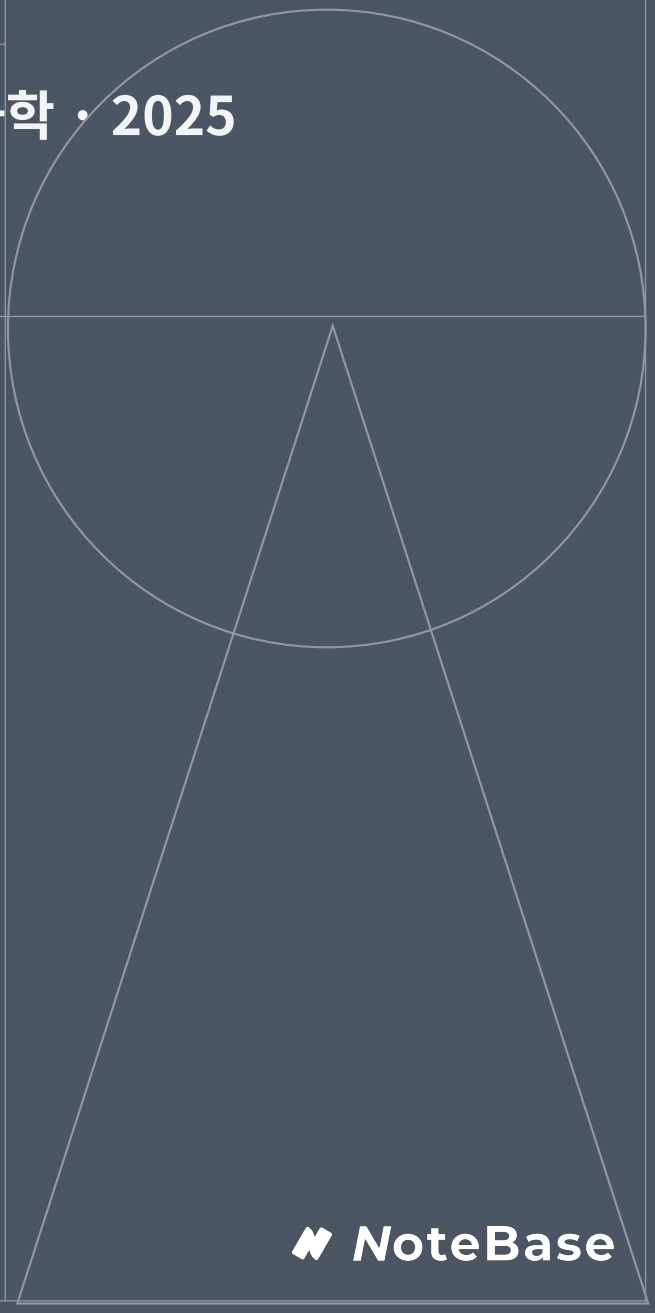
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2025

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2025

1. 토양오염의 특징을 설명한 내용 중 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 토양오염은 토양의 완충능력으로 인해 오염이 가시화되기까지 시간이 걸리는 경우가 많다.
   ② 동일한 오염물질이라도 지역의 토양 특성에 따라 이동성과 잔류성이 다르게 나타날 수 있다.
   ③ 토양에 스며든 오염물질은 지하수나 대기 등 다른 환경 매체와 상호작용할 수 있다.
   ④ 토양 속 오염물질은 대부분 반응성이 높아 빠르게 분해되므로 장기적 영향은 거의 없다.

정답 4번

출제 포인트

토양오염의 지연된 가시화, 토양 특성에 따른 이동성과 잔류성, 다른 환경 매체와의 상호작용, 장기 잔류 가능성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

토양오염은 오염물질이 토양에 유입되어 토양의 물리·화학·생물학적 기능과 주변 환경에 악영향을 주는 현상이다. 토양은 오염물질을 흡착하거나 중화하는 완충능력이 있어 오염이 늦게 드러날 수 있지만, 오염물질이 사라진다는 뜻은 아니다. 오염물질의 이동·잔류·분해는 토양의 산도, 유기물과 점토 함량, 수분 상태 및 오염물질 자체의 성질에 따라 달라진다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 토양은 오염물질을 흡착·완충할 수 있으므로 오염이 누적되어도 초기에는 겉으로 잘 드러나지 않아 가시화까지 시간이 걸리는 경우가 많다.
② O — 같은 오염물질이라도 토양의 산도, 유기물·점토 함량, 수분 상태 등이 다르면 흡착과 용출 정도가 달라져 이동성과 잔류성이 달라질 수 있다.
③ O — 토양의 오염물질은 침출되어 지하수로 이동하거나, 휘발 또는 오염 먼지의 비산을 통해 대기와 상호작용할 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '대부분 반응성이 높아 빠르게 분해되므로 장기적 영향은 거의 없다'이다. 실제로는 오염물질의 종류에 따라 분해가 매우 느리거나 분해되지 않고 토양에 잔류·축적될 수 있으므로 장기적인 영향을 줄 수 있다.

오답 포인트

①의 완충능력을 오염물질의 완전한 제거 능력으로 오해하기 쉽다. 완충은 오염의 발현을 늦출 수 있을 뿐이며, ④처럼 토양오염물질이 대부분 빠르게 분해되어 장기 영향이 거의 없다고 일반화할 수 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양오염 선지는 '흡착·완충으로 늦게 드러남', '토양 조건에 따라 이동·잔류가 달라짐', '지하수·대기와 매체 간 이동 가능', '난분해성 물질의 장기 잔류 가능'의 네 기준으로 판단한다. '대부분', '빠르게 분해', '장기 영향은 거의 없다'처럼 잔류성을 일괄 부정하는 표현은 틀릴 가능성이 크다.

암기 포인트

토양오염은 늦게 드러나고, 조건에 따라 이동하며, 다른 매체로 퍼지고, 오래 남을 수 있다.

NoteBase

2. 성층권에 존재하는 오존층에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 오존층의 두께를 표시하는 단위는 돕슨(Dobson)으로, 적도상에는 약 200 돕슨, 극지방에는 약 400 돕슨 정도이다.
   ② 성층권에서 오존은 산소분자가 240 nm 이하의 자외선에 의해 광분해되어 생성된다.
   ③ 오존층 파괴물질 규제와 관련한 국제협약으로는 몬트리올 의정서가 있다.
   ④ 오존층은 지표로부터 약 50 km 부근의 성층권에 분포한다.

정답 4번

출제 포인트

오존층의 양을 나타내는 단위, 생성 원리, 국제적 규제, 주된 분포 고도를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

오존층은 성층권에서 오존 농도가 상대적으로 높은 영역이다. 산소분자가 짧은 파장의 자외선을 흡수하여 산소 원자로 분해되고, 이 산소 원자가 산소분자와 결합하면서 오존이 생성된다. 오존 전량은 돕슨 단위로 나타내며, 오존층은 지표에서 약 15 ~ 35*km* 고도에 주로 분포하고 특히 20 ~ 30*km* 부근에서 농도가 높다.

선지별 해설

① O — 오존 전량을 나타내는 대표 단위는 돕슨(Dobson)이다. 적도 부근은 약 200 돕슨, 극지방은 약 400 돕슨 정도라는 개략값도 오존 전량의 지역 차이를 설명한 것이다.
② O — 산소분자는 파장 240*nm* 이하의 자외선을 흡수하여 광분해되고 산소 원자를 만든다. 이 산소 원자가 산소분자와 결합해 오존이 생성된다.
③ O — 몬트리올 의정서는 염화불화탄소 등 오존층 파괴물질의 생산과 소비를 규제하기 위한 국제협약이다.
④ X — 틀린 표현은 '약 50*km* 부근'이다. 오존층은 성층권 전체에 균일하게 있는 것이 아니라 지표에서 약 15 ~ 35*km*, 특히 20 ~ 30*km* 부근에 주로 분포한다고 고쳐야 한다.

오답 포인트

성층권의 범위가 대략 10 ~ 50*km*라는 사실과 오존층이 주로 분포하는 고도를 혼동하기 쉽다. 50*km*는 성층권 상단 부근일 뿐 오존층의 주된 분포 고도가 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 수치를 '성층권의 범위'와 '오존층의 주된 분포 고도'로 나누어 판단한다. 오존층의 핵심 고도는 20 ~ 30km 부근이며, 생성 조건은 산소분자의 240nm 이하 자외선 광분해이다.

암기 포인트

오존 전량은 돕슨, 생성은 짧은 파장 자외선, 규제는 몬트리올, 고도는 20 ~ 30km 부근이다.

NoteBase

3. 다음은 용존 질소 측정 원리에 대한 설명이다. 빈칸에 들어갈 단어로 가장 적절한 것은?

> 시료 중 용존 질소 화합물을 알칼리성 ( )의 존재하에 120 °C에서 유기물과 함께 분해하여 질소 이온으로 산화시킨 다음, 산성 조건에서 자외선 흡광도를 측정하여 질소를 정량하는 방법이다.

① 과황산칼륨
② 몰리브덴산암모늄
③ 염화제일주석산
④ 아스코르빈산

정답 1번

출제 포인트

용존 질소 측정에서 질소 화합물을 질산 이온으로 산화하는 알칼리성 산화제가 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

알칼리성 과황산칼륨 분해법은 시료를 알칼리성 과황산칼륨과 함께 120 °C에서 가열하여 용존 질소 화합물을 질산 이온 NO_3^-으로 산화한 뒤, 산성 조건에서 자외선 흡광도를 측정하는 방법이다. 과황산칼륨은 이 과정에서 강한 산화제로 작용한다.

