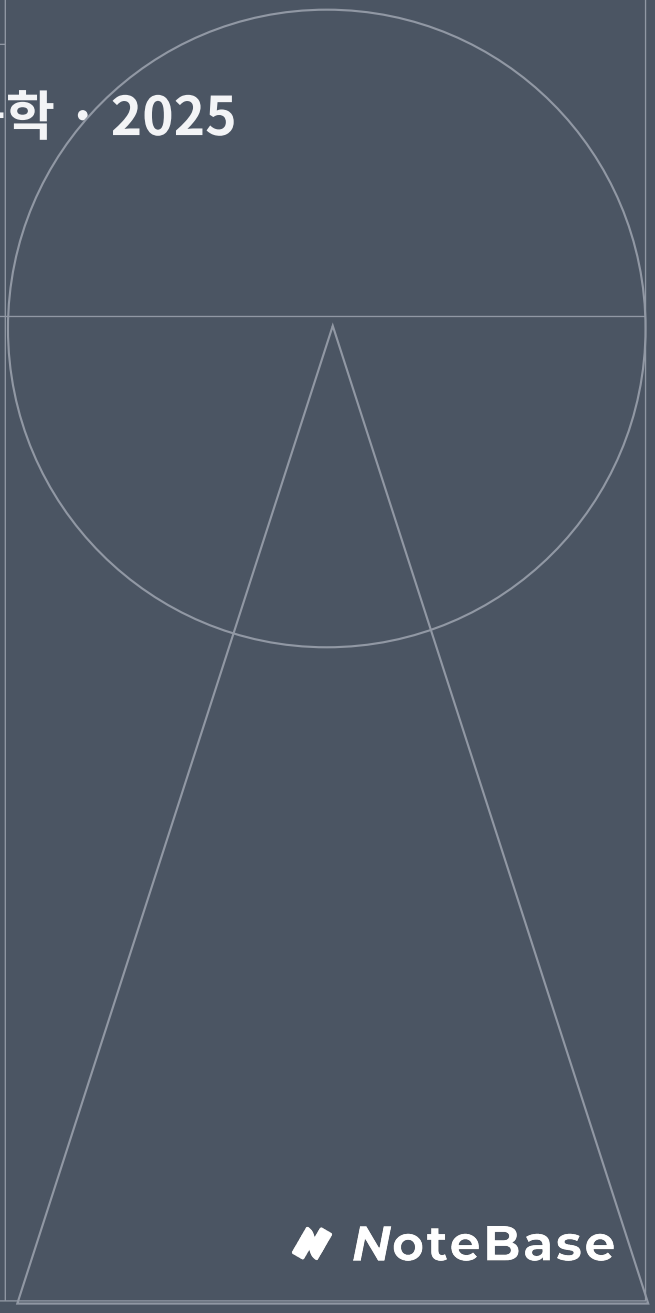
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2025

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2025

1. 소각 시 질소산화물 저감 대책 중 연소조절에 의한 NOx 저감법이 아닌 것은?
   ① 저산소 연소
   ② 고온 연소
   ③ 배기가스 재순환
   ④ 2단 연소

정답 2번

출제 포인트

소각 과정의 연소조건을 조절하여 NOx 생성을 억제하는 방법과 오히려 NOx 생성을 증가시키는 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

연소조절에 의한 NOx 저감은 연소영역의 산소농도와 화염온도를 낮추거나 연소를 단계적으로 나누어 NOx가 생성되기 어려운 조건을 만드는 방법이다. 특히 공기 중 질소가 산화되어 생기는 thermal NOx는 화염온도가 높을수록 많이 생성되므로, 고온 연소는 저감법이 아니다.

선지별 해설

① O — 저산소 연소는 연소영역의 산소농도를 낮춰 질소의 산화반응을 억제하므로 연소조절에 의한 NOx 저감법에 해당한다.
② X — 틀린 표현은 '고온 연소'이다. 연소온도가 높아지면 thermal NOx 생성이 촉진되므로 저감법이 아니다. 올바르게는 화염온도를 낮추는 저온 연소가 NOx 저감에 유리하다.
③ O — 배기가스 재순환은 배기가스 일부를 연소공기로 되돌려 산소농도와 화염온도를 낮추므로 NOx 생성을 억제한다.
④ O — 2단 연소는 공기 공급을 나누어 1단에서 산소가 부족한 환원성 분위기를 만들고 이후 2단에서 연소를 마무리하므로 NOx 생성을 줄인다.

NoteBase

오답 포인트

고온에서 연소가 잘된다는 점을 오염물질 저감과 혼동하기 쉽다. 그러나 NOx, 특히 thermal NOx는 높은 화염온도에서 생성이 증가하므로 ②의 '고온'이 이 문항의 결정적인 오답 표현이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지가 산소농도·화염온도를 낮추거나 연소를 단계화하는 방법이면 NOx 저감법으로 판단한다. 반대로 화염온도를 높이는 방법이면 thermal NOx 생성을 촉진하므로 저감법에서 제외한다.

암기 포인트

NOx 저감은 저산소·저온·재순환·단계연소이고, 고온은 thermal NOx를 증가시킨다.

NoteBase

2. 냄새물질의 화학구조에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 분자 내에 관능기(알데히드, 케톤 등)나 황(S), 질소(N)가 있으면 냄새가 강하게 난다.
   ② 불포화도(이중결합 및 삼중결합의 수)가 높으면 냄새가 약하게 난다.
   ③ 분자 내 수산기의 수는 1개일 때 가장 강하고, 수가 증가하면 약한 냄새를 유발한다.
   ④ 골격이 되는 탄소(C)수는 저분자일수록 관능기 특유의 냄새가 강하고 자극적이다.

정답 2번

출제 포인트

냄새의 세기가 분자의 관능기, 불포화도, 수산기 수, 탄소 수와 어떻게 관련되는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

냄새는 분자의 구조와 휘발성에 영향을 받는다. 황·질소를 포함하거나 냄새를 내는 관능기가 있으면 특유의 냄새가 나타나기 쉽고, 같은 계열에서는 불포화도가 높을수록 냄새가 강해지는 경향이 있다. 수산기는 1개일 때 냄새가 비교적 강하지만 수가 늘면 분자 사이의 수소결합이 커져 휘발성이 낮아지므로 냄새가 약해진다. 또한 탄소 수가 적은 저분자 물질은 일반적으로 휘발성이 커서 자극적인 냄새가 강하게 나타난다.

선지별 해설

① O — 알데히드·케톤 등의 관능기와 황 또는 질소를 포함한 구조는 물질 고유의 강한 냄새를 유발하기 쉽다.

② X — 틀린 표현은 '불포화도가 높으면 냄새가 약하게 난다'이다. 올바르게는 같은 계열에서 이중결합이나 삼중결합의 수가 늘어 불포화도가 높아지면 냄새가 강해지는 경향이 있다고 해야 한다.

③ O — 수산기가 1개인 알코올은 냄새가 비교적 강하고, 수산기 수가 증가하면 수소결합이 강해져 휘발성이 낮아지므로 냄새가 약해지는 경향이 있다.

④ O — 탄소 수가 적은 저분자 물질은 일반적으로 휘발성이 높아 관능기 특유의 냄새가 강하고 자극적으로 느껴진다.

NoteBase

오답 포인트

②의 ‘불포화도가 높다’를 분자량 증가나 휘발성 감소와 같은 뜻으로 오해하기 쉽다. 불포화도는 이중결합·삼중결합의 수에 관한 개념이며, 이 문항의 일반적 구조-냄새 관계에서는 불포화도가 높을수록 냄새가 강해지는 방향으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

관능기·황·질소의 존재는 특유의 냄새를 강화하고, 불포화도 증가는 냄새를 강화하는 방향으로 판단한다. 반면 수산기 수 증가는 수소결합을 강화하여 휘발성을 낮추므로 냄새를 약화하며, 탄소 수가 적은 저분자는 휘발성이 커 냄새가 강한 쪽으로 판단한다.

암기 포인트

불포화도는 높을수록 강한 냄새, 수산기는 많을수록 약한 냄새, 저분자는 강하고 자극적인 냄새로 연결한다.

NoteBase

3. 폭 2 m, 길이 15 m, 깊이 1 m인 침사지에 폐수가 유입되고 있는데, 체류시간이 30초라면 유입되는 폐수의 유량으로 가장 적절한 것은?
① $60\ m^3/sec$
② $60\ m^3/hr$
③ $3{,}600\ m^3/min$
④ $3{,}600\ m^3/hr$

정답 4번

출제 포인트

침사지의 부피와 체류시간을 이용해 유입 유량을 구하고, 초당 유량을 시간당 유량으로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 폭 $2m$, 길이 $15m$, 깊이 $1m$, 체류시간 30초이다.
구해야 할 값: 침사지로 유입되는 폐수의 유량이다.
주의할 조건: 계산된 초당 유량을 선지의 m^3/hr 단위로 환산해야 한다.

사용할 공식

V=폭× 길이× 깊이
$Q = \frac{V}{t}$
여기서 V는 침사지의 부피, Q는 유량, t는 체류시간이다. 체류시간은 침사지 부피를 유량으로 나눈 값이므로 유량은 부피를 체류시간으로 나누어 구한다.

