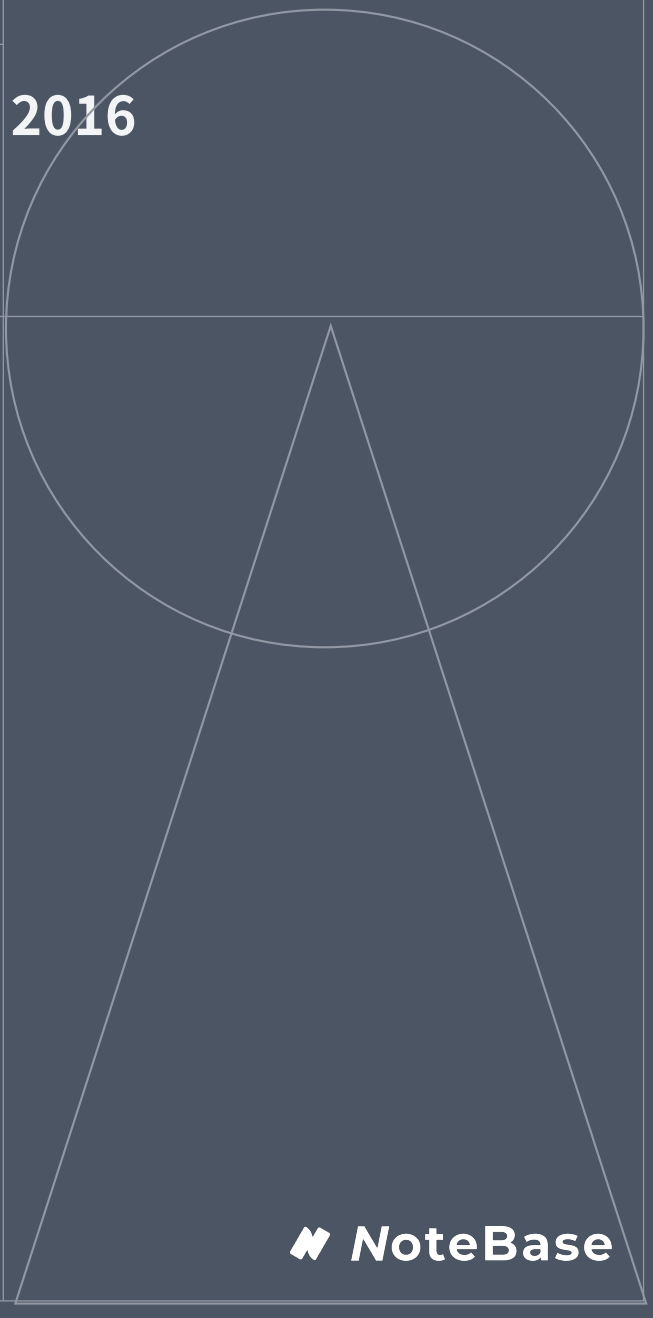
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 과학 · 2016



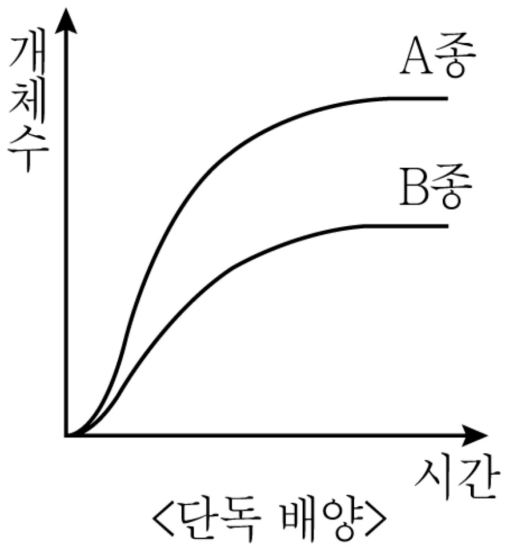
NoteBase

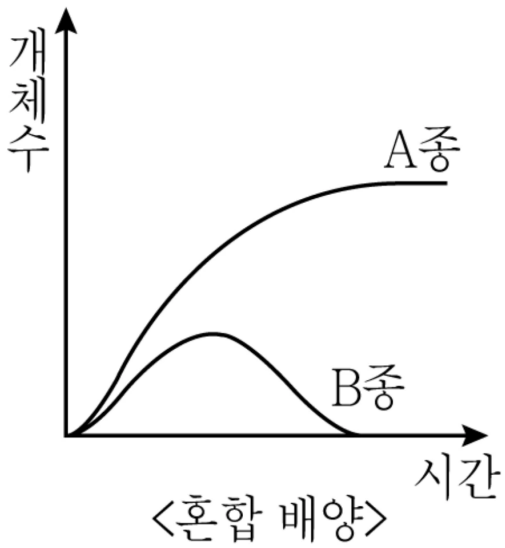
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 과학 · 2016

공무원/지방직/9급 · 과학 · 2016

문 1. 그림은 두 종의 짚신벌레를 단독 배양하였을 때와 혼합 배양하였을 때의 생장 곡선을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?





① A종은 단독 배양할 경우 환경 저항이 작용하지 않는다.

② B종은 혼합 배양할 경우 개체군의 주기적 변동을 보인다.

③ A종과 B종은 편리 공생 관계이다.

④ A종과 B종을 혼합 배양할 경우 경쟁 배타가 일어난다.

정답 4번

간단한 해설

혼합 배양 그래프에서 A종은 유지되지만 B종의 개체수는 감소하여 0이 된다. 같은 자원을 두고 경쟁하는 두 종 중 경쟁에서 불리한 종이 배제되는 **경쟁 배타**를 보여 준다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 단독 배양 그래프에서 A종의 개체수는 처음에는 증가하지만 점차 증가 속도가 느려져 일정한 수준에 머문다. 이는 먹이나 공간의 제한처럼 개체군의 증가를 억제하는 **환경 저항이 작용**한다는 뜻이다. 다른 종이 없어도 같은 종의 개체들 사이에서 자원을 두고 경쟁할 수 있다.

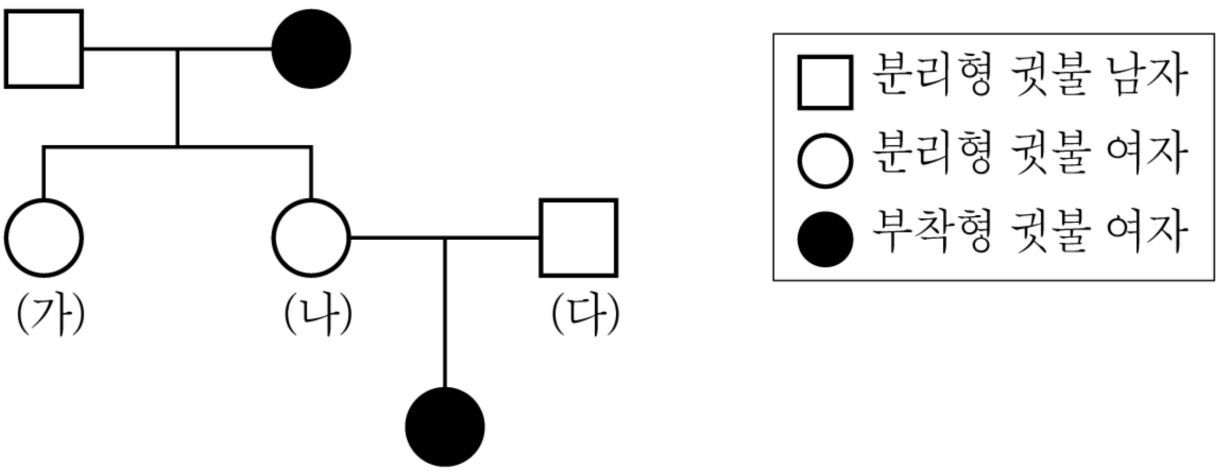
② X: 혼합 배양 그래프에서 B종의 개체수는 한동안 증가한 뒤 감소하여 0이 된다. 주기적 변동은 개체수의 증가와 감소가 일정한 주기를 두고 반복되는 현상인데, 그림에서는 **증가와 감소가 반복되지 않는다**. B종은 이 배양 조건에서 결국 사라진다.

③ X: 편리 공생은 한 종은 이익을 얻고 다른 종은 이익도 손해도 받지 않는 관계이다. 그림에서는 단독 배양할 때 유지되던 B종이 혼합 배양할 때 사라지므로, 두 종의 관계는 편리 공생이 아니라 **같은 자원을 두고 경쟁하는 관계**이다.

④ O: 경쟁 배타는 같은 제한된 자원을 이용하는 두 종이 경쟁할 때 경쟁에서 불리한 종이 배제되는 현상이다. 혼합 배양 그래프에서 A종은 개체수를 유지하지만 **B종의 개체수는 0이 된다**. 따라서 이 배양 조건에서는 A종과의 경쟁으로 B종이 배제되는 경쟁 배타가 일어난다.

NoteBase

문 2. 그림은 어느 가족의 귓불 유전 가계도를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 돌연변이는 일어나지 않는다)



① 귓불 유전자는 상염색체에 존재한다.

② 분리형은 부착형에 대하여 우성 형질이다.

③ (가) ~ (다)의 유전자형은 이형 접합이다.

④ (나)와 (다) 사이의 자녀 중 부착형이 나올 확률은 50%이다.

정답 4번

간단한 해설

(나)와 (다)는 모두 분리형이지만 부착형 딸을 두므로, 두 사람 모두 부착형 대립유전자를 가진 **이형 접합**이다. 두 사람 사이에서 부착형 자녀가 태어날 확률은 **50%가 아니라 25%**이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 여성에게 부착형이 나타나므로 Y 염색체 유전은 아니다. 부착형을 X 염색체 우성 형질로 가정하면, 분리형인 부모 (나)와 (다)에게서 부착형 딸이 태어날 수 없다. X 염색체 열성 형질로 가정해도 부착형 딸은 아버지에게서 부착형 대립유전자를 받아야 하므로, 아버지 (다)가 분리형인 가계도와 맞지 않는다. 따라서 이 가계도의 귓불 유전자는 **상염색체에 존재**하는 것으로 해석한다.

