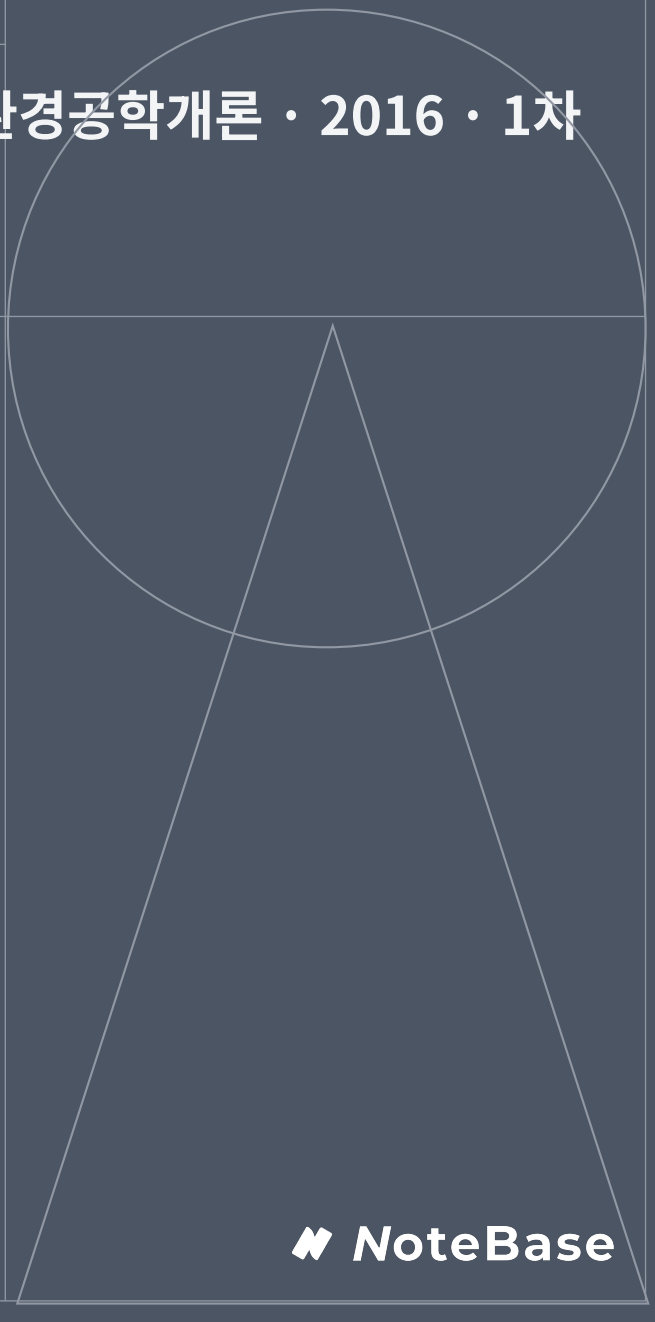
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2016 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2016 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2016 · 1차

문 1. 호수나 해수 등 자연수의 부영양화 상태를 평가하는 부영양화 평가지수와 관련이 가장 적은 것은?

① TNI

② AGP

③ 칼슨지수

④ TSI

정답 1번

출제 포인트

부영양화 상태를 평가하는 수질 지표와 소음 평가 지표를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

부영양화는 질소·인 등 영양염류가 과도하게 공급되어 조류가 번성하고 수질이 악화되는 현상이다.
AGP는 조류의 잠재적 증식량을, TSI와 칼슨지수는 영양상태를 평가한다. 반면 TNI는 교통소음의 변동성과 불쾌감을 나타내는 교통소음지수이다.

선지별 해설

① O — TNI는 Traffic Noise Index, 즉 교통소음지수이다. 교통소음의 크기와 변동 폭을 이용해 소음 환경을 평가하므로 자연수의 부영양화 평가와 가장 관련이 적다.
② X — AGP는 Algal Growth Potential, 즉 조류증식잠재력이다. 물속 영양물질이 조류의 증식을 어느 정도까지 유발할 수 있는지 평가하므로 부영양화와 관련된다. 이 선지를 부영양화와 관련이 적다고 보는 것이 틀리며, 올바르게는 부영양화 가능성을 생물학적으로 평가하는 항목이다.
③ X — 칼슨지수는 투명도, 엽록소 a, 총인 등의 값을 이용해 호수의 영양상태를 수치화하는 대표적인 부영양화 평가지수이다. 이 선지를 부영양화와 관련이 적다고 보는 것이 틀리며, 올바르게는 대표적인 부영양화 상태 평가 방법이다.
④ X — TSI는 Trophic State Index, 즉 영양상태지수이다. 수체를 빈영양·중영양·부영양 등의 상태로 구분하는 데 쓰이므로 부영양화 평가와 직접 관련된다. 이 선지를 부영양화와 관련이 적다고 보는 것이 틀리며, 올바르게는 수체의 영양단계를 나타내는 지수이다.

NoteBase

오답 포인트

TNI와 TSI가 모두 영문 약어로 제시되어 비슷해 보이는 점이 함정이다. TNI의 N을 nutrient로 추측하면 오답이 되며, 이 문항의 TNI는 교통소음지수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

부영양화 지표인지 판단할 때 조류 증식, 엽록소 a, 총인, 투명도, 영양상태와 연결되는지를 확인한다. 교통소음의 크기나 변동 폭을 평가하는 지표는 제외한다.

암기 포인트

AGP·칼슨지수·TSI는 부영양화, TNI는 교통소음이다.

NoteBase

문 2. 매립지로부터 침출수의 유출을 방지하기 위한 방법으로 가장 적절한 것은? (단, 매립지내의 물의 이동을 나타내는 DARCY의 법칙 기준)

① 투수계수는 증가시키고 수두차를 감소시킨다.

② 투수계수는 감소시키고 수두차를 증가시킨다.

③ 투수계수와 수두차를 모두 감소시킨다.

④ 투수계수와 수두차를 모두 증가시킨다.

정답 3번

출제 포인트

Darcy의 법칙에서 침출수 유출량에 영향을 주는 투수계수와 수두차의 증감 관계를 판단하는 문제이다.

조건 정리

구해야 할 것은 매립지 밖으로 이동하는 침출수의 유출량을 줄이는 조건이다. 매립층의 단면적과 침투 거리가 같다고 보면 투수계수와 수두차가 작을수록 유출량이 감소한다.

사용할 공식

Darcy의 법칙은 다음과 같다.

$Q = kAi = kA\frac{\Delta h}{L}$

여기서 Q는 유출량, k는 투수계수, A는 흐름 단면적, i는 동수경사, Δh는 수두차, L은 침투 거리이다. 이 식은 다공성 매질을 통과하는 물의 흐름을 나타내므로 매립지 침출수의 이동을 판단하는 데 사용한다.

판단 과정

단면적 A와 침투 거리 L이 일정하면 유출량 Q는 투수계수 k와 수두차 Δh에 각각 비례한다. 따라서 침출수 유출을 가장 효과적으로 줄이려면 k와 Δh를 모두 감소시켜야 한다.

선지 판단

① X — 수두차를 감소시키는 것은 유출량을 줄이지만, 투수계수를 증가시키면 유출량이 커진다. '투수계수는 증가시키고'가 틀렸으며, 올바르게는 투수계수도 감소시켜야 한다.

② X — 투수계수를 감소시키는 것은 적절하지만, 수두차를 증가시키면 동수경사와 유출량이 커진다. '수두차를 증가시킨다'가 틀렸으며, 올바르게는 수두차도 감소시켜야 한다.

③ O — 투수계수와 수두차를 모두 감소시키면 Darcy의 법칙에서 유출량을 결정하는 두 비례 요인이 함께 작아지므로 침출수 유출 방지에 가장 적절하다.

