진동하는 뇌파)인데, 재형이는 깊은 잠으로 가지 못했다. 따라서 델타파 ④가 나타나지 않는다.

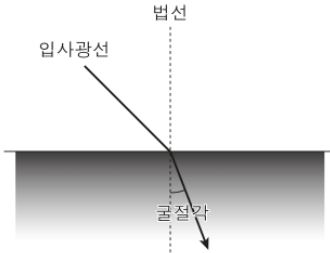
(4%) ⑤ 수민이는 수면 상태에서 갑작스러운 소음이 날 때 ⑥가 활성화되지 못했을 것이다.

※ 지문 : 깊은 수면이 유도되는 2단계 수면에서는 소음으로 인해 깨는 것을 방지해주는 'K-복합체'가 나타난다.

= 선지 : ⑥는 'K-복합체'(아래위로 갑자기 솟아오르는 뇌파), 수민이는 소리가 날 때마다 깬다



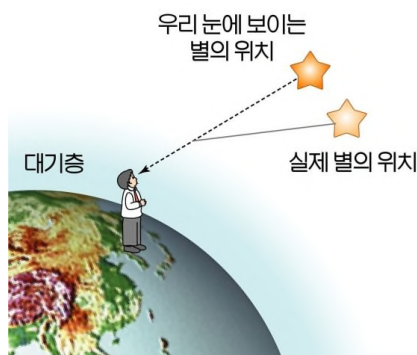
1 빛이 어떤 물질을 통과하는 것을 투과라 한다. 오른쪽의 그림처럼 빛이 한 매질\*로부터 다른 매질로 들어갈 경우 빛은 입사광선과 입사점의 경계면에서 수직으로 세운 법선을 기준으로 꺾이게 되는데, 이를 굴절이라 한다. 이때 빛은 밀도가 작은 매질에서 큰 매질로 투과할 때는 감속하며 법선쪽으로 꺾이지만, 밀도가 큰 매질에서 작은 매질로 투과할 때에는 반대 방향으로 꺾인다. 대기권의 밀도가 우주 공간보다 크기 때문에 빛이 대기권에 진입할 때는 대기권 안으로 꺾여 들어온다. 이를 통해 여러 가지 자연 현상을 설명할 수 있다.



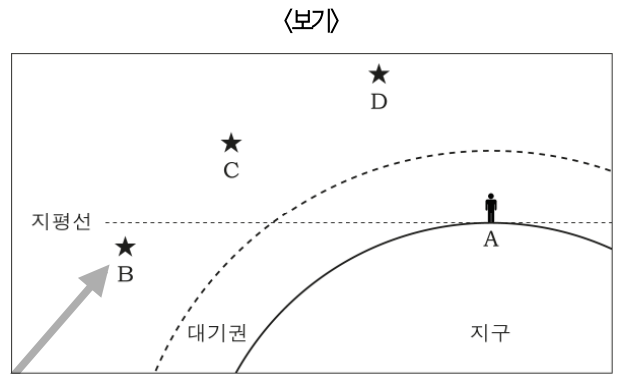
2 우선, 밤에 보이는 **별**은 실제보다 높은 고도에 있는 것처럼 보이게 된다. 지구 대기는 지표면에 가까울수록 그 위에 있는 상층 대기의 무게에 의해 압축되기 때문에, 지표면에 가까워질수록 빛이 굴절되는 정도는 커지게 된다. 이런 이유로 별 빛은 지구 대기의 아래로 내려올수록 그 경로가 더 꺾이게 된다. 하지만 사람의 눈은 빛이 굴절되는 것을 볼 수 없기 때문에, 별빛이 어떤 방향으로부터 오는 것으로 보이면, 별도 그 방향에 있는 것으로 인지하게 된다. 그래서 지상의 관측자는 별빛이 대기층에 들어올 때의 고도보다 더 높은 곳에 있는 것처럼 별을 보게 되는 것이다. 굴절의 정도는 별의 위치가 지평선에 가까울수록 커져서, 수평 방향으로 들어오는 별빛의 경우에는 굴절각이 약 0.6°에 달한다.

3 같은 원리로 **태양**도 실제보다 일찍 뜨는 것처럼 보이게 된다. 태양이 지평선과 이루는 각도가 4°일 때는 90°일 때보다 태양 빛은 12배나 더 두꺼운 대기층을 통과하게 되어, 일출 때 태양 빛의 굴절은 최대가 된다. 태양의 중심이 지평선을 통과하는 때를 기준으로 환산하면 대략 2분 정도 더 빨리 뜨는 것처럼 보이게 된다. 반대로 일몰 때는 2분 정도 더 늦게 지는 것처럼 보이게 된다.

4 또한 일정한 밝기로 빛나는 **별**은 대기권에서의 빛의 굴절로 인해 우리 눈에는 반짝이는 것처럼 보이게 된다. 앞에서 설명한 것처럼 빛은 밀도 차가 있는 대기층의 경계면에서 굴절해서 입사하지만, 각각의 대기층에서도 대기 상태가 안정되지 못하면 대기의 밀도가 고르지 못하게 되어 별빛은 지속적으로 상하좌우로 굴절되는데, 이러한 이유로 별이 일정하게 은은히 빛나지 못하고 계속 깜박거리는 것처럼 보이게 된다. 바람이 부는 날일수록 별이 더 반짝이는 것처럼 느껴지는 것도 이 때문이다.



9. 윗글과 <보기>를 관련지어 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용 (지문의 이론에 대한 예시를 그림으로 표현. 지문: 이론, 보기: 그림)

지문 : 빛의 굴절로 인한 여러 가지 자연현상  
 - 대기권의 밀도가 우주 공간보다 크기 때문에 태양과 별의 빛이 대기권에 진입할 시, 대기권 안으로 꺾이며 들어옴.  
 보기 : 서로 다른 고도에 있는 세 개의 별과 이를 대기권 내부에서 보게 될 지상의 관측자를 그림으로 제시(지평선을 표시함으로써 굴절의 정도를 예측케 함)

【일반해설】

과학, '빛, 색 및 대기 과학'  
 지문해설 : 이 글은 하늘에 보이는 천체들을 이해하기 위해 빛이 대기와 어떻게 상호 작용하여 여러 가지 시각 현상을 나타내는지를 빛의 굴절 현상을 중심으로 제시하고 있다. 빛이 한 매질로부터 다른 매질로 들어갈 경우, 빛은 입사광선과 입사점의 경계면에서 수직으로 세운 법선을 기준으로 꺾이게 되는데, 이를 굴절이라 한다. 사람의 눈은 빛이 굴절되는 것을 볼 수 없기 때문에, 별빛이 어떤 방향으로부터 오는 것으로 보이면, 별도 그 방향에 있는 것으로 인지하게 되어 별빛이 대기층에 들어올 때의 고도보다 더 높은 곳에 있는 것처럼 별을 보게 된다. 이런 원리에 따라 태양도 실제보다 일찍 뜨는 것처럼 보이게 되며, 일정한 밝기로 빛나는 별도 대기권에서의 빛의 굴절로 인해 우리 눈에는 반짝이는 것처럼 보인다. 또한 바람이 부는 날일수록 별이 더 반짝이는 것처럼 느껴지는 것도 마찬가지이다.  
 [주제] 빛의 굴절 현상과 이를 통해 설명 가능한 자연 현상

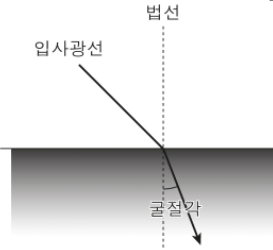
- ※ 어휘 풀이
- \*매질 : 물리적 작용을 한 곳에서 다른 곳으로 전하여 주는 매개물.
- \*고도 : 지평에서 천체까지의 각거리
- ※ 굵은 큰 글씨
- : 글 전체의 제재
- ※ 네모 칸
- : 중요 소재
- ※ 밑줄
- : 각 단락의 소주제

기본 독해

1단락	빛의 굴절 현상의 개념 및 양상
2단락	빛의 굴절 정도에 따른 별의 고도 인식 차이
3단락	빛의 굴절 정도에 따른 태양의 고도 인식 차이
4단락	빛의 굴절 정도에 따라 발생하는 별의 반짝임

★ 별과 태양의 위치가 왜곡되어 보이는 것과 별이 반짝거리는 듯 보이는 이유에 대한 설명문이다. 빨대를 물이 든 컵에 넣으면 휘어져 보인다. 이는 빛이 굴절하기 때문이다. 이와 마찬가지로 우리가 지표면에서 별을 볼 때 별빛이 굴절한다. 따라서 우리는 굴절된 별빛 때문에 실제 별의 위치가 아닌 왜곡된 위치를 보게 된다.

① 빛이 어떤 물질을 통과하는 것을 투과라 한다. 오른쪽의 그림처럼 빛이 한 매질로부터 다른 매질로 들어갈 경우 빛은 입사광선과 입사점의 경계면에서 수직으로 세운 법선을 기준으로 꺾이게 되는데, 이를 굴절이라 한다. 이때 빛은 밀도가 작은 매질에서 큰 매질로 투과할 때는 감속하며 법선쪽으로 꺾이지만, 밀도가 큰 매질에서 작은 매질로 투과할 때에는 반대 방향으로 꺾인다. 9-① 대기권의 밀도가 우주 공간보다 크기 때문에 빛이 대기권에 진입할 때는 대기권 안으로 꺾여 들어온다. 이를 통해 여러 가지 자연 현상을 설명할 수 있다.

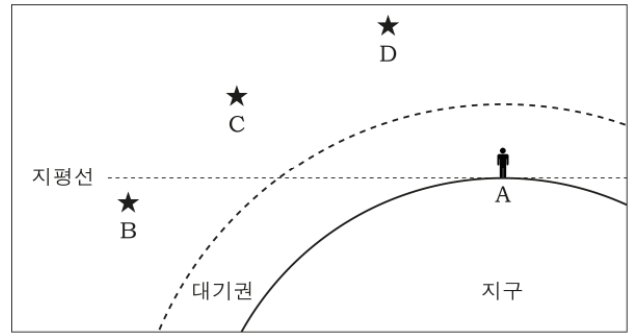


② 우선, 밤에 보이는 별은 실제보다 높은 고도에 있는 것처럼 보이게 된다. 9-⑥ 지구 대기는 지표면에 가까울수록 그 위에 있는 상층 대기의 무게에 의해 압축되기 때문에, 지표면에 가까워질수록 빛이 굴절되는 정도는 커지게 된다. 이런 이유로 별빛은 지구 대기의 아래로 내려올수록 그 경로가 더 꺾이게 된다. 하지만 사람의 눈은 빛이 굴절되는 것을 볼 수 없기 때문에, 별빛이 어떤 방향으로부터 오는 것으로 보이면, 별도 그 방향에 있는 것으로 인지하게 된다. 그래서 9-⑥ 지상의 관측자는 별빛이 대기층에 들어올 때의 고도보다 더 높은 곳에 있는 것처럼 별을 보게 되는 것이다. 9-④ 굴절의 정도는 별의 위치가 지평선에 가까울수록 커져서, 9-② 수평 방향으로 들어오는 별빛의 경우에는 굴절각이 약 0.6°에 달한다.

