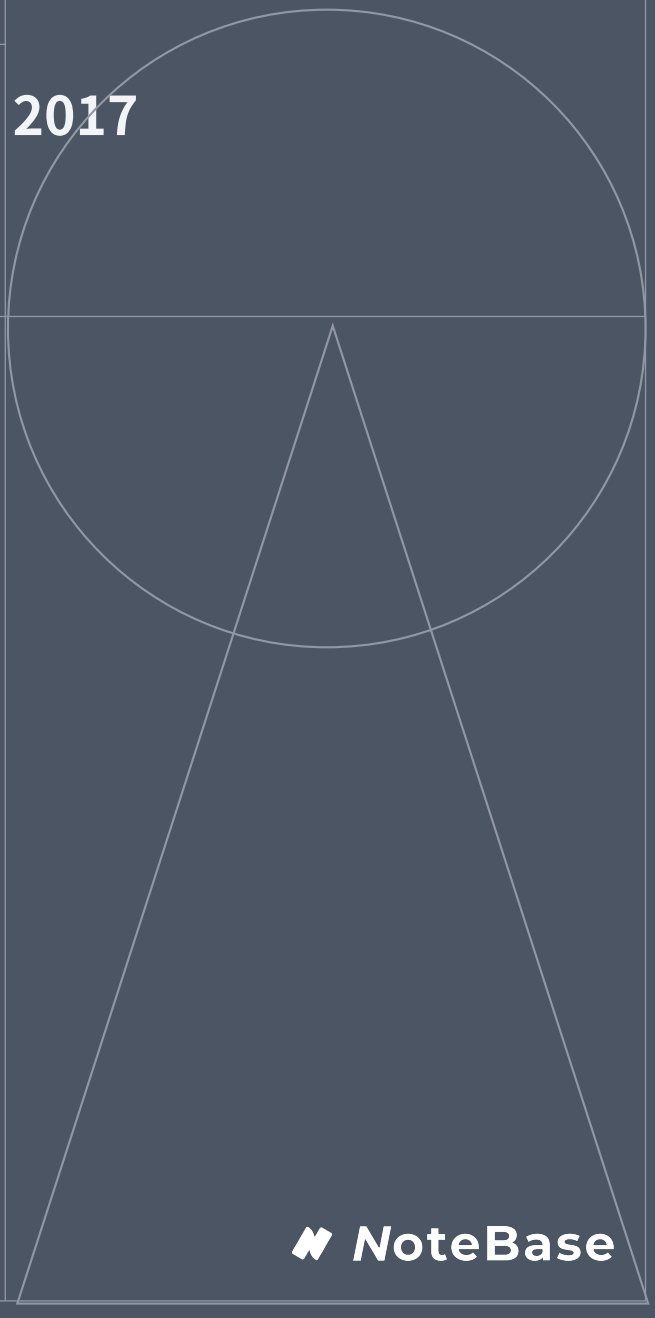
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 과학 · 2017



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 과학 · 2017

공무원/국가직/9급 · 과학 · 2017

문 1. 세포 소기관과 그 기능이 옳게 짝지어진 것은?

① 골지체 – 물질의 저장 및 분비를 담당한다.

② 소포체 – 포도당을 합성한다.

③ 핵 – 생명 활동에 필요한 에너지를 생성한다.

④ 중심립 – 가수 분해 효소가 있어서 세포 내 소화를 담당한다.

정답 1번

간단한 해설

골지체는 소포체에서 전달받은 물질을 가공·분류한 뒤 소낭에 담아 저장하거나 세포 밖으로 분비하므로 **물질의 저장 및 분비**를 담당한다.

선지별 해설

① O: 골지체는 소포체에서 전달받은 단백질 등의 물질을 가공하고 분류하여 소낭에 담는다. 이 물질은 소낭에 저장되거나 세포막으로 운반되어 밖으로 분비되므로, 골지체와 **물질의 저장 및 분비**는 올바른 연결이다.

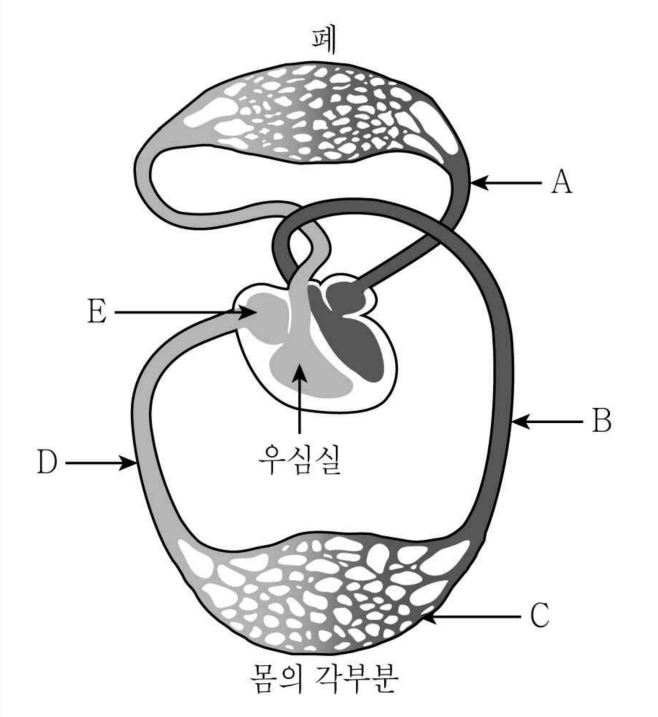
② X: 소포체는 세포 내 물질의 합성과 운반에 관여한다. 거친면 소포체에 붙은 리보솜에서는 단백질이 합성되고, 매끈면 소포체에서는 지질이 합성된다. 선지의 포도당 합성은 식물 세포의 **엽록체에서 일어나는 광합성**과 연결해야 한다.

③ X: 핵은 DNA를 보관하고 유전자 발현을 통해 세포의 생명 활동을 조절한다. 생명 활동에 필요한 에너지를 사용할 수 있는 형태인 ATP를 세포 호흡으로 주로 생성하는 소기관은 **미토콘드리아**이다.

④ X: 중심립은 세포 분열 때 방추사 형성과 관련된 구조이다. 가수 분해 효소로 세포 안의 물질이나 손상된 소기관을 분해하여 **세포 내 소화를 담당하는 소기관은 리소좀**이다.

NoteBase

문 2. 그림은 사람의 순환계를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 혈관 A는 폐동맥이다.

② 혈관 B에는 판막이 있다.

③ 혈액은 혈관 B→C→D의 방향으로 흐른다.

④ E는 산소 분압이 가장 높은 곳이다.

정답 3번

간단한 해설

B는 온몸으로 혈액을 보내는 동맥, C는 몸의 각 부분에 있는 모세혈관, D는 심장으로 돌아오는 정맥이다. 따라서 혈액은 **동맥 → 모세혈관 → 정맥**에 해당하는 B → C → D 방향으로 흐른다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 그림에서 A는 폐와 좌심방을 연결하는 **폐정맥**이다. 폐에서 산소를 공급받은 혈액을 심장으로 운반한다. 폐동맥은 우심실에서 폐로 혈액을 보내는 혈관이므로 A와 구별된다. 동맥과 정맥은 산소의 양이 아니라 심장에서 나가는지, 심장으로 들어오는지에 따라 구분한다.

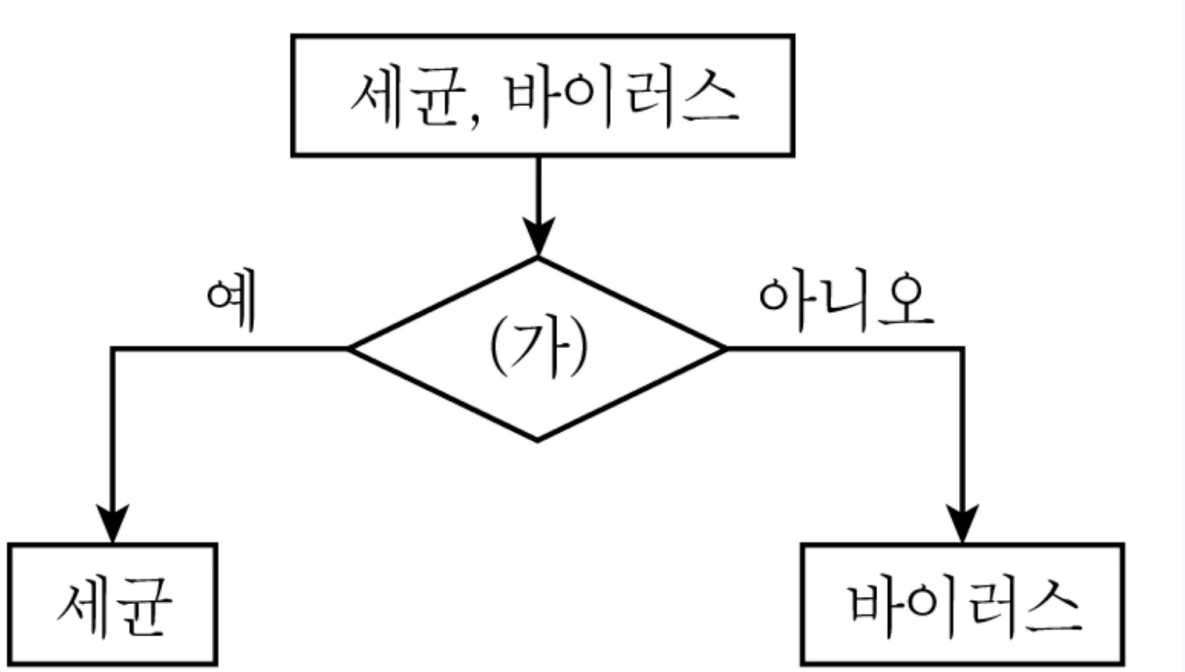
② X: B는 좌심실에서 나온 혈액을 온몸으로 보내는 대동맥이다. **대동맥의 혈관 도중에는 판막이 없다.** 혈관 내부의 판막은 주로 팔다리의 정맥에서 혈액의 역류를 막는다. 좌심실과 대동맥 사이에는 반월판이 있지만, 이는 심장에서 대동맥으로 나가는 입구의 판막이므로 구별해야 한다.

