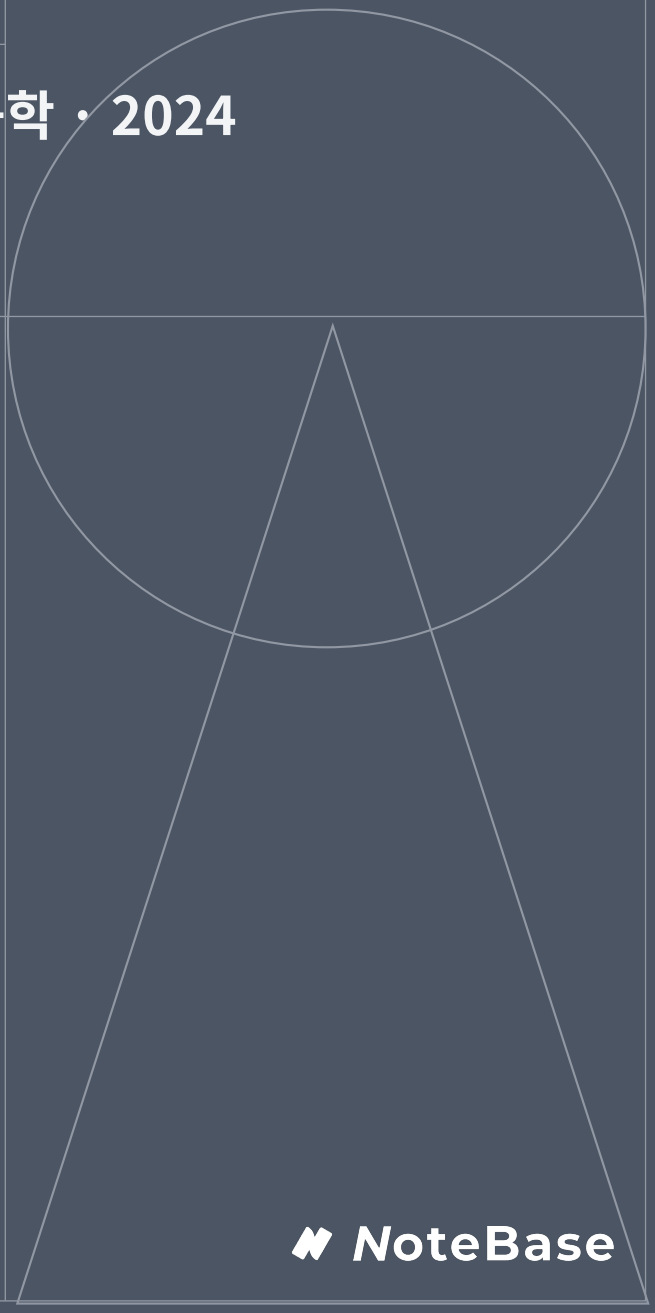
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2024

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2024

1. 무게가 10.00 g인 필터를 장착한 공기시료 채취 장치로 10시간 동안 공기를 샘플링하였을 때, 미세먼지가 포집된 필터의 무게가 10.01 g이었다면, 공기 중 미세먼지 농도($\mu g/m^3$)로 가장 적절한 것은? (단, 샘플링 시작과 끝의 공기유량(L/시간)은 각각 4000과 6000이었다.)

① 0.1 ② 0.2
③ 100 ④ 200

정답 4번

출제 포인트

필터의 질량 증가량을 포집된 미세먼지 질량으로 보고, 변하는 유량의 평균으로 총 흡인 공기 부피를 구한 뒤 질량을 부피로 나누는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 필터 질량은 10.00g에서 10.01g으로 증가하고, 샘플링 시간은 10h이다. 시작 유량은 4,000L/h, 종료 유량은 6,000L/h이다.
구해야 할 값: 공기 중 미세먼지 농도 $\mu g/m^3$이다.
주의할 조건: 질량은 g에서 μg으로, 공기 부피는 L에서 m^3으로 환산한다.

사용할 공식

평균 유량과 농도는 다음과 같이 구한다.
$Q_{avg} = \frac{Q_{start} + Q_{end}}{2}$
$V = Q_{avg} t$
$C = \frac{\Delta m}{V}$
샘플링 중 유량이 시작값에서 종료값까지 일정하게 변하는 경우 산술평균 유량으로 전체 흡인 부피를 구할 수 있기 때문에 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 포집된 미세먼지 질량을 구한다.

$\Delta m = 10.01 - 10.00 = 0.01g = 10{,}000\mu g$

2. 평균 유량을 구한다.

$Q_{avg} = \frac{4{,}000 + 6{,}000}{2} = 5{,}000L/h$

3. 10시간 동안의 총 흡인 부피를 구한다.

$V = 5{,}000L/h \times 10h = 50{,}000L = 50m^3$

4. 미세먼지 농도를 계산한다.

$C = \frac{10{,}000\mu g}{50m^3} = 200\mu g/m^3$

선지 판단

① X — $0.1\mu g/m^3$은 계산 결과인 $200\mu g/m^3$과 다르다. 틀린 값 0.1은 올바르게는 200이다.
② X — $0.2\mu g/m^3$은 질량과 부피의 단위를 일관되게 환산한 결과가 아니다. 틀린 값 0.2는 올바르게는 200이다.
③ X — $100\mu g/m^3$은 계산 결과의 절반이다. 틀린 값 100은 올바르게는 200이다.
④ O — 총 포집 질량 $10{,}000\mu g$을 총 흡인 부피 $50m^3$로 나누면 $200\mu g/m^3$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 $0.01g$을 그대로 부피로 나누거나 $50{,}000L$를 $50m^3$로 바꾸지 않는 단위 환산 오류이다. 또한 시작 유량이나 종료 유량 하나만 쓰지 않고 평균 유량 $5{,}000L/h$을 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

필터 포집 농도 문제는 질량 증가량 계산 → 평균 유량 계산 → 총 흡인 부피 계산 → 질량과 부피의 단위 통일 → 농도 계산 순서로 판단한다.

암기 포인트

포집 농도는 '필터의 질량 증가량 ÷ 총 흡인 공기 부피'이며, 유량이 변하면 평균 유량에 시간을 곱해 총 부피를 구한다.

NoteBase

2. 다음 중 국내 대기환경기준에서의 항목과 측정 방법의 연결이 가장 적절하지 않은 것은?
① 이산화질소(NO_2) - 화학발광법
② 일산화탄소(CO) - 비분산적외선분석법
③ 오존(O_3) - 자외선광도법
④ 초미세먼지($PM_{2.5}$) - 베타선 흡수법

정답 4번

출제 포인트

국내 대기환경기준의 오염물질별 측정방법을 정확히 연결하는 문제이다. 특히 입자상 물질인 미세먼지와 초미세먼지의 측정방법을 구분해야 한다.

핵심 개념

NO_2는 화학반응에서 발생하는 빛의 세기를 이용하는 화학발광법으로 측정한다.
CO는 적외선 흡수 특성을 이용하는 비분산적외선분석법으로 측정한다.
O_3는 자외선 흡수 정도를 이용하는 자외선광도법으로 측정한다.
PM_{10}은 베타선 흡수법, $PM_{2.5}$는 중량농도법 또는 이에 준하는 자동측정법으로 연결한다.

선지별 해설

① O — 이산화질소(NO_2)와 화학발광법의 연결은 적절하다. 화학반응으로 생기는 발광의 세기를 측정하여 질소산화물 농도를 구한다.
② O — 일산화탄소(CO)와 비분산적외선분석법의 연결은 적절하다. CO가 특정 파장의 적외선을 흡수하는 성질을 이용한다.
③ O — 오존(O_3)과 자외선광도법의 연결은 적절하다. 오존의 자외선 흡수 정도로 농도를 측정한다.
④ X — 틀린 표현은 '초미세먼지($PM_{2.5}$)—베타선 흡수법'이다. 올바르게는 '초미세먼지($PM_{2.5}$)—중량농도법 또는 이에 준하는 자동측정법'이다. 베타선 흡수법은 국내 대기환경기준에서 미세먼지(PM_{10})와 연결된다.

