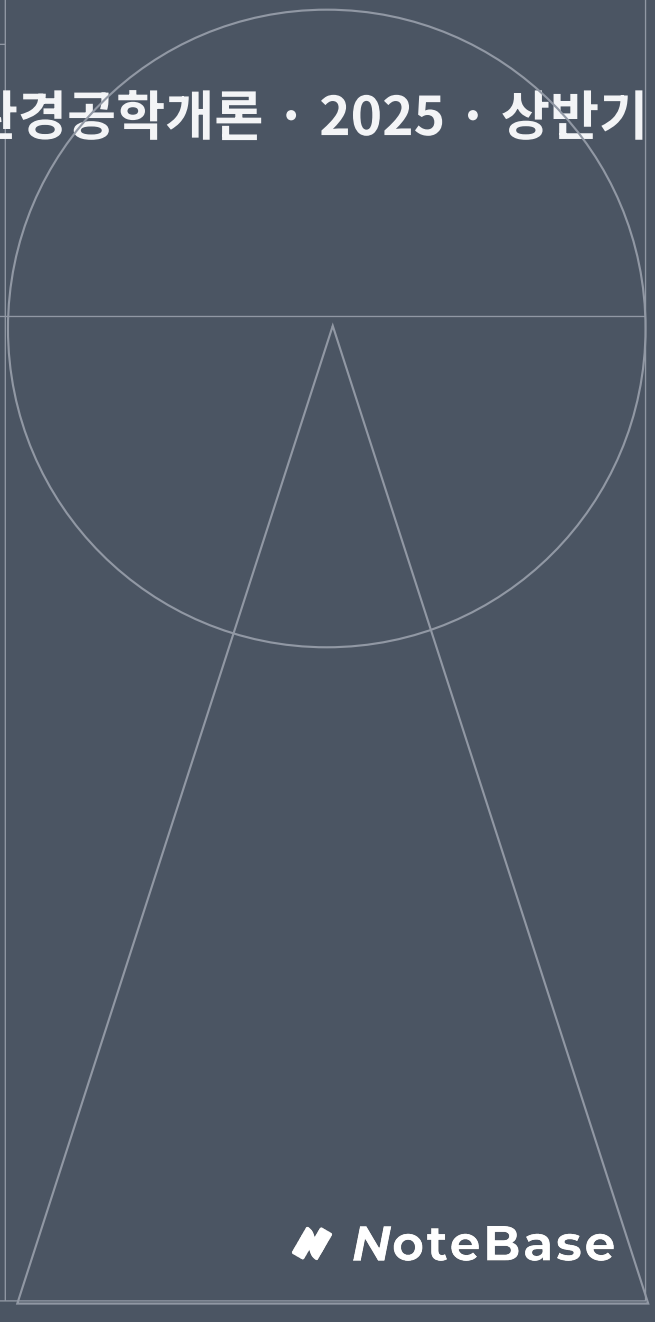
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2025 · 상반기



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2025 · 상반기

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2025 · 상반기

문 1. 해수의 특성으로 가장 옳지 않은 것은?

① 해수의 pH는 약 8.2로 약알칼리성이다.

② 해수의 염분은 약 35‰이다.

③ 해수의 밀도는 수온과 염분의 변화에 따라 비선형으로 변화한다.

④ 해수의 Ca/Mg 비는 약 3~4이다.

정답 4번

출제 포인트

일반적인 해수의 pH, 염분, 밀도 변화 및 칼슘과 마그네슘의 함량비를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

해수는 여러 염류가 녹아 있는 약알칼리성 수용액이다. 평균 염분은 약 35‰이고, 밀도는 수온이 낮아지거나 염분이 높아질수록 대체로 증가하지만 그 변화 관계는 단순한 직선이 아니다. 해수에는 칼슘보다 마그네슘이 더 많이 들어 있으므로 Mg/Ca 비가 약 3~4이고, Ca/Mg 비는 그 역수인 약 0.25~0.33이다.

선지별 해설

① O — 일반적인 해수의 pH는 약 8.2로 약알칼리성이다.
② O — 일반적인 해수의 평균 염분은 약 35‰이다.
③ O — 해수의 밀도는 수온과 염분의 영향을 함께 받으며, 그 변화 관계는 비선형적이다.
④ X — 틀린 표현은 ‘Ca/Mg 비는 약 3~4’이다. 해수에서는 마그네슘의 함량이 칼슘보다 크므로 Mg/Ca 비가 약 3~4이며, Ca/Mg 비는 약 0.25~0.33이다.

오답 포인트

④는 비율을 이루는 두 성분의 순서를 뒤집은 선지이다. ‘마그네슘이 칼슘보다 많다’는 사실을 알아도 Ca/Mg와 Mg/Ca를 반대로 읽으면 오답을 고르게 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

비율 선지는 분자에 놓인 성분이 실제로 더 많은지 먼저 확인한다. 해수에서는 Mg가 Ca보다 많으므로 1보다 큰 약 3~4의 값은 Mg/Ca에 해당한다.

암기 포인트

해수는 pH 약 8.2, 염분 약 35‰이며, Mg/Ca는 약 3~4이다.

NoteBase

문 2. 해수의 운동에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 조석은 달, 태양 등 천체의 인력으로 발생한다.

② 조석에 미치는 영향은 태양의 힘이 가장 크다.

③ 달과 태양의 인력이 중복되어 조차가 크게 될 때를 대조, 인력이 교차되어 조차가 작게 될 때를 소조라고 한다.

④ 해면이 상승하여 고조로 가는 흐름을 창조류, 해면이 하강하여 저조로 가는 흐름을 낙조류라고 한다.

정답 2번

출제 포인트

조석을 일으키는 힘의 상대적 크기와 대조·소조, 창조류·낙조류의 뜻을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

조석은 달과 태양 등의 인력에 따른 조석력으로 해수면이 주기적으로 오르내리는 현상이다. 조석력은 천체의 단순한 인력 크기가 아니라 지구의 각 지점에 작용하는 인력의 차이로 생기며, 지구에 가까운 달의 영향이 태양의 영향보다 크다. 대조는 달·지구·태양이 거의 일직선에 놓여 조차가 커지는 때이고, 소조는 달과 태양의 방향이 거의 직각을 이루어 조차가 작아지는 때이다.

선지별 해설

① O — 조석은 주로 달과 태양 같은 천체의 인력에 의해 발생하므로 옳다.
② X — 틀린 부분은 '태양의 힘이 가장 크다'이다. 조석에 미치는 영향은 태양보다 달이 더 크다. 태양의 전체 인력은 크지만, 조석을 만드는 인력의 차이는 지구에 훨씬 가까운 달 때문에 더 크게 나타난다.
③ O — 달과 태양의 작용 방향이 겹치는 삭·망 무렵에는 조차가 큰 대조가 되고, 두 작용 방향이 거의 직각을 이루는 상현·하현 무렵에는 조차가 작은 소조가 되므로 옳다.
④ O — 해면이 상승하여 고조로 향할 때의 흐름은 창조류이고, 해면이 하강하여 저조로 향할 때의 흐름은 낙조류이므로 옳다.

