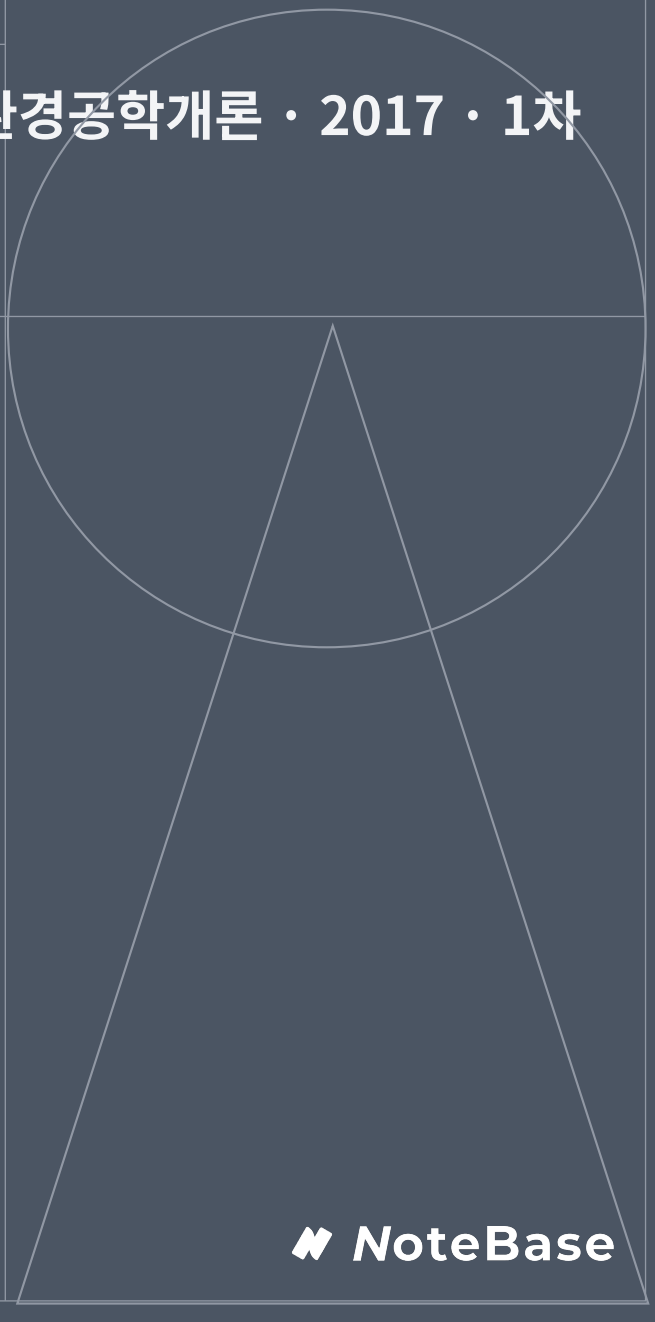
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2017 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2017 · 1차

공무원/해경/일반직 9급 · 환경공학개론 · 2017 · 1차

문 1. 다음은 하천이나 호수의 심층에서 미생물의 작용 및 성층현상에 관한 설명이다. 가장 거리가 먼 것은?

① 수중의 유기물은 분해되어 일부가 세포합성이나 대사를 위한 에너지원으로 사용된다.

② 호수 심층에 산소가 없을 때 유기화합물을 주 탄소원으로 이용하는 종속영양세균인 탈질화 세균이 많아진다.

③ 유기물이 다량 유입되면 혐기성 상태가 되어 황화수소와 같은 가스를 유발하지만, 호기성 상태가 되면 암모니아성 질소가 증가한다.

④ 호수의 경우 여름과 겨울에 물의 수직운동이 거의 없는 정체현상이 생기며, 수심에 따라 온도와 용존산소의 농도 차이가 크고, 겨울보다 여름에 정체현상이 더 뚜렷하다.

정답 3번

출제 포인트

유기물 분해 과정에서 산소 유무에 따라 우세한 미생물 반응과 질소·황 화합물의 형태가 어떻게 달라지는지, 그리고 호수의 계절별 성층과 정체가 어떻게 나타나는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

호기성 분해: 산소를 전자수용체로 사용하여 유기물을 산화하며, 유기물의 일부는 세포 합성에 쓰이고 일부는 에너지를 얻는 데 쓰인다. 암모니아성 질소는 호기성 조건에서 질산화되어 아질산성·질산성 질소로 전환된다.
무산소·혐기성 분해: 용존산소가 부족하면 탈질 등 산소 이외의 전자수용체를 이용하는 반응이 일어나고, 더 환원적인 조건에서는 황화수소나 암모니아성 질소 등이 생성·축적될 수 있다.
호수의 정체: 여름에는 따뜻한 표층수와 차가운 심층수가 분리되는 성층이 뚜렷하고, 겨울에도 결빙 또는 역성층으로 수직 혼합이 제한될 수 있다. 일반적으로 여름 정체가 더 뚜렷하다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 미생물이 유기물을 분해하면 일부 유기물은 새로운 세포 물질의 합성에 이용되고, 나머지 일부는 산화되어 대사 에너지를 공급한다.
② O — 호수 심층에서 산소가 고갈되면 탈질 조건이 형성될 수 있다. 종속영양 탈질세균은 유기화합물을 탄소원과 전자공여체로 이용하고 질산성 질소를 전자수용체로 사용한다.
③ X — 틀린 부분은 '호기성 상태가 되면 암모니아성 질소가 증가한다'이다. 실제로 암모니아성 질소는 산소가 충분하면 질산화에 의해 아질산성 질소와 질산성 질소로 전환되므로 감소하는 방향이며, 산소가 부족한 환원 상태에서 생성·축적되기 쉽다. 따라서 '혐기성 상태에서는 황화수소와 암모니아성 질소 등이 생성·축적될 수 있고, 호기성 상태에서는 암모니아성 질소가 질산화된다'로 고쳐야 한다.
④ O — 호수는 여름과 겨울에 밀도 차이로 수직 혼합이 제한되어 정체가 나타난다. 여름에는 강한 수온 성층 때문에 표층과 심층의 수온 및 용존산소 차이가 커지며, 일반적으로 겨울보다 정체가 더 뚜렷하다.

오답 포인트

③은 혐기성 분해에서 황화수소가 생긴다는 앞부분은 맞게 제시한 뒤, 암모니아성 질소의 증가 조건을 호기성으로 뒤집었다. 산소가 있으면 암모니아가 쌓이는 것이 아니라 질산화가 진행된다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

산소가 충분한 경우에는 유기물의 호기성 산화와 암모니아의 질산화를 연결하고, 산소가 부족한 경우에는 탈질과 황화수소·암모니아성 질소의 생성 또는 축적을 연결한다. 호수의 계절 문제에서는 여름·겨울은 정체, 봄·가을은 전도라는 구분을 적용한다.

암기 포인트

호기성에서는 질산화, 무산소에서는 탈질, 강한 혐기성에서는 황화수소와 암모니아성 질소의 생성·축적이 핵심이다. 호수는 여름·겨울에 정체되고 봄·가을에 전도된다.

NoteBase

문 2. 슬러지의 소화율이란 생슬러지 중의 유기물이 가스화 및 액화되는 비율을 말한다. 생슬러지와 소화슬러지에서 수분을 제외한 고형물 중 유기물의 비율이 각각 80%와 50%일 경우 슬러지의 소화율은?

① 38%

② 46%

③ 63%

④ 75%

정답 4번

출제 포인트

생슬러지와 소화슬러지의 유기물 비율을 이용하여 소화 전 유기물 중 가스화·액화되어 제거된 비율을 구하는 문제이다. 소화 과정에서 무기물량은 변하지 않는다고 두고 고형물 총량의 변화를 함께 반영해야 한다.

조건 정리

생슬러지 고형물 중 유기물 비율은 80%이고 무기물 비율은 20%이다. 소화슬러지 고형물 중 유기물 비율과 무기물 비율은 각각 50%이다. 구해야 할 값은 생슬러지의 최초 유기물량 중 소화로 제거된 유기물량의 비율이다.

사용할 공식

생슬러지와 소화슬러지의 유기물 비율을 각각 V_1, V_2라 하면 소화율 D는 다음과 같다.

$D = \frac{V_1 - V_2}{V_1(1 - V_2)} \times 100$

이 공식은 소화 과정에서 무기물량은 보존되지만 유기물이 가스화·액화되면서 전체 고형물량이 감소하는 점을 반영한다.