④ X — 투수계수와 수두차를 모두 증가시키면 유출량이 증가한다. '모두 증가시킨다'가 틀렸으며, 올바르게는 둘을 모두 감소시켜야 한다.

NoteBase

오답 포인트

①과 ②는 한 요인은 감소시키면서 다른 요인은 증가시키는 혼합 선지이다. Darcy 식에서 투수계수와 수두차는 모두 유출량에 비례하므로 어느 한쪽의 감소만 보고 고르면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

Darcy 식에서 목표가 유출량 감소인지 증가인지 먼저 확인한 뒤, 분자에 곱해지는 투수계수와 수두차의 방향을 각각 판단한다. 유출량을 줄이는 문제에서는 두 값을 모두 작게 만드는 선지가 가장 적절하다.

암기 포인트

Darcy 유출량은 '투수계수 × 수두차'에 비례한다. 침출수 차단은 낮은 투수계수와 작은 수두차이다.

NoteBase

문 3. 다음은 소음 진동 방지 장치 또는 재료에 대한 설명이다. 옳은 것을 모두 고르면?

가. 소음기는 음의 성질(흡수, 반사 등)을 이용한 음 저감장치이다.
나. 차음재는 공기중을 전파하여 입사한 음파가 투과되지 않게 하는 재료로 사용된다.
다. 흡음재는 음파의 파동에너지를 감소시켜 운동에너지로 전환시킴으로써 잔향음의 에너지 저감에 사용되는 재료이다.
라. 제진재는 진동에너지를 열에너지로 변환시켜 진동을 방지하는 재료이다.

① 가, 나, 다, 라
② 가, 다, 라
③ 나, 다, 라
④ 나, 다

정답 1번

출제 포인트

소음기·차음재·흡음재·제진재가 각각 소리의 전파, 반사음, 진동을 어떤 원리로 줄이는지 구별하는 문제이다.

핵심 개념

소음기는 흡수·반사 등 음의 성질을 이용하여 음의 전달을 줄이는 장치이다.
차음재는 입사한 음파가 반대편으로 투과되는 것을 억제하는 재료이다.
흡음재는 입사한 음에너지를 재료 내부의 공기와 골격의 운동으로 받아들여 소산시키므로 반사음과 잔향음을 줄이는 재료이다. 이 과정에서 에너지는 최종적으로 주로 열에너지로 소산된다.
제진재는 구조물의 진동에너지를 내부 마찰에 의한 열에너지로 바꾸어 진동을 감쇠시키는 재료이다.

선지별 해설

① O — 가는 소음기, 나는 차음재, 다는 흡음재, 라는 제진재의 기능과 원리를 각각 옳게 설명하므로 네 문장을 모두 포함한 ①이 정답이다. 다의 '운동에너지로 전환'은 흡음재 내부의 공기와 재료가 운동하면서 음에너지가 흡수·소산되는 과정을 나타낸다.
② X — 옳은 문장인 나를 빠뜨렸다. 나의 차음재는 공기 중을 전파한 입사음의 투과를 억제하므로, 올바른 묶음은 '가, 나, 다, 라'이다.
③ X — 옳은 문장인 가를 빠뜨렸다. 가의 소음기는 흡수·반사 등 음의 성질을 이용하여 소음을 줄이므로, 올바른 묶음은 '가, 나, 다, 라'이다.
④ X — 옳은 문장인 가와 라를 빠뜨렸다. 소음기는 음의 성질을 이용해 소음을 줄이고 제진재는 진동에너지를 열에너지로 소산시키므로, 올바른 묶음은 '가, 나, 다, 라'이다.

NoteBase

오답 포인트

흡음과 차음은 모두 소음을 줄이지만 작용 대상이 다르다. 차음은 소리의 '투과'를 막고, 흡음은 소리를 재료 내부에서 흡수·소산하여 '반사음과 잔향음'을 줄인다. 또한 제진은 공기 중 소리가 아니라 구조물의 진동에너지를 줄인다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

투과 억제는 차음, 반사음·잔향음 감소는 흡음, 구조물 진동의 열에너지 소산은 제진, 흡수·반사 등을 이용한 장치는 소음기로 구분한다. 그런 다음 각 문장의 진위를 먼저 판정하고 그 결과와 일치하는 묶음 선지를 고른다.

암기 포인트

차음은 통과를 막고, 흡음은 잔향을 줄이며, 제진은 진동을 열로 소산한다.

NoteBase

문 4. 환경과 관련된 다음 법률 중 환경부 소관과 거리가 가장 먼 것은?

① 먹는물관리법

② 해양환경관리법

③ 남극활동 및 환경보호에 관한 법률

④ 환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률

정답 2번

쟁점

이 문제는 환경 관련 법률의 소관 중앙행정기관을 구별하는 문제이다. 핵심은 법률의 명칭에 '환경'이 들어가는지만 보지 않고 실제 담당 부처를 확인하는 것이다.

용어 풀이

소관 부처 = 해당 법률을 주로 관리하고 집행하며 개정 업무를 담당하는 중앙행정기관이다.

핵심 구분

국가법령정보센터의 소관 부처 표기상 「먹는물관리법」과 「환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률」은 현행 기후에너지환경부 소관이고, 「남극활동 및 환경보호에 관한 법률」에도 기후에너지환경부가 공동 소관 부처로 포함된다. 반면 「해양환경관리법」은 해양수산부 소관이므로 환경부 소관과 가장 거리가 멀다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 「먹는물관리법」은 먹는물의 수질과 위생을 관리하는 법률로, 현행 기후에너지환경부 소관이다. 따라서 환경부 소관과 거리가 가장 먼 법률이 아니다.
- 틀린 표현: 먹는물관리법
- 올바른 표현: 환경부 소관과 거리가 가장 먼 법률은 「해양환경관리법」이다.

② O
- 「해양환경관리법」은 선박·해양시설 등에서 발생하는 해양오염을 관리하는 법률이며 해양수산부 소관이다. 네 법률 가운데 환경부 소관과 가장 거리가 멀다.

③ X
- 「남극활동 및 환경보호에 관한 법률」은 외교부·해양수산부와 함께 현행 기후에너지환경부도 공동 소관한다. 따라서 환경부와 무관한 법률로 볼 수 없다.
- 틀린 표현: 남극활동 및 환경보호에 관한 법률
- 올바른 표현: 환경부 소관과 거리가 가장 먼 법률은 「해양환경관리법」이다.

④ X
- 「환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률」은 환경오염·환경훼손 행위의 단속과 가중처벌을 규정하며 현행 기후에너지환경부 소관이다. 따라서 환경부 소관과 거리가 가장 먼 법률이 아니다.
- 틀린 표현: 환경범죄 등의 단속 및 가중처벌에 관한 법률
- 올바른 표현: 환경부 소관과 거리가 가장 먼 법률은 「해양환경관리법」이다.

오답 포인트

②의 법률명에 '환경'이 포함되어 있다는 이유만으로 환경부 소관이라고 판단하기 쉽다. 그러나 해양오염 관련 법률이라도 선박과 해양시설을 중심으로 관리하는 「해양환경관리법」의 소관 부처는 해양수산부이다.

다시 나오면 이렇게 판단

법률명 속 단어보다 실제 행정 대상을 먼저 본다. 먹는물·환경범죄는 환경 담당 부처, 선박·해양시설 중심의 해양환경 관리는 해양수산부로 연결하며, 공동 소관 법률은 어느 한 부처와 완전히 무관하다고 판단하지 않는다.

암기 포인트

먹는물·환경범죄는 환경 담당 부처, 해양환경관리는 해양수산부, 남극활동법은 공동 소관이다.

NoteBase

문 5. 폐기물 퇴비화에 대한 설명 중 가장 적합하지 않은 것은?

① 혐기성 방법보다 호기성 퇴비화에 소요되는 시간이 짧다.

