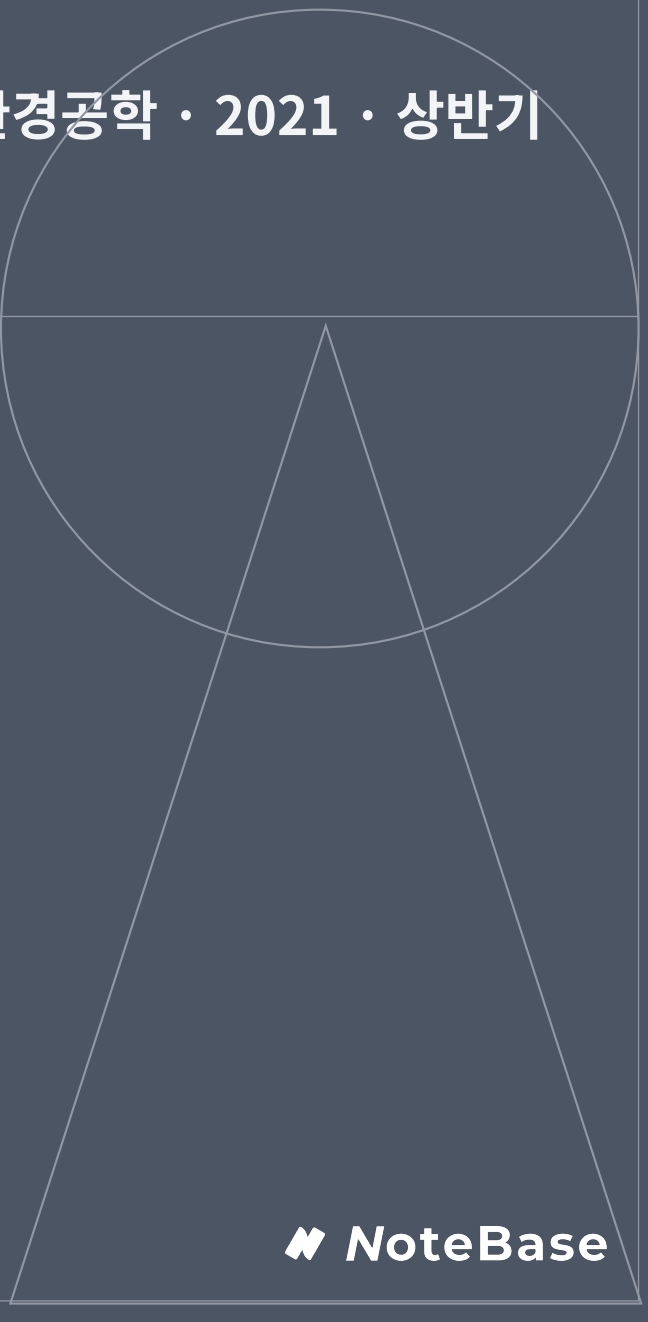
# 기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 7급 · 환경공학 · 2021 · 상반기



NoteBase

# 기출OX 해설집

## 공무원/해경/일반직 7급 · 환경공학 · 2021 · 상반기

**공무원/해경/일반직 7급 · 환경공학 · 2021 · 상반기**

**문 1. 토양 시료의 체분석 결과를 입도분포곡선으로 나타내었더니 $D_{10} = 0.05\text{mm}$, $D_{30} = 0.1\text{mm}$, $D_{60} = 0.5\text{mm}$이었다. 다음 중 균등계수는?**

① 0.4

② 4

③ 5

④ 10

**정답 4번**

**출제 포인트**

입도분포곡선에서 유효입경 $D_{10}$과 $D_{60}$을 이용해 균등계수 $C_u$를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: $D_{10} = 0.05\text{mm}, D_{30} = 0.1\text{mm}, D_{60} = 0.5\text{mm}$
구해야 할 값: 균등계수 $C_u$
주의할 조건: 균등계수 계산에는 $D_{60}$과 $D_{10}$만 사용하며, 두 입경의 단위가 같으므로 단위 환산은 필요하지 않다.

**사용할 공식**

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$
균등계수는 입경가적곡선에서 통과율 60%에 해당하는 입경을 통과율 10%에 해당하는 유효입경으로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

**계산 과정**

$C_u = \frac{0.5\text{mm}}{0.05\text{mm}} = 10$
분자와 분모의 단위가 소거되므로 균등계수는 무차원 값 10이다.

NoteBase

**선지 판단**

① X — 0.4는 균등계수가 아니다. 이는 곡률계수 공식 $C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}}$을 적용할 때 나오는 값이며, 올바른 균등계수는 10이다.
② X — 4는 $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$에 주어진 값을 대입한 결과와 일치하지 않는다. 4가 아니라 10이다.
③ X — 5는 $D_{60}$을 $D_{30}$으로 나눈 0.5/0.1의 값으로, 분모를 잘못 선택한 결과이다. $D_{30}$이 아니라 $D_{10}$을 분모로 사용하므로 10이다.
④ O — 0.5/0.05 = 10이므로 균등계수와 일치한다.

**오답 포인트**

①의 0.4는 같은 세 입경으로 구할 수 있는 곡률계수와 혼동하게 만든 값이고, ③의 5는 분모에 $D_{10}$ 대신 $D_{30}$을 넣게 만든 값이다. 균등계수와 곡률계수의 공식을 구분해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

균등계수를 물으면 먼저 $D_{60}$과 $D_{10}$을 찾고, 두 값의 단위를 통일한 뒤 $D_{60}/D_{10}$을 계산한다. $D_{30}$은 균등계수 계산에서 제외한다.

**암기 포인트**

균등계수는 큰 쪽 60을 작은 쪽 10으로 나눈 값, 즉 $C_u = D_{60}/D_{10}$이다.

NoteBase

**문 2. 직렬로 조합된 집진장치의 총집진율은 95%이었다. 2차 집진장치의 집진율이 90%라면 1차 집진장치의 집진율은?**

① 50%

② 60%

③ 70%

④ 85.5%

**정답 1번**

### 출제 포인트

직렬로 연결된 집진장치의 총집진율 공식을 이용해 1차 집진장치의 집진율을 구하는 문제이다.

### 조건 정리

주어진 값: 총집진율 $\eta_T = 0.95$, 2차 집진율 $\eta_2 = 0.90$
구해야 할 값: 1차 집진율 $\eta_1$
주의할 조건: 직렬 장치에서는 집진율을 단순히 더하지 않고, 각 장치를 지나도 제거되지 않은 비율을 곱한다.

### 사용할 공식

직렬 집진장치의 총집진율은 다음과 같다.
$\eta_T = 1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2)$
1차 장치에서 제거되지 않은 먼지만 2차 장치로 들어가므로, 두 장치를 모두 통과하고도 남는 비율은
$(1 - \eta_1)(1 - \eta_2)$가 된다.

### 계산 과정

주어진 값을 공식에 대입한다.
$0.95 = 1 - (1 - \eta_1)(1 - 0.90)$
$(1 - \eta_1) \times 0.10 = 0.05$
$1 - \eta_1 = 0.50$
$\eta_1 = 0.50 = 50\%$

NoteBase

**선지 판단**

① O — 1차 집진율을 50%로 두면 총집진율은 $1-(1-0.50)(1-0.90)=0.95$이므로 조건과 일치한다.
② X — 60%를 대입하면 총집진율이 $1-0.40\times0.10=0.96$, 즉 96%가 되어 조건과 다르다. 60%가 아니라 50%가 옳다.
③ X — 70%를 대입하면 총집진율이 $1-0.30\times0.10=0.97$, 즉 97%가 되어 조건과 다르다. 70%가 아니라 50%가 옳다.
④ X — 85.5%를 대입하면 총집진율이 $1-0.145\times0.10=0.9855$, 즉 98.55%가 되어 조건과 다르다. 85.5%가 아니라 50%가 옳다.