계산 과정

1. 침사지의 부피를 계산한다.
$V = 2m \times 15m \times 1m = 30m^3$
2. 체류시간 30초로 나누어 초당 유량을 구한다.
$Q = \frac{30m^3}{30s} = 1m^3/s$
3. 1시간은 3,600초이므로 시간당 유량으로 환산한다.
$1m^3/s \times 3{,}600s/hr = 3{,}600m^3/hr$

NoteBase

선지 판단

① X — $60m^3/sec$는 계산 결과인 $1m^3/s$와 다르다. 올바르게는 $1m^3/sec$이다.
② X — $60m^3/hr$는 초당 유량을 시간당 유량으로 잘못 환산한 값이다. $1m^3/s$는 $60m^3/min$이며, 올바르게는 $3{,}600m^3/hr$이다.
③ X — $3{,}600m^3/min$는 시간 단위를 잘못 붙인 값이다. 올바르게는 $60m^3/min$ 또는 $3{,}600m^3/hr$이다.
④ O — 계산 결과가 $3{,}600m^3/hr$이므로 일치한다.

오답 포인트

부피 $30m^3$를 체류시간 30초로 나누면 $1m^3/s$이다. 여기서 60을 곱한 값은 분당 유량이고, 시간당 유량은 3,600을 곱해야 한다. ②와 ③은 수치와 시간 단위를 뒤섞도록 만든 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

저류조·침사지 유량 문제는 먼저 가로·세로·깊이로 부피를 구한 뒤, 부피를 체류시간으로 나누고, 마지막에 선지가 요구하는 시간 단위로 환산한다.

암기 포인트

$Q = V/t$이며, $1m^3/s = 60m^3/min = 3{,}600m^3/hr$이다.

NoteBase

4. 폐기물 관로 수송시스템의 장점으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 운전의 자동화가 가능하다.
② 장거리 수송에 적합하다.
③ 배출원이 증가할 경우 수송관로와 밸브의 증설만으로 대처 가능하다.
④ 대상 폐기물이 외부와 차단된 무공해형 수송수단이다.

정답 2번

출제 포인트

폐기물 관로수송 시스템의 장점과 한계를 구분하고, 장점으로 볼 수 없는 설명을 찾는 문제이다.

핵심 개념

폐기물 관로수송 시스템은 밀폐된 관로 안에서 공기 흐름 등을 이용해 폐기물을 수송하는 방식이다. 운전 자동화, 밀폐 수송에 따른 위생성, 시설의 증설 가능성이 장점이지만, 수송거리가 길어질수록 압력손실과 동력 소요가 커지므로 장거리 수송에 적합하다고 보기 어렵다.

선지별 해설

① O — 관로 내 폐기물 이송과 설비 운전을 기계적으로 제어할 수 있으므로 운전 자동화가 가능하다.
② X — 틀린 표현은 '장거리 수송에 적합하다'이다. 실제로는 수송거리가 길어질수록 압력손실과 동력비가 증가하므로, 비교적 제한된 구간의 연속 수송에 적합하다고 고쳐야 한다.
③ O — 폐기물 배출량이 늘면 수송관로와 밸브 등 관련 설비를 증설하여 수송능력 증가에 대응할 수 있다.
④ O — 폐기물이 외부와 차단된 관로 안에서 이동하므로 악취·먼지의 확산과 폐기물의 노출을 줄이는 무공해형 수송수단이다.

오답 포인트

관로가 멀리까지 이어질 수 있다는 외형만 보고 ②를 장점으로 판단하기 쉽다. 그러나 이 문항에서는 거리가 길어질수록 커지는 압력손실과 동력 소요를 고려해야 하므로 '장거리 수송에 적합하다'는 표현이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

관로수송의 장점은 '자동화·밀폐성·증설 가능성'으로 판단하고, '장거리'가 제시되면 압력손실과 동력비 증가라는 한계를 먼저 확인한다.

NoteBase

암기 포인트

관로수송은 자동·밀폐·증설에는 유리하지만 장거리 수송에는 불리하다.

NoteBase

5. 토양세척법(soil washing)의 단점에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
   ① 토양 유기물 함량이 높을수록 토양 세척효율이 떨어진다.
   ② 다량의 미사나 점토를 포함한 토양의 경우 토양세척은 적합하지 않다.
   ③ 무기물과 유기물을 동시에 처리할 수 없다.
   ④ 토양 세척효율은 일반적으로 80 ~ 95 % 정도이며, 그 이상의 처리효율이 필요할 경우 적합하지 않다.

정답 3번

출제 포인트

토양세척법의 처리 효율을 낮추는 토양 조건과 이 공법으로 처리할 수 있는 오염물질의 범위를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

토양세척법은 굴착한 오염토양을 물이나 세척액과 접촉시켜 오염물질을 세척액으로 용출하거나, 오염물질이 많이 붙어 있는 미세입자를 분리하여 토양을 정화하는 물리·화학적 처리법이다. 미사·점토와 유기물의 함량이 높으면 오염물질의 분리와 세척액의 작용이 방해되어 효율이 낮아진다. 반면 적절한 세척액과 공정 조건을 선택하면 무기오염물질과 유기오염물질을 함께 처리할 수 있으므로, 두 종류를 동시에 처리할 수 없다는 것은 일반적인 단점이 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 토양 유기물 함량이 높으면 오염물질이 유기물에 강하게 흡착되고 세척제가 유기물과도 반응하므로 세척효율이 떨어질 수 있다.

② O — 미사와 점토 같은 미세입자가 많으면 오염물질이 미세입자에 강하게 결합하고 고액분리도 어려워지므로 토양세척법의 적용성이 낮다.

③ X — 틀린 표현은 '무기물과 유기물을 동시에 처리할 수 없다'이다. 올바르게는 오염물질의 성질에 맞는 세척액과 공정 조건을 사용하면 중금속 등의 무기오염물질과 유기오염물질을 동시에 처리할 수 있다. 따라서 이 선지는 토양세척법의 단점으로 가장 적절하지 않다.

④ O — 토양세척법의 세척효율은 일반적으로 80~95% 정도이므로, 그보다 높은 제거효율이 반드시 요구되는 경우에는 단독 공법으로 적합하지 않을 수 있다.

오답 포인트

③의 '동시에 처리할 수 없다'라는 절대 표현이 함정이다. 토양세척은 오염물질을 한 종류만 골라 제거하는 공법이 아니라, 세척액과 운전 조건에 따라 유기·무기오염물질을 함께 처리할 수 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양세척법의 한계는 먼저 토양 조건에서 판단한다. 유기물과 미세입자가 많으면 불리하고, 목표 제거율이 공법의 일반적 효율보다 높으면 단독 적용이 어렵다. 오염물질 종류에 대해서는 '유기·무기의 동시 처리가 불가능하다'와 같은 절대 표현을 의심한다.

암기 포인트

유기물·미사·점토가 많으면 세척에는 불리하지만, 유기오염물질과 무기오염물질의 동시 처리는 가능하다.

NoteBase

6. 음의 세기에 대한 내용으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 단위시간에 단위면적을 통과하는 에너지양을 음의 세기(I)로 정의한다.
② 점음원의 경우 구형파로 전파된다고 할 때, 세기 $I = W/4\pi r^2$ 이다.
③ 음의 세기 단위는 W/m^3이며, 단위시간에 대한 에너지는 음향파워 W와 같다.
④ 음의 세기는 파워/면적 즉, $I = W/S$로 나타낼 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

음의 세기는 단위시간에 단위면적을 통과하는 음향에너지이며, 음향파워를 면적으로 나눈 값이라는 점을 묻는 문제이다.

조건 정리

음향파워 W는 단위시간당 전달되는 음향에너지이고 단위는 W이다.
음의 세기 I는 단위면적당 음향파워이고 단위는 W/m^2이다.
점음원이 모든 방향으로 균일하게 방사하면 거리 r에서 파워가 구의 표면적 $4\pi r^2$에 분포한다.

사용할 공식

일반적으로
$I = \frac{W}{S}$
이며, 점음원의 구면파에서는 $S = 4\pi r^2$이므로
$I = \frac{W}{4\pi r^2}$
이다. 음의 세기는 파워를 파워가 통과하는 면적으로 나눈 물리량이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

차원으로 확인하면
$I = \frac{W}{S} = \frac{W}{m^2} = W/m^2$
이다. 따라서 음의 세기 단위를 W/m^3이라고 한 ③은 면적 대신 부피를 분모에 둔 잘못이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 단위시간에 단위면적을 통과하는 음향에너지의 양이 음의 세기 I의 정의이다. 이는 단위면적당 음향파워와 같다.

② O — 점음원의 음이 구면파로 균일하게 퍼지면 반지름 r인 구의 면적이 $4\pi r^2$이므로 $I = W/(4\pi r^2)$이다.

③ X — '음의 세기 단위는 W/m^3'가 틀렸다. 올바르게는 음향파워를 면적으로 나누므로 단위가 W/m^2이다. 단위시간당 음향에너지가 음향파워이고 그 단위가 W라는 뒷부분은 옳다.

④ O — 음의 세기는 파워를 통과 면적으로 나눈 값이므로 $I = W/S$로 나타낼 수 있다.