오답 포인트

태양이 달보다 질량이 크다는 사실만 보고 ②를 옳다고 판단하기 쉽다. 조석에서는 천체의 전체 인력이 아니라 지구 양쪽에 작용하는 인력의 차이를 비교하므로, 가까운 달의 영향이 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

조석의 영향력은 '질량이 큰 천체'가 아니라 '차등 인력이 큰 천체'를 기준으로 판단한다. 또한 일직선이면 대조, 거의 직각이면 소조로 구분하고, 수위가 오르는 흐름은 창조류, 내리는 흐름은 낙조류로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

조석 영향은 달이 더 크고, 일직선은 대조·직각은 소조, 상승은 창조류·하강은 낙조류이다.

NoteBase

문 3. 적조에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 적조는 적절한 광량과 영양염류가 공급되지 않을 때 잘 발생한다.

② 적조를 일으키는 종에는 와편모조류, 야광충 등이 있다.

③ 적조는 자원량 변동, 어패류 폐사 등 직접적인 피해를 일으킨다.

④ 적조는 바다색의 변화, 국민정서 악화 등 간접적인 피해를 일으킨다.

정답 1번

출제 포인트

적조의 발생 조건, 원인 생물, 직접 피해와 간접 피해를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

적조는 식물플랑크톤 등 미세 생물이 대량 증식하여 바닷물의 색이 달라지는 현상이다. 일반적으로 충분한 빛과 높은 수온, 영양염류의 풍부한 공급, 수괴의 정체 등은 적조 생물의 증식에 유리하다. 적조 생물이 어패류와 수산자원에 미치는 피해는 직접 피해이고, 바다 경관이나 국민 정서 등에 미치는 영향은 간접 피해이다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '적절한 광량과 영양염류가 공급되지 않을 때'이다. 적조는 일반적으로 적절한 광량이 있고 영양염류가 풍부하게 공급되어 적조 생물이 대량 증식하기 쉬울 때 잘 발생한다.

② O
와편모조류와 야광충은 대량 증식하여 적조를 일으킬 수 있는 대표적인 생물에 해당한다.

③ O
적조는 수산자원량을 변동시키고 어패류를 폐사시키는 등 생물과 수산업에 직접적인 피해를 줄 수 있다.

④ O
적조로 바다색이 변하여 경관이 훼손되고 국민 정서가 악화되는 것은 수산생물의 폐사와 구별되는 간접적인 피해이다.

오답 포인트

①은 '공급되지 않을 때'라는 부정 표현으로 발생 조건을 뒤집었다. 적조 생물도 증식에 빛과 영양염류가 필요하므로, 이들이 부족한 상태가 아니라 적절한 빛과 풍부한 영양염류가 갖추어진 상태가 발생에 유리하다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

적조의 발생 조건은 적조 생물의 대량 증식에 유리한지를 기준으로 판단한다. 빛·수온·영양염류가 증식에 유리하고 바닷물이 정체되면 발생 가능성이 커진다. 피해 유형은 어패류·수산자원에 바로 작용하면 직접 피해, 경관·관광·국민 정서 등에 파급되면 간접 피해로 구분한다.

암기 포인트

적조는 '빛과 영양염류 부족'이 아니라 '증식에 유리한 빛·수온·영양염류와 정체된 수괴'에서 잘 발생한다.

NoteBase

문 4. 해양 기름유출사고의 대응 방법으로 가장 옳지 않은 것은?

① 오일펜스를 설치하여 유출유의 확산을 방지한다.

② 유흡착재를 사용하여 오염물질을 흡착하여 회수한다.

③ 유처리제를 사용하여 기름을 분산시켜 자정작용을 촉진한다.

④ 산소 포기로 기름 분산 및 자정작용을 촉진한다.

정답 4번

출제 포인트

해양 기름유출 대응 방법을 확산 방지, 물리적 회수, 화학적 분산으로 구분하고, 각 방법이 실제로 유출유에 작용하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

오일펜스는 수면의 유출유를 둘러싸 확산을 막는 차단 장비이다. 유흡착재는 기름을 붙잡아 물리적으로 회수하는 재료이다. 유처리제는 기름막을 작은 기름방울로 분산시켜 미생물 분해 등 자연적 정화가 일어나기 쉬운 상태로 만든다. 산소 포기는 물속에 산소를 공급하는 방법이지만, 수면의 유출유를 직접 차단·회수하거나 효과적으로 분산하는 일반적인 초기 대응 방법은 아니다.

선지별 해설

① O — 오일펜스는 수면에 떠 있는 기름의 이동 범위를 제한하여 오염의 확산을 방지하고 회수 작업을 돕는다.
② O — 유흡착재는 유출유를 흡착한 뒤 오염된 흡착재와 함께 회수하는 물리적 처리 방법이다.
③ O — 유처리제는 기름막을 미세한 기름방울로 분산시켜 표면적을 넓히므로 미생물에 의한 분해 등 자정작용을 촉진할 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '산소 포기로 기름 분산 및 자정작용을 촉진한다'이다. 산소 포기는 주로 물속에 산소를 공급하는 방법이며, 수면 유출유의 확산 방지·회수·분산을 위한 직접적인 대응 방법으로 보기 어렵다.
올바르게는 오일펜스와 회수 장비·유흡착재로 유출유를 차단·회수하거나, 적용 조건을 고려하여 유처리제로 기름을 분산시킨다고 해야 한다.

오답 포인트

④의 '산소 공급'이 미생물의 유기물 분해를 돕는다는 일반 원리 때문에 적절해 보일 수 있다. 그러나 해양 기름유출의 직접 대응에서는 수면 기름을 차단·회수·분산하는 기능이 핵심이며, 산소 포기를 기름 분산 방법으로 보지 않는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

대응 수단이 유출유에 직접 작용하는지를 확인한다. 오일펜스는 차단, 유흡착재는 물리적 회수, 유처리제는 분산에 해당하며, 단순한 산소 공급은 이 세 기능에 해당하지 않는다.

암기 포인트

오일펜스는 막고, 유흡착재는 걷고, 유처리제는 흩뜨린다. 산소 포기는 기름을 직접 처리하는 수단이 아니다.

NoteBase

문 5. 「항만지역등 대기질 개선에 관한 특별법(시행령 및 시행규칙 포함)」에서 지정하는 황산화물 배출규제해역이 아닌 곳은?

① 평택·당진항
② 목포항
③ 부산항
④ 울산항

정답 2번

쟁점

이 문제는 황산화물 배출규제해역으로 지정된 항만을 구별하는 문제이다. 핵심은 지정 고시에 열거된 항만에 목포항이 포함되는지를 판단하는 것이다.

용어 풀이

황산화물 배출규제해역은 선박에서 나오는 황산화물을 줄이기 위해 선박연료유의 황 함유량을 더 엄격하게 제한하는 해역이다.

핵심 구분

현행 「황산화물 배출규제해역 지정 고시」는 인천항(경인항 포함), 평택·당진항, 여수항·광양항(하동항 포함), 부산항, 울산항의 각 항계 및 인근 해역을 배출규제해역으로 지정한다. 목포항은 이 지정 목록에 포함되지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X
평택·당진항은 황산화물 배출규제해역으로 지정되어 있으므로 '아닌 곳'에 해당하지 않는다.
틀린 판단: 평택·당진항은 황산화물 배출규제해역이 아니다.
올바른 표현: 평택·당진항은 황산화물 배출규제해역이다.

② O
목포항은 현행 지정 고시에 열거된 황산화물 배출규제해역에 포함되지 않으므로 정답이다.