오답 포인트

④의 '베타선 흡수법'은 먼지 측정에 실제로 쓰이는 방법이어서 초미세먼지에도 그대로 연결하기 쉽다. 그러나 시험에서 묻는 국내 대기환경기준의 표준 연결은 PM_{10}—베타선 흡수법, $PM_{2.5}$—중량농도법 또는 이에 준하는 자동측정법이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 가스상 물질은 고유한 광학·화학 원리로 연결하고, 입자상 물질은 입경별 기준 측정방법을 따로 확인한다. NO_2—화학발광, CO—비분산적외선, O_3—자외선광도, PM_{10}—베타선 흡수, $PM_{2.5}$—중량농도의 짝으로 판단한다.

암기 포인트

질소는 발광, CO는 적외선, 오존은 자외선, 큰 먼지 PM_{10}은 베타선, 작은 먼지 $PM_{2.5}$는 중량으로 연결한다.

NoteBase

3. 다음 중 소각시설에서의 폐기물 발열량과 강열감량의 정의 또는 특징에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 강열감량이 높을수록 소각제의 연소 상태는 좋은 것이다.
② 발열량은 폐기물 1 kg을 완전 연소시킬 때 발생하는 열량이다.
③ 회분식 소각로에서의 소각재의 강열감량 기준치는 15 % 이하이다.
④ 저위발열량은 고위발열량에서 수분의 응축열을 뺀 나머지 열량이다.

정답 1번

출제 포인트

폐기물의 발열량과 소각재의 강열감량이 뜻하는 바를 구분하고, 강열감량과 연소 상태의 관계를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

발열량: 폐기물 단위 질량을 완전 연소시킬 때 발생하는 열량이다.
강열감량: 건조한 소각재를 강하게 가열했을 때 감소한 질량의 비율로, 소각재에 남은 미연소 가연분의 정도를 나타낸다. 강열감량이 낮을수록 완전연소에 가깝고 연소 상태가 양호하다.
고위발열량과 저위발열량: 고위발열량은 연소로 생긴 수증기가 응축할 때의 잠열까지 포함하지만, 저위발열량은 그 잠열을 제외한다.

선지별 해설

① X - '강열감량이 높을수록 연소 상태가 좋다'는 부분이 틀리다. 강열감량이 높다는 것은 소각재에 미연소 가연분이 많이 남았다는 뜻이다. 올바르게는 강열감량이 낮을수록 소각재의 연소 상태가 좋다.
② O - 발열량은 폐기물 1kg을 완전 연소시킬 때 발생하는 열량을 말한다.
③ O - 회분식 소각로의 소각재 강열감량 기준은 15퍼센트 이하이다. 기준 이하로 관리한다는 것은 소각 후 남은 미연소분을 제한한다는 뜻이다.
④ O - 저위발열량은 고위발열량에서 연소 과정에서 생성된 수분이 수증기 상태로 빠져나가면서 회수하지 못하는 응축잠열을 뺀 열량이다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '높을수록'이 함정이다. 강열감량은 연소된 양이 아니라 소각재에 남아 있다가 추가 가열로 감소하는 미연소분의 지표이므로, 값이 높으면 연소 상태가 나쁜 것이다.

다시 나오면 이렇게 판단

강열감량은 소각재 속 미연소분의 지표로 판단한다. 따라서 강열감량은 낮을수록 좋고, 발열량은 완전연소 시 발생열량이며, 저위발열량은 고위발열량에서 수증기의 응축잠열을 제외한 값이다.

암기 포인트

강열감량은 낮을수록 완전연소, 저위발열량은 고위발열량에서 수분의 응축잠열을 뺀 값이다.

NoteBase

4. 다음 중 음향파워(W)가 0.1W인 어떤 자동차의 경적소리에 해당하는 음향파워레벨(PWL, dB) 값으로 가장 적절한 것은? (단, 기준음향파워(W_0)는 10^{-12} W이다.)

① 110 ② 120

③ 130 ④ 140

정답 1번

출제 포인트

음향파워와 기준음향파워의 비에 상용로그를 취해 음향파워레벨을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 음향파워: $W = 0.1\text{W} = 10^{-1}\text{W}$

기준음향파워: $W_0 = 10^{-12}\text{W}$

구해야 할 값: 음향파워레벨 L_W [dB]

주의할 조건: 음향파워의 비에 상용로그를 취한다.

사용할 공식

$L_W = 10\log_{10}\left(\frac{W}{W_0}\right)$

음향파워레벨은 주어진 음향파워가 기준음향파워의 몇 배인지를 로그 척도로 나타내므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 음향파워의 비를 계산한다.

$\frac{W}{W_0} = \frac{10^{-1}}{10^{-12}} = 10^{11}$

2. 공식에 대입한다.

$L_W = 10\log_{10}(10^{11}) = 10 \times 11 = 110\text{dB}$

따라서 자동차 경적소리의 음향파워레벨은 110dB이다.

NoteBase

선지 판단

① O
- 계산 결과가 110dB이므로 옳다.

② X
- 120dB는 계산 결과와 다르다. 이 값은 음향파워를 1W로 보았을 때의 값이며, 주어진 0.1W에 맞는 값은 110dB이다.

③ X
- 130dB는 계산 결과와 다르다. 이 값은 음향파워가 10W일 때의 값이며, 주어진 조건에서는 110dB로 고쳐야 한다.

④ X
- 140dB는 계산 결과와 다르다. 이 값은 음향파워가 100W일 때의 값이며, 주어진 조건에서는 110dB로 고쳐야 한다.

오답 포인트

$0.1 = 10^{-1}$을 빠뜨리고 $W = 1\text{W}$로 계산하면 ②의 120dB를 고르게 된다. 지수 계산은 $(-1) - (-12) = 11$이며, 음향파워가 10배가 될 때 음향파워레벨은 10dB씩 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 W/W_0를 10의 거듭제곱으로 정리한 뒤 그 지수에 10을 곱한다. 마지막으로 음향파워가 10배 변할 때 레벨이 10dB 변하는지 검산한다.

암기 포인트

음향파워레벨은 $L_W = 10\log_{10}(W/W_0)$이며, 음향파워 10배 증가는 $+10\text{dB}$이다.

NoteBase

5. 다음 중 폐기물관리법에서의 지정 폐기물의 판정 기준에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 특정시설에서 발생되는 오니류는 수분함량이 95% 미만이거나 고형물 함량이 5% 이상인 것으로 한다.
② 폴리클로리네이티드비페닐(PCB)을 함유한 액체상태의 폐기물은 PCB를 1L당 2mg 이상 함유한 것으로 한정한다.
③ 유해물질을 함유한 폐흡착제 및 폐흡수제에서 광물류, 동물류 및 식물류의 정제에 사용된 폐토사는 제외한다.
④ 유해물질 함유 분진은 대기오염 방지시설에서 포집된 것으로 한정하며, 소각시설에서 발생되는 것은 제외한다.

정답 3번

쟁점

이 문제는 「폐기물관리법 시행령」상 지정폐기물의 종류와 판정 기준에 관한 문제이다. 핵심은 유해성이 큰 폐기물을 지정폐기물에 포함하는 기준과 각 항목의 포함·제외 범위를 구별하는 것이다.

용어 풀이

지정폐기물은 사업장폐기물 중 폐유·폐산 등 주변 환경을 오염시킬 수 있거나 의료폐기물처럼 인체에 위해를 줄 수 있어 특별한 관리가 필요한 폐기물이다.