오답 포인트

③의 m^3은 에너지가 공간에 퍼진다는 생각에서 부피 단위와 혼동하게 만드는 표현이다. 음의 세기는 체적당 물리량이 아니라 면을 통과하는 파워를 나타내므로 분모는 면적 m^2이다.

다시 나오면 이렇게 판단

음의 세기 문항은 '파워 ÷ 면적'으로 정의를 세운 뒤 단위를 W/m^2로 검산한다. 점음원이 구면파로 퍼지는 조건이면 면적에 $4\pi r^2$을 대입한다.

암기 포인트

음향파워는 W, 음의 세기는 W/m^2, 점음원의 구면파는 $I = W/(4\pi r^2)$이다.

NoteBase

7. 어떤 하천 소구간 A에서의 표면과 수심별 평균 유속(m/sec)이 다음 표와 같을 때, 이 소구간의 유량(m^3/sec) 값으로 옳은 것은? (단, 소구간 A의 수심(m)은 1.0, 단면적(m^2)은 10이다.)

평균유속 (μ_m)	표면	표면으로부터의 수심 비율(%)			
		20 %	40 %	60 %	80 %
m/sec	0.5	0.8	1.0	1.1	0.6

① 7 ② 9
③ 11 ④ 13

정답 1번

출제 포인트

수심 20%와 80% 지점의 유속을 평균하는 2점법으로 수직선 평균유속을 구한 뒤, 단면적을 곱하여 유량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

수심 20% 지점의 유속: $v_{0.2} = 0.8m/s$
수심 80% 지점의 유속: $v_{0.8} = 0.6m/s$
소구간의 단면적: $A = 10m^2$
구해야 할 값: 유량 $Q\,[m^3/s]$

사용할 공식

2점법에 의한 평균유속은
$\bar{v} = \frac{v_{0.2} + v_{0.8}}{2}$
이고, 유량은
$Q = A\bar{v}$
이다. 수심 20%와 80% 지점의 유속이 주어졌으므로 두 값을 평균하여 수직선 평균유속을 구한다.

NoteBase

계산 과정

1. 평균유속을 계산한다.

$\bar{v} = \frac{0.8 + 0.6}{2} = 0.7 m/s$

2. 평균유속에 단면적을 곱한다.

$Q = 10 m^2 \times 0.7 m/s = 7 m^3/s$

따라서 소구간의 유량은 $7 m^3/s$이다.

선지 판단

① O — 2점법으로 구한 평균유속 $0.7 m/s$에 단면적 $10 m^2$을 곱하면 $7 m^3/s$가 된다.

② X — $9 m^3/s$가 아니라 $7 m^3/s$이다. $9 m^3/s$가 되려면 평균유속을 $0.9 m/s$로 잘못 적용한 것이다.

③ X — $11 m^3/s$가 아니라 $7 m^3/s$이다. $11 m^3/s$는 수심 60% 지점의 유속 $1.1 m/s$만을 평균유속으로 사용하면 나오는 값이다.

④ X — $13 m^3/s$가 아니라 $7 m^3/s$이다. $13 m^3/s$는 평균유속을 $1.3 m/s$로 두어야 하는데, 이는 표에 제시된 최대 유속 $1.1 m/s$보다도 크므로 성립하지 않는다.

오답 포인트

표에 제시된 유속을 모두 단순평균하거나 수심 60% 지점의 유속만 평균유속으로 쓰는 것이 함정이다. 이 문항에서는 수심 20%와 80% 지점의 유속을 평균하는 2점법을 적용한다. 또한 평균유속을 구한 뒤 단면적 $10 m^2$을 곱해야 유량 $[m^3/s]$이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

수심 20%와 80% 지점의 유속이 주어지면 먼저 두 유속의 산술평균으로 평균유속을 구하고, 이어서 $Q = A\bar{v}$를 적용한다. 마지막에는 $m^2 \times m/s = m^3/s$로 단위를 검산한다.

암기 포인트

2점법은 '20%와 80%의 평균', 유량은 '단면적 × 평균유속'이다.

NoteBase

8. 배기가스 처리시설에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 배기가스 처리설비에는 집진설비와 유해가스 처리설비가 있다.

② 집진설비는 크게 중력식, 관성력, 원심력, 세정식, 여과식 및 전기식 집진장치가 있다.

③ 중력, 관성력, 여과 집진장치 중 집진효율은 중력 > 여과 > 관성력 순이다.

④ 관성력식 집진장치는 충돌식, 반전식, 루우버식 등이 있다.

정답 3번

출제 포인트

배기가스 처리설비의 구성과 집진장치의 분류, 집진 원리에 따른 효율의 상대적 크기를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

집진설비는 배기가스 속 입자상 물질을 분리·포집하는 설비이며,
중력식·관성력식·원심력식·세정식·여과식·전기식 등으로 구분한다.
중력식은 입자의 중력 침강을, 관성력식은 기류의 급격한 방향 전환 때 생기는 입자의 관성을, 여과식은 여재를 통과시키며 입자를 포집하는 원리를 이용한다. 이 세 방식의 일반적인 집진효율은 여과식 > 관성력식 > 중력식 순이다.

선지별 해설

① O — 배기가스 처리설비는 입자상 물질을 제거하는 집진설비와 가스상 오염물질을 처리하는 유해가스 처리설비로 구성할 수 있다.
② O — 집진장치는 주된 포집 원리에 따라 중력식, 관성력식, 원심력식, 세정식, 여과식 및 전기식으로 분류한다.
③ X — 틀린 부분은 '중력 > 여과 > 관성력'이라는 집진효율 순서이다. 올바른 순서는 여과 > 관성력 > 중력이다. 중력식은 큰 입자의 자연 침강을 이용하므로 효율이 낮고, 여과식은 여재로 미세입자까지 포집하여 효율이 높다.
④ O — 충돌식, 반전식, 루버식은 입자가 기류의 급격한 방향 변화를 따라가지 못하는 관성을 이용하는 관성력식 집진장치에 해당한다.

오답 포인트

③은 집진방식의 명칭 자체가 아니라 효율의 부등호 방향을 뒤집어 놓은 선지이다. 장치가 단순한 중력식일수록 효율이 높다고 오해하면 틀리기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 장치의 포집 원리를 연결한 뒤, 중력 침강보다 관성 충돌이, 관성 충돌보다 여재 포집이 일반적으로 더 높은 집진효율을 나타낸다는 순서로 판단한다.

암기 포인트

여과 > 관성 > 중력, 관성력식은 충돌·반전·루버이다.

NoteBase

9. 실내소음을 평가하거나, 주파수특성을 고려하여 실내 소음대책 설계의 목표치를 설정할 때 사용하는 평가기법은?
① NC(Noise Criteria)
② PNL(Perceived Noise Level)
③ WECPNL(Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level)
④ NEF(Noise Exposure Forecast)

정답 1번

출제 포인트

실내소음의 주파수별 허용 수준을 평가하고 소음대책의 설계 목표를 정하는 NC와 항공기소음 평가지표를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

NC(Noise Criteria): 옥타브대역별 음압레벨을 NC 곡선과 비교하여 실내 배경소음의 허용 정도를 평가하는 기준이며, 공조설비 등의 소음대책 설계 목표 설정에 사용한다.
PNL(Perceived Noise Level): 항공기소음의 주파수 특성에 따른 사람이 느끼는 시끄러움을 나타내는 지표이다.
WECPNL(Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level): 항공기소음의 크기에 운항 횟수와 시간대 등을 반영하여 공항 주변의 소음 노출을 평가하는 지표이다.
NEF(Noise Exposure Forecast): 항공기 운항으로 생기는 공항 주변의 장래 소음 노출을 예측·평가하는 지표이다.

선지별 해설

① O — NC는 주파수대역별 실내 배경소음을 NC 곡선과 비교하는 평가법이므로, 실내소음 평가와 소음대책의 목표치 설정에 적합하다.
② X — 틀린 표현은 PNL을 실내소음의 설계 목표 평가법으로 본 부분이다. 올바르게는 PNL은 주로 항공기소음의 주파수 특성을 반영하여 지각되는 시끄러움을 나타내는 지표이다.
③ X — 틀린 표현은 WECPNL을 일반적인 실내소음 평가법으로 본 부분이다. 올바르게는 WECPNL은 항공기소음의 크기와 운항 횟수·시간대 등을 가중하여 공항 주변의 소음 노출을 평가하는 지표이다.
④ X — 틀린 표현은 NEF를 실내소음의 주파수별 목표치 설정법으로 본 부분이다. 올바르게는 NEF는 항공기 운항 횟수와 시간대 등을 고려하여 공항 주변의 항공기소음 노출을 예측·평가하는 지표이다.

NoteBase

오답 포인트

네 지표 모두 소음을 평가하지만 적용 대상이 다르다. ②~④는 항공기소음과 공항 주변 소음 노출에 관련된 지표이고, 실내에서 주파수대역별 허용 기준과 설계 목표를 제시하는 것은 ① NC이다.

다시 나오면 이렇게 판단

문제에 '실내', '주파수 특성', '설계 목표치'가 함께 제시되면 옥타브대역별 곡선을 사용하는 NC를 선택한다. 항공기 운항, 공항 주변, 노출 예측이 핵심이면 PNL·WECPNL·NEF 계열로 구분한다.