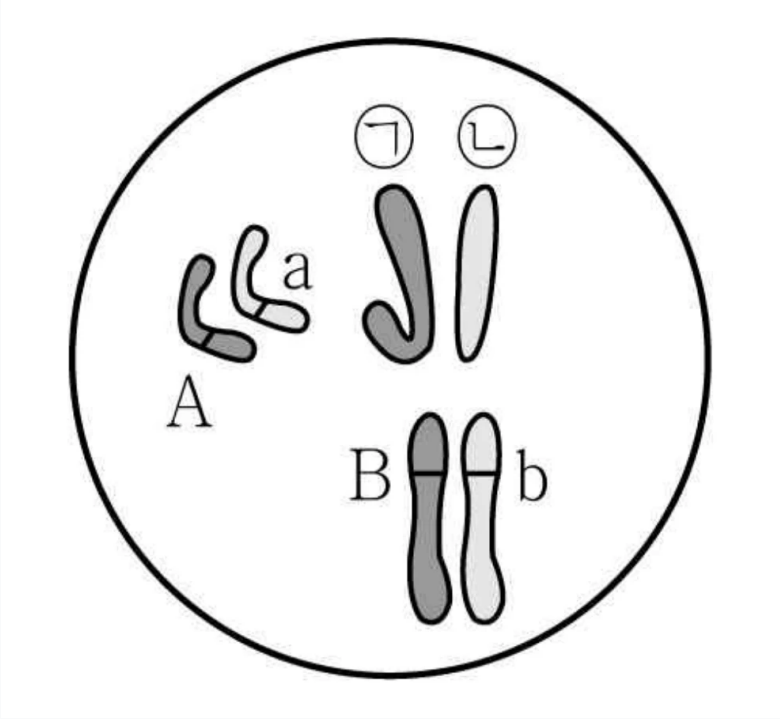
② O: 분리형인 (나)와 (다) 사이에서 부착형 딸이 태어났다. 부착형이 우성이라면 분리형 부모는 모두 열성 동형접합이어서 부착형 자녀를 낳을 수 없다. 따라서 **분리형이 우성, 부착형이 열성**이다. 분리형 대립유전자를 A, 부착형 대립유전자를 a로 표시하면, 분리형은 AA 또는 Aa이고 부착형은 aa이다.

③ O: (가)와 (나)의 어머니는 부착형이므로 유전자형이 aa이며, 두 딸에게 각각 a를 물려준다. 두 딸은 분리형이므로 아버지에게서 A를 받아 유전자형이 Aa이다. (다)도 분리형이면서 부착형 딸에게 a를 물려주었으므로 Aa이다. 따라서 (가)·(나)·(다)는 모두 서로 다른 두 대립유전자를 가진 **이형 접합 Aa**이다.

④ X: (나)와 (다)의 유전자형은 모두 Aa이다. 각 부모가 자녀에게 a를 물려줄 확률은 각각 1/2이며, 부착형 자녀 aa가 태어나려면 **양쪽 부모에게서 모두 a를 받아야 한다**. 따라서 부착형 자녀가 태어날 확률은 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 25\%$로, 50%가 아니라 25%이다.

NoteBase

문 3. 그림은 어떤 생물체의 정상적인 체세포 염색체와 유전자(A와 a, B와 b)를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 돌연변이는 일어나지 않는다)



① 감수 분열 결과 6종류의 생식 세포가 형성된다.

② ㉠과 ㉡은 성을 결정해주는 염색체이다.

③ A와 a는 하나의 형질을 결정하는 대립 유전자이다.

④ B가 부계로부터 물려받은 것이라면, b는 모계로부터 물려받은 것이다.

정답 1번

간단한 해설

체세포의 염색체 6개는 세 쌍을 이루며, 생식 세포에는 각 쌍에서 하나씩 들어간다. 세 쌍이 독립적으로 분리되므로 가능한 생식 세포의 염색체 조합은 6종류가 아니라 **8종류**이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 그림의 체세포에는 염색체가 세 쌍, 총 6개 있다. 감수 분열에서는 각 쌍의 염색체가 분리되므로 생식 세포 하나에는 염색체가 3개 들어간다. 각 쌍에서 어느 염색체가 들어가느냐에 따라 두 가지씩 선택할 수 있고, 서로 다른 쌍은 독립적으로 분리된다. 따라서 가능한 조합은 $2^3 = 8$가지로, '6종류'를 **'8종류'**로 고쳐야 한다. 여기서 8종류는 여러 번의 감수 분열을 통해 생길 수 있는 전체 조합 수를 뜻한다.

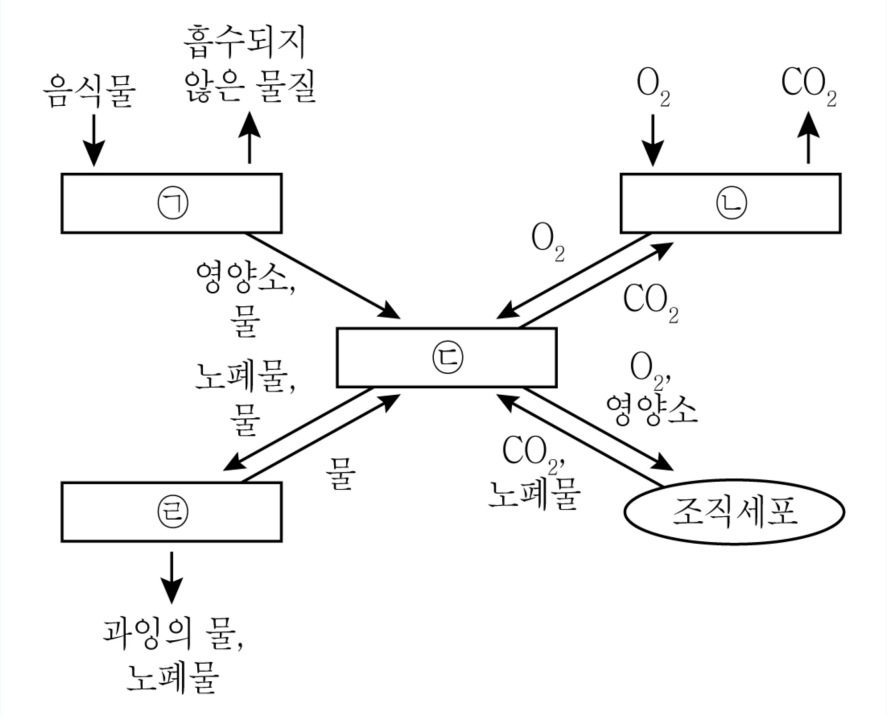
② O: ㉠과 ㉡은 다른 두 쌍과 달리 **서로 모양이 다르다**. 이처럼 정상적인 체세포에서 모양이 다른 한 쌍을 이루는 염색체는 성을 결정하는 성염색체에 해당한다.

③ O: A와 a는 모양과 크기가 같은 한 쌍의 상동 염색체에서 **서로 대응하는 위치**에 있다. 이처럼 같은 형질을 결정하면서 서로 다른 형태로 존재하는 유전자를 대립 유전자라고 한다.

④ O: B와 b가 있는 두 염색체는 상동 염색체이다. 상동 염색체는 **하나는 부계, 다른 하나는 모계**에서 물려받는다. 따라서 B가 있는 염색체를 부계에서 물려받았다면, b가 있는 염색체는 모계에서 물려받은 것이다.

NoteBase

문 4. 그림은 우리 몸에서 일어나는 여러 가지 기관계의 상호작용을 나타낸 것이다. ㉠~㉣에 해당하는 각 기관계를 바르게 나열한 것은?



① ㉠: 소화계, ㉡: 순환계, ㉢: 호흡계, ㉣: 배설계

② ㉠: 소화계, ㉡: 호흡계, ㉢: 순환계, ㉣: 배설계

③ ㉠: 호흡계, ㉡: 배설계, ㉢: 순환계, ㉣: 소화계

④ ㉠: 순환계, ㉡: 호흡계, ㉢: 배설계, ㉣: 소화계

정답 2번

간단한 해설

㉡은 산소를 받아들이고 이산화 탄소를 내보내는 **호흡계**이다. ㉢은 이 산소와 소화계에서 흡수한 영양소를 혈액으로 조직세포에 전달하는 **순환계**이다.

NoteBase

대응 관계 해설

㉠ — 소화계: 음식물이 들어오고, 흡수되지 않은 물질은 몸 밖으로 나간다. 음식물을 소화하여 얻은 영양소와 물을 흡수하고, 이를 ㉢의 혈액으로 전달하므로 소화계이다. 밖으로 나가는 물질은 **소화관에서 흡수되지 않은 물질**이며, 조직세포에서 생긴 노폐물과 구별한다.

㉡ — 호흡계: 외부에서 산소를 받아들이고 이산화 탄소를 밖으로 내보낸다. ㉡에서 ㉢으로 향하는 산소의 화살표와 ㉢에서 ㉡으로 향하는 이산화 탄소의 화살표는 **호흡계와 혈액 사이의 기체 교환**을 나타낸다.