핵심 구분

「폐기물관리법 시행령」 제3조 및 별표 1은 지정폐기물의 종류를 정한다. 특정시설 발생 오니류의 수분·고형물 기준, 액체상태 PCB 함유 폐기물의 농도 기준, 유해물질 함유 폐흡착제·폐흡수제의 포함 범위, 유해물질 함유 분진의 발생시설 예외를 각각 구분해야 한다. 특히 광물유·동물유 및 식물유의 정제에 사용된 폐토사는 폐흡착제·폐흡수제 범위에 포함한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- 특정시설에서 발생되는 오니류는 수분함량이 95퍼센트 미만이거나 고형물함량이 5퍼센트 이상인 것으로 한정한다. 별표 1의 수분·고형물 판정 기준과 일치한다.

② O
- 액체상태의 폴리클로리네이티드비페닐(PCB) 함유 폐기물은 PCB를 2*mg/L* 이상 함유한 것으로 한정한다. 제시된 농도 기준이 맞다.

③ X
- 유해물질을 함유한 폐흡착제 및 폐흡수제에는 광물유·동물유 및 식물유의 정제에 사용된 폐토사가 포함된다. 선지는 포함 대상을 반대로 제외한다고 하였으므로 틀리다.
- 틀린 표현: 광물유·동물유 및 식물유의 정제에 사용된 폐토사는 제외한다.
- 올바른 표현: 광물유·동물유 및 식물유의 정제에 사용된 폐토사를 포함한다.

④ O
- 유해물질 함유 분진은 대기오염 방지시설에서 포집된 것으로 한정하되, 소각시설에서 발생되는 것은 제외한다. 소각시설 발생물은 별도의 소각재 항목으로 구분된다.

오답 포인트

③의 '제외한다'는 말을 보고 폐식용유 관련 예외와 혼동하기 쉽다. 별표 1은 광물유·동물유 및 식물유의 정제에 사용된 폐토사를 폐흡착제·폐흡수제에 포함하고, 괄호 안에서 폐식용유를 별도로 제외한다.

다시 나오면 이렇게 판단

지정폐기물 선지는 먼저 종류별 수치 기준을 확인하고, 이어 괄호 속 '포함한다'와 '제외한다'의 대상을 정확히 대조한다. 폐흡착제·폐흡수제에서는 정제에 사용된 폐토사는 포함된다는 점으로 ③을 판단한다.

암기 포인트

오니는 수분 95퍼센트 미만 또는 고형물 5퍼센트 이상, 액상 PCB는 2*mg/L* 이상, 정제용 폐토사는 폐흡착제·폐흡수제에 포함이다.

NoteBase

6. 다음 중 집진장치에서 입자상물질의 제거에 이용하는 주요 작동 원리에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 사이클론 집진기는 Stokes 법칙을 이용한다.
② 세정집진기는 입자와 액적의 접촉을 이용한다.
③ 전기집진기는 입자의 대전과 이동을 이용한다.
④ 여과집진기는 입자의 차단과 관성충돌의 원리를 이용한다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 집진장치별 입자상물질 제거 원리를 구별하는 문제이다. '적절하지 않은 것'을 묻고 있으므로 장치와 원리가 잘못 연결된 선지를 찾는다.

핵심 개념

사이클론 집진기: 회전 기류에서 생기는 원심력과 입자의 관성을 이용해 입자를 기체 흐름에서 분리한다.
세정집진기: 입자와 액적을 접촉시켜 충돌·포집한 뒤 제거한다.
전기집진기: 입자를 대전시키고 전기장 속에서 집진극으로 이동시켜 포집한다.
여과집진기: 함진가스를 여재에 통과시키면서 차단, 관성충돌 등의 작용으로 입자를 붙잡는다.

선지별 해설

① X — 사이클론 집진기의 주요 원리를 'Stokes 법칙'이라고 한 부분이 틀렸다. 올바르게는 회전 기류에 의한 원심력과 입자의 관성을 이용하여 입자를 분리한다고 해야 한다. Stokes 법칙은 작은 입자의 유체 내 침강속도를 설명할 때 주로 활용된다.
② O — 세정집진기는 입자와 액적을 접촉시켜 입자를 액적에 포집하므로 적절한 설명이다.
③ O — 전기집진기는 입자를 전기적으로 대전한 뒤 전기장에 의해 집진극으로 이동시켜 제거하므로 적절한 설명이다.
④ O — 여과집진기에서는 입자가 여재의 섬유나 이미 쌓인 먼지층에 차단되고, 관성 때문에 유선을 따르지 못해 충돌·포집되므로 적절한 설명이다.

오답 포인트

①의 'Stokes 법칙'은 입자의 침강과 관련된 익숙한 표현이어서 사이클론의 원리로 착각하기 쉽다. 그러나 사이클론의 대표 키워드는 원심력과 관성이고, Stokes 법칙은 주로 중력침강을 설명하는 데 연결된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

장치 이름을 대표 작용과 연결한다. 사이클론은 원심력, 세정은 액적과의 접촉, 전기는 대전과 전기장 이동, 여과는 여재에서의 차단·관성충돌로 판단한다.

암기 포인트

사이클론-원심력, 세정-액적 접촉, 전기-대전·이동, 여과-차단·충돌이다.

NoteBase

7. 다음 중 질산화 반응의 특성에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 암모니아를 아질산염으로 변형시키는 박테리아는 Nitrosomonas이다.

② 1몰의 아질산염을 1몰의 질산으로 산화시키는 데에는 0.5몰의 산소 분자가 소모된다.

③ 암모니아가 질산염으로 완전히 산화되는 경우 질소 원자가 줄 수 있는 전자의 수는 8개이다.

④ 질산화 박테리아는 동화작용에 필요한 에너지를 얻기 위해 환원성 무기물질을 이용한다.

정답 4번

출제 포인트

질산화의 단계별 미생물, 산소 요구량, 질소의 산화수 변화와 질산화 박테리아의 에너지 획득·탄소 동화 방식을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

질산화는 암모니아성 질소가 아질산성 질소를 거쳐 질산성 질소로 산화되는 호기성 과정이다. Nitrosomonas는 암모니아를 아질산염으로 산화하고, 아질산 산화균은 아질산염을 질산염으로 산화한다. 질산화 박테리아는 화학무기영양 독립영양생물로서 환원성 무기물의 산화에서 에너지를 얻는 이화작용과 이산화탄소를 세포 물질로 만드는 동화작용을 구분해야 한다.

선지별 해설

① O — Nitrosomonas는 암모니아를 아질산염으로 산화하는 대표적인 암모니아 산화균이다.

② O — 아질산염의 산화 반응은 $NO_2^- + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NO_3^-$이므로 아질산염 1몰당 산소 분자 0.5몰이 소비된다.

③ O — 암모니아에서 질소의 산화수는 -3이고 질산염에서는 +5이므로, 질소 원자 1개는 완전 산화될 때 전자 8개를 잃는다.

④ 공식 정답은 X로 처리하지만, 문장 자체는 질산화균의 화학무기영양 특성과 부합한다. 질산화균은 암모니아나 아질산염 같은 환원성 무기물을 산화하는 이화작용으로 에너지를 얻고, 그 에너지를 이용하여 이산화탄소를 세포 물질로 동화한다. 따라서 '동화작용에 필요한 에너지를 얻기 위해 환원성 무기물질을 이용한다'는 표현만으로는 부적절하다고 단정하기 어렵고, 공식 정답의 타당성은 별도 확인이 필요하다.

NoteBase

오답 포인트

④의 환원성 무기물 산화는 에너지를 생성하는 이화작용이고, 이산화탄소의 세포 물질 합성은 그 에너지를 사용하는 동화작용이다. 두 작용은 구분되지만 전자가 후자에 필요한 에너지를 공급하므로, ④는 두 작용을 혼동한 진술이라기보다 두 작용의 기능적 관계를 나타낸 문장으로 해석된다. 이에 따라 공식 정답 ④는 문항 또는 정답표의 수동 확인이 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

질산화 선지는 '기질→생성물→미생물→전자·산소 수지'의 순서로 확인한다. 생리 특성을 물으면 환원성 무기물의 산화는 에너지 획득을 위한 이화작용, 이산화탄소의 세포 물질 전환은 동화작용으로 나누어 판단한다.