③ O: B는 대동맥, C는 몸의 각 부분의 모세혈관, D는 대정맥이다. 좌심실에서 나온 혈액은 B를 거쳐 C에서 조직과 산소·영양소 및 이산화탄소·노폐물을 교환한 뒤, D를 통해 우심방으로 돌아온다. 따라서 혈액은 **B → C → D** 방향으로 흐른다.

④ X: E는 대정맥 D에서 혈액을 받아 우심실로 보내는 **우심방**이다. 몸의 조직에 산소를 공급하고 돌아온 혈액이 들어오므로 산소 분압이 낮다. 산소 분압은 E보다 폐에서 산소를 공급받은 A의 혈액에서 높다.

NoteBase

문 3. 그림은 세균과 바이러스를 기준 (가)에 따라 분류한 것이다.
(가)에 해당하는 것으로 옳은 것만을 <보기>에서 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 핵산을 가지고 있는가?

ㄴ. 세포 구조로 되어 있는가?

ㄷ. 숙주 세포 없이도 증식할 수 있는가?

ㄹ. 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS)을 일으키는 병원체인가?

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄹ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

세균은 **세포 구조**를 갖추고 적절한 환경에서 스스로 분열하여 증식한다. 바이러스는 세포 구조가 없고 **숙주 세포 안에서만 증식**하므로, 이 두 특성을 물으면 그림처럼 세균은 '예', 바이러스는 '아니오'로 나뉜다.

NoteBase

보기별 해설

그림에서 (가)에 '예'라고 답하면 세균, '아니오'라고 답하면 바이러스로 분류된다. 따라서 세균에는 해당하고 바이러스에는 해당하지 않는 특성을 묻는 기준을 찾아야 한다.

ㄱ. X: 세균과 바이러스는 **모두 핵산을 가진다**. 세균은 DNA와 RNA를 가지며, 바이러스는 유전 물질로 DNA 또는 RNA를 가진다. 따라서 둘 다 '예'에 해당하므로 그림의 분류 기준이 될 수 없다.

ㄴ. O: 세균은 세포막과 세포질 등을 갖춘 하나의 세포이다. 반면 바이러스는 핵산과 이를 둘러싼 단백질 껍질 등을 가지지만 **세포 구조는 아니다**. 따라서 세균은 '예', 바이러스는 '아니오'에 해당한다.

ㄷ. O: 세균은 적절한 영양분과 환경이 주어지면 숙주 세포 없이도 분열하여 증식할 수 있다. 반면 바이러스는 스스로 증식하는 데 필요한 장치를 갖추지 못해 **숙주 세포의 물질과 합성 장치를 이용**해야 한다. 따라서 세균은 '예', 바이러스는 '아니오'에 해당한다.

ㄹ. X: 후천성 면역 결핍 증후군(AIDS)을 일으키는 병원체는 세균이 아니라 **인간 면역 결핍 바이러스(HIV)**이다. 이 기준에서는 세균이 '아니오', 원인 바이러스인 HIV가 '예'에 해당하므로 그림의 분류 방향과 맞지 않는다.

그림의 분류 기준에 해당하는 것은 ㄴ과 ㄷ이며, 이는 ③의 조합이다.

NoteBase

문 4. 물질대사에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 생물체 내에서 일어나는 물질의 화학 반응을 포함한다.

② 물질대사가 일어날 때는 에너지가 흡수되거나 방출된다.

③ 광합성은 이화 작용의 대표적인 예이다.

④ 동화 작용은 작은 분자들을 큰 분자로 합성하는 과정이다.

정답 3번

간단한 해설

광합성은 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로 포도당 같은 유기물을 합성하는 **동화 작용**이다. 이화 작용은 복잡한 물질을 더 간단한 물질로 분해하는 과정이다.

선지별 해설

① O: 물질대사는 생물체 내에서 일어나는 **화학 반응의 총합**이다. 물질을 합성하는 동화 작용과 분해하는 이화 작용을 모두 포함한다.

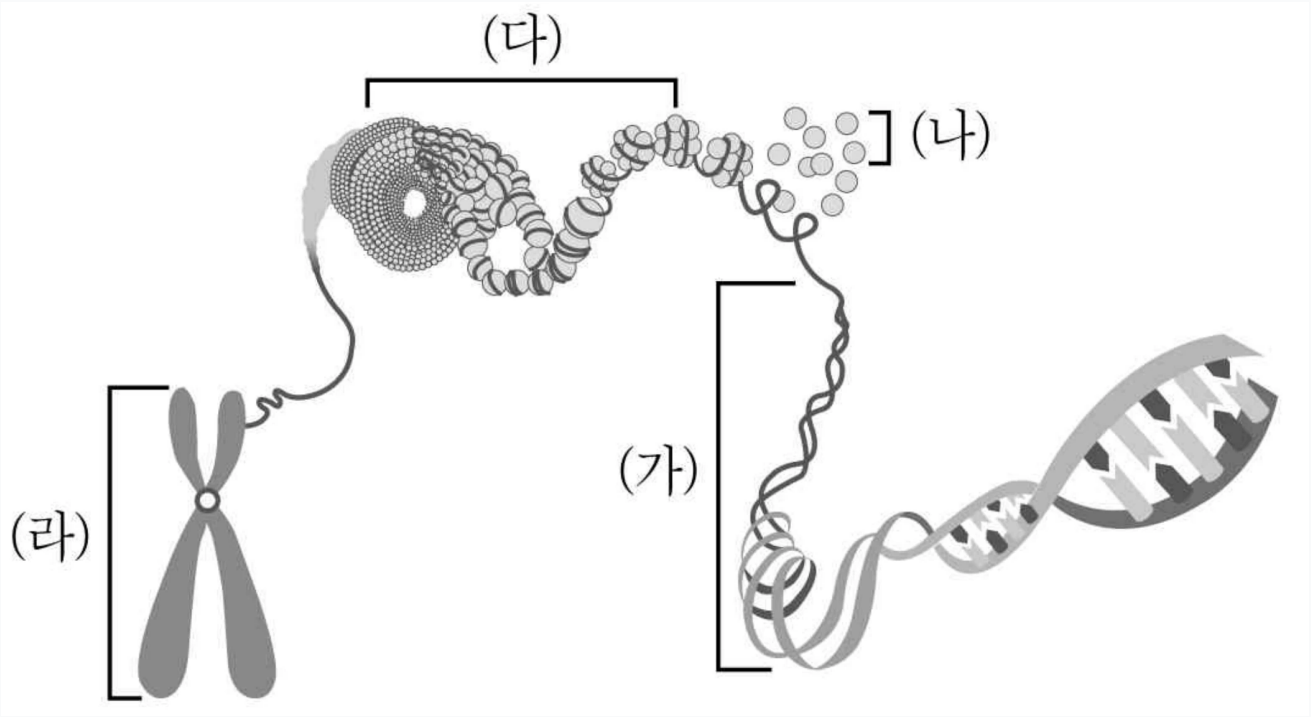
② O: 물질대사에는 **에너지의 출입**이 따른다. 동화 작용은 물질을 합성하는 데 에너지를 흡수하고, 이화 작용은 물질을 분해하면서 에너지를 방출한다.

③ X: 광합성은 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물로 포도당 같은 유기물을 합성하므로 **동화 작용**에 해당한다. 이화 작용의 대표적인 예는 포도당을 분해하여 에너지를 얻는 세포 호흡이다.

④ O: 동화 작용은 작은 분자들을 결합하여 **더 크고 복잡한 분자를 합성**하는 과정이다. 예를 들어 아미노산들을 연결하여 단백질을 만드는 과정이 이에 해당한다.

NoteBase

문 5. 그림은 염색체와 그 세부 구조를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① (가)는 인산, 당, 염기가 1:1:1로 결합된 뉴클레오타이드로 구성된다.

② (나)는 DNA와 함께 뉴클레오솜을 형성한다.

③ (다)는 세포 분열 시 응축되어 염색체가 된다.

④ (라)는 감수 1분열 과정에서 염색 분체의 분리가 일어난다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '감수 1분열'을 **감수 2분열**로 고쳐야 한다. 감수 1분열에서는 상동 염색체가 분리되고, 감수 2분열에서 한 염색체를 이루는 **두 자매 염색 분체**가 분리된다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 그림에서 (가)는 두 가닥이 꼬인 이중 나선 구조의 DNA이다. DNA의 기본 단위인 뉴클레오타이드는 **인산 1개, 당 1개, 염기 1개**가 결합한 것이다. DNA의 당은 디옥시리보스이며, 이러한 뉴클레오타이드가 길게 연결되어 DNA 가닥을 이룬다.

② O: (나)는 DNA가 감기는 단백질인 히스톤이다. **히스톤에 DNA가 감겨** 뉴클레오솜을 형성하며, 그림의 구슬이 이어진 듯한 구조가 이에 해당한다.

③ O: (다)는 DNA와 히스톤 등의 단백질로 이루어진 염색질이다. 세포 분열이 진행되면 염색질이 더욱 감기고 **응축되어**, (라)처럼 뚜렷하게 구별되는 염색체로 관찰된다.

④ X: (라)는 두 자매 염색 분체가 동원체 부위에서 연결된 염색체이다. 감수 1분열 후기에는 **상동 염색체가 분리**되며, 이때 각 염색체의 두 자매 염색 분체는 함께 이동한다. 두 자매 염색 분체가 서로 분리되는 시기는 **감수 2분열 후기**이다.

NoteBase

문 6. 금속 표면에 적색 빛을 비출 때 표면에서 전자가 튀어나오는 현상과 관련된 설명으로 <보기>에서 옳은 것만을 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 주어진 금속에 특정 값보다 작은 파장의 빛을 비추어야만 전자가 튀어나올 수 있다.
ㄴ. 적색 빛의 세기가 2배가 되면 튀어나오는 전자의 최대 운동 에너지도 2배가 된다.
ㄷ. 청색 빛을 비출 때 튀어나오는 전자의 최대 운동 에너지는 적색 빛의 경우보다 더 크다.
ㄹ. 빛이 파동임을 입증하는 현상이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

광전 효과에서 전자가 방출되려면 빛의 파장이 금속의 **한계 파장보다 짧아야** 한다. 청색 빛은 적색 빛보다 광자 하나의 에너지가 커서 전자의 최대 운동 에너지도 더 크며, **빛의 세기**를 높이는 것만으로는 최대 운동 에너지가 커지지 않는다.