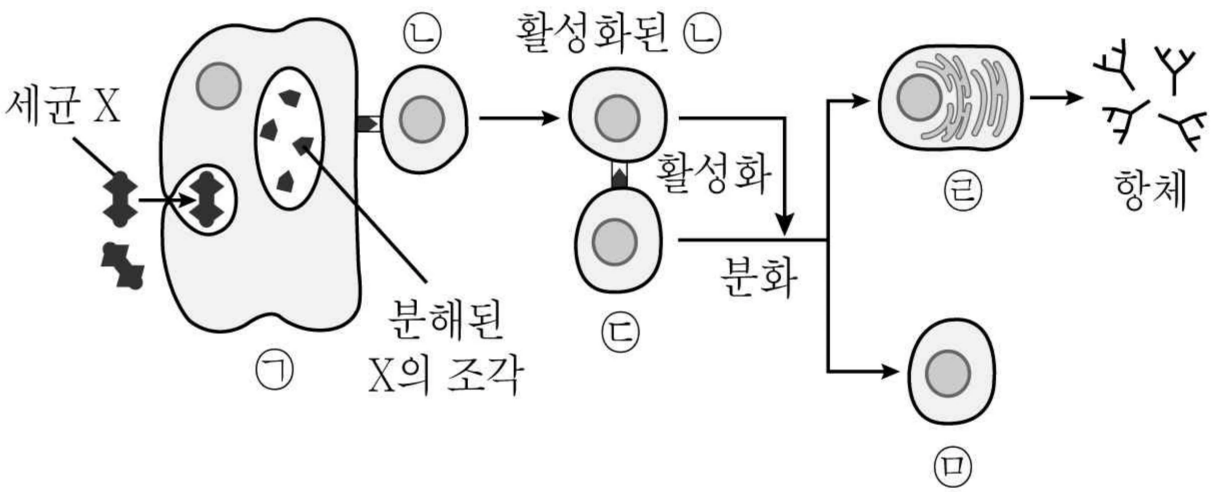
㉢ — 순환계: 소화계에서 흡수한 영양소와 물, 호흡계에서 받아들인 산소가 모이는 곳이다. 혈액을 통해 조직세포에 산소와 영양소를 공급하고, 조직세포에서 생긴 이산화 탄소는 호흡계로, 그 밖의 노폐물은 배설계로 운반한다. 이처럼 **기관계와 조직세포 사이에서 물질을 운반**하므로 순환계이다.

㉣ — 배설계: ㉢의 혈액에서 노폐물과 물을 받아 과잉의 물과 노폐물을 몸 밖으로 배출한다. 배설 과정에서 물의 일부는 **재흡수되어 혈액으로 돌아가므로**, ㉣에서 ㉢으로 향하는 물의 화살표도 나타난다.

㉠은 소화계, ㉡은 호흡계, ㉢은 순환계, ㉣은 배설계이며, 이 대응은 ②와 일치한다.

NoteBase

문 5. 그림은 세균 X가 인체에 침입하였을 때 일어나는 방어 작용 중 일부를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?



<보기>

A. ㉡은 ㉠이 제시한 항원을 인식한다.

B. ㉢은 식세포 작용을 한다.

C. ㉣에서 분비된 항체는 세균 X와 결합한다.

D. ㉤은 형질 세포이다.

① A, C

② B, D

③ A, B, C

④ B, C, D

정답 1번

간단한 해설

㉡은 ㉠이 제시한 항원을 인식하는 **보조 T 림프구**이고, ㉣은 항체를 분비하는 **형질 세포**이다. 이 항체는 세균 X의 항원에 특이적으로 결합한다.

NoteBase

보기별 해설

A. O: ㉠은 세균 X를 식세포 작용으로 섭취·분해하고 그 항원 조각을 세포 표면에 제시하는 대식세포이다. ㉡은 **제시된 항원을 인식하여 활성화되는 보조 T 림프구**로, 그림에서는 활성화된 뒤 ㉢의 활성화를 돕는다.

B. X: ㉢은 보조 T 림프구의 도움으로 활성화된 뒤 형질 세포와 기억 세포로 분화하는 **B 림프구**이다. 세균을 섭취·분해하는 식세포 작용을 하는 것은 그림 왼쪽의 ㉠인 대식세포이다.

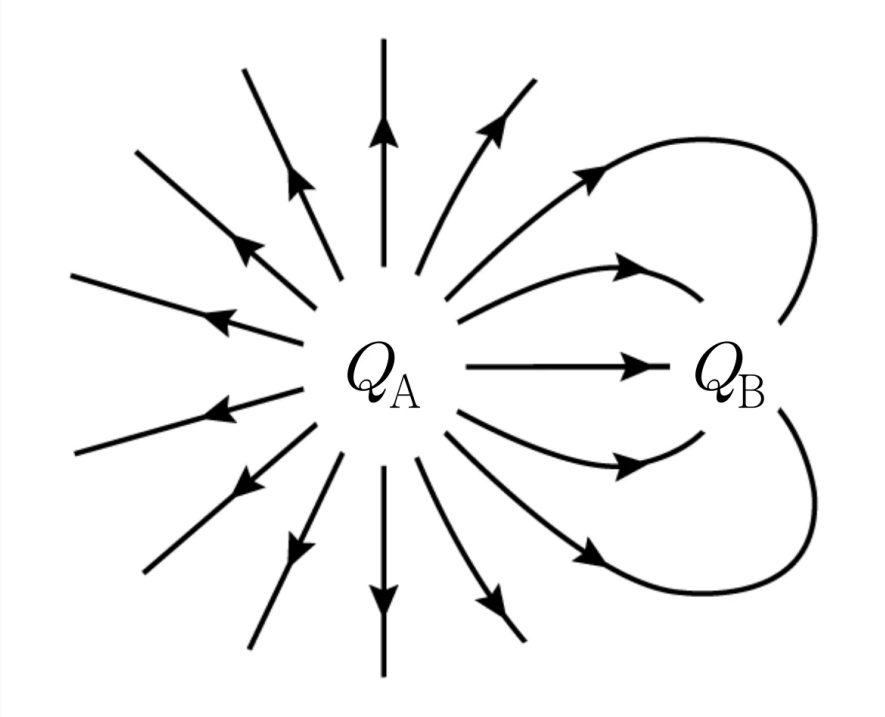
C. O: ㉣은 그림 오른쪽 위에서 항체를 분비하는 형질 세포이다. 세균 X의 항원에 반응한 B 림프구에서 분화하였으므로, 분비된 항체는 **세균 X의 항원에 특이적으로 결합**한다.

D. X: ㉤은 B 림프구가 분화하여 형성된 **기억 세포**이다. 같은 항원이 다시 침입하면 빠르게 증식·분화하여 면역 반응이 일어나도록 한다. 항체를 분비하는 형질 세포는 ㉤이 아니라 ㉣이다.

옳은 보기는 A와 C이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 6. 그림은 전하 Q_A와 Q_B 주위의 전기력선을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 양전하 Q_A의 전하량은 Q_B보다 2배 크다.

② 양전하 Q_A의 전하량은 Q_B보다 3배 크다.

③ 음전하 Q_A의 전하량은 Q_B보다 2배 크다.

④ 음전하 Q_A의 전하량은 Q_B보다 3배 크다.

정답 2번

간단한 해설

전기력선이 Q_A에서 나와 Q_B로 들어가므로 Q_A는 **양전하**이다. 각 전하에 연결된 전기력선은 15개와 5개이므로, Q_A의 전하량 크기는 Q_B의 **3배**이다.

NoteBase

계산 과정

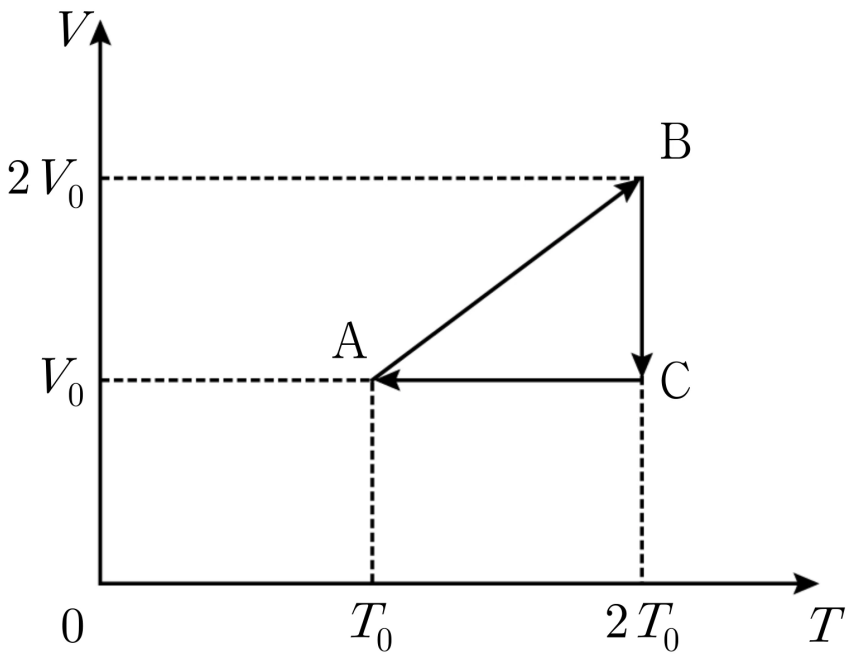
전하의 부호: 전기력선은 양전하에서 나와 음전하로 들어간다. 그림의 화살표는 Q_A에서 바깥쪽으로 향하고, 두 전하 사이에서는 Q_B 쪽으로 향한다. 따라서 Q_A**는 양전하,** Q_B**는 음전하**이다.

전기력선의 개수: Q_A에서 나오는 전기력선은 모두 15개이고, Q_B로 들어가는 전기력선은 5개이다. Q_A의 전기력선을 셀 때는 멀리 뻗어 나가는 10개뿐 아니라 Q_B**로 들어가는 5개도 포함**한다.