② 퇴비화가 완성되면 병원균은 거의 사멸된다.

③ C/N비가 클수록 퇴비화가 잘 이루어진다.

④ 함수율이 높은 경우 침출수가 발생 될 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

폐기물 퇴비화에서 산소 공급 방식, 병원균 사멸, C/N비, 함수율이 분해 과정에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

퇴비화는 미생물이 유기물을 분해하여 안정한 부식질 형태의 물질로 전환하는 과정이다. 호기성 퇴비화는 산소를 공급해 분해 속도를 높이고, 적정 C/N비와 함수율을 유지해야 미생물의 활성이 원활하다. C/N비가 지나치게 크면 질소가 부족해져 분해가 느려지고, 함수율이 지나치게 높으면 공극이 물로 채워져 산소 전달이 방해되며 침출수가 생길 수 있다.

선지별 해설

① O — 호기성 퇴비화는 산소를 이용하는 미생물의 유기물 분해가 활발하므로 일반적으로 혐기성 방법보다 처리 시간이 짧다.
② O — 퇴비화가 정상적으로 진행되면 고온 단계가 형성되어 대부분의 병원성 미생물이 사멸한다. 따라서 완성된 퇴비에서는 병원균이 거의 사멸한다는 설명이 적절하다.
③ X — 틀린 부분은 ‘C/N비가 클수록’이다. C/N비는 무조건 클수록 좋은 것이 아니라 적정 범위여야 하며, 지나치게 크면 미생물이 이용할 질소가 부족해 분해와 퇴비화가 느려진다. 올바르게는 ‘적정 C/N비에서 퇴비화가 잘 이루어진다’이다.
④ O — 함수율이 지나치게 높으면 수분이 아래로 이동하면서 용해성 물질을 동반하여 침출수가 발생할 수 있다. 또한 공극이 물로 차 산소 공급도 불리해진다.

오답 포인트

③의 ‘클수록’이라는 단조 증가 표현이 함정이다. 탄소는 에너지원이고 질소는 미생물의 성장에 필요한 성분이므로, 어느 한쪽의 비율이 무조건 높다고 유리한 것이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

퇴비화 조건에 ‘클수록·많을수록 좋다’라는 표현이 나오면 먼저 적정 범위가 필요한 요소인지 판단한다. C/N비와 함수율은 모두 부족하거나 과도하면 퇴비화 효율이 낮아지는 관리 변수이다.

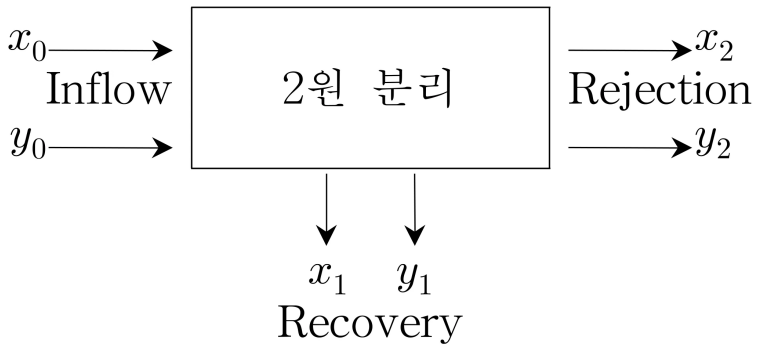
NoteBase

암기 포인트

호기성은 빠른 분해, 완성 퇴비는 병원균 감소, C/N비와 함수율은 적정 범위가 핵심이다.

NoteBase

문 6. 수명이 다된 폐형광등에서 알루미늄을 회수하려고 한다. 선별기는 아래와 같이 투입구가 하나이고 배출구는 둘이며, 각각의 흐름에는 선별대상물질인 알루미늄과 기타물질이 모두 포함되어 있다. 선별 효율과 관련된 다음 설명 중 적합하지 않은 것은?



x : 선별대상물질

y : 기타물질

0 : Inflow(투입)

1 : Recovery(회수)

2 : Rejection(거부 또는 기각)

① x 회수율(%) = $\frac{x_1}{x_0} \times 100$

② y 거부율(%) = $\frac{y_2}{y_0} \times 100$

③ y_1이 크면 선별의 의미가 없다.

④ Worell 이론에 따른 선별효율을 나타내는 식은 (x회수율) - (y회수율)이다.

정답 4번

출제 포인트

2원 선별에서 회수율·거부율의 정의와 Worell 선별효율식을 구분하는 문제이다.

조건 정리

x는 선별대상물질, y는 기타물질이다. 아래첨자 0은 투입, 1은 회수, 2는 거부 흐름을 뜻한다. 물질수지는 $x_0 = x_1 + x_2$, $y_0 = y_1 + y_2$이다.

사용할 공식

x 회수율은 $\frac{x_1}{x_0} \times 100$, y 거부율은 $\frac{y_2}{y_0} \times 100$이다. Worell 선별효율은 비율을 기준으로 $E_W = \frac{x_1 y_2}{x_0 y_0} \times 100$이다. 즉 선별대상물질을 회수한 정도와 기타물질을 거부한 정도를 곱해 두 성능을 함께 평가한다.

NoteBase

선지 판단

① O — 투입된 선별대상물질 x_0 중 회수 흐름으로 간 양이 x_1이므로 x 회수율은 $\frac{x_1}{x_0} \times 100$이다.
② O — 투입된 기타물질 y_0 중 거부 흐름으로 빠진 양이 y_2이므로 y 거부율은 $\frac{y_2}{y_0} \times 100$이다.
③ O — y_1은 회수물에 섞여 들어온 기타물질이다. 이 값이 크면 회수물의 오염이 커지고 y 거부율이 낮아져 선별의 의미가 약해진다.
④ X — ‘Worell 선별효율은 x 회수율에서 y 회수율을 뺀 값이다’라는 부분이 틀렸다. 올바르게는 Worell 선별효율이 x 회수율과 y 거부율의 곱이며, $\frac{x_1}{x_0} - \frac{y_1}{y_0}$처럼 두 회수 비율의 차로 나타내는 식은 Rietema 선별효율이다.

오답 포인트

④는 ‘회수율의 차’와 ‘회수율·거부율의 곱’을 바꾸어 제시한 선지이다. 또한 y_1은 기타물질의 바람직한 회수가 아니라 회수물에 섞인 오염 성분이므로, y_1과 y_2의 역할을 뒤바꾸면 ②와 ③도 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 아래첨자 0·1·2를 투입·회수·거부로 대응시킨다. 그다음 목표물질은 x_1/x_0, 기타물질은 y_2/y_0가 클수록 좋은 선별이라는 기준으로 각 식을 판단한다.

암기 포인트

Worell은 ‘목표물질 회수율 × 기타물질 거부율’, Rietema는 ‘목표물질 회수율 − 기타물질 회수율’이다.

NoteBase

문 7. 유입수의 BOD 농도가 200mg/L, 유량은 5,000m^3/day이고 포기조내의 MLSS 농도가 2,000mg/L, 포기조의 용적이 2,000m^{3}이면 F/M비는?

① 0.1

② 0.15

③ 0.2

④ 0.25

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 유입 BOD 부하량과 포기조 내 미생물량의 비로 F/M비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 유입 BOD 농도 $S_0 = 200mg/L = 0.2kg/m^3$, 유량 $Q = 5{,}000m^3/day$, MLSS 농도 $X = 2{,}000mg/L = 2kg/m^3$, 포기조 용적 $V = 2{,}000m^3$이다.
구해야 할 값: F/M비이다.
주의할 조건: 분자는 하루에 유입되는 BOD 질량이고, 분모는 포기조에 존재하는 MLSS의 총질량이다.