**오답 포인트**

총집진율 95%에서 2차 집진율 90%를 단순히 빼거나 두 집진율을 그대로 더하면 안 된다. 집진되지 않고 남는 비율인 5%와 10%의 관계를 이용해야 한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

직렬 집진 문제에서는 먼저 전체 미집진율 $1-\eta_T$을 구한 뒤, 이를 이미 아는 장치의 미집진율로 나누어 미지 장치의 미집진율을 구한다. 마지막에 1에서 빼면 미지 장치의 집진율이 된다.

**암기 포인트**

직렬 총집진율은 '1 - 각 장치의 미집진율 곱'이다.

NoteBase

**문 3. 다음은 생물 다양성 협약에 대한 자료이다. 다음 <보기> 중 이에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?**

‘생물 다양성 협약’은 생물 다양성의 보전, 생물 자원의 지속 가능한 이용, 생물 자원을 이용하여 얻어지는 이익의 공정하고 공평한 분배를 위하여 1992년 유엔환경개발회의에서 채택된 협약이다. 생물 다양성은 생태계 내에 존재하는 생물의 다양한 정도를 의미하며 유전적 다양성, (가) 종 다양성, (나) 생태계 다양성을 포함한다.

<보기>

㉠ 생물 자원은 인간의 식량과 의약품 등에 이용된다.

㉡ 같은 종의 무당벌레에서 반점 무늬가 다양하게 나타나는 것은 (가)에 해당한다.

㉢ 한 생태계 내에 존재하는 생물종의 다양한 정도를 (나)라고 한다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉢

④ ㉠, ㉡

**정답 1번**

**출제 포인트**

생물다양성의 세 수준인 유전적 다양성, 종 다양성, 생태계 다양성을 구별하고 각 사례를 알맞게 분류하는 문제이다.

**핵심 개념**

유전적 다양성: 같은 종 안에서 개체들이 서로 다른 유전적 특성을 보이는 정도이다. 키워드는 ‘같은 종 내부의 차이’이다.

종 다양성: 일정한 지역이나 생태계에 여러 생물종이 존재하는 정도이다. 키워드는 ‘서로 다른 종’이다.

생태계 다양성: 숲, 습지, 초원 등 서로 다른 생태계가 다양하게 존재하는 정도이다. 키워드는 ‘서식 환경과 생태계의 종류’이다.

생물 자원은 식량·의약품 등으로 이용될 수 있으며, 생물 다양성 협약은 생물다양성의 보전, 그 구성요소의 지속 가능한 이용, 유전자원 이용에서 발생하는 이익의 공정하고 공평한 분배를 목적으로 한다.

NoteBase

### 선지별 해설

① O — ㉠만 옳다. 생물 자원이 인간의 식량과 의약품 등에 이용된다는 설명은 타당하다.
② X — ㉡을 옳다고 포함한 부분이 틀렸다. 같은 종의 무당벌레에서 반점 무늬가 다양하게 나타나는 것은 종 다양성이 아니라 유전적 다양성에 해당하므로, 올바른 조합은 ㉠만이다.
③ X — ㉢을 옳다고 본 부분이 틀렸다. 한 생태계 안에 여러 생물종이 존재하는 정도는 생태계 다양성이 아니라 종 다양성이므로, 올바른 조합은 ㉠만이다.
④ X — ㉡을 옳다고 포함한 부분이 틀렸다. ㉡은 유전적 다양성의 사례이며 ㉢도 종 다양성을 생태계 다양성으로 잘못 표현했으므로, 올바른 조합은 ㉠만이다.

### 오답 포인트

(가)와 (나)의 용어를 사례에 기계적으로 연결하면 ㉡과 ㉢을 혼동하기 쉽다. ‘같은 종의 개체 차이’는 유전적 다양성이고, ‘한 생태계 안의 여러 종’은 종 다양성이다. 생태계 다양성은 생물종의 수가 아니라 숲·습지·초원처럼 생태계 자체의 종류가 다양한지를 뜻한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

분류 대상의 범위를 확인한다. 같은 종 내부의 차이는 유전적 다양성, 서로 다른 종의 다양함은 종 다양성, 서식 환경이나 생태계 종류의 다양함은 생태계 다양성으로 판단한다.

### 암기 포인트

같은 종 안의 차이는 유전, 여러 종의 차이는 종, 여러 환경의 차이는 생태계이다.

NoteBase

**문 4. 상온 상압 상태의 공기 유속을 피토관으로 측정한 결과 동압이 10 mm$H_2O$이었다. 이 때 공기의 유속은? (단, 피토관계수 = 1.0, 중력가속도 = 10 m/$s^2$, 습·배기가스의 단위체적당 무게는 2 kg/$m^3$)**

① 2 m/s

② 5 m/s

③ 8 m/s

④ 10 m/s

**정답 4번**

### 출제 포인트

피토관으로 측정한 동압을 압력 단위로 환산한 뒤, 동압과 유속의 관계를 이용해 공기의 유속을 구하는 문제이다.

### 조건 정리

동압 수두: $h = 10mmH_2O = 0.010mH_2O$
피토관계수: $C = 1.0$
중력가속도: $g = 10m/s^2$
공기의 단위체적당 질량: $\rho_a = 2kg/m^3$
물의 밀도: $\rho_w = 1000kg/m^3$
구해야 할 값: 공기의 유속 $v$

### 사용할 공식

동압 수두를 압력으로 바꾸면 $\Delta P = \rho_w g h$ 이고, 피토관의 유속식은 $v = C\sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_a}}$ 이다. 피토관은 유체의 운동에너지가 정체점에서 동압으로 전환되는 원리를 이용하므로 이 식을 적용한다.

### 계산 과정

1. $10mmH_2O$를 $0.010mH_2O$로 환산한다.
2. 동압은 $\Delta P = (1000kg/m^3)(10m/s^2)(0.010m) = 100Pa$ 이다.
3. 유속은 $v = 1.0\sqrt{\frac{2(100Pa)}{2kg/m^3}} = \sqrt{100} = 10m/s$ 이다.

### 선지 판단

① X — $2m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $2m/s$는 $10m/s$로 고쳐야 한다.
② X — $5m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $5m/s$는 $10m/s$로 고쳐야 한다.
③ X — $8m/s$는 계산 결과와 다르다. 틀린 값 $8m/s$는 $10m/s$로 고쳐야 한다.
④ O — 동압을 $100Pa$로 환산하여 피토관 유속식에 대입하면 $10m/s$가 된다.

NoteBase

### 오답 포인트

동압 $10mmH_2O$를 길이 $0.010m$인 채로 유속식에 바로 넣으면 안 된다. 먼저 $\Delta P = \rho_w gh$로 압력 $100Pa$로 바꾸어야 한다. 또한 공기의 단위체적당 질량 $2kg/m^3$는 유속식의 밀도 $\rho_a$에 넣는다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

피토관 계산은 압력수두의 길이 단위 환산, $\Delta P = \rho_w gh$에 따른 동압 환산, $v = C\sqrt{2\Delta P/\rho_a}$ 대입, 단위 검산의 순서로 판단한다.

### 암기 포인트

피토관의 핵심 관계는 동압 $\Delta P = \rho_a v^2/2$이며, 수두로 주어진 동압은 먼저 압력으로 환산한다.

NoteBase

**문 5. 다음 <보기>에서 설명하는 대기확산모델의 종류는?**

<보기>
[조건]
- 오염의 분포가 가우스분포(정규분포)를 이룬다는 통계학적 가정을 선택한다.
- 점배출원으로부터 오염물질의 연속적 방출을 가정한다.
- 기본조건은 정상상태로 규정한다.
- 연직방향 풍속은 고려하지 않고, 풍속 및 난류 확산계수는 일정하다.
[특징]
- 중·장기적 대기오염도 예측에 용이하다.
- 장기적인 예측이 정확하여 가장 널리 사용되는 모델이다.
- 평탄지역에 최적화되도록 개발되었다.

① 상자모델
② 가우시안모델
③ 라그랑지모델
④ 오일러모델

**정답 2번**

**출제 포인트**

가우스분포, 연속 점배출원, 정상상태라는 조건을 근거로 가우시안 대기확산모델을 식별하는 문제이다.