③ X
부산항은 황산화물 배출규제해역으로 지정되어 있으므로 '아닌 곳'에 해당하지 않는다.
틀린 판단: 부산항은 황산화물 배출규제해역이 아니다.
올바른 표현: 부산항은 황산화물 배출규제해역이다.

④ X
울산항은 황산화물 배출규제해역으로 지정되어 있으므로 '아닌 곳'에 해당하지 않는다.
틀린 판단: 울산항은 황산화물 배출규제해역이 아니다.
올바른 표현: 울산항은 황산화물 배출규제해역이다.

오답 포인트

목포항도 주요 무역항이라는 점 때문에 지정 항만으로 착각하기 쉽다. 그러나 이 문항은 일반적인 항만의 규모나 중요도가 아니라 지정 고시에 실제로 열거되어 있는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

'아닌 곳'을 물으면 지정 항만 목록을 먼저 떠올린 뒤 각 선지를 대조한다. 평택·당진항, 부산항, 울산항은 목록에 있고 목포항은 목록에 없으므로 목포항을 고른다.

암기 포인트

황산화물 규제해역의 핵심 항만은 인천, 평택·당진, 여수·광양, 부산, 울산이며 목포는 제외된다.

NoteBase

문 6. 선박에서 배기가스의 황산화물 제어를 위한 방법으로 해수를 분무하여 황산화물을 포집하는 스크러버가 있다. 어느 스크러버의 황산화물 유입농도가 7 mg/L이며 출구농도가 1.9 mg/L라면, 이 스크러버의 포집효율은 약 얼마인가?

① 63%

② 73%

③ 83%

④ 93%

정답 2번

출제 포인트

유입농도와 출구농도의 차이를 유입농도로 나누어 스크러버의 포집효율을 구하는 문제이다.

조건 정리

유입농도: $7 mg/L$
출구농도: $1.9 mg/L$
구해야 할 값: 황산화물 포집효율(%)
두 농도의 단위가 같으므로 별도의 단위 환산은 필요하지 않다.

사용할 공식

$$포집효율(\%) = \frac{유입농도 - 출구농도}{유입농도} \times 100$$

포집된 양은 유입농도에서 출구농도를 뺀 값이며, 포집효율은 이 제거량이 유입량에서 차지하는 비율이므로 유입농도를 분모로 사용한다.

계산 과정

$$포집효율 = \frac{7 - 1.9}{7} \times 100 = \frac{5.1}{7} \times 100 \approx 72.86\%$$

따라서 포집효율은 약 73%이다.

선지 판단

① X — 63%는 계산 결과인 약 73%와 일치하지 않는다. 올바른 값은 약 73%이다.
② O — 계산 결과 약 72.86%를 반올림하면 73%이다.
③ X — 83%는 계산 결과인 약 73%와 일치하지 않는다. 올바른 값은 약 73%이다.
④ X — 93%는 계산 결과인 약 73%와 일치하지 않는다. 올바른 값은 약 73%이다.

NoteBase

오답 포인트

제거된 농도 $7 - 1.9 = 5.1 mg/L$ 자체와 제거 비율을 혼동하거나, 출구농도를 분모로 놓으면 안 된다.
포집효율의 기준은 유입농도이며, 약 72.86%를 선지에 맞게 반올림하면 73%이다.

다시 나오면 이렇게 판단

제거·포집 효율은 먼저 유입값에서 출구값을 빼고, 그 차이를 유입값으로 나눈 뒤 100을 곱하여 판단한다.

암기 포인트

제거효율은 '들어온 양에서 빠져나간 양을 뺀 값'을 '들어온 양'으로 나눈 백분율이다.

NoteBase

문 7. 평균풍속이 10 m/s일 때, 지표면에서($z = 0$) 오염물질이 36 g/s 속도로 배출되고 있다면 오염원에서 확산방향으로($y = 0$) x 미터(m) 떨어진 지표면에서 오염물질의 농도 $C_{(x,\,0,\,0)}$를 가우시안 확산모델을 이용하여 구하시오.($\pi = 3,\ \sigma_y = 30m,\ \sigma_z = 20m$로 가정한다)

① $10\mu g/m^3$

② $100\mu g/m^3$

③ $1mg/m^3$

④ $10mg/m^3$

정답 3번

출제 포인트

가우시안 확산모델에 배출량, 풍속, 수평·수직 확산계수를 대입하고 농도 단위를 환산하는 문제이다.

조건 정리

배출량은 $Q = 36g/s = 36{,}000mg/s$, 평균풍속은 $u = 10m/s$, 확산계수는 $\sigma_y = 30m$, $\sigma_z = 20m$이다.
오염원과 측정점이 모두 지표면에 있고 확산 중심선 위이므로 $y = 0, z = 0$에서 지수항은 1이 된다.

사용할 공식

중심선상의 지표면 농도는 다음과 같이 계산한다.
$C_{(x,\,0,\,0)} = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z}$
측정점이 확산 중심선에 있어 수평·수직 편차에 따른 지수 감쇠항이 모두 1이므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

주어진 값을 대입하면
$C_{(x,\,0,\,0)} = \frac{36{,}000}{2 \times 3 \times 10 \times 30 \times 20} mg/m^3$
이고, 분모는 36,000이므로
$C_{(x,\,0,\,0)} = 1mg/m^3 = 1{,}000\mu g/m^3$
이다.

선지 판단

① X — $10\mu g/m^3$은 계산값 $1{,}000\mu g/m^3$의 1/100이다. 올바른 농도는 $1{,}000\mu g/m^3$이다.
② X — $100\mu g/m^3$은 계산값의 1/10이다. 올바른 농도는 $1{,}000\mu g/m^3$이다.
③ O — $1mg/m^3$은 계산 결과와 일치한다.
④ X — $10mg/m^3$은 계산값의 10배이다. 올바른 농도는 $1mg/m^3$이다.

NoteBase

오답 포인트

배출량을 g/s에서 mg/s로 바꿀 때 $1g = 1{,}000mg$을 적용해야 한다. 또한 $1mg/m^3 = 1{,}000\mu g/m^3$이므로 단위 환산에서 10배 또는 100배의 자릿수 오류가 나지 않도록 구분한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 측정점의 좌표로 지수항을 정리하고, 배출량과 농도의 질량 단위를 통일한 뒤 가우시안 확산식에 대입한다. 마지막에는 계산값을 선지의 mg/m^3 또는 $\mu g/m^3$ 단위로 환산해 비교한다.

암기 포인트

중심선에서는 지수항이 1이며, $1mg/m^3 = 1{,}000\mu g/m^3$이다.

NoteBase

문 8. 「해양환경관리법」상 대한민국 영해에서 선박 또는 해양시설로부터의 오염행위에 대한 벌칙을 짝지은 것으로 가장 알맞지 않은 것은?(예외 규정이 적용되는 부득이한 배출은 제외한다)

① 기름을 배출한 자 - 5년 이하 징역, 5천만원 이하 벌금

② 폐기물을 배출한 자 - 3년 이하 징역, 3천만원 이하 벌금

③ 과실로 기름을 배출한 자 - 3년 이하 징역, 3천만원 이하 벌금

④ 과실로 폐기물을 배출한 자 - 1년 이하 징역, 1천만원 이하 벌금

정답 4번

쟁점

이 문제는 「해양환경관리법」상 오염물질의 종류와 고의·과실에 따른 법정형을 구별하는 문제이다. 핵심은 기름 배출과 폐기물 배출을 구분하고, 과실 여부에 따라 처벌 단계가 어떻게 낮아지는지 판단하는 것이다.