사용할 공식

$\frac{F}{M} = \frac{QS_0}{VX}$
이 공식은 유입 유기물 부하량 QS_0을 포기조 내 미생물량 VX으로 나눈 값이 F/M비이기 때문에 사용한다.

계산 과정

1. 유입 BOD 부하량을 구하면 $5{,}000m^3/day \times 0.2kg/m^3 = 1{,}000kg/day$이다.
2. 포기조 내 MLSS 총량을 구하면 $2{,}000m^3 \times 2kg/m^3 = 4{,}000kg$이다.
3. 따라서 $\frac{F}{M} = \frac{1{,}000kg/day}{4{,}000kg} = 0.25day^{-1}$이다.

선지 판단

① X — 0.1은 농도비 $S_0/X = 200/2{,}000$만 계산하여 유량과 포기조 용적을 반영하지 않은 값이다. 올바른 F/M비는 0.25이다.
② X — 유입 BOD 부하량 $1{,}000kg/day$을 MLSS 총량 $4{,}000kg$으로 나누면 0.25이므로 0.15는 틀린 값이다. 올바른 값은 0.25이다.
③ X — 0.2는 유입 BOD 농도 $200mg/L$를 kg/m^3로 환산한 값일 뿐 F/M비가 아니다. 올바른 F/M비는 0.25이다.
④ O — 계산 결과가 $0.25day^{-1}$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

BOD 농도와 MLSS 농도만 나누면 ①의 0.1이 나오지만, F/M비는 농도비가 아니라 유입 BOD의 질량부하와 포기조 내 MLSS 총질량의 비이다. 또한 ③의 0.2는 단위 환산값을 최종 답으로 오인하게 하는 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 QS_0로 하루 유입 유기물량을 구하고, VX로 포기조 내 미생물량을 구한 뒤 두 값을 나눈다. 농도 단위는 모두 같은 질량·부피 단위로 맞춘다.

암기 포인트

F/M비는 유입 유기물 부하량/포기조 내 미생물량=Q S_0/(V X)이다.

NoteBase

문 8. 국내에서만 항해하는 선박 A호의 2등 기관사인 B씨는 선박에서 발생한 폐유가 많아지자 서해상에서 적법한 처리없이 고의로 폐유 10kℓ를 해양에 버렸다가 사법당국에 적발되었다. 현행 해양환경관리법상 B씨의 불법 배출행위에 대한 처벌기준으로 옳은 것은?

① 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금

② 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금

③ 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금

④ 10년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금

정답 3번

쟁점

이 문제는 선박에서 발생한 폐유를 해양에 고의로 불법 배출한 행위의 법정형에 관한 문제이다. 핵심은 기름의 고의 배출과 과실 배출에 적용되는 처벌기준을 구별하는 것이다.

용어 풀이

법정형은 법률이 특정 범죄에 대하여 정해 놓은 형벌의 종류와 범위이다. 징역형과 벌금형 사이의 '또는'은 둘 중 하나를 선택하여 처벌하는 선택형을 뜻한다.

핵심 구분

「해양환경관리법」 제22조는 선박이나 해양시설에서 기름 등 오염물질을 배출하는 행위를 원칙적으로 금지한다. 같은 법 제126조 제1호에 따르면 이를 위반하여 선박에서 기름을 배출한 자는 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처한다. 반면 과실로 기름을 배출한 경우에는 제127조의 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금이 적용된다. 이 사례는 적법한 처리 없이 폐유를 '고의로' 버렸으므로 제126조의 고의 배출 법정형이 적용된다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2016 · 1차

선지별 해설

① X
1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금은 이 사례의 법정형보다 낮다.
틀린 표현: 1년 이하의 징역 또는 1천만원 이하의 벌금
올바른 표현: 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금

② X
3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금은 과실로 선박에서 기름을 배출한 경우에 적용되는 법정형이다.
B씨는 폐유를 고의로 버렸으므로 적용할 수 없다.
틀린 표현: 3년 이하의 징역 또는 3천만원 이하의 벌금
올바른 표현: 고의로 기름을 배출한 이 사례에서는 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금

③ O
B씨는 선박에서 발생한 폐유를 적법한 처리 없이 해양에 고의로 배출하였다. 이는 「해양환경관리법」 제126조 제1호의 기름 불법 배출에 해당하므로 5년 이하의 징역 또는 5천만원 이하의 벌금에 처한다.

④ X
벌금 상한 5천만원은 맞지만 징역 상한을 10년으로 제시한 부분이 틀리다. 이 위반행위의 징역 상한은 5년이다.
틀린 표현: 10년 이하의 징역
올바른 표현: 5년 이하의 징역

오답 포인트

②의 3년·3천만원은 과실 배출의 법정형이어서 그럴듯한 함정이다. 사례의 '고의로'라는 표현을 놓치면 과실 배출 규정과 혼동하기 쉽다. 또한 배출량이나 국내 항해선이라는 사정이 이 문항에서 제시된 법정형의 상한을 바꾸는 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 배출물이 기름에 해당하는지 확인하고, 다음으로 행위자의 고의·과실을 구별한다. 선박에서 기름을 고의로 불법 배출한 경우에는 5년·5천만원, 과실로 배출한 경우에는 3년·3천만원의 조합을 적용한다.

암기 포인트

선박 기름 불법 배출은 고의 5년·5천만원, 과실 3년·3천만원이다.

NoteBase

문 9. 해수의 주성분을 이루고 있는 대표적인 7가지 원소를 HOLY SEVEN이라고 한다. HOLY SEVEN에 해당하지 않는 원소는?

① 칼슘(Ca^{2+})

② 칼륨(K^{+})

③ 마그네슘(Mg^{2+})

④ 망간(Mn^{2+})

정답 4번

출제 포인트

해수의 주요 용존 성분을 이루는 대표 원소와 미량 원소를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

HOLY SEVEN은 해수의 염류 조성을 대표하는 주요 원소군을 가리킨다. 칼슘, 칼륨, 마그네슘은 이 원소군에 포함되지만 망간은 포함되지 않는다.

선지별 해설

① O — 칼슘은 해수의 주요 성분 원소이며 해수에서 주로 Ca^{2+} 형태로 존재하므로 HOLY SEVEN에 해당한다.
② O — 칼륨은 해수의 주요 성분 원소이며 주로 K^{+} 형태로 존재하므로 HOLY SEVEN에 해당한다.
③ O — 마그네슘은 해수의 주요 성분 원소이며 주로 Mg^{2+} 형태로 존재하므로 HOLY SEVEN에 해당한다.
④ X — 망간은 해수에 존재할 수 있지만 HOLY SEVEN으로 분류되는 주요 성분 원소가 아니다. 틀린 표현은 '망간이 HOLY SEVEN에 해당한다'는 것이며, 올바르게는 '망간은 HOLY SEVEN에 포함되지 않는다'이다.

오답 포인트

망간도 해수에서 검출되는 원소라는 사실과 해수의 주성분 원소라는 분류를 혼동하기 쉽다. 이 문항은 단순한 존재 여부가 아니라 HOLY SEVEN 포함 여부를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

해수에 존재하는 모든 원소가 HOLY SEVEN인 것은 아니다. 선택지 가운데 칼슘·칼륨·마그네슘은 주요 성분 원소로 묶고, 망간은 미량 성분이므로 제외한다.

암기 포인트

칼슘·칼륨·마그네슘은 포함, 망간은 제외이다.

NoteBase

문 10. 가우시안 대기확산 방정식을 적용하기 위한 가정조건으로 가장 거리가 먼 것은?

① 배출물질은 장기간 공기 중에 부유하는 부유물질이라고 가정하며, 입경이 미세한 에어로졸은 포함하지 않는다.

② 대기오염물질 배출원에서 오염물질의 연속적 배출 때문에 풍하방향으로의 확산은 무시한다.

③ 배출된 오염물질은 플룸(plume) 내에서 없어지거나 다른 물질로 바뀌지 않는다.