계산 과정

생슬러지 고형물량을 M_0, 소화슬러지 고형물량을 M_1이라 둔다. 무기물량이 보존되므로 $0.20M_0 = 0.50M_1$이고, 따라서 $M_1 = 0.40M_0$이다. 소화 후 남은 유기물량은 $0.50M_1 = 0.20M_0$이므로 제거된 유기물량은 $0.80M_0 - 0.20M_0 = 0.60M_0$이다.

$D = \frac{0.60M_0}{0.80M_0} \times 100 = 75\%$

같은 값을 공식에 직접 대입해도 $D = \frac{0.80 - 0.50}{0.80(1 - 0.50)} \times 100 = 75\%$가 된다.

NoteBase

선지 판단

① X — 38%는 소화율이 아니다. (80 − 50)/80 = 37.5%처럼 유기물 비율의 차이를 최초 유기물 비율로 바로 나누면 전체 고형물량 감소를 반영하지 못한다. 올바른 소화율은 75%이다.
② X — 무기물 보존식으로 계산한 소화율은 46%가 아니라 75%이다.
③ X — 63%는 소화율이 아니다. 50/80 = 62.5%는 소화 전후 유기물 비율을 단순 비교한 값일 뿐, 실제 남은 유기물량의 비율이 아니다. 올바른 소화율은 75%이다.
④ O — 무기물량 보존에 따라 소화 후 남은 유기물량은 최초 고형물량의 20%이고, 최초 유기물량 80% 중 60%가 제거되므로 소화율은 75%이다.

오답 포인트

유기물 비율이 80%에서 50%로 변했다는 사실만으로 (80 − 50)/80을 계산하면 안 된다. 소화로 유기물이 줄어들면 고형물 총량도 함께 감소하므로, 변하지 않는 무기물량을 기준으로 소화 후 고형물량을 먼저 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

소화 전후 유기물 비율이 주어지면 각 시점의 무기물 비율을 구하고, 무기물량 보존식으로 두 시점의 고형물 총량을 연결한 다음 제거된 유기물량을 최초 유기물량으로 나눈다.

암기 포인트

유기물은 소화되어 감소하고 무기물은 보존된다. 소화율은 단순한 유기물 비율의 감소율이 아니라 실제 유기물량의 감소율이다.

NoteBase

문 3. 「환경영향평가법」상의 환경영향평가에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 개발사업 후에 건설이 자연 및 생활환경에 미친 영향을 평가함으로써 더 이상의 오염을 초래할 개발사업을 억제하기 위한 제도이다.

② 환경에 미치는 영향이 큰 법률, 행정계획 등 국가정책을 수립하거나 개발계획을 시행한 후에 이러한 시행이 환경에 미친 영향을 평가하는 제도이다.

③ 각종 사업을 하는데 있어 개발사업의 경제성과 기술성보다 환경적 요인을 전적으로 고려하여 개발보다는 환경오염 방지에 초점을 두는 제도이다.

④ 개발사업 전에 파생할 자연 및 생활환경의 변화를 평가하여 그 대책을 개발계획에 포함시킴으로써 환경에의 부정적 영향을 최소화하거나 방지하기 위해 시행하는 제도이다.

정답 4번

쟁점

이 문제는 「환경영향평가법」상 환경영향평가의 시점과 목적에 관한 문제이다. 핵심은 개발사업을 시행한 후의 사후조사가 아니라 사업의 승인 단계에서 환경영향을 미리 조사·예측·평가하는 제도라는 점이다.

용어 풀이

환경영향평가 = 사업의 승인 단계에서 해당 사업이 환경에 미칠 영향을 미리 조사·예측·평가하고, 해로운 환경영향을 피하거나 제거 또는 감소시킬 방안을 마련하는 제도이다.

핵심 구분

「환경영향평가법」 제2조 제2호에 따르면 환경영향평가는 환경에 영향을 미치는 실시계획·시행계획 등의 승인 등을 할 때 실시한다. 따라서 '사업 시행 전의 사전적 평가'와 '해로운 환경영향의 회피·제거·감소 방안 마련'이 핵심이다. 법률·행정계획 등 상위계획을 수립할 때 계획의 적정성과 입지의 타당성을 검토하는 전략환경영향평가나, 사업 착공 후 주변 환경에 미치는 영향을 조사하는 사후환경영향조사와 구별된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
개발사업 후에 영향을 평가한다고 하였으므로 환경영향평가의 사전성에 어긋난다. 또한 장래의 다른 개발사업을 억제하는 것이 제도의 직접적인 목적도 아니다.
틀린 표현: '개발사업 후에 평가하여 더 이상의 개발사업을 억제한다'
올바른 표현: 사업의 승인 단계에서 환경영향을 미리 조사·예측·평가하고, 해당 사업의 해로운 환경영향을 피하거나 제거·감소시킬 방안을 마련한다.

② X
법률·행정계획 등 상위계획은 전략환경영향평가와 관련되고, 환경영향평가는 실시계획·시행계획 등의 승인 단계에서 해당 사업을 대상으로 한다. 어느 경우든 시행 후의 영향 평가로 정의되지 않는다.
틀린 표현: '법률, 행정계획 등 국가정책이나 개발계획을 시행한 후에 평가한다'
올바른 표현: 상위계획은 수립할 때 전략환경영향평가를 하고, 개별 사업은 실시계획·시행계획 등의 승인 단계에서 환경영향평가를 한다.

③ X
환경영향평가는 경제성과 기술성을 배제하고 환경적 요인만 전적으로 고려하여 개발 자체를 막는 제도가 아니다. 사업으로 인한 해로운 환경영향을 피하거나 제거·감소할 방안을 마련하여 친환경적이고 지속가능한 발전을 도모하는 제도이다.
틀린 표현: '경제성과 기술성보다 환경적 요인을 전적으로 고려하여 개발보다 오염 방지에만 초점을 둔다'
올바른 표현: 사업의 환경영향을 사전에 검토하고 환경보전방안을 마련하여 해로운 영향을 최소화하면서 지속가능한 발전을 도모한다.

④ O
개발사업 전에 자연환경과 생활환경 등에 미칠 변화를 평가하고 그 대책을 계획에 반영하여 부정적 영향을 최소화하거나 방지한다는 설명은 환경영향평가의 사전 예방적 성격에 부합한다.

오답 포인트

①·②의 '사업 또는 계획 시행 후'라는 표현과 ③의 '환경적 요인을 전적으로 고려하여 개발보다 오염 방지에만 초점을 둔다'라는 표현이 함정이다. 환경영향평가는 사후 규제나 개발 억제 제도가 아니라 사업 승인 단계에서 저감방안을 마련하는 사전 예방 제도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

환경영향평가의 정의를 묻는 문제에서는 먼저 평가 시점이 사업 시행 전인지 확인하고, 다음으로 대상이 개별 사업인지 상위계획인지 구별한다. '실시계획·시행계획 등의 승인 단계', '미리 조사·예측·평가', '회피·제거·감소 방안 마련'이 함께 제시되면 환경영향평가에 해당한다.

NoteBase

암기 포인트

환경영향평가는 '사업 승인 때 미리 평가하여 해로운 영향을 회피·제거·감소'하는 제도이다.

NoteBase

문 4. 주로 소각 시 발생되며 인위적 합성화합물 중 유해한 물질로 알려진 것에는 다이옥신이 대표적이다. 이와 관련된 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

① 독성등가환산농도(TEQ, Toxic EQuivalent)는 다이옥신류 동족체의 각 실측농도에 독성등가환산계수를 곱한 농도의 합이다.

② 독성등가환산계수(TEF, Toxic Equivalency Factor)는 독성이 가장 약한 2,3,7,8-TCDD의 독성강도를 1로 기준으로 한다.

③ 다이옥신류(PCDD)는 두 개의 산소교량, 두 개의 벤젠고리, 두 개 이상의 염소원자를 가진다.

④ 퓨란류(PCDF)는 한 개의 산소교량, 두 개의 벤젠고리, 두 개 이상의 염소원자를 가진다.

정답 2번

출제 포인트

독성등가환산농도(TEQ)와 독성등가환산계수(TEF)의 관계, 그리고 다이옥신류(PCDD)와 퓨란류(PCDF)의 구조 차이를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

TEF는 각 다이옥신류 동족체의 상대적 독성 강도를 나타내는 계수이며, 독성이 가장 강한 2,3,7,8-TCDD의 TEF를 1로 정한다. TEQ는 각 동족체의 실측농도에 해당 TEF를 곱한 값을 모두 합한 농도로, $TEQ = \sum (C_i \times TEF_i)$로 나타낸다. 구조상 PCDD는 두 벤젠고리가 두 개의 산소교량으로 연결되고, PCDF는 두 벤젠고리가 한 개의 산소교량으로 연결된다.

