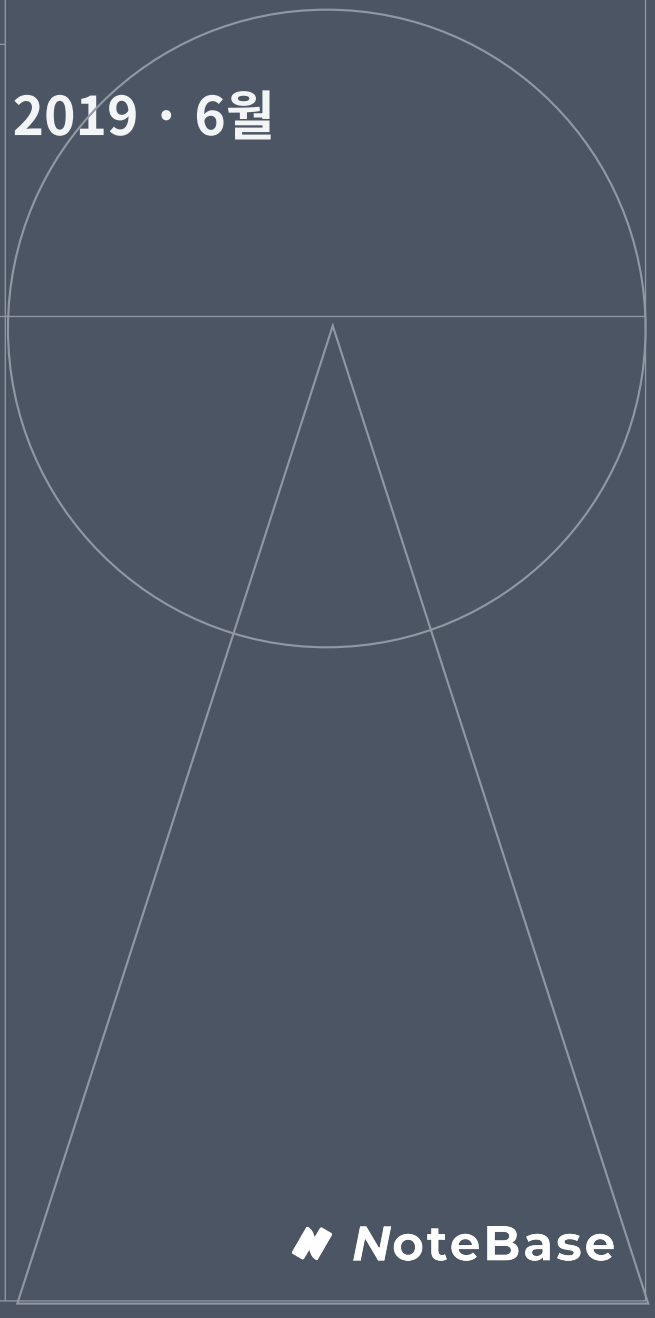
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 과학 · 2019 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 과학 · 2019 · 6월

공무원/서울시/9급 · 과학 · 2019 · 6월

문 1. 그림은 지구의 초기 진화 과정을 순서 없이 나타낸 것이다. A~D를 진화 순서대로 바르게 나열한 것은?

A	B	C	D
미행성체 충돌 시작	원시 해양 형성	마그마 바다 형성	원시 지각 형성

① A → B → C → D

② A → C → D → B

③ A → D → B → C

④ A → D → C → B

정답 2번

간단한 해설

미행성체의 충돌로 지구가 가열되어 **마그마 바다**가 형성된다. 이후 지표가 식어 굳으면 원시 지각이 생기고, 더 냉각되어 대기 중 수증기가 응결한 물이 지표에 모이면 **원시 해양**이 형성된다.

NoteBase

올바른 순서

A → C → D → B

A 미행성체 충돌 시작: 작은 천체인 미행성체들이 충돌하고 합쳐지면서 원시 지구가 성장한다. 이때 **충돌 에너지가 열로 전환**되어 지구의 온도가 높아진다.

C 마그마 바다 형성: 지구가 가열되어 암석이 녹으면 지표를 넓게 덮는 마그마 바다가 형성된다. 여기서 '바다'는 물이 아니라 **녹은 암석이 넓게 분포한 상태**를 뜻한다.

D 원시 지각 형성: 미행성체의 충돌이 줄고 지구가 열을 잃으면서 표면이 식는다. 마그마 바다의 **표면이 굳어** 고체 암석층인 원시 지각이 형성된다.

B 원시 해양 형성: 지표와 대기가 더 냉각되면 대기 중 **수증기가 응결**하여 비가 내린다. 이 물이 지각의 낮은 곳에 모여 원시 해양을 이룬다.

NoteBase

문 2. (가)는 동물, (나)는 식물의 구성 단계를 나타낸 것이다. ⓐ~ⓓ는 각각 기관계, 조직, 기관, 조직계 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

(가) 세포 → (ⓐ) → (ⓑ) → (ⓒ) → 개체
(나) 세포 → (ⓐ) → (ⓓ) → (ⓑ) → 개체

① 서로 다른 기능을 하는 세포가 모여 ⓐ를 이룬다.

② (가)에서 혈액과 혈관은 모두 ⓑ에 해당한다.

③ ⓒ는 조직계이다.

④ ⓓ를 이루는 세포 중 일부에서 엽록체가 관찰된다.

정답 4번

간단한 해설

ⓓ는 식물의 **조직계**이다. 조직계를 이루는 세포 중 잎의 엽육 세포처럼 광합성을 하는 세포에는 **엽록체**가 있으므로, 일부 세포에서 엽록체가 관찰된다.

선지별 해설

동물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 기관 → 기관계 → 개체이고, 식물의 구성 단계는 세포 → 조직 → 조직계 → 기관 → 개체이다. 따라서 ⓐ는 조직, ⓑ는 기관, ⓒ는 기관계, ⓓ는 조직계이다.

① X: ⓐ인 조직은 **형태와 기능이 비슷한 세포**가 모여 이룬다. 서로 다른 기능을 하는 여러 조직이 모여 특정한 기능을 수행하는 단계는 기관이다.

② X: 혈액은 세포와 세포 사이 물질로 이루어진 결합 조직이고, 혈관은 상피 조직·근육 조직·결합 조직 등 여러 조직으로 이루어진 기관이다. 따라서 **혈액은 조직, 혈관은 ⓑ인 기관**에 해당한다.

③ X: ⓒ는 **기관계**이다. 동물에서 여러 기관이 서로 연관되어 공통된 기능을 수행하는 단계로, 심장과 혈관 등이 함께 작용하는 순환계가 그 예이다. 조직계는 식물에서 조직과 기관 사이에 있는 ⓓ에 해당한다.

④ O: ⓓ인 조직계에는 표피 조직계·관다발 조직계·기본 조직계가 있다. 기본 조직계에 속하는 잎의 엽육 세포에는 엽록체가 있어 광합성이 일어난다. 따라서 조직계를 이루는 **일부 세포에서 엽록체가 관찰된다**.

NoteBase

문 3. <보기>는 인류 문명과 생명 현상에 관련된 화학 반응을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>
(가) $Fe_2O_3 + 3CO \rightarrow 2(㉠) + 3CO_2$
(나) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2(㉡)$
(다) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow (㉢) + 2H_2O$
(라) $6H_2O + 6CO_2 \rightarrow (㉣) + 6O_2$

① ㉠은 화합물로 분자이다.

② ㉡은 분자이며 원소이다.

③ ㉡, ㉢, ㉣은 분자이다.

④ ㉢, ㉣은 모두 같은 종류의 원소로 구성된 화합물이다.

정답 3번

간단한 해설

㉡은 암모니아, ㉢은 이산화 탄소, ㉣은 포도당으로, 모두 **원자들이 결합하여 독립된 입자를 이루는 분자**이다. 이들은 각각 두 종류 이상의 원소로 구성된 화합물이기도 하다.

선지별 해설

화학 반응 전후에는 원자의 종류와 수가 보존된다. 이에 따라 빈칸에 들어갈 물질은 ㉠ 철 Fe, ㉡ 암모니아 NH_3, ㉢ 이산화 탄소 CO_2, ㉣ 포도당 $C_6H_{12}O_6$이다. 원소는 물질을 이루는 원자의 종류이며, 화합물은 두 종류 이상의 원소가 화학적으로 결합한 순물질이다. 분자는 원자들이 결합하여 독립된 입자를 이루는 것이다.

① X: ㉠의 철은 **한 종류의 원소로 이루어진 홑원소 물질**이므로 화합물이 아니다. 또한 철 원자들이 금속 결합으로 이어져 있어 독립된 분자를 이루지 않는다.

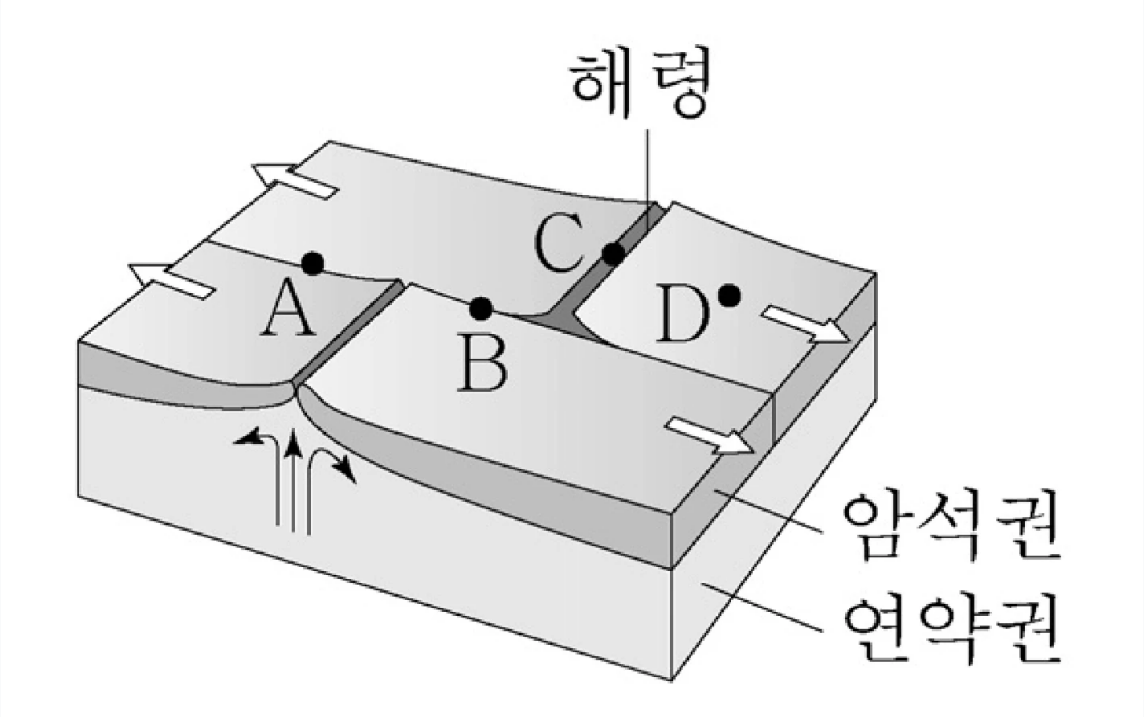
② X: ㉡의 암모니아는 질소 원자 1개와 수소 원자 3개가 결합한 분자이다. 질소와 수소라는 두 종류의 원소로 구성되므로 **원소가 아니라 화합물**이다.