암기 포인트

NC는 실내 소음곡선, PNL·WECPNL·NEF는 항공기소음 지표이다.

NoteBase

10. 소음에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 사람의 가청주파수는 20 ~ 20,000 Hz이며 20,000 Hz 이상의 주파수 영역을 초음파라고 한다.
② 폰(phon)은 음의 세기나 음압레벨과 같은 물리적인 단위가 아니고 사람의 청력을 위주로 소리의 크기(loudness)를 나타내는 단위이다.
③ 주파수 1,000 Hz에서 40 phon은 20 phon보다 2배의 크기로 들린다.
④ 40 phon의 소리와 50 phon의 소리가 합쳐지면 3 sone의 크기로 들린다.

정답 3번

출제 포인트

가청주파수와 초음파의 범위, phon과 sone의 의미, 음의 크기 환산 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

phon은 같은 크기로 느껴지는 소리의 크기 레벨을 나타내는 단위이며, 기준 주파수인 1,000*Hz*에서는 phon값과 음압레벨의 dB값이 같다.
sone은 사람이 느끼는 음의 크기를 비율척도로 나타내는 단위이다. 40*phon* = 1*sone*을 기준으로 음의 크기 레벨이 10*phon* 증가할 때마다 sone값은 2배가 된다. 따라서 20*phon* = 0.25*sone*, 40*phon* = 1*sone*, 50*phon* = 2*sone*이다.

선지별 해설

① O — 사람의 가청주파수 범위는 일반적으로 20 ~ 20,000*Hz*이며, 20,000*Hz*보다 높은 주파수의 음파를 초음파라고 한다.
② O — phon은 물리적인 음의 세기나 음압레벨 자체의 단위가 아니라, 사람의 청각을 기준으로 한 소리의 크기 레벨을 나타내는 단위이다.
③ X — 틀린 표현은 '2배의 크기로 들린다'이다. 1,000*Hz*에서 20*phon* = 0.25*sone*, 40*phon* = 1*sone*이므로 40*phon*은 20*phon*보다 4배의 크기로 들린다.
④ O — 40*phon* = 1*sone*이고 50*phon* = 2*sone*이므로 두 소리의 지각적 크기를 합하면 1 + 2 = 3*sone*이다.

NoteBase

오답 포인트

③은 phon값 자체의 비율을 음의 크기 비율로 오해하게 만든다. phon은 로그적인 레벨이고 sone은 지각적 크기의 비율척도이므로, 10*phon* 차이는 sone값 2배, 20*phon* 차이는 sone값 4배에 해당한다.

다시 나오면 이렇게 판단

phon의 차이를 먼저 구한 뒤 10*phon* 증가마다 sone값이 2배가 된다는 관계를 적용한다. 여러 소리의 지각적 크기를 합칠 때에는 각 phon값을 sone값으로 바꾼 뒤 더한다.

암기 포인트

40*phon* = 1*sone*, 10*phon* 증가마다 sone은 2배이다.

NoteBase

11. 2020년 1월 1일 전후 수질오염물질의 배출허용기준물질 변화를 바르게 연결한 것은?
① BOD → COD
② TOC → COD
③ BOD → TOC
④ COD → TOC

정답 4번

쟁점

이 문제는 2020년 1월 1일을 기준으로 폐수의 유기물질 배출허용기준 지표가 어떻게 전환되었는지를 묻는다. 핵심은 COD가 TOC로 바뀌었다는 점과 BOD는 이 전환의 대상이 아니라는 점을 구별하는 것이다.

용어 풀이

BOD(생물화학적 산소요구량)는 미생물이 물속의 생분해성 유기물을 분해할 때 필요한 산소량이다.
COD(화학적 산소요구량)는 산화제로 물속의 유기물 등을 화학적으로 산화할 때 소비되는 산소량을 나타내는 지표이다.
TOC(총유기탄소량)는 물속 유기물에 포함된 탄소의 총량을 직접 측정하는 지표이다.

핵심 구분

배출허용기준의 유기물질 관리지표는 COD에서 TOC로 전환되었다. 2019년 개정된 물환경보전법 시행규칙은 TOC 기준을 2020년 1월 1일부터 시행하되, 당시 설치·운영 중인 폐수배출시설에는 2021년 12월 31일까지 종전 COD 기준을 적용할 수 있도록 유예하였다. 현행 물환경보전법 시행규칙 제34조와 별표 13도 배출허용기준에 TOC를 두고 있으므로, 현재 기준이 이 문항의 정답을 바꾸지는 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- BOD가 COD로 바뀐 것이 아니다. 이 개정에서 교체된 유기물질 관리지표는 COD이다.
- 틀린 표현: BOD → COD
- 올바른 표현: COD → TOC

② X
- TOC에서 COD로 바뀌었다고 하여 전환 방향을 거꾸로 제시하였다.
- 틀린 표현: TOC → COD
- 올바른 표현: COD → TOC

③ X
- TOC가 새로 도입된 것은 맞지만, TOC가 대체한 지표는 BOD가 아니라 COD이다.
- 틀린 표현: BOD → TOC
- 올바른 표현: COD → TOC

④ O
- 배출허용기준의 유기물질 관리지표는 종전 COD에서 TOC로 전환되었으므로 바르게 연결한 선지이다.

오답 포인트

TOC가 새 지표라는 사실만 보고 ③을 고르기 쉽지만, 문제는 새 지표뿐 아니라 무엇을 대체했는지까지 묻는다. BOD가 아니라 COD가 TOC로 전환되었다. 또한 ②는 같은 두 지표를 사용했어도 화살표 방향이 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

2020년 유기물질 배출허용기준 지표 전환을 물으면 먼저 화살표의 출발점을 COD로, 도착점을 TOC로 확인한다. BOD가 포함되거나 TOC에서 COD로 향하면 틀린 연결이다.

암기 포인트

2020년 유기물질 관리지표 전환은 COD → TOC이다.

NoteBase

12. 적조(red tide)의 직접적 발생요인으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 플랑크톤 번식에 충분한 온도와 햇빛
② 영양염류(질소와 인)의 유입
③ 해저로부터의 자극물질의 용출
④ 연안수역에서의 물의 안정성 및 정체성

정답 3번

출제 포인트

적조생물이 대량 증식하는 데 직접 필요한 빛·수온·영양염류와, 증식한 생물이 한곳에 머물게 하는 수괴의 안정·정체 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

적조는 식물플랑크톤 등 적조생물이 짧은 기간에 대량 증식·집적하여 바닷물의 색이 변하는 현상이다. 직접적인 발생 조건은 적정 수온과 충분한 햇빛, 질소·인 등 영양염류의 공급, 그리고 생물이 흩어지지 않는 안정되고 정체된 수역이다.

선지별 해설

① O — 충분한 온도와 햇빛은 플랑크톤의 광합성과 증식을 촉진하므로 적조의 직접적 발생요인에 해당한다.
② O — 질소와 인은 식물플랑크톤 성장에 필요한 영양염류이므로 이들의 유입은 대량 증식을 촉진한다.
③ X — '해저로부터의 자극물질의 용출'은 물질의 성분과 플랑크톤 성장에 미치는 작용이 특정되지 않아 적조의 일반적인 직접 발생요인으로 보기 어렵다. 올바르게는 '해저 퇴적물에서 질소·인 등 영양염류가 용출되어 수중에 공급되는 경우 적조생물의 증식을 도울 수 있다'라고 해야 한다.
④ O — 연안수역의 물이 안정되고 정체되면 증식한 플랑크톤이 외해로 분산되지 않고 한곳에 축적되므로 고밀도 적조가 형성되기 쉽다.

오답 포인트

③의 '용출'이라는 말만 보고 해저에서 나온 모든 물질이 적조를 직접 일으킨다고 판단하기 쉽다. 적조 증식과 직접 연결하려면 질소·인 같은 구체적인 영양염류의 공급이어야 하며, 정체성은 영양분이 아니라 플랑크톤의 분산을 막는 물리적 조건이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 조건이 플랑크톤의 성장에 필요한 빛·수온·영양염류를 제공하거나, 증식한 플랑크톤의 분산을 막는지를 확인한다. 정체가 분명하지 않은 '자극물질'처럼 성분과 작용이 특정되지 않은 표현은 직접요인으로 판단하지 않는다.

암기 포인트

적조의 핵심 조건은 '따뜻한 빛, 질소·인, 안정·정체'이다.

NoteBase

13. 방진재로 사용되는 공기 스프링의 단점으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 압축기 등 부대시설이 필요하다.
② 공기 누출의 위험이 있다.
③ 구조가 복잡하고 시설비가 많이 든다.
④ 자동 제어가 불가능하다.

정답 4번

출제 포인트

공기 스프링의 단점과 자동 높이·강성 제어가 가능한 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

공기 스프링은 압축공기의 탄성을 이용하여 진동과 충격을 완화하는 장치이다. 압축공기를 만들고 조절하는 부대시설이 필요하여 구조와 유지관리가 복잡해질 수 있지만, 공기압을 조절할 수 있으므로 자동 제어가 가능하다는 장점이 있다.