NoteBase

보기별 해설

금속이 빛을 받아 전자를 방출하는 현상을 광전 효과라고 한다. 광자 하나의 에너지는 $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$이고, 전자가 금속을 벗어나는 데 필요한 최소 에너지를 일함수 W라고 한다. 방출되는 전자의 최대 운동 에너지는 $K_{max} = h\nu - W$이다. 여기서 h는 플랑크 상수, ν는 빛의 진동수, c는 진공에서 빛의 속력, λ는 파장이다.

ㄱ. O: 주어진 금속의 일함수는 일정하므로 광자 하나의 에너지가 충분히 커야 전자가 방출된다. 파장이 짧을수록 광자 에너지가 크므로, 전자를 방출시킬 수 있는 파장의 기준인 **한계 파장보다 짧은 빛**을 비추어야 한다.

ㄴ. X: 같은 적색 빛은 세기가 2배가 되어도 진동수가 같아 **광자 하나의 에너지는 변하지 않는다**. 입사하는 광자 수가 늘어 방출되는 전자 수는 증가할 수 있지만, 전자의 최대 운동 에너지는 그대로이다.

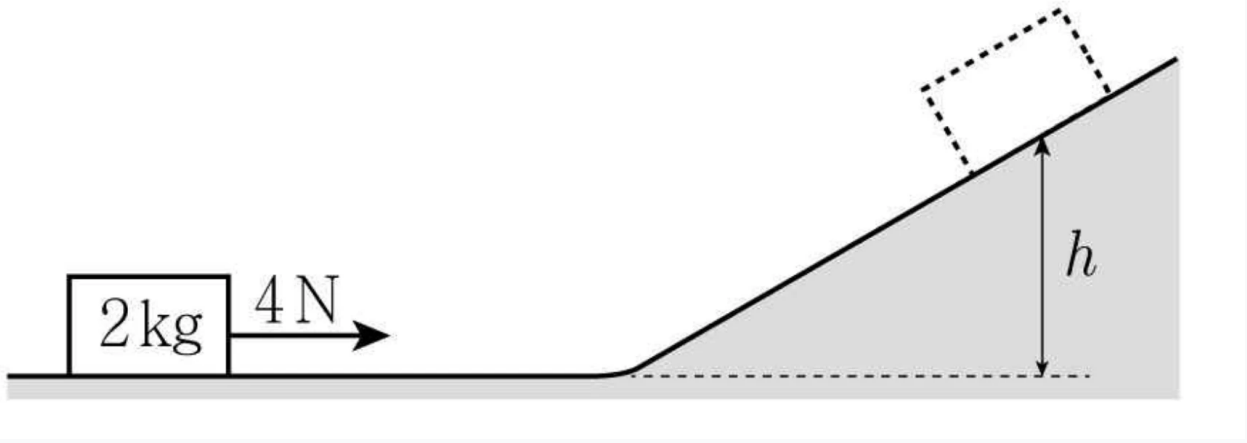
ㄷ. O: 청색 빛은 적색 빛보다 파장이 짧고 진동수가 커서 광자 하나의 에너지가 더 크다. 같은 금속에서는 일함수가 같으므로 금속을 벗어나는 데 쓰이고 남는 에너지가 많아져 **전자의 최대 운동 에너지가 더 크다**. 이미 적색 빛으로도 전자가 방출되므로 청색 빛에서도 전자가 방출된다.

ㄹ. X: 광전 효과는 빛의 에너지가 광자 단위로 전자에게 전달된다는 **빛의 입자성**을 보여 준다. 빛의 파동성을 보여 주는 대표적인 현상은 간섭과 회절이다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄷ이며, 이 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 7. 그림과 같이 수평면에 정지해 있던 질량이 2 kg인 물체에 수평 방향으로 4 N의 힘을 2초 동안 작용하였다. 물체가 수평면을 지나서 경사면을 따라 도달할 수 있는 수평면으로부터의 최대 높이 h[m]는? (단, 수평력이 작용되는 동안 물체는 수평면에 있고, 물체의 크기 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시하며, 중력 가속도는 10 m/s^{2}이다)



① 1.6

② 1.2

③ 0.8

④ 0.4

정답 3번

간단한 해설

2초 동안 힘을 받은 물체의 속력은 4 m/s가 된다. 이후 마찰이 없으므로 **운동 에너지가 중력 퍼텐셜 에너지로 전환**되어 최대 높이 0.8 m에 도달한다.

NoteBase

계산 과정

1. 힘이 작용한 직후의 속력: 질량 $m = 2\text{kg}$, 수평력 $F = 4\text{N}$, 작용 시간 $t = 2\text{s}$이다. 마찰이 없고 수평 방향의 알짜힘이 일정하므로 가속도는 $a = \frac{F}{m} = \frac{4}{2} = 2\text{m/s}^2$이다. 처음에 정지해 있었으므로 2초 후 속력은 $v = at = 2 \cdot 2 = 4\text{m/s}$이다.

2. 경사면에 진입할 때의 운동 에너지: **수평력은 수평면에서 2초 동안만 작용**한다. 힘이 작용한 뒤에는 마찰이 없어 수평면에서 속력이 유지되므로, 경사면에 진입할 때의 운동 에너지는 $E_k = \frac{1}{2}mv^2$에 따라 $E_k = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 4^2 = 16\text{J}$이다.

3. 최대 높이: 그림의 h는 경사면을 따라 이동한 거리가 아니라 **수평면으로부터의 연직 높이**이다. 마찰과 공기 저항이 없고 수직항력은 이동 방향에 수직이어서 일을 하지 않으므로, 경사면을 오르는 동안 역학적 에너지가 보존된다. 최고점에서는 물체가 순간적으로 멈추어 운동 에너지가 0이 되므로, 처음의 운동 에너지 16 J가 모두 중력 퍼텐셜 에너지로 바뀐다. 수평면을 퍼텐셜 에너지의 기준으로 잡으면 $mgh = 16\text{J}$이고, $h = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0.8\text{m}$이다. 최대 높이는 0.8 m로, ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 8. 그림 (가)는 동일한 도체구 A와 B를 나타낸 것이다. A는 +Q의 전하로 대전되어 있고 B는 대전되어 있지 않다. 그림 (나)는 (가)의 두 도체구를 접촉시켰다가 다시 처음 위치로 떼어 놓은 것을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. (가)에서 A와 B 사이에는 전기력이 작용하지 않는다.

ㄴ. (나)에서 A와 B의 전하량은 같다.

ㄷ. (나)에서 A와 B 사이에는 서로 당기는 전기력이 작용한다.

① ㄴ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄱ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

동일한 두 도체구를 접촉시키면 전하가 이동하여 **두 구의 전하량이 같아진다**. 전체 전하량 +Q는 보존되므로 두 구가 이를 똑같이 나누어 가진다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. X: (가)의 B는 전체 전하량이 0이지만, A의 영향으로 B 내부의 전자가 A에 가까운 쪽으로 이동하는 정전기 유도가 일어난다. B의 가까운 쪽에는 음전하가, 먼 쪽에는 양전하가 분포한다. 가까운 음전하와 A 사이의 인력이 먼 양전하와 A 사이의 척력보다 크므로, 두 구 사이에는 **서로 당기는 전기력**이 작용한다.

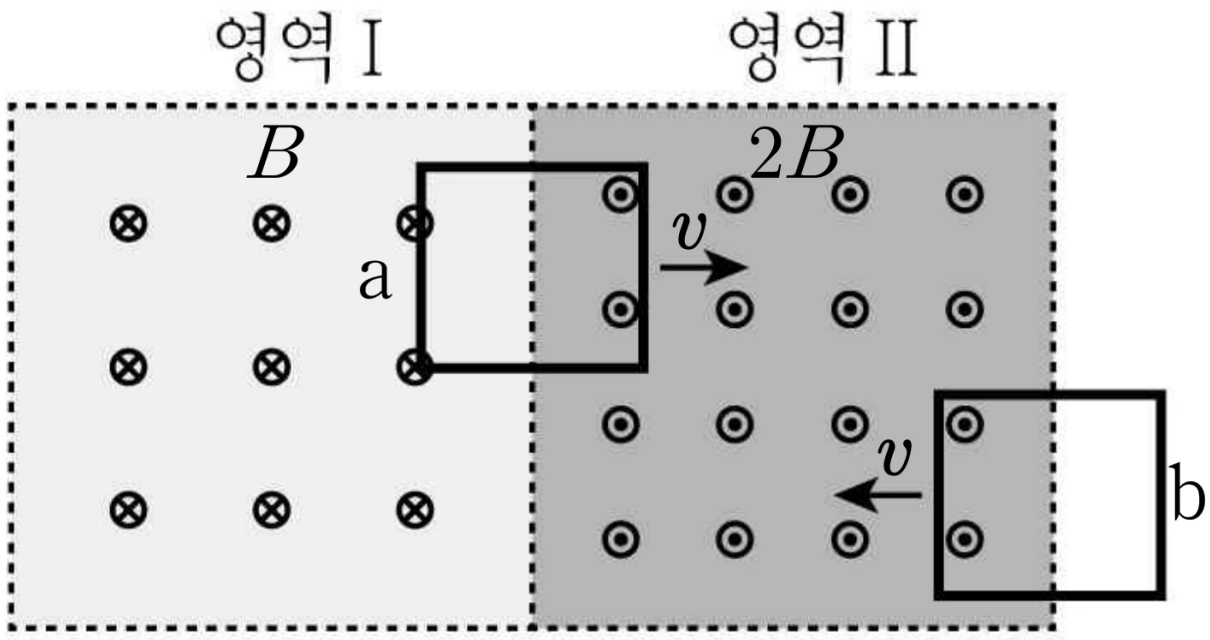
ㄴ. O: 접촉하면 두 도체구 사이에서 전자가 이동하고, 동일한 두 구는 대칭적으로 전하를 나누어 가진다. 외부로 전하가 빠져나가지 않으므로 전체 전하량 +Q는 보존된다. 따라서 떼어 놓은 뒤 A와 B의 전하량은 **각각 동일하게** $+\frac{Q}{2}$이다.