전하량의 크기 비교: 같은 그림에서 각 전하에 연결된 전기력선의 개수는 전하량의 절댓값에 비례한다. 따라서 $\frac{|Q_A|}{|Q_B|} = \frac{15}{5} = 3$이다. 즉, 양전하 Q_A의 전하량 크기가 음전하 Q_B의 전하량 크기의 3배라는 설명이므로 ②에 해당한다.

NoteBase

문 7. 그림은 어떤 이상 기체의 상태가 A→B→C→A로 변하는 과정에서 부피 V와 절대 온도 T의 값을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 변하는 과정 중에 이 기체의 입자수는 일정하다)



① A→B 과정에서 기체의 압력은 일정하다.

② B→C 과정에서 기체의 압력은 감소한다.

③ C→A 과정에서 기체는 외부에 일을 한다.

④ 기체 분자의 평균 운동 에너지는 B 상태가 C 상태보다 크다.

정답 1번

간단한 해설

A→B는 부피와 절대 온도가 같은 비율로 증가하는 과정이다. 입자수가 일정한 이상 기체의 압력은 p=(Nk_BT)/(V)이므로, **절대 온도와 부피의 비가 일정하면 압력도 일정하다**.

NoteBase

선지별 해설

그래프의 가로축은 절대 온도 T, 세로축은 부피 V이다. 각 상태는 A가 (T_0, V_0), B가 ($2T_0$, $2V_0$), C가 ($2T_0$, V_0)이다. 입자수 N이 일정하므로 이상 기체 상태 방정식 pV=Nk_ BT에서 압력 p는 $\frac{T}{V}$에 비례한다. 여기서 k_ B는 볼츠만 상수이다.

① O: A→B의 직선은 연장하면 원점을 지나므로 과정 내내 **부피가 절대 온도에 비례한다**. 따라서 $\frac{T}{V}$가 일정하고 압력도 일정하다. A와 B에서 이 비는 각각 $\frac{T_0}{V_0}$, $\frac{2T_0}{2V_0} = \frac{T_0}{V_0}$로 같다.

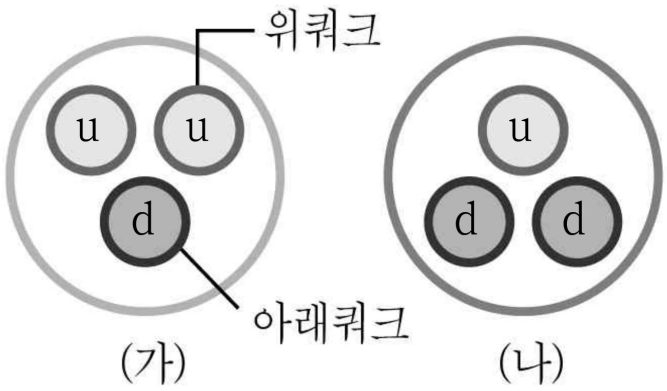
② X: B→C에서는 절대 온도가 $2T_0$로 일정한 채 부피가 $2V_0$에서 V_0로 감소한다. 온도가 일정하면 압력은 부피에 반비례하므로, 압력은 감소하는 것이 아니라 **2배로 증가한다**.

③ X: C→A에서는 절대 온도가 낮아지지만 부피는 V_0로 일정하다. 기체가 팽창하거나 압축될 때 부피 변화에 따라 일을 주고받으므로, **부피 변화가 없는 이 과정에서 기체가 외부에 하는 일은 0**이다.

④ X: 이상 기체 분자의 평균 운동 에너지는 **절대 온도에 비례한다**. B와 C의 절대 온도는 모두 $2T_0$이므로, 두 상태에서 분자의 평균 운동 에너지는 같다. 부피가 다르다는 사실만으로 평균 운동 에너지가 달라지지는 않는다.

NoteBase

문 8. 그림의 (가), (나)는 각각 세 개의 쿼크가 결합되어 이루어진 핵자를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



종류	기호	상대 전하량
위쿼크	u	$+\frac{2}{3}$
아래쿼크	d	$-\frac{1}{3}$

① (가)는 양성자이다.

② (나)의 상대 전하량은 0이다.

③ (나)는 우라늄의 핵분열 시 방출되는 물질이다.

④ 원자핵에서 (가)와 (나)를 결합시키는 힘은 전자기력이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '전자기력'은 **강한 상호작용에 의한 핵력**으로 고쳐야 한다. 핵력은 원자핵 안의 양성자와 중성자를 결합시키며, 양성자 사이의 전기력은 서로 밀어내는 방향으로 작용한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 그림의 (가)는 위쿼크 u 2개와 아래쿼크 d 1개로 이루어져 있다. 이처럼 **uud로 구성된 핵자**는 양성자이다. 표의 쿼크 전하량을 더하면 상대 전하량은 $\frac{2}{3}+\frac{2}{3}-\frac{1}{3}=+1$이다.

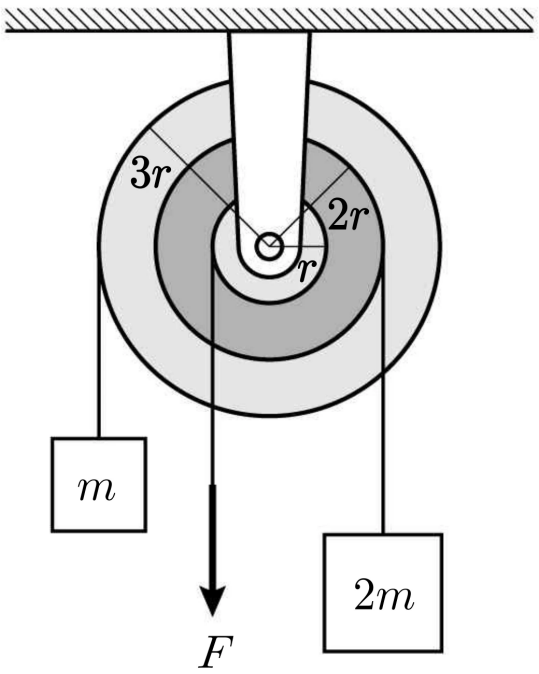
② O: 그림의 (나)는 위쿼크 u 1개와 아래쿼크 d 2개로 이루어진 중성자이다. 상대 전하량은 $\frac{2}{3}-\frac{1}{3}-\frac{1}{3}=0$이므로 **전기적으로 중성**이다. 구성 쿼크 각각은 전하를 띠지만, 전하량의 합은 0이다.

③ O: (나)는 중성자이며, 우라늄의 핵분열에서는 더 작은 원자핵들과 함께 **중성자가 방출**된다. 방출된 중성자가 다른 우라늄 원자핵의 핵분열을 일으키면 연쇄 반응이 이어질 수 있다.

④ X: 원자핵에서 양성자인 (가)와 중성자인 (나)를 결합시키는 힘은 전자기력이 아니라 **강한 상호작용에 의한 핵력**이다. 핵력은 원자핵 크기의 짧은 거리에서 핵자들을 묶어 준다. 양성자들은 같은 양전하를 띠므로 서로 전기적으로 밀어내며, 이 척력을 이겨 내고 원자핵을 유지하는 데 핵력이 작용한다.

NoteBase

문 9. 반지름이 각각 r, 2r, 3r인 바퀴로 만든 축바퀴를 연직으로 매달았다. 그림과 같이 줄을 이용하여 반지름이 2r, 3r인 바퀴에 질량이 각각 2m, m인 물체를 매달고, 반지름이 r인 바퀴에는 연직 아래 방향으로 힘 F를 가했다. 두 물체가 정지 상태를 유지하는 힘 F의 크기는? (단, 축바퀴의 질량, 줄의 질량, 모든 마찰은 무시하며 줄은 늘어나지 않고 g는 중력 가속도이다)



① mg

② 2mg

③ 3mg

④ 4mg

정답 1번

간단한 해설

정지하려면 **시계 방향과 반시계 방향의 돌림힘이 같아야 한다**. 두 추가 만드는 돌림힘의 차이는 mgr이므로, 반지름 r인 바퀴에 가하는 힘은 F = mg이다.

NoteBase

계산 과정

줄의 장력: 각 물체가 정지해 있으므로 물체에 작용하는 위쪽 장력과 아래쪽 중력이 평형을 이룬다. 따라서 질량 2m인 물체의 줄은 2mg, 질량 m인 물체의 줄은 mg의 힘으로 바퀴를 아래로 당긴다.

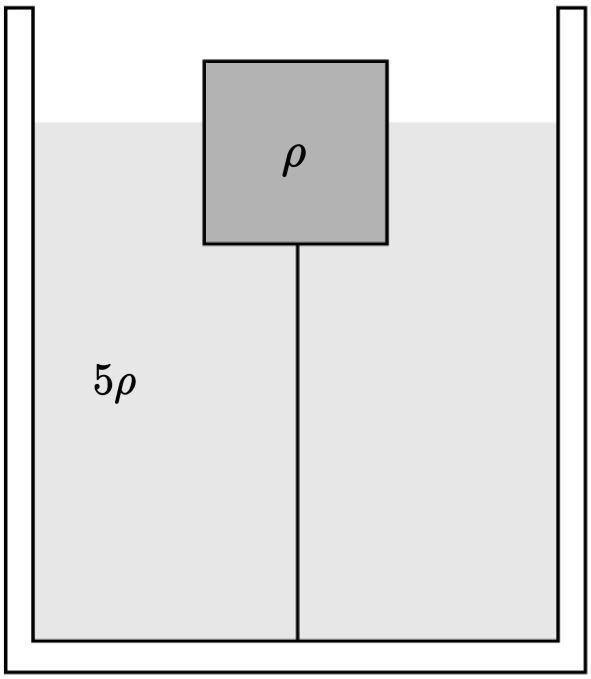
돌림힘의 크기와 방향: 돌림힘은 물체를 회전시키는 효과이며, 힘이 반지름에 수직으로 작용할 때 그 크기는 **힘 × 반지름**이다. 그림에서 오른쪽의 2mg는 시계 방향으로 $2mg \cdot 2r = 4mgr$의 돌림힘을 만든다. 왼쪽의 mg와 F는 모두 반시계 방향으로 작용하며, 각각의 돌림힘은 $mg \cdot 3r = 3mgr$, $F \cdot r = Fr$이다.