용어 풀이

법정형 = 법률이 특정 범죄에 대하여 정해 둔 형벌의 종류와 상한·하한이다. 과실 = 필요한 주의를 다하지 않아 결과를 발생시킨 경우를 말한다.

핵심 구분

「해양환경관리법」 제126조부터 제128조까지에 따르면, 기름을 배출한 자는 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금, 폐기물을 배출한 자와 과실로 기름을 배출한 자는 각각 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금, 과실로 폐기물을 배출한 자는 2년 이하의 징역 또는 2천만원 이하의 벌금에 처한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
기름을 배출한 자의 법정형은 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금이므로 옳다.

② O
폐기물을 배출한 자의 법정형은 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금이므로 옳다.

③ O
과실로 기름을 배출한 자의 법정형은 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금이므로 옳다.

④ X
과실로 폐기물을 배출한 자의 법정형을 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금이라고 한 부분이 틀렸다.
틀린 표현: 1년 이하 징역, 1천만원 이하 벌금
올바른 표현: 2년 이하 징역 또는 2천만원 이하 벌금

오답 포인트

④의 과실에 의한 폐기물 배출을 더 낮은 일반 벌칙인 1년·1천만원 단계와 혼동하기 쉽다. 이 문항에서 과실로 폐기물을 배출한 경우는 2년·2천만원 단계이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 오염물질이 기름인지 폐기물인지 구분한 다음, 과실 표시가 있는지 확인한다. 기름 배출은 5년·5천만원, 폐기물 배출과 과실 기름 배출은 3년·3천만원, 과실 폐기물 배출은 2년·2천만원으로 대응한다.

암기 포인트

기름 5·5, 폐기물 또는 과실 기름 3·3, 과실 폐기물 2·2이다.

NoteBase

문 9. 1986년 일본의 한 지역 주민들에게서 원인을 알 수 없는 피부병이 발생하였다. 가네미유 사건으로 불리는 이 사건의 원인이 되는 유해물질은?

① 폴리염화비페닐(PCBs)
② 프탈레이트류(phthalates)
③ 과불화화합물(PFASs)
④ 다환방향족탄화수소(PAHs)

정답 1번

출제 포인트

가네미유 사건의 원인물질을 대표적인 잔류성 유기오염물질과 연결할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

가네미유 사건은 PCB가 혼입된 미강유를 섭취한 주민들에게 피부병 등 중독 증상이 나타난 사건이다. PCB는 열에 안정하고 전기 절연성이 커 과거 열매체와 절연유 등에 사용되었으나, 환경에 오래 남고 생물에 축적되는 유해물질이다. 프탈레이트류는 주로 플라스틱 가소제, PFASs는 탄소-불소 결합을 가진 난분해성 화합물군, PAHs는 여러 개의 방향족 고리가 결합한 연소 부산물이라는 점에서 구별된다.

선지별 해설

① O — 가네미유 사건은 PCB가 혼입된 미강유 섭취로 발생한 대표적인 PCB 중독 사건이므로 옳다.
② X — 틀린 표현은 '프탈레이트류'이다. 프탈레이트류는 플라스틱을 부드럽게 만드는 가소제로 널리 쓰인 물질군이며, 이 사건의 원인물질로 바르게 연결되는 것은 폴리염화비페닐(PCBs)이다.
③ X — 틀린 표현은 '과불화화합물(PFASs)'이다. PFASs는 발수·발유성과 내열성 때문에 사용된 난분해성 불소계 화합물군이며, 이 사건의 원인물질로 바르게 연결되는 것은 폴리염화비페닐(PCBs)이다.
④ X — 틀린 표현은 '다환방향족탄화수소(PAHs)'이다. PAHs는 유기물의 불완전연소 과정에서 주로 생성되는 물질군이며, 이 사건의 원인물질로 바르게 연결되는 것은 폴리염화비페닐(PCBs)이다.

오답 포인트

네 선지가 모두 환경 잔류성이나 독성 문제와 관련된 유기오염물질이어서 용도와 발생원을 구분하지 않으면 혼동하기 쉽다. 가네미유 사건의 핵심 단서는 PCB가 미강유에 혼입되어 일어난 식용유 중독 사건이라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

환경오염 사건명 문제에서는 사건의 노출 매체와 대표 원인물질을 한 쌍으로 연결한다. 가네미유 사건 또는 미강유 중독이 제시되면 PCB를 선택한다.

NoteBase

암기 포인트

가네미유 사건은 PCB 혼입 미강유에 의한 중독 사건이다.

NoteBase

문 10. 어느 작업장에 80 dB의 소음을 발생시키는 동일한 기계 두 대가 동시에 가동된다면 소음 수준(dB)은? (단, 배경소음은 무시함)

① 80 dB

② 83 dB

③ 90 dB

④ 160 dB

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 데시벨이 로그 척도라는 점을 이용해 동일한 소음원 2개의 합성 소음 수준을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 각 기계의 소음 수준은 80dB이고, 동일한 기계 2대가 동시에 가동된다.
구해야 할 값: 두 기계의 합성 소음 수준이다.
주의할 조건: 배경소음은 무시하며, 데시벨 값 자체를 산술적으로 더하지 않고 소음의 세기를 합산한다.

사용할 공식

동일한 소음원 n개의 합성 소음 수준은 다음과 같다.
$L_{\text{total}} = L + 10\log_{10} n$
두 기계가 동일한 소음 수준을 내므로 각 세기가 같고, 동시에 가동할 때 전체 소음 세기는 한 대의 2배가 된다.
따라서 동일 소음원 합성 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 기계 한 대의 소음 수준은 $L = 80\text{dB}$이다.
2. 동일한 기계가 2대이므로 $n = 2$를 대입한다.
$L_{\text{total}} = 80 + 10\log_{10} 2$
3. $10\log_{10} 2 \approx 3.01\text{dB}$이므로 다음과 같다.
$L_{\text{total}} \approx 80 + 3.01 = 83.01\text{dB}$
따라서 합성 소음 수준은 약 83dB이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 80dB은 기계 한 대의 소음 수준이다. 두 대가 동시에 가동되면 같은 세기의 소음이 합쳐져 약 3dB 증가하므로, 올바르게는 약 83dB이다.
② O — 계산 결과가 약 83.01dB이므로 83dB가 맞다.
③ X — 90dB는 두 대 운전으로 10dB가 증가한다고 잘못 본 값이다. 10dB 증가는 소음 세기가 10배일 때이며, 세기가 2배인 이 문제에서는 약 3dB 증가하여 83dB가 된다.
④ X — 160dB는 데시벨 수치 80 + 80을 직접 더한 값으로, 로그 척도인 데시벨의 합성 방식에 맞지 않는다. 소음의 세기를 합산한 뒤 데시벨로 환산하면 약 83dB이다.

오답 포인트

핵심 함정은 동일한 기계가 2대라는 말을 보고 80 + 80 = 160으로 계산하거나, 소음 세기의 2배를 데시벨의 2배로 오해하는 것이다. 동일한 크기의 독립 소음원이 2배가 되면 소음 수준은 약 3dB만 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

동일한 소음원 n개가 동시에 작동하면 먼저 개수를 확인하고 $L_{\text{total}} = L + 10\log_{10} n$을 적용한다. 특히 소음원이 2배이면 약 3dB, 10배이면 10dB 증가한다고 판단한다.