③ O: ㉡의 암모니아, ㉢의 이산화 탄소, ㉣의 포도당은 모두 **독립된 분자를 이루는 물질**이다. 한 분자는 각각 NH_3, CO_2, $C_6H_{12}O_6$로 나타낸다.

④ X: ㉢의 이산화 탄소는 탄소와 산소로, ㉣의 포도당은 탄소·수소·산소로 구성된다. 둘 다 화합물이지만 **포도당에는 수소가 추가로 포함**되므로 구성 원소의 종류가 서로 같지는 않다.

NoteBase

문 4. 그림은 해령 주변의 판의 경계와 이동 방향을 모식도로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



① A에서는 천발 지진이 가장 많이 발생한다.

② B에서는 심발 지진이 가장 많이 발생한다.

③ C에서는 현무암질 마그마가 분출할 수 있다.

④ D에서 C로 갈수록 해양 지각의 나이가 많아진다.

정답 3번

간단한 해설

C는 판이 양쪽으로 벌어지는 해령으로, 맨틀 물질이 상승하면서 압력이 낮아져 생성된 **현무암질 마그마**가 분출할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A는 두 해령 바깥쪽으로 이어진 단열대에 있다. A 양쪽의 판은 **같은 방향으로 함께 이동**하여 서로 어긋나는 운동이 거의 없으므로 지진이 거의 발생하지 않는다. 천발 지진이 활발하게 발생하는 구간은 두 해령 사이의 변환 단층이다.

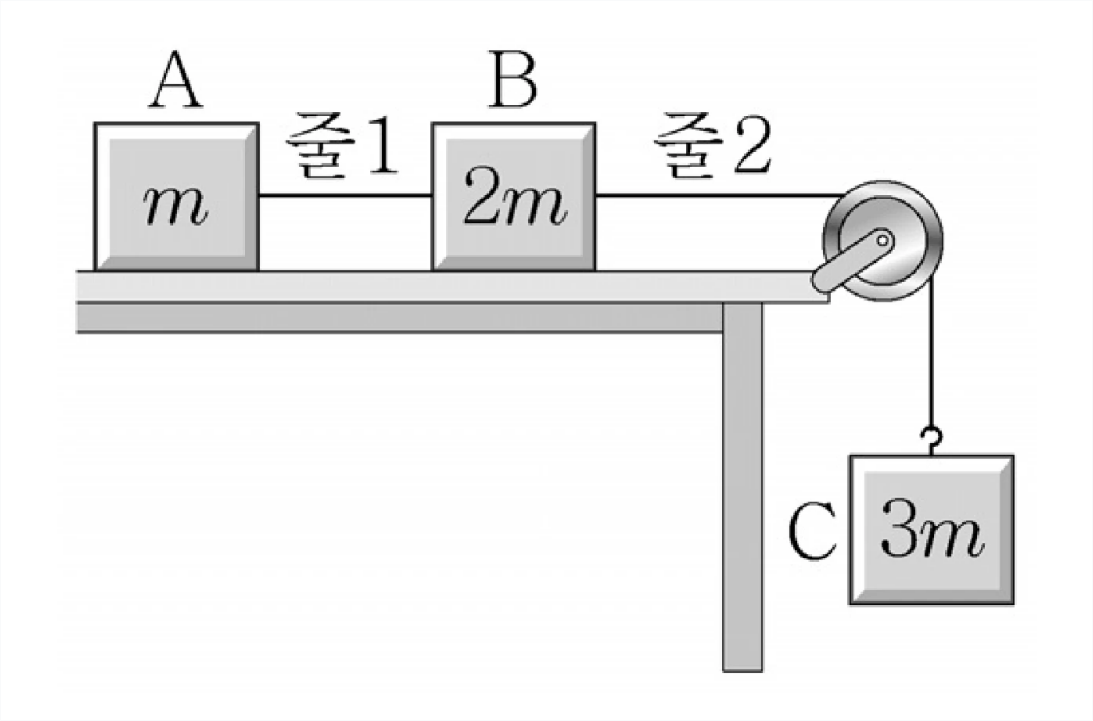
② X: B는 두 해령 사이에서 판이 서로 반대 방향으로 이동하며 어긋나는 변환 단층에 있다. 이곳에서는 암석권의 얕은 부분이 끊어지며 **천발 지진**이 발생한다. 판이 맨틀 깊숙이 섭입하는 곳이 아니므로 심발 지진이 발생하는 구간이 아니다.

③ O: C는 화살표가 양쪽으로 벌어지는 해령에 있다. 판이 벌어지면 아래의 맨틀 물질이 상승하고, **압력이 낮아지면서 부분 용융**되어 현무암질 마그마가 생성된다. 이 마그마가 해저로 분출하여 새로운 해양 지각을 형성할 수 있다.

④ X: 해양 지각은 해령에서 새로 만들어진 뒤 양쪽으로 이동한다. 따라서 해령에서 멀수록 오래된 지각이며, D에서 해령 위의 C로 갈수록 해양 지각의 나이는 **적어진다**.

NoteBase

문 5. 그림은 물체 A, B, C에 줄1, 2를 연결하고 C를 잡고 있다가 가만히 놓았을 때 세 물체가 등가속도 직선 운동하는 것을 나타낸 것이다. A, B, C의 질량은 각각 m, 2m, 3m이고, A와 B는 수평한 책상면 위에서 운동한다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 중력 가속도는 g이고, 줄의 질량 및 모든 마찰과 공기 저항은 무시한다.)



① C의 가속도의 크기는 g이다.

② A에 작용하는 알짜힘의 크기는 B에 작용하는 알짜힘의 크기와 같다.

③ 줄1이 B에 작용하는 힘의 크기는 줄1이 A에 작용하는 힘의 크기와 같다.

④ 줄2가 B에 작용하는 힘의 크기는 줄1이 B에 작용하는 힘의 크기의 2배이다.

정답 3번

간단한 해설

줄의 질량을 무시하면 **같은 줄의 양 끝에서 장력의 크기는 같다**. 줄1은 A를 오른쪽으로, B를 왼쪽으로 같은 크기의 힘으로 당긴다.

NoteBase

선지별 해설

줄로 연결되어 있으므로 세 물체의 가속도 크기는 모두 a로 같다. A와 B는 오른쪽으로, C는 아래쪽으로 운동한다. 줄1과 줄2의 장력을 각각 T_1, T_2라고 한다. 장력은 줄이 연결된 물체를 당기는 힘이다.

① X: C에는 아래쪽으로 중력 $3mg$, 위쪽으로 장력 T_2가 작용하므로 **자유 낙하할 때보다 가속도가 작다**. 세 물체의 운동 방향을 각각 양의 방향으로 잡아 운동방정식을 더하면 장력 항이 소거되어 $3mg = (m + 2m + 3m)a = 6ma$가 된다. 따라서 C의 가속도 크기는 $a = \frac{g}{2}$이다.

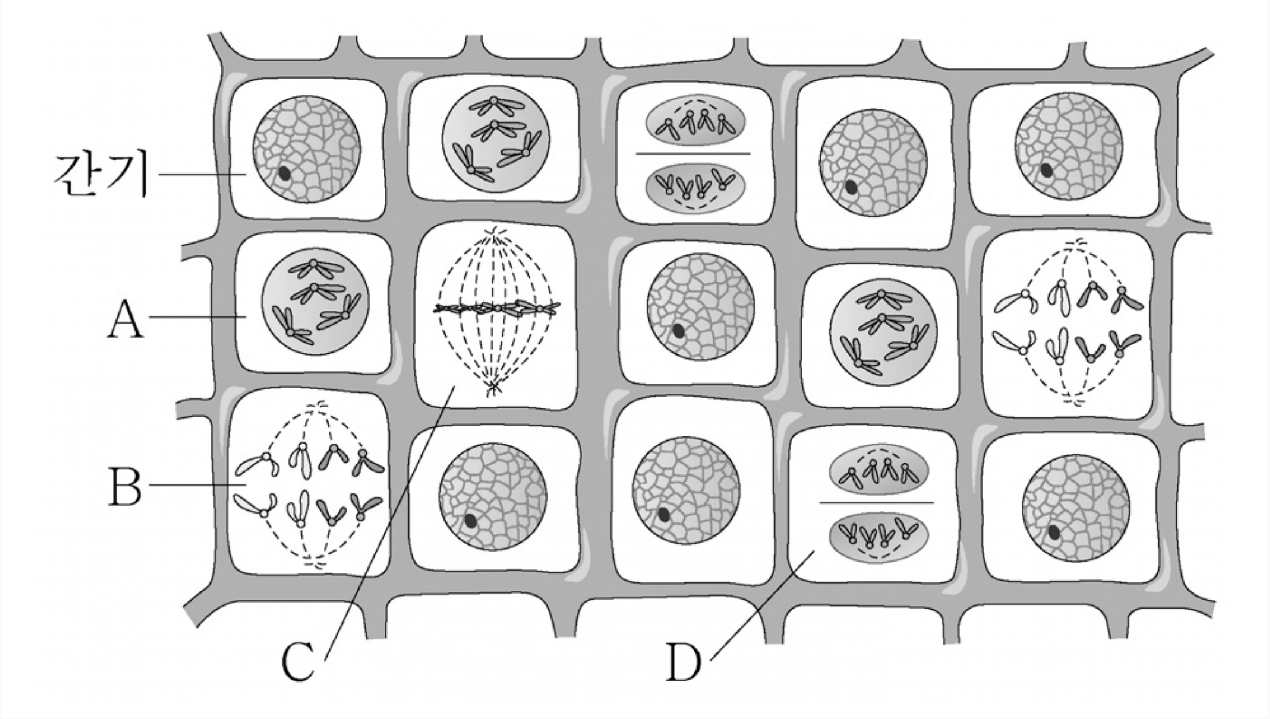
② X: 알짜힘은 물체에 작용하는 모든 힘을 합한 힘이며, 뉴턴 운동 제2법칙에 따라 $F = ma$이다. A와 B는 가속도 크기가 같지만 B의 질량이 A의 2배이므로, **B에 작용하는 알짜힘의 크기가 A의 2배**이다. 각각 ma, $2ma$이다.