평형식과 계산: 축바퀴가 정지하려면 **축에 대한 돌림힘의 합이 0**이어야 한다. 축이 바퀴를 지지하는 힘은 회전축에 작용하므로 이 축에 대한 돌림힘이 없다. 따라서 시계 방향과 반시계 방향의 돌림힘을 같게 놓으면 $4mgr = 3mgr + Fr$이다. 두 추가 만드는 돌림힘의 차이 mgr를 F가 만드는 돌림힘이 채워야 하므로 $Fr = mgr$, $F = mg$를 얻는다.

결과: 필요한 힘의 크기는 질량 m인 물체의 무게와 같은 mg로, ①의 값과 일치한다. m을 kg, g를 m/s^2로 나타내면 힘 F의 단위는 N이다.

NoteBase

문 10. 그림은 밀도가 ρ인 물체가 밀도가 5ρ인 정지 액체에 부피의 $\frac{2}{3}$가 잠겨 정지 상태를 유지하고 있는 모습이다. 물체에 매여진 줄은 용기 바닥에 고정되어 있다. 물체에 작용하는 중력의 크기를 F라고 할 때, 줄이 물체를 당기는 힘의 크기는? (단, 줄의 질량과 부피, 물체와 액체 사이의 전기적인 상호작용은 무시한다)



① $\frac{5}{3}F$

② 2F

③ $\frac{7}{3}F$

④ $\frac{10}{3}F$

정답 3번

간단한 해설

물체가 정지해 있으므로 위쪽으로 작용하는 부력은 **중력과 줄이 아래로 당기는 힘의 합**과 같다. 부력은 $\frac{10}{3}F$ 이므로, 줄이 당기는 힘은 여기서 중력 F를 뺀 $\frac{7}{3}F$이다.

NoteBase

계산 과정

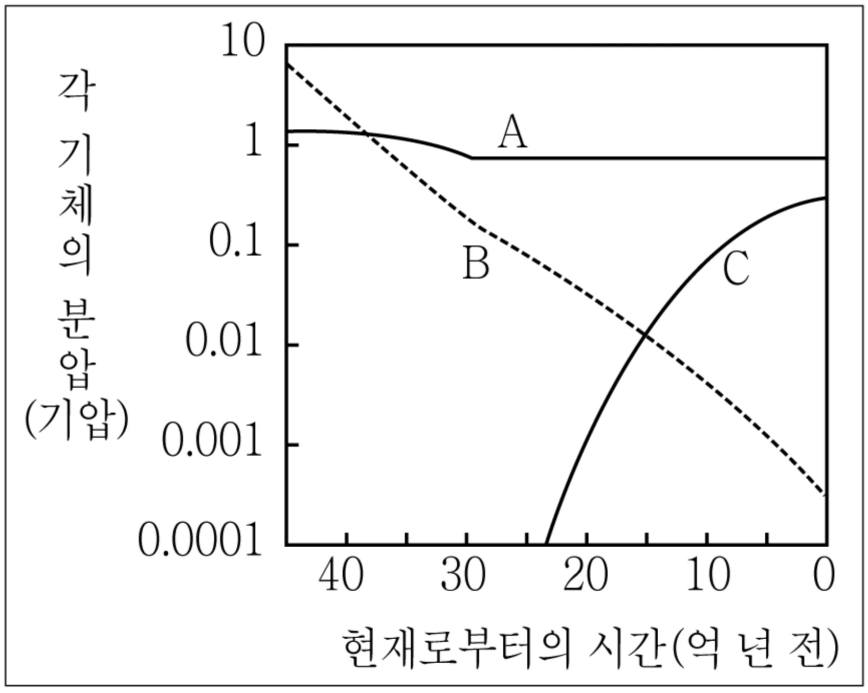
물체의 전체 부피를 V, 중력 가속도를 g라 하면 물체의 질량은 ρV이므로 중력은 $F = \rho V g$이다. 액체에 잠긴 부피는 $\frac{2}{3}V$이다.

부력의 크기 B는 물체가 밀어낸 액체의 무게와 같다. 따라서 **물체 전체 부피가 아니라 잠긴 부피**에 액체의 밀도를 곱해 계산한다. 액체의 밀도가 5ρ이므로 $B = 5\rho \cdot \frac{2}{3}V \cdot g$이다. 여기에 $\rho V g = F$를 대입하면 $B = \frac{10}{3}F$로, 부력은 물체에 작용하는 중력보다 크다.

그림에서 줄은 물체 아래쪽과 용기 바닥을 연결하므로 물체를 **아래쪽으로 당긴다**. 줄이 당기는 힘의 크기를 T라 하면, 정지 상태의 힘의 평형에 의해 $B = F + T$이다. 따라서 $T = B - F = \frac{10}{3}F - F = \frac{7}{3}F$이며, 이는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 11. 그림의 A~C는 지구 생성 이후부터 현재까지의 대기 조성 중 질소, 산소, 이산화탄소의 양적인 변화를 순서 없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은?



① A는 지구온난화에 가장 많은 영향을 미치는 기체이다.

② B는 지질시대를 거치면서 해수에 용해되거나 광합성에 의해 감소하였다.

③ C의 증가는 주로 화산 활동이 활발해진 것에 기인한다.

④ 현재로부터 약 24억 년 전에는 육지에 생물이 번성하였다.

정답 2번

간단한 해설

그림에서 시간이 흐를수록 감소하는 B는 **이산화탄소**이다. 이산화탄소는 **해수에 용해**되거나 광합성의 원료로 소비되면서 대기 중의 양이 감소하였다.

NoteBase

선지별 해설

가로축은 왼쪽이 과거, 오른쪽이 현재이며, 세로축은 각 기체가 대기압에 기여하는 압력인 분압을 나타낸다. 현재 분압이 가장 크고 오랫동안 비교적 일정한 A는 질소, 과거부터 크게 감소한 B는 이산화탄소, 약 24억 년 전부터 증가하는 C는 산소이다.

① X: A는 질소이다. 질소는 현재 대기에서 가장 큰 비중을 차지하지만, **대기 중에 많다는 사실이 온난화에 미치는 영향이 크다는 뜻은 아니다**. 지표가 방출하는 적외선을 흡수하여 온실효과를 일으키는 대표적인 기체는 이산화탄소와 수증기 등이며, 질소는 지구온난화의 주된 온실기체가 아니다.

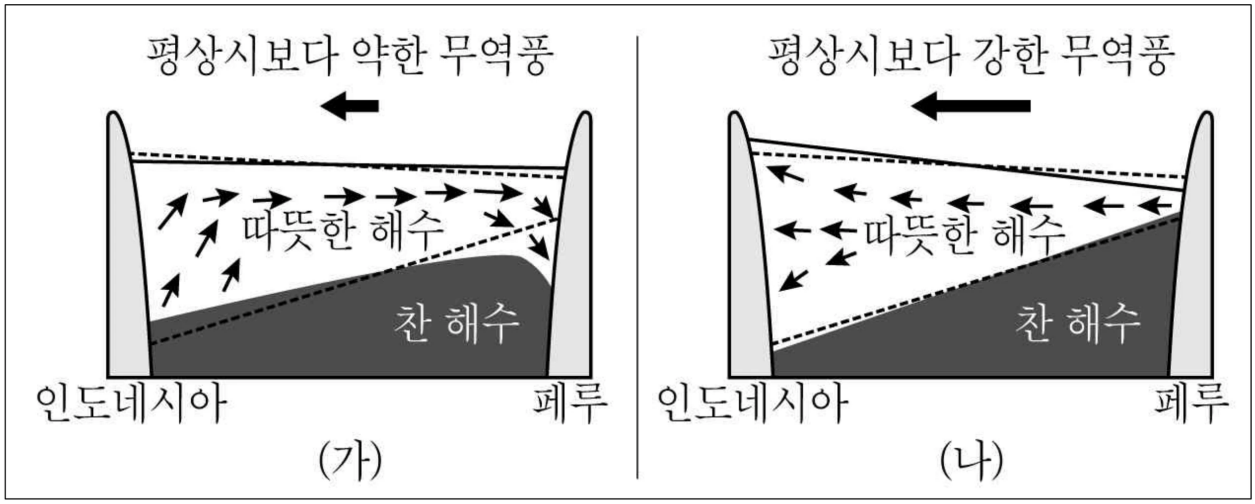
② O: B는 이산화탄소이다. 바다가 형성된 뒤 이산화탄소의 일부가 해수에 녹아 대기에서 제거되었고, 광합성 생물은 이산화탄소를 원료로 사용하여 유기물을 만들었다. 따라서 **해수 용해와 광합성에 의한 소비**는 그림에서 B의 분압이 장기적으로 감소한 원인에 해당한다.

③ X: C는 산소이며, 그 증가의 주된 원인은 **광합성 생물의 산소 방출**이다. 남세균 등의 광합성으로 만들어진 산소가 바다와 대기에 공급되면서 대기 중 산소가 축적되었다. 화산 활동은 수증기·이산화탄소 등을 공급하지만, 대기 중 산소 증가의 주된 원인은 아니다.

④ X: 약 24억 년 전은 바다의 광합성 미생물이 만든 산소가 대기에 본격적으로 축적되기 시작한 무렵이다. 그림에서도 이 시기 C의 분압은 매우 낮다. 이때 육지에 생물이 번성한 것이 아니라, 육상 생물이 본격적으로 진출하고 번성한 것은 **훨씬 뒤인 고생대**이다.