선지별 해설

① O — 과황산칼륨은 알칼리성 조건에서 용존 질소 화합물을 질산 이온으로 산화하는 분해 시약이므로 빈칸에 적절하다.
② X — 틀린 표현은 '몰리브덴산암모늄'이다. 몰리브덴산암모늄은 주로 인산염의 발색 반응에 이용되는 시약이며, 이 질소 산화 분해법의 산화제가 아니다. 올바르게는 '과황산칼륨'이다.
③ X — 틀린 표현은 '염화제일주석'이다. 염화제일주석은 환원성 시약으로 쓰이며, 용존 질소 화합물을 질산 이온으로 산화하는 시약이 아니다. 올바르게는 '과황산칼륨'이다.
④ X — 틀린 표현은 '아스코르빈산'이다. 아스코르빈산은 환원제로 작용하므로 이 산화 분해 단계의 시약이 아니다. 올바르게는 '과황산칼륨'이다.

오답 포인트

②~④도 수질 분석에서 접할 수 있는 반응 시약이지만, 지문의 결정적 표현은 '알칼리성', '가열 분해', '질산 이온으로 산화'이다. 발색·환원 시약과 산화 분해 시약을 혼동하면 오답을 고르게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

질소 화합물을 가열하여 질산 이온으로 바꾸는 과정이 제시되면 먼저 산화제를 찾는다. ‘알칼리성 조건에서 120 °C 분해’가 함께 나오면 과황산칼륨을 연결한다.

암기 포인트

알칼리성 과황산칼륨은 질소 화합물을 질산 이온으로 산화한다.

NoteBase

4. 기온역전 현상을 설명한 것으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 기온역전 현상이 발생하면 대기오염의 피해가 커진다.
② 기온역전 현상이 발생하면 상공으로 올라갈수록 차가워지는 현상이 나타난다.
③ 기온역전 현상이 발생하면 지표면 공기가 차가워지며 스모그(smog)현상이 발생할 수 있다.
④ 기온역전 현상이 발생하면 대도시에서는 교통 장애, 농업지역에서는 농작물 피해가 예상된다.

정답 2번

출제 포인트

기온역전이 일어날 때 고도에 따른 기온 변화와 대기오염 피해가 어떻게 나타나는지를 묻는 문제이다. 발문이 '가장 적절하지 않은 것'을 요구하므로 기온역전의 특징과 반대되는 선지를 찾는다.

핵심 개념

기온역전은 보통 고도가 높아질수록 기온이 낮아지는 상태와 달리, 일정 고도 범위에서 위로 올라갈수록 기온이 높아지는 현상이다. 지표 부근의 찬 공기 위에 따뜻한 공기가 놓이면 대기의 수직 혼합이 억제되어 오염물질이 지표 부근에 축적된다.

선지별 해설

① O — 기온역전층은 공기의 상승과 수직 혼합을 막아 오염물질이 지표 부근에 머물게 하므로 대기오염 피해가 커질 수 있다.

② X — 틀린 표현은 '상공으로 올라갈수록 차가워지는'이다. 이는 일반적인 대기의 기온 변화이며, 기온역전이 발생한 층에서는 상공으로 올라갈수록 기온이 높아진다.

③ O — 지표면의 복사냉각 등으로 지표 부근 공기가 차가워지면 기온역전이 형성될 수 있다. 이때 오염물질이 확산되지 못하고 축적되어 스모그가 발생할 수 있다.

④ O — 대도시에서는 역전층 아래에 쌓인 오염물질과 스모그로 시정이 나빠져 교통 장애가 생길 수 있고, 농업지역에서는 지표 부근의 저온이나 축적된 오염물질로 농작물 피해가 나타날 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

②의 '상공으로 올라갈수록 차가워진다'는 평상시 대류권의 일반적인 기온 분포이다. 기온역전은 바로 그 수직 기온 분포가 뒤집힌 상태이므로, '차가워진다'와 '따뜻해진다'의 방향을 혼동하면 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 고도가 높아질수록 기온이 높아지는지를 확인한다. 이어 지표의 찬 공기 위에 따뜻한 공기가 덮여 수직 혼합이 억제되고, 오염물질·안개·스모그가 지표 부근에 축적된다는 흐름으로 선지를 판단한다.

암기 포인트

기온역전은 위로 갈수록 따뜻해지고, 아래의 공기와 오염물질은 갇힌다.

NoteBase

5. 수질오염공정시험법에서 정의하고 있는 용어에 대한 설명으로 적절한 것을 모두 고른 것은?

> ㉠ 표준온도는 0 ℃, 상온은 25 ℃, 실온은 35 ℃로 하며, 찬 곳은 따로 규정이 없는 한 0～15 ℃의 곳을 뜻한다.
> ㉡ 시험에 쓰는 물은 따로 규정이 없는 한 증류수 또는 정제수로 한다.
> ㉢ 액체시약의 농도에 있어서 예를 들어 염산(1+2)이라고 되어 있을 때에는 염산 1 mL와 물 2 mL를 혼합하여 조제한 것을 말한다.
> ㉣ 액체의 액성인 산성, 알칼리성 또는 중성을 검사할 때는 따로 규정이 없는 한 리트머스 혹은 pH 페이퍼를 이용하여 측정한다.

① ㉠, ㉡　　② ㉡, ㉢
③ ㉢, ㉣　　④ ㉠, ㉣

정답 2번

쟁점

이 문제는 수질오염공정시험기준에서 사용하는 온도, 시험용 물, 액체시약의 혼합비 및 액성 측정 방법의 정의를 묻는 문제이다. 핵심은 표준온도와 표준상태를 혼동하지 않고 각 용어의 정확한 수치와 측정 수단을 구별하는 것이다.

용어 풀이

표준온도 = 시험에서 온도의 영향을 판정할 때 기준으로 삼는 온도이다.
상온·실온·찬 곳 = 시험 조작이나 보관 조건을 일정하게 하기 위해 각각 정해 둔 온도 범위이다.
액성 = 액체가 산성, 알칼리성 또는 중성인지 나타내는 성질이다.

NoteBase

핵심 구분

ㄱ X: 표준온도는 20°C, 상온은 15 ~ 25°C, 실온은 1 ~ 35°C이다. 찬 곳은 따로 규정이 없으면 0 ~ 15°C 이다. 따라서 표준온도를 0°C라고 한 부분이 틀렸다.
ㄴ O: 시험에 쓰는 물은 따로 규정이 없는 한 증류수 또는 정제수로 한다.
ㄷ O: 염산(1+2)은 염산 1mL와 물 2mL를 혼합한 액체시약을 뜻한다. 괄호 안의 수는 혼합 부피비이다.
ㄹ X: 액체의 산성·알칼리성·중성은 따로 규정이 없는 한 유리전극법에 의한 pH 미터로 측정한다. 리트머스 또는 pH 페이퍼를 이용한다고 한 부분이 틀렸다.
따라서 옳은 진술은 ㄴ과 ㄷ이다.

선지별 해설

① X — ㄴ은 옳지만 ㄱ의 '표준온도는 0°C'가 틀렸다. 올바른 표현은 '표준온도는 20°C'이며, 옳은 진술의 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
② O — ㄴ의 시험용 물 정의와 ㄷ의 염산(1+2) 혼합 부피비가 모두 기준에 맞는다.
③ X — ㄷ은 옳지만 ㄹ의 '리트머스 혹은 pH 페이퍼로 측정한다'가 틀렸다. 올바른 표현은 '유리전극법에 의한 pH 미터로 측정한다'이며, 옳은 진술의 조합은 ㄴ, ㄷ이다.
④ X — ㄱ과 ㄹ이 모두 틀렸다. 올바른 표현은 각각 '표준온도는 20°C'와 '액성은 유리전극법에 의한 pH 미터로 측정한다'이며, 옳은 진술의 조합은 ㄴ, ㄷ이다.

오답 포인트

ㄱ의 0°C는 기체의 표준상태에 쓰이는 온도와 표준온도를 섞어 놓은 함정이다. 또한 ㄹ은 산·염기 확인에 흔히 쓰는 시험지를 제시해 그럴듯하지만, 수질오염공정시험기준의 액성 측정 수단은 유리전극법에 의한 pH 미터이다.

다시 나오면 이렇게 판단

온도 용어는 '표준 20, 상온 15 ~ 25, 실온 1 ~ 35, 찬 곳 0 ~ 15'의 순서로 대조한다. (1+2)는 앞 시약 1부피와 뒤 성분 2부피의 혼합비로 읽고, 액성 측정은 pH 미터인지 확인한다.

암기 포인트

표준온도 20°C, 물은 증류수·정제수, (1+2)는 부피비, 액성은 pH 미터이다.

NoteBase

6. 물질변화에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?
① 물질의 상태변화는 분자의 재배열이 일어나며 물질의 본질에 변화가 일어난다.
② 물질의 변화에는 반드시 에너지의 출입이 따르며 화학변화가 가장 크다.
③ 물질의 화학변화는 원자의 재배열이 일어나며 물질의 본질에 변화가 일어난다.
④ 물질의 핵변화는 핵종(소립자)의 파괴가 일어나 소멸되며 분자 자체의 변화가 일어난다.

정답 3번

출제 포인트

물리변화·화학변화·핵변화가 각각 물질의 어느 수준에서 일어나며 물질의 본질이 달라지는지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

물리변화: 분자의 종류는 그대로이고 분자의 배열이나 간격, 운동 상태 등이 달라지는 변화이다. 상태변화가 이에 해당한다.
화학변화: 원자 사이의 결합이 끊어지거나 새로 형성되어 원자의 배열이 달라지고 새로운 물질이 생기는 변화이다.
핵변화: 원자핵의 구성이나 상태가 변하여 다른 핵종이 되거나 에너지가 방출되는 변화이다. 분자 수준의 변화가 아니며, 에너지 규모는 일반적으로 화학변화보다 훨씬 크다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '물질의 본질에 변화가 일어난다'이다. 상태변화에서는 분자 자체의 종류는 유지되지만 분자의 배열과 간격 등이 달라지므로 물질의 본질은 변하지 않는다.
② X — 틀린 표현은 '화학변화가 가장 크다'이다. 물질의 변화에는 에너지의 출입이 수반될 수 있지만, 에너지 규모는 일반적으로 핵변화가 화학변화보다 훨씬 크다. 올바르게는 '핵변화의 에너지 규모가 화학변화보다 훨씬 크다'이다.
③ O — 화학변화에서는 원자 사이의 결합 관계가 바뀌어 원자의 배열이 달라지고, 그 결과 기존 물질과 성질이 다른 새로운 물질이 생성된다. 따라서 물질의 본질이 변한다.
④ X — 틀린 표현은 '핵자(소립자)의 파괴가 일어나 소멸되며 분자 자체의 변화가 일어난다'이다. 핵변화는 원자핵의 구성이나 상태가 변하는 현상이며, 분자 수준의 변화로 설명하지 않는다. 올바르게는 '핵변화에서는 원자핵의 구성이나 상태가 변하고 큰 에너지가 출입한다'이다.