③ O: **질량을 무시할 수 있는 하나의 줄에서는 장력의 크기가 같다**. 따라서 줄1이 A를 오른쪽으로 당기는 힘과 B를 왼쪽으로 당기는 힘은 방향은 반대이지만 크기는 모두 T_1이다.

④ X: A의 수평 방향 알짜힘은 줄1의 장력뿐이므로 $T_1 = ma$이다. B에는 오른쪽으로 T_2, 왼쪽으로 T_1이 작용하므로 $T_2 - T_1 = 2ma$이다. 따라서 $T_2 = T_1 + 2ma = 3ma = 3T_1$이므로, 줄2가 B에 작용하는 힘의 크기는 줄1이 B에 작용하는 힘의 크기의 **3배**이다.

NoteBase

문 6. 그림은 어떤 식물의 체세포 분열 과정에서 관찰할 수 있는 세포의 모습을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



① 세포 A의 DNA상대량세포 분열 결과 형성된 딸세포의 DNA상대량=2이다.

② A는 S기에 해당한다.

③ 이 식물 세포의 핵상은 $2n = 8$이다.

④ 이 식물의 감수 분열 시, 감수 2분열에서 B를 관찰할 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

A는 DNA 복제가 끝난 뒤의 분열 전기이며, 복제된 DNA는 체세포 분열을 거쳐 두 딸세포에 똑같이 나뉜다.
따라서 A의 DNA 상대량은 분열 직후 딸세포 하나의 **2배**이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: A에는 두 자매 염색 분체로 이루어진 염색체가 관찰되므로 DNA 복제가 이미 끝난 상태이다. 체세포 분열에서는 자매 염색 분체가 분리되어 두 딸세포에 균등하게 분배된다. DNA 복제 전 세포의 DNA 상대량을 2로 두면 A는 4, 분열 직후 딸세포 하나는 2이므로 그 비는 $\frac{4}{2} = 2$이다. 분모는 두 딸세포의 합이 아니라 **딸세포 하나의 DNA 상대량**이다.

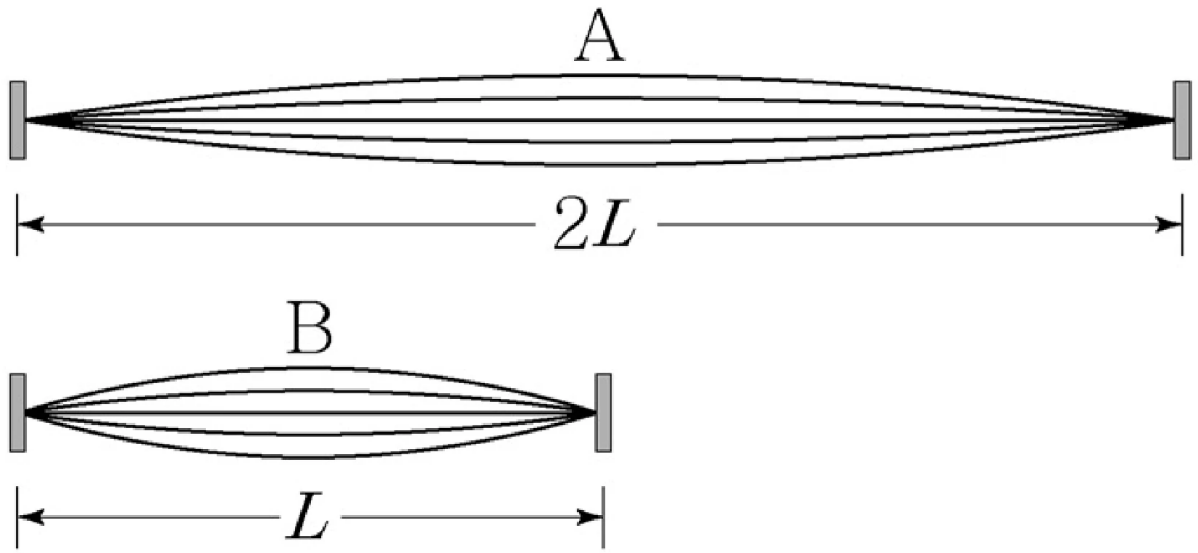
② X: A에서는 핵 안에 응축된 염색체가 뚜렷하게 보이므로 **체세포 분열 전기**에 해당한다. S기는 분열기 이전의 간기에 속하며 DNA가 복제되는 시기이다. A는 S기가 끝난 뒤의 모습이다.

③ X: A에서 두 자매 염색 분체가 붙어 있는 염색체는 4개이다. 염색체 수는 염색 분체 수가 아니라 **동원체 수를 기준**으로 세므로 이 식물 세포의 핵상은 $2n = 4$이다. DNA 복제 뒤 염색 분체가 8개가 되어도 자매 염색 분체가 분리되기 전까지 염색체 수는 4개로 유지된다.

④ X: B는 자매 염색 분체가 분리되어 **각 극으로 염색체 4개씩** 이동하는 체세포 분열 후기이다. 이 식물은 $2n = 4$이므로 감수 1분열이 끝나면 각 세포의 염색체 수는 $n = 2$가 된다. 감수 2분열 후기에도 자매 염색 분체가 분리되지만 각 극으로 이동하는 염색체는 2개씩이므로 B와 같은 모습은 관찰할 수 없다.

NoteBase

문 7. 그림은 양 끝이 고정된 동일한 재질인 두 개의 줄 A와 B가 진동하는 모습을 나타낸 것이다. A, B의 길이는 각각 $2L$, L이고 A와 B에서 파동의 전파 속력이 서로 같을 때, 파동의 진동수를 f_A, f_B라 하면, $f_A : f_B$는?



① 1 : 2

② 1 : 4

③ 2 : 1

④ 4 : 1

정답 1번

간단한 해설

두 줄 모두 배가 하나인 정상파이므로 파장은 줄 길이의 2배이다. A의 파장이 B의 2배이고 **전파 속력이 같으면 진동수는 파장에 반비례**하므로, $f_A : f_B = 1 : 2$이다.

NoteBase

계산 과정

파장과 줄 길이의 관계: 양 끝이 고정된 줄에서는 양 끝이 진동하지 않는 마디가 된다. 그림의 A와 B는 모두 가운데에 배가 하나 있고 내부에 마디가 없으므로, **줄 전체 길이가 반파장**에 해당한다. 따라서 줄 길이를 ℓ, 파장을 λ라 하면 $\ell = \frac{\lambda}{2}$이다.

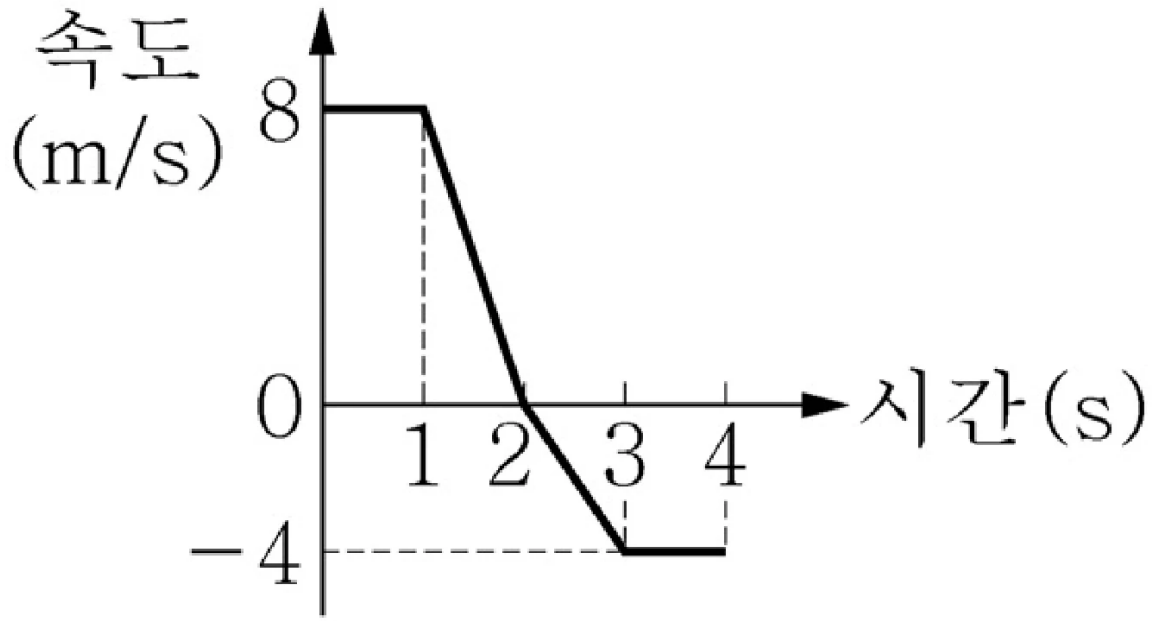
A의 파장: 줄 길이가 $2L$이므로 $2L = \frac{\lambda_A}{2}$이다. 따라서 $\lambda_A = 4L$이다.