암기 포인트

같은 소음원 2개 합성은 +3dB이다.

NoteBase

문 11. 감마(γ)선 또는 엑스(X)선이 물질 1 kg당 1 J의 에너지가 흡수될 때 만큼 조직에 생물학적 손상을 주는 흡수선량, 즉 등가선량을 나타내는 단위는?

① 시버트(Sv)

② 베크렐(Bq)

③ 뢴트겐(R)

④ 그레이(Gy)

정답 1번

출제 포인트

방사선의 에너지 흡수량을 나타내는 흡수선량과 방사선의 생물학적 영향을 반영한 등가선량의 단위를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

흡수선량은 물질 단위 질량당 흡수된 에너지이며 단위는 그레이(Gy)이다. $1Gy = 1J/kg$이다.
등가선량은 흡수선량에 방사선의 종류에 따른 방사선가중계수를 반영한 양이며 단위는 시버트(Sv)이다.
감마선과 엑스선의 방사선가중계수는 1이므로 이들에 대해서는 흡수선량과 등가선량의 수치가 같을 수 있지만 단위와 의미는 구별된다.

선지별 해설

① O — 시버트(Sv)는 방사선의 종류에 따른 생물학적 영향을 반영한 등가선량의 단위이다. 따라서 문제에서 묻는 단위에 해당한다.
② X — 베크렐(Bq)은 방사성물질의 방사능, 즉 초당 붕괴 횟수를 나타내는 단위이다. 틀린 표현은 '등가선량의 단위가 베크렐'이라는 대응이며, 올바르게는 '방사능의 단위가 베크렐'이다.
③ X — 뢴트겐(R)은 엑스선이나 감마선이 공기 중에 만드는 전리량을 나타내던 조사선량의 비SI 단위이다. 틀린 표현은 '등가선량의 단위가 뢴트겐'이라는 대응이며, 올바르게는 '조사선량의 단위가 뢴트겐'이다.
④ X — 그레이(Gy)는 물질 $1kg$당 $1J$이 흡수된 흡수선량의 단위이다. 틀린 표현은 '생물학적 영향을 반영한 등가선량의 단위가 그레이'라는 대응이며, 올바르게는 '흡수선량의 단위가 그레이'이다.

오답 포인트

감마선과 엑스선에서는 방사선가중계수가 1이어서 흡수선량과 등가선량의 수치가 같을 수 있다는 점이 함정이다. 그러나 에너지 흡수량 자체는 그레이(Gy), 생물학적 영향을 반영한 등가선량은 시버트(Sv)로 단위를 구별한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문제의 핵심 명사를 먼저 확인한다. ‘붕괴 횟수’이면 베크렐(*Bq*), ‘공기 중 전리’이면 뢴트겐(*R*), ‘흡수 에너지’이면 그레이(*Gy*), ‘생물학적 영향 또는 등가선량’이면 시버트(*Sv*)이다.

암기 포인트

붕괴는 *Bq*, 흡수는 *Gy*, 생물학적 영향은 *Sv*이다.

NoteBase

문 12. 고형폐기물 관리의 우선순위(hierarchy)에서 중요성이 가장 큰 것은?

① 소각

② 매립

③ 재활용

④ 발생원 감량

정답 4번

출제 포인트

고형폐기물 관리의 우선순위에서 폐기물의 발생 자체를 줄이는 방법이 사후 처리보다 우선한다는 원칙을 묻는 문제이다.

핵심 개념

발생원 감량은 제품의 생산·유통·소비 단계에서 원료 사용과 폐기물 발생량을 처음부터 줄이는 방법이다. 재활용은 이미 발생한 폐기물을 다시 자원으로 이용하는 방법이고, 소각과 매립은 발생한 폐기물을 처리하거나 최종 처분하는 방법이다. 따라서 우선순위는 발생 예방·감량이 가장 높고, 재활용 등의 자원 회수, 소각·매립과 같은 처리·처분이 그 뒤를 잇는다.

선지별 해설

① X — 소각은 이미 발생한 폐기물의 부피를 줄이고 안정화하는 처리 방법이므로 발생원 감량보다 우선순위가 낮다. '소각이 가장 중요하다'는 판단이 틀리며, 가장 우선하는 것은 발생원 감량이다.
② X — 매립은 폐기물을 최종적으로 처분하는 방법이므로 관리 계층에서 우선순위가 낮다. '매립이 가장 중요하다'가 아니라 발생원 감량이 가장 중요하다.
③ X — 재활용은 폐기물을 자원으로 다시 이용한다는 점에서 소각·매립보다 우선하지만, 이미 발생한 폐기물을 대상으로 하므로 발생 자체를 막는 감량보다 후순위이다. '재활용이 가장 중요하다'가 아니라 발생원 감량이 가장 중요하다.
④ O — 발생원 감량은 폐기물이 생기기 전 단계에서 발생량과 유해성을 줄이므로 고형폐기물 관리의 우선순위가 가장 높다.

오답 포인트

재활용이 친환경적이라는 인상 때문에 ③을 최우선으로 고르기 쉽다. 그러나 관리 계층은 발생한 폐기물을 잘 처리하는 것보다 폐기물의 발생 자체를 예방하거나 줄이는 것을 먼저 평가한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 방법이 폐기물 발생 전의 예방·감량인지, 발생 후의 재사용·재활용인지, 마지막 처리·처분인지 구분한다. 발생 전 단계에서 원천적으로 줄이는 방법을 가장 높은 순위로 판단한다.

암기 포인트

발생 억제가 먼저, 재활용이 다음, 소각·매립은 그 이후이다.

NoteBase

문 13. 염소를 이용한 정수처리는 염소가 유기물질과 반응하여 발암성 트리할로메탄(THMs)과 할로아세트산(HAAs)이 생성되어 문제를 일으킨다. 이러한 문제가 없는 대체물질로 거론되는 물질은?

① 이산화염소(ClO_2)

② 차아염소산(HClO)

③ 클로로포름($CHCl_3$)

④ 브로모폼($CHBr_3$)

정답 1번

출제 포인트

염소 소독 과정에서 트리할로메탄(THMs)과 할로아세트산(HAAs)의 생성을 줄이기 위한 대체 산화·소독제를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

이산화염소(ClO_2)는 강한 산화력으로 미생물을 불활성화하는 대체 소독제이며, 염소처럼 유기물을 염소화하여 THMs와 HAAs를 만드는 경향이 작다. 다만 아염소산염과 염소산염 등의 별도 부산물은 관리 대상이 된다.
차아염소산(HClO)은 염소가 물에 녹아 생성되는 주된 유효 소독 성분이다.
클로로포름($CHCl_3$)과 브로모폼($CHBr_3$)은 모두 THMs에 속하는 소독 부산물이다.