암기 포인트

암모니아→아질산염은 Nitrosomonas, 아질산염 1몰→질산염에는 산소 0.5몰, 질소 -3→+5에는 전자 8개가 대응한다. 질산화균은 무기물 산화로 에너지를 얻고 이산화탄소를 동화한다.

NoteBase

8. 환경 중 분변오염에 대한 이상적인 지표 미생물의 기준에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은? (단, 예외적인 상황은 고려하지 않는다.)
① 비병원성이어야 한다.
② 환경에서 증식이 잘 되어야한다.
③ 온혈동물의 장내 균에 속해야한다.
④ 병원체 보다 많은 수로 존재해야한다.

정답 2번

출제 포인트

분변오염 지표 미생물의 이상적인 조건을 묻는 문제이다. 지표 미생물은 분변성 병원체의 존재 가능성을 간접적으로 나타내되, 환경에서 자체 증식하여 오염 정도를 과장해서는 안 된다.

핵심 개념

이상적인 분변오염 지표 미생물은 온혈동물의 장내에 정상적으로 존재하고, 병원체보다 수가 많아 검출이 쉬우며, 일반적으로 비병원성이어야 한다. 또한 환경 중에서는 증식하지 않아야 한다. 환경에서 증식하면 검출된 수가 원래의 분변오염량을 반영하지 못하기 때문이다.

선지별 해설

① O — 지표 미생물 자체는 일반적으로 비병원성이어야 검사 과정이 안전하고, 그 검출을 곧바로 해당 미생물에 의한 질병 발생으로 해석하지 않게 된다.

② X — 틀린 표현은 '환경에서 증식이 잘 되어야 한다'이다. 올바르게는 환경에서 증식하지 않아야 한다. 환경 중 증식은 미생물 수를 분변오염과 무관하게 증가시켜 지표의 신뢰성을 떨어뜨린다.

③ O — 분변오염을 나타내려면 온혈동물의 장내 균에 속하여 분변과 함께 배출되는 특성이 있어야 한다.

④ O — 병원체보다 많은 수로 존재해야 낮은 수준의 분변오염도 쉽게 검출할 수 있으므로 이상적인 조건에 해당한다.

오답 포인트

'증식이 잘 된다'는 말이 검출의 용이성과 연결되어 바람직해 보이는 것이 함정이다. 검출이 쉬워야 한다는 조건은 분변 속에서 병원체보다 많이 존재해야 한다는 뜻이지, 배출된 뒤 환경에서 증가해야 한다는 뜻이 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

지표 미생물의 조건은 '분변과 연관되는가, 병원체보다 쉽게 검출되는가, 환경에서 오염량과 무관하게 늘어나지 않는가'의 순서로 판단한다. 환경 자체에서 증식한다는 설명은 실제 분변오염 정도와 지표 수의 대응을 깨뜨리므로 부적절하다.

암기 포인트

장내에 존재하고, 병원체보다 많고, 비병원성이며, 환경에서는 증식하지 않는다.

NoteBase

9. 침전은 입자의 농도와 입자 간의 작용에 따라 구분한다. 다음에 설명하는 침전 현상의 종류로 가장 적절한 것은?

- 침전하는 입자들의 농도가 너무 커서 입자들끼리 구조물을 형성하며, 침전물 자체의 하중에 의해 중력 방향으로 이동하는 침전이다.
- 2차 침전지 하부에서 주로 발생한다.

① 응집침전 ② 압축침전
③ 간섭 · 계면침전 ④ 독립입자침전

정답 2번

출제 포인트

입자 농도와 입자 간 상호작용에 따른 침전 유형을 구분하고, 고농도 슬러지가 자체 하중으로 압축되는 현상을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

독립입자침전은 희박한 현탁액에서 입자가 서로 영향을 주지 않고 개별적으로 침전하는 현상이다.
응집침전은 침전 중 입자들이 서로 결합하여 크기와 침강속도가 증가하는 현상이다.
간섭·계면침전은 입자 농도가 높아 입자들이 서로 방해하면서 하나의 침전층을 이루고 뚜렷한 계면을 유지한 채 침전하는 현상이다.
압축침전은 입자 농도가 매우 높아 입자들이 접촉 구조를 형성하고, 상부 침전물의 하중으로 하부 슬러지가 압축되는 현상이다. 2차 침전지 하부에서 주로 나타난다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 응집침전은 입자들이 침전 중 서로 결합하여 입자의 크기와 침강속도가 증가하는 침전이다. 제시문의 '입자 농도가 너무 커서 구조물을 형성하고 자체 하중으로 이동한다'는 표현과 맞지 않는다. 틀린 표현 '응집침전'은 '압축침전'으로 고쳐야 한다.
② O — 압축침전은 고농도 입자들이 서로 접촉하여 구조를 만들고, 위에 쌓인 침전물의 하중에 의해 하부 슬러지가 압축되는 침전이다. 2차 침전지 하부에서 주로 발생한다는 조건도 일치한다.
③ X — 간섭·계면침전은 고농도 입자들이 상호 간섭하여 침전층과 상등수 사이의 뚜렷한 계면을 유지한 채 집단적으로 침전하는 현상이다. 자체 하중으로 입자 구조가 압축되는 단계는 아니다. 틀린 표현 '간섭·계면침전'은 '압축침전'으로 고쳐야 한다.
④ X — 독립입자침전은 입자 농도가 낮아 입자 간 상호작용 없이 각 입자가 크기와 형상을 거의 유지하며 독립적으로 침전하는 현상이다. 제시문처럼 입자들이 구조물을 형성하지 않는다. 틀린 표현 '독립입자침전'은 '압축침전'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

'입자 농도가 높다'는 말만 보고 ③ 간섭·계면침전을 고르기 쉽다. 그러나 제시문의 결정적 단서는 '입자들이 구조물을 형성한다', '침전물 자체의 하중으로 이동한다', '2차 침전지 하부'이다. 이는 침전층이 단순히 집단 침강하는 단계를 넘어 슬러지 구조가 눌리는 압축침전을 뜻한다.

다시 나오면 이렇게 판단

입자 간 상호작용이 없으면 독립입자침전, 침전 중 입자 크기가 커지면 응집침전, 뚜렷한 계면을 이루며 집단 침강하면 간섭·계면침전, 접촉 구조가 자체 하중으로 눌리면 압축침전으로 판단한다.

암기 포인트

독립은 따로, 응집은 커짐, 계면은 함께, 압축은 하중으로 눌림이다.

NoteBase

10. 다음 중 국내 환경기준에서 하천수와 호소수의 생활환경 기준에 공통적으로 적용되는 기준항목이 아닌 것은?
① 생물학적산소요구량(BOD)
② 총유기탄소량(TOC)
③ 총인(T-P)
④ 부유물질량(SS)

정답 1번

쟁점

이 문제는 하천과 호소의 생활환경 기준에 공통으로 들어가는 수질 항목을 구별하는 문제이다. 핵심은 BOD는 하천에만 적용되고, TOC·T-P·SS는 두 수역에 모두 적용된다는 점이다.

용어 풀이

BOD는 미생물이 물속의 생분해성 유기물을 분해할 때 소비하는 산소량이다. TOC는 물속 유기물에 포함된 탄소의 총량이고, T-P는 물속 인의 총량이며, SS는 물속에 떠 있는 고형물의 양이다.

핵심 구분

환경정책기본법 시행령 별표 1의 수질 및 수생태계 생활환경 기준에서 BOD는 하천 항목에는 있으나 호소 항목에는 없다. 반면 이 문항에 제시된 TOC, T-P, SS는 하천과 호소 양쪽의 기준표에 모두 포함된다. 따라서 공통 적용 항목이 아닌 것은 BOD이다.