B의 파장: 줄 길이가 L이므로 $L = \frac{\lambda_B}{2}$이다. 따라서 $\lambda_B = 2L$이며, A의 파장은 B의 2배이다.

진동수의 비: 파동은 한 주기 동안 한 파장만큼 전파되므로 전파 속력은 $v = f\lambda$이다. 두 줄에서 전파 속력 v가 같고 $f = \frac{v}{\lambda}$이므로 **파장이 긴 A의 진동수가 더 작다**. 진동수의 비를 계산하면 $\frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{2L}{4L} = \frac{1}{2}$이다. 따라서 $f_A : f_B = 1 : 2$이며, ①의 비와 일치한다.

NoteBase

문 8. 그림은 직선 운동하는 어떤 물체의 속도를 시간에 따라 나타낸 것이다. 이 물체의 운동에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



① 1~2초 동안 등속도 운동을 한다.

② 0~2초 동안 이동한 거리는 12m이다.

③ 2.5초일 때 가속도의 크기는 $8m/s^2$이다.

④ 2~4초 동안 평균 속도의 크기는 4m/s이다.

정답 2번

간단한 해설

속도–시간 그래프에서 **그래프와 시간축 사이의 넓이**로 이동 거리를 구한다. 0~2초에는 속도가 음수가 되지 않으므로 직사각형 넓이 8m와 삼각형 넓이 4m를 더한 12m가 이동 거리이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 등속도 운동은 속도가 일정한 운동으로, 속도–시간 그래프가 수평이어야 한다. 1~2초에는 속도가 8m/s에서 0으로 일정하게 감소하므로 **등가속도 운동**을 한다.

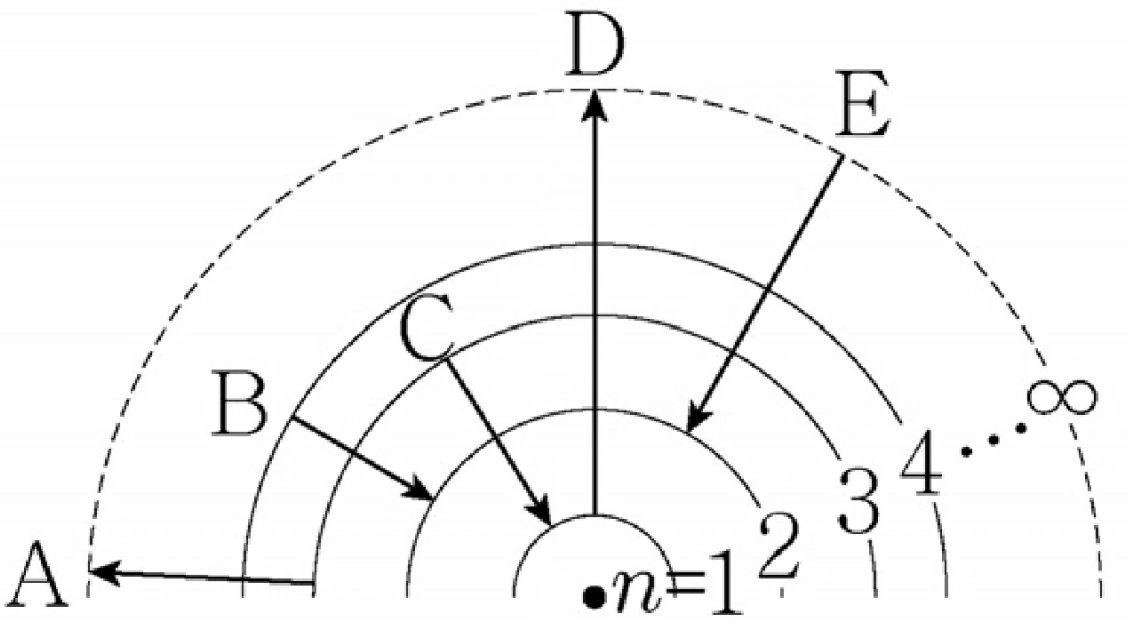
② O: 0~1초에는 속도가 8m/s로 일정하여 이동 거리가 $8 \times 1 = 8\text{m}$이다. 1~2초에는 그래프와 시간축 사이가 밑변 1초, 높이 8m/s인 삼각형이므로 이동 거리는 $\frac{1}{2} \times 1 \times 8 = 4\text{m}$이다. 이 구간에는 **운동 방향이 바뀌지 않으므로** 두 거리를 더하면 0~2초 동안 이동한 거리는 $8 + 4 = 12\text{m}$이다.

③ X: 가속도는 **속도–시간 그래프의 기울기**이다. 2.5초가 속한 2~3초에는 속도가 0에서 −4m/s로 일정하게 감소한다. 따라서 가속도는 $a = \frac{-4-0}{3-2} = -4\text{m/s}^2$이고, 가속도의 크기는 8m/s^2가 아니라 4m/s^2이다.

④ X: 평균 속도는 **변위를 걸린 시간으로 나눈 값**이다. 2~4초에는 속도가 음수이므로 그래프와 시간축 사이 넓이에 음의 부호를 붙여 변위를 구한다. 2~3초의 변위는 $-\frac{1}{2} \times 1 \times 4 = -2\text{m}$, 3~4초의 변위는 $-4 \times 1 = -4\text{m}$이므로 전체 변위는 −6m이다. 따라서 평균 속도는 $\frac{-6}{4-2} = -3\text{m/s}$이며, 그 크기는 4m/s가 아니라 3m/s이다.

NoteBase

문 9. 그림은 보어의 원자 모형에서 수소 원자의 에너지 준위와 몇 가지 전자 전이를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고르면? (단, 수소 원자의 에너지 준위 $E_n = -\frac{1312}{n^2}$ kJ/mol이며, n은 주양자 수이다.)



<보기>

ㄱ. 전자 전이 A는 수소 원자에서 전자를 떼어 내는 데 필요한 에너지와 크기가 같다.

ㄴ. 전자 전이 B는 적외선 영역의 빛을 방출한다.

ㄷ. 전자 전이 E에서 방출되는 빛은 발머 계열에 해당한다.

ㄹ. 방출되는 빛의 파장 중에서 전자 전이 C의 파장이 가장 짧다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄴ, ㄷ

③ ㄴ, ㄹ

④ ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

E는 전자가 높은 에너지 상태에서 $n = 2$로 내려오는 전이이므로 **발머 계열**에 해당한다. C는 그림의 방출 전이 중 **에너지 차이가 가장 커서 파장이 가장 짧다**.

NoteBase

보기별 해설

전자가 높은 에너지 준위에서 낮은 준위로 내려오면 두 준위의 에너지 차이만큼 빛을 방출한다. 광자 에너지는 $E = \frac{hc}{\lambda}$이므로 에너지 차이가 클수록 파장이 짧다. 그림에서 A와 D는 에너지를 흡수하는 전이이고, B·C·E는 빛을 방출하는 전이이다.

ㄱ. X: A는 $n = 3$에서 $n = \infty$로 전자가 벗어나는 전이이다. 필요한 에너지는 $\frac{1312}{9}$ kJ/mol이다. 수소 원자의 이온화 에너지는 **바닥상태인 $n = 1$에서 전자를 완전히 떼어 내는 데 필요한 에너지**로, 1312 kJ/mol이다. 이에 해당하는 전이는 A가 아니라 D이다.

ㄴ. X: B는 $n = 4$에서 $n = 2$로 내려오는 전이이다. 방출 에너지는 $1312\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) = 246$ kJ/mol이다. 이 전이는 발머 계열에 속하며 **적외선이 아니라 가시광선**을 방출한다. 적외선을 방출하는 파셴 계열은 높은 준위에서 $n = 3$으로 내려오는 전이이다.

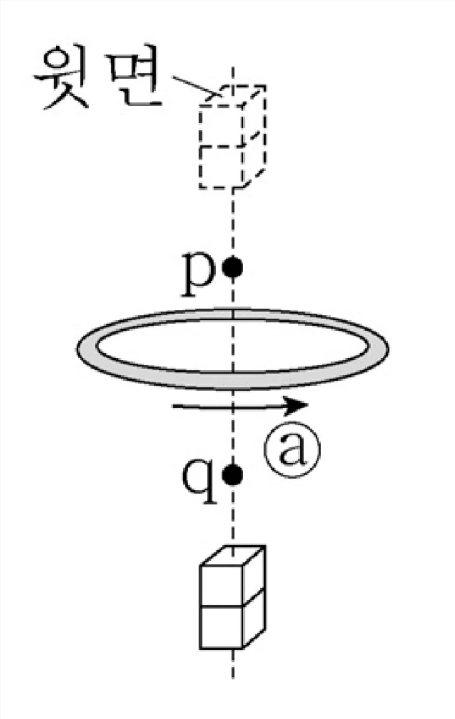
ㄷ. O: 발머 계열은 높은 에너지 준위에서 $n = 2$**로 내려오는 전이**에 해당한다. E는 $n = \infty$에서 $n = 2$로 내려오는 전이로, 발머 계열의 한계에 해당한다. 이때 방출 에너지는 $\frac{1312}{4} = 328$ kJ/mol이다.

ㄹ. O: C는 $n = 3$에서 $n = 1$로 내려오는 전이이다. 방출 에너지는 $1312\left(1 - \frac{1}{9}\right)$ kJ/mol로, 약 1166.2 kJ/mol이다. B의 246 kJ/mol, E의 328 kJ/mol보다 크므로, C에서 방출되는 광자의 에너지가 가장 크다. 따라서 **에너지와 반비례하는 파장**은 C가 가장 짧다.

옳은 보기는 ㄷ, ㄹ이므로 ④의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 10. 그림과 같이 막대 자석이 금속 고리의 중심축을 따라 고리를 통과하여 낙하한다. 점 p, q는 중심축상의 지점이다. 막대 자석이 p를 지나는 순간 고리에 유도되는 전류의 방향은 ⓐ이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, 막대 자석의 크기는 무시한다.)



① 막대 자석의 윗면은 S극이다.