선지별 해설

① O — TEQ는 각 동족체의 실측농도에 그 동족체의 TEF를 곱한 뒤 모두 합하여 산정한다.
② X — 틀린 표현은 '독성이 가장 약한'이다. 실제로는 독성이 가장 강한 2,3,7,8-TCDD의 독성강도를 1로 정하여 다른 동족체의 TEF를 상대적으로 나타낸다.
③ O — PCDD는 두 개의 벤젠고리가 두 개의 산소교량으로 연결된 골격을 가지며, 다염소화 화합물이므로 두 개 이상의 염소원자를 가진다.
④ O — PCDF는 두 개의 벤젠고리가 한 개의 산소교량으로 연결된 골격을 가지며, 다염소화 화합물이므로 두 개 이상의 염소원자를 가진다.

오답 포인트

②는 기준 물질인 2,3,7,8-TCDD를 '독성이 가장 약한 물질'로 뒤집어 놓았다. TEF가 1이라는 표현만 보고 맞다고 판단하기 쉬우나, 기준은 가장 강한 독성이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

TEF에서는 '가장 강한 2,3,7,8-TCDD가 1'인지 확인하고, TEQ에서는 '실측농도 × TEF의 총합'인지 확인한다. 구조 문제에서는 PCDD의 산소교량은 2개, PCDF의 산소교량은 1개로 구분한다.

암기 포인트

TCDD는 최고 독성·TEF 1, TEQ는 농도×TEF의 합, PCDD는 산소교량 2개·PCDF는 1개이다.

NoteBase

문 5. 계획 급수량 및 계획 오수량에 대한 설명으로 옳지 않은 것을 모두 고른 것은?

ⓐ 계획 1일 최대급수량은 계획 1일 평균급수량의 150%를 표준으로 한다.
ⓑ 계획 시간 최대급수량은 계획 1일 평균급수량의 225%를 표준으로 한다.
ⓒ 합류식에서 우천시 계획 오수량은 원칙적으로 계획시간 최대오수량의 2배 이상으로 한다.
ⓓ 계획 1일 평균오수량은 계획 1일 최대오수량의 50~60%를 표준으로 한다.
ⓔ 지하수량은 1인 1일 최대급수량의 10~20%로 한다.

① ⓐ, ⓑ, ⓔ
② ⓐ, ⓒ, ⓔ
③ ⓑ, ⓒ, ⓓ
④ ⓒ, ⓓ, ⓔ

정답 4번

출제 포인트

계획 급수량의 첨두율과 계획 오수량의 표준 산정 관계를 구분하는 문제이다. ⓐ와 ⓑ는 옳고, ⓒ·ⓓ·ⓔ는 옳지 않으므로 옳지 않은 것을 모두 묶은 ④가 정답이다.

핵심 개념

계획 급수량은 평균 수요보다 큰 최대 수요를 반영하여 시설 규모를 정하는 기준량이다. 계획 1일 최대급수량은 계획 1일 평균급수량의 150%, 계획 시간 최대급수량은 계획 1일 평균급수량의 225%를 표준으로 한다.
계획 오수량은 생활오수량뿐 아니라 시간 변동, 우천 시 유입 및 지하수 유입 등을 고려하여 정한다. 이 문항의 표준 관계는 우천 시 합류식 계획오수량이 계획시간 최대오수량의 3배 이상, 계획 1일 평균오수량이 계획 1일 최대오수량의 70~80%, 지하수량이 1인 1일 최대오수량의 10~20%이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ⓐ와 ⓑ는 옳지만 ⓔ가 옳지 않다. ⓔ의 틀린 표현은 '1인 1일 최대급수량'이다. 올바르게는 지하수량을 1인 1일 최대오수량의 10~20%로 본다. 따라서 ⓐ·ⓑ·ⓔ를 옳지 않은 설명의 전체로 묶을 수 없다.

② X
ⓒ와 ⓔ는 옳지 않지만 ⓐ는 옳다. ⓒ의 '2배 이상'은 계획시간 최대오수량의 3배 이상으로, ⓔ의 '최대급수량'은 최대오수량으로 고쳐야 한다. 따라서 옳은 ⓐ를 포함한 이 조합은 답이 아니다.

③ X
ⓒ와 ⓓ는 옳지 않지만 ⓑ는 옳다. ⓒ의 2배 이상은 3배 이상으로, ⓓ의 50~60%는 70~80%로 고쳐야 한다. 따라서 옳은 ⓑ를 포함한 이 조합은 답이 아니다.

④ O
ⓒ·ⓓ·ⓔ가 모두 옳지 않다. ⓒ는 계획시간 최대오수량의 3배 이상, ⓓ는 계획 1일 최대오수량의 70~80%, ⓔ는 1인 1일 최대오수량의 10~20%로 고쳐야 한다. 문제에서 요구한 옳지 않은 설명만 모두 모은 조합이다.

오답 포인트

복합형 선지는 일부 기호만 맞아도 정답이 되는 것이 아니라, 선택지에 묶인 기호 전체가 문제의 요구와 일치해야 한다. 특히 ⓔ는 10~20%라는 수치보다 기준량을 '최대급수량'으로 바꾼 것이 함정이고, ⓒ와 ⓓ는 각각 3배와 70~80%를 2배와 50~60%로 바꾼 것이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 진술을 따로 판정하여 ⓐ O, ⓑ O, ⓒ X, ⓓ X, ⓔ X로 표시한 뒤, 문제의 요구가 '옳지 않은 것을 모두'인지 확인하여 X인 기호만 묶은 선택지를 고른다. 수치뿐 아니라 비교 기준이 급수량인지 오수량인지도 함께 확인한다.

암기 포인트

급수는 평균 대비 1일 최대 150%, 시간 최대 225%이다. 오수는 합류식 우천 시 시간 최대의 3배 이상, 일평균은 일최대의 70~80%, 지하수는 1인 1일 최대오수량의 10~20%이다.

NoteBase

문 6. 직경 800mm(외경)인 하수관을 매설하려고 한다. 매설지점의 표토는 젖은 진흙으로 흙의 밀도는 2.0ton/m^{3}이고, 흙의 종류와 관의 깊이에 따라 결정되는 C_1은 1.0이다. 이때 매설관이 받는 하중은? (단, 하중계산은 Marston 공식을 사용하고, 도랑 폭은 $B = \frac{3}{2}d + 0.3\text{m}$이다.)

① 3ton/m

② 2.25ton/m

③ 4.5ton/m

④ 6ton/m

정답 3번

출제 포인트

Marston 공식을 적용하여 도랑에 매설된 하수관이 받는 단위 길이당 하중을 계산하는 문제이다.

조건 정리

관의 외경은 $d = 800mm = 0.8m$이다. 흙의 밀도는 $\gamma = 2.0ton/m^3$, 하중계수는 $C_1 = 1.0$이다. 도랑 폭은 $B = \frac{3}{2}d + 0.3m$로 주어져 있다. 구해야 하는 값은 관의 단위 길이당 하중 W이다.

사용할 공식

도랑에 매설된 관의 토압 하중을 구하므로 Marston 공식 $W = C_1\gamma B^2$을 사용한다. C_1은 흙의 종류와 관의 깊이에 따른 계수이고, γB^2은 단위 길이당 흙 하중의 차원을 갖는다.

계산 과정

1. 관의 외경을 미터로 바꾸면 $d = 0.8m$이다.
2. 도랑 폭은 $B = \frac{3}{2} \times 0.8 + 0.3 = 1.5m$이다.
3. Marston 공식에 대입하면 $W = C_1\gamma B^2 = 1.0 \times 2.0 \times (1.5)^2 = 4.5ton/m$이다.

선지 판단

① X — $3ton/m$는 계산 결과와 다르다. B를 제곱하지 않고 $C_1\gamma B$로 계산하면 나오는 값이며, 올바른 하중은 $4.5ton/m$이다.
② X — $2.25ton/m$는 $B^2 = 2.25m^2$만 계산하고 흙의 밀도 $2.0ton/m^3$를 반영하지 않은 값이다. 올바른 하중은 $4.5ton/m$이다.
③ O — Marston 공식에 $C_1 = 1.0$, $\gamma = 2.0ton/m^3$, $B = 1.5m$를 대입한 결과 $4.5ton/m$가 된다.
④ X — $6ton/m$는 공식에 따른 계산 결과와 일치하지 않는다. 주어진 값을 정확히 대입한 올바른 하중은 $4.5ton/m$이다.