**핵심 개념**

가우시안모델은 점배출원에서 연속적으로 방출된 오염물질의 농도가 풍하 방향으로 이동하면서 횡방향과 연직방향에서 가우스분포를 이룬다고 가정하여 농도를 계산하는 대기확산모델이다.
상자모델은 대상 지역을 하나의 상자로 보고 내부 오염물질이 균일하게 혼합된다고 가정하는 질량수지 모델이다.
라그랑지모델은 이동하는 공기덩이 또는 입자를 따라가며 오염물질의 이동과 확산을 계산하고, 오일러모델은 고정된 공간 격자에서 농도의 시간·공간 변화를 계산한다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X — 상자모델은 일정한 부피의 상자 안에서 오염물질이 균일하게 혼합된다고 보는 모델이다. 제시문의 '가우스분포를 이루는 연속 점배출원'이라는 표현과 맞지 않는다. 틀린 표현은 '상자모델'이며, 올바르게는 '가우시안모델'이다.
② O — 가우스분포, 점배출원의 연속 방출, 정상상태, 일정한 풍속과 난류 확산계수, 평탄지역이라는 조건은 전형적인 가우시안모델의 가정과 특징이다.
③ X — 라그랑지모델은 공기덩이 또는 입자의 이동 경로를 따라가며 오염물질의 수송과 확산을 계산한다. 제시문처럼 정상상태의 연속 점배출원에서 가우스분포를 전제로 하는 모델의 명칭이 아니다. 틀린 표현은 '라그랑지모델'이며, 올바르게는 '가우시안모델'이다.
④ X — 오일러모델은 공간에 고정된 격자나 검사체적을 기준으로 농도장을 계산한다. 제시문의 핵심인 가우스분포에 기초한 연속 점배출원 모델과 구별된다. 틀린 표현은 '오일러모델'이며, 올바르게는 '가우시안모델'이다.

**오답 포인트**

'중·장기적 예측'이나 '가장 널리 사용' 같은 부가 특징보다 모델을 직접 결정하는 가정에 주목해야 한다. 특히 '가우스분포＋연속 점배출원＋정상상태'의 조합이 가우시안모델을 가리킨다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

분포와 배출 조건을 먼저 확인한다. 가우스분포와 정상상태의 연속 점배출원이 함께 제시되면 가우시안모델로 판단한다. 균일 혼합의 단일 공간은 상자모델, 이동 입자 추적은 라그랑지모델, 고정 격자 계산은 오일러모델로 구분한다.

**암기 포인트**

가우스분포·연속 점배출원·정상상태는 가우시안모델의 핵심 표지이다.

NoteBase

**문 6. 폐수의 물리적처리에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 스크린의 폐수 통과유속은 1 m/s 이하가 적당하다.

② 침전의 형태에서 I형침전은 일반적으로 Stokes의 법칙이 적용된다.

③ 여과지의 급속여과속도는 70~110 m/day를 표준으로 한다.

④ 급속여과는 완속여과보다 처리용량이 면적에 비해 크고 대규모 처리에 적합하다.

**정답 3번**

**출제 포인트**

폐수의 물리적 처리에 쓰이는 스크린, 침전, 여과의 작동 원리와 대표 설계값을 구분하는 문제이다.

**핵심 개념**

스크린은 협잡물을 체로 걸러 내는 전처리 시설이고, I형 침전은 입자끼리 응집하지 않은 채 각각 침강하는 독립입자 침전이다. 급속여과는 응집·침전 뒤 남은 입자를 높은 여과속도로 제거하는 방식으로, 완속여과보다 필요한 면적이 작고 처리용량이 크다. 일반적인 모래 급속여과의 표준 여과속도는 120¤150$m/day$이다.

**선지별 해설**

① O — 스크린을 통과하는 유속이 지나치게 크면 협잡물이 스크린을 통과하거나 손실수두가 커질 수 있으므로, 통과유속은 일반적으로 1$m/s$ 이하가 적당하다.
② O — I형 침전은 입자의 크기·형상·밀도가 침강 중 변하지 않는 독립입자 침전이다. 입자가 작고 구형이며 층류 조건인 경우 침강속도 산정에 Stokes의 법칙을 적용한다.
③ X — 틀린 부분은 급속여과의 표준속도를 70¤110$m/day$라고 한 것이다. 일반적인 모래 급속여과의 표준 여과속도는 120¤150$m/day$이다.
④ O — 급속여과는 완속여과보다 단위면적당 여과속도가 높으므로 같은 면적에서 더 많은 물을 처리할 수 있고 대규모 처리에 적합하다.

**오답 포인트**

③은 급속여과라는 명칭과 그럴듯한 수치 범위를 결합한 함정이다. 급속여과의 표준값은 70¤110$m/day$가 아니라 120¤150$m/day$이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

물리적 처리 선지는 장치별 판단 기준을 나누어 확인한다. 스크린은 통과유속, 침전은 입자의 응집 여부, 여과는 방식별 속도와 처리용량을 기준으로 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

I형은 독립입자 · Stokes, 급속여과는 120¤150$m/day$ · 대용량이다.

NoteBase

**문 7. 「유류오염손해배상보장법」상 유류의 대상으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 원유
② 중유
③ 휘발유
④ 윤활유

**정답 3번**

**쟁점**

이 문제는 「유류오염손해배상 보장법」상 '유류'의 범위에 관한 문제이다. 핵심은 지속성 탄화수소광물성유와 휘발성이 큰 비지속성 유류를 구별하는 것이다.

**용어 풀이**

지속성 탄화수소광물성유 = 해상에 유출되었을 때 빠르게 증발하지 않고 비교적 오래 남아 오염손해를 일으킬 수 있는 석유계 유류이다.

**핵심 구분**

「유류오염손해배상 보장법」 제2조 제5호는 유류를 선박에 화물로 운송되거나 선용유로 사용되는 원유·중유·윤활유 등의 지속성 탄화수소광물성유로 정의한다. 같은 법 시행령 제2조는 원유, 중유, 선용연료유, 윤활유와 일정한 증류 기준을 충족하는 그 밖의 탄화수소유를 대상으로 정한다. 휘발유는 휘발성이 큰 비지속성 유류이므로 이 범위에 포함되지 않는다.

**선지별 해설**

① O — 원유는 시행령 제2조에서 유류로 명시한 대상이다.
② O — 중유는 시행령 제2조에서 유류로 명시한 대상이다.
③ X — 휘발유는 휘발성이 커서 법이 대상으로 삼는 지속성 탄화수소광물성유에 해당하지 않는다. 틀린 표현: 휘발유가 유류의 대상이라는 취지이다. 올바른 표현: 휘발유는 이 법상 유류의 대상이 아니다.
④ O — 윤활유는 시행령 제2조에서 유류로 명시한 대상이다.

**오답 포인트**

일상적으로 석유제품을 모두 '유류'라고 부르는 의미와 이 법의 정의를 혼동하기 쉽다. 이 법은 모든 석유제품이 아니라 원유·중유·윤활유 등 지속성 탄화수소광물성유를 대상으로 하므로, ③의 휘발유가 함정이다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

법률상 유류의 범위를 묻는 경우 먼저 지속성 여부를 판단한다. 원유·중유·선용연료유·윤활유는 포함되고, 휘발성이 큰 휘발유는 제외된다는 기준을 적용한다.

**암기 포인트**

유류오염배상법의 유류는 '원유·중유·선용연료유·윤활유 등 지속성유'이고, 휘발유는 제외된다.

NoteBase

**문 8. 청계천 하천수의 BOD가 상류 25 mg/L, 하류 20 mg/L로 측정되었다. 상류의 DO가 10 mg/L이었고, 하천수가 상류에서 하류로 흐르는 동안 4 mg/L의 재포기가 있었다고 할 때, 하류 하천수의 DO는 얼마인가? (단, 지류에서 유입·유출되는 오염수 또는 하천수는 없음)**

① 4 mg/L

② 5 mg/L

③ 9 mg/L

④ 10 mg/L

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 BOD 감소에 따른 산소 소비량과 재포기에 따른 산소 공급량을 함께 반영하여 하류의 DO를 구하는 산소수지 문제이다.