② 막대 자석이 q를 지나는 순간, 금속 고리에 유도되는 전류의 방향은 ⓐ와 같다.

③ 막대 자석이 q를 지나는 순간, 막대 자석과 금속 고리 사이에 서로 미는 힘이 작용한다.

④ 막대 자석이 p를 지나는 순간, 막대 자석과 금속 고리 사이에 서로 당기는 힘이 작용한다.

정답 1번

간단한 해설

ⓐ 방향의 전류는 고리 중심에 **위쪽 자기장**을 만든다. p에서 다가오는 자석을 밀어내려면 자석의 아랫면이 N극이어야 하므로, **윗면은 S극**이다.

NoteBase

선지별 해설

렌츠 법칙에 따라 유도 전류는 고리를 통과하는 자기 선속의 변화를 방해하는 방향으로 흐른다. 이때 고리는 다가오는 자석을 밀어내고, 멀어지는 자석을 끌어당긴다. 오른손의 네 손가락을 고리의 전류 방향으로 감으면 엄지손가락이 고리 중심의 자기장 방향을 가리킨다.

① O: 그림의 ⓐ는 고리의 앞쪽에서 오른쪽으로 향하므로, 위에서 내려다보면 반시계 방향이다. 오른손 법칙에 따라 고리 중심의 자기장은 위쪽이고, 고리의 윗면은 N극이 된다. p에서는 자석이 고리에 접근하므로 서로 밀어내야 한다. 따라서 고리와 마주 보는 자석의 아랫면은 N극이고, **윗면은 S극**이다.

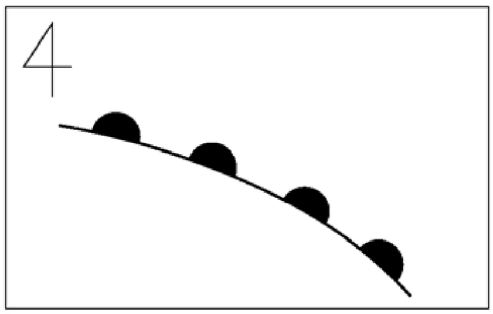
② X: 자석의 윗면이 S극이므로 q에서는 고리를 통과하는 자석의 자기장이 아래쪽을 향한다. 자석이 고리에서 멀어지면서 아래쪽 자기 선속이 감소하므로, 고리는 이를 보충하는 아래쪽 자기장을 만든다. 따라서 전류는 위에서 내려다볼 때 시계 방향, 즉 ⓐ**와 반대 방향**으로 흐른다.

③ X: q에서는 자석이 고리에서 멀어지므로 유도 전류에 의한 힘은 그 움직임을 방해한다. 고리의 아랫면은 N극, 고리와 마주 보는 자석의 윗면은 S극이 되어 **서로 당기는 힘**이 작용한다.

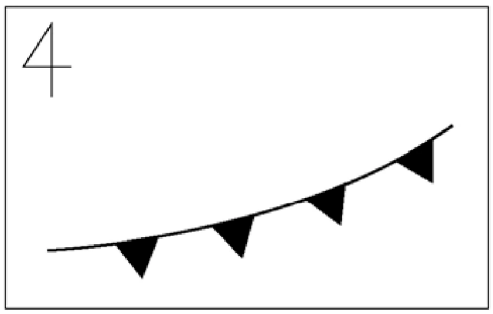
④ X: p에서는 자석이 고리에 접근하므로 이를 방해하는 **서로 미는 힘**이 작용한다. 고리의 윗면과 자석의 아랫면이 모두 N극이므로 자석은 위쪽으로 자기력을 받는다.

NoteBase

문 11. 그림 (가)와 (나)는 북반구의 온대 저기압에 동반된 두 종류의 전선을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



(가)



(나)

① 전선면의 기울기는 (가)가 (나)보다 완만하다.

② (나)의 이동 속도는 (가)보다 느리다.

③ (나)의 전선 후면에서는 맑은 날씨가 나타난다.

④ (가)의 전선면에서는 적운형 구름이 발달한다.

정답 1번

간단한 해설

(가)의 반원 기호는 온난 전선, (나)의 삼각형 기호는 한랭 전선을 나타낸다. 온난 전선에서는 따뜻한 공기가 찬 공기 위로 서서히 올라가므로 **전선면의 기울기가 한랭 전선보다 완만하다**.

NoteBase

선지별 해설

그림에서 반원이 붙은 (가)는 온난 전선이고, 삼각형이 붙은 (나)는 한랭 전선이다. 전선면은 성질이 다른 두 기단의 경계면이며, 이 경계면이 지표면과 만나는 선이 전선이다. 전선면의 기울기는 그림에 그려진 선의 굽은 정도가 아니라 지표면에 대한 경계면의 경사를 뜻한다.

① O: 온난 전선 (가)에서는 따뜻한 공기가 찬 공기 위로 완만하게 타고 올라간다. 한랭 전선 (나)에서는 찬 공기가 따뜻한 공기 아래로 파고들어 이를 급하게 밀어 올린다. 따라서 **온난 전선의 전선면이 한랭 전선보다 완만하다**.

② X: 일반적으로 한랭 전선 (나)는 온난 전선 (가)보다 **이동 속도가 빠르다**. 이 속도 차이 때문에 온대 저기압이 발달하는 과정에서 한랭 전선이 온난 전선을 따라잡아 폐색 전선이 형성될 수 있다.

③ X: 온대 저기압의 전형적인 강수 분포에서 한랭 전선 (나)에 가까운 후면은 적운형 구름이 발달하여 **좁은 지역에 소나기성 비가 내리는 곳**이다. 이를 맑은 지역으로 설명한 것이 잘못이다. 다만 전선과 강수대가 충분히 지나간 뒤에는 차고 건조한 공기의 영향으로 날씨가 맑아질 수 있으므로, 전선 부근의 후면과 전선이 멀어진 뒤의 날씨를 구분해야 한다.

④ X: 온난 전선 (가)에서는 따뜻한 공기가 완만하게 상승하므로 주로 **층운형 구름**이 발달하고, 전선 전면의 넓은 지역에 지속적인 비가 내린다. 따뜻한 공기가 급격히 상승하여 적운형 구름이 발달하는 것은 한랭 전선 (나)의 대표적인 특징이다.

NoteBase

문 12. 그림은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다. 원소 A~F에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, A~F는 임의의 원소 기호이며, 원자 번호는 20 이하이다.)

1	2	13	14	15	16	17	18
							A
	B						C
D						E	
	F						

① A와 C의 원자가 전자 수는 8이다.

② 음이온이 되기가 가장 쉬운 원소는 E이다.

③ 비활성 기체는 B와 F이다.

④ 이온 반지름은 D가 E보다 크다.

정답 2번

간단한 해설

E는 17족 원소인 염소로, 가장 바깥 전자껍질에 전자가 7개 있다. **전자 1개를 얻으면 안정한 전자 배치**를 이루므로 A~F 중 음이온이 되기 가장 쉽다.

NoteBase

선지별 해설

주기율표의 가로줄은 주기, 세로줄은 족을 나타낸다. 그림의 위치에 따라 A는 1주기 18족의 헬륨(He), B는 2주기 2족의 베릴륨(Be), C는 2주기 18족의 네온(Ne), D는 3주기 1족의 나트륨(Na), E는 3주기 17족의 염소(Cl), F는 4주기 2족의 칼슘(Ca)이다.

① X: A와 C는 비활성 기체로, 원자가 전자 수는 **모두 0으로 본다**. 원자가 전자는 화학 결합에 관여하는 전자를 뜻하며, 비활성 기체는 전자 배치가 안정하여 다른 원소와 거의 반응하지 않는다. 최외각 전자 수와 구별해야 하며, 가장 바깥 전자껍질에 있는 전자는 A(헬륨)가 2개, C(네온)가 8개이다.

② O: E는 17족의 염소로, 전자 배치는 안쪽 전자껍질부터 2, 8, 7이다. **전자 1개를 얻어 염화 이온(Cl^-)**이 되면 전자 배치가 2, 8, 8로 바뀌어 아르곤과 같은 안정한 상태가 된다. A와 C는 이미 안정한 비활성 기체이고, B·D·F는 전자를 잃어 양이온이 되기 쉬운 금속이므로, A~F 중 E가 음이온이 되기 가장 쉽다.

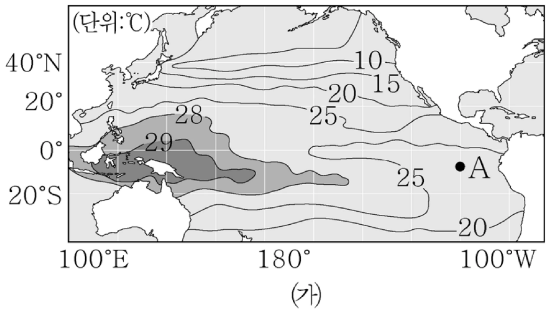
③ X: B와 F는 각각 베릴륨과 칼슘으로, 2족에 속하는 금속 원소이다. 비활성 기체는 **18족에 있는 A와 C**이다. A는 첫 번째 전자껍질에 전자 2개가, C는 두 번째 전자껍질에 전자 8개가 채워져 안정한 전자 배치를 이룬다.

④ X: D는 나트륨, E는 염소이므로 이들이 형성하는 안정한 이온은 각각 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)이다. Na^+의 전자 배치는 2, 8이고 Cl^-의 전자 배치는 2, 8, 8이다. 전자가 들어 있는 전자껍질이 Na^+는 2개, Cl^-는 3개이므로, 이온 반지름은 **D가 E보다 작다**.

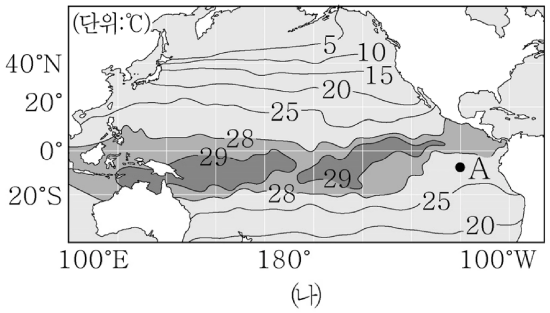
NoteBase

문 13. 그림 (가)와 (나)는 엘니뇨와 라니냐를 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<태평양의 표층 수온 분포>



(가)



(나)

① (가)는 라니냐 (나)는 엘니뇨 발생 시기이다.