NoteBase

오답 포인트

②의 '화학변화가 가장 크다'는 표현과 ④의 '분자 자체의 변화'가 함정이다. 화학변화는 원자핵이 아니라 원자의 결합·배열 수준에서 일어나며, 핵변화는 분자보다 더 안쪽의 원자핵 수준에서 일어난다.

다시 나오면 이렇게 판단

변화가 일어나는 수준을 확인한다. 분자의 종류가 유지되고 배열·상태만 바뀌면 물리변화, 원자의 결합·배열이 바뀌어 새 물질이 생기면 화학변화, 원자핵의 구성이나 상태가 바뀌면 핵변화이다.

암기 포인트

물리변화는 분자 배열, 화학변화는 원자 결합·배열, 핵변화는 원자핵의 변화이다.

NoteBase

7. 중국에서 발원한 황사가 우리나라에 영향을 미칠 수 있는 기상 조건을 설명한 것으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 중국의 발원지 부근에서 강한 상승기류가 존재(강한 저기압)할 때

② 발원지로부터 황사가 이동해 올 수 있도록 약 5.5 km 고도의 편서풍 기류가 우리나라를 통과할 때

③ 중국의 발원지에서의 먼지 배출량이 많고 편서풍이 불 때

④ 우리나라 부근에 저기압이 형성되어 하강기류가 발생할 때

정답 4번

출제 포인트

황사가 우리나라에 영향을 미치려면 발원지에서 먼지가 충분히 상승하고, 편서풍을 따라 동쪽으로 이동한 뒤 지상 부근으로 내려오는 조건이 갖추어져야 한다. 이 문항은 저기압과 고기압에서 나타나는 연직기류의 방향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

발원: 건조한 발원지에서 많은 먼지가 배출되고 상승기류가 먼지를 상층으로 들어 올리는 과정이다.
수송: 상층으로 올라간 황사가 중위도 편서풍을 타고 중국에서 우리나라 쪽으로 이동하는 과정이다.
침강: 우리나라에 도달한 황사가 하강기류나 중력침강 등으로 지상 부근에 영향을 주는 과정이다. 일반적으로 저기압에서는 공기가 수렴하여 상승하고, 고기압에서는 공기가 발산하며 하강한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 중국 발원지 부근의 강한 상승기류는 지표의 먼지를 상층으로 들어 올려 장거리 수송이 가능하게 하므로 적절한 조건이다.
② O — 발원지에서 상승한 황사가 이동할 수 있도록 약 5.5km 고도의 편서풍 기류가 우리나라를 통과하면 중국에서 우리나라 방향으로 장거리 수송될 수 있으므로 적절하다.
③ O — 발원지의 먼지 배출량이 많고 서쪽에서 동쪽으로 부는 편서풍이 형성되면 황사가 우리나라로 이동하기 쉬우므로 적절하다.
④ X — 틀린 표현은 '우리나라 부근에 저기압이 형성되어 하강기류가 발생'한다는 부분이다. 저기압 부근에서는 일반적으로 공기가 수렴하면서 상승기류가 발생한다. 올바르게는 '우리나라 부근에 고기압이 형성되어 하강기류가 발생할 때'라고 해야 한다. 따라서 가장 적절하지 않은 것은 ④이다.

오답 포인트

황사가 지상으로 내려오려면 하강기류가 필요하다는 점만 보고 ④를 맞는 설명으로 판단하기 쉽다. 그러나 ④의 함정은 하강기류 자체가 아니라 그 원인을 '저기압'이라고 한 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

황사 이동 조건은 '발원지의 대량 배출과 상승 → 편서풍에 의한 동쪽 수송 → 도착지 부근의 침강' 순서로 판단한다. 기압과 연직기류를 연결할 때는 저기압은 상승, 고기압은 하강으로 구분한다.

암기 포인트

황사는 발원지에서 올라가고, 편서풍을 타고, 도착지에서 내려온다. 저기압은 상승, 고기압은 하강이다.

NoteBase

8. 우리나라에서는 폐기물 소각처리 시 다이옥신에 의한 피해를 최소화하기 위하여 여러 방법으로 배출 규제를 하고 있다. 다이옥신과 관련된 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 다이옥신은 산소원자가 2개인 PCDD와 산소원자가 1개인 PCDF를 통칭하는 용어이다.
   ② 증기압과 수용성은 낮으나, 지용성은 높기 때문에 벤젠 등에 잘 용해되고, 토양 등에 흡수가 용이하다.
   ③ 독성이 가장 강한 것으로 알려진 2,3,7,8-TCDD를 기준으로 Toxic Equivalents(TEQ)를 표시한다.
   ④ 폐기물 소각장에서 배출기준은 소각장 규모에 따라 정해져 있고, 소형 소각장일수록 배출기준치가 엄격히 정해져 있다.

정답 4번

쟁점

이 문제는 다이옥신의 구조·물성·독성등가량(TEQ)과 소각시설 규모별 다이옥신 배출허용기준을 구별하는 문제이다. 핵심은 배출허용기준의 수치가 낮을수록 규제가 더 엄격하다는 점이다.

용어 풀이

PCDD는 두 벤젠고리가 산소원자 2개로 이어진 폴리염화디벤조-p-다이옥신이고, PCDF는 산소원자 1개와 탄소-탄소 결합으로 이어진 폴리염화디벤조푸란이다.
TEQ는 각 동족체의 농도에 2,3,7,8-TCDD 대비 독성계수(TEF)를 곱한 뒤 합산하여 혼합물의 독성을 나타낸 값이다.

핵심 구분

다이옥신류는 물에는 잘 녹지 않고 지방 및 토양의 유기물에 잘 분배되는 잔류성 물질이다.
「잔류성오염물질 관리법 시행규칙」 별표 3의 일반 소각시설 기준을 보면, 신설시설의 배출허용농도는 시간당 처리능력 4톤 이상에서 0.1, 2톤 이상 4톤 미만에서 1, 25킬로그램 이상 2톤 미만에서 5$ng\text{-}TEQ/Sm^3$이다.
따라서 처리능력이 큰 시설일수록 허용농도 수치가 낮아 규제가 더 엄격하다.

NoteBase

선지별 해설

① O
PCDD는 중심 고리에 산소원자 2개, PCDF는 산소원자 1개를 가지며, 이 두 계열을 통틀어 일반적으로 다이옥신류라고 한다.

② O
다이옥신류는 증기압과 수용성이 낮고 친유성이 높다. 따라서 벤젠과 같은 유기용매에는 물보다 잘 녹으며, 토양과 퇴적물의 유기물에 강하게 흡착된다.

③ O
독성이 매우 강한 2,3,7,8-TCDD의 독성을 기준값으로 두고 각 동족체의 상대독성계수(TEF)를 적용하여 합산한 값이 TEQ이다.

④ X
시설 규모에 따라 배출허용기준이 달라진다는 부분은 맞지만, '소형 소각장일수록 배출기준치가 엄격하다'는 표현이 틀렸다. 올바르게는 일반 소각시설에서 처리능력이 큰 구간일수록 허용농도 수치가 더 낮아 배출기준이 엄격하다고 해야 한다.

오답 포인트

④에서 '엄격하다'를 허용수치가 크다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 배출허용기준은 허용농도가 낮을수록 더 엄격하며, 제시된 규모별 기준은 대형 시설 쪽의 수치가 더 낮다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 구조·물성·TEQ에 관한 과학적 설명과 시설별 규제 설명을 나눈다. 규제 선지는 시설 규모별 허용농도를 비교하여 '낮은 수치 = 엄격한 기준'의 방향으로 판단한다.

암기 포인트

PCDD는 산소 2개, PCDF는 산소 1개이며, TEQ의 기준은 2,3,7,8-TCDD이다. 소각시설 배출허용농도는 큰 처리능력 구간일수록 낮아 더 엄격하다.

NoteBase

9. 300 mL 용량의 BOD 병에 시료 6 mL를 넣고 나머지를 희석수로 채웠을 때, 초기 용존산소(DO)가 8.6 mg/L였고, 5일 후 DO가 5.4 mg/L로 측정되었다. 이 시료의 생물화학적 산소요구량(BOD)으로 적절한 것은?

① 100 ② 120
③ 160 ④ 180

정답 3번

출제 포인트

희석한 시료의 용존산소 감소량을 시료의 희석비로 나누어 원시료의 생물화학적 산소요구량(BOD)을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: BOD 병 용량은 300mL, 시료량은 6mL, 초기 DO는 8.6mg/L, 5일 후 DO는 5.4mg/L이다.
구해야 할 값: 원시료의 BOD이다.
주의할 조건: 병 속 시료의 비율은 6/300이며, 희석수의 양 294mL를 분모로 사용하지 않는다.

사용할 공식

$P = \frac{V_s}{V_t}$
$BOD = \frac{D_1 - D_2}{P}$
여기서 P는 BOD 병 전체 부피에 대한 시료 부피의 비율, D_1은 초기 DO, D_2는 5일 후 DO이다. 희석된 병에서 측정한 DO 감소량을 원시료 기준으로 환산해야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 시료의 희석비를 구한다.
$P = \frac{6}{300} = 0.02$
2. 5일 동안의 DO 감소량을 구한다.
$D_1 - D_2 = 8.6 - 5.4 = 3.2mg/L$
3. DO 감소량을 희석비로 나눈다.
$BOD = \frac{3.2}{0.02} = 160mg/L$

NoteBase

선지 판단

① X — 100*mg/L*는 계산 결과 160*mg/L*와 일치하지 않는다. 올바른 값은 160*mg/L*이다.
② X — 120*mg/L*는 DO 감소량 3.2*mg/L*를 희석비 0.02로 환산한 값이 아니다. 올바른 값은 160*mg/L*이다.
③ O — 3.2/0.02 = 160이므로 160*mg/L*가 맞다.
④ X — 180*mg/L*는 계산 결과보다 크다. 올바른 값은 160*mg/L*이다.