③ 같은 원리로 태양도 실제보다 일찍 뜨는 것처럼 보이게 된다. 태양이 지평선과 이루는 각도가 4°일 때는 90°일 때보다 태양 빛은 12배나 더 두꺼운 대기층을 통과하게 되어, 일출 때 태양 빛의 굴절은 최대가 된다. 태양의 중심이 지평선을 통과하는 때를 기준으로 환산하면 대략 2분 정도 더 빨리 뜨는 것처럼 보이게 된다. 반대로 일몰 때는 2분 정도 더 늦게 지는 것처럼 보이게 된다.

④ 또한 일정한 밝기로 빛나는 별은 대기권에서의 빛의 굴절로 인해 우리 눈에는 반짝이는 것처럼 보이게 된다. 앞에서 설명한 것처럼 빛은 밀도 차이가 있는 대기층의 경계면에서 굴절해서 입사하지만, 9-③ 각각의 대기층에서도 대기 상태가 안정되지 못하면 대기의 밀도가 고르지 못하게 되어 별 빛은 지속적으로 상하좌우로 굴절되는데, 이러한 이유로 별이 일정하게 은은히 빛나지 못하고 계속 깜박거리는 것처럼 보이게 된다. 바람이 부는 날 일수록 별이 더 반짝이는 것처럼 느껴지는 것도 이 때문이다.

9. 윗글과 <보기>를 관련지어 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? <보기>



(4%) ① 관측자 A가 대기권을 벗어난다면 지구에서보다 정확하게 별 C나 별 D의 방향을 인지할 수 있겠군.

※ 지문 : 빛이 대기권에 진입 시, 대기권 안으로 굴절됨(즉, 빛의 방향이 왜곡되어 보임)  
= 선지 : 대기권을 벗어나면 보다 정확하게 별의 방향을 인지할 수 있음

(71%) ② 별 B가 지평선 아래로 0.6°를 더 내려가더라도 관측자 A에게 보아졌군.

※ 지문 : 지상의 관측자는 별빛이 대기층에 들어올 때의 고도보다 더 높은 곳에 있는 것처럼 인지하고, 수평 방향으로 들어오는 별빛의 굴절각은 약 0.6°이다.(즉, 별빛이 지평선 아래로 0.6°도에서 들어올 때까지만 관측 가능하다.)  
≠ 선지 : 별이 지평선 아래로 0.6°보다 더 내려가도 관측된다.

(3%) ③ 대기가 불안정할수록 별 C와 별 D는 더 반짝이는 것으로 보이겠군.

※ 9-③ 참고.

(16%) ④ 별 C보다 별 D가 실제 방향에 더 가깝게 보이겠군.

※ 지문 : 별의 위치가 지평선에 가까울수록 굴절 정도가 커짐(즉, 고도가 더욱 왜곡되어 보임)  
= 보기 : 별 C와 지평선의 거리 < 별 D와 지평선의 거리  
∴ 별 D의 빛의 방향이 덜 왜곡되기 때문에 더욱 실제 방향에 가깝게 보임

(4%) ⑤ 대기의 밀도가 더 커진다면 별 C와 별 D는 더 높은 고도에 있는 것으로 보이겠군.

※ 지문 : 대기는 지표면에 가까워질수록 상층 대기의 무게에 의해 압축되며(대기의 밀도가 커질수록 굴절되는 정도가 커진다).  
= 선지 : (동의이형의 원리) 대기의 밀도가 커지면 별들은 더 높은 고도에 있는 듯 보임

일반 해설

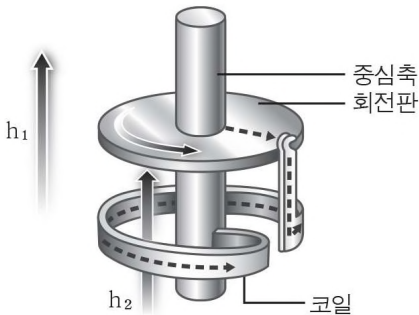
정답해설 : 법선쪽으로 굴절각이 0.6도라는 것은 지평선 아래에 있는 별-B도 굴절되어 관측자에게 보일 수 있다는 것이다. 둘째 문단에 따르면, 최대 지평선 아래 0.6°이상을 벗어나지 않는다면 A관측자에게 보일 것으로 예상할 수 있다. 반대의 경우는 전혀 보이지 않게 될 것이다.

정답 ② [오답피하기] ① 별빛은 대기권에서 굴절되므로 대기권을 벗어나면 더 정확하게 별을 볼 수 있을 것이다. ③ 낯선 문단에서 대기층이 안정되지 못하면 대기의 밀도가 고르지 못하게 된다고 하였으므로 별빛은 더 반짝이는 것처럼 보일 것이다. ④ 보다 높은 고도에 있으므로 별C보다 별D가 실제 방향에 더 가깝게 보일 것이다. ⑤ 둘째 문단에 따르면 대기의 밀도가 커지면 별이 더 높은 고도에 있는 것으로 보일 것이라고 짐작할 수 있다.

1 우리는 지구가 만들어 낸 커다란 자기장\* 속에서 살고 있다. 만약 금성처럼 지구에 자기장이 생성되지 않았다면 태양으로부터 쏟아지는 전기성을 띤 입자들을 막지 못했을 것이며 그 결과 전기 입자들이 지닌 높은 에너지로 인해 대기층이 손상되어 생명체의 생존이 불가능했을 것이다. 이렇게 중요한 역할을 하는 **지구의 자기장**은 어떻게 만들어진 것일까?

2 과거의 과학자들은 지구 내부에 고체로 된 영구자석이 들어 있어서 지구 자기장을 형성한다고 추측했다. 이를 영구자화설이라고 한다. 하지만 지구 내부의 온도는 물질이 자성을 유지할 수 있는 온도, 즉 '큐리온도'보다 높기 때문에 이 가설\*은 설득력을 잃게 되었다.

3 그 이후에 과학자들은 지구의 외핵을 이루는 물질이 액체 상태로 존재한다는 사실과 그 물질들의 대부분은 전기 전도도가 높은 철과 니켈이라는 점에 주목하였다. 그들은 외핵을 구성하는 물질들은 유동적인 액체 상태이므로 지구의 자전 운동에 의해 외핵 내부를 순환할 것이고 이러한 전기 전도도가 높은 물질의 유동적\*인 순환은 전류 생성의 조건이 될 수 있다고 생각했다. 이와 같은 가정과 전류가 생성되면 그 주변에 자기장이 형성된다는 사실을 바탕으로 과학자들은 지구 내부에 지구 자기장을 형성하는 시스템이 존재할 것이라고 추측했다. **다만** 전기 전도도가 높은 물질의 순환만으로는 전류가 생성될 수 없으므로 '전자기유도현상\*'을 근거로 지구 외부로부터의 자기장이 지구 자기장 형성에 영향을 미쳤을 것이라고 **전제\***하였다.



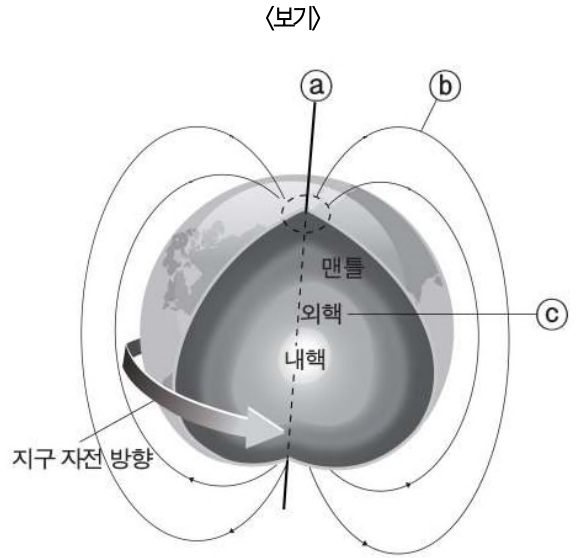
4 이와 같은 지구 자기장 형성 원리를 증명하기 위해 고안\*된 장치를 **다이나모**라고 한다. ① 다이나모는 (그림)과 같이 중심축과 전기 전도도가 높은 물질로 구성된 회전판, 전류를 계속 순환시키기 위해 중심축과 회전판을 연결한 코일 등으로 구성된다. 우선 중심축을 돌리면 회전판이 함께 움직이게 된다. 이후 (그림)의 (h1)과 같이 중심축과 평행한 방향으로 1차적인 자기장을 형성시켜 주면 전자기유도현상에 의해 회전판에서 전류가 발생하게 된다. 이렇게 형성된 전류는 코일을 따라 흐르면서 코일 주변에 (그림)과 같이 2차적인 자기장(h2)을 형성하게 된다. 이후 중심축이 계속 돈다면 1차적인 자기장이 없다 하더라도 2차적인 자기장에 의해 전류가 사라지지 않게 되고 또한 전류가 코일을 따라 계속 순환되기 때문에 2차적인 자기장도 유지될 수 있는 것이다.

5 이와 같은 원리를 적용하여 지구 자기장의 형성을 설명하고 있는 것이 **다이나모 이론**이다. 이 이론에 의하면 지구 자기장은 전기 전도도가 높은 물질의 순환과 외부로부터 주어진 1차적인 자기장의 영향에 의해 형성되었다고 할 수 있다.

\*자성 : 자석이 갖는 작용이나 성질.

\*전자기유도현상 : 자기장 속에서 도체를 움직이거나 도체의 주변에서 자기장을 변화시키면 전류가 생성되는 현상.

10. ①의 구성 요소를 <보기>의 a~c와 대응시켜 바르게 짝 지은 것은?



※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용 (지문의 이론을 그림으로 표현. 지문: 이론, 보기: 그림)

지문 : 지구 자기장의 역할과 다이나모 이론

- 지구 자기장의 역할을 설명하고, 자기장이 형성되는 원리를 다이나모 이론을 중심으로 소개함.

보기 : 지구의 실제 구조 그림 - 다이나모와 구조 비교

**【일반해설】**

과학, '고지 자기학'  
지문해설: 이 글은 지구의 자기장이 생긴 원리를 다이나모 원리에 입각하여 설명하고 있다. 그림을 통해 그 원리를 정확히 이해해야 한다. 과거의 과학자들은 지구의 내부에 고체로 된 영구 자석이 들어있어서 자기장을 형성한다는 영구 자화설을 주장했지만, 지구 내부의 온도가 자성을 유지할 수 있는 온도보다 높다는 과학적 사실이 입증되면서 이러한 가설은 사라지게 되었다. 그 후 지구의 자기장이 형성되는 원리를 입증하기 위해 과학자들 사이에서 도입된 것이 바로 다이나모 이론인데, 이는 중심축과 전기 전도도가 높은 물질로 구성된 회전판, 전류를 계속 흐르게 하기 위해 중심축과 회전판을 연결한 코일 등으로 구성된 것으로, 코일 주변에 자기장을 형성하게 된다. 이러한 다이나모 이론에 따르면 지구 자기장은 전기 전도도가 높은 물질의 순환과 외부로부터 주어진 1차적인 자기장의 영향에 의해 형성되었다고 할 수 있다.