**조건 정리**

상류 BOD: $25mg/L$
하류 BOD: $20mg/L$
상류 DO: $10mg/L$
재포기량: $4mg/L$
지류의 유입·유출이 없으므로 주어진 하천 구간의 산소 소비와 재포기만 고려한다.

**사용할 공식**

BOD 감소량은 유기물 분해에 소비된 산소량으로 본다.
BOD 감소량=25-20=5 mg/L
하류 DO=상류 DO-산소 소비량+재포기량
BOD가 감소한 만큼 DO는 줄고, 재포기된 산소만큼 DO는 늘어나므로 이 산소수지를 적용한다.

**계산 과정**

1. 상류에서 하류까지의 BOD 감소량은 $25 - 20 = 5mg/L$이다.
2. 유기물 분해로 $5mg/L$의 산소가 소비되므로 DO는 $10 - 5 = 5mg/L$가 된다.
3. 재포기로 $4mg/L$가 공급되므로 하류 DO는 $5 + 4 = 9mg/L$이다.

NoteBase

**선지 판단**

① X — 4*mg/L*는 재포기량만을 하류 DO로 잘못 본 값이다. 상류 DO와 BOD 감소에 따른 산소 소비까지 반영하면 9*mg/L*이다.
② X — 5*mg/L*는 BOD 감소량 또는 재포기 전 DO에 해당할 뿐이다. 재포기량 4*mg/L*를 더한 하류 DO는 9*mg/L*이다.
③ O — 산소수지 10 − 5 + 4 = 9*mg/L*와 일치한다.
④ X — 10*mg/L*는 상류 DO를 그대로 사용한 값으로, BOD 감소에 따른 산소 소비와 재포기를 반영하지 않았다. 올바른 하류 DO는 9*mg/L*이다.

**오답 포인트**

BOD가 25*mg/L*에서 20*mg/L*로 감소했으므로 산소 소비량은 하류 BOD 자체가 아니라 두 값의 차이인 5*mg/L*이다. 또한 재포기는 DO를 감소시키는 항이 아니라 증가시키는 항이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

유입·유출이 없는 하천 구간의 DO 문제는 먼저 BOD 감소량을 산소 소비량으로 계산한 뒤, 상류 DO에서 이를 빼고 재포기량을 더하는 순서로 판단한다.

**암기 포인트**

하류 DO=상류 DO-BOD 감소량+재포기량이다.

NoteBase

**문 9. 폐수의 생물학적 질소·인 제거공법 중 회분식 연속 활성슬러지법(SBR)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 혐기조 - 무산소조 - 호기조의 순서로 반응조가 구성된다.

② 충격부하에 유연하고 슬러지 벌킹이 발생하기 어렵다.

③ 하나의 반응조 안에서 시간차를 두고 유입·반송·침전·유출 등의 과정을 반복한다.

④ 예비반응조가 필요하고 스컴의 잔류가능성이 높다.

**정답 1번**

**출제 포인트**

SBR이 공간적으로 분리된 여러 반응조를 차례로 통과하는 공정인지, 하나의 반응조에서 운전 조건을 시간에 따라 바꾸는 공정인지를 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

SBR은 한 반응조에서 유입, 반응, 침전, 처리수 유출, 휴지 등의 단계를 시간 순서로 반복하는 활성슬러지 공정이다. 질소·인을 제거할 때에도 별도의 혐기조·무산소조·호기조를 반드시 직렬로 두는 것이 아니라 교반과 폭기 조건을 주기별로 바꾸어 혐기·무산소·호기 상태를 만든다.

**선지별 해설**

① X — 틀린 부분은 '혐기조-무산소조-호기조의 순서로 반응조가 구성된다'이다. 이는 공간적으로 세 반응조를 직렬 배치하는 A2/O 계열 공정의 설명이다. SBR은 한 반응조에서 교반과 폭기를 시간에 따라 조절하여 혐기·무산소·호기 조건을 형성한다.

② O — 회분별로 반응 시간과 폭기 조건을 조절할 수 있어 유입 부하 변동과 충격부하에 대응하기 쉽다. 또한 유입 초기에 기질 농도가 높은 선택압을 형성할 수 있어 사상성 미생물의 과도한 증식을 억제하고 슬러지 벌킹을 줄이는 데 유리하다.

③ O — 한 반응조가 시간차를 두고 여러 기능을 수행한다는 설명이 SBR의 핵심 원리이다. 표준적인 주기 표현은 유입-반응-침전-처리수 유출-휴지이며, 침전된 활성슬러지는 반응조 안에 남아 다음 주기에 이용되므로 별도의 반송슬러지 계통은 일반적으로 필요하지 않다. 선지의 '반송'은 표준 단계명인 '반응'과 다른 표현이지만, 이 선지가 묻는 핵심은 개별 단계의 이름이 아니라 '하나의 반응조에서 시간차를 두고 여러 과정을 반복한다'는 SBR의 운전 원리이고 이 부분이 정확하므로 ③은 옳은 설명으로 판단된다. 반응조 구성 자체를 잘못 서술한 ①이 훨씬 명백한 오류이므로 '가장' 옳지 않은 것은 ①이다.

④ O — 연속 유입형으로 운전할 때에는 침전·유출 중 유입수의 간섭과 단락류를 막기 위한 예비반응 구역이 필요할 수 있다. 처리수는 수면 아래에서 배출하므로 수면의 스컴이 반응조에 남아 축적될 가능성도 있다.

NoteBase

**오답 포인트**

①의 혐기-무산소-호기라는 조건 자체는 생물학적 질소·인 제거에 필요한 조건이므로 그럴듯하다. 그러나 SBR의 구별점은 이 조건을 여러 조에 공간적으로 고정하는 것이 아니라 한 반응조에서 시간적으로 전환한다는 데 있다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

‘여러 조를 순서대로 통과’하면 공간 분리형 공정으로 보고, ‘한 조에서 유입·반응·침전·유출을 반복’하면 SBR로 판단한다. SBR에서는 폭기와 교반의 시간 조절로 혐기·무산소·호기 조건을 만든다.

**암기 포인트**

SBR은 한 조에서 시간 분할, A2/O는 여러 조에서 공간 분할이다.

NoteBase

**문 10. 지하수의 대수층 분류에 따른 내용 중 가장 옳지 않은 것은?**

① 피압대수층은 제1불투수층과 제2불투수층 사이에 위치한다.

② 피압대수층은 지상의 영향으로 수온과 수질의 계절적 변화가 크다.

③ 비피압대수층은 지하수면과 제1불투수층 사이에 위치한다.

④ 비피압대수층은 호기성 상태이고, 강수량에 따라 수량이 변한다.

**정답 2번**

**출제 포인트**

피압대수층과 비피압대수층의 위치, 지표 영향의 크기, 수량·수질 변화 특성을 구분하는 문제이다.

**핵심 개념**

피압대수층은 위아래가 불투수층으로 막혀 지하수가 압력을 받는 대수층이다. 지표의 직접적인 영향을 적게 받아 수온과 수질의 계절적 변화가 비교적 작다.
비피압대수층은 상부가 지하수면인 대수층이다. 지표에서 침투한 강수의 영향을 직접 받으므로 지하수위와 수량이 쉽게 변하고, 일반적으로 지표 가까운 부분은 산소의 영향을 받아 호기성 상태를 보인다.

**선지별 해설**

① O. 피압대수층은 상부와 하부의 불투수층 사이에 위치하므로 제1불투수층과 제2불투수층 사이에 있다는 설명은 옳다.
② X. 틀린 표현은 '지상의 영향으로 수온과 수질의 계절적 변화가 크다'이다. 피압대수층은 상부 불투수층 때문에 지표의 영향을 적게 받으므로 수온과 수질의 계절적 변화가 비교적 작다고 고쳐야 한다.
③ O. 비피압대수층은 상부 경계가 지하수면이고 하부 경계가 제1불투수층이므로 두 경계 사이에 위치한다.
④ O. 비피압대수층은 지표와 연결되어 산소가 공급되기 쉬워 일반적으로 호기성 상태이며, 강수의 침투량에 따라 지하수위와 수량이 변한다.