오답 포인트

DO 감소량 3.2*mg/L*만 구하고 끝내거나, 시료량 6*mL*를 병 용량 300*mL*로 나눈 희석비 0.02를 반대로 적용하기 쉽다. BOD는 희석된 병의 산소 감소량을 원시료 농도로 되돌리는 값이므로 희석비로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 P=시료 부피/병 전체 부피를 구하고, 다음으로 초기 DO에서 최종 DO를 뺀 뒤, 마지막으로 그 감소량을 *P*로 나누어 단위가 *mg/L*인지 확인한다.

암기 포인트

희석 BOD는 ‘DO 감소량 ÷ 시료 희석비’이다.

NoteBase

10. 물질 A는 체내에서 일차 반응 속도 법칙에 따라 분해되며, 반감기는 50일이다. 체내 온도는 일정하다고 가정할 때, 물질 A를 섭취한 후 200일이 경과한 시점에서 체내에 남아 있는 A의 농도는 초기 농도의 몇 %인가?

① 6.25 ② 12.5
③ 25 ④ 50

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 1차 반응에서 반감기가 지날 때마다 물질의 농도가 절반으로 감소한다는 원리를 이용해 남은 농도의 비율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반감기 50일, 경과 시간 200일
구해야 할 값: 200일 후 남아 있는 A의 농도를 초기 농도에 대한 백분율로 나타낸 값
주의할 조건: 체내 온도가 일정하므로 반응속도상수가 일정하고, 문제에서 주어진 반감기를 그대로 적용한다.

사용할 공식

1차 반응에서 초기 농도를 C_0, 시간 t 후의 농도를 C_t, 반감기를 $t_{1/2}$라고 하면 다음과 같다.
$\frac{C_t}{C_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$
반감기마다 남아 있는 농도가 직전 농도의 절반이 되므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 경과한 반감기 횟수는 200/50 = 4회이다.
2. 남은 농도의 비율은 다음과 같다.
$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16} = 0.0625$
3. 백분율로 바꾸면 0.0625 × 100 = 6.25%이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 200일은 반감기 4회에 해당하므로 초기 농도의 1/16, 즉 6.25%가 남는다.
② X — 12.5%는 반감기 3회인 150일 후의 잔존 비율이다. 200일 후의 올바른 값은 6.25%이다.
③ X — 25%는 반감기 2회인 100일 후의 잔존 비율이다. 200일 후의 올바른 값은 6.25%이다.
④ X — 50%는 반감기 1회인 50일 후의 잔존 비율이다. 200일 후의 올바른 값은 6.25%이다.
계산 결과 6.25%이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

200일을 반감기 횟수로 바꾸지 않고 한 번만 절반으로 줄이거나, 반감기 횟수만큼 연속해서 절반으로 줄이지 않는 것이 함정이다. 200일은 50일의 4배이므로 50%에서 멈추지 않고 50% → 25% → 12.5% → 6.25%로 네 번 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

경과 시간을 반감기로 나누어 반감기 횟수 n을 먼저 구한 뒤, 남은 비율을 $(1/2)^n$으로 계산하고 마지막에 백분율로 환산한다.

암기 포인트

반감기 n회가 지나면 남는 비율은 $(1/2)^n$이다.

NoteBase

11. 수질오염공정시험방법으로 수질오염물질을 측정하고자 한다. '측정항목 - 측정방법 - 파장' 에 대해 연결한 것으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 암모니아성질소 - 인도 페놀법 - 630 nm
② 총질소 - 자외선 흡광광도법 - 220 nm
③ 총인 - 아스코르브산 환원법 - 880(710) nm
④ 불소 - 란탄-알리자린 콤플렉손법 - 540 nm

정답 4번

쟁점

이 문제는 수질오염물질별 자외선/가시선 분광 측정방법과 측정파장의 연결을 묻는 문제이다. 핵심은 발색반응으로 생긴 물질이 흡수하는 고유 파장을 구별하는 것이다.

용어 풀이

측정파장 = 발색시킨 검액의 흡광도를 읽는 빛의 파장이다. 물질과 발색반응이 달라지면 측정파장도 달라진다.

핵심 구분

수질오염공정시험기준에 따른 대표 연결은 암모니아성질소-인도페놀법-630*nm*, 총질소-자외선 흡광광도법-220*nm*, 총인-아스코르브산 환원법-880*nm* 또는 710*nm*, 불소-란탄-알리자린 콤플렉손법-620*nm*이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
암모니아성질소는 인도페놀법으로 발색시킨 뒤 630*nm*에서 흡광도를 측정하므로 연결이 옳다.

② O
총질소는 질소화합물을 질산이온으로 산화한 뒤 자외선 흡광광도법으로 220*nm*에서 흡광도를 측정하므로 연결이 옳다.

③ O
총인은 인 화합물을 인산염으로 바꾼 뒤 아스코르브산으로 환원·발색하여 880*nm*에서 측정하며, 710*nm*도 사용할 수 있으므로 연결이 옳다.

④ X
란탄-알리자린 콤플렉손과 불소이온이 만드는 청색 복합 착화합물은 620*nm*에서 측정한다. 틀린 표현은 ‘540*nm*’이다. 올바른 표현은 ‘불소-란탄-알리자린 콤플렉손법-620*nm*’이다.

오답 포인트

④의 방법명은 맞지만 파장만 540*nm*로 바꾸어 놓았다. 측정항목과 방법명만 보고 판단하면 이 파장 함정을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 선지를 ‘측정항목-발색법-측정파장’의 세 요소로 나누어 모두 일치하는지 확인한다. 불소의 란탄-알리자린 콤플렉손법이 보이면 620*nm*인지 확인한다.

암기 포인트

암모니아 630, 총질소 220, 총인 880(710), 불소 620으로 연결한다.

NoteBase

12. 25 ℃, 1 atm에서 0.5 mol의 산소(O_2) 기체의 부피는 12.2 L이다. 같은 온도와 압력에서 이 O_2가 모두 오존(O_3)으로 변한다면 오존의 부피로 가장 적절한 것은?

① 약 8.1 L ② 약 9.1 L
③ 약 10.1 L ④ 약 11.1 L

정답 1번

출제 포인트

산소가 오존으로 전환될 때의 반응 몰수비와 같은 온도·압력에서 기체의 부피가 몰수에 비례한다는 원리를 이용해 오존의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $25^\circ C$, $1atm$에서 $0.5mol$의 O_2 부피는 $12.2L$이다.
구해야 할 값: 같은 온도와 압력에서 생성된 O_3의 부피이다.
주의할 조건: 산소가 모두 오존으로 변하므로 반응 몰수비를 빠짐없이 적용한다.

사용할 공식

반응식은 $3O_2 \rightarrow 2O_3$이다. 따라서 O_3의 몰수는 $n(O_3) = 0.5mol \times \frac{2}{3} = \frac{1}{3}mol$이다. 같은 온도와 압력에서는 기체의 부피가 몰수에 비례하므로 $\frac{V(O_3)}{12.2L} = \frac{(1/3)mol}{0.5mol}$을 사용한다.

계산 과정

1. 반응식 $3O_2 \rightarrow 2O_3$에서 산소와 오존의 몰수비는 3 : 2이다.
2. $0.5mol$의 산소로 생성되는 오존은 $0.5 \times 2/3 = 1/3mol$이다.
3. 같은 온도와 압력에서 부피비는 몰수비와 같으므로 $V(O_3) = 12.2L \times \frac{2}{3} = 8.13\ldots L \approx 8.1L$이다.

선지 판단

① O — 계산 결과가 약 $8.1L$이므로 옳다.
② X — '약 $9.1L$'는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 약 $8.1L$이다.
③ X — '약 $10.1L$'는 반응 몰수비 3 : 2를 적용한 값이 아니다. 올바르게는 약 $8.1L$이다.
④ X — '약 $11.1L$'는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바르게는 약 $8.1L$이다.

NoteBase

오답 포인트

산소 분자 3개가 오존 분자 2개로 바뀌므로 기체 몰수와 부피는 처음의 2/3로 감소한다. 산소 원자 수가 보존된다는 사실만 보고 기체 분자 수와 부피도 그대로라고 판단하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응식을 맞춘 뒤 반응물과 생성물의 몰수비를 구하고, 온도와 압력이 같으면 그 몰수비를 그대로 부피비에 적용한다.

암기 포인트

같은 온도·압력에서는 기체의 부피비가 몰수비와 같으며, $3O_2 \rightarrow 2O_3$에서 오존의 부피는 산소 부피의 2/3이다.

NoteBase

13. 당량(Equivalent weight, eq)관계에 대한 설명으로 적절하지 않은 것을 모두 고른 것은?

㉠ 이온의 당량 = 분자량 / 원자가
㉡ 화합물(분자)의 당량 = 분자량 / 양이온의 가수
㉢ 산의 당량 = 분자량 / 수소(H^+)의 수
㉣ 염기의 당량 = 분자량 / 수산이온(OH^-)의 수
㉤ 산화제, 환원제의 당량 = 분자량 / 전자수

① ㉠, ㉡ ② ㉠, ㉤
③ ㉢, ㉣ ④ ㉢, ㉤

정답 2번

출제 포인트

당량은 물질의 질량 기준량을 반응에서 실제로 작용하는 당량수로 나누어 구하며, 물질의 종류에 따라 분모가 전하량, 해리되는 수소 이온·수산화 이온의 수, 반응에서 이동하는 전자 수로 달라진다.