NoteBase

문 12. 그림은 무역풍의 변화에 따른 태평양의 적도 부근 해수의 연직 단면을 나타낸 모식도이다. 점선은 평상시 해수의 경계를 나타낸다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① (가)는 엘니뇨, (나)는 라니냐에 해당한다.

② 적도 태평양의 동서 지상 기압차는 (가)보다 (나)에서 더 크다.

③ (가)의 경우 페루 지역에서는 가뭄이 발생한다.

④ (가)와 (나) 모두 기상 이변의 원인이 된다.

정답 3번

간단한 해설

(가)의 엘니뇨 때는 페루 연안의 해수면 온도가 높아져 상승 기류와 구름 형성이 활발해진다. 따라서 페루에서는 가뭄보다 **강수량 증가와 홍수**가 나타나기 쉽다.

NoteBase

선지별 해설

① O: (가)는 무역풍이 평상시보다 약해져 서태평양의 따뜻한 해수가 동쪽으로 이동하고, 페루 쪽에서 따뜻한 해수층이 두꺼워진 모습이다. 이는 **엘니뇨**에 해당한다. (나)는 무역풍이 강해져 따뜻한 해수가 인도네시아 쪽에 더 쌓이고 페루 연안에서 찬 해수의 용승이 강해지는 **라니냐**에 해당한다.

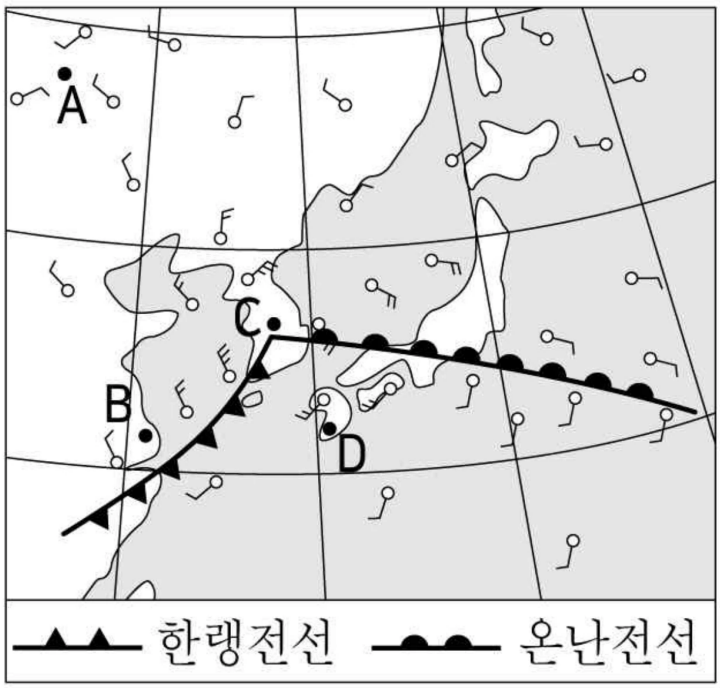
② O: 적도 태평양에서는 대체로 서쪽의 기압이 낮고 동쪽의 기압이 높아, 지상에서 동쪽에서 서쪽으로 무역풍이 분다. 라니냐인 (나)에서는 이러한 **동서 지상 기압차가 커져** 무역풍이 강해지고, 엘니뇨인 (가)에서는 기압차가 작아져 무역풍이 약해진다. 따라서 기압차는 (가)보다 (나)에서 더 크다.

③ X: (가)에서는 페루 연안의 찬 해수 용승이 약해지고 따뜻한 해수층이 두꺼워져 해수면 온도가 높아진다. 이에 따라 증발과 상승 기류가 활발해져 **강수량이 증가**하므로, 페루 지역에서는 가뭄이 아니라 집중호우와 홍수가 발생할 수 있다. 엘니뇨 때 가뭄이 나타나기 쉬운 곳은 따뜻한 해수가 줄어들고 상승 기류가 약해지는 인도네시아 등 서태평양 지역이다.

④ O: 엘니뇨와 라니냐는 모두 적도 태평양의 해수면 온도 분포와 대기 순환을 평상시와 다르게 만든다. 그 영향으로 강수대와 강수량 등이 달라져 여러 지역에서 **가뭄·홍수 등 기상 이변**이 나타날 수 있다.

NoteBase

문 13. 그림은 어느 날 우리나라 주변의 전선과 바람 분포(구름 정보 기입 생략)를 나타낸 것이다. A ~ D 지역에 대한 설명으로 옳은 것은?



① A 지역은 상승 기류가 나타난다.

② B 지역은 날씨가 맑고 따뜻하다.

③ C 지역의 기압이 가장 낮다.

④ D 지역은 넓은 구역에 걸쳐 이슬비가 지속적으로 내린다.

정답 3번

간단한 해설

C 부근은 한랭전선과 온난전선이 만나는 **온대 저기압의 중심부**이다. 북반구의 지상 저기압에서는 바람이 반시계 방향으로 불어 들어오며, 중심부의 기압이 주변보다 낮다.

NoteBase

선지별 해설

① X: A 주변의 바람은 시계 방향으로 불어 나가는 고기압성 분포를 보인다. 지상 고기압에서는 공기가 주변으로 퍼져 나가고 위에서 공기가 내려오므로, 상승 기류가 아니라 **하강 기류**가 나타난다.

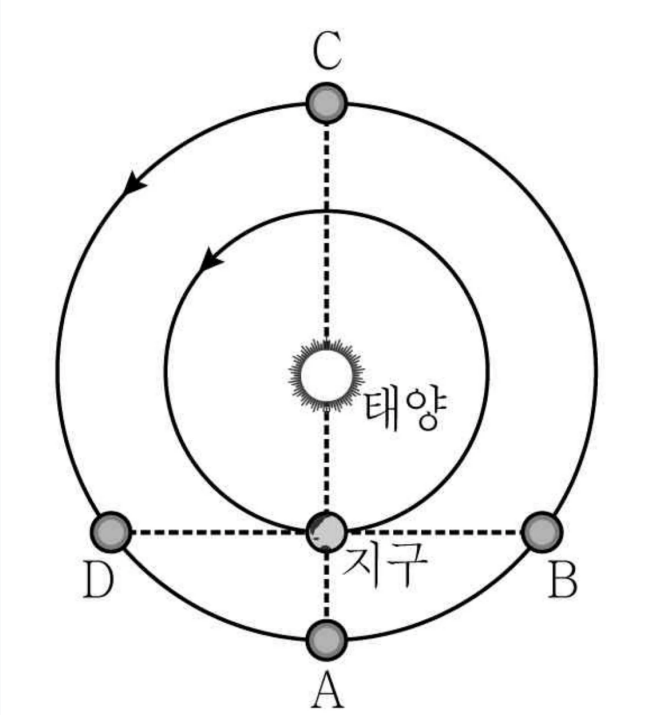
② X: B는 한랭전선의 뒤쪽에 있으며, 북서풍이 부는 찬 공기 영역이다. 한랭전선이 통과한 뒤에는 대체로 날씨가 개지만 기온은 내려가므로, '맑고 따뜻하다'가 아니라 **대체로 맑고 차갑다**로 고친다.

③ O: C는 두 전선이 만나는 온대 저기압의 중심부에 해당한다. 주변의 바람도 반시계 방향으로 불어 들어오는 저기압성 분포를 보인다. 저기압은 주변보다 기압이 낮은 곳이므로 **A~D 중 C의 기압이 가장 낮다**.

④ X: D는 한랭전선의 앞쪽이면서 온난전선의 남쪽에 있는 **따뜻한 공기 영역**이다. 따뜻한 공기가 찬 공기 위로 완만하게 올라가 넓은 구역에 지속적인 비를 내리는 곳은 온난전선 앞쪽의 찬 공기 영역이다. D는 그 강수 구역에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 14. 다음은 태양, 화성, 지구의 상대적인 위치를 나타낸 모식도이다. 화성이 A□D에 위치할 때, 지구에서 관측한 화성에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 화살표는 화성과 지구가 공전하는 반시계 방향을 나타낸다)



① A의 경우 다음날 화성의 적경은 증가한다.

② B의 경우 다음날 태양에 대한 화성의 이각은 커진다.

③ C의 경우 가장 밝게 보인다.

④ D의 경우 자정부터 새벽까지 관측할 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

B는 화성이 태양보다 서쪽으로 90° 떨어진 서구의 위치이다. 지구가 화성보다 빠르게 공전하여 충을 향해 가므로, 다음날에는 태양과 화성 사이의 각거리인 **이각이 커진다**.

NoteBase

선지별 해설

① X: A에서는 태양–지구–화성이 차례로 놓여 화성이 태양의 반대 방향에 보이는 충이 된다. 이 무렵에는 안쪽 궤도를 더 빠르게 도는 지구가 화성을 추월하여, 화성이 별들을 배경으로 동쪽에서 서쪽으로 움직이는 **역행**이 나타난다. 적경은 하늘에서 동쪽으로 갈수록 증가하므로, 다음날 화성의 적경은 증가하는 것이 아니라 감소한다.