선지별 해설

① O(정답) 생물화학적산소요구량(BOD)은 하천의 생활환경 기준 항목이지만 호소의 생활환경 기준 항목은 아니므로 공통 항목이 아니다.
② X 총유기탄소량(TOC)은 하천과 호소의 생활환경 기준에 모두 포함된다. 틀린 판단은 ‘TOC가 공통 항목이 아니다’라는 것이며, 올바르게는 ‘TOC는 공통 항목이다’이다.
③ X 총인(T-P)은 하천과 호소의 생활환경 기준에 모두 포함된다. 틀린 판단은 ‘T-P가 공통 항목이 아니다’라는 것이며, 올바르게는 ‘T-P는 공통 항목이다’이다.
④ X 부유물질량(SS)은 하천과 호소의 생활환경 기준에 모두 포함된다. 틀린 판단은 ‘SS가 공통 항목이 아니다’라는 것이며, 올바르게는 ‘SS는 공통 항목이다’이다.

NoteBase

오답 포인트

호소의 부영양화 관리에서 T-P가 특히 중요하다는 점 때문에 T-P를 호소에만 적용되는 항목으로 오인하기 쉽다. 그러나 T-P는 하천 기준에도 포함되며, 네 선지 가운데 호소 기준에 없는 항목은 BOD이다.

다시 나오면 이렇게 판단

하천·호소 공통 여부를 물으면 각 수역의 생활환경 기준표에 항목명이 모두 있는지를 대조한다. 이 문항의 네 항목은 'BOD는 하천만, TOC·T-P·SS는 공통'으로 구분한다.

암기 포인트

BOD는 하천만, TOC·T-P·SS는 하천과 호소 공통이다.

NoteBase

11. 다음 중 산화수(Oxidation number) 설정 규칙에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① OF_2에서 O의 산화수는 -2이다.
② 홑원소 물질을 구성하는 원자의 산화수는 모두 0이다.
③ 알칼리 금속(1족 금속 원자)의 산화수는 항상 +1이다.
④ 이온결합성 화합물에서 금속원소의 산화수는 항상 양(+)이다.

정답 1번

출제 포인트

산화수의 기본 규칙과 산소의 예외적인 산화수를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

산화수는 화합물에서 결합 전자를 전기음성도가 큰 원자에 모두 배정한다고 가정할 때 각 원자에 주어지는 형식 전하이다.
홑원소 물질을 이루는 원자의 산화수는 0이고, 화합물에서 1족 금속은 보통 +1, 플루오린은 항상 −1이다.
산소는 보통 −2이지만 플루오린과 결합하면 플루오린보다 전기음성도가 작으므로 양의 산화수를 가질 수 있다.

선지별 해설

① X — OF_2에서 플루오린은 각각 −1이므로 중성 분자의 산화수 합이 0이 되려면 산소는 +2이다. 틀린 표현은 'O의 산화수는 −2'이며, 올바르게는 'O의 산화수는 +2'이다.
② O — 홑원소 물질은 한 종류의 원소만으로 이루어지며, 그 물질을 구성하는 원자의 산화수는 모두 0이다.
③ O — 알칼리 금속인 1족 금속은 화합물에서 전자 1개를 잃은 상태로 존재하므로 산화수가 +1이다.
④ O — 이온결합성 화합물에서 금속 원소는 전자를 잃어 양이온이 되므로 산화수는 양수이다.

오답 포인트

'산소의 산화수는 항상 −2'라고 기계적으로 적용하는 것이 함정이다. 산소가 플루오린과 결합한 OF_2에서는 플루오린이 −1을 가지므로 산소가 +2가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 홑원소는 0, 화합물의 1족 금속은 +1, 플루오린은 −1을 적용한 뒤 전체 산화수의 합이 중성 분자에서는 0이 되는지 확인한다. 산소가 플루오린과 결합한 경우에는 산소의 일반값 −2를 그대로 적용하지 않는다.

NoteBase

암기 포인트

산소는 보통 −2이지만 OF_2에서는 +2이다. 플루오린의 −1이 우선한다.

NoteBase

12. 다음 중 생태계 내의 생산과 분해에 대한 적절한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 혐기적 호흡의 최종산물은 CH_4, H_2S, NH_3 등이 있다.

② 조류와 남조류의 광합성에서 CO_2는 유기물(CH_2O)로 환원된다.

③ 화학독립영양 세균은 산화된 무기물을 환원시키는 과정에서 에너지를 얻는다.

④ 호흡은 산화과정에서 전자를 받아들이는 수용체의 종류에 따라 혐기적 호흡과 호기적 호흡으로 구분한다.

정답 3번

출제 포인트

생태계의 생산과 분해 과정에서 광합성, 화학독립영양, 호흡을 구분하고 산화·환원의 방향을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

광합성은 빛에너지를 이용하여 CO_2를 환원하고 유기물 (CH_2O)을 합성하는 과정이다.
화학독립영양은 H_2S, NH_3 같은 환원된 무기물을 산화하여 얻은 에너지로 CO_2를 고정하는 영양 방식이다.
호흡은 전자를 최종 전자수용체로 전달하여 에너지를 얻는 과정이며, 최종 전자수용체의 종류에 따라 호기성 호흡과 혐기성 호흡으로 구분한다.

선지별 해설

① O — 혐기적 조건의 유기물 분해에서는 메탄생성, 황산염 환원 및 질소 화합물의 분해 등에 의해 CH_4, H_2S, NH_3 등이 생성될 수 있다.
② O — 조류와 남조류는 광합성에서 CO_2를 환원하여 유기물로 전환하며, 이를 일반식 (CH_2O)으로 나타낼 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '산화된 무기물을 환원시키는 과정'이다. 화학독립영양 세균은 환원된 무기물을 산화시키는 과정에서 에너지를 얻는다고 고쳐야 한다.
④ O — 호기성 호흡은 산소를 최종 전자수용체로 사용하고, 혐기성 호흡은 산소 이외의 물질을 최종 전자수용체로 사용하므로 전자수용체의 종류로 구분할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

③은 '산화된 물질을 환원한다'고 산화·환원의 방향을 뒤집어 놓았다. 화학독립영양 세균이 에너지를 얻는 반응은 환원된 무기물의 산화이고, 그 에너지를 이용한 탄소 동화에서는 CO_2가 환원된다.

다시 나오면 이렇게 판단

에너지원 반응과 탄소 동화 반응을 나누어 판단한다. 화학독립영양 세균은 환원된 무기물을 산화하여 에너지를 얻고, 그 에너지로 CO_2를 환원하여 유기물을 합성한다.

암기 포인트

화학독립영양은 '무기물은 산화, CO_2는 환원'으로 기억한다.

NoteBase

13. 다음 중 1.0 kW의 전기를 공급하여 물탱크 속 10 L의 물을 25 ℃에서 35 ℃로 가열하는데 소요되는 시간(분)으로 가장 적절한 것은? (단, 물속에서 전기 에너지는 100 % 모두 열로 전환되며, 물탱크 자체의 온도를 올리는데 필요한 에너지는 무시하고, 물탱크에서 외부로 소모되는 열은 없는 것으로 가정한다. 물의 비중은 1이며, 비열은 4.2 J/(g·℃)이다)

① 4분 ② 5분
③ 6분 ④ 7분

정답 4번

출제 포인트

물의 온도를 올리는 데 필요한 열량을 구하고, 전력과 에너지의 관계를 이용해 가열 시간을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 전력 $P = 1.0kW = 1{,}000J/s$, 물의 부피 $10L$, 물의 비중 1, 비열 $c = 4.2J/(g \cdot {}^\circ C)$, 온도 변화 $\Delta T = 35 - 25 = 10\,{}^\circ C$이다.
물의 비중이 1이므로 $10L = 10kg = 10{,}000g$이다.
구해야 할 값은 가열 시간이며, 전기에너지가 모두 열로 전환되고 열손실과 물탱크의 열용량은 무시한다.

사용할 공식

필요한 열량은 $Q = mc\Delta T$이고, 전력은 단위 시간당 에너지이므로 $P = \frac{Q}{t}$, $t = \frac{Q}{P}$이다. 물의 질량, 비열, 온도 상승량으로 필요한 열량을 구할 수 있고, 공급 전력이 일정하므로 그 열량을 전력으로 나누어 시간을 구한다.