선지별 해설

① O — 공기 스프링은 압축공기를 공급해야 하므로 압축기, 공기탱크, 밸브 등의 부대시설이 필요하다. 이는 설비와 유지관리 부담을 늘리는 단점이다.
② O — 배관, 접속부 또는 공기주머니에서 공기가 누출될 위험이 있다. 누출되면 압력이 저하되어 지지 성능과 방진 성능이 떨어질 수 있으므로 단점에 해당한다.
③ O — 공기 공급·압력 조절 장치가 함께 필요하므로 일반적인 기계식 스프링보다 구조가 복잡하고 초기 설치비와 유지관리비가 많이 들 수 있다. 따라서 단점에 해당한다.
④ X — 틀린 표현은 '자동 제어가 불가능하다'이다. 실제로는 밸브와 제어장치로 공기압을 조절하여 하중 변화에 따른 높이와 스프링 특성을 자동으로 제어할 수 있다. 이는 공기 스프링의 장점이다.

오답 포인트

공기 스프링에 압축기와 제어장치가 필요하다는 사실을 보고 제어 자체가 불가능하다고 판단하기 쉽다. 그러나 부대시설이 필요하고 구조가 복잡하다는 점은 단점인 반면, 그 장치를 이용하여 자동 제어가 가능하다는 점은 장점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

공기 공급계통의 추가로 생기는 설비·누출·비용 문제는 단점으로 판단하고, 공기압 조절을 통한 자동 높이 유지와 특성 제어는 장점으로 판단한다. 부정형 문제에서는 장점으로 서술된 선지를 찾는다.

NoteBase

암기 포인트

공기 스프링은 부대시설·누출·고비용이 단점이고, 공기압 조절에 의한 자동 제어는 장점이다.

NoteBase

14. 수처리 공정에서 생물학적 처리 용어설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 임의성 공정(facultative process): 분자상태의 산소의 유무에 관계없이 활동하는 미생물을 응용한 생물학적 처리공정

② 질산화(nitrification): 암모니아가 먼저 산소 존재하에서 질산성 질소로 변환되고 다시 아질산성 질소로 전환되는 과정

③ 혐기성 공정(anaerobic process): 산소가 없는 상태에서 진행되는 생물학적 처리공정

④ 호기성 공정(aerobic process): 산소 존재하에서 진행되는 생물학적 처리공정

정답 2번

출제 포인트

수처리의 생물학적 처리공정을 산소 이용 여부와 질산화의 물질 전환 순서로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

임의성 공정: 산소가 있으면 산소를 이용하고, 산소가 없으면 다른 대사 방식으로 활동할 수 있는 임의성 미생물을 이용하는 공정이다.
질산화: 호기성 조건에서 암모니아성 질소가 아질산성 질소를 거쳐 질산성 질소로 산화되는 과정이다.
혐기성 공정: 분자상태의 산소가 없는 조건에서 진행되는 생물학적 처리공정이다.
호기성 공정: 산소가 존재하는 조건에서 진행되는 생물학적 처리공정이다.

선지별 해설

① O — 임의성 미생물은 분자상태 산소의 유무에 따라 대사 방식을 바꾸어 활동할 수 있으므로 적절한 설명이다.
② X — 틀린 부분은 '암모니아가 먼저 질산성 질소로 변환되고 다시 아질산성 질소로 전환된다'는 순서이다.
실제로 질산화는 산소가 있는 조건에서 암모니아성 질소 → 아질산성 질소 → 질산성 질소의 순서로 진행된다.
③ O — 혐기성 공정은 분자상태의 산소가 없는 조건에서 진행되는 생물학적 처리공정이므로 적절한 설명이다.
④ O — 호기성 공정은 산소가 존재하는 조건에서 호기성 미생물의 대사로 진행되므로 적절한 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

②는 '질산화'라는 용어와 산소 존재 조건은 맞게 제시하고, 아질산성 질소와 질산성 질소의 생성 순서만 뒤바꾸었다. 일부 표현이 맞더라도 물질 전환 순서까지 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 산소 조건으로 호기성·혐기성·임의성을 구분하고, 질산화는 암모니아성 질소 → 아질산성 질소 → 질산성 질소의 순서인지 판단한다.

암기 포인트

질산화의 순서는 암모니아성 → 아질산성 → 질산성이고, 산소가 있는 호기성 반응이다.

NoteBase

15. 취수 및 정수된 물의 도수 및 송수계획에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 자연유하식과 펌프압송식이 있으며 계획도수량은 계획취수량을, 계획송수량은 계획 1일 최대급수량과 여유수량을 추가한다.

② 방식 선정에는 노선의 고저차 및 입지조건, 계획도수량 및 계획송수량의 대소를 고려해야 하나 송수관은 관수로를 원칙으로 한다.

③ 관로선정 시 최소동수구배선 이하가 되게 하고 급격한 굴곡은 피하고, 관내 마찰손실수두가 최소가 되게 한다.

④ 평균유속은 수로 내 마모방지를 위해 0.3 m/sec를 최대로 설정하고, 관거 내 모래 침전을 방지하기 위해 3.0 m/sec를 최소로 설정한다.

정답 4번

출제 포인트

취수·도수·송수 계획에서 계획수량의 기준, 관로 방식과 노선 선정 원칙, 평균유속의 상·하한을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

도수는 취수한 원수를 정수장까지 보내는 과정이고, 송수는 정수한 물을 배수시설까지 보내는 과정이다. 관로는 필요한 수량을 안정적으로 운반하면서 침전과 마모를 방지하도록 계획한다. 평균유속은 모래가 가라앉지 않게 하한을 두고, 지나치게 빠른 흐름에 따른 마모를 막도록 상한을 둔다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 도수 방식에는 지형의 낙차를 이용하는 자연유하식과 펌프 동력을 이용하는 펌프압송식이 있다. 계획도수량은 계획취수량을 기준으로 하고, 계획송수량은 계획 1일 최대급수량에 여유수량을 더해 정한다.

② O — 방식 선정에서는 노선의 고저차와 입지조건, 계획도수량과 계획송수량의 크기를 함께 고려한다. 송수관은 압력을 받아 관 전체가 물로 차서 흐르는 관수로를 원칙으로 한다.

③ O — 관로는 최소동수구배선 이하에 놓이도록 계획하고 급격한 굴곡을 피해야 한다. 또한 관내 마찰손실수두가 작아지도록 노선을 정하는 것이 적절하다.

④ X — 틀린 부분은 "0.3m/s를 최대로"와 "3.0m/s를 최소로" 설정한다는 표현이다. 실제로는 관거 내 모래 침전을 방지하기 위해 평균유속을 최소 0.3m/s로 하고, 수로 내 마모를 방지하기 위해 최대 3.0m/s로 한다. 즉 최솟값과 최댓값이 서로 뒤바뀌었다.

오답 포인트

④는 두 수치 자체는 익숙하게 제시하면서 각각의 역할만 바꾸었다. 낮은 유속에서 생기는 문제는 모래 침전이고, 높은 유속에서 생기는 문제는 수로 마모이므로 0.3m/s는 하한, 3.0m/s는 상한이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유속 기준은 먼저 현상의 방향으로 판단한다. 침전 방지는 너무 느리지 않게 하는 최소유속이고, 마모 방지는 너무 빠르지 않게 하는 최대유속이다. 계획수량은 도수는 취수량, 송수는 계획 1일 최대급수량과 여유수량의 관계로 구분한다.

암기 포인트

침전 방지는 최소 0.3m/s, 마모 방지는 최대 3.0m/s이다.

NoteBase

16. 유량 $20\,m^3/sec$인 하천에 유량 $10\,m^3/sec$인 지천이 유입되고 있다. 유입지점 상류의 하천에서 측정한 염소(Cl^-)의 농도가 $20\,mg/L$이고, 지천과 합류되어 완전 혼합된 이후의 염소농도가 $30\,mg/L$라고 하면, 지천의 염소 농도는 얼마인가?

① $10\,mg/L$ ② $20\,mg/L$
③ $40\,mg/L$ ④ $50\,mg/L$

정답 4번

출제 포인트

두 수계가 완전히 혼합될 때 염소의 유입 질량과 유출 질량이 같다는 물질수지를 이용해 지천의 염소 농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 하천 유량은 $20m^3/s$, 하천 염소 농도는 $20mg/L$, 지천 유량은 $10m^3/s$, 혼합 후 염소 농도는 $30mg/L$이다.
구해야 할 값: 지천의 염소 농도 C_t이다.
주의할 조건: 두 흐름이 완전히 혼합되며, 혼합 전후 염소의 질량유량이 보존된다. 모든 유량은 같은 단위이고 모든 농도도 같은 단위이므로 추가 단위 환산 없이 식에 대입할 수 있다.

사용할 공식

완전혼합 물질수지는 다음과 같다.
$Q_rC_r + Q_tC_t = (Q_r + Q_t)C_m$
여기서 Q_r, C_r는 하천의 유량과 농도, Q_t, C_t는 지천의 유량과 농도, C_m은 혼합 후 농도이다. 두 유입수의 염소 질량유량 합이 혼합 후 염소 질량유량과 같아야 하므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 혼합 후 총유량은 $20 + 10 = 30 m^3/s$이다.
2. 물질수지식에 값을 대입한다.
$20 \times 20 + 10 C_t = 30 \times 30$
3. 식을 정리한다.
$400 + 10 C_t = 900$
$10 C_t = 500$
$C_t = 50 mg/L$
따라서 지천의 염소 농도는 $50 mg/L$이다.