④ 풍속은 일정하다.

정답 1번

출제 포인트

가우시안 대기확산 방정식이 성립하기 위한 정상상태·연속배출·일정한 풍속·오염물질 보존 가정을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

가우시안 플룸 모형은 오염물질이 일정한 조건에서 연속적으로 배출되고, 일정한 평균풍속을 따라 이동하면서 풍하방향에 직각인 수평·수직 방향으로 가우시안 분포를 이루며 확산한다고 보는 정상상태 모형이다. 기본 모형에서는 풍하방향의 난류확산을 이류에 비해 무시하고, 오염물질의 화학반응·소멸·침적도 없다고 가정한다. 따라서 공기 중에 오래 부유할 수 있는 기체와 미세 에어로졸은 다룰 수 있지만, 중력침강이 큰 조대입자는 기본 가정에 잘 맞지 않는다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '입경이 미세한 에어로졸은 포함하지 않는다'이다. 미세 에어로졸은 공기 중에 오래 부유할 수 있으므로 가우시안 플룸 모형의 대상에 포함될 수 있다. 올바르게는 '중력침강의 영향이 큰 조대입자는 기본 모형의 적용 대상에서 제외하거나 침강을 별도로 고려한다'이다.
② O — 연속배출의 정상상태를 가정하고 평균풍에 의한 풍하방향 이류가 지배적이라고 보므로, 풍하방향의 확산은 무시한다.
③ O — 기본 가우시안 플룸 방정식은 오염물질이 플룸 안에서 화학반응으로 변하거나 제거되지 않는 보존성 물질이라고 가정한다.
④ O — 풍향과 풍속이 시간과 공간에 따라 일정하다는 정상상태 가정이 필요하므로 옳다.

오답 포인트

①은 '장기간 공기 중에 부유한다'는 앞부분 때문에 맞는 선지처럼 보이지만, 바로 뒤에서 그러한 성질을 가진 미세 에어로졸을 제외한다고 하여 가정을 거꾸로 제시한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

가우시안 플룸의 기본 가정은 '연속배출과 정상상태, 일정한 바람, 풍하방향 확산 무시, 오염물질의 반응·소멸 없음'으로 정리한다. 입자 관련 선지는 미세입자의 장기 부유와 조대입자의 중력침강을 구분해 판단한다.

암기 포인트

가우시안 플룸은 일정한 바람 속 보존성 물질의 연속배출이며, 미세입자는 포함되고 조대입자의 침강은 별도 고려 대상이다.

NoteBase

문 11. 매립가스의 발생 단계에 따른 가스의 변화를 설명한 것이다. 다음 중 가장 옳지 않은 것은?

① 1단계(호기성단계) - 호기성 미생물이 매립되었던 산소를 소비하면서 번식하는 단계로 질소와 산소 농도가 감소한다.

② 2단계(혐기성전환) - 산 생성 박테리아의 활동이 활발하고 복잡한 유기물들의 가스분해로 CO_2와 H_2가 증가한다.

③ 3단계(혐기성도달) - CH_4로 전환되는 혐기성 메탄 단계이며 CO_2농도가 증가한다.

④ 4단계(정상상태) - 가스의 생성과 분해가 정상상태에 도달한 단계이며 일반적으로 메탄이 주성분을 이룬다.

정답 3번

출제 포인트

매립지 내부가 호기성에서 혐기성으로 바뀌고 메탄 생성이 안정화되는 과정에서 산소, 이산화탄소, 수소 및 메탄의 농도가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

1단계는 매립층에 남아 있는 산소가 소비되는 호기성 단계이다. 2단계는 혐기성 조건으로 전환되면서 산생성균의 작용으로 유기물이 분해되어 CO_2와 H_2가 증가하는 단계이다. 3단계는 메탄 생성균의 활동이 본격화되어 CH_4가 빠르게 증가하고 CO_2는 감소하는 단계이다. 4단계는 가스 조성이 비교적 안정되고 CH_4가 주성분이 되는 정상상태이다.

선지별 해설

① O — 1단계에서는 호기성 미생물이 매립층에 남아 있던 산소를 소비한다. 외부 공기의 공급이 제한된 상태에서 산소와 질소의 농도가 함께 감소하므로 옳다.
② O — 2단계에서는 혐기성 전환과 산 생성 반응이 진행되어 유기물 분해 산물인 CO_2와 H_2가 증가하므로 옳다.
③ X — 틀린 표현은 'CO_2 농도가 증가한다'이다. 메탄 생성이 본격화되는 3단계에는 CH_4 농도가 빠르게 증가하는 반면, 앞 단계에서 증가했던 CO_2 농도는 감소한다.
④ O — 4단계에서는 메탄 생성이 안정되어 가스의 생성과 조성이 정상상태에 이르고, 매립가스에서 CH_4가 주성분을 이루므로 옳다.

오답 포인트

③은 '혐기성 메탄 단계'라는 앞부분은 맞지만, 2단계에서 증가한 CO_2의 경향을 3단계까지 그대로 이어 붙인 것이 함정이다. 3단계의 대표 변화는 CH_4의 증가와 CO_2의 감소이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

산소 소비 → 산 생성에 따른 CO_2·H_2 증가 → 메탄 생성에 따른 CH_4 증가·CO_2 감소 → 메탄 중심의 안정상태 순서로 판단한다.

암기 포인트

2단계는 산 생성으로 CO_2 증가, 3단계는 메탄 생성으로 CH_4 증가·CO_2 감소이다.

NoteBase

문 12. 먹는물의 수질기준 중 심미적 영향물질에 관한 기준으로 옳지 않은 것은?

① 동은 1mg/L를 넘지 아니할 것
② 알루미늄은 0.2mg/L를 넘지 아니할 것
③ 색도는 5도를 넘지 아니할 것
④ 아연은 0.3mg/L를 넘지 아니할 것

정답 4번

쟁점

이 문제는 「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 별표 1의 심미적 영향물질별 허용기준을 묻는다. 핵심은 금속 성분별 수치에서 소수점 위치를 정확히 구별하는 것이다.

용어 풀이

심미적 영향물질은 먹는물의 색, 맛, 냄새 등 감각적 품질이나 사용상 불쾌감을 일으킬 수 있어 수질기준으로 관리하는 물질·항목이다.

핵심 구분

현행 별표 1에 따르면 동은 1*mg/L*, 알루미늄은 0.2*mg/L*, 아연은 3*mg/L*를 각각 넘지 않아야 하며, 색도는 5도를 넘지 않아야 한다. 따라서 아연 기준을 0.3*mg/L*로 제시한 ④가 틀리다.

선지별 해설

① O — 동은 1*mg/L*를 넘지 않아야 하므로 옳다.
② O — 알루미늄은 0.2*mg/L*를 넘지 않아야 하므로 옳다.
③ O — 색도는 5도를 넘지 않아야 하므로 옳다.
④ X — 아연 기준을 0.3*mg/L*로 제시한 부분이 틀렸다. 올바른 표현은 '아연은 3*mg/L*를 넘지 아니할 것'이다.

오답 포인트

④의 아연 기준 0.3*mg/L*는 철·망간의 기준 수치와 혼동하기 쉽다. 아연은 3*mg/L*, 알루미늄은 0.2*mg/L*라는 소수점 차이가 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

심미적 영향물질의 수치 문제에서는 물질명과 기준값을 한 쌍으로 대조한다. 특히 아연 3*mg/L*, 동 1*mg/L*, 알루미늄 0.2*mg/L*, 색도 5도를 구분하면 소수점 바꾸기 선지를 판별할 수 있다.

NoteBase

암기 포인트

아연 3, 동 1, 알루미늄 0.2, 색도 5이다.

NoteBase

문 13. 자동차에서 발생하는 진동과 그 설명이 바르게 연결되지 않은 것은?