조건 정리

판단 대상은 각 식의 분자와 분모가 해당 물질의 당량 정의에 맞는지 여부이다.
ㄱ은 이온, ㄴ은 화합물, ㄷ은 산, ㄹ은 염기, ㅁ은 산화제·환원제의 당량 관계이다.
특히 산화·환원 당량의 분모는 물질이 가진 전체 전자 수가 아니라 주어진 반응에서 실제로 주고받는 전자 수이다.

사용할 공식

당량의 기본식은 다음과 같다.
$E = \frac{M}{n}$
여기서 E는 당량, M은 해당 화학종의 질량 기준량, n은 1몰 또는 1화학식 단위가 반응에서 나타내는 당량수이다.
이온은 $n = |z|$, 산은 실제로 내놓는 H^+의 수, 염기는 실제로 내놓는 OH^-의 수, 산화제·환원제는 특정 산화·환원 반응에서 주고받는 전자 수를 적용한다. 화합물은 양이온의 총 가수, 즉 화학식 단위당 총 양전하량을 적용한다.

NoteBase

계산 과정

1. ㄱ은 이온에 '분자량'을 적용한 표현이므로 부적절하다. 이온에는 이온의 화학식량을 사용하며, 단원자 이온이면 원자량을 전하의 절댓값으로 나눈다.
2. ㄴ의 양이온의 가수는 화학식 단위당 총 양전하량을 뜻하므로 적절하다.
3. ㄷ과 ㄹ은 각각 실제로 해리되는 H^+와 OH^-의 수를 분모로 하므로 적절하다.
4. ㅁ의 단순한 '전자수'는 분모가 아니다. 특정 반응에서 실제로 이동한 전자 수를 분모로 해야 하므로 부적절하다.

따라서 부적절한 것은 ㄱ과 ㅁ이다.

선지 판단

① X — ㄱ은 부적절하지만 ㄴ은 적절하므로 두 진술을 모두 부적절하다고 묶을 수 없다. 틀린 조합 'ㄱ, ㄴ'은 'ㄱ만 부적절'로 고쳐야 한다.

② O — ㄱ은 이온에 분자량을 사용한 점이 잘못이고, ㅁ은 전체 전자 수처럼 반응과 무관한 전자수를 분모로 제시한 점이 잘못이다. ㄱ은 '이온의 화학식량/전하의 절댓값', ㅁ은 '분자량/해당 산화·환원 반응에서 이동하는 전자 수'로 고쳐야 한다.

③ X — ㄷ과 ㄹ은 각각 산이 내놓는 H^+의 수와 염기가 내놓는 OH^-의 수를 분모로 한 올바른 관계이다. 틀린 조합 'ㄷ, ㄹ은 부적절'은 'ㄷ, ㄹ은 모두 적절'로 고쳐야 한다.

④ X — ㄷ은 적절하고 ㅁ만 부적절하므로 두 진술을 함께 고를 수 없다. 틀린 조합 'ㄷ, ㅁ'은 'ㅁ만 부적절'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

ㄱ에서는 이온에도 습관적으로 '분자량'이라는 말을 붙이는 오류가 핵심이다. ㅁ에서는 '전자수'를 원자나 분자가 가진 전체 전자 수로 보면 안 되며, 반드시 해당 산화·환원 반응에서 실제로 이동하는 전자 수로 한정해야 한다. 또한 ㄴ의 '양이온의 가수'는 양이온 입자의 개수가 아니라 화학식 단위당 총 양전하량이라는 점을 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 $E = M/n$을 세우고 물질별 n만 확인한다. 이온은 전하의 절댓값, 화합물은 총 양전하량, 산·염기는 실제로 내놓는 $H^+ \cdot OH^-$의 수, 산화제·환원제는 해당 반응에서 이동하는 전자 수를 적용한다. 마지막으로 이온에 분자량이라는 용어를 썼는지와 산화·환원 반응 조건이 빠졌는지를 점검한다.

암기 포인트

당량은 M/n이다. 분모 n은 전하·$H^+ \cdot OH^-$·반응에서 이동한 전자 수이다.

NoteBase

14. 화학 반응식이 옳은 것은?

① $3C_3H_8 + 8O_2 \rightarrow 6CO_2 + 5H_2O$

② $4FeS_2 + 13O_2 \rightarrow 4Fe_2O_3 + 8SO_2$

③ $CH_3COCH_3 + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$

④ $4KMnO_4 + 5H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 5H_2O + 5O_2$

정답 3번

출제 포인트

화학 반응식의 반응물과 생성물에서 각 원소의 원자 수가 같은지 확인하는 문제이다.

조건 정리

화학 반응 전후에는 원자의 종류와 수가 보존된다. 따라서 반응식 양쪽에서 원소별 원자 수를 세어 모두 일치하는 선지를 찾는다. 화학식의 아래첨자는 바꾸지 않고 화학식 앞의 계수만 조정한다.

사용할 공식

원소별로 반응물 쪽 원자 수=생성물 쪽 원자 수가 성립해야 한다. 이 원리를 쓰는 이유는 화학 반응에서 원자가 새로 생기거나 없어지지 않기 때문이다.

계산 과정

③의 반응물 $CH_3COCH_3 + 4O_2$에서 C는 3개, H는 6개, O는 $1 + 4 \times 2 = 9$개이다. 생성물 $3CO_2 + 3H_2O$에서 C는 3개, H는 $3 \times 2 = 6$개, O는 $3 \times 2 + 3 = 9$개이다. 모든 원소의 원자 수가 일치하므로 ③은 옳다.

선지 판단

① X — 제시된 식은 반응물 쪽 C·H 원자 수가 각각 9개·24개이지만 생성물 쪽은 6개·10개이므로 보존되지 않는다. 틀린 계수 3, 8, 6, 5를 고치면 $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$이다.

② X — 제시된 식은 Fe가 왼쪽 4개, 오른쪽 8개이고 O도 왼쪽 26개, 오른쪽 28개이므로 보존되지 않는다. 틀린 $13O_2$와 $4Fe_2O_3$의 계수를 고치면 $4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$이다.

③ O — 양쪽의 C·H·O 원자 수가 각각 3개·6개·9개로 모두 일치한다. 따라서 $CH_3COCH_3 + 4O_2 \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$는 옳은 반응식이다.

④ X — 제시된 식은 S가 왼쪽 5개, 오른쪽 6개이고 O도 왼쪽 36개, 오른쪽 39개이므로 보존되지 않는다. 틀린 $5H_2SO_4$와 $5H_2O$의 계수를 각각 6으로 고치면 $4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 6H_2O + 5O_2$이다.

NoteBase

오답 포인트

계수의 총합이나 산소 원자 수만 대충 비교하면 오답을 고르기 쉽다. 특히 ②는 Fe와 O가 모두 맞지 않고, ④는 H는 일치하지만 S와 O가 일치하지 않는다. 모든 원소를 하나씩 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 선지에서 금속 또는 탄소처럼 세기 쉬운 원소부터 확인하고, H와 O를 마지막에 검산한다. 어느 한 원소라도 좌우 원자 수가 다르면 즉시 틀린 반응식으로 판단한다.

암기 포인트

반응식 계수는 원자 수 보존을 맞추는 수이며, 아래첨자는 바꾸지 않는다.

NoteBase

15. 물의 정수처리에 오존(O_3)장치를 이용하여 소독하고자 한다. 오존(O_3)장치를 이용한 정수처리 소독에 관한 설명으로 적절한 것을 모두 고른 것은?

㉠ 소독 시 맛과 냄새를 남기지 않으며 오존의 잔류효과가 없는 것이 단점이다.
㉡ 소독 처리 시 저가의 경비가 소요되어 경제적이며 관리하는데 있어서 자동화하기 쉽다.
㉢ 오존 장치가 있으면 제조 후 수송, 저장 사용이 가능하므로 경제적이다.
㉣ 소독 시 유기물에 의한 이·취미제거에 유용하다.

① ㉠, ㉣　② ㉡, ㉢
③ ㉢, ㉣　④ ㉡, ㉣

정답 1번

출제 포인트

오존 소독의 강한 산화력, 이취미 제거 효과, 잔류성 부족, 현장 발생 필요성 및 비용 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

오존 소독은 오존의 강한 산화력을 이용하여 미생물을 불활성화하는 처리 방법이다. 오존은 유기물에 의한 맛과 냄새를 줄이는 데 유용하지만 물속에 오래 남지 않아 지속적인 잔류 소독 효과를 기대하기 어렵다. 또한 오존은 불안정하여 저장·수송하기 어려우므로 사용 장소에서 발생시켜야 하며, 발생 장치와 전력 비용이 필요하다.
ㄱ은 옳고, ㄴ은 그르며, ㄷ은 그르고, ㄹ은 옳다. 따라서 옳은 것은 ㄱ과 ㄹ이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — ㄱ과 ㄹ은 모두 옳다. 오존은 처리수에 맛과 냄새를 남기지 않고 이취미 제거에도 유용하지만, 잔류 효과가 없어 후속 배·급수 과정의 지속 소독이 어렵다.
② X — ㄴ의 '저가의 경비가 소요되어 경제적'이라는 표현과 ㄷ의 '제조 후 수송·저장 사용이 가능하다'는 표현이 모두 틀리다. 올바르게는 오존 발생 장치와 전력 등에 상당한 비용이 들며, 불안정한 오존은 저장·수송하지 않고 현장에서 발생시켜 사용한다. 옳은 조합은 ㄱ과 ㄹ이다.
③ X — ㄹ은 옳지만 ㄷ은 틀리다. 오존은 제조 후 수송·저장하는 물질이 아니라 사용 현장에서 발생시켜 바로 투입한다. 따라서 ㄷ 대신 ㄱ을 포함한 ㄱ과 ㄹ이 옳은 조합이다.
④ X — ㄹ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. 오존 소독은 발생 장치와 전력 비용이 필요하므로 '저가의 경비가 소요되어 경제적'이라고 볼 수 없다. 따라서 ㄴ 대신 ㄱ을 포함한 ㄱ과 ㄹ이 옳은 조합이다.