ㄷ. X: (나)의 A와 B는 모두 $+\frac{Q}{2}$의 양전하를 띤다. **같은 종류의 전하 사이에는 척력**이 작용하므로 두 구는 서로 밀어낸다. 서로 당기는 힘이 작용한다는 설명은 서로 밀어내는 힘이 작용한다는 내용으로 고쳐야 한다.

따라서 옳은 보기는 ㄴ만이며, 이는 ①에 해당한다.

NoteBase

문 9. 그림은 세기가 각각 B와 2B인 균일한 자기장이 형성된 평면 상의 영역 I과 영역 II를 나타내며, 영역 I의 자기장은 지면으로 들어가는 방향이고, 영역 II의 자기장은 지면으로부터 나오는 방향이다. 그림과 같이 동일한 두 고리 도선 a와 b가 속력은 같고 서로 반대 방향으로 영역의 경계를 지나고 있다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① a에 유도된 전류의 방향은 시계방향이다.

② b에 유도된 전류의 방향은 반시계방향이다.

③ a에 유도된 전류와 b에 유도된 전류의 세기는 같다.

④ a에 유도된 기전력은 b에 유도된 기전력보다 크기가 작다.

정답 1번

간단한 해설

a가 오른쪽으로 이동하면 지면으로 들어가는 자기 선속은 줄고, 지면에서 나오는 자기 선속은 늘어난다. 이 변화를 방해하도록 **지면으로 들어가는 자기장**을 만들어야 하므로 유도 전류는 **시계방향**으로 흐른다.

NoteBase

선지별 해설

유도 전류는 고리를 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다(렌츠의 법칙). 오른손의 네 손가락을 전류 방향으로 감았을 때 엄지가 가리키는 방향이 고리 내부의 자기장 방향이다. 따라서 시계방향 전류는 지면으로 들어가는 자기장을, 반시계방향 전류는 지면에서 나오는 자기장을 만든다.

① O: a는 영역 I에서 영역 II로 이동한다. 지면으로 들어가는 자기장이 통과하는 면적은 줄고, 지면에서 나오는 자기장이 통과하는 면적은 늘어나므로 바깥쪽을 양의 방향으로 잡은 자기 선속이 증가한다. 이를 방해하려면 **지면으로 들어가는 자기장**을 만들어야 하므로 전류는 시계방향으로 흐른다.

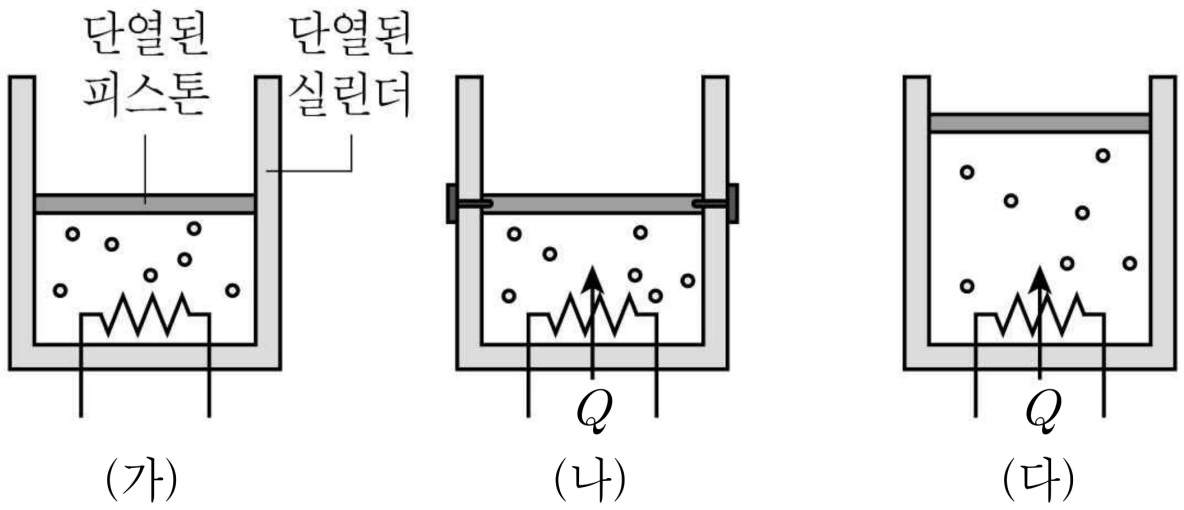
② X: b는 자기장이 없는 영역에서 영역 II로 들어가므로 지면에서 나오는 자기 선속이 증가한다. 이를 방해하는 자기장은 지면으로 들어가는 방향이므로, b의 유도 전류도 **시계방향**이다.

③ X: 유도 기전력의 크기는 자기 선속의 시간당 변화량에 비례한다. 경계와 평행한 고리 변의 길이를 ℓ, 속력을 v라 하면 단위 시간에 경계를 지나는 면적은 ℓv이다. a에서는 안쪽 자기 선속의 감소와 바깥쪽 자기 선속의 증가가 같은 방향의 변화로 더해져 $|\mathcal{E}_a| = (B + 2B)\ell v = 3B\ell v$이다. b에서는 영역 II 안의 면적만 늘어나므로 $|\mathcal{E}_b| = 2B\ell v$이다. 두 고리는 동일하여 저항이 같으므로 **a의 유도 전류가 b보다 세며**, 전류 세기의 비는 3:2이다.

④ X: a는 서로 반대 방향의 자기장이 있는 두 영역 사이를 지나므로 두 자기장에 의한 자기 선속 변화가 더해진다. b는 자기장이 없는 곳에서 영역 II로 들어간다. 따라서 유도 기전력의 크기는 a:b = 3:2로, **a가 b보다 크다**.

NoteBase

문 10. 그림 (가)는 단열된 실린더에 들어있는 이상 기체를 나타낸 것이다. 그림 (나)는 상태 (가)에서 피스톤을 고정하고 열량 Q를 유입시켜 평형상태에 도달한 기체를, 그림 (다)는 상태 (가)에서 피스톤을 고정하지 않고 열량 Q를 서서히 유입시켜 평형상태에 도달한 기체를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 모든 과정에서 대기압은 일정하며, 피스톤의 무게와 벽면과의 마찰은 무시한다.)



① (가) ~ (다) 중 (가)에서 기체의 온도가 가장 낮다.

② (다)보다 (나)에서 기체의 온도가 높다.

③ (다)보다 (나)에서 기체의 압력이 크다.

④ (다)에서 기체의 내부 에너지는 (가)보다 Q만큼 크다.

정답 4번

간단한 해설

(다)에서는 기체가 팽창하면서 **외부에 일을 하므로** 유입된 열량 Q가 모두 내부 에너지 증가에 쓰이지 않는다.
따라서 (가)에 비한 내부 에너지 증가량은 **Q보다 작다**.

NoteBase

선지별 해설

기체가 받은 열량을 Q, 기체가 외부에 한 일을 W라 하면 열역학 제1법칙은 $\Delta U = Q - W$이다. 일정량의 이상 기체는 내부 에너지가 온도에만 의존하며, 온도가 높을수록 내부 에너지가 크다. 또한 이상 기체 상태 방정식 $PV = nRT$에서 P는 압력, V는 부피, n은 몰수, R은 기체 상수, T는 절대 온도이다.

① O: (나)는 피스톤이 고정되어 부피가 변하지 않으므로 외부에 하는 일이 없다. 유입된 열량 Q만큼 내부 에너지가 증가하여 온도가 (가)보다 높아진다. (다)는 그림에서 피스톤이 (가)보다 위에 있어 부피가 커졌다. 피스톤의 무게와 마찰을 무시하므로 자유롭게 움직이는 피스톤 아래의 기체 압력은 대기압과 같고, (가)와 (다)의 압력은 같다. 따라서 $PV = nRT$에 의해 **같은 압력에서 부피가 큰** (다)의 온도가 (가)보다 높다. 두 경우 모두 (가)보다 온도가 높으므로 (가)의 온도가 가장 낮다.

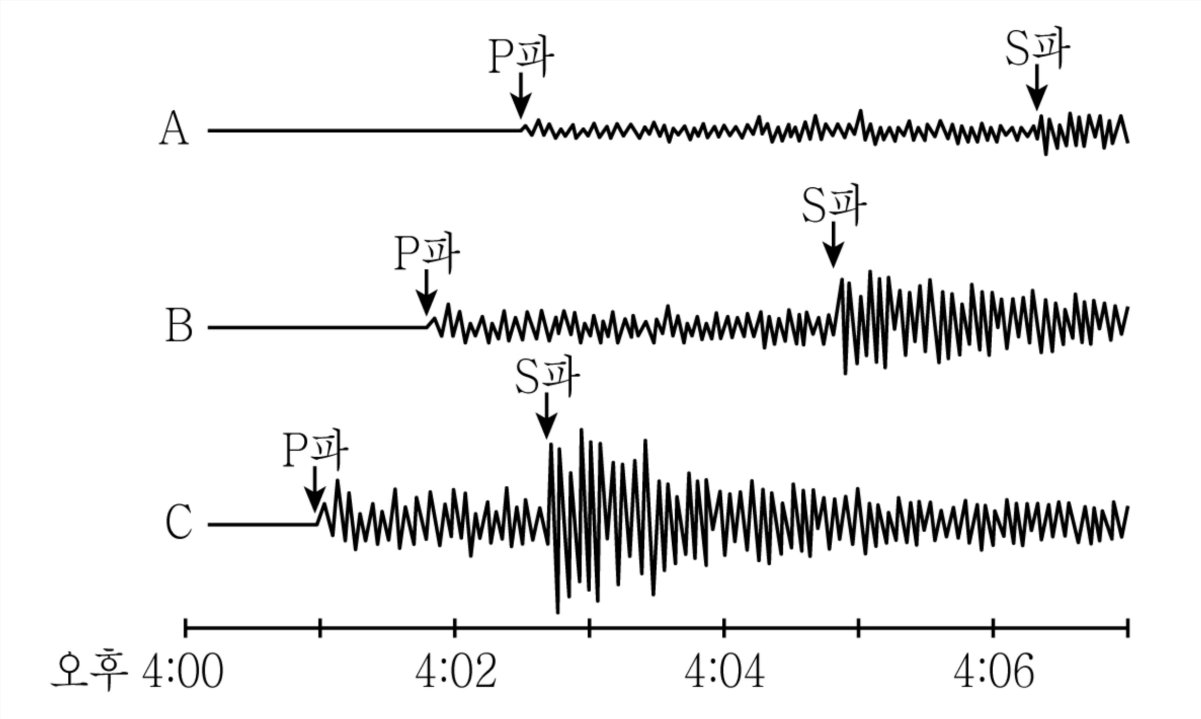
② O: (나)는 외부에 일을 하지 않아 내부 에너지 증가량이 Q이다. (다)는 팽창하면서 외부에 양의 일 W를 하므로 내부 에너지 증가량이 $Q - W$이다. 같은 초기 상태에서 같은 열량을 받아도 **팽창에 일을 하는 (다)의 내부 에너지 증가량이 더 작다**. 따라서 최종 내부 에너지는 (나)가 더 크며, 이상 기체의 내부 에너지와 온도의 관계에 따라 온도도 (나)가 더 높다.