NoteBase

오답 포인트

직경 $800mm$를 $0.8m$로 바꾼 뒤 도랑 폭을 먼저 구해야 한다. 또한 Marston 공식에서 도랑 폭은 B가 아니라 B^2로 들어가며, 흙의 밀도 γ도 빠뜨리지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

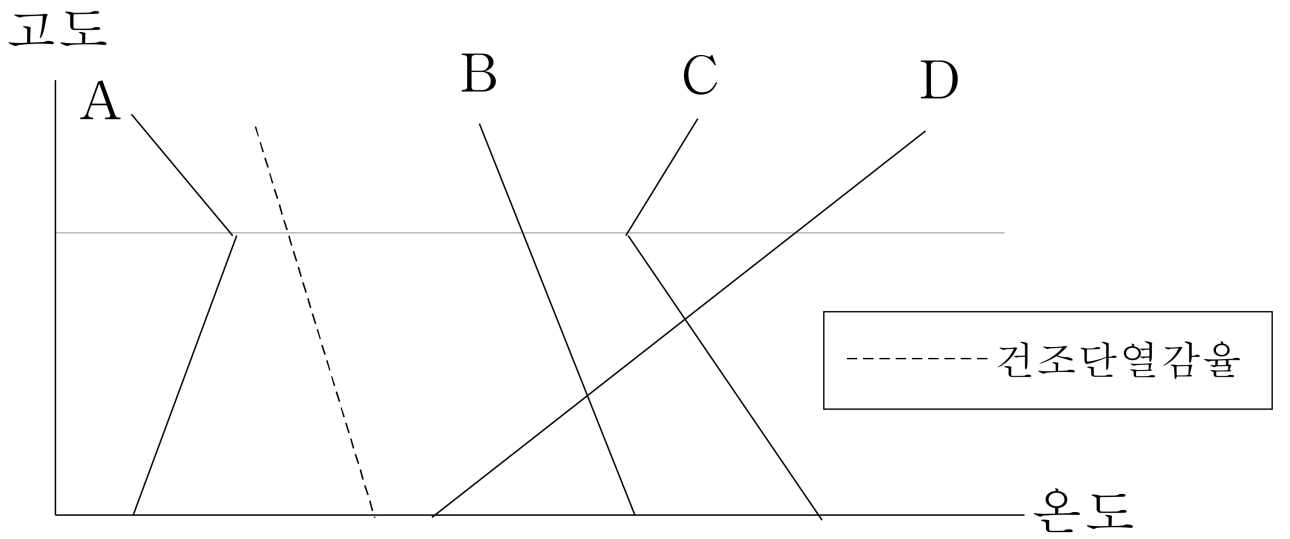
관경의 단위를 미터로 통일한 뒤 도랑 폭 B를 계산하고, $W = C_1 \gamma B^2$에 대입한다. 마지막으로 $ton/m^3 \times m^2 = ton/m$가 되는지 단위를 검산한다.

암기 포인트

Marston 하중은 $W = C_1 \gamma B^2$이며, 도랑 폭은 제곱하여 반영한다.

NoteBase

문 7. 다음은 대기안정도를 그림으로 나타낸 것이다. A~D일 때 연기의 확산모형에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?



ⓐ A는 상층은 불안정, 하층은 안정한 상태로 청명하고 바람이 약한 날의 일몰 후 초저녁에 관찰된다.
ⓑ B는 청명하고, 바람이 약한 한낮에 잘 발생하며 안정한 상태이다.
ⓒ C는 상층은 안정, 하층은 불안정한 상태로 바람이 약한 저녁에 짧게 관찰된다.
ⓓ D는 청명한 날의 밤에서 새벽 사이에 주로 발생한다.

① ⓐ, ⓓ
② ⓐ, ⓑ
③ ⓑ, ⓒ
④ ⓒ, ⓓ

정답 1번

출제 포인트

고도에 따른 실제 기온선과 건조단열감률선의 기울기를 비교하여 대기의 상·하층 안정도와 연기 확산형을 판별하는 문제이다. A는 하층 안정·상층 불안정인 상승형, B는 불안정한 환상형, C는 하층 불안정·상층 안정인 훈증형, D는 역전층에서 나타나는 부채형에 해당한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — ⓐ와 ⓓ가 모두 옳다. A는 일몰 뒤 지표 부근부터 안정층이 형성되고 상층에는 낮 동안의 불안정층이 남은 상승형이며, D는 청명하고 바람이 약한 밤부터 새벽 사이의 기온역전 상태에서 나타나는 부채형이다.
② X — ⓑ의 '안정한 상태'가 틀렸다. B는 지표 가열이 강한 청명하고 바람이 약한 한낮에 잘 생기지만, 대기는 불안정한 상태이다. 올바른 조합은 ⓐ, ⓓ이다.
③ X — ⓑ와 ⓒ가 모두 옳지 않다. B는 안정이 아니라 불안정 상태이고, C는 상층 안정·하층 불안정이라는 층 구조는 맞지만 '바람이 약한 저녁'이 틀렸다. C의 훈증형은 일출 뒤 지표가 가열되어 하층부터 불안정해지는 아침에 짧게 나타난다. 올바른 조합은 ⓐ, ⓓ이다.
④ X — ⓓ는 옳지만 ⓒ가 틀렸다. C의 발생 시각은 저녁이 아니라 야간 역전층이 지표 쪽부터 해소되는 아침이다. 따라서 올바른 조합은 ⓐ, ⓓ이다.

오답 포인트

ⓑ는 '청명하고 바람이 약한 한낮'이라는 발생 조건 때문에 맞는 문장처럼 보이지만, 그때 지표 가열이 강해 대기는 불안정하다. ⓒ는 상층 안정·하층 불안정이라는 설명은 맞으나 발생 시각을 '저녁'으로 바꾼 것이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 고도에 따라 기온이 증가하는 구간을 역전층, 건조단열감률선보다 기온이 더 빠르게 감소하는 구간을 불안정층으로 판별한다. 이어 하층 안정·상층 불안정이면 일몰 뒤 상승형, 전체 불안정이면 한낮의 환상형, 하층 불안정·상층 안정이면 일출 뒤 훈증형, 전체 역전이면 밤의 부채형으로 연결한다.

암기 포인트

일몰 뒤에는 아래부터 안정되어 상승형, 일출 뒤에는 아래부터 불안정해져 훈증형이 된다. 한낮은 환상형, 청명한 밤의 역전은 부채형이다.

NoteBase

문 8. 다음 중 지하수와 오염물질의 지하거동에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 토양의 공극을 통과하는 지하수는 이류과정의 마찰과 교란에 의해 분산이 일어난다.

② PAHs 등과 같은 비극성, 소수성 오염물질은 유기물보다 점토에 잘 흡착된다.

③ 미생물에 의한 유기물의 분해가 주된 생물작용이다.

④ 한 번 오염된 지하수는 정화되는데 오랜 기간이 소요된다.

정답 2번

출제 포인트

지하에서 오염물질이 이동·분산·흡착·생분해되는 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

이류는 지하수의 흐름을 따라 오염물질이 이동하는 현상이고, 분산은 공극 내 유속과 이동 경로의 차이 등으로 오염물질이 퍼지는 현상이다. 비극성·소수성 유기오염물질은 물보다 토양 유기물에 친화성이 커서 유기물에 강하게 흡착·분배되는 경향이 있다.

선지별 해설

① O — 토양 공극에서는 위치별 유속 차이, 마찰, 굴곡진 이동 경로와 교란 때문에 기계적 분산이 발생하여 오염물질이 퍼진다.
② X — 틀린 부분은 '유기물보다 점토에 잘 흡착된다'이다. PAHs와 같은 비극성·소수성 유기오염물질은 일반적으로 점토보다 토양 유기물에 더 잘 흡착·분배된다.
③ O — 지하 환경에서 일어나는 대표적인 생물작용은 미생물이 유기오염물질을 대사하여 분해하는 생분해이다.
④ O — 지하수는 이동이 느리고 오염물질이 토양과 대수층 매질에 흡착될 수 있으며 오염 상태를 직접 확인하기도 어려워, 한 번 오염되면 정화에 오랜 기간이 걸린다.