계산 과정

1. 필요한 열량을 계산한다.
$Q = (10{,}000g)(4.2J/(g \cdot {}^\circ C))(10\,{}^\circ C) = 420{,}000J$
2. 열량을 전력으로 나누어 시간을 구한다.
$t = \frac{420{,}000J}{1{,}000J/s} = 420s$
3. 초를 분으로 바꾼다.
$420s \div 60 = 7min$
따라서 소요 시간은 7분이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 4분은 계산 결과인 7분과 일치하지 않는다. '4분'은 '7분'으로 고쳐야 한다.
② X — 5분은 계산 결과인 7분과 일치하지 않는다. '5분'은 '7분'으로 고쳐야 한다.
③ X — 6분은 계산 결과인 7분과 일치하지 않는다. '6분'은 '7분'으로 고쳐야 한다.
④ O — 필요한 열량은 420,000J이고 1,000J/s로 공급하면 $420s = 7min$이므로 맞는다.
계산 결과가 7분이므로 정답은 ④이다.

오답 포인트

물 10L를 비중 1에 따라 $10kg = 10{,}000g$으로 바꾸어 비열의 질량 단위 g와 맞춰야 한다. 또한 $1.0kW = 1{,}000J/s$이고, 계산된 $420s$를 분으로 환산하려면 60으로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

가열 시간 문제는 질량과 비열의 단위를 먼저 맞춘 뒤 $Q = mc\Delta T$로 열량을 구하고, $t = Q/P$로 시간을 계산한 후 초와 분의 단위를 검산한다.

암기 포인트

가열 시간은 '열량 ÷ 전력'이다: $t = mc\Delta T/P$.

NoteBase

14. 다음 중 기온역전현상에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 기온역전현상이 일어나면 공장에서 발생된 연기는 하강 및 연직운동이 없어 수평적으로 움직인다.

② 기온역전현상이 일어나면 대기오염물질의 확산이 안 되는 상태가 나타나므로 대기 중의 오염물질 농도는 증가한다.

③ 기온역전현상이 일어나면 따뜻한 공기가 상승하고 차가운 공기는 하강하므로 대기는 안정하다.

④ 기온역전현상이 일어나면 대기가 불안정하므로 오염물질의 연직운동이 활발히 일어나 확산이 잘 일어난다.

정답 4번

출제 포인트

기온역전이 발생했을 때 대기의 안정도, 연기의 이동, 오염물질의 수직 확산이 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

기온역전은 고도가 높아질수록 기온이 낮아지는 보통의 상태와 달리, 일정 고도 구간에서 위쪽 공기가 아래쪽 공기보다 따뜻한 상태이다. 아래의 찬 공기가 위의 따뜻한 공기 밑에 놓이면 대기가 안정해져 상승·하강 같은 수직 운동과 수직 혼합이 억제된다. 따라서 지표 부근에서 배출된 오염물질이 위로 잘 퍼지지 못하고 정체되어 농도가 높아질 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 역전층에서는 수직 방향의 대류와 혼합이 억제되므로 공장에서 나온 연기는 위로 퍼지기보다 바람을 따라 주로 수평으로 이동한다.
② O — 기온역전으로 수직 확산이 억제되면 오염물질이 지표 부근에 축적되므로 대기 중 오염물질 농도가 증가할 수 있다.
③ O — 따뜻한 공기는 위쪽에, 찬 공기는 아래쪽에 자리 잡는 안정한 성층이 형성되므로 공기 덩어리의 수직 이동이 억제되고 대기는 안정해진다.
④ X — 틀린 표현은 '대기가 불안정', '연직운동이 활발히 일어나 확산이 잘 일어난다'이다. 올바르게는 기온역전이 일어나면 대기가 안정해지고 연직운동과 수직 확산이 억제되어 오염물질이 지표 부근에 정체된다.

오답 포인트

④는 일반적인 불안정 대기의 특징을 기온역전의 특징처럼 바꾸어 놓았다. 기온역전에서는 위쪽의 따뜻한 공기가 아래쪽 찬 공기의 상승을 막는 덮개처럼 작용하므로 연직운동이 활발해지는 것이 아니라 약해진다.

다시 나오면 이렇게 판단

'아래는 찬 공기, 위는 따뜻한 공기'이면 안정한 성층으로 판단한다. 이어서 수직 운동·수직 혼합·수직 확산은 억제되고, 오염물질은 지표 부근에 정체되어 농도가 증가하는 방향으로 연결한다.

암기 포인트

기온역전은 대기를 안정시키고 수직 확산을 막아 오염물질을 지표 부근에 가둔다.

NoteBase

15. 다음은 대기 안정도에 따른 연기 및 오염물질의 확산을 설명한 것이다. 훈증(Fumigation)형에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 대기상태가 굴뚝의 높이보다 낮게 역전층이 형성되어 있고, 상층은 불안정 상태일 때 발생한다.

② 상층은 침강역전이 하층은 복사역전이 형성되어 굴뚝의 배출지점 상하로 역전층이 형성되었을 때 발생한다.

③ 대기상태가 일출 후 지표가 태양열을 받아 가열되어 굴뚝 하단 일정 높이까지 불안전 대기층이고, 굴뚝높이 위쪽은 역전층이 형성되어 있을 때 발생한다.

④ 대기가 절대적으로 불안정하여 난류가 심할 때 발생하며 이는 상하층 공기의 혼합이 왕성할 때 발생한다.

정답 3번

출제 포인트

훈증형 연기 확산이 나타나는 굴뚝 아래·위 대기의 안정도 배치를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

훈증형은 굴뚝 아래의 대기가 불안정하고 굴뚝 위에는 역전층이 존재하는 상태에서, 연기가 위로 확산하지 못하고 지표 쪽으로 강하게 혼합되는 확산형이다. 주로 일출 후 지표가 가열되어 아래쪽 역전층이 소멸하는 동안 나타나며, 지표 오염농도가 높아질 수 있다.

연기 확산형의 핵심 대비는 다음과 같다. 굴뚝 아래 역전층·위쪽 불안정은 지붕형, 굴뚝 위아래에 역전층이 있으면 갇힘형, 대기가 매우 불안정하면 환상형이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 굴뚝보다 낮은 곳에 역전층이 있고 그 위가 불안정한 배치는 연기가 지표로 내려가지 않고 위쪽으로 퍼지는 지붕형이다. 틀린 표현은 '훈증형'에 해당한다는 부분이며, 올바르게는 '지붕형은 굴뚝 아래에 역전층이 있고 굴뚝 위 대기가 불안정할 때 형성된다'이다.
② X — 위쪽의 침강역전과 아래쪽의 복사역전 사이에 연기가 갇히는 상태는 갇힘형이다. 틀린 표현은 이를 훈증형의 발생 조건으로 본 부분이며, 올바르게는 '갇힘형은 굴뚝 위아래에 역전층이 형성되어 연직 확산이 제한될 때 발생한다'이다.
③ O — 일출 후 지표 가열로 굴뚝 아래쪽 대기가 불안정해지고 굴뚝 위에는 역전층이 남아 있으면, 연기가 위로 빠져나가지 못한 채 아래쪽으로 활발히 혼합되는 훈증형이 발생한다.
④ X — 대기가 매우 불안정하고 난류가 강하면 연기가 위아래로 크게 요동하는 환상형이 나타난다. 틀린 표현은 '훈증형'이며, 올바르게는 '환상형은 대기가 매우 불안정하여 난류 혼합이 강할 때 발생한다'이다.

오답 포인트

③의 '불안정 대기층'만 보고 환상형으로 판단하기 쉽다. 훈증형의 결정 단서는 불안정층 자체가 아니라 '굴뚝 아래는 불안정, 굴뚝 위는 역전층'이라는 상하 배치이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 굴뚝을 기준으로 역전층의 위치를 확인한다. 역전층이 위에 있고 아래가 불안정하면 훈증형, 역전층이 아래에 있고 위가 불안정하면 지붕형, 위아래가 모두 역전층이면 갇힘형, 전체가 매우 불안정하면 환상형으로 판단한다.