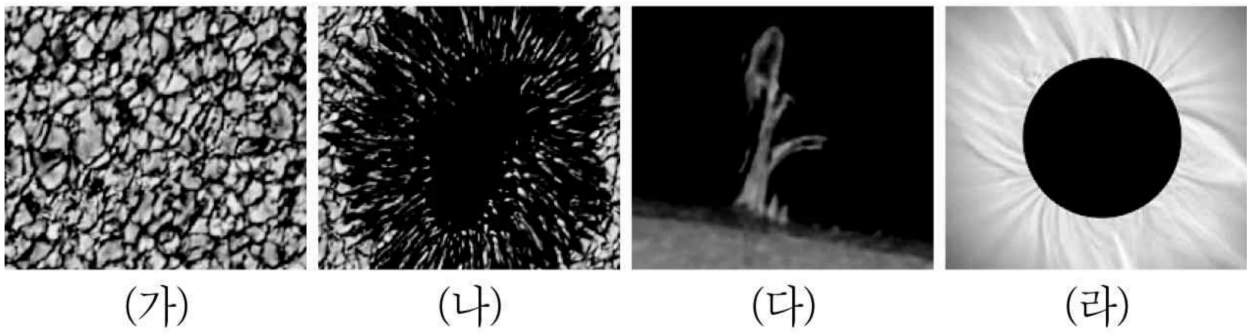
② O: B에서는 지구에서 태양을 향한 방향과 화성을 향한 방향이 직각이며, 화성은 태양보다 서쪽에 있는 서구에 해당한다. 이각은 지구에서 본 태양과 천체 사이의 각거리이다. 지구가 화성보다 빠르게 공전하므로 B의 배치에서는 이후 충에 가까워지며, **이각이 90°에서 180°를 향해 커진다**.

③ X: C에서는 태양이 지구와 화성 사이에 놓이는 합이 되어 지구와 화성 사이의 거리가 멀다. 화성이 가장 밝게 보이는 위치는 C가 아니라 **지구와 가장 가까운 A의 충**이다. A에서는 화성의 햇빛을 받는 면도 지구 쪽을 향한다.

④ X: D는 화성이 태양보다 동쪽으로 90° 떨어진 동구의 위치이다. 화성은 태양보다 약 6시간 늦게 뜨고 지므로, 대략 정오에 떠서 자정에 진다. 따라서 관측하기 좋은 시간은 자정부터 새벽이 아니라 **해가 진 뒤부터 자정 무렵까지**이다.

NoteBase

문 15. 다음은 태양의 광구와 그 상층의 활동성을 보여주는 사진이다. 각 현상에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



① (가)는 태양의 대류 현상에 의한 것이다.

② (나)의 어두운 부분은 주위보다 온도가 높다.

③ (다)는 채층을 뚫고 나온 고온의 가스이다.

④ (라)의 가스는 광구보다 밀도가 낮고 어둡다.

정답 2번

간단한 해설

(나)의 흑점은 주변 광구보다 **온도가 낮아** 어둡게 보인다. 따라서 '주위보다 온도가 높다'는 설명은 온도 관계를 반대로 서술한 것이다.

선지별 해설

① O: (가)의 작은 알갱이들이 모인 무늬는 광구의 쌀알 무늬이다. 뜨거운 가스가 상승하는 부분은 밝게, 식은 가스가 하강하는 경계는 어둡게 보이므로 **대류 운동**에 의해 생긴다.

② X: (나)에서 가운데가 어둡게 보이는 부분은 흑점이다. 흑점에서는 강한 자기장이 대류에 의한 에너지 전달을 억제하여 **주변 광구보다 온도가 낮다**. 이 온도 차이 때문에 상대적으로 어둡게 보이므로, '온도가 높다'를 '온도가 낮다'로 고쳐야 한다.

③ O: (다)처럼 태양 가장자리에서 불꽃 모양으로 솟아 있는 현상은 홍염이다. 고온의 가스가 채층 위로 뻗어 코로나 속에 형성된 구조이며, **자기장의 영향을 받아** 고리나 기둥 모양을 이룬다. 여기서 고온이라는 말이 주변 코로나보다 온도가 높다는 뜻은 아니다.

④ O: (라)에서 태양이 가려진 부분 바깥으로 희게 퍼져 보이는 영역은 코로나이다. 코로나는 광구보다 밀도가 매우 낮고 **가시광선에서 훨씬 희미하다**. 평소에는 밝은 광구 빛에 가려지지만, 광구가 가려지면 사진처럼 관측할 수 있다. 코로나가 희미하다는 것은 온도가 낮다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 16. 화학 반응식 (가) ~ (다)에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?

(가) $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$
(나) $NH_3(g) + H_2O(l) \rightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$
(다) $H_2SO_4(aq) + H_2O(l) \rightarrow HSO_4^-(aq) + H_3O^+(aq)$
<보기>
ㄱ. (가)에서 HCl은 아레니우스 산이다.
ㄴ. (나)에서 NH_3는 브뢴스테드-로우리 염기이다.
ㄷ. (다)에서 H_2O는 루이스 산이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

(다)에서 H_2O는 H^+에 **비공유 전자쌍을 제공**하여 H_3O^+가 된다. 따라서 루이스 산이 아니라 **루이스 염기**로 작용한다.

보기별 해설

ㄱ. O: 아레니우스 산은 물에 녹아 **수소 이온(H^+)의 농도를 증가시키는 물질**이다. (가)에서 HCl은 물에서 이온화하여 H^+를 내놓으므로 아레니우스 산이다. 이 H^+가 NaOH에서 나온 OH^-와 반응하여 물을 만든다.

ㄴ. O: 브뢴스테드-로우리 염기는 **양성자(H^+)를 받는 물질**이다. (나)에서 NH_3는 H_2O로부터 H^+를 받아 NH_4^+가 된다. 따라서 NH_3는 염기이고, H^+를 내놓아 OH^-가 되는 H_2O는 이 반응에서 산으로 작용한다.

ㄷ. X: 루이스 산은 전자쌍을 받는 물질이고, 루이스 염기는 전자쌍을 제공하는 물질이다. (다)에서 H_2O는 산소의 비공유 전자쌍을 H_2SO_4에서 전달되는 H^+에 제공하여 H_3O^+를 형성한다. 따라서 H_2O는 **루이스 염기**이며, 이때 전자쌍을 받는 H^+가 루이스 산으로 작용한다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄴ이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase

문 17. 화학 반응식 (가)와 (나)에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, a, b, c와 x, y, z는 각각 화학 반응식의 계수이다)

(가) $aC_8H_{18} + \frac{25}{2}O_2 \rightarrow bCO_2 + cH_2O$
(나) $xC_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow yCO_2 + zH_2O$

① a는 x보다 작다.

② (b+c)는 (y+z)보다 크다.

③ (나)에서 $C_6H_{12}O_6$는 환원된다.

④ (가)에서 C_8H_{18}는 불포화 탄화수소이다.

정답 2번

간단한 해설

각 원소의 원자 수가 보존되도록 계수를 맞추면 **생성물 계수의 합**은 (가)에서 17, (나)에서 12이다. 따라서 (b+c)가 (y+z)보다 크다.

선지별 해설

화학 반응식의 계수는 반응 전후에 각 원소의 원자 수가 같도록 정한다. (가)에서 탄소와 수소의 원자 수를 맞추면 $b = 8a$, $c = 9a$이다. 반응물의 산소 원자는 25개이고 생성물의 산소 원자는 $2b + c = 25a$개이므로 a = 1, b = 8, c = 9이다. (나)에서는 $y = 6x$, $z = 6x$이다. 포도당에 포함된 산소까지 세면 반응물의 산소 원자는 $6x + 12$개, 생성물은 $2y + z = 18x$개이다. 따라서 $6x + 12 = 18x$에서 x = 1, y = 6, z = 6이다.

① X: 두 반응식에서 a = 1, x = 1이므로 **a와 x는 같다**. a가 x보다 작다는 설명은 틀리다.

② O: (가)에서 b+c = 8+9 = 17이고, (나)에서 y+z = 6+6 = 12이다. 따라서 **(b+c)가 (y+z)보다 크다**.

③ X: 포도당 $C_6H_{12}O_6$가 산소와 반응하여 이산화 탄소와 물이 되는 과정에서 포도당은 **산화된다**. 포도당 속 탄소의 평균 산화수는 0이고, CO_2 속 탄소의 산화수는 +4이므로 탄소의 산화수가 증가한다. 환원되는 물질은 산소 O_2이다.

④ X: C_8H_{18}은 **포화 탄화수소인 알케인**이다. 탄소 수가 n인 사슬형 알케인의 일반식은 C_nH_{2n+2}이며, n = 8일 때 수소 수는 18이다. 포화 탄화수소는 탄소 사이에 단일 결합만 가지며, 불포화 탄화수소는 탄소 사이에 이중 결합이나 삼중 결합을 가진다.

NoteBase

문 18. 삼플루오린화 붕소(BF_3)와 암모니아(NH_3)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 두 분자 모두 평면형 구조이다.

② 두 분자 모두 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없다.

③ 삼플루오린화 붕소의 결합각은 암모니아의 결합각보다 작다.

④ 삼플루오린화 붕소는 무극성 분자이고, 암모니아는 극성 분자이다.

정답 4번

간단한 해설

삼플루오린화 붕소는 평면 삼각형 구조여서 세 결합의 쌍극자 모멘트가 **서로 상쇄**된다. 암모니아는 삼각뿔 구조여서 결합의 쌍극자 모멘트가 **상쇄되지 않으므로 극성**을 띤다.

선지별 해설

① X: 삼플루오린화 붕소(BF_3)는 중심 B 원자에 결합 전자쌍 3개가 있고 비공유 전자쌍은 없어, 네 원자가 한 평면에 놓이는 평면 삼각형 구조이다. 반면 암모니아(NH_3)는 중심 N 원자에 결합 전자쌍 3개와 비공유 전자쌍 1개가 있어 **삼각뿔 구조**를 이룬다. 따라서 두 분자 모두 평면형인 것은 아니다.