선지 판단

① X — $10 mg/L$를 지천 농도로 대입하면 혼합 농도는 $(20 \times 20 + 10 \times 10)/30 = 16.67 mg/L$로, 주어진 $30 mg/L$가 되지 않는다. 틀린 값 $10 mg/L$ → 올바르게는 $50 mg/L$이다.
② X — $20 mg/L$를 대입하면 두 유입수의 농도가 같아 혼합 농도도 $20 mg/L$가 되므로 조건과 맞지 않는다. 틀린 값 $20 mg/L$ → 올바르게는 $50 mg/L$이다.
③ X — $40 mg/L$를 대입하면 혼합 농도는 $(20 \times 20 + 10 \times 40)/30 = 26.67 mg/L$로, $30 mg/L$에 미치지 못한다. 틀린 값 $40 mg/L$ → 올바르게는 $50 mg/L$이다.
④ O — $50 mg/L$를 대입하면 $(20 \times 20 + 10 \times 50)/30 = 30 mg/L$가 되어 주어진 혼합 후 농도와 정확히 일치한다.

오답 포인트

혼합 농도를 두 농도의 단순평균으로 처리하면 안 된다. 유량이 하천 $20 m^3/s$, 지천 $10 m^3/s$로 다르므로 각 농도에 유량을 곱한 질량유량을 합산해야 한다. 또한 혼합 농도 $30 mg/L$가 하천 농도 $20 mg/L$보다 높으므로 지천 농도는 반드시 $30 mg/L$보다 높아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

완전혼합 문제에서는 각 유입 흐름의 유량×농도를 더하고, 이를 총유량과 혼합 농도의 곱과 같게 둔다. 계산 후 혼합 농도가 두 유입 농도 사이에 있는지도 확인하면 결과를 검산할 수 있다.

암기 포인트

완전혼합의 핵심은 $\sum QC = Q_{total} C_{mix}$이며, 농도는 단순평균이 아니라 유량가중평균이다.

NoteBase

17. 여름철 호수의 표수층과 심수층에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 상층부의 따뜻한 표수층은 잘 혼합되지 않는 하층부의 차가운 심수층 위에 떠 있다.

② 표수층은 대기와 잘 혼합된 상태이므로 호기성이다.

③ 심수층은 용존산소 농도가 높다.

④ 표수층과 심수층 사이의 층은 중간층으로 불리며, 깊이에 따라 온도와 밀도가 급격하게 변한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 여름철 호수의 성층 구조에서 표수층·중간층·심수층의 온도, 밀도, 혼합 및 용존산소 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

표수층은 햇빛으로 데워진 따뜻하고 밀도가 작은 상층수로, 바람에 의해 잘 혼합되고 대기와 산소를 교환한다.
중간층은 수온약층이라고도 하며, 깊이가 증가할수록 온도가 급격히 낮아지고 밀도가 급격히 커지는 층이다.
심수층은 차갑고 밀도가 큰 하층수로, 여름철 성층기에는 표수층과의 혼합 및 대기와의 산소 교환이 제한된다.
유기물 분해로 산소가 소비되므로 일반적으로 용존산소 농도가 낮아지기 쉽다.

선지별 해설

① O — 따뜻하고 밀도가 작은 표수층은 차갑고 밀도가 큰 심수층 위에 위치한다. 여름철에는 두 층 사이의 밀도 차이가 커서 잘 혼합되지 않는다.
② O — 표수층은 바람에 의해 잘 혼합되고 대기와 직접 접촉하여 산소가 공급되므로 일반적으로 호기성 상태를 유지한다.
③ X — 틀린 표현은 '심수층은 용존산소 농도가 높다'이다. 올바르게는 여름철 성층기의 심수층은 대기 및 표수층으로부터 산소 공급이 제한되고 유기물 분해로 산소가 소비되어 용존산소 농도가 낮아지기 쉽다.
④ O — 표수층과 심수층 사이의 중간층은 수온약층으로 불리며, 깊이에 따라 온도가 급격히 낮아지고 그에 따라 물의 밀도가 급격히 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

심수층의 물이 차갑다는 사실만 보고 차가운 물에는 산소가 더 잘 녹으므로 용존산소도 높다고 판단하기 쉽다. 그러나 여름철 성층기에는 산소의 용해 가능성보다 심수층으로의 산소 공급 차단과 유기물 분해에 따른 산소 소비가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 수직 위치를 표수층-수온약층-심수층으로 나눈다. 그다음 표수층은 따뜻함·낮은 밀도·활발한 혼합·산소 공급, 수온약층은 온도 급감·밀도 급증, 심수층은 차가움·높은 밀도·혼합 제한·산소 감소로 연결하여 판단한다.

암기 포인트

여름 호수는 위는 따뜻하고 잘 섞이며, 가운데는 수온이 급변하고, 아래는 차갑고 고립되어 산소가 줄어든다.

NoteBase

18. 사이클론 집진기의 장점으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 설치공간이 적게 든다.
② 간단한 구조로 유지보수에 적은 비용이 소요된다.
③ 고온에서 운전이 가능하다.
④ 미세분진의 제거효율이 높다.

정답 4번

출제 포인트

사이클론 집진기의 구조·운전상 장점과 입자 크기에 따른 집진 성능의 한계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

사이클론 집진기는 함진가스에 회전 흐름을 만들어 원심력으로 입자를 벽면 쪽으로 분리하는 기계식 집진장치이다. 구조가 단순하고 고온가스를 처리할 수 있으며 설치비와 유지보수비가 비교적 적지만, 미세입자보다 굵고 무거운 입자의 제거에 유리하다.

선지별 해설

① O — 사이클론은 구조가 비교적 간단하고 장치가 소형이어서 설치공간이 적게 드는 편이다.
② O — 가동부가 거의 없는 단순한 구조이므로 고장이 적고 유지보수에 드는 비용도 비교적 적다.
③ O — 여과포나 세정액을 사용하지 않는 기계식 장치이므로 적절한 내열 재질로 제작하면 고온가스에서도 운전할 수 있다.
④ X — 틀린 표현은 '미세분진의 제거효율이 높다'이다. 사이클론은 입자가 작을수록 원심분리가 어려워 미세분진의 제거효율이 낮으며, 올바르게는 '비교적 굵고 무거운 분진의 제거에 효과적이다'이다.

오답 포인트

사이클론이 강한 회전 흐름을 이용한다는 점만 보고 모든 크기의 입자를 잘 제거한다고 판단하기 쉽다. 그러나 ④의 '미세분진'이 함정이며, 사이클론의 대표적 한계는 작은 입자에 대한 낮은 집진효율이다.

다시 나오면 이렇게 판단

사이클론은 '원심력·단순 구조·저비용·고온 운전 가능'은 장점으로, '미세입자 제거효율이 낮음'은 단점으로 판단한다. 입자가 크고 무거울수록 원심분리가 쉬워진다는 기준을 적용한다.

암기 포인트

사이클론은 크고 무거운 먼지에는 강하고, 작고 가벼운 미세먼지에는 약하다.

NoteBase

19. 대기에서 발생하는 현상에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 이슬·서리는 대체로 지상 물체들의 온도가 대기의 이슬점 온도 이하로 냉각되는 흐린 밤에 형성된다.

② 응결핵은 수증기가 달라붙어 응결할 수 있는 표면 역할을 한다.

③ 안개는 지상에 내려앉아 있는 구름이라 할 수 있다.

④ 복사 안개는 공기가 냉각될 때 형성된다.

정답 1번

출제 포인트

이슬·서리, 응결핵, 안개, 복사 안개의 형성 원리를 구분하는 문제이다. 특히 야간의 지표면 복사냉각은 구름이 적고 바람이 약할수록 활발하다는 점이 핵심이다.

핵심 개념

이슬·서리: 야간에 지표와 지상 물체가 복사로 냉각되어 생긴다. 이슬은 물체 표면에서 수증기가 물방울로 응결한 것이고, 서리는 수증기가 얼음 결정으로 달라붙은 것이다.
응결핵: 수증기가 응결할 수 있는 미세 입자로서 물방울 형성을 돕는다.
안개: 지표 부근의 공기 중에 작은 물방울이나 얼음 결정이 떠 있어 시정을 감소시키는 현상으로, 지상에 닿아 있는 구름과 같은 성격을 가진다.
복사 안개: 맑고 바람이 약한 밤에 지표면이 복사냉각되고, 그에 따라 지표 부근 공기가 이슬점까지 냉각되어 형성되는 안개이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '흐린 밤'이다. 구름은 지표가 방출한 복사에너지를 흡수한 뒤 일부를 지표로 되돌려 야간 냉각을 약화한다. 올바르게는 이슬과 서리가 대체로 구름이 적고 바람이 약한 맑은 밤에 지상 물체의 복사냉각이 활발할 때 형성된다고 해야 한다.
② O — 응결핵은 수증기 분자가 달라붙어 물방울로 응결할 수 있게 하는 표면을 제공하므로 구름과 안개 형성에 기여한다.
③ O — 안개는 지표 부근에 작은 물방울이나 얼음 결정이 떠 있는 현상으로, 지상에 내려앉은 구름이라고 볼 수 있다.
④ O — 복사 안개는 지표면의 복사냉각으로 지표 부근 공기가 이슬점까지 냉각될 때 형성된다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '이슬점 이하로 냉각'에만 주목하면 맞는 설명처럼 보이지만, 실제 함정은 '흐린 밤'이다. 구름이 많은 밤에는 지표의 복사냉각이 억제되므로 이슬·서리와 복사 안개의 형성에 불리하다.