③ O: (나)는 (가)와 부피가 같고 온도는 높으므로, $PV = nRT$에 따라 압력이 (가)보다 커진다. 반면 (다)는 피스톤이 자유롭게 움직여 평형 상태의 압력이 **(가)와 같은 대기압**이다. 따라서 압력은 (나)가 (다)보다 크다.

④ X: (가)에서 (다)로 가는 동안 기체는 피스톤을 밀어 올리며 외부에 일을 한다. 일정한 대기압을 P, 부피 증가량을 ΔV라 하면 이 일은 $W = P\Delta V > 0$이다. 따라서 내부 에너지 증가량은 $\Delta U = Q - P\Delta V$로 **Q보다 작다**. 선지의 'Q만큼 크다'는 '팽창하면서 외부에 한 일을 Q에서 뺀 만큼 크다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 11. 그림은 동일한 지진에 대하여 서로 다른 장소의 지진 관측소 A, B, C에서 관측한 지진파를 기록한 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 지진 발생 시각은 오후 4시 1분 이후이다.

② 각 관측소에 도달하는 S파는 고체 물질만을 통과하여 전파된다.

③ 진폭의 크기로 보아 지진의 규모는 세 관측소 중 C에서 가장 크다.

④ 동일한 지진이므로 진폭과 관계없이 진도 값은 A, B, C 모두 같다.

정답 2번

간단한 해설

S파는 물질을 진행 방향에 수직으로 흔드는 횡파로, **고체에서만 전파**된다. 액체는 이러한 변형에 저항하여 원래 모양으로 돌아가게 하는 힘이 없어 S파를 전달하지 못한다.

NoteBase

선지별 해설

① X: C에서 P파가 처음 도달한 위치는 시간축의 오후 4시 1분 눈금보다 왼쪽이다. 지진파가 진원에서 관측소까지 이동하는 데 시간이 걸리므로, **지진 발생 시각은 P파 도달 시각보다 이르다**. 따라서 지진은 오후 4시 1분 이전에 발생했다.

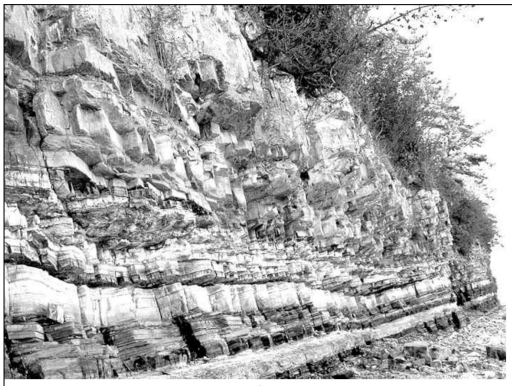
② O: S파는 물질의 진동 방향이 파의 진행 방향에 수직인 횡파이다. 이를 전달하려면 물질이 옆으로 어긋나는 변형에 저항하여 원래 모양으로 돌아가게 하는 힘이 필요하다. 고체는 이러한 힘이 있지만 액체에는 없으므로, 각 관측소에 도달한 S파는 **고체 물질을 통해 전파**된 것이다.

③ X: C의 기록에서 진폭이 가장 크지만, 규모는 지진이 방출한 에너지의 크기를 나타내므로 **동일한 지진의 규모는 관측 장소에 따라 달라지지 않는다**. 규모를 구할 때는 관측 진폭뿐 아니라 진원으로부터의 거리 등도 고려하므로, 진폭만으로 C에서 규모가 가장 크다고 할 수 없다.

④ X: 진도는 **관측 지점에서의 흔들림과 피해 정도**를 나타낸다. 같은 지진이라도 진원으로부터의 거리와 지반 상태 등에 따라 흔들림의 세기가 달라지므로, A, B, C의 진도가 모두 같다고 할 수 없다. 동일한 지진에서 공통인 규모와 장소에 따라 달라질 수 있는 진도를 구별해야 한다.

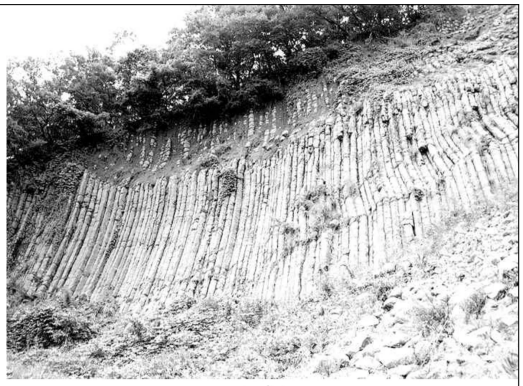
NoteBase

문 12. 다음은 영희가 서로 다른 두 지역 (가)와 (나)를 지질 답사한 후 작성한 보고서의 일부이다. 이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?



(가)

[전남 해남군 우항리 퇴적암층]
어두운 색의 셰일과 밝은 색의 사암 등이 교대로 평행하게 발달한 퇴적암층. 이 암층에서 공룡·새 발자국 화석이 발견됨.



(나)

[포항 달전리 주상 절리]
신생대에 형성된 높이 20 m, 폭 100 m 규모의 주상 절리가 수직으로 발달됨.

<보기>

ㄱ. (가)의 우항리 퇴적암층은 중생대에 생성된 암층이다.

ㄴ. (나)의 주상 절리는 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식으면서 형성되었다.

ㄷ. (나)의 주상 절리는 주로 화강암으로 구성된다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

우항리 퇴적암층의 공룡 발자국 화석은 이 지층이 **중생대**에 형성되었음을 알려 준다. 달전리의 주상 절리는 지표로 나온 용암이 **냉각·수축하면서** 생긴 기둥 모양의 갈라짐이다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: (가)의 보고서에는 우항리 퇴적암층에서 공룡·새 발자국 화석이 발견되었다고 제시되어 있다. 이 가운데 공룡 발자국은 공룡이 살던 중생대의 지층임을 판단하는 단서이다. 우항리층은 **중생대 백악기**에 형성된 퇴적암층이다.

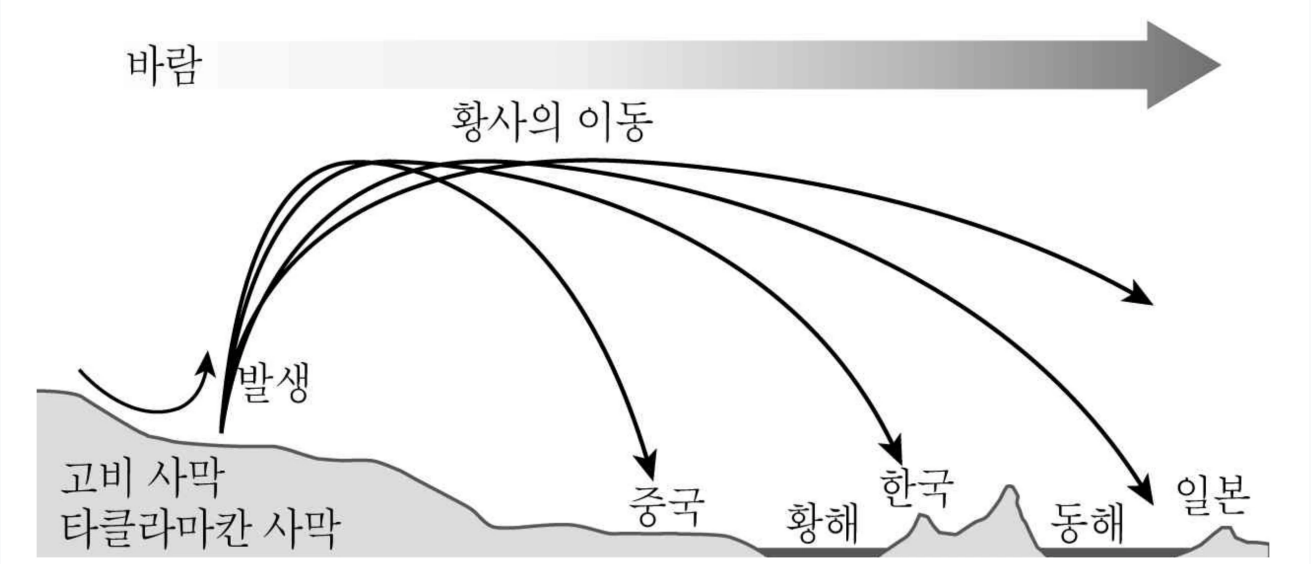
ㄴ. X: (나)의 사진에서 길게 늘어선 기둥 모양의 갈라짐이 주상 절리이다. 달전리의 주상 절리는 **지표로 분출한 용암이 식으면서 수축**하여 형성되었다. 냉각에 따른 수축으로 암석에 균열이 생기고, 이 균열이 발달하면서 기둥 모양으로 나뉜다. '지하 깊은 곳에서 천천히 식으면서' 형성되었다는 설명은 이 주상 절리의 형성 과정과 다르다.

ㄷ. X: 달전리 주상 절리를 이루는 암석은 화강암이 아니라 **현무암**이다. 현무암은 용암이 지표 부근에서 식어 형성되는 화산암이다. 화강암은 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식어 형성되는 심성암이므로 구별해야 한다.

옳은 보기는 ㄱ만이므로, ㄱ을 제시한 ①과 연결된다.

NoteBase

문 13. 그림은 우리나라 부근에 영향을 미치는 황사의 발생과 이동 경로를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 상공에서 부는 바람은 주로 편동풍이다.