오답 포인트

오존이 소독력이 강하고 이취미 제거에 유용하다는 장점 때문에 경제성이나 저장성까지 좋다고 확대 해석하기 쉽다. 그러나 ㄴ의 '저가'와 ㄷ의 '수송·저장 가능'이 함정이다. 오존의 낮은 잔류성은 처리 직후에는 불필요한 맛과 냄새를 남기지 않는 장점이지만, 지속 소독 효과가 없다는 단점이기도 하다.

다시 나오면 이렇게 판단

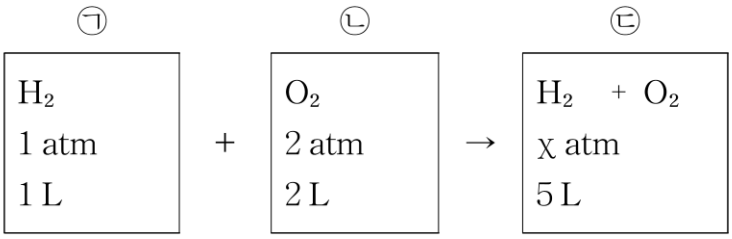
오존 문항에서는 '강한 산화력·이취미 제거'는 장점, '잔류 효과 없음·현장 발생·높은 설비 및 운전 비용'은 제약으로 나누어 판단한다. 저장이나 수송이 가능하다는 표현이 나오면 오존의 불안정성과 대조하여 틀린 보기로 판별한다.

암기 포인트

오존은 강력하고 깔끔하지만 오래 남지 않는다. 이취미는 제거하고, 저장·수송은 하지 않으며, 현장에서 만들어 쓴다.

NoteBase

16. ㉠, ㉡, ㉢ 통(box)에 다음과 같은 가스가 채워져 있다. ㉠, ㉡을 합친 ㉢의 전체 압력으로 가장 적절한 것은?



① 0.5 atm ② 1.0 atm
③ 1.5 atm ④ 3 atm

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 같은 온도에서 서로 반응하지 않는 이상기체를 한 용기에 합칠 때, 각 기체의 PV를 더한 뒤 최종 부피로 나누어 전체 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 수소는 $P_1 = 1atm$, $V_1 = 1L$이고, 산소는 $P_2 = 2atm$, $V_2 = 2L$이다.
구해야 할 값: 두 기체를 합친 뒤 부피가 $5L$인 용기 ㄷ의 전체 압력 P_{total}이다.
주의할 조건: 각 기체의 압력을 단순히 더하는 것이 아니라, 각 기체의 몰수에 비례하는 PV를 먼저 합산해야 한다.

사용할 공식

같은 온도에서 이상기체의 몰수는 $n = PV/(RT)$이므로 다음 관계를 사용한다.

$$P_{total}V_f = P_1V_1 + P_2V_2$$

따라서

$$P_{total} = \frac{P_1V_1 + P_2V_2}{V_f}$$

이 공식을 쓰는 이유는 혼합 전 두 기체의 전체 몰수가 보존되고, 혼합 후에는 두 기체가 같은 최종 부피와 온도에 있기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 수소의 PV는 $(1atm)(1L) = 1atm \cdot L$이다.
2. 산소의 PV는 $(2atm)(2L) = 4atm \cdot L$이다.
3. 두 값을 더하여 최종 부피 $5L$로 나눈다.

$$P_{\text{total}} = \frac{1+4}{5} atm = 1.0atm$$

선지 판단

① X — $0.5atm$은 계산 결과 $1.0atm$과 다르다. 틀린 값 $0.5atm$ → 올바르게는 $1.0atm$이다.
② O — $(1 \times 1 + 2 \times 2)/5 = 1.0$이므로 전체 압력은 $1.0atm$이다.
③ X — $1.5atm$은 두 기체의 처음 압력 평균이지만, 처음 부피가 각각 $1L$, $2L$이고 최종 부피가 $5L$이므로 단순 평균할 수 없다. 틀린 값 $1.5atm$ → 올바르게는 $1.0atm$이다.
④ X — $3atm$은 처음 압력 $1atm$과 $2atm$을 그대로 더한 값이다. 혼합 후 부피가 $5L$로 달라지므로 압력만 더할 수 없다. 틀린 값 $3atm$ → 올바르게는 $1.0atm$이다.

계산 결과 $1.0atm$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

③처럼 처음 압력의 산술평균을 구하거나, ④처럼 처음 압력끼리 바로 더하면 안 된다. 각 기체가 가진 몰수는 같은 온도에서 PV에 비례하므로 $P_1V_1 + P_2V_2$를 계산한 뒤 반드시 최종 부피로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 혼합 압력 문제는 각 용기의 PV 계산 → PV의 합산 → 최종 용기 부피로 나누기 → 압력 단위 확인의 순서로 판단한다.

암기 포인트

같은 온도의 이상기체 혼합에서는 $P_{\text{final}} = \sum P_i V_i / V_{\text{final}}$이다. 압력만 더하지 않고 PV를 더한다.

NoteBase

17. 물의 고유한 물리적 특성과 환경적 역할에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 물은 용매로서 영양소와 오염 물질의 이동을 가능하게 하여 다양한 생물학적 반응이 일어나도록 한다.
② 물은 열용량이 큰 물질 중 하나이다.
③ 물은 증발열이 가장 작다.
④ 물은 4 °C에서 액체이며, 이때 최대 밀도를 가진다.

정답 3번

출제 포인트

물의 극성 용매 성질, 큰 열용량과 증발열, 온도에 따른 밀도 변화가 생물 활동과 환경에 미치는 의미를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

물은 극성을 띠어 여러 이온성·극성 물질을 녹이는 용매이며, 물 분자 사이의 수소 결합 때문에 열용량과 증발열이 크다. 또한 순수한 물은 약 4 ° C에서 밀도가 최대가 되는 비정상적인 밀도 변화를 보인다.

선지별 해설

① O — 물은 여러 영양소와 오염 물질을 녹이고 이동시키는 용매이다. 용해된 물질이 생물체와 환경 사이에서 이동하면서 다양한 생물학적 반응이 일어날 수 있다.
② O — 물은 열용량이 큰 물질이어서 많은 열을 흡수하거나 방출해도 온도 변화가 비교적 작다. 이는 수환경의 급격한 온도 변화를 완화한다.
③ X — 틀린 표현은 ‘증발열이 가장 작다’이다. 물은 분자 사이의 수소 결합을 끊는 데 많은 에너지가 필요하므로 증발열이 매우 크다. 올바르게는 ‘물은 증발열이 큰 물질이다’이다.
④ O — 순수한 물은 약 4 ° C에서 액체 상태이며 밀도가 최대이다. 이보다 낮아져 얼음이 되면 부피가 늘고 밀도는 작아져 얼음이 물 위에 뜬다.

오답 포인트

③은 물이 쉽게 증발하는 현상을 보고 증발열도 작다고 착각하게 만든다. 그러나 증발이 일어난다는 사실과 증발에 필요한 열량의 크기는 다르며, 물은 수소 결합 때문에 증발할 때 많은 열을 필요로 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

물의 물성을 묻는 선지에서는 수소 결합을 기준으로 판단한다. 수소 결합은 큰 열용량과 큰 증발열을 만들며, 밀도는 약 4 ° C에서 최대라는 예외적 성질을 함께 확인한다.

암기 포인트

물은 좋은 용매, 큰 열용량, 큰 증발열, 약 4 ° C에서 최대 밀도이다.

NoteBase

18. 트리할로메탄에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 트리할로메탄은 메탄 분자의 수소 4개 중 3개가 염소나 브롬 등의 할로겐 원소로 치환된 화합물이다.

② 트리할로메탄은 수온이 낮을수록 생성량이 증가하는 경향이 있다.

③ 염소 처리 농도가 높을수록 트리할로메탄 생성량이 증가할 수 있다.

④ 원수에 포함된 humic substance는 트리할로메탄 생성의 전구물질이다.

정답 2번

출제 포인트

트리할로메탄의 구조와 정수처리 과정에서 생성량에 영향을 주는 수온, 염소 처리 농도, 전구물질의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

트리할로메탄은 메탄의 수소 4개 중 3개가 염소나 브롬 등의 할로겐 원소로 치환된 화합물이다. 정수처리에서는 염소가 원수의 부식질 등 유기 전구물질과 반응하여 생성되며, 일반적으로 수온과 염소 처리 농도가 높을수록 생성량이 증가하는 경향이 있다.

선지별 해설

① O — 트리할로메탄은 메탄의 수소 4개 가운데 3개가 염소나 브롬 등의 할로겐 원소로 치환된 구조를 가진다.
② X — 틀린 표현은 '수온이 낮을수록 생성량이 증가'이다. 실제로는 일반적으로 수온이 높을수록 염소와 유기 전구물질의 반응이 촉진되어 트리할로메탄 생성량이 증가하는 경향이 있다.
③ O — 염소 처리 농도가 높아지면 유기 전구물질과 반응할 수 있는 염소가 많아져 트리할로메탄 생성량이 증가할 수 있다.
④ O — 원수에 포함된 humic substance(부식질)는 염소와 반응하여 트리할로메탄을 형성할 수 있는 대표적인 전구물질이다.

NoteBase

오답 포인트

②의 ‘낮을수록’이 함정이다. 낮은 수온이 아니라 높은 수온에서 생성 반응이 활발해지는 경향이 있으므로 수온과 생성량의 방향을 반대로 바꾸어 놓은 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 트리할로메탄의 구조가 ‘메탄의 수소 3개가 할로겐으로 치환’인지 확인한다. 생성 조건은 염소와 유기 전구물질의 반응을 기준으로 보고, 일반적으로 수온 상승·염소 처리 농도 증가·전구물질 증가가 생성량을 늘리는 방향으로 판단한다.

암기 포인트

트리할로메탄은 수소 3개가 할로겐으로 치환된 메탄이며, 고수온·고염소·많은 부식질에서 생성이 증가한다.