암기 포인트

훈증형은 '위는 역전층으로 막히고, 아래는 불안정하여 지표로 섞인다'로 기억한다.

NoteBase

16. 대기오염물질을 배출하는 공장에서 집진장치를 설치하고자 할 때 고려해야 할 사항으로 가장 적절한 것은?

① 여과 집진장치를 사용할 경우 처리 배기온도를 여과포의 내열 온도 이상으로 하여 탈기시킨다.

② 먼지는 겉보기 비중이 클수록 입자의 분리 포집이 어렵고, 또한 재비산현상을 일으키기 쉽다.

③ 입구측의 함진 농도가 클수록 집진율이 커지는 집진장치는 중력집진장치, 관성력집진장치 및 원심력집진장치이다.

④ 먼지는 입경이 클수록 비표면적이 커지므로 부착성이 증가한다.

정답 3번

출제 포인트

집진장치를 선정·운전할 때 처리 가스의 온도, 먼지의 겉보기 비중·입경·함진 농도가 포집성과 재비산에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

여과집진장치는 여과포로 먼지를 걸러 내므로 처리 가스의 온도를 여과포의 내열 온도보다 낮게 유지해야 한다. 먼지의 겉보기 비중과 입경이 클수록 중력·관성력·원심력에 의한 분리가 쉬워지는 반면, 입경이 작을수록 비표면적과 부착성이 커진다. 입구 함진 농도가 높아지면 입자 간 충돌과 응집이 활발해져 기계식 집진장치의 집진율이 커질 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '처리 배기온도를 여과포의 내열 온도 이상으로 하여 탈기시킨다'이다. 내열 온도 이상에서는 여과포가 열로 손상되거나 탈 수 있다. 올바르게는 처리 가스의 온도를 여과포의 내열 온도 이하로 낮춘 뒤 여과집진장치로 보내야 한다.

② X
틀린 표현은 '겉보기 비중이 클수록 입자의 분리 포집이 어렵고 재비산을 일으키기 쉽다'이다. 겉보기 비중이 큰 먼지는 중력과 관성의 영향을 더 크게 받아 분리·포집이 쉬우며, 포집된 뒤에도 재비산되기 어렵다.

③ O
입구 함진 농도가 높으면 입자끼리 충돌·응집하여 유효 입경이 커질 수 있으므로 중력집진장치, 관성력집진장치 및 원심력집진장치의 집진율이 커진다.

④ X
틀린 표현은 '입경이 클수록 비표면적이 커지므로 부착성이 증가한다'이다. 같은 양의 먼지라면 입경이 클수록 단위 질량당 표면적, 즉 비표면적은 작아져 부착성이 감소한다. 올바르게는 입경이 작을수록 비표면적이 커져 부착성이 증가한다.

오답 포인트

①은 '내열 온도 이상'을 안전한 운전 조건처럼 바꾼 함정이다. ②와 ④는 먼지가 크고 무거울수록 분리가 쉬워진다는 관계를 반대로 서술했다. 특히 ④에서는 입경과 비표면적이 반비례한다는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 온도는 여과포의 허용 한도보다 낮아야 하는지 확인한다. 이어 먼지가 크고 무거우면 기계적 분리는 쉬워지고 재비산은 어려워지며, 먼지가 작으면 비표면적과 부착성이 커진다는 관계로 각 선지를 판단한다.

암기 포인트

여과포는 내열 온도 이하, 큰·무거운 먼지는 분리 용이, 작은 먼지는 비표면적·부착성 증가이다.

NoteBase

17. 다음 중 산업폐수처리를 설명한 것과 가장 적절하지 않은 것은?

① 폐수처리장은 폐수 중의 유해물질을 제거·회수하고, 허용 한계 수질(방류수 수질기준)로 처리하는 시설을 말한다.

② 1차처리는 하수 중에 부유하는 물질이나 침강성 물질을 물리적으로 제거하는 방법으로 하수처리장에서 최초침전지까지의 공정을 말한다.

③ 폐수배출시설 규모는 1일 폐수배출량 기준으로 정하며 1종 사업장은 2,000㎥/일 이상이며 5종 사업장은 50㎥/일 미만이다.

④ 산업단지, 농공단지의 공공폐수처리시설로 폐수를 유입하는 사업장은 공공폐수처리시설 처리능력 등을 고려하여 시·도지사의 승인을 받아 고시되는 별도의 배출허용기준을 적용하고 있다.

정답 4번

쟁점

이 문제는 산업폐수의 처리 단계, 폐수배출사업장의 규모 구분, 공공폐수처리시설 유입 사업장에 적용되는 별도 배출허용기준에 관한 문제이다. 핵심은 별도 배출허용기준의 결정·고시 주체를 구별하는 것이다.

용어 풀이

1차처리 = 스크린, 침사지, 침전지 등을 이용하여 폐수 속 부유물질과 침강성 물질을 주로 물리적으로 제거하는 단계이다.

별도 배출허용기준 = 폐수를 공공폐수처리시설 또는 공공하수처리시설로 전량 유입하는 배출시설에 대하여, 그 처리시설이 적정하게 처리할 수 있는 항목에 한정해 일반 기준과 달리 정하여 고시하는 기준이다.

NoteBase

핵심 구분

「물환경보전법」 제32조제9항에 따르면 공공폐수처리시설 또는 공공하수처리시설에 배수설비를 통하여 폐수를 전량 유입하는 배출시설의 별도 배출허용기준은 처리시설에서 적정하게 처리할 수 있는 항목에 한정하여 환경부장관이 정하여 고시한다. 현행법에서는 정부조직 개편에 따라 기후에너지환경부장관으로 명칭이 바뀌었으나, 시·도지사가 승인하여 고시하는 제도는 아니다.
「물환경보전법 시행령」 별표 13은 1종 사업장을 1일 폐수배출량이 $2{,}000m^3$ 이상인 사업장으로, 5종 사업장을 1종부터 4종까지에 해당하지 않는 사업장으로 구분한다. 따라서 5종은 $50m^3$ 미만이다.

선지별 해설

① O
폐수처리장은 폐수에 포함된 오염물질을 제거·회수하여 최종적으로 허용되는 수질 수준에 맞게 처리하는 시설이므로 적절한 설명이다.

② O
1차처리는 부유물질과 침강성 물질을 주로 물리적으로 제거하는 단계이며, 일반적인 하수처리 공정에서는 최초침전지까지를 말하므로 적절하다.

③ O
사업장 규모는 1일 폐수배출량을 기준으로 구분한다. 1종은 2,000 m^3/일 이상이고, 4종은 50 m^3/일 이상 200 m^3/일 미만이므로 5종은 50 m^3/일 미만이다.

④ X
공공폐수처리시설로 폐수를 전량 유입하는 배출시설에 대한 별도 배출허용기준은 처리시설이 적정하게 처리할 수 있는 항목에 한정하여 환경부장관이 정하여 고시한다. 시·도지사의 승인을 받아 고시하는 기준이 아니다.
틀린 표현: '시·도지사의 승인을 받아 고시되는 별도의 배출허용기준'
올바른 표현: '환경부장관이 공공폐수처리시설의 처리능력 등을 고려하여 적정하게 처리할 수 있는 항목에 한정해 정하여 고시하는 별도의 배출허용기준'

오답 포인트

④는 공공폐수처리시설에 폐수를 유입한다는 앞부분 때문에 맞는 문장처럼 보이지만, 별도 배출허용기준의 결정·고시 주체를 '시·도지사'로 바꾼 것이 함정이다. 시·도 조례로 일반 기준보다 엄격한 지역 배출허용기준을 정하는 제도와, 장관이 고시하는 별도 배출허용기준을 혼동하면 안 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

폐수 관련 기준 문제에서는 먼저 ‘일반 배출허용기준’, ‘시·도 조례의 엄격한 기준’, ‘공공처리시설 전량 유입에 대한 별도 기준’을 나누고, 각 기준의 적용 대상과 결정 주체를 확인한다. 사업장 종별은 1일 폐수배출량의 경계값 2,000, 700, 200, 50 m^3/일을 순서대로 대입하여 판단한다.