**오답 포인트**

②는 지표 영향을 크게 받는 비피압대수층의 특성을 피압대수층의 특성으로 바꾸어 놓았다. '피압'이라는 말만 보고 변화가 크다고 판단하면 두 대수층의 지표 차단 여부를 놓치기 쉽다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

상부가 불투수층으로 덮이면 피압대수층이므로 지표 영향과 계절 변화가 작다고 판단한다. 상부가 지하수면으로 열려 있으면 비피압대수층이므로 강수에 따라 수위와 수량이 쉽게 변한다고 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

피압은 불투수층 사이·변화 작음, 비피압은 지하수면 아래·강수 영향 큼이다.

NoteBase

**문 11. 다음 <보기> 중 소음저감기술에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?**

<보기>
㉠ 다공질 재료의 흡음재로 표면을 도장하면 주로 저음역의 흡음률이 저하된다.
㉡ 흡음재는 기공이 많고 가벼운 소재가 주로 사용된다.
㉢ 차음재는 고밀도의 무거운 소재가 주로 사용된다.
㉣ 비닐시트, 석면슬레이트, 합판 등은 주로 공명 흡음 재료로 사용된다.
㉤ 방음벽은 음의 회절감쇠를 이용한 차음으로 고주파일수록 차음효과가 좋다.

① ㉠, ㉡, ㉣
② ㉠, ㉣, ㉤
③ ㉡, ㉢, ㉣
④ ㉡, ㉢, ㉤

**정답 4번**

**출제 포인트**

다공질형·판진동형·공명형 흡음의 특성과 방음벽의 회절감쇠 특성을 구별하는 문제이다.

**핵심 개념**

다공질형 흡음재: 서로 이어진 기공 안에서 공기 입자의 운동에너지를 마찰로 소모하여 소리를 흡수하며, 일반적으로 고주파 흡음에 유리하다.
판진동형 흡음재: 얇은 판이나 막이 입사음에 의해 진동하면서 소리에너지를 소모하는 재료로, 비닐시트·석면슬레이트·합판 등이 해당한다.
공명형 흡음재: 구멍이나 목 부분의 공기와 뒤쪽 공동이 공명하는 원리를 이용하며, 공명주파수 부근의 소리를 선택적으로 흡수한다.
방음벽: 음원과 수음점 사이의 직접 전달을 막아 벽의 끝을 돌아 들어오는 회절음만 도달하게 한다. 파장이 짧은 고주파일수록 회절이 작아 차음효과가 크다.
보기 판단: ㉠ X, ㉡ O, ㉢ O, ㉣ X, ㉤ O이므로 옳은 것은 ㉡, ㉢, ㉤이다.

NoteBase

### 선지별 해설

① X
㉡은 옳지만 ㉠과 ㉣이 틀렸다. ㉠의 '주로 저음역'은 잘못이며, 다공질 재료의 표면을 도장하여 기공이 막히면 주로 고음역의 흡음률이 저하된다. ㉣의 재료들은 공명형이 아니라 판진동형 흡음재이다. 올바른 조합은 ㉡, ㉢, ㉤이다.

② X
㉤은 옳지만 ㉠과 ㉣이 틀렸다. ㉠은 '저음역'을 '고음역'으로 고쳐야 하고, ㉣은 '공명 흡음 재료'를 '판진동형 흡음 재료'로 고쳐야 한다. 올바른 조합은 ㉡, ㉢, ㉤이다.

③ X
㉡과 ㉢은 옳지만 ㉣이 틀렸고, 옳은 ㉤이 빠졌다. 비닐시트·석면슬레이트·합판 등은 판이나 막의 진동을 이용하는 판진동형 흡음재이다. 또한 방음벽은 고주파일수록 회절이 작으므로 차음효과가 좋다. 올바른 조합은 ㉡, ㉢, ㉤이다.

④ O
㉡의 다공질·경량 재료는 흡음에 적합하고, ㉢의 고밀도·중량 재료는 소리의 투과를 억제하는 차음에 적합하다. ㉤도 고주파일수록 방음벽 뒤쪽으로 돌아 들어가는 회절이 작아 차음효과가 커지므로 옳다.

### 오답 포인트

㉠은 표면 도장이 기공을 막는다는 점까지 알고도 영향이 큰 주파수대를 반대로 고르기 쉽다. 다공질형은 원래 고주파 흡음에 유리하므로 도장에 따른 성능 저하도 주로 고음역에서 나타난다. ㉣은 판의 진동을 이용하는 재료를 공기기둥과 공동의 공명을 이용하는 공명형 재료와 혼동하도록 만든 표현이다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

기공과 마찰이면 다공질형, 얇은 판이나 막의 진동이면 판진동형, 구멍의 공기와 뒤쪽 공동의 공명이면 공명형으로 구분한다. 차음재는 무겁고 치밀할수록 유리하며, 방음벽은 파장이 짧아 회절이 작은 고주파일수록 효과가 크다고 판단한다.

### 암기 포인트

흡음은 가볍고 다공질, 차음은 무겁고 치밀하게 구분한다. 다공질 표면 도장은 고음역 흡음을 떨어뜨리고, 방음벽은 고주파에서 효과가 크다.

NoteBase

**문 12. 중량비가 탄소(C) 80%, 수소(H) 5%, 산소(O) 10%, 황(S) 2%인 석탄을 연소할 경우 필요한 이론산소량은?**

① 약 1.7 $Sm^3/kg$

② 약 2.6 $Sm^3/kg$

③ 약 2.9 $Sm^3/kg$

④ 약 3.8 $Sm^3/kg$

**정답 1번**

### 출제 포인트

석탄 1$kg$에 들어 있는 탄소·수소·황의 완전연소에 필요한 산소에서 연료 자체의 산소를 뺀 뒤, 표준상태 산소 부피로 환산하는 문제이다.

### 조건 정리

계산 기준: 석탄 1$kg$

탄소 0.80$kg$, 수소 0.05$kg$, 산소 0.10$kg$, 황 0.02$kg$

구해야 할 값: 석탄 1$kg$당 이론산소 부피

주의할 조건: 연료에 이미 포함된 산소는 외부에서 공급할 산소량에서 뺀다. 표준상태에서 기체 1$kmol$의 부피는 22.4$Sm^3$이다.

### 사용할 공식

$m_{O_2} = \frac{32}{12}C + 8H + S - O$

$V_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{32} \times 22.4$

탄소 1$kg$에는 32/12$kg$, 수소 1$kg$에는 8$kg$, 황 1$kg$에는 1$kg$의 산소가 필요하므로 첫 번째 식을 사용한다. 두 번째 식은 산소의 질량을 표준상태 부피로 바꾸는 식이다.

### 계산 과정

1. 성분별 산소 요구량을 합하고 연료 중 산소를 뺀다.

$m_{O_2} = \frac{32}{12} \times 0.80 + 8 \times 0.05 + 0.02 - 0.10 = 2.4533kg$

2. 산소의 분자량 32$kg/kmol$을 이용해 표준상태 부피로 환산한다.

$V_{O_2} = \frac{2.4533}{32} \times 22.4 = 1.717Sm^3/kg$

3. 선지의 정밀도에 맞춰 반올림하면 약 1.7$Sm^3/kg$이다.

NoteBase

### 선지 판단

① O — 계산값 $1.717 Sm^3/kg$을 반올림한 약 $1.7 Sm^3/kg$과 일치한다.
② X — 약 $2.6 Sm^3/kg$은 계산값과 일치하지 않는다. 틀린 값 $2.6 Sm^3/kg$은 약 $1.7 Sm^3/kg$으로 고쳐야 한다.
③ X — 약 $2.9 Sm^3/kg$은 계산값과 일치하지 않는다. 틀린 값 $2.9 Sm^3/kg$은 약 $1.7 Sm^3/kg$으로 고쳐야 한다.
④ X — 약 $3.8 Sm^3/kg$은 계산값과 일치하지 않는다. 틀린 값 $3.8 Sm^3/kg$은 약 $1.7 Sm^3/kg$으로 고쳐야 한다.