NoteBase

19. 혼합물을 분리하여 실험하고자 한다. 분리방법과 분리물질의 예로 가장 적절하지 않은 것은?
① 밀도차를 이용한 분리 - 강 바닥에서의 사금 분리
② 용해도 차를 이용한 분리 - 석유 혼합물의 분리
③ 끓는점 차를 이용한 분리 - 물과 알코올의 분리
④ 크로마토그래피를 이용한 분리 - 식물잎 색소의 분리

정답 2번

출제 포인트

혼합물을 이루는 물질의 밀도, 용해도, 끓는점 및 이동 속도 차이와 알맞은 분리 사례를 연결할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

밀도 차 분리는 밀도가 다른 성분이 가라앉거나 뜨는 성질을 이용한다. 용해도 차 분리는 특정 용매에 녹는 정도가 다른 성질을 이용한다. 끓는점 차 분리는 가열할 때 성분별로 기화되는 온도가 다른 성질을 이용하며, 증류가 대표적이다. 크로마토그래피는 각 성분이 고정상에 붙는 정도와 이동상을 따라 이동하는 정도가 달라 이동 속도 차이가 생기는 원리를 이용한다.

선지별 해설

① O — 강 바닥의 사금은 주변의 모래나 자갈보다 밀도가 커서 물의 흐름이나 흔들림 속에서도 더 잘 가라앉으므로 밀도 차를 이용해 분리할 수 있다.
② X — 석유 혼합물의 주요 성분은 끓는점 차를 이용한 분별 증류로 분리한다. 틀린 표현은 '용해도 차를 이용한 분리'이며, 올바르게는 '끓는점 차를 이용한 분리'이다.
③ O — 물과 알코올은 서로 섞이지만 끓는점이 다르므로 증류를 통해 분리할 수 있다.
④ O — 식물잎 색소는 성분마다 고정상과 이동상에 대한 친화도가 달라 이동 속도에 차이가 생기므로 크로마토그래피로 분리할 수 있다.

오답 포인트

②의 석유 혼합물을 여러 성분이 섞인 액체라는 이유만으로 용해도 차와 연결하기 쉽다. 그러나 원유 정제의 핵심은 성분별 끓는점 차를 이용하는 분별 증류이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

사금은 무거워서 가라앉는지, 석유나 서로 섞이는 액체는 가열할 때 기화 온도가 다른지, 색소는 이동 속도가 다른지를 확인하여 각각 밀도 차, 끓는점 차, 크로마토그래피와 연결한다.

암기 포인트

사금은 밀도, 석유와 물·알코올은 끓는점, 색소는 크로마토그래피이다.

NoteBase

20. 온실효과 및 기후변화에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 오슬로협약에서 기후변화협약에 따른 온실가스 감축목표가 설정되었다.

② CO_2의 전 지구적인 배출량은 자연적인 배출량보다 화석연료 연소 등에 의한 인위적인 배출량이 훨씬 크다.

③ 지구온난화지수(GWP)는 $CH_4 > CO_2 > N_2O$ 순이다.

④ 온실효과는 온실기체가 적외선 부근의 복사열을 흡수하면서 발생하는 현상이다.

정답 4번

출제 포인트

온실효과의 복사 원리, 이산화탄소 배출원의 상대적 규모, 온실가스별 지구온난화지수, 국제 온실가스 감축체계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

온실효과: 온실기체가 지표에서 방출되는 적외선 영역의 복사에너지를 흡수하고 다시 방출하여 지표와 대기를 따뜻하게 하는 현상이다.

지구온난화지수(GWP): 일정 기간 동안 온실가스가 일으키는 온난화 효과를 같은 질량의 CO_2와 비교한 상대값이며, CO_2를 1로 삼는다.

배출량 비교: 전 지구적으로 자연계의 CO_2 배출량은 인위적 배출량보다 훨씬 크지만, 자연적 배출은 자연적 흡수와 대체로 균형을 이룬다. 화석연료 연소 등으로 추가된 인위적 배출이 이 균형을 깨뜨린다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '오슬로협약에서 온실가스 감축목표가 설정되었다'이다. 기후변화협약에 따른 선진국의 구속력 있는 온실가스 감축목표는 교토의정서에서 설정되었다.

② X — 틀린 표현은 '인위적인 배출량이 자연적인 배출량보다 훨씬 크다'이다. 전 지구적 총량으로는 자연적인 CO_2 배출량이 인위적인 배출량보다 훨씬 크며, 자연적 배출과 흡수는 대체로 균형을 이룬다.

③ X — 틀린 표현은 '$CH_4 > CO_2 > N_2O$'이다. 일반적으로 사용하는 100년 기준 지구온난화지수의 크기 순서는 $N_2O > CH_4 > CO_2$이다.

④ O — 온실기체는 지표가 방출하는 적외선 부근의 복사에너지를 흡수하고 재방출하므로 온실효과가 발생한다.

NoteBase

오답 포인트

④의 '적외선'을 자외선과 혼동하기 쉽다. 태양에서 들어오는 복사보다 지표가 방출하는 장파장 적외선의 흡수가 온실효과의 핵심이다. 또한 ②에서는 인위적 배출의 기후변화 기여도가 크다는 사실을 배출 총량 자체가 자연적 배출보다 크다는 뜻으로 오해하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

온실효과 문항에서는 먼저 복사 파장을 확인한다. '지표 방출 적외선의 흡수'이면 옳다. GWP는 $CO_2 = 1$을 기준으로 N_2O가 CH_4보다 크고, 국제 감축목표는 교토의정서와 연결하여 판단한다.

암기 포인트

온실효과는 지표의 적외선, GWP는 $N_2O > CH_4 > CO_2$, 감축목표는 교토의정서이다.

NoteBase

21. 표준대기상태(0 ℃, 1기압)에서의 공기밀도를 계산한 값으로 적절한 것은?

① $1.29\,\mathrm{kg/m^3}$ ② $1.39\,\mathrm{kg/m^3}$

③ $1.49\,\mathrm{kg/m^3}$ ④ $1.59\,\mathrm{kg/m^3}$

정답 1번

출제 포인트

표준대기상태의 압력과 절대온도를 이상기체의 밀도식에 대입하여 건조 공기의 밀도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 온도는 $0^\circ C = 273.15K$, 압력은 $1atm = 101325Pa$이다.

구해야 할 값: 공기의 밀도 ρ이다.

주의할 조건: 기체 공식에는 섭씨온도가 아니라 절대온도 K를 사용하며, 건조 공기의 비기체상수는 $R_a \simeq 287J/(kg \cdot K)$이다.

사용할 공식

이상기체 상태방정식 $PV = mR_aT$를 밀도 $\rho = m/V$에 관해 정리하면 다음과 같다.

$\rho = \frac{P}{R_aT}$

표준대기상태의 공기를 이상기체로 보고 압력과 절대온도가 주어졌으므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

1. 섭씨온도를 절대온도로 바꾸면 $T = 0 + 273.15 = 273.15K$이다.
2. 압력, 비기체상수, 절대온도를 대입한다.

$\rho = \frac{101325}{287 \times 273.15} \simeq 1.292kg/m^3$

3. 선지의 자릿수에 맞추면 공기 밀도는 $1.29kg/m^3$이다.

선지 판단

① O — 계산값 $1.292kg/m^3$를 소수 둘째 자리까지 나타내면 $1.29kg/m^3$이므로 옳다.

② X — $1.39kg/m^3$는 계산값과 일치하지 않는다. 틀린 값 $1.39kg/m^3$는 $1.29kg/m^3$로 고쳐야 한다.

③ X — $1.49kg/m^3$는 표준대기상태의 압력과 절대온도를 공식에 대입한 결과보다 크다. 틀린 값 $1.49kg/m^3$는 $1.29kg/m^3$로 고쳐야 한다.

④ X — $1.59kg/m^3$는 계산값과 일치하지 않는다. 틀린 값 $1.59kg/m^3$는 $1.29kg/m^3$로 고쳐야 한다.

계산 결과가 $1.29kg/m^3$이므로 정답은 1번이다.

NoteBase

오답 포인트

가장 큰 함정은 $0\,^{\circ}C$를 공식에 그대로 넣는 것이다. 기체 상태방정식의 온도는 반드시 절대온도로 환산하여 $273.15K$를 사용해야 하며, 계산값 $1.292kg/m^3$는 선지에 맞게 $1.29kg/m^3$로 반올림한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체 밀도 문제는 섭씨온도를 절대온도로 변환한 뒤 $\rho = P/(R_aT)$에 압력과 온도를 대입하고, 마지막에 단위와 반올림 자릿수를 검산하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

표준대기상태에서 건조 공기의 밀도는 약 $1.29kg/m^3$이며, 기체 공식의 온도는 항상 절대온도 K를 사용한다.

NoteBase

22. 0.250 L의 수용액에 13.7 μg의 농약이 포함되어 있다. 이 농약의 농도를 ppm과 ppb 단위로 바르게 나타낸 것은?

① 5.48 ppm, 5,480 ppb
② 54.8 ppm, 0.0548 ppb
③ 0.0548 ppm, 54.8 ppb
④ 54.8 ppm, 54,800 ppb

정답 3번

출제 포인트

수용액의 질량농도 $\mu g/L$를 mg/L로 바꾸고, 묽은 수용액에서 $mg/L \approx ppm$, $\mu g/L \approx ppb$의 관계를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 농약의 질량: $13.7\mu g$
수용액의 부피: $0.250L$
구해야 할 값: ppm 농도와 ppb 농도
주의할 조건: $1mg = 1{,}000\mu g$, $1ppm = 1{,}000ppb$이다.

사용할 공식

질량농도는 다음과 같이 구한다.

$$C = \frac{m}{V}$$

묽은 수용액은 밀도를 약 $1kg/L$로 보므로 $1mg/L \approx 1ppm$, $1\mu g/L \approx 1ppb$로 환산할 수 있다.