ㄴ. 황사는 주로 장마철에 잘 발생한다.

ㄷ. 황사 현상은 지권과 기권의 상호 작용으로 발생한다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

정답 2번

간단한 해설

황사는 지표의 모래와 먼지가 바람에 날려 대기 중으로 올라가 이동하는 현상이다. 따라서 **지권의 물질과 기권의 바람이 상호 작용**하여 발생한다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. X: 그림에서는 고비 사막·타클라마칸 사막에서 떠오른 먼지가 중국을 거쳐 한국과 일본 쪽으로 이동한다. 이 지역 상공에서 황사를 운반하는 바람은 주로 **서쪽에서 동쪽으로 부는 편서풍**이다. 편동풍은 동쪽에서 서쪽으로 부는 바람이므로 이동 방향과 맞지 않는다.

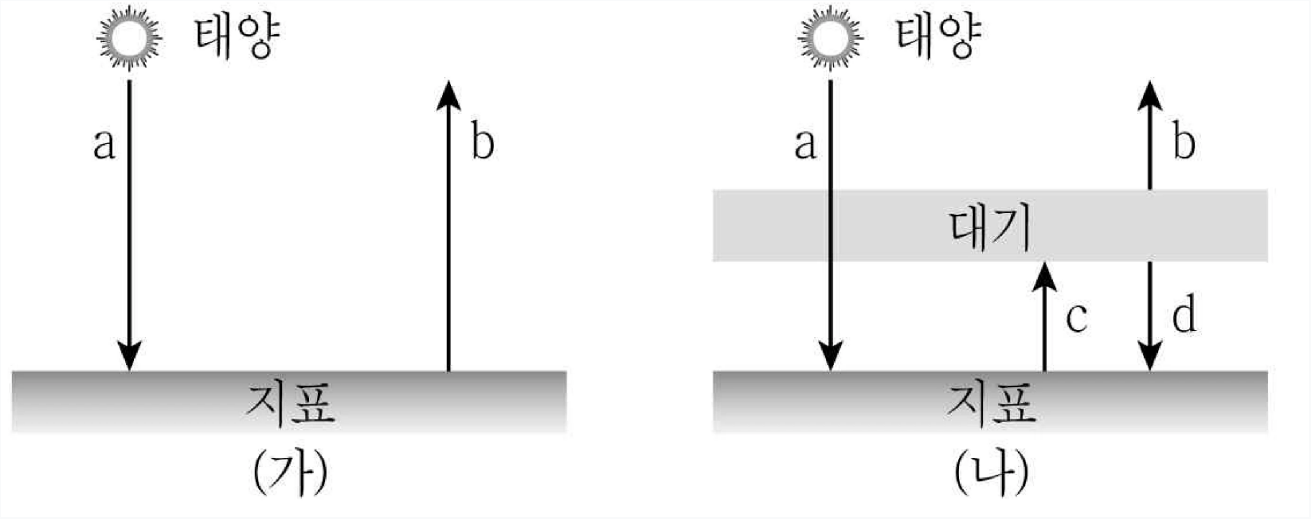
ㄴ. X: 황사는 주로 발원지의 지표가 건조하고 강한 바람이 부는 **봄철**에 잘 발생한다. 건조한 지표에서는 모래와 먼지가 쉽게 날리지만, 비가 많이 내리는 장마철에는 지표가 젖어 먼지가 떠오르기 어렵고 대기 중 먼지도 빗물에 씻겨 내려온다.

ㄷ. O: 사막의 모래와 먼지는 지권에, 이를 들어 올려 운반하는 바람은 기권에 속한다. 그림의 지표에서 먼지가 떠오르는 과정과 바람을 따라 이동하는 과정은 **지권과 기권의 상호 작용**을 보여 준다.

옳은 보기는 ㄷ만이므로 ②에 해당한다.

NoteBase

문 14. 그림 (가)는 대기가 없는 경우를 가정할 때 어떤 행성에서의 복사 평형을 나타낸 모식도이고, 그림 (나)는 이 행성에서 대기가 있는 경우의 복사 평형을 나타낸 모식도이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, a ~ d는 흡수 또는 방출되는 복사 에너지를 나타낸다)



① a는 행성 복사 에너지이다.

② 지표면의 연평균 온도는 (가)가 (나)보다 더 높다.

③ (나)에서 a + d = c 이다.

④ 지표면의 하루 중 최고 온도에서 최저 온도를 뺀 값은 (나)가 (가)보다 더 크다.

정답 3번

간단한 해설

(나)의 지표는 태양 복사 a뿐 아니라 대기가 지표로 방출하는 복사 d도 흡수한다. 복사 평형에서는 **흡수하는 에너지와 방출하는 에너지가 같으므로** a + d = c가 성립한다.

NoteBase

선지별 해설

① X: a는 태양에서 지표로 향하는 화살표이므로 **태양 복사 에너지**이다. 행성 복사는 행성이 흡수한 에너지를 주로 적외선으로 방출하는 것으로, (가)의 b와 (나)의 c가 지표에서 방출되는 복사를 나타낸다.

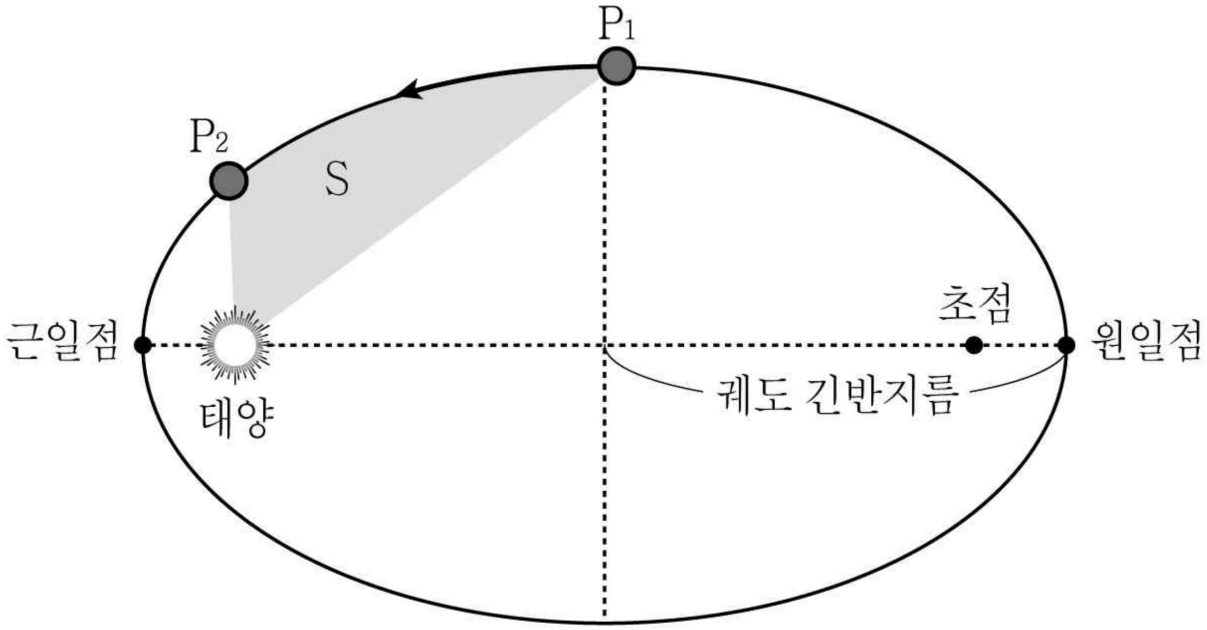
② X: 지표면의 연평균 온도는 **(나)가 (가)보다 높다**. (가)의 지표는 태양 복사 a만 흡수하지만, (나)의 지표는 대기가 아래로 방출하는 복사 d도 흡수한다. 이처럼 대기가 지표 복사를 흡수한 뒤 일부를 지표로 다시 방출하여 지표 온도를 높이는 현상이 온실 효과이다.

③ O: (나)에서 지표가 흡수하는 복사 에너지는 태양에서 오는 a와 대기에서 오는 d의 합이고, 지표가 방출하는 복사 에너지는 c이다. **지표의 복사 평형**은 흡수량과 방출량이 같은 상태이므로 a + d = c가 성립한다.

④ X: 하루 중 최고 기온과 최저 기온의 차이를 일교차라고 하며, 이 경우에는 **대기가 없는 (가)의 일교차가 더 크다**. 대기가 있는 (나)에서는 밤에도 대기가 지표로 복사 에너지를 방출하여 지표의 냉각을 완화한다. 대기가 없는 (가)에서는 이러한 작용이 없어 낮과 밤의 온도 차가 더 커진다.

NoteBase

문 15. 그림은 케플러 법칙을 만족하는 어떤 소행성의 공전 궤도를 나타낸 것이다. P_1에서 P_2까지 이동하는 데 걸리는 시간은 1년이고, 색칠한 부분의 면적 S는 전체 궤도 면적의 $\frac{1}{8}$이었다. 이 소행성에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 공전 속도는 근일점에서 가장 느리다.

ㄴ. 공전 주기는 8년이다.

ㄷ. 공전 궤도 긴반지름은 지구의 16배이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

간단한 해설

케플러의 면적 속도 일정 법칙에 따라 **쓸고 지나간 면적의 비는 걸린 시간의 비**와 같다. 전체 궤도 면적의 1/8을 쓸고 지나가는 데 1년이 걸리므로 공전 주기는 **8년**이다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. X: 근일점은 소행성이 태양에 가장 가까운 지점이다. 태양과 소행성을 잇는 선분이 같은 시간 동안 같은 면적을 쓸고 지나가려면, 태양에 가까울수록 더 빠르게 움직여야 한다. 따라서 공전 속도는 **근일점에서 가장 빠르고**, 태양에서 가장 먼 원일점에서 가장 느리다.