① 와인드 업(wind up) 진동 - 차량을 저속상태(엔진 회전수 약 1,000rpm)에서 주행하며 높은 단의 기어로 가속할 때 차량 전체가 심하게 진동하는 현상

② 시미(shimmy) 진동 - 시속 100km 이상의 고속에서 조향핸들의 회전방향으로 발생하는 진동

③ 서지(surge) 진동 - 차량이 불균일한 노면 위를 주행할 때 엔진의 부정연소에 의한 토크 변동 때문에 전후방향으로 매우 미세하게 진동하는 것

④ 셰이크(shake) 진동 - 주행 중 급가속 또는 변속 시에 발생하는 차량 전후방향의 진동현상

정답 4번

출제 포인트

자동차 진동을 발생 조건과 진동이 나타나는 부위·방향으로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

와인드 업은 저속·고단 가속 때 구동계의 비틀림 진동이 차체에 크게 전달되는 현상이다.
시미는 주로 고속 주행 때 조향계가 회전 방향으로 떠는 현상이다.
서지는 엔진 토크 변동이 구동계를 거쳐 전달되어 차체가 전후 방향으로 미세하게 흔들리는 현상이다.
셰이크는 중·고속 주행 때 차체나 바닥에서 나타나는 비교적 높은 주파수의 진동이다.

선지별 해설

① O — 와인드 업은 약 1,000*rpm*의 저속에서 높은 단의 기어로 가속할 때 구동계의 비틀림 진동이 커져 차량 전체가 심하게 떠는 현상이므로 연결이 맞다.
② O — 시미는 고속 주행 때 조향륜과 조향핸들이 회전 방향으로 떠는 진동이다. 100*km/h* 이상의 고속에서 조향핸들에 나타난다는 설명은 맞다.
③ O — 서지는 엔진의 부정연소 등에 따른 토크 변동이 구동계에 전달되어 차체가 전후 방향으로 미세하게 흔들리는 현상이므로 핵심 연결이 맞다.
④ X — 틀린 표현은 '주행 중 급가속 또는 변속 시'와 '차량 전후방향'이다. 이는 셰이크의 설명이 아니다. 셰이크는 중·고속 주행 때 차체나 바닥이 주로 15 ~ 25*Hz* 범위로 떠는 진동이며, 플로어 진동이라고도 한다.

오답 포인트

③의 전후 방향 진동과 ④의 전후 방향 진동을 같은 현상으로 혼동하기 쉽다. 전후 방향의 미세한 반복 진동은 서지의 핵심이고, 셰이크는 중·고속 주행에서 차체·바닥에 나타나는 진동이라는 점이 구별 기준이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

발생 조건과 진동 부위를 함께 확인한다. 저속·고단 가속과 차량 전체의 큰 진동은 와인드 업, 고속에서 조향핸들의 회전 방향 진동은 시미, 토크 변동에 따른 전후 미세 진동은 서지, 중·고속에서 차체·바닥이 떠는 진동은 셰이크로 판단한다.

암기 포인트

와인드 업은 저속·고단, 시미는 조향핸들, 서지는 전후 미세 진동, 셰이크는 중·고속 차체·바닥 진동이다.

NoteBase

문 14. 해수의 담수화는 계절의 영향을 받지 않고 안정된 수량을 확보할 수 있는 반면에 다량의 농축해수 방류로 인한 생태계의 악영향 등 문제점이 발생할 수도 있다. 다음 중 해수의 담수화 방식에 대한 연결이 옳지 않은 것은?

① 막분리법 - 투과기화법

② 증발법 - 다중효용법

③ 막분리법 - 전기투석법

④ 증발법 - 다단플래쉬법

정답 1번

출제 포인트

해수 담수화법을 상변화 방식인 증발법과 상불변 방식인 막분리법으로 구분하고, 각 세부 공법을 올바르게 연결하는 문제이다.

핵심 개념

증발법은 해수를 기화한 뒤 수증기를 응축하여 담수를 얻는 상변화 방식이며,
다중효용법·다단플래쉬법·증기압축법·투과기화법이 이에 속한다. 막분리법은 막을 사이에 두고 압력차나 전위차 등을 이용하여 물 또는 이온을 분리하는 상불변 방식이며, 역삼투법과 전기투석법이 대표적이다.

선지별 해설

① X — 틀린 부분은 '막분리법－투과기화법'이라는 연결이다. 이 문항의 담수화 분류에서 투과기화법은 물이 막을 투과하면서 기체로 상변화하는 공정이므로 증발법에 포함된다. 올바르게는 '증발법－투과기화법'이다.
② O — 다중효용법은 앞 단계에서 발생한 증기의 응축열을 다음 단계의 해수 증발에 거듭 이용하는 증발법이다.
③ O — 전기투석법은 양이온교환막과 음이온교환막을 교대로 배치하고 전위차로 이온을 이동시켜 제거하므로 막분리법에 해당한다.
④ O — 다단플래쉬법은 가열한 해수를 압력이 단계적으로 낮아지는 여러 실에 통과시켜 순간 증발시키고 수증기를 응축하는 증발법이다.

오답 포인트

투과기화법에도 막이 사용된다는 점만 보고 ①을 막분리법으로 판단하기 쉽다. 이 문항에서는 장치에 막이 있는지만이 아니라 물의 상변화 여부를 기준으로 분류하므로, 투과기화법을 증발법에 연결해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

공법명보다 분리 원리를 먼저 확인한다. 물을 기화·응축하면 증발법, 막을 통한 압력차 또는 전위차로 액상 상태에서 물이나 이온을 분리하면 막분리법으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

증발법은 다중효용·다단플래쉬·증기압축·투과기화, 막분리법은 역삼투·전기투석이다.

NoteBase

문 15. 정수장에서의 소독을 염소 대신 오존을 이용한다고 가정하였을 경우 틀린 설명은?

① 염소보다 소독력이 높다.

② 경제성으로 보면 고가에 해당되므로 좋지 않다.

③ 맛과 냄새를 남기지 않는다.

④ 잔류성이 높아 2차 오염에 대한 위험으로부터 보호된다.

정답 4번

출제 포인트

정수장에서 오존을 소독제로 사용할 때 염소와 비교되는 소독력, 비용, 맛·냄새, 잔류성의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

오존 소독은 강한 산화력으로 미생물을 빠르게 불활성화하는 처리 방식이다. 염소보다 소독력이 강하고 맛·냄새 문제를 줄일 수 있지만, 시설비와 운전비가 많이 들며 물속에서 빠르게 분해되어 잔류 소독 효과가 거의 없다.

선지별 해설

① O — 오존은 산화력이 매우 강하여 일반적으로 염소보다 소독력이 높다.
② O — 오존은 현장에서 발생시켜야 하고 오존 발생기와 전력 등이 필요하므로 염소 소독보다 비용이 많이 든다.
③ O — 오존은 처리 후 빠르게 분해되고 냄새 유발 물질도 산화하므로 염소와 같은 잔류 맛과 냄새를 남기지 않는다.
④ X — 틀린 부분은 '잔류성이 높아'이다. 오존은 물속에서 빠르게 분해되므로 잔류성이 낮고, 배·급수 과정의 2차 오염을 지속적으로 막는 보호 효과가 부족하다. 올바르게는 '잔류성이 낮아 2차 오염에 대한 지속적인 보호 효과를 기대하기 어렵다'이다.

오답 포인트

오존의 강한 소독력을 높은 잔류성과 혼동하기 쉽다. 순간적인 소독력이 강하다는 것과 소독제가 물속에 오래 남는다는 것은 서로 다른 성질이다.

다시 나오면 이렇게 판단

오존의 장점은 강한 산화·소독력과 맛·냄새 저감이고, 단점은 높은 비용과 낮은 잔류성이다. '배·급수 과정까지 잔류 소독 효과가 지속된다'는 표현이 나오면 틀린 설명으로 판단한다.