다시 나오면 이렇게 판단

야간 복사냉각이 원인인 현상은 먼저 하늘 상태와 바람을 확인한다. '맑고 바람이 약함'이면 지표 냉각이 강해져 이슬·서리·복사 안개가 생기기 쉽고, '흐림'이면 구름의 역복사로 지표 냉각이 약해진다.

암기 포인트

맑고 고요한 밤에는 지표 복사냉각이 강해져 이슬·서리·복사 안개가 잘 생긴다.

NoteBase

20. 소각 시 다이옥신 생성 기전 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① PCDD/PCDF의 전구물질이 전환되어 생성되는데 벤조(A)피렌, CP(Chloro-Phenols) 등이 반응을 통하여 PCDD/PCDF로 전환된다.
② 여러 가지 유기물과 염소공여체로부터 형성된다.
③ 저온에서 촉매화 반응에 의해 분진과 결합하여 형성된다.
④ 투입 쓰레기에 존재하던 PCDD/PCDF가 연소 시 파괴되지 않고 배기가스 중으로 배출된다.

정답 1번

출제 포인트

소각 과정에서 PCDD/PCDF가 생성·배출되는 경로인 전구물질 반응, de novo 합성, 미분해 배출을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전구물질 반응: 클로로페놀(CP), 클로로벤젠과 같은 염소화 방향족 전구물질이 축합·염소화 반응을 거쳐 PCDD/PCDF를 형성하는 경로이다.
de novo 합성: 불완전연소로 생긴 탄소질 잔류물과 염소공여체가 분진 표면의 금속 성분 등에 의해 촉매 반응하여 PCDD/PCDF를 새로 형성하는 경로이다.
미분해 배출: 투입 폐기물에 이미 들어 있던 PCDD/PCDF가 연소 과정에서 완전히 파괴되지 않고 배기가스로 나오는 경로이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 부분은 벤조(a)피렌을 CP와 함께 PCDD/PCDF로 직접 전환되는 대표적인 전구물질로 제시한 것이다. 벤조(a)피렌은 불완전연소에서 생성되는 다환방향족탄화수소이며, PCDD/PCDF의 대표적인 직접 전구물질은 클로로페놀·클로로벤젠과 같은 염소화 방향족 화합물이다. 올바르게는 '클로로페놀, 클로로벤젠 등의 전구물질이 축합·염소화 반응을 거쳐 PCDD/PCDF로 전환된다'이다.
② O — 탄소를 포함한 여러 유기물 또는 탄소질 잔류물과 염소공여체로부터 PCDD/PCDF가 새로 형성될 수 있으며, 이는 de novo 합성 경로에 해당한다.
③ O — 연소 후의 비교적 낮은 온도 영역에서 분진 표면의 금속 성분 등이 촉매로 작용하면 탄소질 물질과 염소 성분이 반응하여 PCDD/PCDF가 형성될 수 있다. 생성물이 분진에 흡착·결합된 상태로 존재하는 것도 이 경로의 특징이다.
④ O — 투입 폐기물에 이미 존재하던 PCDD/PCDF가 연소 중 완전히 파괴되지 않으면 배기가스와 함께 배출될 수 있다. 이는 새로 생성되는 경로가 아니라 미분해 상태로 통과하는 경로이다.

오답 포인트

①은 CP가 실제 전구물질이라는 점을 이용해 벤조(a)피렌까지 같은 직접 전구물질인 것처럼 묶었다.
'불완전연소에서 생기는 유기오염물질'이라는 공통점만으로 PCDD/PCDF의 직접 전구물질이라고 판단하면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지의 경로를 세 가지로 나눈다. 염소화 방향족 전구물질의 전환이면 전구물질 반응, 탄소질 잔류물·염소공여체·분진 표면 촉매가 나오면 de novo 합성, 기존 PCDD/PCDF의 불완전 파괴가 나오면 미분해 배출로 판단한다.

암기 포인트

클로로페놀·클로로벤젠은 전구물질, 탄소질 잔류물과 염소공여체는 de novo 합성, 기존 다이옥신의 생존은 미분해 배출이다.

NoteBase

21. 혐기성 소화의 단점으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 소화 슬러지가 화학적으로 불안정하여 농축성과 탈리성이 좋지 않다.
② 반응단계가 매우 느리므로 소화기간이 비교적 길다.
③ 혐기성 세균은 온도, pH 및 여러 화학물질의 영향에 민감하다.
④ 소화과정에서 발생하는 가스는 냄새가 심하며 부식성이 높은 편이다.

정답 1번

출제 포인트

혐기성 소화의 안정화 효과와 운전상 단점을 구분하는 문제이다. 문제의 부정형 표현인 '단점으로 가장 적절하지 않은 것'을 정확히 확인해야 한다.

핵심 개념

혐기성 소화는 산소가 없는 조건에서 미생물이 슬러지의 유기물을 분해하여 슬러지를 안정화하고 가스를 생성하는 처리법이다.
장점은 슬러지의 안정화와 감량, 농축성·탈리성 개선 등이고, 단점은 느린 반응과 긴 소화기간, 온도·pH·저해성 화학물질에 대한 민감성, 발생 가스의 악취와 부식성 등이다.

선지별 해설

① X — '소화 슬러지가 화학적으로 불안정하여 농축성과 탈리성이 좋지 않다'는 표현이 틀렸다. 혐기성 소화를 거친 슬러지는 유기물이 분해되어 화학적으로 안정화되며, 일반적으로 농축성과 탈리성이 좋아진다고 고쳐야 한다. 따라서 이 내용은 혐기성 소화의 단점으로 적절하지 않다.
② O — 혐기성 미생물의 유기물 분해 반응은 비교적 느리므로 필요한 소화기간이 길다. 이는 혐기성 소화의 단점이다.
③ O — 혐기성 미생물, 특히 메탄 생성균은 온도와 pH 변화 및 여러 저해성 화학물질의 영향을 크게 받는다. 안정적인 운전 조건을 유지해야 한다는 점은 단점이다.
④ O — 소화 과정에서 생성되는 가스에는 악취를 유발하고 설비를 부식시킬 수 있는 성분이 포함될 수 있다. 가스 처리와 부식 방지가 필요하므로 단점에 해당한다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '화학적으로 불안정'과 '농축성과 탈리성이 좋지 않다'는 표현은 혐기성 소화의 안정화 효과를 정반대로 바꾼 함정이다. 또한 문제에서 '적절하지 않은 것'을 묻고 있으므로 실제 단점인 ②~④가 아니라 장점을 반대로 서술한 ①을 선택해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

혐기성 소화 관련 선지는 '처리 결과'와 '운전 조건'을 나누어 판단한다. 처리 결과에서 슬러지 안정화·감량과 농축성·탈리성 개선은 장점이고, 운전 조건에서 느린 반응·환경 변화에 대한 민감성·가스의 악취와 부식성은 단점이다.

암기 포인트

혐기성 소화는 슬러지는 안정화하지만, 반응은 느리고 조건 변화에는 민감하며 발생 가스의 관리가 필요하다.

NoteBase

22. 악취발생과 관련이 가장 적은 것은?
① 혐기성 상태
② 황산염
③ (+)ORP(oxidation reduction potential)
④ 메틸메르캅탄(methyl mercaptan)

정답 3번

출제 포인트

악취가 잘 발생하는 환원성·혐기성 조건과 악취 유발 물질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

혐기성 상태는 산소가 부족하여 유기물과 황산염 등이 환원되는 환경이며, 황화수소·메틸메르캅탄 같은 악취 물질이 생성되기 쉽다.
ORP는 수중 환경의 산화·환원 경향을 나타내는 지표이다. (+)ORP는 산화성 조건을 뜻하므로 일반적으로 환원성 악취 물질의 생성과 관련이 적고, 낮거나 음의 ORP는 환원성·혐기성 조건을 나타내어 악취 발생과 관련이 크다.

NoteBase

선지별 해설

① X
혐기성 상태에서는 유기물의 환원성 분해가 진행되어 황화수소, 암모니아, 메틸메르캅탄 등의 악취 물질이 생기기 쉽다. 따라서 '악취 발생과 가장 관련이 적다'는 판단이 틀리며, 올바르게는 악취 발생과 관련이 큰 조건이다.

② X
황산염은 혐기성 조건에서 황산염환원균에 의해 환원되어 악취 물질인 황화수소가 생성되는 데 관여할 수 있다. 따라서 '악취 발생과 가장 관련이 적다'는 판단이 틀리며, 올바르게는 황화수소 악취의 전구물질로 관련될 수 있다.