선지별 해설

① O — 이산화염소(ClO_2)는 염소계 소독에서 문제 되는 THMs와 HAAs의 생성을 억제할 수 있는 대체 소독제로 사용된다.
② X — 차아염소산(HClO)을 문제의 대체물질로 본 부분이 틀리다. 차아염소산은 염소 소독의 유효 성분으로 유기물과 반응하여 염소계 소독 부산물 생성에 관여하므로, 올바른 대체물질은 이산화염소이다.
③ X — 클로로포름($CHCl_3$)을 대체 소독제로 본 부분이 틀리다. 클로로포름은 대표적인 THM 소독 부산물이며, 올바른 대체 소독제는 이산화염소이다.
④ X — 브로모폼($CHBr_3$)을 대체 소독제로 본 부분이 틀리다. 브로모폼은 브롬을 포함한 THM 소독 부산물이며, 올바른 대체 소독제는 이산화염소이다.

오답 포인트

②의 차아염소산은 실제 소독력이 강한 물질이어서 대체 소독제로 착각하기 쉽다. 그러나 차아염소산은 기존 염소 소독에서 생성되는 유효 성분이고, ③ 클로로포름과 ④ 브로모폼은 제거하려는 THMs 자체이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

후보가 소독제인지 소독 부산물인지 먼저 구분한다. THMs·HAAs 저감용 대체 소독제를 묻는 경우 이산화염소를 고르고, 클로로포름과 브로모폼처럼 이름이 -폼으로 끝나는 물질은 THMs 계열인지 확인한다.

암기 포인트

이산화염소는 대체 소독제, 차아염소산은 염소 소독의 유효 성분, 클로로포름·브로모폼은 THMs이다.

NoteBase

문 14. 6월 중 폐수처리장에서 측정한 유출수의 생화학적 산소요구량(BOD, mg/L)은 다음과 같다. 중위수(median)는?

3, 22, 83, 14, 8, 66, 18, 40

① 18
② 20
③ 22
④ 32

정답 2번

출제 포인트

자료를 크기순으로 배열한 뒤, 자료 수가 짝수일 때 가운데 두 값의 산술평균으로 중위수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 3, 22, 83, 14, 8, 66, 18, 40 mg/L
구해야 할 값: 8개 측정값의 중위수
주의할 조건: 자료가 8개로 짝수이므로 정렬한 값 중 4번째와 5번째 값의 평균을 구한다.

사용할 공식

자료 수가 짝수일 때 중위수는 다음과 같다.
중위수=가운데 두 값의 합2
중위수는 관측값을 크기순으로 배열했을 때 중앙에 놓이는 위치를 나타내므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 측정값을 오름차순으로 배열하면 3, 8, 14, 18, 22, 40, 66, 83이다.
2. 8개 자료의 가운데 두 값은 4번째 값 18과 5번째 값 22이다.
3. 따라서 중위수는 $\frac{18+22}{2} = 20mg/L$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 18은 정렬된 자료의 4번째 값일 뿐이다. 자료 수가 짝수이므로 18만 중위수로 정할 수 없으며, 올바른 중위수는 18과 22의 평균인 $20 mg/L$이다.
② O — 가운데 두 값 18과 22의 평균이 $20 mg/L$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 22는 정렬된 자료의 5번째 값일 뿐이다. 자료 수가 짝수이므로 22만 중위수로 정할 수 없으며, 올바른 중위수는 $20 mg/L$이다.
④ X — 32는 가운데 두 값의 평균이 아니다. 올바르게는 $(18 + 22)/2$를 계산하여 $20 mg/L$로 판단한다.

오답 포인트

자료를 정렬하지 않거나, 자료 수가 짝수인데도 4번째 값 18 또는 5번째 값 22 하나만 고르면 틀린다. 또한 중위수는 전체 값을 더해 자료 수로 나누는 산술평균과 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 자료를 크기순으로 배열하고 개수가 홀수인지 짝수인지 확인한다. 홀수이면 한가운데 값을, 짝수이면 가운데 두 값의 평균을 중위수로 판단한다.

암기 포인트

중위수는 정렬이 먼저이며, 짝수 개 자료에서는 가운데 두 값의 평균이다.

NoteBase

문 15. 대기 오염물질인 납(Pb)의 농도를 측정하기 위하여 여과지를 이용하여 50 L의 공기를 채취하였다. 이 여과지를 500 mL 질산 용액에 완전히 용해 시킨 후, 원자흡수분광기(AAS)를 이용하여 납의 농도를 측정한 결과 5 ppm이었다. 공기 중 납의 농도(mg/m^3)는?

① 5 mg/m^3

② 25 mg/m^3

③ 50 mg/m^3

④ 100 mg/m^3

정답 3번

출제 포인트

수용액에서 측정한 납의 농도로 여과지에 포집된 납의 총질량을 구한 뒤, 이를 채취한 공기의 부피로 나누어 공기 중 농도를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질산 용액의 납 농도 $5mg/L$, 질산 용액의 부피 $500mL = 0.5L$, 채취한 공기의 부피 $50L = 0.05m^3$이다.
구해야 할 값: 공기 중 납의 질량농도 mg/m^3이다.
주의할 조건: 묽은 수용액에서 $1ppm = 1mg/L$로 환산하고, 용액과 공기의 부피 단위를 각각 L와 m^3로 맞춘다.

사용할 공식

여과지에 포집된 납의 질량은
$m_{Pb} = C_{solution} V_{solution}$
이고, 공기 중 납의 농도는
$C_{air} = \frac{m_{Pb}}{V_{air}}$
이다. AAS로 얻은 값은 용액의 농도이므로 먼저 용액 전체에 들어 있는 납의 질량을 구한 다음 채취 공기 부피로 나누어야 한다.

계산 과정

1. 용액 속 납의 총질량은 $5mg/L \times 0.5L = 2.5mg$이다.
2. 채취 공기 부피는 $50L = 0.05m^3$이다.
3. 따라서 공기 중 납의 농도는
$C_{air} = \frac{2.5mg}{0.05m^3} = 50mg/m^3$
이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $5mg/m^3$는 AAS로 측정한 용액의 수치 5를 공기 농도로 그대로 옮긴 값이다. 용액 전체의 납 질량과 공기 부피를 반영하면 $50mg/m^3$가 된다.
② X — $25mg/m^3$는 계산값 $50mg/m^3$의 절반이므로 틀리다. 올바른 값은 $2.5mg$을 $0.05m^3$로 나눈 $50mg/m^3$이다.
③ O — $2.5mg \div 0.05m^3 = 50mg/m^3$이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — $100mg/m^3$는 계산값의 두 배이므로 틀리다. 올바른 값은 $50mg/m^3$이다.

오답 포인트

AAS 측정값 $5ppm$은 공기 중 농도가 아니라 $500mL$ 질산 용액 속 농도이다. 또한 채취 공기 $50L$를 $0.05m^3$로 바꾸지 않으면 단위가 맞지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

여과지 추출액 분석 문제는 '추출액 농도 × 추출액 부피 = 포집 질량'을 먼저 계산하고, 그 질량을 채취 공기 부피로 나눈 뒤 단위를 검산한다.

암기 포인트

추출액 농도에서 공기 농도로 바꿀 때는 $C_{air} = C_{solution}V_{solution}/V_{air}$를 적용한다.

NoteBase

문 16. 하천 수질은 생물 지표종에 따라 4개 등급으로 구분된다. 가장 좋은 상태인 매우좋음~좋음 등급에 해당하는 지표 어류로 묶인 것은?