오답 포인트

②는 점토의 표면 흡착 능력만 떠올리게 하는 함정이다. PAHs의 핵심 성질은 비극성·소수성이므로, 이 문항에서는 광물성 점토보다 토양 유기물에 대한 친화성이 크다는 점으로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

오염물질의 성질과 토양 성분의 친화성을 먼저 연결한다. 비극성·소수성 유기오염물질이면 토양 유기물에 대한 흡착·분배가 크고, 지하수 흐름을 따르면 이류, 공극별 유속과 경로 차이로 퍼지면 분산으로 판단한다.

암기 포인트

소수성 유기오염물질은 토양 유기물에 잘 붙고, 지하수 오염은 느리게 이동하고 오래 남아 정화가 어렵다.

NoteBase

문 9. 폐수의 고도처리에 관한 기술 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 고도처리법은 재래식(생물학적) 2차 처리에서 완전히 제거되기 어려운 성분을 다시 제거하는 방법이다.

② A^2/O공정은 질소와 인 성분을 함께 제거할 수 있다.

③ 생물학적 탈인 방법에서는 혐기조건에서 인 섭취, 호기조건에서 인 용출 현상을 이용하여 인을 효과적으로 제거한다.

④ 생물학적 인 제거와 관련이 있는 미생물은 Acinetobacter이다.

정답 3번

출제 포인트

폐수 고도처리의 목적과 생물학적 질소·인 제거에서 혐기조, 무산소조, 호기조가 담당하는 기능을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

고도처리는 일반적인 생물학적 2차 처리만으로 충분히 제거되지 않는 질소·인 등의 성분을 추가로 제거하는 처리이다. 생물학적 인 제거에서는 인축적미생물이 혐기조건에서 인을 방출하고, 이어지는 호기조건에서 방출량보다 많은 인을 섭취한다. A^2/O 공정은 혐기조·무산소조·호기조를 조합하여 인 제거와 질소 제거를 함께 수행한다.

선지별 해설

① O — 고도처리는 재래식 생물학적 2차 처리에서 충분히 제거하기 어려운 질소·인 등 잔류 성분을 추가로 제거하는 처리이므로 적절하다.
② O — A^2/O 공정의 혐기조와 호기조는 생물학적 인 제거에 관여하고, 무산소조의 탈질과 호기조의 질산화는 질소 제거에 관여하므로 질소와 인을 함께 제거할 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '혐기조건에서 인 섭취, 호기조건에서 인 용출'이다. 올바르게는 혐기조건에서 인이 용출되고 호기조건에서 인이 과잉 섭취된다. 선지는 두 현상을 서로 바꾸어 서술하였다.
④ O — Acinetobacter는 전통적으로 생물학적 인 제거에 관여하는 대표적인 인축적미생물로 다루어지므로 적절하다.

오답 포인트

③은 '혐기'와 '호기'라는 조건은 모두 제시하면서 인의 섭취와 용출만 서로 뒤바꾼 선지이다. 조건별 작용의 방향을 정확히 구별해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

생물학적 탈인 선지는 '혐기에서 인 용출, 호기에서 인 과잉 섭취'의 순서로 판단한다. A^2/O 공정은 혐기·무산소·호기 조건을 이용하여 인 제거와 질소 제거를 함께 수행하는 공정으로 구별한다.

암기 포인트

탈인은 혐기 용출·호기 섭취, A^2/O는 질소·인 동시 제거이다.

NoteBase

문 10. 하천수의 수질분석 결과가 아래와 같다면 이 물의 총 경도(as $CaCO_3$)는 얼마인가?

- Ca^{2+} = 40mg/L
- Na^{+} = 9.2mg/L
- SO_4^{2-} = 134.4mg/L
- Mg^{2+} = 36mg/L
- HCO_3^{-} = 305mg/L
- Cl^{-} = 7.1mg/L

① 350mg/L

② 250mg/L

③ 450mg/L

④ 400mg/L

정답 2번

출제 포인트

칼슘과 마그네슘의 농도를 각각 탄산칼슘 환산 농도로 바꾸어 총 경도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $Ca^{2+} = 40mg/L$, $Mg^{2+} = 36mg/L$이다.
구해야 할 값: 총 경도 mg/L as $CaCO_3$이다.
주의할 조건: 총 경도는 주로 Ca^{2+}와 Mg^{2+}의 경도를 합한 값이므로, 나트륨이나 음이온 농도를 그대로 더하지 않는다.

사용할 공식

각 이온의 탄산칼슘 환산 농도는 다음과 같다.
경도(as CaCO_3)=이온 농도×50이온의 당량무게
Ca^{2+}와 Mg^{2+}는 2가 이온이므로 당량무게는 각각 40/2 = 20, 24/2 = 12이다. 탄산칼슘의 당량무게 50을 기준으로 두 이온의 농도를 같은 기준으로 환산하기 위해 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 칼슘 경도는 $40 \times (50/20) = 100 mg/L\ as\ CaCO_3$이다.
2. 마그네슘 경도는 $36 \times (50/12) = 150 mg/L\ as\ CaCO_3$이다.
3. 총 경도는 $100 + 150 = 250 mg/L\ as\ CaCO_3$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 350*mg/L*는 칼슘 경도 100*mg/L*와 마그네슘 경도 150*mg/L*의 합과 일치하지 않는다. 올바른 값은 250*mg/L*이다.
② O — 계산된 총 경도가 250*mg/L as* $CaCO_3$이므로 맞는다.
③ X — 450*mg/L*는 두 경도 성분의 환산값을 합한 결과가 아니다. 올바른 값은 250*mg/L*이다.
④ X — 400*mg/L*는 계산 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 250*mg/L*이다.

오답 포인트

제시된 모든 이온 농도를 합하거나 Ca^{2+}와 Mg^{2+}의 질량농도만 단순히 더하면 안 된다. 두 2가 양이온을 각각 탄산칼슘 기준으로 환산한 뒤 합해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

총경도 문제에서는 경도를 만드는 다가 양이온을 고른 뒤, 각 농도에 50/당량무게를 곱하여 $CaCO_3$ 기준으로 환산하고 모두 합한다.

암기 포인트

칼슘 경도는 Ca × 2.5, 마그네슘 경도는 Mg × 50/12로 환산하며, 총 경도는 두 값을 합한다.

NoteBase

문 11. 토양 유기물에 대한 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

① 용해성 유기물을 강한 산성용액에서 처리하였을 때 침전물을 형성하는 유기물을 부식산(humic acid)이라 한다.

② 용해성 유기물을 강한 산성용액에서 처리하였을 때 용해성으로 존재하는 유기물을 풀브산(fulvic acid)이라 한다.

③ 풀브산은 염기와 산에 모두 용해되는 특성이 있다.

④ 부식산은 염기와 산에 모두 용해되는 특성이 있다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 토양 부식물질인 부식산과 풀브산을 산·염기에 대한 용해성으로 구분하는 문제이다.

핵심 개념

부식산은 염기성 용액에는 녹지만 강한 산성 조건에서는 녹지 않아 침전하는 부식물질이다. 풀브산은 산성 및 염기성 조건에서 모두 용해되는 부식물질이다.

선지별 해설

① O — 강한 산성용액에서 불용성 침전물을 형성하는 유기물 분획은 부식산이다.
② O — 강한 산성용액에서도 용해된 상태로 남는 유기물 분획은 풀브산이다.
③ O — 풀브산은 산과 염기에서 모두 용해되는 특성이 있다.
④ X — 틀린 부분은 '부식산은 염기와 산에 모두 용해된다'는 표현이다. 부식산은 염기에는 용해되지만 강한 산성 조건에서는 불용성이 되어 침전한다고 고쳐야 한다.

오답 포인트

③의 '산과 염기에 모두 용해'되는 성질을 부식산에도 그대로 적용하면 ④를 옳다고 판단하게 된다. 두 물질은 산성 조건에서의 용해성으로 구별된다.

다시 나오면 이렇게 판단

강한 산성 조건에서 침전하면 부식산, 계속 용해되어 있으면 풀브산으로 판단한다.

암기 포인트

부식산은 산에서 침전하고, 풀브산은 산·염기에 모두 용해된다.

NoteBase

문 12. 다음은 폐기물의 파쇄에너지와 관련된 공식이다. 파쇄이론에 따른 상수 n의 값이 옳게 연결된 것은?