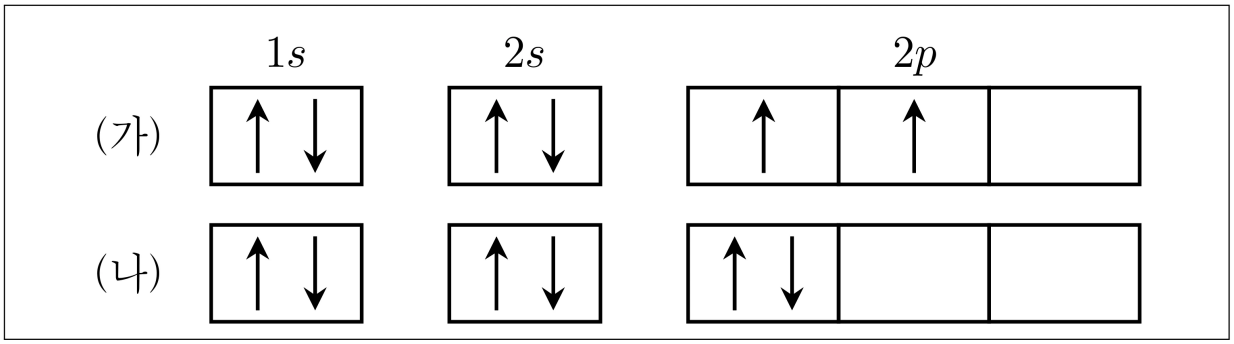
② X: B 원자의 원자가 전자는 3개이며, BF_3에서는 F 원자 3개와 각각 단일 결합을 형성하여 중심 원자에 비공유 전자쌍이 남지 않는다. N 원자의 원자가 전자는 5개이며, NH_3에서는 H 원자 3개와 각각 단일 결합을 형성하고 남은 전자 2개가 **비공유 전자쌍 1개**를 이룬다. 중심 원자에 비공유 전자쌍이 없는 분자는 BF_3이다.

③ X: BF_3는 결합 전자쌍 3개가 서로 최대한 멀리 떨어진 평면 삼각형 구조이므로 결합각이 120°이다. NH_3에서는 비공유 전자쌍이 결합 전자쌍보다 강하게 반발하여 N–H 결합들을 밀어내므로, H–N–H 결합각이 정사면체의 결합각인 약 109.5°보다 작은 약 107°가 된다. 따라서 결합각은 **BF_3가 NH_3보다 크다**.

④ O: F는 B보다, N은 H보다 전기음성도가 크므로 B–F 결합과 N–H 결합은 모두 극성 공유 결합이다. 그러나 분자의 극성은 **결합의 쌍극자 모멘트를 방향까지 고려하여 합한 결과**로 판단한다. BF_3는 같은 세 결합이 평면에서 120° 간격으로 대칭적으로 배치되어 쌍극자 모멘트의 합이 0이므로 무극성 분자이다. NH_3는 삼각뿔 구조여서 세 결합의 쌍극자 모멘트가 서로 상쇄되지 않으므로 극성 분자이다.

NoteBase

문 19. 다음 그림의 (가)와 (나)는 탄소 원자의 가능한 전자 배치를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 <보기>에서 옳은 것만을 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. (가)에서 원자가 전자는 2개이다.

ㄴ. (가)의 전자 배치는 (나)의 전자 배치보다 안정하다.

ㄷ. (가)에서 전자가 들어있는 오비탈의 수는 4개이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

같은 에너지의 2p 오비탈에는 전자가 먼저 **서로 다른 오비탈에 같은 스핀으로 하나씩** 들어갈 때 안정하다. (가)는 이 훈트 규칙을 따르지만, (나)는 빈 2p 오비탈이 있는데도 한 오비탈에 전자쌍을 이루고 있다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. X: 원자가 전자는 가장 바깥 전자껍질에 있는 전자이다. (가)에서는 두 번째 전자껍질의 2s에 2개, 2p에 2개가 있으므로 **원자가 전자는 4개**이다. 전자쌍을 이루지 않은 홀전자는 2개이므로 원자가 전자 수와 구별해야 한다.

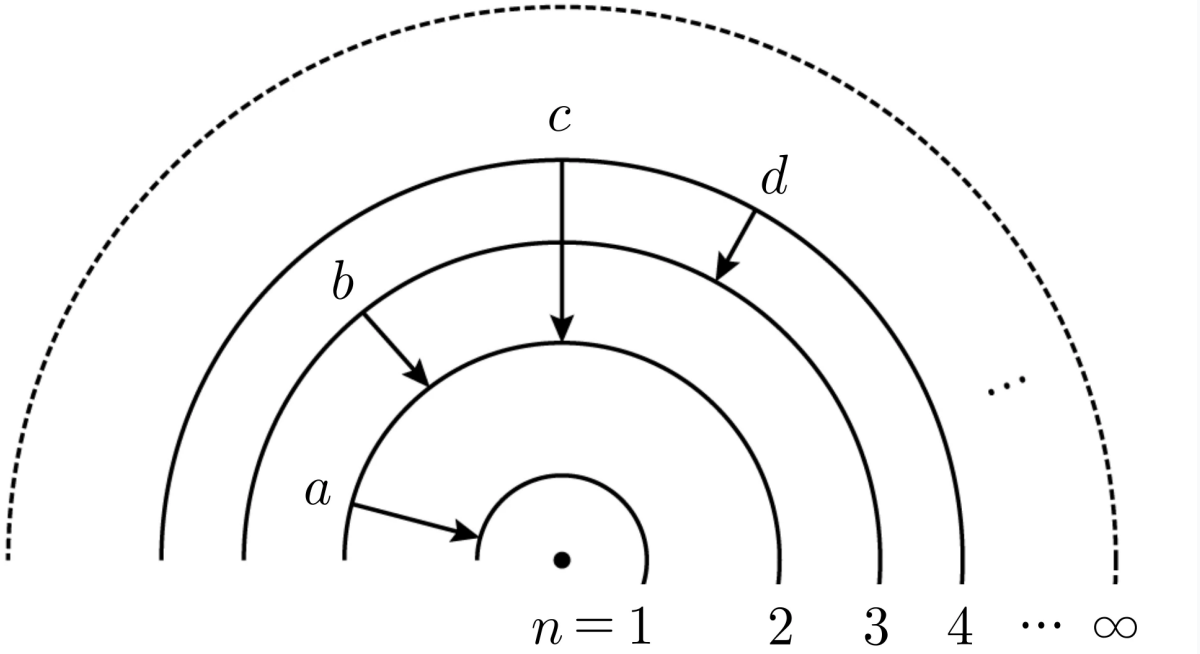
ㄴ. O: 훈트 규칙에 따르면 에너지가 같은 오비탈에 전자가 들어갈 때는 가능한 한 **서로 다른 오비탈에 같은 스핀으로 하나씩** 배치되는 것이 안정하다. (가)의 2p 전자 2개는 서로 다른 두 칸에 같은 방향의 화살표로 표시되어 이 규칙을 따른다. (나)는 두 전자가 한 2p 오비탈에 짝지어 있으므로, (가)가 (나)보다 에너지가 낮고 안정하다.

ㄷ. O: 그림의 네모 한 칸은 오비탈 하나를, 화살표 하나는 전자 하나를 나타낸다. (가)에서 전자가 들어 있는 칸은 1s에서 1개, 2s에서 1개, 2p에서 2개이므로 모두 4개이다. **전자가 2개 들어 있는 칸도 오비탈 하나**로 센다.

옳은 보기는 ㄴ, ㄷ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 20. 다음 그림에서 a□d는 보어의 수소 원자 모형에서 일어나는 몇 가지 전자 전이를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, 수소 원자의 주양자수(n)에 따른 에너지 준위(E□)는 $-\frac{A}{n^2}$ kJ/mol(A는 상수)이다)



① a에서 방출하는 에너지는 c에서 방출하는 에너지의 3배이다.

② a□d 중 방출하는 빛의 파장은 d에서 가장 짧다.

③ 수소의 이온화 에너지는 A kJ/mol이다.

④ b에서 방출하는 빛은 자외선 영역에서 관찰된다.

정답 3번

간단한 해설

이온화 에너지는 **바닥상태의 전자를 원자에서 완전히 떼어 내는 데 필요한 에너지**이다. 수소 원자는 n = 1에서 에너지가 −A kJ/mol이고 전자가 완전히 떨어져 나간 상태에서는 0이므로, 필요한 에너지는 A kJ/mol이다.

NoteBase

선지별 해설

그림의 화살표는 a가 n = 2 → 1, b가 n = 3 → 2, c가 n = 4 → 2, d가 n = 4 → 3인 전이를 나타낸다. 전자가 낮은 에너지 준위로 내려갈 때 두 준위의 에너지 차이만큼 빛을 방출한다. 방출 에너지는 전이 전 에너지에서 전이 후 에너지를 뺀 값이다.

① X: a의 방출 에너지는 $-\frac{A}{4} - (-A) = \frac{3A}{4}$ kJ/mol이다. c의 방출 에너지는 $-\frac{A}{16} - (-\frac{A}{4}) = \frac{3A}{16}$ kJ/mol이다. 따라서 a에서 방출하는 에너지는 c의 3배가 아니라 **4배**이다.

② X: b와 d의 방출 에너지는 각각 $\frac{5A}{36}$ kJ/mol, $\frac{7A}{144}$ kJ/mol이다. a와 c의 값까지 비교하면 방출 에너지의 크기는 a > c > b > d 순이다. 빛은 **에너지가 클수록 파장이 짧으므로** 파장이 가장 짧은 것은 a이고, d는 가장 길다.

③ O: 수소의 이온화 에너지는 바닥상태인 n = 1의 전자를 완전히 떼어 내는 데 필요한 에너지이다. 완전히 분리된 상태는 $n \to \infty$에 해당하며, 이때 에너지는 0이다. 따라서 **바닥상태에서 이온화될 때** 필요한 에너지는 0 − (−A) = A kJ/mol이다.

④ X: b는 n = 3에서 n = 2로 내려가는 전이이다. 수소 원자에서 n = 2로 내려올 때 나타나는 스펙트럼은 발머 계열이며, b에서 방출하는 빛은 **가시광선 영역**에 속한다. 자외선 영역에 해당하는 라이먼 계열은 n = 1로 내려가는 전이이다.

NoteBase