[주제] 지구의 자기장이 하는 역할과 자기장이 생성, 유지되는 원리

※ 어휘 풀이

\*자기장 : 자석이나 전류의 주위에 발생하는 자기력이 작용하는 공간. 자기 마당. 자계(磁界). 자장(磁場).

\*가설 : 실제 없는 것을 있는 것으로 가정함.

\*유동적 : 유동하는 성질을 띤 것

\*전제 : 어떤 사물이나 상황이 이루어지도록 먼저 내세우는 것.

\*고안 : 연구하여 새로운 것을 생각해 냄. 또는 그릇.

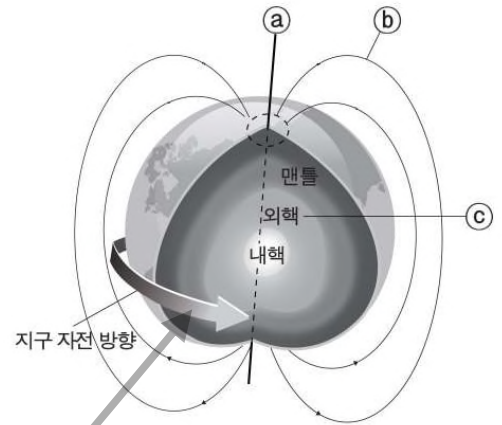
**기본 독해**

1단락	지구 자기장의 역할
2단락	영구 자화설이 설득력을 잃은 이유
3단락	지구 자기장을 입증하기 위해 제시된 주장들
4단락	다이나모 - 지구 자기장 형성원리 증명을 위해 만들어진 장치
5단락	다이나모 이론의 가치

★ 지구 자기장의 역할과 지구 자기장의 형성과정, 유지원리를 설명하는 글이다. 전도도가 높은, 회전하는 물질(지구의 자전 때문에 회전하는, 철과 니켈로 이루어진 외핵)에 외부에서 자기장을 걸어주면 이후로 계속해서 자기장이 생긴다. 외부의 자기장은 차에 시동을 걸어주는 역할과 같은 것이다. 이런 원리로 지구에 자기장이 형성돼 있다는 것이 다이나모 이론이다.

10. ①의 구성 요소를 <보기>의 ㉠~㉢와 대응시켜 바르게 짝지은 것은?

<보기>



- |             |          |     |
|-------------|----------|-----|
| (68%) ① 중심축 | 2차적인 자기장 | 회전판 |
| (2%) ② 회전판  | 1차적인 자기장 | 코일  |
| (25%) ③ 중심축 | 1차적인 자기장 | 회전판 |
| (2%) ④ 회전판  | 2차적인 자기장 | 코일  |
| (1%) ⑤ 코일   | 2차적인 자기장 | 중심축 |

※ ㉠ 지문 : 지구의 자전축 = 다이나모: 중심축  
- 지구의 자전축에 대한 내용은 나와 있지 않으나 지구과학적인 상식면에서 연관을 지어야 한다.

㉡ 지문 : 지구 자기장 (외로부터의 자기장에서 비롯된 전자기유도현상의 영향으로 형성)  
- ㉡가 지구 자기장의 모습이라는 것 역시 지구과학적인 상식면에서 파악을 해야 한다.

= 선지 : 2차적인 자기장 (1차적인 자기장 형성에 의한 전자기유도현상의 영향으로 형성)

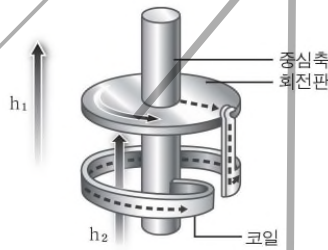
㉢ 지문 : 외핵 (전기 전도도가 높은 철과 니켈이 주요 물질), 순환 = 선지 : 회전판 (전기 전도도가 높은 물질로 구성), 회전  
- 외핵과 회전판은 둘 다 전기 전도도가 높은 물질로 구성되어 자기장을 형성하는 주요인이기 때문에 서로 대응되는 대상이라 할 수 있다.

① 우리는 지구가 만들어 낸 커다란 자기장 속에서 살고 있다 만약 금성처럼 지구에 자기장이 생성되지 않았다면 태양으로부터 쏟아지는 전기성을 띤 입자들을 막지 못했을 것이며 그 결과 전기 입자들이 지닌 높은 에너지로 인해 대기층이 손상되어 생명체의 생존이 불가능했을 것이다. 이렇게 중요한 역할을 하는 지구의 자기장은 어떻게 만들어진 것일까?

② 과거의 과학자들은 지구 내부에 고체로 된 영구자석이 들어 있어서 지구 자기장을 형성한다고 추측했다. 이를 영구자화설이라고 한다. 하지만 지구 내부의 온도는 물질이 자성을 유지할 수 있는 온도, 즉 '큐리온도'보다 높기 때문에 이 가설은 설득력을 잃게 되었다.

③ 그 이후에 과학자들은 ㉢ 지구의 외핵을 이루는 물질이 액체 상태로 존재한다는 사실과 그 물질들의 대부분은 전기 전도도가 높은 철과 니켈이라는 점에 주목하였다. 그들은 외핵을 구성하는 물질들은 유동적인 액체 상태이므로 지구의 자전 운동에 의해 외핵 내부를 순환할 것이고 이러한 전기 전도도가 높은 물질의 유동적인 순환은 전류 생성의 조건이 될 수 있다고 생각했다. 이와 같은 가정과 전류가 생성되면 그 주변에 자기장이 형성된다는 사실을 바탕으로 과학자들은 지구 내부에 지구 자기장을 형성하는 시스템이 존재할 것이라고 추측했다. 다만 전기 전도도가 높은 물질의 순환만으로는 전류가 생성될 수 없으므로 전자기유도현상을 근거로 ㉡ 지구 외부로부터의 자기장이 지구 자기장 형성에 영향을 미쳤을 것이라고 전제하였다.

④ 이와 같은 지구 자기장 형성 원리를 증명하기 위해 고안된 장치를 다이나모라고 한다. ㉠ 다이나모는 <그림>과 같이 중심축과 ㉢ 전기 전도도가 높은 물질로 구성된 회전판, 전류를 계속 순환시키기 위해 중심축과 회전판을 연결한 코일 등으로 구성된다. 우선 중심축을 돌리면 회전판이 함께 움직이게 된다. 이후 <그림>의 (h1)과 같이 중심축과 평행한 방향으로 ㉡



1차적인 자기장을 형성시켜 주변 전자기유도현상에 의해 회전판에서 전류가 발생하게 된다. 이렇게 형성된 전류는 코일을 따라 흐르면서 코일 주변에 <그림>과 같이 2차적인 자기장(h2)을 형성하게 된다. 이후 중심축이 계속 돈다면 1차적인 자기장이 없다 하더라도 2차적인 자기장에 의해 전류가 사라지지 않게 되고 또한 전류가 코일을 따라 계속 순환되기 때문에 2차적인 자기장도 유지될 수 있는 것이다.

⑤ 이와 같은 원리를 적용하여 지구 자기장의 형성을 설명하고 있는 것이 다이나모 이론이다. 이 이론에 의하면 지구 자기장은 전기 전도도가 높은 물질의 순환과 외부로부터 주어진 1차적인 자기장의 영향에 의해 형성되었다고 할 수 있다.

\*자성 : 자석이 갖는 작용이나 성질.  
전자기유도현상 : 자기장 속에서 도체를 움직이거나 도체의 주변에서 자기장을 변화시키면 전류가 생성되는 현상.

일반 해설

정답해설 : 약간의 지구과학적인 상식을 필요로 하는 문제이다. ㉠, ㉡가 자전축과 자기장이라는 것을 미리 알고 있어야 한다. 이 내용은 지문 어디에도 제시되지 않기 때문이다. ㉠은 지구의 자전축으로서 다이나모에서는 회전판을 돌게 하는 중심축에 해당한다. ㉡는 지구 자기장으로서 다이나모에서는 1차적인 자기장(외로부터의 자기장)의 영향을 받아 형성된 2차적인 자기장에 해당한다. ㉢는 외핵으로서 다이나모에서는 회전을 통해 전류가 생성되는 회전판에 해당한다.

정답 ① [오답피하기] ② 세 가지 모두 잘못 연결되었다. ③ ㉠과 ㉢는 바르게 연결되었으나, ㉡는 1차적인 자기장이 아니라 '1차적인 자기장의 영향으로 형성'된 2차적인 자기장이다. ④, ⑤ ㉠과 ㉢가 적절하지 않게 연결되었다.



1 동물들은 체내 상태를 유지하기 위해 많은 전략들을 진화시켜왔는데, **삼투조절**은 그 중 하나이다. **삼투조절**이란 생물이 체액 농도를 유지하기 위해 다양한 방법을 사용하여 체내의 수분 양을 조절하는 것을 말한다.

2 **육상동물과 달리 어류는 물이라는 외부 환경과 직접 접촉하게 되므로 물과 체내의 농도 차이에 의한 삼투현상**을 겪는 경우가 많다. 이때 삼투현상이란 농도가 다른 두 용액 사이에 반투과성 막을 설치하면 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 용매가 이동하는 현상을 말한다. 척추가 있는 대부분의 어류는 물속에서 삼투현상이 지속적으로 일어나면 자신의 체액 농도를 유지할 수 없어 생존하기 힘들다. 따라서 **삼투조절을 통해 체내의 수분 양을 조절해야 한다.**

3 **담수어와 해수어는 외부 환경 조건이 서로 다르기 때문에 이들의 삼투조절 방식은 서로 반대이다.** **담수어**의 체액 농도는 담수보다 높고, **해수어**의 체액 농도는 **해수보다 낮다.** 이들 어류의 표피 세포막이 반투과성 막의 역할을 하므로, **삼투조절을 하지 않으면 담수어의 체내에는 외부로부터 수분이 과도하게 유입된다. 반면, 해수어에는 과도한 탈수 현상이 발생한다.** 따라서 이들은 끊임없이 삼투조절을 해야 한다.

4 **해수어**는 최대한 많은 양의 해수를 마신 후 장에서 물만 흡수하고 염류를 배출함으로써 체액 농도를 일정하게 유지한다. 체내에 수분을 최대한 많이 축적하기 위해 배출하는 오줌 양은 흡수한 수분의 약 10% 정도로 매우 적다. 오줌의 농도도 체액 농도보다 더 높을 정도로 매우 짙다. 해수어의 신장에서는 수분 배출을 최소화하기 위해 오줌 생성 과정에서 수분을 재흡수하는 작용이 활발히 일어나기 때문이다.