### 오답 포인트

연료 중 산소 $0.10 kg$을 더하거나, 수소의 산소 요구량 계수 8을 빠뜨리면 오답이 된다. 또한 산소 질량 $2.4533 kg/kg$을 그대로 부피 선지와 비교하지 않고 반드시 $32 kg/kmol$과 $22.4 Sm^3/kmol$로 환산해야 한다.

### 다시 나오면 이렇게 판단

연료 $1 kg$을 기준으로 $\frac{32}{12}C + 8H + S - O$를 계산해 산소 질량을 구한 다음, $\frac{22.4}{32}$를 곱해 표준상태 산소 부피로 환산한다.

### 암기 포인트

이론산소 질량은 '탄소 32/12, 수소 8, 황 1, 연료 속 산소는 빼기'로 정리된다.

NoteBase

**문 13. 폐수의 효과적인 응집을 위한 약품교반 실험(Jar test)의 순서가 가장 옳은 것은?**

① 정치침전 → 응집제 투입 → 급속교반 → 완속교반 → 상징수 분석

② 응집제 투입 → 정치침전 → 급속교반 → 완속교반 → 상징수 분석

③ 응집제 투입 → 급속교반 → 완속교반 → 정치침전 → 상징수 분석

④ 응집제 투입 → 정치침전 → 완속교반 → 급속교반 → 상징수 분석

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 Jar test에서 응집제를 넣은 뒤 입자를 불안정화하고 플록을 성장시켜 침전 상태를 평가하는 순서를 묻는 문제이다.

**올바른 순서**

1. 응집제 투입 — 시험할 폐수에 정해진 양의 응집제를 넣는 단계이다.
2. 급속교반 — 응집제를 짧은 시간에 고르게 분산시켜 콜로이드 입자의 전하를 중화하고 입자를 불안정화하는 단계이다.
3. 완속교반 — 불안정화된 미세 입자들이 서로 충돌하여 침전 가능한 큰 플록으로 성장하는 단계이다.
4. 정치침전 — 교반을 멈추고 형성된 플록을 중력으로 가라앉히는 단계이다.
5. 상징수 분석 — 침전 후 위쪽의 맑은 물을 분석하여 처리 효과와 적정 약품 조건을 평가하는 단계이다.

왜 이 순서: 응집제가 먼저 분산되어 입자가 불안정화되어야 완속교반으로 플록을 키울 수 있고, 플록이 형성된 뒤에야 정치침전과 상징수 분석이 의미가 있기 때문이다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X — '정치침전 → 응집제 투입'의 선후관계가 틀렸다. 약품을 넣고 플록을 만든 뒤 정치침전해야 하므로, 올바르게는 '응집제 투입 → 급속교반 → 완속교반 → 정치침전 → 상징수 분석'이다.

② X — 응집제를 넣자마자 정치침전하는 부분이 틀렸다. 응집제를 급속교반으로 분산하고 완속교반으로 플록을 성장시킨 뒤 정치침전해야 하므로, 올바르게는 '응집제 투입 → 급속교반 → 완속교반 → 정치침전 → 상징수 분석'이다.

③ O — 응집제를 투입한 뒤 급속교반으로 약품을 분산하고, 완속교반으로 플록을 성장시키며, 정치침전 후 상징수를 분석하는 올바른 순서이다.

④ X — 응집제 투입 직후 정치침전한 점과 '완속교반 → 급속교반'으로 교반 순서를 뒤집은 점이 모두 틀렸다. 올바르게는 '응집제 투입 → 급속교반 → 완속교반 → 정치침전 → 상징수 분석'이다.

**오답 포인트**

정치침전을 단순한 준비 단계로 보거나 급속교반과 완속교반의 순서를 바꾸기 쉽다. 정치침전은 플록이 형성된 뒤에 수행하며, 급속교반은 약품의 분산·입자 불안정화, 완속교반은 플록의 성장이라는 서로 다른 목적을 가진다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

절차형 문항에서는 '약품 투입 → 빠르게 분산 → 천천히 플록 성장 → 교반 정지·침전 → 상징수 평가'라는 단계별 목적의 의존관계로 판단한다.

**암기 포인트**

투입–급속–완속–침전–분석의 순서이다.

NoteBase

**문 14. 이산화탄소가 지구온난화에 미치는 영향을 기준으로 다른 온실가스가 지구온난화에 기여하는 정도를 지구온난화지수(GWP)라고 한다. GWP가 큰 물질부터 바르게 나열한 것은?**

① $CH_4 > N_2O > CO_2 > SF_6 > HFC$

② $HFC > SF_6 > CH_4 > N_2O > CO_2$

③ $SF_6 > HFC > N_2O > CO_2 > CH_4$

④ $SF_6 > HFC > N_2O > CH_4 > CO_2$

**정답 4번**

**출제 포인트**

이 문제는 이산화탄소를 기준으로 온실가스별 지구온난화지수(GWP)의 상대적 크기를 비교하는 문제이다.

**핵심 개념**

GWP는 일정 기간 동안 온실가스가 이산화탄소에 비해 지구온난화에 기여하는 정도를 나타낸 상대지수이며, 이산화탄소의 GWP를 1로 둔다. 이 문항이 전제한 대표적인 크기 순서는 $SF_6 > HFC > N_2O > CH_4 > CO_2$이다.

**선지별 해설**

① X
틀린 부분은 $CH_4$를 가장 크게, $SF_6$와 HFC를 가장 작게 배열한 것이다. 올바른 순서는 $SF_6 > HFC > N_2O > CH_4 > CO_2$이다.

② X
틀린 부분은 HFC를 $SF_6$보다 크게 두고, $CH_4$를 $N_2O$보다 크게 둔 것이다. 올바르게는 $SF_6 > HFC$이고 $N_2O > CH_4$이다.

③ X
틀린 부분은 뒤의 세 물질을 $N_2O > CO_2 > CH_4$로 배열한 것이다. 이산화탄소는 기준물질이므로 올바르게는 $N_2O > CH_4 > CO_2$이다.

④ O
$SF_6$가 가장 크고, 이어서 HFC, $N_2O$, $CH_4$, $CO_2$ 순이므로 문항의 GWP 크기 순서와 일치한다.

NoteBase

**오답 포인트**

이산화탄소의 배출량이 많다는 사실과 기체 1단위당 온난화 영향인 GWP의 크기를 혼동하기 쉽다. 또한 ②는 $SF_6$와 HFC의 순서뿐 아니라 $CH_4$와 $N_2O$의 순서도 뒤바꾸어 놓았다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

먼저 이산화탄소가 기준값 1로서 가장 아래에 있는지 확인하고, 그다음 $SF_6$가 가장 위인지 확인한다. 가운데는 HFC, $N_2O$, $CH_4$ 순으로 판단한다.

**암기 포인트**

GWP 대표 순서는 육불화황-수소불화탄소-아산화질소-메탄-이산화탄소 순이다.

NoteBase

**문 15. 「선박에서의 오염방지에 관한 규칙」상 선박에서 기름오염방지설비를 통해 해양으로 배출이 가능한 기름 농도의 기준은?**

① 10 ppm 이하

② 15 ppm 이하

③ 100 ppm 이하

④ 150 ppm 이하

**정답 2번**

**쟁점**

이 문제는 선박에서 기름을 해양으로 배출할 때 지켜야 하는 기름 성분의 농도 기준에 관한 문제이다. 핵심은 기름오염방지설비를 작동하여 배출하는 경우의 일반 기준값을 정확히 구별하는 것이다.

**용어 풀이**

ppm은 백만분율을 뜻하는 농도 단위이다. 15*ppm*은 전체 백만 부분 중 기름 성분이 15부분이라는 뜻이며, 0.0015%와 같다.

**핵심 구분**

「선박에서의 오염방지에 관한 규칙」 제9조에 따르면 선박에서 기름을 배출하는 일반적인 경우에는 선박의 항해 중에 기름오염방지설비를 작동하고, 배출액 중 기름 성분을 0.0015%, 즉 15*ppm* 이하로 유지하여야 한다. 따라서 농도 기준만을 묻는 이 문항의 답은 15*ppm* 이하이다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X
- 10*ppm* 이하는 법령이 정한 일반 배출 상한보다 더 엄격한 수치로, 이 문항의 기준값이 아니다.
- 틀린 표현: 10*ppm* 이하
- 올바른 표현: 15*ppm* 이하

② O
- 배출액 중 기름 성분의 일반 기준은 0.0015%, 즉 15*ppm* 이하이다.