계산 과정

1. 먼저 부피당 농약의 질량을 계산한다.

$$\frac{13.7\mu g}{0.250L} = 54.8\mu g/L$$

2. ppb로 환산하면 $54.8\mu g/L \approx 54.8ppb$이다.
3. $54.8\mu g/L = 0.0548mg/L$이므로 ppm으로 환산하면 $0.0548ppm$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 5.48*ppm*, 5,480*ppb*는 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 0.0548*ppm*, 54.8*ppb*이다.
② X — 54.8*ppm*, 0.0548*ppb*는 ppm과 ppb의 크기 관계를 반대로 적용한 값이다. 올바르게는 0.0548*ppm*, 54.8*ppb*이다.
③ O — 계산값인 0.0548*ppm*, 54.8*ppb*와 정확히 일치한다.
④ X — 54.8*ppm*, 54,800*ppb*는 서로 환산 관계는 맞지만 실제 농도보다 1,000배 크다. *μg/L*를 *mg/L*로 바꾸지 않은 채 ppm으로 본 오류이며, 올바르게는 0.0548*ppm*, 54.8*ppb*이다.

오답 포인트

핵심 함정은 54.8*μg/L*의 숫자 54.8만 보고 이를 곧바로 ppm으로 쓰는 것이다. *μg/L*는 ppb에 대응하고, ppm으로 나타내려면 먼저 *mg/L*로 바꾸어 1,000으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 질량을 부피로 나누어 *μg/L* 또는 *mg/L*를 구한 뒤, 묽은 수용액에서는 각각 ppb 또는 ppm에 대응시킨다. 마지막으로 $1 ppm = 1{,}000 ppb$인지 검산한다.

암기 포인트

묽은 수용액에서는 $mg/L \approx ppm$, $\mu g/L \approx ppb$이고, ppm 값에 1,000을 곱하면 ppb 값이 된다.

NoteBase

23. 미생물에 의한 질소순환의 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 질소고정(nitrogen fixation)은 대기 중의 N_2가 미생물에 의해 암모니아 형태로 변환되는 과정을 의미한다.

② 암모니아는 니트로소모나스(nitrosomonas)에 의해 질산화과정이 이루어진다.

③ 탈질산화 과정은 대표적인 질산염 산화반응으로 고정된 질소가 대기로 돌아가는 과정이다.

④ 수중의 질소는 암모니아(NH_3), 질산이온(NO_3^-), 아질산이온(NO_2^-) 형태로 존재한다.

정답 3번

출제 포인트

미생물에 의한 질소고정·질산화·탈질산화의 반응 방향과 수중 질소의 주요 존재 형태를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

질소고정은 대기 중의 N_2를 미생물이 이용 가능한 암모니아성 질소로 바꾸는 과정이다.
질산화는 암모니아성 질소가 아질산성 질소를 거쳐 질산성 질소로 산화되는 호기성 과정이다.
탈질산화는 질산성 질소가 환원되어 N_2 등의 기체 질소로 전환되는 과정이다.

선지별 해설

① O — 질소고정은 대기 중 N_2를 질소고정 미생물이 암모니아성 질소로 전환하는 과정이다.
② O — 질산화의 첫 단계에서 Nitrosomonas와 같은 암모니아 산화균이 암모니아성 질소를 아질산성 질소로 산화한다.
③ X — 틀린 표현은 '질산염 산화반응'이다. 탈질산화는 질산이온 NO_3^-이 환원되어 최종적으로 N_2 등의 기체로 전환되고 대기로 돌아가는 과정이다. 올바르게는 '탈질산화 과정은 대표적인 질산염 환원반응으로 고정된 질소가 대기로 돌아가는 과정이다'라고 해야 한다.
④ O — 수중에는 암모니아성 질소, 질산이온 NO_3^-, 아질산이온 NO_2^- 등 여러 형태의 무기질소가 존재한다.

오답 포인트

③은 질산염이 반응물이라는 점 때문에 '산화'로 착각하게 만든다. 탈질산화에서는 질산염의 산화수가 낮아지므로 반응의 핵심은 환원이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

질소의 이동 방향을 본다. N_2에서 암모니아성 질소로 가면 질소고정, 암모니아성 질소에서 아질산·질산성 질소로 가면 질산화, 질산성 질소에서 N_2로 가면 탈질산화이다.

암기 포인트

고정은 N_2를 잡고, 질산화는 산화하며, 탈질산화는 질산염을 환원해 N_2로 돌려보낸다.

NoteBase

24. 토양에서는 토양 부피의 약 35 %가 공기로 채워져 있다. 토양 내 공기 조성의 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 토양 속에 포함된 공기는 대기 조성과 달리 유기물질의 부패로 인하여 CO_2의 함량이 높다.

② 토양 속의 산소 함유량은 식물의 광합성으로 인해 대기의 산소 함유량보다 높다.

③ 토양 속의 CO_2의 농도 증가로 인하여 토양의 pH가 낮아질 수 있다.

④ 토양 속의 CO_2의 농도 증가로 인하여 탄산칼슘의 풍화작용이 가속화된다.

정답 2번

출제 포인트

토양 공기와 대기의 조성 차이 및 토양 속 이산화탄소가 토양 반응에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

토양 공기는 토양 공극을 채우는 기체로, 뿌리와 토양 미생물의 호흡 및 유기물 분해 때문에 일반적으로 대기보다 산소가 적고 CO_2가 많다. 증가한 CO_2는 토양수에 녹아 탄산을 형성하므로 토양의 pH를 낮추고 탄산염 광물의 화학적 풍화를 촉진할 수 있다.

선지별 해설

① O — 토양에서는 뿌리와 미생물의 호흡 및 유기물 분해로 CO_2가 계속 생성되므로, 토양 공기는 대기보다 CO_2 함량이 높다.

② X — 틀린 표현은 '식물의 광합성으로 인해 대기의 산소 함유량보다 높다'이다. 실제로는 토양 속 뿌리와 미생물의 호흡이 산소를 소비하고 기체 교환도 제한되므로 토양 공기의 산소 함유량은 일반적으로 대기보다 낮다.

③ O — 토양 속 CO_2가 토양수에 녹으면 탄산이 생성되어 수소 이온 농도가 증가할 수 있으므로 토양의 pH가 낮아질 수 있다.

④ O — 증가한 CO_2가 물과 반응해 만든 탄산은 탄산칼슘을 용해성 중탄산염 형태로 전환하므로 탄산칼슘의 화학적 풍화를 촉진한다.

NoteBase

오답 포인트

②는 지상 식물의 광합성에서 산소가 발생한다는 사실을 토양 공기에 그대로 적용한 선지이다. 토양 공기의 조성은 광합성보다 뿌리·미생물의 호흡, 유기물 분해, 제한된 기체 교환의 영향을 크게 받는다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양 공기 문제에서는 호흡과 분해가 산소를 소비하고 CO_2를 만든다는 관계를 먼저 적용한다. 이어서 CO_2 증가가 탄산 형성, pH 저하, 탄산염 광물의 풍화 촉진으로 연결되는지 판단한다.

암기 포인트

토양 공기는 대기보다 산소는 적고 CO_2는 많으며, CO_2 증가는 산성화와 탄산염 풍화를 촉진한다.

NoteBase

25. 다음은 바닥 상태에 있는 원자들의 전자배치를 한 것이다. 주어진 원자들의 바닥 상태 전자배치로 옳은 것은? (단, Cr은 원자번호 24번, Cu는 원자번호 29번, Ar은 원자번호 18번이다.)

① Cl: [Ne] $3s^1$ $3p^5$

② Al: [Ne] $3s^1$ $3p^1$

③ Cr: [Ar] $3d^5$ $4s^1$

④ Cu: [Ar] $3d^9$ $4s^2$ $4p^1$

정답 3번

출제 포인트

원자번호에 맞게 전자 수를 채우고, Cr과 Cu에서 나타나는 바닥 상태 전자배치의 예외를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

바닥 상태 전자배치는 전자가 에너지가 낮은 오비탈부터 채워진 상태이며, 중성 원자의 전체 전자 수는 원자번호와 같다. 일반적인 채움 순서는 3*s*, 3*p*, 4*s*, 3*d* 순으로 판단한다. 다만 Cr은 $[Ar]3d^5 4s^1$, Cu는 $[Ar]3d^{10} 4s^1$이 더 안정한 예외이다.

선지별 해설

① X — Cl의 원자번호는 17이므로 [Ne] 이후 전자 7개가 배치되어야 한다. 틀린 부분은 $3s^1$이며, 올바른 바닥 상태 전자배치는 $[Ne]3s^2 3p^5$이다.

② X — Al의 원자번호는 13이므로 [Ne] 이후 전자 3개가 배치되어야 한다. 틀린 부분은 $3s^1$이며, 올바른 바닥 상태 전자배치는 $[Ne]3s^2 3p^1$이다.

③ O — Cr의 원자번호는 24이며, 3*d* 오비탈이 반쯤 채워진 상태가 안정하므로 바닥 상태 전자배치는 $[Ar]3d^5 4s^1$이다.

④ X — Cu의 바닥 상태에서는 3*d* 오비탈이 완전히 채워진 상태가 안정하다. 틀린 표현은 $[Ar]3d^9 4s^2 4p^1$이며, 올바른 전자배치는 $[Ar]3d^{10} 4s^1$이다.

오답 포인트

Cr과 Cu에 기계적인 오비탈 채움 순서만 적용하면 각각 $[Ar]3d^4 4s^2$, $[Ar]3d^9 4s^2$로 잘못 쓰기 쉽다. Cr은 3*d* 반채움, Cu는 3*d* 완전 채움이 되도록 4*s* 전자 하나가 3*d*로 이동한 형태가 바닥 상태이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 제시된 전자 수의 합이 원자번호와 같은지 확인하고, 일반적인 오비탈 채움 순서를 적용한다. 마지막으로 Cr은 $3d^5 4s^1$, Cu는 $3d^{10} 4s^1$이라는 예외를 점검한다.

암기 포인트

Cr은 d 반채움 $3d^5 4s^1$, Cu는 d 완전 채움 $3d^{10} 4s^1$이다.

NoteBase