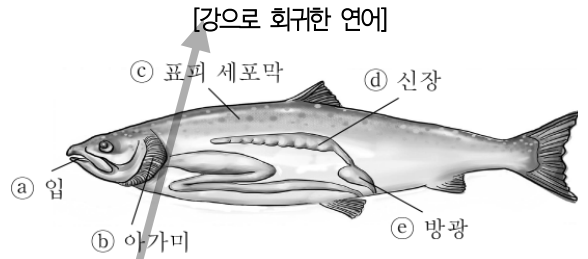
5 또한 **물고기의 아가미**에는 염류를 흡수하거나 배출하는 세포가 있다. 이러한 염류세포에 있는 작은 통로를 열어 체내에 유입된 염류를 활발히 배출함으로써 해수어는 체액 농도를 일정하게 유지한다. 삼투조절을 할 때는 에너지가 소모된다. 해수어는 삼투조절을 위해 휴식시 에너지 소모량의 5% 이상을 사용한다. 그런데 에너지 소모량은 체액 농도와 주위 환경과의 차이, 표피 세포막의 수분 투과 정도 등에 따라 달라질 수 있다.

6 강에서 태어난 **연어**는 바다로 내려가면 해수어와 같은 방법으로 삼투조절을 해서 수분을 최대한 체내에 저장하고 염류를 배출한다. 그러나 **산란기에 다시 모천으로 회귀하게 되면** 이와는 반대의 방법으로 삼투조절을 한다. **따라서 연어는 바다에서는 수분 손실로 인한 체형 수축이 일어나지 않으며, 강에서는 수분 유입으로 인해 풍선처럼 몸이 불어나는 일도 없다.** 연어와 같이 물이라는 환경에 직접 노출되어 있는 대부분의 어류에게 있어서 삼투조절은 주위 환경 속에서 생존하기 위한 필수적인 작용이다.

용매: 용액을 구성하는 원래의 액체.

11. **닷글을 바탕으로 <보기>의 @~@에 대해 추론했을 때, 적절하지 않은 것은?**

(보기)



※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용 (지문의 이론을 그림으로 표현. 지문: 이론, 보기: 그림)

지문 : 삼투조절의 개념과 원리 및 해수어의 삼투조절 방식 - 삼투조절에서 각 부위가 하는 역할과 필요한 에너지 소모량을 결정하는 요인들을 소개함

보기 : 강으로 회귀한 연어의 각 부위를 그림으로 표시

**[일반해설]**

과학, 생명 과학

지문해설 : 먼저 지문을 완벽히 파악하려면 2단락의 삼투 현상에 대해 정확히 이해해야 한다. 담수어는 주변의 물보다 자신의 체내 농도가 높다. (왜냐하면 주변의 강이나 계곡물은 염분이 거의 없는 맹물이기 때문이다.) 따라서 삼투현상에 따라 담수어에게는 주변의 수분이 계속 유입되고 그렇게 되면 체내의 염분을 유지할 수 없다. 담수어나 해수어나 일정 농도의 염분을 체내에 관리되어야 생명이 유지된다. 이를 위해 해수어나 담수어는 오줌의 농도를 조절해 체내의 염분을 유지한다. 담수어는 주변의 물이 자신의 체내의 수분보다 농도가 낮기 때문에 최대한 염분을 몸에 많이 축적하려고 한다. 그렇기 때문에 오줌의 농도는 매우 묽다. 반대로 해수어는 주변 염분 농도가 높기 때문에 체내의 염분을 많이 배출하려 한다. (조금만 해수를 체내에 유입시켜도 체내에 필요 이상의 많은 염분이 쌓이기 때문이다.) 또한 오줌 말고 어류는 아가미에 염류를 배출하고 흡수하는 세포가 있어 추가적으로 체내의 염분을 조절한다. 이렇게 이 글은 어류의 삼투 조절에 대해서 설명하고 있다. 육상 동물과 다르게 어류는 물이라는 특수 환경과 접촉해야 하기 때문에 물과 체내의 농도 차이에 의한 삼투 현상을 겪게 되는데, 담수어와 해수어의 삼투 조절 방식이 반대이다. 물고기는 삼투 조절을 하는 과정에서 아가미를 통해 에너지를 소모하게 되며, 이러한 에너지 소모량은 다양한 조건에 따라 달라질 수 있다. 특히 강에서 태어나 바다로 내려갔다가 다시 강으로 돌아오는 연어의 사례를 통해 특수한 형태의 삼투 조절현상을 설명하고 있다.

[주제] 어류의 삼투조절

※ 어휘 풀이

\*농도 : 액체·빛깔·명암 따위의 짙은 정도.

\*반투과성 : 용액의 용매는 통과시키나 용질은 통과시키지 않는 성질.

\*담수어 : 민물고기.

**기본 독해**

1단락	삼투조절의 의미
2단락	어류의 삼투 조절 - 육상동물과는 다른 형태
3단락	담수어의 삼투조절
4단락	해수어의 삼투조절
5단락	어류의 삼투 과정 속 아가미의 역할과 특징
6단락	연어의 독특한 삼투조절 과정

★어류의 삼투조절과 관련된 설명문이다. 어류는 삼투 현상 때문에 표피 세포막으로 수분이 이동한다. 즉, 가만히 있어도 체내에 수분이 들어오거나 빠져나간다는 얘기다. 따라서 따로 농도 조절을 하지 않으면 어류는 몸 안이 수분이나 염분으로만 가득차게 된다. 어류가 몸의 농도를 조절하는 방법은 크게 두 가지이다. 오줌에서 배출되는 염분양을 조절하는 것과 아가미를 통해 염분을 흡수, 배출하는 것이다.



① 동물들은 체내 상태를 유지하기 위해 많은 전략들을 진화시켜왔는데, **삼투조절**은 그 중 하나이다. 삼투조절이란 생물이 체액 농도를 유지하기 위해 다양한 방법을 사용하여 체내의 수분 양을 조절하는 것을 말한다.

② 육상동물과 달리 어류는 물이라는 외부 환경과 직접 접촉하게 되므로 물과 체내의 농도 차이에 의한 삼투현상을 겪는 경우가 많다. 이때 삼투현상이란 농도가 다른 두 용액 사이에 반투과성 막을 설치하면 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 용매\*가 이동하는 현상을 말한다. 척추가 있는 대부분의 어류는 물속에서 삼투현상이 지속적으로 일어나면 자신의 체액 농도를 유지할 수 없어 생존하기 힘들다. 따라서 삼투조절을 통해 체내의 수분 양을 조절해야 한다.

③ 담수어와 해수어는 외부 환경 조건이 서로 다르기 때문에 이들의 삼투조절 방식은 서로 반대이다. 11-①, ② **담수어의 체액 농도는 담수보다 높고, 해수어의 체액 농도는 해수보다 낮다.** 11-③ 이들 어류의 **표피 세포막이 반투과성 막의 역할을 하므로, 삼투조절을 하지 않으면 담수어의 체내에는 외부로부터 수분이 과도하게 유입된다.** 반면, 해수어에는 과도한 탈수 현상이 발생한다. 따라서 이들은 끊임없이 삼투조절을 해야 한다.

④ 해수어는 최대한 많은 양의 해수를 마신 후 강에서 물만 흡수하고 염류를 배출함으로써 체액 농도를 일정하게 유지한다. 체내에 수분을 최대한 많이 축적하기 위해 11-⑤ **배출하는 오줌 양은 흡수한 수분의 약 10% 정도로 매우 적다.** 오줌의 농도도 체액 농도보다 더 높을 정도로 매우 짙다. 11-④ **해수어의 신장에서는 수분 배출을 최소화하기 위해 오줌 생성 과정에서 수분을 재흡수하는 작용이 활발히 일어나기 때문이다.**

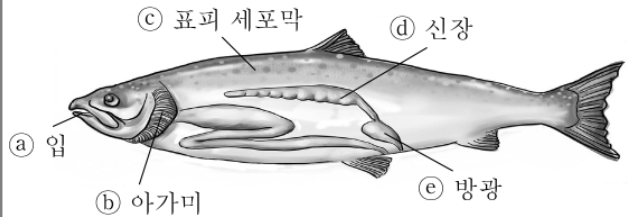
⑤ 또한 11-② 물고기의 **아가미에는 염류를 흡수하거나 배출하는 세포가 있다.** 이러한 염류세포에 있는 작은 통로를 열어 체내에 유입된 염류를 활발히 배출함으로써 해수어는 체액 농도를 일정하게 유지한다. 삼투조절을 할 때는 에너지가 소모된다. 해수어는 삼투조절을 위해 휴식기 에너지 소모량의 5% 이상을 사용한다. 그런데 에너지 소모량은 체액 농도와 주위 환경과의 차이, 표피 세포막의 수분 투과 정도 등에 따라 달라질 수 있다.

⑥ 11-① 강에서 태어난 연어는 바다로 내려가면 해수어와 같은 방법으로 삼투조절을 해서 수분을 최대한 체내에 저장하고 염류를 배출한다. 그러나 **산란기에 다시 모천으로 회귀하게 되면 이와는 반대의 방법으로 삼투조절을 한다.** 따라서 연어는 바다에서는 수분 손실로 인한 체형 수축이 일어나지 않으며, 강에서는 수분 유입으로 인해 풍선처럼 몸이 불어나는 일도 없다. 연어와 같이 물이라는 환경에 직접 노출되어 있는 대부분의 어류에게 있어서 삼투조절은 주위 환경 속에서 생존하기 위한 필수적인 작용이다.

\*용매: 용액을 구성하는 원래의 액체.

11. **윗글을 바탕으로 <보기>의 ㉔~㉖에 대해 추론했을 때, 적절하지 않은 것은?**

<보기>  
[강으로 회귀한 연어]



※ **지문과 보기의 관계 - 동일 (지문의 이론을 적용하여 보기에서 구체화, 지문 : 이론, 보기 : 사례)**

※ 보기  
㉔ : 아가미 = 염류를 흡수, 배출하는 세포가 있음.  
㉖ : 표피 세포막 = 반투과성 막의 역할, 수분이 유입되는 통로  
-무조건 강으로 회귀한 연어는 몸에 수분을 적게 만들려고 한다는 것을 명심하고 선지의 정오를 파악해야 한다.

(68%) ① ㉔로 체액 농도를 유지하기 위해 물을 많이 들이마시려 하겠군.

※ 보기의 '강으로 회귀한 연어' = 지문 : 모천으로 회귀  
※ 연어의 체액 농도는 담수보다 높기 때문에 삼투 현상으로 가만히 있어도 표피를 통해 연어의 체내로 수분이 유입될 것이다. 여기에 자신의 체내 농도보다 낮은 담수를 많이 들이마시려 유입시키면 체액 농도는 더욱 내려갈 것이다. 따라서 연어는 자신의 체내 농도를 조절하기 위해서 수분을 배출하려 할 것이므로 물을 많이 들이마시려 하지 않을 것이다.