② 무역풍의 세기는 (가)시기가 (나)시기보다 약하다.

③ (가)시기가 (나)시기보다 A해역에서의 용승현상이 약하다.

④ A해역의 해수면 높이는 (가)시기가 (나)시기보다 높다.

정답 1번

간단한 해설

그림 (가)는 적도 부근의 차가운 표층수가 동태평양에서 서쪽으로 길게 뻗어 있어 **라니냐**에 해당한다. (나)는 따뜻한 표층수의 분포가 동쪽으로 확대되어 있어 **엘니뇨**에 해당한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: A는 남아메리카 서쪽의 동태평양 해역이다. (가)는 적도 부근에서 낮은 수온의 해역이 서쪽으로 길게 뻗고, 28~29°C의 따뜻한 해역은 주로 서태평양에 분포한다. 반면 (나)는 28~29°C의 따뜻한 해역이 중·동태평양 쪽으로 확대되어 있다. 동태평양의 표층 수온이 평년보다 낮아지는 현상은 **라니냐**, 평년보다 높아지는 현상은 **엘니뇨**이므로 (가)와 (나)의 구분이 맞는다.

② X: 무역풍은 적도 부근에서 동쪽에서 서쪽으로 불어 따뜻한 표층수를 서태평양으로 이동시킨다. 라니냐인 (가)에는 이 바람이 강해지고, 엘니뇨인 (나)에는 약해진다. 따라서 무역풍은 (가) 시기가 (나) 시기보다 **강하다**.

③ X: 용승은 아래쪽의 차가운 해수가 표층으로 올라오는 현상이다. (가)에는 강한 무역풍이 동태평양의 따뜻한 표층수를 서쪽으로 더 많이 이동시켜, A 해역에서 차가운 해수의 용승이 강화된다. (나)에는 무역풍이 약해지고 따뜻한 표층수가 동쪽으로 퍼져 용승이 약해진다. 따라서 A 해역의 용승은 (가) 시기가 (나) 시기보다 **강하다**.

④ X: (가)에는 강한 무역풍이 표층수를 서쪽으로 밀어 서태평양에 더 많이 쌓이게 하므로, 동태평양의 A 해역에서는 해수면이 낮아진다. (나)에는 무역풍이 약해져 서쪽에 쌓였던 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하고 A 해역의 해수면이 높아진다. 따라서 A 해역의 해수면 높이는 (가) 시기가 (나) 시기보다 **낮다**.

NoteBase

문 14. 호르몬에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 내분비샘에서 분비된다.

② 미량으로 작용하므로 결핍증이나 과다증이 없다.

③ 별도의 분비관 없이 혈액으로 분비된다.

④ 혈액에 의해 운반된다.

정답 2번

간단한 해설

호르몬은 미량으로도 작용하지만, 분비량이 적정 범위를 벗어나면 **결핍증이나 과다증이 생길 수 있다**. '미량으로 작용한다'는 말은 분비량의 많고 적음이 건강에 영향을 주지 않는다는 뜻이 아니다.

선지별 해설

① O: 호르몬은 뇌하수체, 갑상샘 같은 **내분비샘**에서 분비되는 화학적 신호 물질이다. 생장이나 물질대사 등 몸의 여러 기능을 조절한다.

② X: 호르몬은 미량으로도 작용하므로 **적정량을 유지하는 것이 중요하다**. 필요한 양보다 부족하면 조절 기능이 충분히 이루어지지 않아 결핍증이, 지나치게 많으면 작용이 과도해져 과다증이 생길 수 있다. 따라서 '결핍증이나 과다증이 없다'는 설명을 '결핍증이나 과다증이 생길 수 있다'로 고쳐야 한다.

③ O: 내분비샘에는 **별도의 분비관이 없으며**, 분비된 호르몬은 주변 조직액을 거쳐 혈액으로 들어간다. 이는 침샘이나 땀샘처럼 분비관을 통해 분비물을 내보내는 외분비샘과 구별되는 특징이다.

④ O: 혈액으로 들어간 호르몬은 혈액 순환을 통해 몸의 여러 부위로 운반된다. 다만 모든 세포에 똑같이 작용하는 것은 아니며, 그 호르몬에 맞는 **수용체를 가진 표적 세포**에 작용한다.

NoteBase

문 15. 표는 2주기 원소 X~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족할 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	XY_4	ZY_2	XZY_2
비공유 전자쌍 수	12	8	8

<보기>

ㄱ. (가)의 분자 모양은 삼각뿔형이다.

ㄴ. (다)의 분자 모양은 평면 삼각형으로 결합각은 약 120°이다.

ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트 합이 (나)가 (가)보다 크다.

ㄹ. (가)와 (다)의 공유 전자쌍의 수가 같다.

① ㄱ, ㄷ

② ㄴ, ㄹ

③ ㄱ, ㄷ, ㄹ

④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

간단한 해설

(가)는 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 **정사면체형**이다. 대칭적인 (가)에서는 결합의 쌍극자 모멘트가 서로 상쇄되지만, 굽은 형인 (나)에서는 **상쇄되지 않아** 분자의 쌍극자 모멘트가 더 크다.

NoteBase

보기별 해설

표의 (가)는 중심 원자 X가 Y 4개와 단일 결합하고, 각 Y에 비공유 전자쌍이 3개씩 있어 전체 비공유 전자쌍이 12개인 구조이다. 옥텟 규칙을 만족하는 2주기 원소이므로 X는 C, Y는 F이다. (나)에서는 두 F에 비공유 전자쌍이 총 6개 있고 Z에 2개가 있으므로 Z는 O이다. 따라서 (가)는 CF_4, (나)는 OF_2, (다)는 COF_2이다.

ㄱ. X: (가)의 중심 C에는 결합 전자쌍 4개가 있고 비공유 전자쌍은 없다. 네 결합이 서로 최대한 멀어지도록 배치되므로 분자 모양은 **정사면체형**이다. 삼각뿔형은 중심 원자에 결합 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개가 있을 때 나타난다.

ㄴ. O: (다)의 구조는 F–C(=O)–F이다. 중심 C 주위에서 이중 결합도 하나의 전자쌍 영역으로 세므로 전자쌍 영역이 3개이고 비공유 전자쌍은 없다. 따라서 분자 모양은 **평면 삼각형**이고 결합각은 약 120°이다.

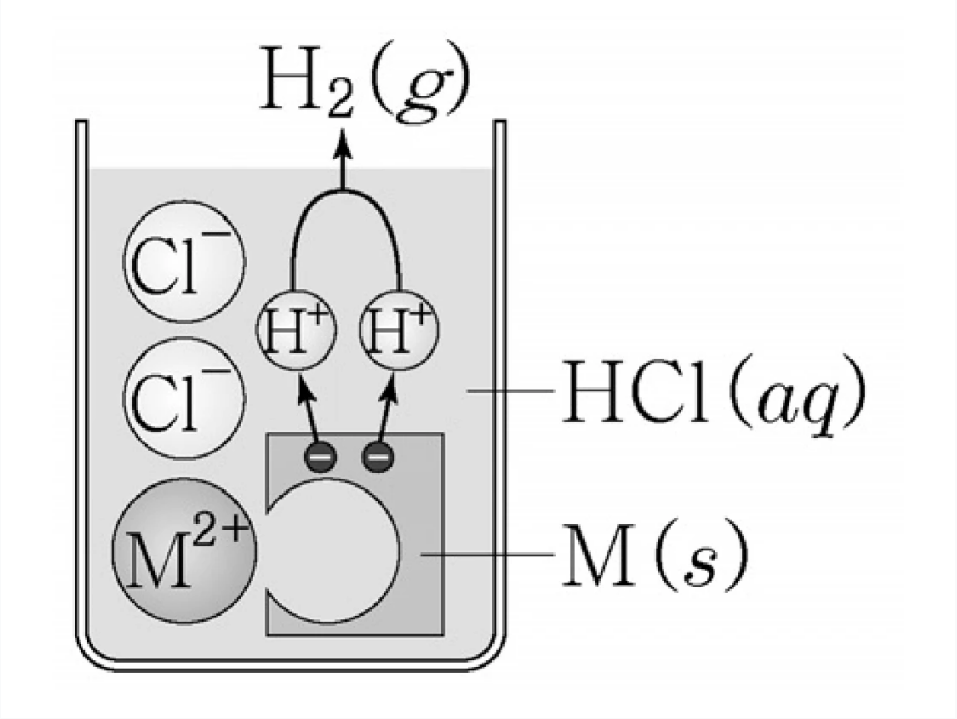
ㄷ. O: 분자의 쌍극자 모멘트는 각 결합의 쌍극자 모멘트를 방향까지 고려하여 합한 값이다. (가)의 CF_4는 정사면체형으로 대칭이므로 네 C–F 결합의 쌍극자 모멘트가 서로 상쇄되어 합이 0이다. (나)의 OF_2는 중심 O에 비공유 전자쌍이 2개 있어 굽은 형이므로 두 O–F 결합의 쌍극자 모멘트가 **상쇄되지 않는다**. 따라서 분자의 쌍극자 모멘트는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄹ. O: 단일 결합에는 공유 전자쌍이 1개, 이중 결합에는 2개 있다. (가)는 C–F 단일 결합 4개이므로 공유 전자쌍이 4개이다. (다)는 C–F 단일 결합 2개와 C=O 이중 결합 1개이므로 공유 전자쌍이 2 + 2 = 4개이다. 두 분자의 공유 전자쌍 수는 **각각 4개로 같다**.

옳은 보기는 ㄴ, ㄷ, ㄹ이며, 이 조합에 해당하는 선택지는 ④이다.

NoteBase

문 16. 그림은 묽은 염산(HCl)에 금속 M을 넣었을 때 일어나는 반응을 모형으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, M은 임의의 원소기호이다.)



① H^+가 산화되어 H_2가 된다.

② 먼저 M이 산화되고, 순차적으로 나중에 H^+가 환원된다.