① 은어, 쉬리
② 피라미, 모래무지
③ 버들치, 열목어
④ 붕어, 미꾸라지

정답 3번

출제 포인트

하천의 수질 및 수생태계 상태를 나타내는 어류 지표종을 등급별로 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

생물 지표종은 특정 환경 조건에 대한 민감도와 서식 특성을 이용하여 물환경의 상태를 간접적으로 보여 주는 생물이다. 매우좋음~좋음은 산천어·금강모치·버들치·열목어, 좋음~보통은 쉬리·갈겨니·은어·쏘가리, 보통~약간 나쁨은 피라미·끄리·모래무지·참붕어, 약간 나쁨~매우 나쁨은 붕어·잉어·메기·미꾸라지 등이 대표적이다.

선지별 해설

① X — 은어와 쉬리는 매우좋음~좋음이 아니라 좋음~보통 상태의 지표 어류이다. 올바르게는 '은어, 쉬리 → 좋음~보통'이다.
② X — 피라미와 모래무지는 매우좋음~좋음이 아니라 보통~약간 나쁨 상태의 지표 어류이다. 올바르게는 '피라미, 모래무지 → 보통~약간 나쁨'이다.
③ O — 버들치와 열목어는 모두 매우 맑고 유속이 빠른 편인 하천에서 나타나는 매우좋음~좋음 상태의 대표 지표 어류이다.
④ X — 붕어와 미꾸라지는 매우좋음~좋음이 아니라 약간 나쁨~매우 나쁨 상태의 지표 어류이다. 올바르게는 '붕어, 미꾸라지 → 약간 나쁨~매우 나쁨'이다.

오답 포인트

은어와 쉬리도 비교적 맑은 물에서 나타나므로 최상위 등급으로 오인하기 쉽다. 그러나 이 분류에서 두 어종은 좋음~보통이고, 최상위인 매우좋음~좋음의 조합은 버들치와 열목어이다.

다시 나오면 이렇게 판단

어종의 일반적 이미지보다 등급별 대표 묶음을 기준으로 판단한다. 차고 매우 맑으며 유속이 빠른 상류의 버들치·열목어는 최상위, 피라미·모래무지는 중간 이하, 붕어·미꾸라지는 하위 등급으로 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

최상위는 '버들치·열목어', 하위는 '붕어·미꾸라지'로 대비한다.

문 17. 오존층 파괴 물질의 생산 및 사용의 규제를 위한 국제협약으로 1987년 유엔 환경 계획(UNEP)에 의해 채택된 것은?

① 교토 의정서

② 람사 협약

③ 바젤 협약

④ 몬트리올 의정서

정답 4번

쟁점

이 문제는 국제환경협약의 규제 대상과 채택 시기를 구별하는 문제이다. 핵심은 오존층 파괴 물질을 규제하는 협약을 온실가스·습지·유해폐기물 관련 협약과 구분하는 것이다.

용어 풀이

오존층 파괴 물질은 성층권의 오존을 감소시키는 염화불화탄소(CFC) 등의 물질을 말한다. 몬트리올 의정서는 이러한 물질의 생산과 소비를 단계적으로 감축·폐지하기 위한 국제협약이다.

핵심 구분

몬트리올 의정서는 1987년에 채택되었으며 오존층 파괴 물질을 규제한다. 교토 의정서는 온실가스 배출 감축, 람사 협약은 습지 보전, 바젤 협약은 유해폐기물의 국가 간 이동과 처리를 다룬다.

NoteBase

선지별 해설

① X
교토 의정서는 기후변화 대응을 위한 온실가스 배출 감축 체제에 관한 의정서이므로 오존층 파괴 물질의 생산·사용 규제를 목적으로 한 협약이 아니다.
틀린 표현: 교토 의정서
올바른 표현: 오존층 파괴 물질의 생산과 소비를 규제하는 1987년 의정서는 몬트리올 의정서이다.

② X
람사 협약은 국제적으로 중요한 습지와 그 생태계를 보전하고 현명하게 이용하기 위한 협약이므로 규제 대상이 다르다.
틀린 표현: 람사 협약
올바른 표현: 람사 협약은 습지 보전을 위한 협약이다.

③ X
바젤 협약은 유해폐기물의 국가 간 이동과 그 처리·처분을 통제하기 위한 협약이므로 오존층 파괴 물질 규제 협약이 아니다.
틀린 표현: 바젤 협약
올바른 표현: 바젤 협약은 유해폐기물의 국가 간 이동과 처리를 통제하는 협약이다.

④ O
몬트리올 의정서는 1987년에 채택되어 오존층 파괴 물질의 생산과 소비를 단계적으로 감축·폐지하도록 한 국제협약이므로 문제의 설명과 일치한다.

오답 포인트

국제환경협약이라는 공통점만 보고 교토 의정서를 고르기 쉽다. ①의 교토 의정서는 온실가스와 기후변화, ④의 몬트리올 의정서는 오존층 파괴 물질과 연결된다는 차이가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

협약명보다 먼저 규제 대상을 확인한다. 오존층 파괴 물질은 몬트리올, 온실가스는 교토, 습지는 람사, 유해폐기물의 국가 간 이동은 바젤로 대응한다.

암기 포인트

오존-몬트리올, 온실가스-교토, 습지-람사, 유해폐기물-바젤로 묶어 기억한다.

NoteBase

문 18. 기류가 없는 실내공기에서, 동일한 높이에 있는 입자의 직경과 비중이 다음과 같을 때, 가장 먼저 바닥으로 침강하는 것은?

① 직경(μm): 9, 비중: 1

② 직경(μm): 7, 비중: 3

③ 직경(μm): 5, 비중: 5

④ 직경(μm): 3, 비중: 7

정답 2번

출제 포인트

정지한 공기 중 작은 구형 입자의 침강속도가 입자 직경의 제곱과 입자·공기 밀도 차에 비례한다는 스토크스 법칙을 이용하여 상대적인 침강속도를 비교하는 문제이다.

조건 정리

모든 입자는 같은 높이에서 침강을 시작하고 공기의 점도와 중력가속도도 동일하다. 따라서 가장 먼저 바닥에 도달하는 입자는 침강속도가 가장 큰 입자이다. 공기 밀도는 각 입자의 밀도보다 매우 작으므로 상대 비교에서는 d^2s를 비교해도 순위가 바뀌지 않는다. 여기서 d는 입자 직경, s는 비중이다. 직경의 단위는 모두 μm로 같고, μm를 m로 바꿀 때 생기는 공통인자 10^{-12}는 모든 선지에서 같으므로 순위 비교에서는 약분된다.

사용할 공식

스토크스 영역에서 종말침강속도는

$v_t = \frac{g(\rho_p - \rho_a)d^2}{18\mu}$

이다. g, 공기 밀도 ρ_a, 공기 점도 μ가 공통이므로 v_t의 크기는 $(\rho_p - \rho_a)d^2$로 비교한다. 이 문항에서는 공기 밀도를 무시한 상대비교값 sd^2가 큰 입자일수록 더 빨리 침강한다.

계산 과정

각 선지의 상대 침강속도 지표 sd^2를 계산하면 다음과 같다.

① $1 \times 9^2 = 81$

② $3 \times 7^2 = 147$

③ $5 \times 5^2 = 125$

④ $7 \times 3^2 = 63$

가장 큰 값은 ②의 147이므로 ②가 가장 먼저 바닥으로 침강한다.