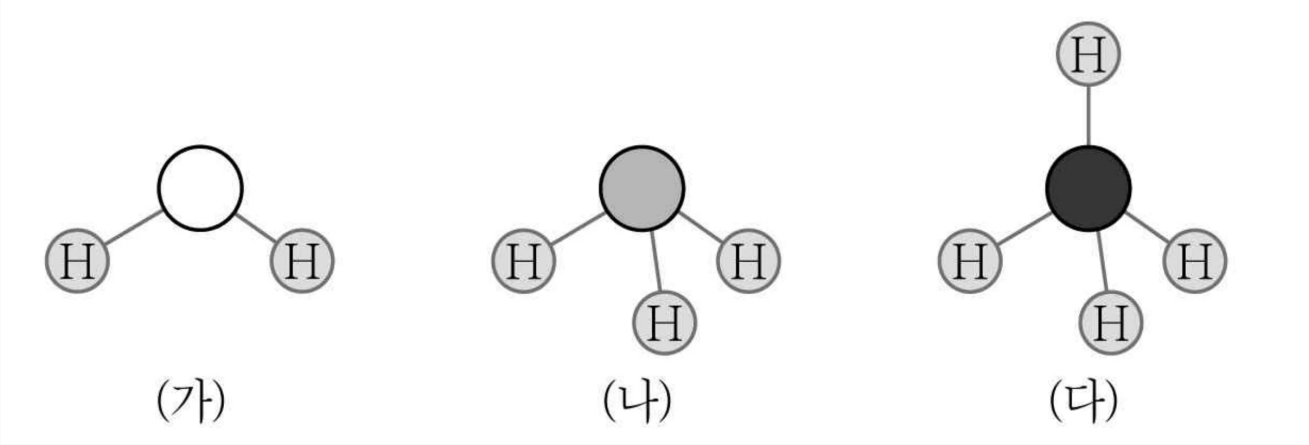
ㄴ. O: 그림의 색칠한 부분 S는 소행성이 P_1에서 P_2까지 이동하는 동안 태양과 소행성을 잇는 선분이 쓸고 지나간 면적이다. 케플러 제2법칙에 따라 **쓸고 지나간 면적은 걸린 시간에 비례**한다. 공전 주기를 T라 하면 1년T=(1)/(8)이므로 T=8년이다.

ㄷ. X: 케플러 제3법칙에 따르면 같은 태양 주위를 공전하는 천체의 **공전 주기의 제곱은 궤도 긴반지름의 세제곱에 비례**한다. 지구의 공전 주기는 1년이므로 소행성의 공전 주기는 지구의 8배이다. 지구에 대한 소행성의 궤도 긴반지름의 비를 r라 하면 $r^3 = 8^2 = 64$이므로 $r = 4$이다. 따라서 소행성의 궤도 긴반지름은 지구의 16배가 아니라 4배이다.

옳은 보기는 ㄴ만이므로 ②에 해당한다.

NoteBase

문 16. 그림 (가) ~ (다)는 2주기의 서로 다른 중심 원자에 수소(H)가 결합된 중성인 분자 모형을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, (가) ~ (다)의 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족한다)



① 극성 분자는 1개이다.

② 비공유 전자쌍은 (가)가 가장 많다.

③ (다)는 무극성 공유 결합을 갖는 분자이다.

④ 중심 원자에서의 결합각은 (나)가 (다)보다 크다.

정답 2번

간단한 해설

(가)는 수소 2개와 결합한 물 분자로, 옥텟을 이루는 전자쌍 4쌍 중 공유 전자쌍이 2쌍이므로 **비공유 전자쌍이 2쌍**이다. (나)와 (다)의 비공유 전자쌍은 각각 1쌍과 0쌍이므로 (가)가 가장 많다.

NoteBase

선지별 해설

그림에서 중심 원자에 결합한 수소 원자는 (가) 2개, (나) 3개, (다) 4개이다. 중심 원자가 2주기 원소이고 분자가 중성이며 옥텟 규칙을 만족하므로, (가)는 물(H_2O), (나)는 암모니아(NH_3), (다)는 메테인(CH_4)이다. 각 중심 원자 주위에는 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍을 합쳐 총 4쌍의 전자쌍이 있다.

① X: 물은 굽은형, 암모니아는 삼각뿔형이어서 각 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않는 극성 분자이다. 메테인은 정사면체형으로 네 결합의 쌍극자 모멘트가 대칭적으로 상쇄되는 무극성 분자이다. 따라서 극성 분자는 **(가)와 (나)의 2개**이다.

② O: 비공유 전자쌍은 원자 사이의 결합에 참여하지 않는 전자쌍이다. 중심 원자 주위의 전자쌍 4쌍에서 수소와의 결합에 쓰인 공유 전자쌍을 제외하면, 비공유 전자쌍은 (가) 4 − 2 = 2쌍, (나) 4 − 3 = 1쌍, (다) 4 − 4 = 0쌍이다. 수소에는 비공유 전자쌍이 없으므로 분자 전체에서도 **(가)의 비공유 전자쌍이 가장 많다**.

③ X: 메테인의 C–H 결합은 탄소의 전기 음성도가 수소보다 커서 공유 전자쌍이 탄소 쪽으로 치우치는 **극성 공유 결합**이다. 메테인이 무극성 분자인 것은 개별 결합에 극성이 없어서가 아니라, 정사면체 구조에서 네 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되기 때문이다. 결합의 극성과 분자 전체의 극성을 구분해야 한다.

④ X: 암모니아의 H–N–H 결합각은 약 107°, 메테인의 H–C–H 결합각은 약 109.5°이므로 **(나)가 (다)보다 작다**. 암모니아에서는 중심 질소의 비공유 전자쌍이 공유 전자쌍을 더 강하게 밀어내어, 비공유 전자쌍이 없는 메테인의 정사면체 결합각보다 결합각이 작아진다.

NoteBase

문 17. 다음은 에탄올(C_2H_5OH)이 완전 연소할 때, 화학 반응식을 나타낸 것이다. 에탄올 1몰을 완전 연소시키기 위해 필요한 산소 기체(O_2)의 질량[g]은? (단, a, b, c, d는 화학 반응식의 계수이고, O의 원자량은 16이다)

$$aC_2H_5OH(l) + bO_2(g) \rightarrow cCO_2(g) + dH_2O(g)$$

① 48

② 64

③ 80

④ 96

정답 4번

간단한 해설

에탄올과 산소의 반응 몰비는 **1 : 3**이므로 에탄올 1몰에는 산소 3몰이 필요하다. 산소 기체의 몰 질량은 32 g/mol이므로 필요한 질량은 **96 g**이다.

계산 과정

반응식의 계수는 각 원소의 원자 수가 반응 전후에 같도록 정한다. 에탄올의 계수 a를 1로 두면, 탄소 원자 2개에 맞추어 CO_2의 계수 c는 2, 수소 원자 6개에 맞추어 H_2O의 계수 d는 3이 된다.

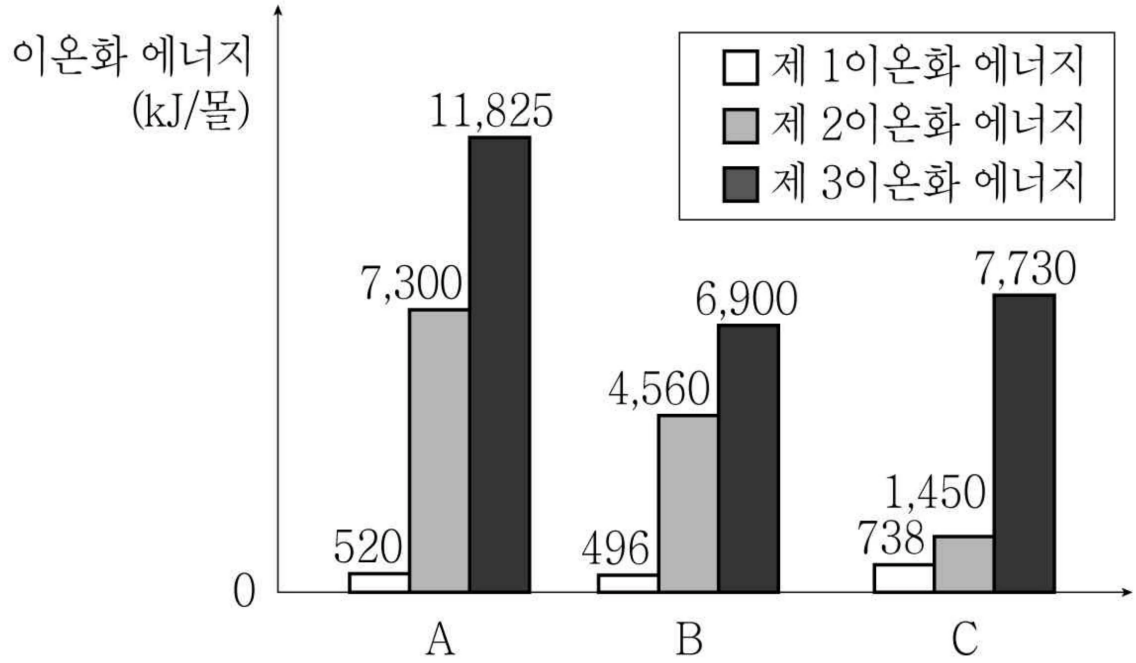
생성물에 포함된 산소 원자는 $2 \times 2 + 3 \times 1 = 7$개이다. **에탄올 자체에도 산소 원자 1개가 있으므로** O_2가 공급해야 할 산소 원자는 $7 - 1 = 6$개이다. O_2 한 분자에는 산소 원자가 2개 있으므로 $b = \frac{6}{2} = 3$이다.

따라서 에탄올과 O_2의 계수비는 1 : 3이다. 화학 반응식의 **계수비는 반응하는 물질의 몰수비**이므로 에탄올 1몰을 완전 연소시키는 데 필요한 O_2는 3몰이다.

O의 원자량이 16이므로 O_2의 몰 질량은 $2 \times 16 = 32$ g/mol이다. 질량은 몰수에 몰 질량을 곱하여 구하므로 필요한 산소의 질량은 3 mol × 32 g/mol = 96 g이며, ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 18. 그림은 임의의 원소 A~C의 순차적 이온화 에너지를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, A는 2주기 원소, B와 C는 3주기 원소이다)



① A와 C는 같은 족이다.

② 원자 번호는 B > C이다.

③ B는 A보다 물에 대한 반응성이 크다.

④ A~C 중, 원자 반지름은 C가 가장 크다.

정답 3번

간단한 해설

A와 B는 최외각 전자가 1개인 원소로, 주기 조건에 따라 각각 리튬과 나트륨이다. 나트륨은 리튬보다 최외각 전자를 쉽게 잃으므로 **물과 더 격렬하게 반응한다**.