③ X
- 100*ppm* 이하는 법령상 일반 배출 상한인 15*ppm*을 초과하므로 허용 기준이 아니다.
- 틀린 표현: 100*ppm* 이하
- 올바른 표현: 15*ppm* 이하

④ X
- 150*ppm* 이하는 법령상 일반 배출 상한인 15*ppm*을 초과하므로 허용 기준이 아니다.
- 틀린 표현: 150*ppm* 이하
- 올바른 표현: 15*ppm* 이하

**오답 포인트**

②의 15*ppm*과 ④의 150*ppm*은 숫자 0 하나만 차이 나므로 혼동하기 쉽다. 또한 0.0015%를 ppm으로 바꿀 때 1% = 10,000*ppm*이므로 0.0015% = 15*ppm*이 된다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

선박의 기름 배출 기준을 묻는 경우에는 항해 중 배출, 기름 성분 15*ppm* 이하, 기름오염방지설비 작동이라는 세 요건을 함께 떠올린다. 농도만 물으면 15*ppm*을 선택한다.

**암기 포인트**

선박 기름 배출의 일반 농도 기준은 15*ppm* 이하이다.

NoteBase

**문 16. 유류오염사고 발생 시 신속하고 효과적인 방제조치를 위한 대비·대응에 관한 제반사항을 규정한 국제협약으로 가장 옳은 것은?**

① OPRC
② COLREG
③ SOLAS
④ HNS

**정답 1번**

**쟁점**

이 문제는 유류오염사고에 대한 국제적 대비·대응·협력 체계를 규정한 협약을 구별하는 문제이다. 핵심은 사고 예방·선박 안전·손해배상과 사고 발생 후의 방제 대비·대응을 구분하는 것이다.

**용어 풀이**

방제조치란 유류 유출을 통제·회수하고 피해의 확산을 막기 위한 대응 조치를 말한다. OPRC는 Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation의 약칭이다.

**핵심 구분**

OPRC는 대규모 유류오염사고에 대비하고 신속하게 대응하기 위한 국가적 조치와 국제협력의 틀을 마련한 협약이다. 이에 따라 비상계획, 사고 보고, 방제 장비와 훈련, 오염 비상사태에서의 상호 지원 등이 핵심이 된다. 반면 COLREG는 선박 충돌 예방, SOLAS는 해상 인명과 선박 안전, HNS는 위험·유해물질의 해상운송 사고에 따른 책임과 보상을 주된 대상으로 한다.

**선지별 해설**

① O — OPRC는 유류오염사고에 대한 대비, 대응 및 국제협력을 규정하므로 문제의 설명과 일치한다.
② X — COLREG는 항법, 등화·형상물, 음향·광 신호 등 선박의 충돌을 예방하기 위한 규칙을 다룬다. 틀린 표현은 'COLREG'이며, 올바른 표현은 'OPRC'이다.
③ X — SOLAS는 선박의 구조·설비·운항 등에 관한 최저 안전기준을 정하여 해상 인명 안전을 확보하는 협약이다. 틀린 표현은 'SOLAS'이며, 올바른 표현은 'OPRC'이다.
④ X — HNS 협약은 위험·유해물질의 해상운송과 관련하여 발생한 손해의 책임과 보상 체계를 다룬다. 틀린 표현은 'HNS'이며, 올바른 표현은 'OPRC'이다.

NoteBase

**오답 포인트**

‘유류오염’이라는 말만 보고 오염 피해의 배상 협약을 고르거나, 해상사고라는 이유로 COLREG나 SOLAS를 고르는 것이 함정이다. 문제의 결정적 표현은 ‘신속하고 효과적인 방제조치를 위한 대비·대응’이며, 이는 OPRC의 명칭과 목적에 직접 대응한다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

협약 문제에서는 사고의 대상보다 규율 목적을 먼저 구분한다. ‘대비·대응·협력’이면 OPRC, ‘충돌 예방’이면 COLREG, ‘해상 인명·선박 안전’이면 SOLAS, ‘위험·유해물질 손해의 책임·보상’이면 HNS로 판단한다.

**암기 포인트**

OPRC는 Oil Pollution의 Preparedness·Response·Co-operation, 즉 유류오염의 대비·대응·협력이다.

NoteBase

**문 17. 용량 300 $m^3$의 폭기조에 폐수가 BOD 320 mg/L, 유량 1,500 $m^3$/d로 유입되고 있다. 이 폭기조의 BOD 용적부하는?**

① 1.20 kg/$m^3$·d

② 1.45 kg/$m^3$·d

③ 1.60 kg/$m^3$·d

④ 2.10 kg/$m^3$·d

**정답 3번**

**출제 포인트**

이 문제는 하루에 유입되는 BOD 질량을 폭기조 용량으로 나누어 BOD 용적부하를 구하는 문제이다.

**조건 정리**

주어진 값: 폭기조 용량 $V = 300m^3$, 유량 $Q = 1{,}500m^3/d$, 유입 BOD 농도 $S = 320mg/L$이다.
구해야 할 값: BOD 용적부하 $QS/V$이다.
주의할 조건: $1mg/L = 10^{-3}kg/m^3$이므로 $320mg/L = 0.320kg/m^3$으로 환산한다.

**사용할 공식**

$L_v = \frac{QS}{V}$
여기서 $QS$는 하루에 폭기조로 유입되는 BOD 질량이고, 이를 폭기조 용량 $V$로 나누면 단위 용적당 하루 BOD 부하가 된다.

**계산 과정**

1. BOD 농도를 환산한다.
$320mg/L = 0.320kg/m^3$
2. 하루 BOD 유입량을 구한다.
$QS = 1{,}500m^3/d \times 0.320kg/m^3 = 480kg/d$
3. 폭기조 용량으로 나눈다.
$L_v = \frac{480kg/d}{300m^3} = 1.60kg/(m^3 \cdot d)$

**선지 판단**

① X — 1.20 $kg/(m^3 \cdot d)$는 계산 결과 1.60 $kg/(m^3 \cdot d)$와 다르다. 틀린 값 1.20을 올바르게 고치면 1.60이다.
② X — 1.45 $kg/(m^3 \cdot d)$는 계산 결과 1.60 $kg/(m^3 \cdot d)$와 다르다. 틀린 값 1.45를 올바르게 고치면 1.60이다.
③ O — 유입 BOD 질량 480 $kg/d$를 폭기조 용량 300 $m^3$로 나누면 1.60 $kg/(m^3 \cdot d)$이므로 맞다.
④ X — 2.10 $kg/(m^3 \cdot d)$는 계산 결과 1.60 $kg/(m^3 \cdot d)$와 다르다. 틀린 값 2.10을 올바르게 고치면 1.60이다.

NoteBase

**오답 포인트**

BOD 농도 320 $mg/L$를 그대로 유량에 곱하거나, 하루 유입 BOD 질량만 구하고 폭기조 용량 300 $m^3$로 나누지 않으면 용적부하를 얻을 수 없다. 농도를 $kg/m^3$로 바꾼 뒤 반드시 폭기조 용량으로 나누는 것이 핵심이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

용적부하 문제는 농도를 $kg/m^3$로 환산한 뒤, 유량×농도로 하루 오염물질 질량을 구하고 이를 반응조 용량으로 나누는 순서로 판단한다.

**암기 포인트**

BOD 용적부하는 $Q \times S/V$이며, 단위는 $kg/(m^3 \cdot d)$이다.

NoteBase

**문 18. 「해양환경관리법」상 휘발성유기화합물규제항만에서 유증기배출제어장치를 설치하여야 하는 휘발성유기화합물의 종류로 가장 옳지 않은 것은?**

① 원유
② 경유
③ 나프타
④ 휘발유

**정답 2번**

**쟁점**

이 문제는 휘발성유기화합물규제항만에서 유증기배출제어장치를 설치하여야 하는 대상 물질의 범위에 관한 문제이다. 핵심은 법령이 열거한 휘발유·나프타·원유와 열거되지 않은 경유를 구별하는 것이다.