암기 포인트

오존은 강하고 깨끗하지만 비싸고 오래 남지 않는다.

NoteBase

문 16. 다음 중 해양오염의 원인으로 가장 거리가 먼 것은?

① 대기에서의 오염물질 유입

② 생활하수 등의 해양유입

③ 해수의 이동

④ 선박의 해난사고

정답 3번

출제 포인트

해양에 오염물질을 새로 유입시키는 오염원과, 이미 유입된 오염물질을 이동·확산시키는 작용을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

해양오염의 원인은 오염물질이 해양으로 들어오게 하는 배출·유입 요인이다. 대기 침적, 육상에서 발생한 생활하수의 유입, 선박 사고에 따른 기름·유해물질 유출 등이 이에 해당한다. 반면 해수의 이동은 주로 이미 바다에 존재하는 오염물질을 운반하고 확산시키는 작용이다.

선지별 해설

① O — 대기 중 오염물질은 강수에 씻겨 내려오거나 건식·습식 침적을 통해 해양으로 유입될 수 있으므로 해양오염의 원인에 해당한다.
② O — 생활하수에는 유기물과 영양염류 등이 포함될 수 있으며, 이것이 해양으로 유입되면 수질 악화나 부영양화를 일으킬 수 있으므로 해양오염의 원인에 해당한다.
③ X — 해수의 이동은 오염물질을 새로 발생시키거나 해양에 투입하는 오염원이 아니라, 이미 유입된 오염물질을 다른 해역으로 운반·확산시키는 작용이다. 틀린 표현인 '해양오염의 원인'은 '해양오염물질의 이동·확산 요인'으로 고쳐야 한다. 따라서 해양오염의 원인으로 가장 거리가 먼 선지이다.
④ O — 선박의 해난사고가 발생하면 연료유나 운송 중인 유해물질이 바다로 유출될 수 있으므로 해양오염의 원인에 해당한다.

오답 포인트

③의 해수 이동 때문에 오염 범위가 넓어질 수 있다는 점을 보고 이를 오염원 자체로 착각하기 쉽다. 그러나 이 문항에서는 오염물질을 바다에 넣는 유입·배출과, 들어온 물질을 퍼뜨리는 이동·확산을 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 선지가 오염물질을 새로 발생·유입시키는지, 아니면 이미 존재하는 오염물질의 분포만 바꾸는지를 판단한다. 전자는 오염원이고 후자는 이동·확산 요인이다.

NoteBase

암기 포인트

대기·하수·선박 사고는 오염물질의 유입원이고, 해수 이동은 오염물질의 운반·확산 작용이다.

NoteBase

문 17. 다음 중 용어 설명으로 가장 거리가 먼 것은?

① MLSS : 포기조 내 존재하는 부유물질을 말한다.

② SRT : 침전지에서 유기물질이 반송되는 시간을 말한다.

③ SVI : 슬러지 부피지표로 침전지내 침강성을 나타내며 50~150 정도일 때 양호하다고 본다.

④ SDI : 슬러지 밀도지표로 침전지내 침강성을 나타내며 0.5 이하 시 불량하다고 본다.

정답 2번

출제 포인트

활성슬러지 공정에서 MLSS, SRT, SVI, SDI가 각각 무엇을 나타내는지 구별하는 문제이다.

핵심 개념

MLSS는 포기조 혼합액 속 부유물질의 농도이다. SRT는 공정 내 고형물, 즉 활성슬러지 미생물이 평균적으로 머무는 시간이다. SVI는 슬러지의 침강성과 압축성을 부피로 나타내는 지표이고, SDI는 슬러지 밀도를 나타내는 지표로 SVI와 반대 방향으로 변한다.

선지별 해설

① O — MLSS는 혼합액 부유물질로서 포기조 안에 존재하는 부유물질의 농도를 뜻하므로 적절한 설명이다.
② X — 틀린 부분은 '침전지에서 유기물질이 반송되는 시간'이다. SRT는 반송 시간이 아니라 활성슬러지 공정 안의 고형물 또는 미생물이 평균적으로 체류하는 시간이다.
③ O — SVI는 침전된 슬러지가 차지하는 부피를 바탕으로 슬러지의 침강성을 나타내며, 일반적으로 50~150 범위를 양호한 상태로 본다.
④ O — SDI는 슬러지 밀도지표이며 SVI와 반대 방향으로 변한다. SDI가 0.5 이하로 낮으면 슬러지가 잘 가라앉지 않는 불량 상태로 판단하므로 적절한 설명이다.

오답 포인트

②는 반송슬러지가 침전지에서 포기조로 돌아오는 현상과 SRT를 혼동하게 만든다. SRT의 핵심은 반송 경로의 이동 시간이 아니라 공정 전체에서 고형물이 유지되는 평균 시간이다.

다시 나오면 이렇게 판단

농도를 묻는 용어는 MLSS, 체류시간을 묻는 용어는 SRT, 침강성을 부피로 나타내는 지표는 SVI, 밀도로 나타내는 지표는 SDI로 구분한다.

암기 포인트

MLSS는 농도, SRT는 시간, SVI는 부피, SDI는 밀도이다.

NoteBase

문 18. 부피가 $10cm^3$이고 무게가 14g인 건조한 토양을 물 20mℓ가 담겨 있는 실린더에 넣었더니 수고의 높이가 25mℓ였다. 이 토양의 가밀도(겉보기밀도), 진밀도 및 공극량은 얼마인가?

① 가밀도 $1.4g/cm^3$, 진밀도 $2.8g/cm^3$, 공극량 50%
② 가밀도 $0.9g/cm^3$, 진밀도 $2.5g/cm^3$, 공극량 68%
③ 가밀도 $0.7g/cm^3$, 진밀도 $0.35g/cm^3$, 공극량 68%
④ 가밀도 $2.8g/cm^3$, 진밀도 $1.4g/cm^3$, 공극량 50%

정답 1번

출제 포인트

건조 토양의 질량과 전체 부피로 가밀도를 구하고, 물의 부피 증가량으로 토양 입자의 실제 부피를 구한 뒤 진밀도와 공극률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

건조 토양의 질량은 $14g$, 전체 부피는 $10cm^3$이다. 물의 부피는 $20mL$에서 $25mL$로 증가하므로 토양 입자의 실제 부피는 $5mL = 5cm^3$이다.

사용할 공식

가밀도는 토양의 전체 부피를 기준으로 하므로 $\rho_b = \frac{m}{V_t}$이다. 진밀도는 공극을 제외한 토양 입자의 실제 부피를 기준으로 하므로 $\rho_s = \frac{m}{V_s}$이다. 공극률은 전체 부피 중 공극이 차지하는 비율이므로 $n = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_s}\right) \times 100\%$이다.

계산 과정

1. 가밀도: $\rho_b = \frac{14g}{10cm^3} = 1.4g/cm^3$이다.
2. 토양 입자의 실제 부피: $V_s = 25 - 20 = 5mL = 5cm^3$이다.
3. 진밀도: $\rho_s = \frac{14g}{5cm^3} = 2.8g/cm^3$이다.
4. 공극률: $n = \left(1 - \frac{1.4}{2.8}\right) \times 100\% = 50\%$이다.