$dW = -k\left(\frac{1}{X^n}\right)dX$
W : 파쇄에너지
X : 파쇄된 폐기물의 크기
k와 n : 상수

① Bond 법칙 : $n = 1.5$
② Rittinger 법칙 : $n = 1$
③ Kick 법칙 : $n = 1.5$
④ Worrell 이론 : $n = 1$

정답 1번

출제 포인트

파쇄에너지의 일반식 $dW = -k(1/X^n)dX$에서 지수 n과 Kick·Bond·Rittinger 법칙의 대응 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

Kick 법칙은 입자 크기의 감소비에 파쇄에너지가 대응하는 이론이며 $n = 1$이다.
Bond 법칙은 Kick 법칙과 Rittinger 법칙의 중간적인 관계를 나타내며 $n = 1.5$이다.
Rittinger 법칙은 파쇄로 새로 생긴 표면적에 에너지가 비례한다고 보며 $n = 2$이다.
따라서 지수의 순서는 Kick 1, Bond 1.5, Rittinger 2이다.

선지별 해설

① O — Bond 법칙의 지수는 $n = 1.5$이므로 옳다.
② X — 틀린 부분은 'Rittinger 법칙: $n = 1$'이다. 올바르게는 Rittinger 법칙의 지수가 $n = 2$이다.
③ X — 틀린 부분은 'Kick 법칙: $n = 1.5$'이다. 올바르게는 Kick 법칙의 지수가 $n = 1$이다.
④ X — Worrell 식은 폐기물 선별효율을 나타내는 식으로, 이 파쇄에너지 일반식의 지수 n을 배정하는 파쇄이론이 아니다. 따라서 'Worrell 이론: $n = 1$'이라는 연결은 성립하지 않는다.

오답 포인트

②와 ③은 Kick과 Rittinger의 지수를 서로 바꾸어 놓은 함정이다. 또한 ④는 폐기물 처리에서 함께 다루는 Worrell 선별효율식을 파쇄에너지 법칙처럼 제시한 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

일반식의 지수는 작은 값부터 Kick 1 → Bond 1.5 → Rittinger 2의 순서로 대응시킨다. Worrell은 파쇄에너지 지수와 연결하지 않는다.

암기 포인트

K-B-R은 1 – 1.5 – 2, Worrell은 선별효율이다.

NoteBase

문 13. 하천에서 용존산소 감소량을 구할 수 있는 Streeter-Phelps식의 유도는 많은 가정 하에서 이루어졌다. 다음 중 그 가정에 포함되지 않는 것은?

① 수생식물의 광합성은 고려하지 않는다.

② 유속에 의한 이동이 크기 때문에 흐름 방향의 확산은 무시한다.

③ 하상퇴적층의 유기물 분해는 1차 반응을 따른다.

④ 오염원은 점배출원으로 가정하고, 하천에 유입된 오염물질은 하천의 단면 전체에 분산된다.

정답 3번

출제 포인트

Streeter-Phelps식의 기본 가정과, 그 식이 고려하지 않는 하상퇴적층의 산소소비를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

Streeter-Phelps식은 하천에 유입된 유기물의 분해로 인한 탈산소와 대기에서 물로 산소가 들어오는 재포기의 균형을 이용해 하류 방향의 용존산소 부족량을 나타내는 모형이다. 고전적 모형에서는 수중 유기물의 생화학적 산소요구량 감소를 1차 반응으로 다루지만, 수생식물의 광합성이나 하상퇴적층의 산소요구 등은 고려하지 않는다.

선지별 해설

① O — 고전적 Streeter-Phelps식은 탈산소와 재포기에 초점을 두므로 수생식물의 광합성에 따른 산소 공급은 고려하지 않는다.
② O — 하천 흐름에 의한 이송이 흐름 방향의 분산보다 지배적이라고 보아 종방향 확산을 무시한다.
③ X — 틀린 부분은 '하상퇴적층의 유기물 분해는 1차 반응을 따른다'이다. 고전적 식은 하상퇴적층의 유기물 분해와 그에 따른 산소소비를 모형에서 제외하며, 1차 반응으로 가정하는 것은 하천수 중 유기물의 생화학적 산소요구량 감소이다.
④ O — 오염원을 점배출원으로 보고, 계산 대상 구간에서는 오염물질이 하천 단면에 완전히 혼합되어 농도가 단면 전체에서 균일하다고 가정한다.

오답 포인트

③은 '유기물 분해가 1차 반응'이라는 익숙한 가정을 하상퇴적층에 잘못 붙인 선지이다. 1차 반응 가정의 대상은 수중의 생화학적 산소요구량이고, 하상에 의한 산소소비는 고전적 Streeter-Phelps식의 고려 대상이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

고전적 식의 두 핵심 항인 수중 유기물의 탈산소와 대기 재포기를 먼저 확인한다. 광합성, 호흡, 하상 산소요구처럼 두 항 밖의 과정이 가정에 포함된다고 서술되면 제외 요소인지 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

Streeter-Phelps의 기본은 수중 BOD 탈산소와 대기 재포기이며, 광합성과 하상 산소요구는 제외한다.

NoteBase

문 14. 환경부장관이 비점오염원관리지역을 지정, 고시한 때에 수립하는 비점오염원관리대책에 포함되어야 하는 사항과 가장 거리가 먼 것은?

① 관리목표

② 관리대상 수질오염물질의 종류 및 발생량

③ 관리대상 수질오염물질이 수질오염에 미치는 영향

④ 관리대상 수질오염물질의 발생 예방 및 저감 방안

정답 3번

쟁점

이 문제는 비점오염원관리지역을 지정·고시한 때 수립하는 비점오염원관리대책의 법정 포함사항을 묻는다. 핵심은 오염물질이 수질에 미치는 영향에 관한 일반적 분석과 법이 직접 열거한 관리대책 항목을 구별하는 것이다.

용어 풀이

비점오염원은 도시·도로·농지 등 넓은 장소에서 빗물과 함께 오염물질이 불특정하게 배출되는 오염원을 말한다. 비점오염원관리대책은 지정된 관리지역의 비점오염을 예방하고 줄이기 위하여 수립하는 대책이다.

핵심 구분

「물환경보전법」 제55조 제1항은 비점오염원관리대책에 ① 관리목표, ② 관리대상 수질오염물질의 종류 및 발생량, ③ 관리대상 수질오염물질의 발생 예방 및 저감 방안, ④ 그 밖에 부령으로 정하는 사항을 포함하도록 한다. 따라서 오염물질이 수질오염에 미치는 영향은 이 항에서 직접 열거한 사항이 아니다.

선지별 해설

① O — 관리목표는 비점오염원관리대책에 포함되는 법정 사항이다.
② O — 관리대상 수질오염물질의 종류 및 발생량은 대책에 포함되는 법정 사항이다.
③ X — '관리대상 수질오염물질이 수질오염에 미치는 영향'은 법이 직접 열거한 포함사항이 아니다. 틀린 표현을 고치면 '관리대상 수질오염물질의 발생 예방 및 저감 방안'이다.
④ O — 관리대상 수질오염물질의 발생 예방 및 저감 방안은 대책에 포함되는 법정 사항이다.

오답 포인트

③의 '수질오염에 미치는 영향'은 관리대책에 들어갈 법한 내용으로 보이지만, 법이 열거한 표현은 '발생 예방 및 저감 방안'이다. 그럴듯한 환경공학적 내용과 조문의 정확한 문구를 혼동하기 쉽다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

비점오염원관리대책의 포함사항은 목표 → 종류·발생량 → 발생 예방·저감 방안의 순서로 대조한다. 선지에 '영향 평가'처럼 비슷하지만 조문에 없는 표현이 나오면 열거된 문구와 정확히 일치하는지 판단한다.

암기 포인트

비점오염원관리대책은 '목표ㅡ종류·발생량ㅡ예방·저감'이다.

NoteBase

문 15. 해양에서 오염물질의 방제·방지에 사용되는 자재 및 약제는 「해양환경관리법」상 국민안전처장관으로부터 형식승인을 받아야 한다. 다음 중 형식승인 대상이 아닌 것은?

① 응집제
② 유처리제
③ 오일펜스
④ 생물정화제제

정답 1번

쟁점

이 문제는 「해양환경관리법」에 따라 형식승인을 받아야 하는 해양오염방제 자재·약제의 범위를 묻는다. 핵심은 법령에 열거된 대상과 일반적인 수처리 약품을 구별하는 것이다.

용어 풀이

형식승인은 일정한 형식의 제품이 법정 성능기준에 맞는지를 확인하여 그 형식의 제작·제조 또는 수입을 승인하는 제도이다.

핵심 구분

「해양환경관리법」 제110조 제4항과 같은 법 시행규칙 제66조 제1항에 따르면 형식승인 대상은 오일펜스, 유처리제, 유흡착재, 유겔화제, 생물정화제제이다. 응집제는 이 열거 목록에 포함되지 않는다. 현행법상 승인권자는 해양경찰청장이므로, 문제의 '국민안전처장관'은 출제 당시의 기관 명칭이다.