NoteBase

선지 판단

① X — 상대 침강속도 지표는 81로 ②의 147보다 작다. 직경 9μm, 비중 1인 입자가 가장 먼저 침강한다는 판단은 틀리며, 가장 먼저 침강하는 입자는 직경 7μm, 비중 3인 입자이다.
② O — 상대 침강속도 지표가 147로 네 선지 중 가장 크므로 가장 먼저 침강한다.
③ X — 비중은 5로 크지만 직경의 제곱 효과를 함께 반영한 값은 125이므로 ②보다 작다. 직경 5μm, 비중 5인 입자가 가장 먼저 침강한다는 판단은 틀리며, 올바른 조합은 직경 7μm, 비중 3이다.
④ X — 비중은 가장 크지만 직경이 3μm로 가장 작아 상대값이 63에 불과하다. 직경 3μm, 비중 7인 입자가 가장 먼저 침강한다는 판단은 틀리며, 올바른 조합은 직경 7μm, 비중 3이다.

오답 포인트

비중만 가장 큰 ④ 또는 직경만 가장 큰 ①을 고르는 것이 함정이다. 침강속도는 직경에 단순 비례하지 않고 직경의 제곱에 비례하므로, 반드시 비중과 d^2를 함께 곱해 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 유체 속 입자의 침강 순서를 묻는 문제에서는 공통 조건을 소거한 뒤 $(\rho_p - \rho_f)d^2$를 계산하여 가장 큰 값을 찾는다. 입자 밀도가 유체 밀도보다 충분히 크고 비중만 제시되면 sd^2로 빠르게 비교할 수 있다.

암기 포인트

스토크스 침강은 '밀도 차 × 직경의 제곱'이며, 직경의 영향은 제곱으로 반영된다.

NoteBase

문 19. 어느 사업장 굴뚝으로 배출되는 배기가스에 일산화탄소(CO)가 98 ppm 포함되어 있다. CO의 농도(mg/m^3)는 얼마인가?(25 ℃, 1기압이며, 기체 1몰의 부피는 24.5 L)

① 28 mg/m^3

② 56 mg/m^3

③ 84 mg/m^3

④ 112 mg/m^3

정답 4번

출제 포인트

기체의 ppm 농도를 주어진 온도와 압력에서 질량농도인 mg/m^3로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: CO 농도 98 ppm, CO의 분자량 28g/mol, 기체 1몰의 부피 24.5L/mol이다.
구해야 할 값: CO의 질량농도 mg/m^3이다.
주의할 조건: ppm은 기체의 부피비로 보고, 몰부피는 문제에서 제시한 25 ℃, 1기압의 24.5L/mol를 사용한다.

사용할 공식

기체의 질량농도는 다음과 같이 환산한다.
$C(mg/m^3) = \frac{ppm \times M}{V_m}$
여기서 M은 분자량, V_m은 해당 조건의 몰부피이다. $1m^3 = 1000L$이고 $1g = 1000mg$이므로 두 환산계수가 상쇄되어 이 식을 사용할 수 있다.

계산 과정

$C = \frac{98 \times 28}{24.5} = 4 \times 28 = 112 mg/m^3$
따라서 CO의 농도는 $112 mg/m^3$이다.

선지 판단

① X — $28 mg/m^3$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 28을 올바르게 고치면 $112 mg/m^3$이다.
② X — $56 mg/m^3$는 계산 결과의 절반이므로 옳지 않다. 틀린 값 56을 올바르게 고치면 $112 mg/m^3$이다.
③ X — $84 mg/m^3$는 $98 \times 28/24.5$의 결과가 아니다. 틀린 값 84를 올바르게 고치면 $112 mg/m^3$이다.
④ O — 주어진 몰부피를 적용하면 $98 \times 28/24.5 = 112$이므로 $112 mg/m^3$가 맞다.

NoteBase

오답 포인트

25 °C에서 제시된 몰부피 24.5L/mol 대신 다른 조건의 몰부피를 쓰거나, CO의 분자량 28을 농도 자체로 오인하면 틀린다. ppm, 분자량, 주어진 몰부피를 모두 식에 넣어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체의 ppm을 mg/m^3로 바꿀 때는 먼저 온도·압력에 맞는 몰부피를 확인한 뒤 $C = \text{ppm} \times M/V_m$을 적용하고 단위를 검산한다.

암기 포인트

기체 농도 환산의 핵심은 ‘ppm × 분자량 ÷ 해당 조건의 몰부피’이다.

NoteBase

문 20. 스트론튬 90(^{90}Sr)은 물과 많은 식품에서 발견되는 방사성 핵종(radioactive nuclide)이다. ^{90}Sr의 반감기가 28년이며 다른 방사성 핵종과 마찬가지로 1차 반응으로 붕괴된다. 물 시료에서 ^{90}Sr의 농도가 99.9% 감소했다고 할 때, 걸린 시간은 약 몇 년인가?

① 84년

② 196년

③ 280년

④ 364년

정답 3번

출제 포인트

방사성 핵종의 1차 붕괴에서 반감기와 잔존 농도의 관계를 이용해 경과 시간을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반감기 t_1/2=28 년
구해야 할 값: 농도가 99.9% 감소하는 데 걸리는 시간
주의할 조건: 99.9% 감소는 처음 농도의 0.1%, 즉 0.001이 남는다는 뜻이다.

사용할 공식

1차 붕괴의 잔존비는 다음과 같다.
$\frac{C}{C_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/t_{1/2}}$
반감기가 지날 때마다 농도가 절반으로 감소하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

99.9% 감소 후의 잔존비는 $C/C_0 = 0.001$이다.
$0.001 = \left(\frac{1}{2}\right)^{t/28}$
$2^{-10} = 0.0009765625$로 0.001에 매우 가까우므로 약 10회의 반감기가 필요하다. 따라서
t≈ 10× 28=280 년
이다. 로그로 계산하면 t=28(1000)/ 2≈279 년이므로 가장 가까운 값은 280년이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 84년은 3회의 반감기에 해당하여 잔존비가 1/8 = 12.5%이고 감소율은 87.5%에 불과하다. 99.9% 감소에 걸리는 시간은 약 280년이다.
② X — 196년은 7회의 반감기에 해당하여 잔존비가 1/128 ≈ 0.781%이고 감소율은 약 99.219%이다. 99.9% 감소에 걸리는 시간은 약 280년이다.
③ O — 280년은 10회의 반감기에 해당하여 잔존비가 1/1024 ≈ 0.0977%, 감소율이 약 99.9023%이므로 조건에 부합한다.
④ X — 364년은 13회의 반감기에 해당하여 잔존비가 1/8192 ≈ 0.0122%이고 감소율은 약 99.9878%이다. 이는 필요한 시간보다 길며, 99.9% 감소에 걸리는 시간은 약 280년이다.

오답 포인트

'99.9% 감소'를 '99.9% 잔존'으로 바꾸어 읽으면 안 된다. 감소 후 남은 비율 0.1%=0.001을 먼저 구해야 한다. 또한 0.001은 정확히 $(1/2)^{10}$은 아니지만 문제에서 약값을 묻기 때문에 10회의 반감기인 280년을 선택한다.

다시 나오면 이렇게 판단

감소율을 잔존비로 바꾼 뒤 $C/C_0 = (1/2)^n$에서 반감기 횟수 n을 구하고, 마지막에 $t = nt_{1/2}$를 적용한다.

암기 포인트

99.9% 감소는 0.1% 잔존이고, $(1/2)^{10} \approx 0.1\%$이므로 약 10반감기이다.

NoteBase