- 근데 사실 이것은 연어가 바다에 나가도 마찬가지이다. 자신의 체액 농도보다 높은 해수를 많이 유입시키면 체내 농도가 올라가 체내의 염분 농도 유지가 힘들기 때문이다. 결국 **해수에서나 담수에서나 연어는 물을 많이 들이마시지 않는다.** 자신의 염분 농도가 올라갔을 때에만 강물을 많이 마실 것이다.

(12%) ② ㉖에서는 염류 이동 통로가 닫히면서 흡수된 염류의 누출을 최소화하겠군.

※ - 강으로 회귀하면(담수어) → 체액 농도가 담수보다 높아짐 → 수분이 유입됨 → 아가미를 닫아 염류의 누출을 최소화 → 체액농도를 유지

(7%) ③ ㉖를 통해 외부의 수분이 체내로 유입되는 현상이 일어나겠군.

※ 표피 세포막이 반투과성 막의 역할을 하므로 이를 통해 수분이 체내로 흡수될 것이다.

(3%) ④ ㉔에서는 수분을 재흡수하는 작용이 바다에서보다 활발하지 않겠군.

※ 해수어와 담수어는 삼투작용이 서로 반대  
∴ 강으로 돌아온 연어는 수분을 배출해야 하는 상황이므로 신장에서의 **수분 재흡수 작용은 일어나지 않을 것이다**

(7%) ⑤ ㉔에서 배출되는 오줌의 양은 바다에서보다 더 많겠군.

※ 해수어와 담수어는 삼투작용이 서로 반대이다. ㉔ 바다의 연어 :오줌의 양 적음  
∴ 강으로 돌아온 연어 → **오줌 양 많음**

일반 해설

정답해설 : 해수어가 아닌 담수어라는 내용에 주목해야 실수하지 않고 쉽게 풀 수 있는 문제이다. 담수어는 무조건 몸 안의 수분을 적게 만들려고 한다. (계속 표피를 통해 수분이 유입되기 때문이다) 지문에는 오줌이나 아가미를 통한 삼투 조절에 대해서만 나와 있지 직접 수분을 섭취하여 체액의 농도를 조절하는 내용은 없다. 이런 이유로 1번에 대한 정답률이 낮아졌다. 학생들이 많이 당황했다는 얘기가. 그러나 지문의 내용을 바탕으로 논리적으로 타당하게 추론하면 담수에서나 해수에서나 물을 많이 마시지는 않을 것이라는 결론이 나온다. 담수나 해수의 농도 때문에 자신의 체내 농도 유지가 더 힘들기 때문이다. 결국 강에서 태어난 연어는 바다로 내려가면 해수어와 같은 방법(수분흡수)으로 삼투조절을 해서 수분을 최대한 체내에 저장하여 체액농도를 유지한다. 그러나 산란기에 다시 강으로 회귀하게 되면 바다에서와는 반대의 방법으로 삼투조절을 한다. 즉, 강으로 돌아온 연어는 담수어와 같은 방법(수분배출)으로 삼투조절을 하여 체액 농도를 유지하려 할 것이다.

정답 ① [오답피하기] ② 강으로 회귀한 연어는 담수어로서 수분의 흡수를 줄이고, 아가미의 이동 통로를 닫아 흡수된 염류의 누출을 최소화 할 것이라는 추론은 타당하다. ③ 강물의 농도가 연어의 체액농도보다 낮으므로 반투과성 막의 역할을 하는 표피 세포막을 통해 수분을 흡수할 것이다. ④ 연어가 강으로 회귀하면 수분을 배출해야 하는 상황이므로 신장에서의 수분 재흡수작용은 일어나지 않을 것이다. ⑤ 체내의 수분이 배출되어야 하므로 방광에서 배출되는 오줌의 양은 바다에서보다 많을 것이다.

① 일반적으로 어른은 추위를 느끼면 몸을 떠는 등의 행동을 통해 열을 발생시켜 체온을 유지한다. 세포의 구성 물질인 미토콘드리아에서는, 음식물을 통해 얻은 포도당을 **아데노신삼인산(ATP)**의 형태로 바꾸어 저장해 둔다. 이후 체온이 내려가면 근육을 떠는 과정을 통해 ATP가 분해되어 열이 발생되는 것이다.

② 그러나 신생아는 성인만큼 근육이 발달되어 있지 않아 체온을 유지할 정도로 근육을 떨 수 없어, 등뼈나 신장 주변에 분포한 **갈색 지방 조직**을 통해 체온을 유지한다. 갈색 지방 조직을 구성하는 갈색 지방 세포는 지방산이 포함된 기름방울과 미토콘드리아로 구성되어 있다. 일반 세포의 미토콘드리아는 기질\*, 내막, 외막, 내막과 외막 사이의 막간 공간 등으로 이루어져 있는데, ㉠ 갈색 지방 세포의 미토콘드리아 역시 그 구조는 같다. 하지만 열 발생 과정에서 내막에 있는 특정 단백질이 작용한다는 점이 다르다. 그 단백질이 작용하여 **신생아가 체온을 유지하는 과정**은 다음과 같다.

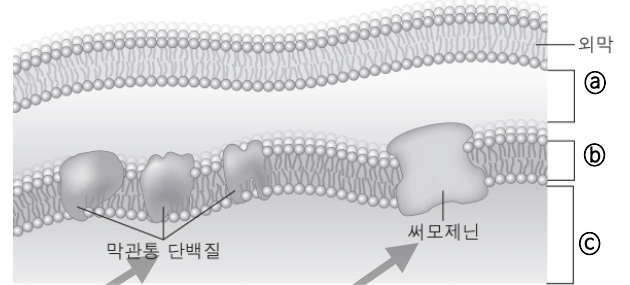
③ 신생아의 체온이 내려갔을 때, 뇌의 시상하부\*에서 신호를 보내면 교감 신경 말단에서 **노르아드레날린이 분비된다**. 이로 인해 갈색 지방 세포의 세포막에 있는 β 수용체가 자극을 받으면, 갈색 지방 세포 안에 존재하고 있던 지방산이 미토콘드리아의 외막과 내막을 거쳐 기질로 운반된다. 이후 지방산의 분해로 발생한 전자가 조효소에 의해 내막에 존재하는 **막관통 단백질**로 전달된다. 이로 인해 막관통 단백질들은 자신을 통로로 하여 기질에 이미 존재하고 있던 수소 이온(H+)을 막간 공간으로 이동시킨다.

④ 그런데 수소 이온이 기질에서 막간 공간으로 이동하면, 막간 공간과 기질에 존재하는 **수소 이온의 농도 차이**가 발생한다. 이와 같은 농도 차이로 인해 양성자\* 이동력이라 부르는 에너지가 형성되고, 이 힘에 의해 수소 이온은 농도가 낮은 기질로 되돌아가게 된다. 그러나 내막은 수소 이온과 같은 양성자에 대해 불투과성이기 때문에 막간 공간으로 이동될 때와 같은 방식으로 내막에 존재하는 특정 단백질 통로를 거쳐야 한다.

⑤ 이때 중요한 점은 수소 이온이, **갈색 지방 세포의 미토콘드리아에만 존재하는 '써모제닌'**이라는 단백질 통로를 거쳐 이동한다는 점이다. 일반 세포의 미토콘드리아에서는 수소 이온이 기질로 되돌아갈 때 ATP 합성효소를 통과하게 되는데, 이때 양성자 이동력을 ATP 합성에 사용한다. 이와 달리 갈색 지방 세포의 경우 써모제닌은 양성자 이동력을 ATP 합성에 사용하지 않는다. 따라서 수소 이온은 양성자 이동력에 의해 가속도가 붙어서 기질의 수분 등과 부딪히게 되고 그 결과 열이 발생하게 되는 것이다.

12. <보기>는 ㉠의 일부를 나타낸 것이다. 윗글을 바탕으로 ㉠~㉢를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>



※ 지문과 보기의 관계 - 지문과 보기는 동일한 내용 (지문의 이론을 그림으로 표현. 지문: 이론, 보기: 그림)

지문: 갈색 지방 조직을 통한 신생아의 체온 조절

- 신생아의 체온 유지에 관여하는 갈색 지방 조직의 '써모제닌'은 어른의 근육 세포 속 미토콘드리아와 달리, 양성자 이동력을 수소 이동의 가속에 사용하여 열을 발생시킴

보기: 갈색 지방 조직의 요소들을 그림으로 표시

- 3,4단락의 내용을 그림과 하나하나 따져봐야 문제를 풀 수 있다.

㉡는 막관통 단백질과 써모제닌이 있기 때문에 '내막'이다. 또한 써모제닌을 통해 수소 이온이 막간 공간에서 기질로 이동하기 때문에 ㉠와 ㉢는 각각 막간 공간과 기질이 된다. (처음에 지방산이 외막과 내막을 통해 기질로 이동하기 때문에 ㉢는 막간 공간이 아닌 기질이 된다.)

**【일반해설】**

과학, '생명-생물의 과학'

지문해설: 신생아는 체온이 떨어졌을 때 성인과 다르게 체온을 유지한다. 이때 핵심적인 역할을 하는 것이 갈색지방의 미토콘드리아이다. 이 지문은 신생아의 갈색지방 미토콘드리아에서 체온을 유지하는 과정을 중심으로 이해해야 한다. 글쓴이는 성인에 비해 근육이 발달하지 않은 신생아의 경우, 등뼈나 신장 주변에 분포한 갈색 지방 조직을 통해 체온을 유지하게 된다면서 그 과정을 구체적으로 설명하면서 이러한 체온 유지의 과정에 우리 몸의 여러 세포 요소가 과학적으로 작용한다는 점을 진술하여 이해를 돕고 있다.

[주제] 신생아의 체온 유지 원리 및 과정

※ 어휘 풀이

- \*기질: 세포의 배경을 이루고 세포를 그 안에 싸고 있는, 세포 사이에 있는 물질
- \*시상하부: 간뇌의 일부로서, 물질 대사·수면·생식·체온 조절 등에 관여하는 자율 신경 작용의 중추를 이룸
- \*양성자: 중성자와 함께 원자핵의 구성 요소가 되는 소립자의 하나.

**지문 해석에서 가장 중요한 것**

지문에 표시된 네모 칸, 굵은 글씨, 밑줄 등을 바탕으로 글의 핵심어, 논제, 중심 문장 등을 파악하십시오. 아무리 어려운 지문이라도 이것을 파악하는 것이 비문학 지문 해석의 핵심입니다.