선지별 해설

① O — 응집제는 형식승인 대상인 해양오염방제 자재·약제의 법정 목록에 포함되지 않으므로 '형식승인 대상이 아닌 것'에 해당한다.
② X — 유처리제는 유출된 기름을 미세한 기름방울로 분산시켜 희석과 생물분해를 촉진하는 방제약제이며 형식승인 대상이다. 틀린 판단: 유처리제는 형식승인 대상이 아니다. 올바른 판단: 유처리제는 형식승인 대상이다.
③ X — 오일펜스는 유출된 기름을 포위·포집·차단·유도하는 해양유류오염확산차단장치이며 형식승인 대상이다. 틀린 판단: 오일펜스는 형식승인 대상이 아니다. 올바른 판단: 오일펜스는 형식승인 대상이다.
④ X — 생물정화제제는 유출된 기름의 생물분해를 촉진하여 제거하는 방제약제이며 형식승인 대상이다. 틀린 판단: 생물정화제제는 형식승인 대상이 아니다. 올바른 판단: 생물정화제제는 형식승인 대상이다.

NoteBase

오답 포인트

‘응집제’도 오염물질 처리에 쓰이는 약품이라는 일반적 기능만 보고 해양오염방제 약제의 형식승인 대상이라고 판단하기 쉽다. 그러나 이 문항은 용도의 유사성이 아니라 시행규칙에 열거된 다섯 종류에 포함되는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

형식승인 대상을 묻는 문항에서는 오일펜스·유처리제·유흡착재·유겔화제·생물정화제제의 다섯 종류를 먼저 대조한다. 이 목록 밖의 물질은 단순히 오염 처리에 사용된다는 이유만으로 형식승인 대상이 되지 않는다.

암기 포인트

형식승인 다섯 종류는 ‘펜스-처리-흡착-겔화-생물정화’이며, 응집제는 제외된다.

NoteBase

문 16. BOD가 150mg/L이고, 폐수량이 1,500m^3/day인 폐수를 활성슬러지 공법으로 처리하고자 한다. F/M비가 0.5kg/kg·day라면 MLSS 1,500mg/L로 운전하기 위해서 요구되는 포기조의 용량은?

① 600m^3

② 300m^3

③ 150m^3

④ 75m^3

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 F/M비의 정의를 이용하여 목표 운전조건에 필요한 포기조 용량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 폐수량 $Q = 1{,}500m^3/day$, 유입 BOD 농도 $S_0 = 150mg/L = 0.15kg/m^3$, MLSS 농도 $X = 1{,}500mg/L = 1.5kg/m^3$, F/M비 $= 0.5kg/(kg \cdot day)$이다.

구해야 할 값: 포기조 용량 V이다.

주의할 조건: BOD와 MLSS의 농도를 모두 kg/m^3로 바꾸어 단위를 통일한다.

사용할 공식

F/M비는 하루에 유입되는 유기물량을 포기조 안의 미생물량으로 나눈 값이다.

$\frac{F}{M} = \frac{QS_0}{VX}$

따라서 포기조 용량은 다음과 같다.

$V = \frac{QS_0}{(F/M)X}$

폐수 유량과 BOD 농도로 유입 유기물 부하를 구하고, 포기조 용량과 MLSS 농도로 포기조 내 미생물량을 구할 수 있으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 유입 BOD 부하는 다음과 같다.

$QS_0 = 1{,}500m^3/day \times 0.15kg/m^3 = 225kg/day$

2. 포기조 내 MLSS량은 $VX = 1.5Vkg$이다.

3. F/M비 식에 대입한다.

$0.5 = \frac{225}{1.5V}$

$V = \frac{225}{0.5 \times 1.5} = 300m^3$

NoteBase

선지 판단

① X — $600m^3$일 때 F/M비는 $225/(600 \times 1.5) = 0.25kg/(kg \cdot day)$로 주어진 0.5보다 작다. 틀린 값 $600m^3$은 $300m^3$로 고쳐야 한다.
② O — $300m^3$일 때 F/M비는 $225/(300 \times 1.5) = 0.5kg/(kg \cdot day)$가 되어 조건과 일치한다.
③ X — $150m^3$일 때 F/M비는 $225/(150 \times 1.5) = 1.0kg/(kg \cdot day)$으로 주어진 0.5보다 크다. 틀린 값 $150m^3$은 $300m^3$로 고쳐야 한다.
④ X — $75m^3$일 때 F/M비는 $225/(75 \times 1.5) = 2.0kg/(kg \cdot day)$으로 주어진 0.5보다 크다. 틀린 값 $75m^3$은 $300m^3$로 고쳐야 한다.
계산 결과가 $300m^3$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

BOD 농도와 MLSS 농도를 각각 $0.15kg/m^3$, $1.5kg/m^3$로 환산해야 한다. 또한 F/M비의 분자는 하루 유입 BOD 부하 QS_0, 분모는 포기조 내 MLSS량 VX이므로 포기조 용량 V를 분자에 놓으면 안 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 농도 단위를 kg/m^3로 통일한 뒤 QS_0로 유기물 부하를 구하고, $F/M = QS_0/(VX)$를 V에 대해 정리한다. 마지막으로 구한 용량을 원식에 대입하여 목표 F/M비와 일치하는지 검산한다.

암기 포인트

F/M비는 '유입 먹이량 QS_0 ÷ 포기조 미생물량 VX'이다.

NoteBase

문 17. 다음은 하천의 생태변화과정 중 β-중부수성 수역에 대한 설명이다. 가장 적합하지 않은 것은?

① 규조, 녹조 등 많은 종류의 조류가 출현한다.

② 수질은 초록색으로 표시한다.

③ 수중의 유기물은 지방산의 암모니아 화합물이 많다.

④ 편모충류, 섬모충류가 발생한다.

정답 4번

출제 포인트

하천의 자정 과정에서 β-중부수성 수역에 나타나는 유기물 상태, 물의 색, 조류와 지표생물의 특징을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

β-중부수성 수역은 유기물 오염이 상당히 감소하고 산화·무기질화가 진행되는 회복 단계의 수역이다. 용존산소가 늘고 독립영양성 생물의 비중이 커지므로 규조류·녹조류 등 여러 조류가 번성하며 물이 초록색을 띨 수 있다. 전통적인 부수성 분류에서는 지방산과 암모니아성 화합물이 많이 나타나고, 대표 생물상으로 여러 조류와 쌍편모충 등이 제시된다.

선지별 해설

① O — β-중부수성 수역은 자정이 진행되어 규조류와 녹조류를 비롯한 여러 종류의 조류가 많이 출현한다.
② O — 조류가 풍부하게 증식하므로 물이 초록색을 띠는 것이 이 수역의 전형적인 특징이다.
③ O — 전통적인 하천 자정단계 분류에서 β-중부수성 수역의 유기물은 지방산과 암모니아성 화합물이 많은 상태로 설명된다.
④ X — 틀린 부분은 '편모충류, 섬모충류가 발생한다'이다. 이들은 유기물 오염이 더 강한 수역의 생물상과 연결되며, β-중부수성 수역의 대표 생물상으로 묶는 것은 적절하지 않다. 올바르게는 '규조류·녹조류·접합조류 등 여러 조류가 많고 쌍편모충 등이 나타난다'이다.

오답 포인트

④는 원생동물이 어느 수역에도 전혀 존재하지 않는다는 뜻이 아니라, 하천 자정단계별 대표 생물상을 바꾸어 놓은 선지이다. '발생 가능성'이 아니라 '해당 수역을 대표하는 생물군'으로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

오염원 직하류에서 하류로 갈수록 강부수성 → α-중부수성 → β-중부수성 → 빈부수성 순으로 자정이 진행된다고 본다. β-중부수성에서는 산소 회복과 조류 증가를 먼저 확인하고, 편모충류·섬모충류처럼 강한 유기물 오염과 결부된 생물군을 대표 생물상으로 제시하면 틀린 선지로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

β-중부수성은 '회복·초록빛·규조와 녹조·쌍편모충'으로 연결한다.

NoteBase

문 18. 다음 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 진동수는 1초 동안의 사이클 수를 말하며, 단위는 [Hz]이다.

② 진동 레벨은 진동가속도 레벨에 인체의 감각효과를 보정한 값이다.

③ 진동의 진폭이 작을수록, 주파수가 높을수록 인체에 미치는 영향은 증가한다.