③ O
(+)ORP는 산화성 상태를 나타낸다. 이러한 조건은 황화수소나 메틸메르캅탄과 같은 환원성 악취 물질의 생성에 유리한 혐기성·환원성 조건과 반대이므로 악취 발생과 가장 관련이 적다.

④ X
메틸메르캅탄은 유기황계 악취 물질 자체로서 강한 불쾌취를 낸다. 따라서 '악취 발생과 가장 관련이 적다'는 판단이 틀리며, 올바르게는 악취 발생과 직접 관련된 물질이다.

오답 포인트

②의 황산염 자체가 무취라는 점만 보고 관련이 없다고 판단하기 쉽다. 그러나 문항은 물질 자체의 냄새만이 아니라 악취의 발생 과정과의 관련성을 묻는다. 황산염은 환원되면 황화수소 생성에 관여하는 반면, ③의 (+)ORP는 그 환원성 생성 조건과 반대이다.

다시 나오면 이렇게 판단

악취 발생 조건을 묻는 문항에서는 '산소 부족·낮은 ORP·환원성 분해'와 '황화수소·메르캅탄'의 연결을 먼저 확인한다. 반대로 (+)ORP처럼 산화성 환경을 나타내는 항목은 환원성 악취 발생과의 관련성이 작다고 판단한다.

암기 포인트

혐기성·낮은 ORP는 악취 증가, (+)ORP는 산화성 상태이다.

NoteBase

23. 대기오염물질의 흡착에서 흡착제와 그 기능이 바르게 짝지어지지 않은 것은?
① 활성탄 - 냄새제거, 가스정제, 용매회수
② 실리카겔 - 기체의 건조 및 정제
③ 보오크사이트 - 석유 유분의 처리, 기체 및 액체의 건조
④ 알루미나 - 유지 및 왁스의 탈색, 상수의 탈취

정답 4번

출제 포인트

흡착제의 표면 특성과 대표 용도를 연결할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

흡착제는 기체나 액체 속 물질을 고체 표면에 붙잡아 분리하는 물질이다.
활성탄은 냄새와 유기 증기의 제거·회수, 실리카겔은 수분 제거, 보오크사이트는 석유 유분의 처리와 기체·액체의 건조, 알루미나는 유지·왁스의 탈색과 상수의 탈불소에 이용된다.

선지별 해설

① O — 활성탄은 넓은 표면적과 높은 유기물 흡착능을 이용하여 냄새 제거, 가스 정제, 용매 회수에 사용된다.
② O — 실리카겔은 수분을 잘 흡착하므로 기체의 건조 및 정제에 사용된다.
③ O — 보오크사이트는 석유 유분의 처리와 기체 및 액체의 건조에 사용되는 흡착제이다.
④ X — 틀린 표현은 '상수의 탈취'이다. 알루미나는 유지 및 왁스의 탈색과 상수 중 불소 제거, 즉 탈불소에 이용되므로 '상수의 탈취'는 '상수의 탈불소'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

탈취라는 용어가 흡착 공정과 자연스럽게 연결되어 보이지만, 이 선지에서 알루미나의 대표적인 상수 처리 기능은 냄새 제거가 아니라 불소 제거이다.

다시 나오면 이렇게 판단

흡착제를 기능별로 연결한다. 활성탄은 냄새·유기 증기, 실리카겔은 수분, 알루미나는 불소 제거를 핵심 기준으로 판단한다.

암기 포인트

활성탄은 탈취, 실리카겔은 건조, 알루미나는 탈불소이다.

NoteBase

24. 유동층 소각로의 단점으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 투입이나 유동화를 위하여 파쇄가 필요하다.
② 반응시간이 길어 소각시간이 길게 소요된다.
③ 유동상으로부터 찌꺼기의 분리가 어렵다.
④ 운전비 특히 동력비가 높다.

정답 2번

출제 포인트

유동층 소각로의 구조적 특징에서 생기는 장점과 단점을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

유동층 소각로는 공기를 아래에서 불어 넣어 모래 등의 층 물질과 폐기물을 떠오르게 하고 강하게 혼합하면서 연소시키는 장치이다. 혼합과 열전달이 활발하여 연소 반응이 빠르고 균일하다는 장점이 있지만, 폐기물의 전처리와 큰 송풍 동력이 필요하고 유동매체와 재의 분리가 어렵다는 단점이 있다.

선지별 해설

① O — 폐기물을 유동층에 고르게 투입하고 원활하게 유동화하려면 파쇄 등 전처리가 필요하므로 유동층 소각로의 단점에 해당한다.

② X — 틀린 표현은 '반응시간이 길어 소각시간이 길게 소요된다'이다. 실제로는 폐기물과 공기의 혼합 및 열전달이 활발하여 연소 반응이 빠르므로 소각시간이 비교적 짧다. 따라서 유동층 소각로의 단점으로 가장 적절하지 않다.

③ O — 연소 후 생긴 재가 모래 등의 유동매체와 섞이므로 유동상으로부터 재만 분리하기 어렵다는 단점이 있다.

④ O — 유동층을 유지하려면 바닥에서 공기를 강하게 계속 공급해야 하므로 송풍기 운전에 필요한 동력비가 크다.

오답 포인트

'반응시간이 길다'는 일반적인 소각의 부담처럼 보여 선택하기 쉽지만, 유동층의 핵심은 강한 혼합과 높은 열전달에 따른 빠른 연소이다. 또한 문제의 부정형 표현인 '단점으로 가장 적절하지 않은 것'을 놓치지 않아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

유동층의 강한 공기 공급에서 장점과 단점을 함께 도출한다. 강한 혼합은 빠르고 균일한 연소를 만들지만, 유동화를 위한 전처리·송풍 동력과 재·유동매체 분리 문제를 발생시킨다.

암기 포인트

유동층은 '연소는 빠르게, 송풍 동력은 크게, 재 분리는 어렵게'로 정리된다.

NoteBase

25. 자연 생태계에서의 먹이망(food web)과 영양구조 등에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 생태계의 에너지는 1차 생산자를 시작으로 하여 포식과 피식의 관계가 일련의 생물군을 통하여 이루어지는데, 이러한 관계를 먹이망 관계라 한다.

② 먹이망에 있어 10% 법칙이란, 대략 한 단계를 거칠 때마다 약 10%의 에너지가 열로 소모되고, 약 90% 정도의 에너지가 다음 단계로 전해진다는 법칙이다.

③ 먹이망이 갖는 포식과 피식 특징은 미량물질(특히 지용성이나 중금속)에 의해 오염된 환경에서 생물농축 현상을 초래하는 경우가 적지 않다.

④ 먹이망의 영양단계 간의 영양구조를 파악하기 위한 모형인 생태적 피라미드(pyramid)에는 개체수 피라미드, 생체량 피라미드, 에너지 피라미드가 있다.

정답 2번

출제 포인트

먹이망의 의미, 영양단계 사이의 에너지 전달, 생물농축, 생태적 피라미드의 종류를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

먹이망: 생태계에서 여러 먹이사슬이 서로 얽혀 형성된 복합적인 포식·피식 관계이다.
10% 법칙: 한 영양단계의 에너지 가운데 평균적으로 약 10%만 다음 영양단계로 전달되고, 나머지 대부분은 생명 활동에 사용되거나 열 등으로 소실된다.
생물농축: 분해·배출이 어려운 오염물질이 생물체에 축적되고 먹이사슬의 상위 영양단계로 갈수록 농도가 높아지는 현상이다.
생태적 피라미드: 영양단계별 개체수, 생체량 또는 에너지의 상대적 크기를 나타낸 모형이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 생태계의 에너지 흐름은 1차 생산자에서 시작하며, 여러 생물 사이의 포식·피식 관계가 서로 얽힌 구조를 먹이망이라고 한다.
② X — 틀린 표현은 '약 10%의 에너지가 열로 소모되고, 약 90%가 다음 단계로 전해진다'이다. 올바르게는 한 영양단계의 에너지 중 약 10%가 다음 영양단계로 전달되고, 나머지 대부분은 호흡과 대사 등에 사용되거나 열 등으로 소실된다.
③ O — 지용성 물질이나 중금속처럼 분해·배출되기 어려운 오염물질은 생물체에 축적되며, 먹이사슬의 상위 영양단계로 갈수록 농도가 커지는 생물농축을 일으킬 수 있다.
④ O — 생태적 피라미드는 영양단계별 무엇을 비교하는지에 따라 개체수 피라미드, 생체량 피라미드, 에너지 피라미드로 구분된다.

오답 포인트

②는 '10% 법칙'의 숫자 자체는 제시했지만 전달되는 에너지와 소실되는 에너지의 비율을 반대로 배치했다. 약 10%가 전달되고 대부분이 소실된다는 방향이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

에너지 전달 선지는 상위 영양단계로 전달되는 비율이 약 10%인지 먼저 확인한다. 오염물질 선지는 상위 영양단계에서 농도가 커지는지, 생태적 피라미드 선지는 비교 대상이 개체수·생체량·에너지인지 확인한다.

암기 포인트

에너지는 약 10%만 위로 전달되고, 난분해성 오염물질의 농도는 먹이사슬 위로 갈수록 커질 수 있다.

NoteBase