**기본 독해**

1단락	열 발생으로 체온을 유지하는 원리
2단락	어른과 신생아의 체온 유지가 다른 까닭
3단락	신생아의 체온 유지 원리 ①
4단락	신생아의 체온 유지 원리 ②
5단락	'써모제닌'의 특징과 신생아의 체온 유지 원리 ③

★신생아가 어떻게 체온을 유지하는지 설명하는 글이다. 성인은 체온이 내려가면 몸의 근육을 움직여서 ATP라는 효소를 분해시켜 열을 얻는다. 그런데 신생아는 근육이 열을 발생할 만큼 발달되어 있지 않다. 따라서 신생아는 갈색지방이라는 곳에서 수소 이온을 써모제닌이라는 단백질 통로로 이동시켜 열을 얻는다.

① 일반적으로 어른은 추위를 느끼면 몸을 떠는 등의 행동을 통해 열을 발생시켜 체온을 유지한다. 세포의 구성 물질인 미토콘드리아에서는, 음식을 통해 얻은 포도당을 아데노신삼인산(ATP)의 형태로 바꾸어 저장해 둔다. 이후 체온이 내려가면 근육을 떠는 과정을 통해 ATP가 분해되어 열이 발생하는 것이다.

② 그러나 신생아는 성인만큼 근육이 발달되어 있지 않아 체온을 유지할 정도로 근육을 떨 수 없어, 등뼈나 신장 주변에 분포한 갈색 지방 조직을 통해 체온을 유지한다. 갈색 지방 조직을 구성하는 갈색 지방 세포는 지방산이 포함된 기름방울과 미토콘드리아로 구성되어 있다. 일반 세포의 미토콘드리아는 기질, 내막, 외막, 내막과 외막 사이의 막간 공간 등으로 이루어져 있는데, ㉠ 갈색 지방 세포의 미토콘드리아 역시 그 구조는 같다. 하지만 열 발생 과정에서 내막에 있는 특정 단백질이 작용한다는 점이 다르다. 그 단백질이 작용하여 신생아가 체온을 유지하는 과정은 다음과 같다.

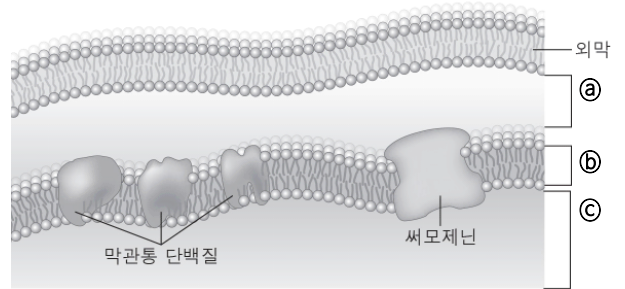
③ 신생아의 체온이 내려갔을 때, 뇌의 시상하부에서 신호를 보내면 교감 신경 말단에서 노르아드레날린이 분비된다. 이로 인해 갈색 지방 세포의 세포막에 있는  $\beta$  수용체가 자극을 받으면, 12-㉠, ㉡, ㉤ 갈색 지방 세포 안에 존재하고 있던 지방산이 미토콘드리아의 외막과 내막을 거쳐 기질로 운반된다. 이후 지방산의 분해로 발생한 전자가 조효소에 의해 내막에 존재하는 막관통 단백질로 전달된다. 이로 인해 막관통 단백질들은 자신을 통로로 하여 기질에 이미 존재하고 있던 수소 이온( $H^+$ )을 막간 공간으로 이동시킨다.

④ 그런데 12-㉢ 수소 이온이 기질에서 막간 공간으로 이동하면, 막간 공간과 기질에 존재하는 수소 이온의 농도 차이가 발생한다. 이와 같은 농도 차이로 인해 양성자 이동력이라 부르는 에너지가 형성되고, 이 힘에 의해 12-㉤ 수소 이온은 농도가 낮은 기질로 되돌아가게 된다. 그러나 내막은 수소 이온과 같은 양성자에 대해 불투과성이기 때문에 막간 공간으로 이동될 때와 같은 방식으로 내막에 존재하는 특정 단백질 통로를 거쳐야 한다.

⑤ 12-㉢, ㉤ 이때 중요한 점은 수소 이온이, 갈색 지방 세포의 미토콘드리아에만 존재하는 '써모제닌'이라는 단백질 통로를 거쳐 이동한다는 점이다. 일반 세포의 미토콘드리아에서는 수소 이온이 기질로 되돌아가갈 때 ATP 합성효소를 통과하게 되는데, 이때 양성자 이동력을 ATP 합성에 사용한다. 이와 달리 갈색 지방 세포의 경우 써모제닌은 양성자 이동력을 ATP 합성에 사용하지 않는다. 12-㉣ 따라서 수소 이온은 양성자 이동력에 의해 가속도가 붙어서 기질의 수분 등과 부딪히게 되고 그 결과 열이 발생하게 되는 것이다.

12. <보기>는 ㉠의 일부를 나타낸 것이다. 뒷글을 바탕으로 ㉠~㉣를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>



㉠: 막간 공간 / ㉡: 내막 / ㉢: 기질

(4%) ① ㉡와 ㉢를 거친 지방산이 ㉠에서 분해되면, ㉠의 수소 이온이 ㉡로 이동하게 될 것이다.

※ 지문 : 갈색 지방 세포 내의 지방산이 미토콘드리아의 외막과 내막을 거쳐 기질로 운반되어 분해되면 전자가 발생하는데, 이로 인해 기질에 존재하던 수소 이온이 막간 공간으로 이동된다.

(63%) ② ㉠의 전자가 막관통 단백질에 전달되면, ㉠에서 수소 이온이 생성될 것이다.

※ 지문 : 기질에서 지방산의 분해로 전자가 발생하고, 이로 인해 기질에 이미 존재하던 수소 이온이 막간 공간으로 이동된다.  
≠ 선지 : 막간 공간에서 수소 이온이 생성된다.

(8%) ③ ㉠과 ㉢의 수소 이온 농도 차로 인해 ㉠의 수소 이온은 써모제닌을 통과한다.

※ 지문 : 수소 이온이 기질에서 막간 공간으로 이동하면, 수소 이온의 농도 차이가 발생하고 이로 인해 양성자 이동력이 형성되어 수소 이온은 다시 농도가 낮은 기질로 되돌아가는데, 이 때 '써모제닌'을 통과한다.

(8%) ④ ㉠의 수소 이온이 ㉢로 이동할 때에는 일반 세포에서와 달리 가속도가 붙는다.

※ 지문 : 일반 세포에서는 양성자 이동력을 ATP 합성에 사용하지만, 써모제닌은 이를 ATP 합성에 사용하지 않아 수소 이온에 가속이 붙게 된다.

(14%) ⑤ ㉠의 수소 이온과 ㉢의 수소 이온은, 서로 다른 단백질 통로를 거쳐 각각 ㉡와 ㉢로 이동한다.

※ 지문 : 수소 이온 ㉢→㉠(기질→막간 공간) 막관통 단백질 통로 이용  
수소 이온 ㉠→㉢(막간 공간→기질) 단백질 통로 써모제닌 이용

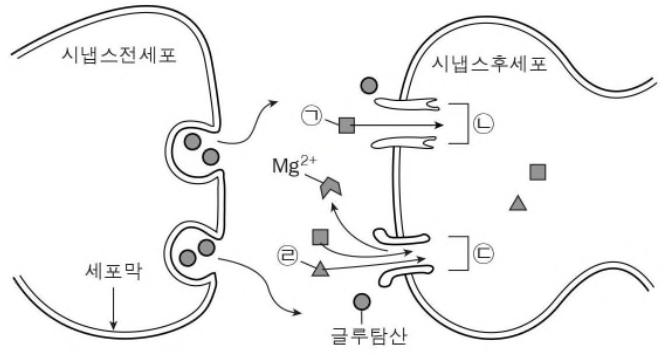
일반 해설

정답해설 : 3문단을 통해 수소 이온은 전자가 막관통 단백질에 전달됨으로써 생성되는 것이 아니라 기질에 이미 존재하고 있는 것임을 확인할 수 있다. 그러므로 생성된 것이 아니라 이동한 것이다.

정답 ② [오답피하기] ① 3문단에서 '지방산이 미토콘드리아의 외막과 내막을 거쳐 기질로 운반'되면 '이후 지방산의 분해로 발생한 전자가 '막관통 단백질로 전달'된다고 되어 있다. 그리고 "이로 인해 막관통 단백질들은 자신을 통로로 하여 기질에 이미 존재하고 있던 수소 이온을 막간 공간으로 이동시킨다."라고 되어 있다. ③ 4문단에서는 수소 이온이 막간 공간으로 이동하면 막간 공간과 기질의 '수소 이온의 농도 차이로 인해 양성자 이동력이라 부르는 에너지가 형성'된다고 했으며, 5문단에서는 수소 이온이 '써모제닌'이라는 단백질 통로를 거쳐 이동'한다고 했다. ④ 5문단의 '수소 이온은 양성자 이동력에 의해 가속도가 붙어서'라는 부분을 통해 확인할 수 있다. ⑤ 4문단에서 막간 공간의 수소 이온은 양성자 이동력에 의해 "농도가 낮은 기질로 되돌아가게 된다."라고 되어 있다. 이 구절을 주목해야만 간명하게 풀 수 있는 문제이다. 또한 5문단에서 '써모제닌'이라는 단백질 통로를 거쳐 이동'한다는 부분과, 3문단의 "막관통 단백질들은 자신을 통로로 하여"라는 부분을 통해 확인할 수 있다



13. [A]를 참고하여 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은 ?  
<보기>



※ 지문과 보기의 관계 - 동일

(지문의 이론을 구체적 사례에 적용, 지문 : 이론, 보기 : 사례)

- [A]의 과정을 그림으로 나타낸 것이다. ㉠~㉣을 파악하는 것이 가장 중요하다.

- ㉠ : Na<sup>+</sup> (시냅스후세포의 두 수용체에 모두 유입되는 것은 Na<sup>+</sup>뿐이다.)
- ㉡ : 암파 수용체 (Mg<sup>2+</sup>와 관련이 없기 때문에 암파 수용체이다.)
- ㉢ : NMDA 수용체 (Mg<sup>2+</sup>와 관련이 있기 때문에 NMDA 수용체이다.)
- ㉣ : Ca<sup>2+</sup> : (NMDA 수용체로 유입되기 때문에 Ca<sup>2+</sup>이다.)