④ 진동으로 인한 신체적 피해는 전신진동 피해와 국소진동 피해로 나눌 수 있다.

정답 3번

출제 포인트

진동수·진동 레벨의 정의와 진폭·주파수가 인체의 진동 감각에 미치는 영향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

진동수는 1초 동안 반복되는 진동의 사이클 수이며 단위는 *Hz*이다. 진동 레벨은 진동가속도 레벨에 주파수별 인체 감각 특성을 보정하여 나타낸 값이다. 인체 영향은 진동의 크기뿐 아니라 주파수, 진동 방향, 노출 시간 등에 따라 달라지며, 주파수가 높아질수록 언제나 커지는 단순한 관계가 아니다.

선지별 해설

① O — 진동수는 1초 동안 발생하는 사이클 수이고 단위는 *Hz*이므로 옳다.
② O — 진동 레벨은 진동가속도 레벨에 주파수별 인체 감각효과를 보정한 평가량이므로 옳다.
③ X — '진폭이 작을수록 영향이 증가한다'는 표현이 반대이며, '주파수가 높을수록 영향이 증가한다'고 일률적으로 말한 것도 옳지 않다. 다른 조건이 같다면 진폭이나 진동가속도의 크기가 커질수록 영향이 커지는 경향이 있고, 주파수의 영향은 인체의 주파수별 감각 특성과 공진 영역에 따라 달라진다.
④ O — 신체가 전체적으로 진동에 노출되는 전신진동과 손·팔 등 특정 부위가 진동에 노출되는 국소진동으로 구분할 수 있으므로 옳다.

오답 포인트

③은 '진폭이 작을수록'이라는 방향을 뒤집고, 주파수와 인체 영향의 관계도 단순한 비례관계처럼 제시한 선지이다. 진동의 세기와 주파수별 감각 특성을 혼동하면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

진동 관련 선지는 먼저 정의를 확인한 뒤, 인체 영향이 진동의 크기에는 대체로 정방향으로 반응하지만 주파수에는 감각 보정과 공진 특성이 적용된다는 기준으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

진동수는 초당 사이클 수, 진동 레벨은 가속도 레벨에 인체 감각을 보정한 값이다. 진폭은 작을수록 영향이 커지는 것이 아니며, 주파수 영향은 단순 비례가 아니다.

NoteBase

문 19. C_3H_8 $1Sm^3$**을 완전 연소할 때 이론 건조가스량은 몇** Sm^3**인가?(단, 공기 중의 산소는 21%이고, 소수점 첫째자리에서 반올림한다.)**

① 22

② 26

③ 30

④ 46

정답 1번

출제 포인트

프로판의 완전연소 반응식과 공기의 산소·질소 조성을 이용하여 이론 건조가스량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 프로판 C_3H_8 $1Sm^3$, 공기 중 산소 21%, 질소 79%이다.
구해야 할 값: 이론공기로 완전연소한 뒤 수증기를 제외한 건조가스의 부피이다.
주의할 조건: 같은 온도와 압력에서는 기체의 부피비가 몰비와 같으며, 건조가스량에는 H_2O를 포함하지 않는다.

사용할 공식

완전연소 반응식은 다음과 같다.
$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
필요한 산소량은 $5Sm^3$이고, 공기에 따라 들어오는 질소량은 다음과 같다.
$V_{N_2} = 5 \times \frac{79}{21} = 18.81Sm^3$
이론공기를 사용하면 남는 산소가 없으므로 건조가스는 CO_2와 N_2의 합이다.

계산 과정

1. 프로판 $1Sm^3$에서 이산화탄소 $3Sm^3$가 생성된다.
2. 공기와 함께 유입되는 질소는 $18.81Sm^3$이다.
3. 생성된 수증기 $4Sm^3$는 건조가스에서 제외한다.
4. 따라서 이론 건조가스량은 다음과 같다.

$V_{dry} = 3 + 18.81 = 21.81Sm^3$
소수점 첫째 자리에서 반올림하면 $22Sm^3$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과를 소수점 첫째 자리에서 반올림하면 $22Sm^3$이므로 옳다.
② X — $26Sm^3$은 수증기 $4Sm^3$까지 더한 습윤가스량 $25.81Sm^3$을 반올림한 값이다. 건조가스량으로는 26이 아니라 $22Sm^3$가 옳다.
③ X — CO_2와 공기 중 N_2의 합은 $21.81Sm^3$이므로 30이 아니다. 올바른 값은 반올림한 $22Sm^3$이다.
④ X — 이론공기 조건에서는 잔류 산소가 없고 건조가스는 CO_2와 N_2만 합산하므로 46이 아니다. 올바른 값은 $22Sm^3$이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 완전연소로 생긴 수증기까지 배출가스에 포함하는 것이다. 수증기를 포함하면 습윤가스량이 약 $26Sm^3$가 되지만, 건조가스량에서는 반드시 제외한다. 또한 산소 21%에 대응하는 질소 비율은 79/21로 계산한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연소반응식으로 산소 요구량과 CO_2, H_2O 생성량을 구한 뒤, 공기의 N_2/O_2 비로 질소량을 계산한다. 마지막에 건조 기준이면 H_2O를 제외하고 반올림 위치를 확인한다.

암기 포인트

이론 건조가스는 $CO_2 + N_2$이고, 수증기와 잔류 산소는 포함하지 않는다.

NoteBase

문 20. 어떤 도시에서 분진의 농도를 측정하기 위하여 공기를 0.15m/s의 속도로 10시간 동안 여과시켰다. 그 결과 깨끗한 여과지에 비해 사용된 여과지의 빛 전달률이 50%였다면 1,000m당 헤이즈계수(Coh, Coefficient of Haze)는 얼마인가?(단, log2 = 0.3)

① 약 2.24

② 약 3.89

③ 약 4.44

④ 약 5.56

정답 4번

출제 포인트

공기의 여과 길이와 여과지의 빛 전달률을 이용하여 1,000m당 헤이즈계수(Coh)를 구하는 문제이다.

조건 정리

공기 속도: $0.15m/s$
여과 시간: $10h = 36{,}000s$
사용 여과지의 빛 전달률: 깨끗한 여과지의 50%
구해야 할 값: 1,000m당 Coh

사용할 공식

여과한 공기의 길이를 L, 깨끗한 여과지와 사용한 여과지의 빛 전달량을 각각 I_0, I라 하면

$$L = vt$$
$$Coh = \frac{100\log(I_0/I)}{L/1{,}000}$$

Coh는 시료 공기를 통과시킨 뒤 감소한 빛 전달량을 상용로그로 나타내고, 이를 공기 길이 1,000m 기준으로 환산한 값이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 여과한 공기의 길이를 구한다.
$L = 0.15 \times (10 \times 3{,}600) = 5{,}400m$

2. 사용 여과지의 빛 전달률이 50%이므로 $I/I_0 = 0.5$, 즉 $I_0/I = 2$이다.

3. $1{,}000m$당 Coh를 계산한다.
$Coh = \frac{100\log 2}{5{,}400/1{,}000} = \frac{100 \times 0.3}{5.4} = 5.555\cdots \approx 5.56$

선지 판단

① X — 약 2.24는 계산식 $100\log 2/(5{,}400/1{,}000)$의 결과가 아니다. 올바른 값은 약 5.56이다.
② X — 약 3.89는 여과 길이 $5{,}400m$를 $1{,}000m$ 기준으로 환산한 결과와 일치하지 않는다. 올바른 값은 약 5.56이다.
③ X — 약 4.44는 $100\log 2 = 30$을 길이비 5.4로 나눈 값이 아니다. 올바른 값은 약 5.56이다.
④ O — $30/5.4 = 5.555\cdots$이므로 약 5.56과 일치한다.

오답 포인트

속도에 시간을 곱할 때 $10h$를 $36{,}000s$로 바꾸어야 한다. 또한 빛 전달률이 50%라는 조건에서는 로그항이 $\log(I_0/I) = \log 2 = 0.3$이 되며, 마지막에 전체 길이 $5{,}400m$를 $1{,}000m$ 기준으로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 속도와 시간을 같은 단위로 맞추어 공기 길이 $L = vt$를 구한다. 다음으로 빛 전달률에서 I_0/I를 정하고, $100\log(I_0/I)$를 전체 길이의 $1{,}000m$ 배수로 나누어 판단한다.

암기 포인트

Coh 계산의 순서는 '공기 길이 vt → 투과율의 역비 I_0/I → 기준 길이 환산'이다.

NoteBase