③ M이 환원되어 M^{2+}가 된다.

④ 반응이 일어나는 동안 수용액의 이온 수는 감소한다.

정답 4번

간단한 해설

금속 M 원자 1개가 M^{2+} 1개로 될 때 H^+ 2개가 수소 기체로 바뀐다. Cl^-의 수는 변하지 않으므로 수용액의 **전체 이온 수는 감소한다**.

NoteBase

선지별 해설

① X: H^+는 금속 M이 내놓은 전자를 받아 H_2가 되므로 **산화가 아니라 환원**된다. 이때 H^+ 2개가 전자 2개를 받아 H_2 분자 1개를 만든다.

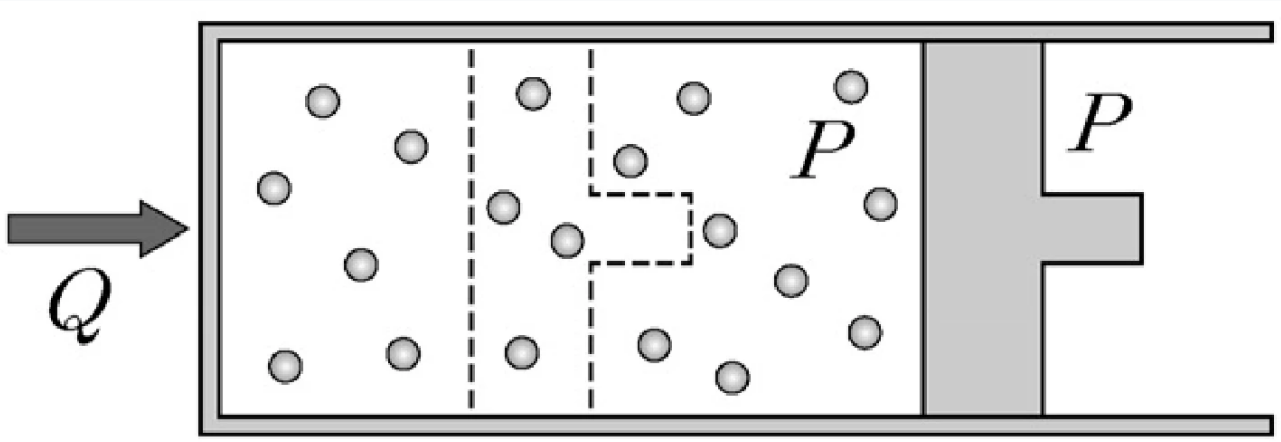
② X: 산화는 전자를 잃는 반응이고 환원은 전자를 얻는 반응이다. M이 내놓는 전자를 H^+가 받으므로, 두 반응은 순차적으로 따로 일어나는 것이 아니라 **동시에 일어난다**.

③ X: 그림에서 M의 전자 2개가 H^+로 이동하고 M^{2+}가 수용액으로 나온다. M은 전자 2개를 잃으므로 **환원이 아니라 산화**되어 M^{2+}가 된다.

④ O: 전체 반응은 $M + 2H^+ \rightarrow M^{2+} + H_2$이다. M 원자 1개가 반응할 때 수용액의 H^+ 2개가 소모되고 M^{2+} 1개가 생긴다. H_2는 전하가 없는 분자로 기체가 되어 나오며, Cl^-는 반응에 참여하지 않아 그 수가 변하지 않는다. 따라서 반응이 진행될수록 수용액의 **이온 수는 M 원자 1개당 1개씩 감소한다**.

NoteBase

문 17. 그림과 같이 실린더에 들어있는 이상 기체에 열 Q를 가했더니 기체의 압력이 P로 일정하게 유지되면서 부피가 증가하였다. 부피가 증가하는 동안, 이상 기체에 일어나는 현상에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



① 기체의 온도는 감소한다.

② 기체는 외부로부터 일을 받는다.

③ 기체 분자의 평균 속력은 일정하다.

④ 기체가 흡수한 열량은 기체가 외부에 한 일보다 크다.

정답 4번

간단한 해설

압력이 일정한 상태에서 부피가 증가하면 기체의 온도가 올라가 **내부 에너지가 증가**한다. 흡수한 열은 내부 에너지를 늘리는 데에도 쓰이므로 **외부에 한 일보다 크다**.

NoteBase

선지별 해설

① X: 일정량의 이상 기체는 상태 방정식 $PV = nRT$를 따른다. 여기서 T는 절대 온도이며, 기체의 양 n과 기체 상수 R은 일정하다. 압력 P가 일정할 때 부피 V가 증가하면 **온도도 증가**하므로, 온도가 감소한다는 설명은 틀리다.

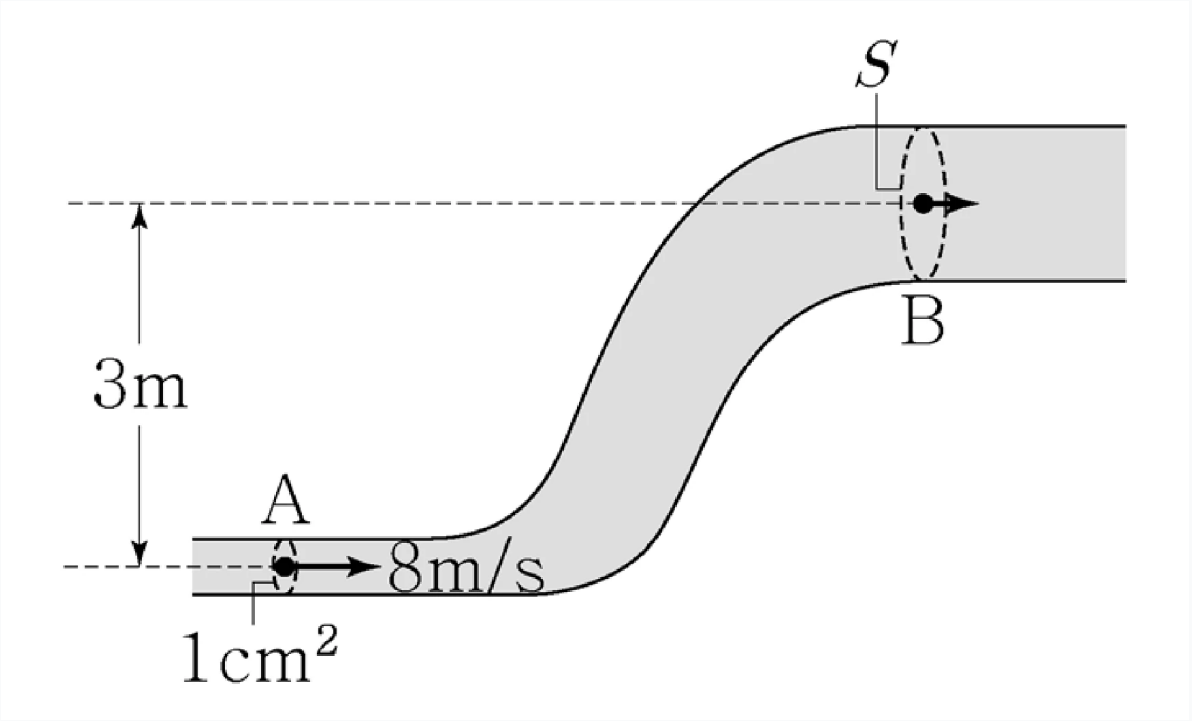
② X: 그림에서 기체가 팽창하며 피스톤을 오른쪽으로 밀어낸다. 따라서 기체가 **외부에 일을 한다**. 기체가 외부에 한 일을 W, 부피 증가량을 ΔV라 하면, 일정한 압력에서 $W = P\Delta V > 0$이다.

③ X: 같은 종류의 이상 기체에서 분자의 평균 속력은 **절대 온도의 제곱근에 비례**한다. 이 과정에서는 온도가 증가하므로 분자의 평균 속력도 증가하며, 일정하게 유지되지 않는다.

④ O: 이상 기체의 내부 에너지는 온도에 따라 결정된다. 온도가 올라가므로 내부 에너지 변화량은 $\Delta U > 0$이다. 기체가 흡수한 열량을 Q, 외부에 한 일을 W라 하면 열역학 제1법칙은 $Q = \Delta U + W$이다. 흡수한 열이 **내부 에너지 증가와 외부에 하는 일**에 쓰이므로 $Q > W$이다.

NoteBase

문 18. 그림과 같이 단면적이 변하는 관을 따라 이상 유체가 흐르고 있다. 관 내부 두 지점 A, B의 압력은 같고, 높이 차는 3m이며, A에서 유체의 속력은 8m/s이다. A와 B의 단면적이 각각 1cm^2, S일 때, S의 값은? (단, 중력 가속도 g=10m/s^{2}로 한다.)



① 4cm^2

② 6cm^2

③ 8cm^2

④ 10cm^2

정답 1번

간단한 해설

A와 B의 압력이 같으므로, B가 3 m 높아지면서 증가한 위치 에너지만큼 운동 에너지가 감소하여 B의 속력은 2 m/s가 된다. **단면적과 속력의 곱이 일정**하므로 속력이 A의 1/4인 B의 단면적은 4 cm^{2}이다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 B는 A보다 3 m 높다. A의 높이를 기준으로 잡으면 $h_A = 0$, $h_B = 3\text{m}$이고, A의 속력은 $v_A = 8\text{m/s}$이다. 이상 유체의 정상 흐름으로 보고 A와 B 사이에 베르누이 법칙을 적용한다.