【일반해설】

과학, 에릭 캔델 외, 「신경과학의 원리」  
지문해설: 이 글은 기억의 형성에 대한 글이다. 사람의 기억은 신경세포의 시냅스(세포 사이의 틈새)를 통한 이온 활동에 따라 기억이 저장된다. 먼저 신경세포가 평소에 안에는 음이온이 많고 밖에는 양이온이 많은 안정된 상태로 있다가 기억할 만한 일이 생기면 나트륨 이온에 의해 세포 안팎의 전하가 바뀐다. 이를 탈분극이라 한다. 탈분극은 신경세포를 흥분상태로 만들고 세포가 흥분상태가 되면 화학적 신호를 분비한다. 이 신호를 다른 신경세포가 받으면 시냅스가 연결된다. 세포들이 시냅스를 통해 신호를 주고 받으면 신경세포의 수용체가 자극을 받아 나트륨과 칼슘 이온을 더 많이 받아들이고 기억을 오래 저장할 수 있게 된다. 이후 신경세포는 수용체를 새롭게 단백질을 합성하여 계속 만들어낸다. 이를 통해 장기기억이 형성되는 것이다. [주제] 장기기억이 형성되는 원리

※ 어휘 풀이

- \*이온: 양(陽) 또는 음(陰)의 전기를 갖는 원자 또는 원자단(음극으로 향해 가는 이온을 양이온, 양극으로 향하는 것을 음이온이라 함)
- \*양이온: 전자를 방출하여 양전하(陽電荷)를 띤 이온(«Na<sup>+</sup>, Ba<sup>+</sup> 따위»).
- \*분극: 전기 분해를 할 때 또는 전지(電池)를 사용할 경우에, 전극과 전해질(電解質)의 사이에 전류가 통함으로써, 원래의 전류와 반대 방향의 기전력(起電力)이 생기는 현상.
- \*글루탐산: 아미노산의 하나(식물성 단백질 속에 함유되어 있으며, 화학 조미료의 원료로 씀).
- 매우 복잡한 내용의 과학지문입니다. 이런 복잡한 내용의 경우, 시간이 없으니 눈으로 빠르게 익히고 문제를 풀 때 해당하는 지문의 내용을 다시 한 번 이해를 하도록 합니다. 지문에서만 복잡한 원리를 이해하려 하면 너무 시간이 오래 걸리기 때문입니다.

1. 신경과학의 많은 연구들은 기억의 형성을 '장기강화'로 설명한다. 이에 따르면 뇌의 신경세포들은 세포 사이의 틈새인 시냅스로 전기적·화학적 신호를 전달하면서 정보를 공유하는 시냅스 연결을 한다. 이 신호가 강력해 시냅스 연결이 오래 유지되는 현상이 장기강화이며, 이를 통해 기억이 형성된다는 것이다.

2. 시냅스 연결은 신경세포에 있는 이온\*들의 활동이 바탕이 된다. 이온은 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산되며 이동하는 성질 등으로 신경세포막의 안과 밖을 이동한다. 이러한 이온의 이동은 신경세포의 상태를 변화시킨다. 우선 외부 자극이 없으면 주로 세포막 밖은 양이온\*이 많고 안은 음이온이 많아져 세포막 안팎이 각각 양전하, 음전하로 나뉘는 분극\*이 일어난다. 이 과정의 신경세포는 안정 상태에 있다. 그런데 새로운 정보 등의 외부 자극이 있으면 양전하를 띤 Na<sup>+</sup>(나트륨 이온)이 밖에서 안으로 확산되어 세포 안에 양전하가 쌓이는 탈분극이 일어난다. 탈분극은 신경세포를 흥분상태로 만들면서 전기적 신호인 활동전위를 형성한다. 신경세포가 흥분상태가 되면 세포 밖의 Ca<sup>2+</sup>(칼슘 이온)이 안으로 확산된다. 그러면 이 Ca<sup>2+</sup>은 글루탐산\*을 비롯한 여러 신경전달물질, 즉 화학적 신호를 밖으로 분비시킨다. 이 신호가 다른 신경세포와 결합하면서 시냅스 연결이 이루어진다. 이때 화학적 신호를 분비한 세포를 '시냅스전세포', 화학적 신호를 받는 세포를 '시냅스후세포'라고 한다.

3. 이러한 시냅스 연결이 장기강화로 이어지는 것은 글루탐산과 Ca<sup>2+</sup>의 역할 때문이다. 흥분상태의 시냅스전세포가 분비한 글루탐산은 시냅스후세포의 암파 수용체\*와 NMDA 수용체를 자극한다. 먼저 ㉠ 암파 수용체의 통로는 많은 양의 글루탐산의 자극이 있으면 개방된다. 이 통로로 Na<sup>+</sup>이 안으로 확산되면 시냅스후세포도 탈분극되어 흥분상태가 된다. 이렇게 되면 글루탐산의 자극을 받고 있는 ㉡, ㉢ NMDA 수용체의 통로에서 Mg<sup>2+</sup>(마그네슘 이온)이 제거되어 통로가 열린다. 그리고 개방된 ㉠, ㉢ NMDA 수용체 통로로 Na<sup>+</sup>과 Ca<sup>2+</sup>이 확산에 의해 안으로 유입된다. 유입된 Ca<sup>2+</sup>은 세포 안의 단백질을 활성화시키고 활성화된 단백질은 새로운 암파 수용체를 만들어낸다. 그 결과 시냅스후세포는 Na<sup>+</sup>을 더 많이 받아들여 탈분극을 강화하고, Ca<sup>2+</sup>의 유입이 지속되어 흥분상태를 오래 유지할 수 있게 된다.

4. 또한 흥분된 시냅스후세포는 역으로 시냅스전세포에 신호를 보내 시냅스전세포의 글루탐산 분비량을 늘려 시냅스 연결을 더욱 강화한다. 이를 통해 시냅스 연결은 3시간까지 유지되는데 이를 초기 장기강화라고 한다. 이에 비해 시냅스 연결이 24시간 이상 지속되기도 하는데, 이를 후기 장기강화라고 한다. 후기 장기강화가 초기 장기강화와 다른 점은 새로운 단백질을 합성한다는 것이다. 암파 수용체는 수명이 짧은 시냅스 연결을 유지하려면 암파 수용체를 새로 만들어야 하는데 초기 장기강화 때처럼 세포 안에 있는 단백질만을 활용하면 이를 지속할 수 없다. 따라서 새롭게 단백질을 합성해 암파 수용체를 계속 만들어내는 것이다. 신경과학자들은 초기 장기강화를 통해 단기기억이 후기 장기강화를 통해 장기기억이 형성된다고 본다.

\* 수용체 : 단백질로 된 구조물로 세포 외 물질에 반응하는 역할을 하며, 세포막을 관통하는 통로를 갖고 있어 이온을 투과시키기도 함.

기본 독해

1단락	장기강화를 통한 기억의 형성
2단락	시냅스 연결을 통한 기억의 저장(신경세포의 탈분극-안팎의 전하가 바뀜)
3단락	장기강화로 이어지기 위한 수용체의 자극
4단락	후기 장기강화를 통한 장기기억의 형성

★ 장기기억이 형성되는 원리에 대한 설명문이다. 장기기억은 시냅스(세포 간의 통로)가 연결되어야만 형성된다. 시냅스 연결은 세포에서 글루탐산이 다른 세포로 전달되어 이루어진다. 글루탐산이 계속 전달하려면 암파 수용체가 개방이 되어야 하는데 이 암파 수용체는 수명이 짧다. 그러므로 암파 수용체를 계속 만들어 나가면서 장기기억이 형성된다.

① 신경과학의 많은 연구들은 기억의 형성을 '장기강화'로 설명한다. 이에 따르면 뇌의 신경세포들은 세포 사이의 틈새인 시냅스로 전기적·화학적 신호를 전달하면서 정보를 공유하는 시냅스 연결을 한다. 이 신호가 강력해 시냅스 연결이 오래 유지 되는 현상이 장기강화이며, 이를 통해 기억이 형성된다는 것이다.

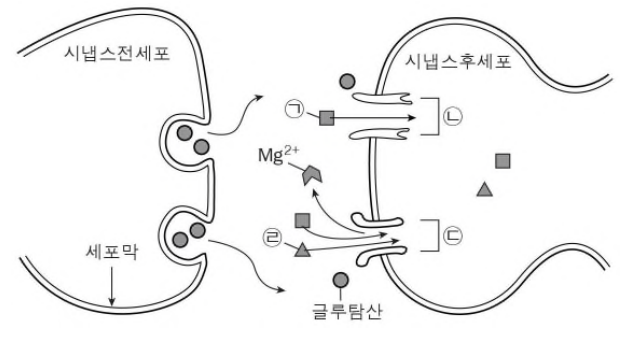
② 시냅스 연결은 신경세포에 있는 이온들의 활동이 바탕이 된다. 이온은 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 확산되며 이동하는 성질 등으로 신경세포막의 안과 밖을 이동한다. 이러한 이온의 이동은 신경세포의 상태를 변화시킨다. 우선 외부 자극이 없으면 주로 세포막 밖은 양이온이 많고 안은 음이온이 많아져 세포막 안팎이 각각 양전하, 음전하로 나뉘는 분극이 일어난다. 이 과정의 신경세포는 안정 상태에 있다. 그런데 새로운 정보 등의 외부 자극이 있으면 양전하를 띤  $\text{Na}^+$ (나트륨 이온)이 밖에서 안으로 확산되어 세포 안에 양전하가 쌓이는 탈분극이 일어난다. 탈분극은 신경세포를 흥분상태로 만들면서 전기적 신호인 활동전위를 형성한다. 신경세포가 흥분상태가 되면 세포 밖의  $\text{Ca}^{2+}$ (칼슘 이온)이 안으로 확산된다. 그러면 이  $\text{Ca}^{2+}$ 은 글루탐산을 비롯한 여러 신경전달물질, 즉 화학적 신호를 밖으로 분비시킨다. 이 신호가 다른 신경세포와 결합하면서 시냅스 연결이 이루어진다. 이때 화학적 신호를 분비한 세포를 '시냅스전세포', 화학적 신호를 받는 세포를 '시냅스후세포'라고 한다.

③ 이러한 시냅스 연결이 장기강화로 이어지는 것은 글루탐산과  $\text{Ca}^{2+}$ 의 역할 때문이다. 13-② 흥분상태의 시냅스전세포가 분비한 글루탐산은 시냅스후세포의 암파 수용체와 NMDA 수용체를 자극한다. 먼저 13-④ 암파 수용체의 통로는 많은 양의 글루탐산의 자극이 있으면 개방된다. 이 통로로 13-①,④  $\text{Na}^+$ 이 안으로 확산되면 시냅스후세포도 탈분극되어 흥분상태가 된다. 이렇게 되면 글루탐산의 자극을 받고 있는 NMDA 수용체의 통로에서  $\text{Mg}^{2+}$ (마그네슘 이온)이 제거되어 통로가 열린다. 그리고 개방된 NMDA 수용체 통로로  $\text{Na}^+$ 과  $\text{Ca}^{2+}$ 이 확산에 의해 안으로 유입된다. 유입된  $\text{Ca}^{2+}$ 은 세포 안의 단백질을 활성화시키고 활성화된 단백질은 새로운 암파 수용체를 만들어낸다. 그 결과 시냅스후세포는  $\text{Na}^+$ 을 더 많이 받아들여 탈분극을 강화하고, 13-⑤  $\text{Ca}^{2+}$ 의 유입이 지속되어 흥분상태를 오래 유지할 수 있게 된다.