**용어 풀이**

유증기배출제어장치는 석유류를 싣고 내리는 과정에서 발생하는 휘발성 증기가 대기로 그대로 배출되지 않도록 수집·제어하는 장치이다.

**핵심 구분**

「선박에서의 오염방지에 관한 규칙」 제37조제1항 관련 별표 25는 설치 대상 휘발성유기화합물로 휘발유, 나프타, 원유를 열거한다. 경유는 이 목록에 포함되지 않는다.

**선지별 해설**

① O — 원유는 별표 25에 열거된 설치 대상 물질이다.
② X — 경유는 별표 25의 설치 대상 물질 목록에 포함되지 않는다. 틀린 표현: 경유도 유증기배출제어장치 설치 대상이다. 올바른 표현: 경유는 해당 설치 대상 목록에 포함되지 않는다.
③ O — 나프타는 별표 25에 열거된 설치 대상 물질이다. 법령 표기의 종전 명칭인 '납사'와 같은 물질이다.
④ O — 휘발유는 별표 25에 열거된 설치 대상 물질이다.

**오답 포인트**

경유도 석유제품이고 유출 시 비교적 쉽게 증발할 수 있다는 일반적 성질만으로 설치 대상이라고 판단하는 것이 함정이다. 이 문항은 일반적인 휘발성 여부가 아니라 별표에 열거된 물질인지 묻는다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

유증기배출제어장치 설치 대상 물질을 묻는 경우에는 '휘발유·나프타·원유'의 열거 목록과 대조한다. 이 세 물질에 없는 경유를 제외 대상으로 판단한다.

NoteBase

**암기 포인트**

유증기 제어 대상은 '휘·나·원', 즉 휘발유·나프타·원유이며 경유는 제외된다.

NoteBase

**문 19. 다음 <보기>의 토양오염 정화기술 중 생물학적처리 방법으로 옳은 것을 모두 고른 것은?**

<보기>
㉠ 퇴비화법
㉡ 용제추출법
㉢ 고형/안정화법
㉣ 토양경작법
㉤ 토양세척법
㉥ 유리화법

① ㉠, ㉢, ㉣, ㉤
② ㉠, ㉣
③ ㉡, ㉢, ㉤
④ ㉠, ㉡, ㉤, ㉥

**정답 2번**

**출제 포인트**

토양오염 정화기술을 오염물질 제거 원리에 따라 생물학적 처리와 물리·화학적 처리로 구분하는 문제이다.

**핵심 개념**

생물학적 처리는 미생물의 대사 작용을 이용하여 토양 속 유기성 오염물질을 분해하는 기술이다. 퇴비화법은 토양에 유기물과 영양물질을 섞어 미생물 분해를 촉진하고, 토양경작법은 오염토양을 얇게 펼쳐 주기적으로 갈아주면서 산소를 공급하여 미생물 분해를 촉진한다. 따라서 생물학적 처리에 해당하는 것은 ㉠ 퇴비화법과 ㉣ 토양경작법이다.

NoteBase

**선지별 해설**

① X
㉠ 퇴비화법과 ㉣ 토양경작법은 생물학적 처리이지만, ㉢ 고형/안정화법은 오염물질을 고형 매질에 고정하거나 용출성을 낮추는 물리·화학적 처리이고 ㉤ 토양세척법은 세척액으로 오염물질을 분리하는 물리·화학적 처리이다. 틀린 부분은 ㉢과 ㉤을 포함한 것이며, 올바르게는 ㉠과 ㉣만 골라야 한다.

② O
㉠ 퇴비화법과 ㉣ 토양경작법은 모두 미생물의 분해 작용을 이용하므로 생물학적 처리에 해당한다.

③ X
㉡ 용제추출법은 용제로 오염물질을 추출·분리하는 물리·화학적 처리이고, ㉢ 고형/안정화법은 오염물질의 이동성을 낮추는 물리·화학적 처리이며, ㉤ 토양세척법도 세척에 의한 분리 기술이다. 틀린 부분은 ㉡·㉢·㉤을 생물학적 처리로 고른 것이며, 올바르게는 ㉠과 ㉣이다.

④ X
㉠ 퇴비화법은 생물학적 처리이지만, ㉡ 용제추출법과 ㉤ 토양세척법은 물리·화학적 분리 기술이고 ㉥ 유리화법은 고온으로 토양을 유리질 고형체로 만드는 열적 처리이다. 또한 생물학적 처리인 ㉣ 토양경작법이 빠져 있다. 올바르게는 ㉠과 ㉣만 골라야 한다.

**오답 포인트**

고형/안정화법과 토양세척법도 토양을 정화하는 기술이지만 미생물로 오염물질을 분해하는 방법은 아니다. 특히 ①은 생물학적 처리인 ㉠·㉣에 다른 처리법인 ㉢·㉤을 섞어 놓은 선택지이다.

**다시 나오면 이렇게 판단**

기술명보다 작동 원리를 확인한다. 미생물의 대사로 오염물질을 분해하면 생물학적 처리이고, 용제·세척액으로 분리하거나 오염물질을 고정하거나 고온으로 유리화하면 생물학적 처리가 아니다.

**암기 포인트**

생물학적 토양 정화는 퇴비화와 토양경작, 즉 ㉠·㉣이다.

NoteBase

**문 20. 다음 중 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」상의 해양폐기물관리업으로 가장 옳지 않은 것은?**

① 해양오염퇴적물정화업

② 해양오염유창청소업

③ 해양폐기물수거업

④ 폐기물해양배출업

**정답 2번**

### 쟁점

이 문제는 「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」이 해양폐기물관리업으로 열거한 업종을 구별하는 문제이다. 핵심은 해양폐기물관리업과 「해양환경관리법」상 해양환경관리업을 혼동하지 않는 것이다.

### 용어 풀이

해양폐기물관리업은 폐기물의 해양배출, 해양폐기물의 수거 또는 해양오염퇴적물의 정화를 업으로 하는 사업을 말한다.

### 핵심 구분

「해양폐기물 및 해양오염퇴적물 관리법」 제19조 제1항은 해양폐기물관리업을 폐기물해양배출업, 해양폐기물수거업, 해양오염퇴적물정화업의 세 가지로 열거한다. 반면 유창청소업은 「해양환경관리법」상 해양환경관리업에 해당한다.

### 선지별 해설

① O — 해양오염퇴적물정화업은 선박·설비·장비 등을 갖추고 해양오염퇴적물을 정화하는 사업으로, 해양폐기물관리업에 해당한다.

② X — '해양오염유창청소업'은 해당 법이 열거한 해양폐기물관리업이 아니다. 틀린 표현: 해양오염유창청소업. 올바른 표현: 유창청소업은 선박의 유창을 청소하거나 관련 오염물질을 수거하는 「해양환경관리법」상 해양환경관리업이다.

③ O — 해양폐기물수거업은 부유폐기물·침적폐기물의 수거에 필요한 선박·설비·장비 등을 갖추고 해양폐기물을 수거하는 사업으로, 해양폐기물관리업에 해당한다.

④ O — 폐기물해양배출업은 폐기물의 해양배출에 필요한 선박·설비·장비 등을 갖추고 폐기물을 해양에 배출하는 사업으로, 해양폐기물관리업에 해당한다.

### 오답 포인트

②의 '해양오염유창청소업'처럼 명칭에 '해양오염'이 들어간다는 이유만으로 해양폐기물관리업이라고 판단하기 쉽다. 법률상 업종은 업무의 유사성이 아니라 해당 법에 열거된 정확한 명칭과 소관 체계로 구분한다.

NoteBase

**다시 나오면 이렇게 판단**

해양폐기물관리업은 배출·수거·정화의 세 기능에 대응하는 폐기물해양배출업, 해양폐기물수거업, 해양오염퇴적물정화업인지 확인한다. 방제업이나 유창청소업이 나오면 별도의 해양환경관리업으로 구분한다.

**암기 포인트**

해양폐기물관리업은 '배출·수거·퇴적물 정화', 유창청소는 해양환경관리업이다.

NoteBase