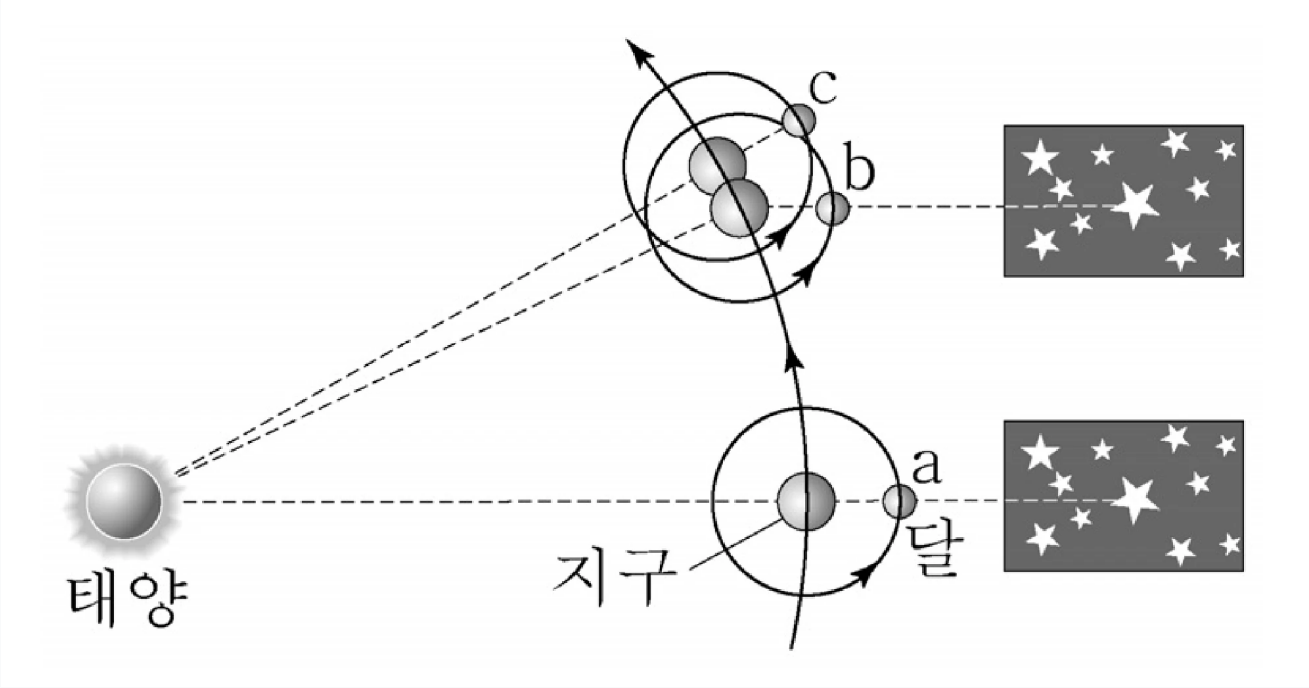
A와 B는 **압력이 같으므로 압력에 의한 항이 상쇄**된다. 단위 질량당 운동 에너지와 위치 에너지의 합을 비교하면 $\frac{v_A^2}{2} + gh_A = \frac{v_B^2}{2} + gh_B$이다. 주어진 값을 대입하면 $\frac{8^2}{2} = \frac{v_B^2}{2} + 10 \cdot 3$이므로 $v_B^2 = 4\text{m}^2/\text{s}^2$, $v_B = 2\text{m/s}$이다. B에서는 높이가 증가한 만큼 운동 에너지가 감소하여 속력이 작아진다.

이상 유체는 비압축성이고 정상 흐름에서는 같은 시간 동안 두 단면을 통과하는 부피가 같으므로, **연속 방정식** $S_A v_A = S v_B$가 성립한다. 여기서 S_A는 A의 단면적 $1\ \text{cm}^2$이고 S는 B의 단면적이다. 따라서 $S = \frac{1 \cdot 8}{2} = 4\text{cm}^2$이다. 두 단면적에 같은 단위를 사용하므로 cm^2를 m^2로 바꿀 필요는 없다.

구한 단면적 $4\ \text{cm}^2$는 ①에 해당한다.

NoteBase

문 19. 그림은 약 한 달 동안 태양, 지구, 달의 상대적인 위치 변화를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



① a의 위치에서 달의 위상은 삭으로 관찰된다.

② a에서 b까지 가는 데 걸리는 시간은 약 27.3일이다.

③ a에서 c까지 가는 데 걸리는 시간을 항성월이라고 한다.

④ b의 위치에서 달의 위상은 망으로 관찰된다.

정답 2번

간단한 해설

a에서 b까지는 달이 **먼 별을 기준으로 한 바퀴 공전**한 것으로, 항성월인 약 27.3일이 걸린다. 그동안 지구도 태양 주위를 공전하므로, 처음과 같은 위상이 되려면 달이 b를 지나 c까지 더 움직여야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① X: a에서는 태양–지구–달 순서로 놓여 달이 태양의 반대쪽에 있다. 따라서 지구에서 달의 밝은 면 전체를 보는 **망**으로 관찰된다. 삭은 달이 지구와 태양 사이에 있어 지구를 향한 면이 어둡게 보이는 위상이다.

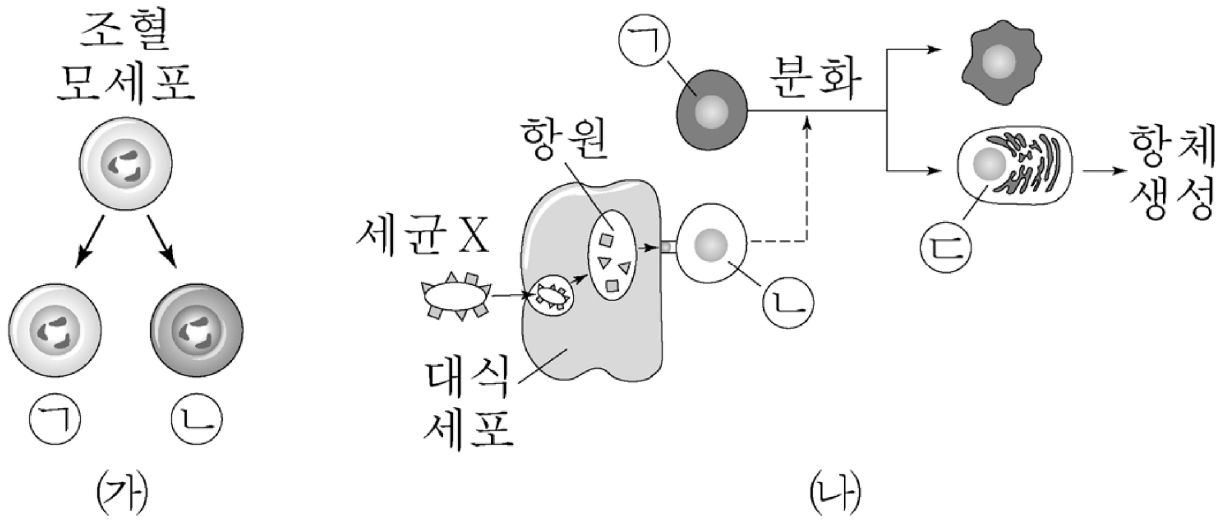
② O: 그림에서 a와 b는 지구에서 보았을 때 같은 먼 별을 향하는 방향에 있다. a에서 출발한 달이 b에 도달하면 **먼 별을 기준으로 한 바퀴 공전**한 것이며, 이 시간을 항성월이라고 한다. 항성월은 약 27.3일이다.

③ X: a에서 c까지는 망에서 다음 망까지, 즉 **같은 위상이 다시 나타나는 데 걸리는 시간인 삭망월**이다. 지구가 공전하면서 태양을 향하는 방향도 달라지므로, 달은 별을 기준으로 한 바퀴 돈 b에서 조금 더 공전해야 c에서 다시 태양의 반대쪽에 놓인다. 따라서 삭망월은 항성월보다 긴 약 29.5일이다.

④ X: b에서는 달이 처음과 같은 별 방향에 있지만, 지구의 공전으로 태양을 향하는 방향이 달라져 달이 태양의 정확한 반대쪽에 있지 않다. 따라서 b는 아직 망에 이르기 전이며, **c에서 망**으로 관찰된다.

NoteBase

문 20. 그림 (가)는 조혈 모세포에서 림프구가 분화하는 과정을, (나)는 세균 X가 침입했을 때 일어나는 방어 작용의 일부를 나타낸 것이다. 세균 X가 서로 다른 두 종류의 항원을 가질 때, 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, ㉠~㉢은 각각 형질세포, B림프구, 보조T림프구 중 하나이다.)



① 세포 ㉠과 ㉡의 핵상은 n으로 동일하다.

② 세포 ㉠은 골수에서 생성되어 가슴샘에서 성숙한다.

③ 세포 ㉡은 체액성 면역과 세포성 면역을 모두 활성화시킬 수 있다.

④ 세포 ㉢은 서로 다른 두 종류의 항체를 생성한다.

정답 3번

간단한 해설

㉡은 대식세포가 제시한 항원을 인식하여 면역 반응을 돕는 **보조T림프구**이다. B림프구의 활성화를 도와 체액성 면역을, 세포독성 T림프구의 활성화를 도와 세포성 면역을 촉진한다.

NoteBase

선지별 해설

그림 (나)에서 ㉢은 항체를 생성하므로 형질세포이고, ㉢으로 분화하는 ㉠은 B림프구이다. 대식세포가 제시한 항원을 인식하고 ㉠의 분화를 돕는 ㉡은 보조T림프구이다.

① X: ㉠과 ㉡은 모두 조혈 모세포에서 분화한 체세포로, 분화 과정에서 감수분열을 하지 않는다. 따라서 두 세포의 핵상은 동일하지만, n이 아니라 **2n**이다.

② X: ㉠은 B림프구이므로 **골수에서 생성되고 성숙한다**. 골수에서 생성된 뒤 가슴샘으로 이동하여 성숙하는 것은 T림프구이다.

③ O: ㉡인 보조T림프구는 항원 제시를 통해 활성화되면 다른 림프구의 활성화를 돕는다. B림프구가 항체를 분비하는 형질세포로 분화하도록 도와 **체액성 면역**을 촉진하고, 감염된 세포를 제거하는 세포독성 T림프구의 활성화를 도와 **세포성 면역**도 촉진한다.

④ X: 하나의 형질세포 ㉢은 **한 종류의 항원에 특이적으로 결합하는 항체**를 생성한다. 세균 X가 서로 다른 두 종류의 항원을 가지더라도 하나의 형질세포가 두 항원에 대한 항체를 모두 생성하는 것은 아니다. 각 항원을 인식하는 서로 다른 B림프구가 형질세포로 분화하여 해당 항원에 대한 항체를 각각 생성한다.

NoteBase