④ 또한 흥분된 시냅스후세포는 역으로 시냅스전세포에 신호를 보내 시냅스전세포의 글루탐산 분비량을 늘려 시냅스 연결을 더욱 강화한다. 이를 통해 시냅스 연결은 3시간까지 유지되는데 이를 초기 장기강화라고 한다. 이에 비해 시냅스 연결이 24시간 이상 지속되기도 하는데, 이를 후기 장기강화라고 한다. 후기 장기강화가 초기 장기강화와 다른 점은 새로운 단백질을 합성한다는 것이다. 암파 수용체는 수명이 짧아 시냅스 연결을 유지하려면 암파 수용체를 새로 만들어야 하는데 초기 장기강화 때처럼 세포 안에 있는 단백질을만 활용하면 이를 지속할 수 없다. 따라서 새롭게 단백질을 합성해 암파 수용체를 계속 만들어내는 것이다. 신경과학자들은 초기 장기강화를 통해 단기기억이 후기 장기강화를 통해 장기기억이 형성된다고 본다.  
\* 수용체 : 단백질로 된 구조물로 세포 외 물질에 반응하는 역할을 하며, 세포막을 관통하는 통로를 갖고 있어 이온을 투과시키기도 함.

13. [A]를 참고하여 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은 ?

<보기>



㉠ :  $\text{Na}^+$    ㉡ : 암파 수용체   ㉢ : NMDA 수용체   ㉣ :  $\text{Ca}^{2+}$

(6%) ① 시냅스후세포가 흥분상태로 변하기 위해서는 ㉠( $\text{Na}^+$ )의 유입이 필수적이다.

※ 동의이형의 원리 (같은 뜻 다른 표현)  
지문 :  $\text{Na}^+$ 가 안으로 확산되면 ~ 흥분상태가 된다  
= 선지 : 흥분상태로 변하기 위해서는  $\text{Na}^+$ 의 유입이 필수적이다.

(62%) ② ㉠( $\text{Na}^+$ )이 시냅스후세포로 유입되면 ㉢(NMDA 수용체)이 새로 만들어질 수 있다.

※ NMDA 수용체는 원래 있는 것이다. 원래 있는 두 수용체를 글루탐산이 자극을 한다. 새로 만들어지는 것이 아니다. 새로 만들어지는 것은 4단락에서 설명이 나오는 후기 장기 강화에 필요한 단백질이다.

(8%) ③ ㉡(암파 수용체)의 통로가 열리기 위해서는 시냅스전세포가 분비한 글루탐산의 자극이 필요하다.

※ 13-④ 참고

(15%) ④ ㉢의 통로로 ㉣( $\text{Ca}^{2+}$ )이 유입되기 위해서는 시냅스후세포의 탈분극이 필요하다.

※ 먼저 암파 수용체로  $\text{Na}^+$ 가 유입돼서 시냅스후세포가 탈분극이 되어 흥분상태가 되어야 NMDA 수용체의  $\text{Mg}^{2+}$ 가 제거되고  $\text{Ca}^{2+}$ 가 유입될 수 있다.

(6%) ⑤ ㉣( $\text{Ca}^{2+}$ )의 유입이 지속되면 시냅스후세포의 흥분상태는 오래 유지될 수 있다.

※ 13-⑤ 참고

일반 해설

정답해설 : ㉠~㉣이 무엇인지를 파악하는 것이 복잡해 많은 학생들이 헷갈렸던 문제이다. 또한 정답인 2번의 '새로 만들어질 수 있다'라는 내용을 간과하여 오답을 고른 경우도 많았다. <보기>에서 ㉠은  $\text{Na}^+$ , ㉡은 암파 수용체, ㉢은  $\text{Ca}^{2+}$ 이 막고 있다가 제거된 통로를 갖고 있으므로 NMDA 수용체, ㉣은 NMDA 수용체로만 유입되는  $\text{Ca}^{2+}$ 이다. 3문단에서 새로 만들어지는 수용체는 암파 수용체라고 하였고, 이를 위해서는  $\text{Ca}^{2+}$ 이 유입되어야 한다고 하였다. 따라서 NMDA 수용체가 새로 만들어질 수 있다는 것은 적절하지 않은 진술이다.  
오답해설 : ① 3문단에서 시냅스후세포가 탈분극되어  $\text{Na}^+$ 이 암파 수용체로 유입되어야 흥분상태로 변할 수 있다고 하였으므로 적절한 진술이다. ③ 3문단에서 시냅스전세포가 분비한 글루탐산이 시냅스후세포의 암파 수용체를 자극해야 그 통로가 열린다고 하였으므로 적절하다. ④ 시냅스후세포의 강한 탈분극이 NMDA 수용체의  $\text{Mg}^{2+}$ 을 제거하여  $\text{Ca}^{2+}$ 이 유입된다고 하였으므로 적절하다. ⑤ 3, 4문단에서  $\text{Ca}^{2+}$ 의 유입이 시냅스후세포를 흥분상태로 만들고, 암파 수용체가 새로 만들어져 장기강화가 이루어질 때  $\text{Ca}^{2+}$ 의 유입이 지속되어 흥분상태를 오래 유지할 수 있다고 하였으므로 적절하다.



- '삼땀'(삼십여 일의 땀)이란 문학, 독서를 삼십여 일 동안의 학습으로 완성할 수 있는 교재입니다. 한 땀, 한 땀, 여러분의 수능 국어영역 1등급을 위하여 정성스럽게 수를 놓는 마음으로 만들었습니다. 한 방울, 두 방울, 땀을 흘리며 나아가는 여러분의 노력이 반드시 빛나는 결실을 맺을 수 있게 하겠습니다.
- 수능 국어영역에 암기 파트가 두 가지 있습니다. 바로 고전 시가와 문법입니다. 고전 시가는 공무도하가(고대 가요)부터 누항사(가사)까지 작품 정리를 최소한 3번 해야 합니다. 문법은 형태소, 파생어, 합성어, 접사, 어미, 품사, 문장 성분, 잘못된 문장(문장의 호응), 다의어·동음이의어, 높임법, 문장의 구조, 음운에 대한 원리를 정확히 이해하고 문제풀이로 확인을 해야 합니다. 이렇게 공부한다면 고전 시가와 문법에 자신이 생길 것입니다.
- 지문과 문제풀이에 오랜 시간이 소요되는 것은 당연한 일입니다. 누구나 처음에는 오래 걸립니다. 문제를 많이 풀다 보면 시간은 자연스레 단축됩니다.
- 국어영역은 머릿속으로 사고를 전개하기 때문에 공식을 손으로 써서 전개하는 수학과 달리 자기만의 해석이 개입되기 쉽습니다. 항상 어떠한 문제풀이의 사고가 객관적으로 지문과 보기의 내용과 부합하는지 따져야 합니다.
- 홈페이지 [www.namuacademy.com](http://www.namuacademy.com)에서는 교재에 대한 질의응답을 받고 있습니다. 또한 국어 매니지먼트, 학습 컨설팅, 학습 기출자료 등 다양한 온오프 교육 서비스를 제공하고 있습니다.

수고하셨습니다.

## 빠른 답 보기

한 땀  
해설1권  
p 132

1.⑤ 2.② 3.④ 4.③ 5.② 6.④ 7.① 8.④ 9.② 10.④  
11.④ 12.④ 13.③ 14.③ 15.④ 16.①

두 땀  
해설1권  
p 161

1.② 2.② 3.⑤ 4.② 5.⑤ 6.③ 7.③ 8.④ 9.③ 10.⑤  
11.④ 12.② 13.④ 14.④ 15.②

세 땀  
해설1권  
p 191

1.② 2.① 3.③ 4.③ 5.③ 6.⑤ 7.⑤ 8.③ 9.⑤ 10.③  
11.③ 12.① 13.① 14.④ 15.③

네 땀  
해설1권  
p 220

1.⑤ 2.③ 3.③ 4.④ 5.① 6.④ 7.② 8.⑤ 9.⑤ 10.②  
11.④ 12.② 13.⑤ 14.① 15.③

다섯 땀  
해설1권  
p 252

1.⑤ 2.④ 3.③ 4.① 5.① 6.① 7.⑤ 8.② 9.⑤ 10.④  
11.① 12.④ 13.② 14.④ 15.②

여섯 땀  
해설1권  
p 282

1.④ 2.⑤ 3.⑤ 4.④ 5.⑤ 6.② 7.④ 8.④ 9.①

일곱 땀  
해설1권  
p 299

1.③ 2.① 3.③ 4.③ 5.② 6.⑤ 7.④ 8.③ 9.⑤ 10.④  
11.③ 12.④ 13.② 14.② 15.④

여덟 땀  
해설1권  
p 329

1.③ 2.③ 3.① 4.⑤ 5.⑤ 6.③ 7.③ 8.⑤ 9.② 10.⑤  
11.② 12.③ 13.② 14.①

아홉 땀  
해설1권  
p 359

1.④ 2.④ 3.⑤ 4.⑤ 5.② 6.② 7.② 8.④ 9.② 10.①  
11.① 12.② 13.②

열셋째 권  
p 95

1.② 2.① 3.⑤ 4.③ 5.⑤ 6.⑤ 7.② 8.② 9.④ 10.④  
11.① 12.① 13.⑤ 14.④ 15.① 16.①

열한째 권  
p 119

1.① 2.① 3.③ 4.③ 5.② 6.② 7.② 8.② 9.① 10.①  
11.⑤ 12.⑤ 13.④ 14.③

열두째 권  
p 146

1.① 2.① 3.② 4.④ 5.③ 6.② 7.② 8.④ 9.⑤ 10.③  
11.③ 12.④ 13.③ 14.① 15.②

열세째 권  
p 176

1.② 2.② 3.③ 4.① 5.② 6.③ 7.③ 8.⑤ 9.⑤ 10.②  
11.⑤ 12.⑤ 13.③ 14.② 15.③

열네째 권  
p 197

1.② 2.⑤ 3.① 4.④ 5.⑤ 6.① 7.⑤ 8.③ 9.③ 10.⑤  
11.④ 12.⑤ 13.③ 14.②

열다섯째 권  
p 217

1.④ 2.③ 3.③ 4.④ 5.⑤ 6.④ 7.⑤ 8.② 9.① 10.④  
11.① 12.④ 13.⑤ 14.⑤ 15.⑤

열여섯째 권  
p 237

1.③ 2.③ 3.② 4.⑤ 5.④ 6.① 7.② 8.④ 9.② 10.②  
11.③ 12.⑤ 13.④ 14.① 15.④

열일곱째 권  
p 256

1.③ 2.② 3.② 4.① 5.③ 6.① 7.① 8.⑤ 9.① 10.④  
11.④ 12.① 13.⑤ 14.③

열여덟째 권  
p 275

1.① 2.④ 3.⑤ 4.④ 5.⑤ 6.⑤ 7.④ 8.② 9.③ 10.④  
11.② 12.② 13.④ 14.①

열아홉째 권  
p 294

1.④ 2.⑤ 3.④ 4.⑤ 5.① 6.④ 7.④ 8.⑤ 9.① 10.①  
11.② 12.② 13.① 14.①