선지 판단

① O. 가밀도 $1.4g/cm^3$, 진밀도 $2.8g/cm^3$, 공극률 50%로 계산 결과와 모두 일치한다.
② X. 가밀도 $0.9g/cm^3$, 진밀도 $2.5g/cm^3$, 공극률 68%은 모두 계산 결과와 다르다. 올바르게는 각각 $1.4g/cm^3$, $2.8g/cm^3$, 50%이다.
③ X. 가밀도 $0.7g/cm^3$, 진밀도 $0.35g/cm^3$, 공극률 68%은 모두 틀리며, 특히 진밀도가 가밀도보다 작게 제시되어 물리적 관계에도 맞지 않는다. 올바르게는 각각 $1.4g/cm^3$, $2.8g/cm^3$, 50%이다.
④ X. 가밀도와 진밀도의 값을 서로 바꾸어 적은 선지이다. 올바르게는 가밀도 $1.4g/cm^3$, 진밀도 $2.8g/cm^3$, 공극률 50%이다.

NoteBase

오답 포인트

가밀도는 전체 토양 부피 $10cm^3$를, 진밀도는 물의 증가량으로 얻은 입자 부피 $5cm^3$를 분모로 사용한다. 두 부피를 바꾸어 쓰면 ④처럼 가밀도와 진밀도가 뒤바뀐다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전체 부피로 가밀도를 구하고, 물의 최종 부피에서 최초 부피를 빼 입자 부피를 구한다. 그 입자 부피로 진밀도를 구한 뒤 $1 - \rho_b/\rho_s$로 공극률을 계산한다.

암기 포인트

가밀도는 전체 부피, 진밀도는 입자 부피를 기준으로 하며, 공극률은 1-가밀도/진밀도이다.

NoteBase

문 19. 휘발성유기화합물(VOC)에 대한 설명 중 가장 거리가 먼 것은?

① 자동차, 주유소, 세탁소, 석유정제시설 등에서 많이 발생한다.

② 100℃ 이하의 비등점과 25℃에서의 증기압이 1mmHg보다 작은 유기물질의 총칭이다.

③ 광화학반응에 관여하여 오존, PAN, H_2O_2 등의 농도를 증가시킨다.

④ 벤젠, 톨루엔, 스티렌 등이 대표적인 물질이다.

정답 2번

출제 포인트

휘발성유기화합물(VOC)의 휘발성, 주요 배출원, 광화학반응성 및 대표 물질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

휘발성유기화합물(VOC)은 상온에서 쉽게 증발하여 대기 중으로 배출되는 유기화합물이다. 핵심 성질은 높은 휘발성이므로 일반적으로 증기압이 비교적 높고, 대기 중 질소산화물과 함께 햇빛을 받으면 광화학반응에 참여한다.

선지별 해설

① O — 자동차의 연료 증발과 배기가스, 주유소의 저장·주유 과정, 세탁소의 유기용제 사용, 석유정제시설의 공정과 저장 과정은 모두 VOC의 주요 배출원이 될 수 있다.

② X — 틀린 표현은 '$25^\circ C$에서의 증기압이 $1mmHg$보다 작은'이라는 부분이다. 증기압이 작다는 것은 기체로 증발하려는 경향이 작다는 뜻이므로 VOC의 높은 휘발성과 반대된다. 또한 VOC 전체를 일률적으로 비등점 $100^\circ C$ 이하인 물질로만 한정할 수도 없다. 올바르게는 'VOC는 상온에서 쉽게 증발하며 일반적으로 증기압이 비교적 높은 유기화합물'이라고 해야 한다.

③ O — VOC는 질소산화물과 함께 햇빛 아래에서 광화학반응에 관여하여 오존, PAN, H_2O_2 등 광화학 산화성 물질의 생성을 촉진한다.

④ O — 벤젠, 톨루엔, 스티렌은 상온에서 휘발하여 대기로 배출될 수 있는 대표적인 VOC이다.

오답 포인트

②는 '비등점이 낮다'는 앞부분 때문에 그럴듯해 보이지만, 뒤의 '증기압이 작다'가 휘발성의 방향을 거꾸로 제시한다. 휘발성이 클수록 같은 온도에서 증기압은 커지는 경향이 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

VOC의 성질을 묻는 선지에서는 '상온에서 쉽게 증발한다 → 증기압이 비교적 높다'는 관계를 먼저 확인한다. 이어 자동차·주유·유기용제·석유정제와 같은 배출원, 광화학 오존 생성 참여 여부를 판단한다.

암기 포인트

VOC는 '잘 증발하고, 광화학반응에 참여한다'로 정리된다. 잘 증발하는데 증기압이 작다는 설명은 서로 모순된다.

NoteBase

문 20. 유효굴뚝 높이(H_e)를 산출하는데 있어 연기의 상승 높이를 구하는 식의 인자만을 바르게 열거한 것은?

① 배출속도, 역전층 높이, 굴뚝높이

② 굴뚝직경, 풍속, 배출가스 속도

③ 풍향, 굴뚝높이, 오염물질 배출량

④ 배출속도, 굴뚝직경, 역전층 높이

정답 2번

출제 포인트

유효굴뚝 높이 H_e는 실제 굴뚝 높이 H_s에 연기의 상승 높이 ΔH를 더한 값이다. 이 문제는 H_s 자체가 아니라 ΔH를 산정하는 식에 들어가는 인자를 구별하는 문제이다.

조건 정리

연기는 굴뚝에서 빠르고 뜨겁게 배출될수록 운동량과 부력이 커져 더 상승하고, 대기 중 풍속이 클수록 희석·굴절되어 상승 높이가 작아진다. 따라서 연기 상승식에는 굴뚝직경, 배출가스 속도, 풍속이 직접적인 인자로 들어간다.

사용할 공식

기본 관계는 $H_e = H_s + \Delta H$이다. 대표적인 연기 상승식에서 ΔH는 굴뚝직경 d, 배출가스 속도 V_s, 풍속 u 및 배출가스와 대기의 온도 차와 같은 부력 조건의 영향을 받는다. 이 문제에서는 제시된 항목 가운데 d, V_s, u만으로 구성된 선지를 찾는다.

선지별 해설

① X — 배출속도는 연기 상승 인자이지만, 역전층 높이와 굴뚝높이는 연기 상승 높이 ΔH를 구하는 식의 직접 인자가 아니다. 올바르게는 역전층 높이와 굴뚝높이 대신 굴뚝직경과 풍속이 포함되어야 한다.

② O — 굴뚝직경, 풍속, 배출가스 속도는 모두 연기의 운동량과 상승·확산 조건을 결정하므로 연기 상승 높이 산정식의 인자이다.

③ X — 풍향은 연기의 이동 방향에 영향을 주지만 상승 높이 산정 인자는 아니며, 굴뚝높이는 $H_e = H_s + \Delta H$에서 ΔH에 더해지는 값이다. 오염물질 배출량도 연기 자체의 상승을 정하는 배출가스의 열·운동량 조건과 다르다. 올바르게는 굴뚝직경, 풍속, 배출가스 속도를 열거해야 한다.

④ X — 배출속도와 굴뚝직경은 맞지만 역전층 높이는 연기 상승식의 직접 인자가 아니고 풍속이 빠져 있다. 올바르게는 역전층 높이를 풍속으로 바꾸어야 한다.

NoteBase

오답 포인트

굴뚝높이와 역전층 높이는 대기오염 확산에서 중요한 값이지만, 중요하다는 이유만으로 모두 연기 상승 높이 ΔH의 계산 인자가 되는 것은 아니다. 특히 굴뚝높이 H_s는 계산된 ΔH에 더해 유효굴뚝 높이 H_e를 만드는 별도 항이다.

다시 나오면 이렇게 판단

연기 상승 높이의 인자는 굴뚝 출구의 크기와 분출 운동량을 나타내는 굴뚝직경·배출가스 속도, 그리고 연기의 상승을 억제하는 풍속을 중심으로 판단한다. 실제 굴뚝높이, 풍향, 오염물질 배출량은 구분한다.

암기 포인트

연기 상승의 기본 세 인자는 '직경·가스속도·풍속'이고, 유효굴뚝 높이는 '실제 굴뚝 높이 + 연기 상승 높이'이다.

NoteBase