NoteBase

선지별 해설

순차적 이온화 에너지는 기체 상태의 원자에서 전자를 하나씩 차례로 떼어 내는 데 필요한 에너지이다. 최외각 전자를 모두 떼어 낸 다음에는 원자핵에 강하게 끌리는 안쪽 전자를 떼어 내야 하므로 이온화 에너지가 급격히 커진다. 그림에서 A는 제1→제2 이온화 에너지가 520→7,300 kJ/몰, B는 496→4,560 kJ/몰로 급증하므로 최외각 전자가 각각 1개이다. C는 제2→제3 이온화 에너지가 1,450→7,730 kJ/몰로 급증하므로 최외각 전자가 2개이다. 따라서 주기 조건을 적용하면 A는 2주기 1족 리튬(Li), B는 3주기 1족 나트륨(Na), C는 3주기 2족 마그네슘(Mg)이다.

① X: A인 리튬은 1족, C인 마그네슘은 2족이다. 두 원소는 최외각 전자 수가 각각 1개와 2개이므로 **서로 다른 족**에 속한다.

② X: 나트륨(B)의 원자 번호는 11, 마그네슘(C)의 원자 번호는 12이다. 같은 3주기에서 나트륨 다음에 마그네슘이 놓이므로 원자 번호는 **B < C**이다.

③ O: 나트륨(B)은 리튬(A)보다 전자껍질 수가 많아 최외각 전자가 원자핵에서 더 멀리 있고 안쪽 전자에 의한 가림 효과도 크다. 따라서 최외각 전자를 더 쉽게 잃으며, 그림에서도 제1 이온화 에너지가 나트륨 496 kJ/몰로 리튬 520 kJ/몰보다 작다. 두 알칼리 금속이 물과 반응할 때 전자를 잃는 성질과 관련하여, **나트륨이 리튬보다 물에 대한 반응성이 크다**.

④ X: 원자 반지름이 가장 큰 것은 **B인 나트륨**이다. 같은 1족에서 나트륨(B)은 리튬(A)보다 전자껍질이 하나 더 많아 원자 반지름이 크다. 같은 3주기인 나트륨(B)과 마그네슘(C)은 전자껍질 수가 같지만, 마그네슘은 원자핵의 양전하가 더 커 전자를 더 강하게 끌어당기므로 원자 반지름이 더 작다.

NoteBase

문 19. 다음의 화학 반응식에 대한 설명으로 옳은 것은?

(가) $NH_3(g) + BF_3(g) \rightarrow H_3NBF_3(g)$
(나) $NO_3^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow HNO_3(aq) + H_2O(l)$
(다) $CH_3NH_2(aq) + H_3O^+(aq) \rightarrow CH_3NH_3^+(aq) + H_2O(l)$
(라) $CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$

① (가)에서 BF_3는 루이스의 산이다.
② (나)에서 NO_3^-는 아레니우스의 염기이다.
③ (다)에서 CH_3NH_2는 브뢴스테드-로우리의 산이다.
④ (라)의 수용액에 페놀프탈레인을 가하면 붉게 변한다.

정답 1번

간단한 해설

(가)에서 BF_3는 NH_3의 비공유 전자쌍을 받아 결합한다. 이처럼 **전자쌍을 받는 물질**이 루이스의 산이다.

선지별 해설

① O: 루이스의 산은 전자쌍을 받는 물질이고, 루이스의 염기는 전자쌍을 주는 물질이다. (가)에서 NH_3의 질소 원자는 비공유 전자쌍을 제공하고, BF_3의 붕소 원자는 이를 받아 배위 결합을 형성한다. 따라서 BF_3는 **전자쌍을 받는 루이스의 산**으로 작용한다.

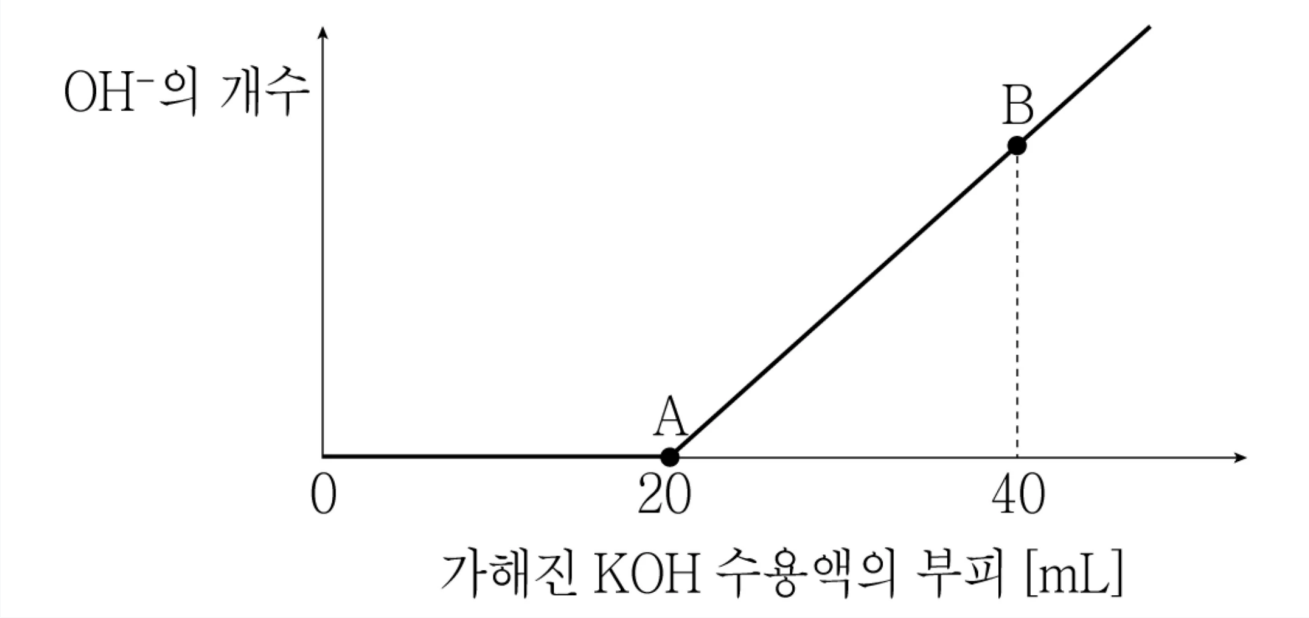
② X: 아레니우스의 염기는 물에 녹아 해리하여 OH^-을 내놓는 물질이다. (나)에서 NO_3^-는 OH^-을 내놓는 것이 아니라, H_3O^+로부터 H^+를 받아 HNO_3가 된다. 따라서 이 반응에서의 역할은 **브뢴스테드-로우리의 염기**로 설명한다.

③ X: 브뢴스테드-로우리의 산은 H^+를 주는 물질이고, 염기는 H^+를 받는 물질이다. (다)에서 CH_3NH_2는 H_3O^+로부터 H^+를 받아 $CH_3NH_3^+$가 되므로 **산이 아니라 염기**로 작용한다. 이때 H^+를 주는 H_3O^+가 산이다.

④ X: (라)에서 아세트산인 CH_3COOH는 물에 H^+를 주어 H_3O^+를 생성하므로 수용액은 산성을 띤다. 페놀프탈레인은 염기성에서 붉은색을 나타내지만, **산성에서는 무색**이므로 이 수용액에 넣어도 붉게 변하지 않는다.

NoteBase

문 20. 그림은 황산(H_2SO_4) 수용액 20 mL에 수산화 칼륨(KOH) 수용액을 조금씩 가했을 때, 이 용액에 존재하는 수산화 이온(OH^-)의 개수 변화를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① A지점의 용액은 전기전도도가 0이다.

② B지점의 용액에 존재하는 이온의 종류는 2가지 뿐이다.

③ 반응에 사용된 황산 수용액과 수산화 칼륨 수용액의 농도는 서로 같다.

④ B지점의 용액에 존재하는 이온 중, 가장 많은 것은 K^+이다.

정답 4번

간단한 해설

B에서는 중화점인 A를 지난 뒤에도 KOH가 더 들어가므로 OH^-가 남는다. K^+는 중화 반응에서 소모되지 않고 계속 쌓여, B에서 $K^+ \cdot SO_4^{2-} \cdot OH^-$의 개수비는 4 : 1 : 2이며 **$K^+$가 가장 많다**.

NoteBase

선지별 해설

그래프의 가로축은 가한 KOH 수용액의 부피, 세로축은 용액에 남은 OH^-의 개수이다. KOH를 20 mL 넣은 A 이후부터 OH^-가 증가하므로 A가 중화점이다. 황산 1몰이 내놓는 H^+ 2몰과 KOH 2몰이 내놓는 OH^- 2몰이 반응하여 물이 되고, K^+와 SO_4^{2-}는 용액에 남는다.

① X: A에서는 산과 염기가 중화되었지만 **K^+와 SO_4^{2-}가 남아** 전하를 운반한다. 따라서 OH^-의 개수가 그래프에서 0이라고 해서 전기전도도도 0인 것은 아니다.

② X: B는 KOH를 40 mL 넣은 지점으로, 중화에 필요한 20 mL보다 많이 넣은 상태이다. 따라서 K^+와 SO_4^{2-}뿐 아니라 반응하고 남은 OH^-도 존재하므로, 이온의 종류는 **세 가지**이다.

③ X: 황산 1몰을 완전히 중화하려면 KOH 2몰이 필요하다. 그래프에서는 황산 수용액 20 mL를 KOH 수용액 20 mL로 중화하므로, 같은 부피에 들어 있는 KOH의 몰수가 황산의 2배이다. 따라서 **KOH 수용액의 몰 농도가 황산 수용액의 2배**이다.

④ O: SO_4^{2-}의 개수를 1로 두면, A까지 들어온 K^+의 개수는 2이다. B에서는 KOH를 A의 2배인 40 mL 넣었으므로 K^+의 개수는 4이고, SO_4^{2-}의 개수는 여전히 1이다. 이때 중화점 이후에 더 넣은 KOH 20 mL의 OH^-가 남으므로 OH^-의 개수는 2이다. 따라서 B에서 $K^+ : SO_4^{2-} : OH^- = 4 : 1 : 2$로, **$K^+$의 개수가 가장 많다**.

NoteBase