암기 포인트

사업장 종별 경계는 2,000-700-200-50이고, 공공처리시설 전량 유입의 별도 배출허용기준은 장관 고시이다.

NoteBase

18. 다음 중 우리나라 폐기물 및 폐기물 처리에 대한 설명과 가장 적절하지 않은 것은?

① 폐기물 관리법에 의한 폐기물이란 쓰레기, 연소재, 오니, 폐유, 폐산, 폐알칼리, 동물의 사체 등으로서 사람의 생활이나 사업활동에 필요하지 아니하게 된 물질을 말한다.

② 폐기물 정책 우선 순위는 1) 재이용, 재활용, 에너지 회수(Reuse, Recycle, Energy Recovery), 2) 폐기물의 원천 감량(Prevention, Reduction, Minimization), 3) 폐기물의 전과정평가 (LCA), 4) 발생된 폐기물의 최종처리의 순서이다.

③ 폐기물의 분류는 크게 생활폐기물과 사업장 폐기물로 나누며 사업장 폐기물은 다시 사업장 일반폐기물, 건설폐기물, 지정폐기물로 나눈다.

④ 소각여열을 이용하면 배출업체에서는 폐기물 처리 비용을 절감하고, 소각업체에서는 스팀 사용시설을 운영함으로써 연료비와 시설 운영비를 절감하고, 난방으로 활용 시 지역 주민에게는 난방비 절감에 도움을 줄 수 있다.

정답 2번

쟁점

이 문제는 폐기물의 법적 정의와 분류, 폐기물 관리의 우선순위, 소각여열 이용 효과를 구별하는 문제이다. 핵심은 폐기물 정책이 사후처리보다 발생 억제와 순환이용을 먼저 고려한다는 점이다.

용어 풀이

폐기물 관리 우선순위 = 폐기물을 어떻게 다룰지 정할 때 환경 부담이 작은 방법부터 적용하는 순서이다.
전과정평가(LCA) = 제품이나 공정의 원료 취득부터 생산·사용·폐기까지 전 과정의 환경영향을 평가하는 방법이다.
소각여열 = 폐기물을 소각할 때 발생하여 회수할 수 있는 열에너지이다.

NoteBase

핵심 구분

폐기물관리법상 폐기물은 쓰레기·연소재·오니·폐유·폐산·폐알칼리·동물의 사체 등 사람의 생활이나 사업활동에 필요하지 않게 된 물질이다. 폐기물은 발생원을 기준으로 생활폐기물과 사업장폐기물로 크게 구분한다.
2024년 시행 순환경제사회 전환 촉진법 제3조의 기본원칙은 발생 최소화와 순환이용을 우선하고, 발생한 폐기물은 재사용, 재생이용, 에너지회수, 적정 처분의 흐름으로 관리한다. 현행 규정도 이 순서를 유지한다.
전과정평가는 환경영향을 비교·평가하는 수단이지 이 처리 단계들 사이에 들어가는 독립된 우선순위 단계가 아니다.

선지별 해설

① O
폐기물관리법의 폐기물 정의를 옳게 설명한다. 열거된 물질 자체만으로 결정하는 것이 아니라 사람의 생활이나 사업활동에 필요하지 않게 되었는지가 핵심이다.

② X
발생 억제·원천 감량보다 재이용·재활용·에너지회수를 먼저 놓았고, 전과정평가를 처리 우선순위의 한 단계로 넣은 점이 잘못되었다.
틀린 표현: '1) 재이용·재활용·에너지 회수 → 2) 원천 감량 → 3) 전과정평가 → 4) 최종처리'
올바른 표현: '발생 억제·원천 감량 → 재사용 → 재생이용·재활용 → 에너지회수 → 최종적인 적정 처분'의 순서로 이해하며, 전과정평가는 각 대안의 환경영향을 판단하는 평가 수단이다.

③ O
폐기물은 크게 생활폐기물과 사업장폐기물로 구분하며, 사업장폐기물은 일반적으로 사업장일반폐기물·건설폐기물·지정폐기물로 세분하여 관리한다.

④ O
소각여열을 회수하면 소각시설은 증기나 열을 자체 공정에 사용하여 연료비와 시설 운영비를 줄이거나 지역난방에 공급할 수 있다. 열 판매·공급으로 폐기물 처리의 경제성이 높아져 배출 측의 처리비 부담과 지역주민의 난방비 절감에도 기여할 수 있다.

오답 포인트

②의 영어 용어가 나열된 순서를 정답처럼 보이게 하는 것이 함정이다. 원천 감량은 폐기물이 생긴 뒤의 재이용·재활용보다 앞서며, LCA는 처리 방법이 아니라 환경영향 평가 도구이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

폐기물 정책 순서 문제에서는 먼저 '발생 자체를 줄이는가'를 확인하고, 그다음
재사용·재활용·에너지회수·최종처분 순으로 내려간다. LCA처럼 분석·평가하는 도구가 처리 단계 사이에 들어가 있으면 우선순위와 평가 수단을 혼동한 선지로 판단한다.

암기 포인트

먼저 덜 만들고, 다시 쓰고, 재활용하고, 에너지를 회수한 뒤, 마지막에 처분한다. LCA는 순서가 아니라 평가 도구이다.

NoteBase

19. 다음은 호수 내에 일어나는 어떤 현상을 설명한 것이다. 발생되는 현상과 발생하는 계절이 가장 적절한 것은?

- 심수층에 축적되었던 물질들이 부유하여 호소 내의 수질이 비교적 균등해진다.
- 심수층의 영양염류가 상승하여 호소에 확산되면 표층에 규조류가 번성하여 부영양화 현상이 나타난다.
- 조류의 대량번식으로 인하여 탁도가 증가하고 물의 이·취미를 유발한다.
- 이러한 현상이 일어나면 상수원의 취수심도에 영향을 끼치고 여과지의 폐색현상이 일어난다.

① 전도현상 / 봄, 가을
② 성층현상 / 여름, 겨울
③ 전도현상 / 여름, 가을
④ 전도현상 / 봄, 겨울

정답 1번

출제 포인트

호수의 상층수와 심층수가 섞이는 전도현상의 특징과 발생 계절을 성층현상과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전도현상: 수온 변화로 상층수와 심층수의 밀도 차이가 작아져 호수 전체의 물이 순환·혼합되는 현상이다. 온대 지역의 호수에서는 주로 봄과 가을에 발생한다.
성층현상: 수온과 밀도 차이로 표수층과 심수층이 나뉘어 층 사이의 혼합이 억제되는 현상이다. 여름에는 뚜렷한 수온성층이, 겨울에는 역성층이 형성될 수 있다.
전도가 일어나면 심층에 축적된 영양염류가 표층으로 이동할 수 있어 조류 증식, 맛·냄새 문제, 취수 및 여과 장애로 이어질 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 제시문은 심층의 영양염류가 호수 전체로 확산되는 전도현상을 설명한다. 전도현상은 수직 수온 차가 작아지는 봄과 가을에 주로 일어나므로 현상과 계절이 모두 옳다.
② X — 틀린 표현은 '성층현상 / 여름, 겨울'이다. 성층현상에서는 층 사이의 혼합이 억제되므로 제시문의 호수 전체 순환을 설명하지 못한다. 올바르게는 '전도현상 / 봄, 가을'이다.
③ X — 현상명 '전도현상'은 맞지만 발생 계절 '여름, 가을'에서 여름이 틀렸다. 여름에는 일반적으로 수온성층이 발달하며, 올바르게는 '전도현상 / 봄, 가을'이다.
④ X — 현상명 '전도현상'과 봄은 맞지만 계절 '봄, 겨울'에서 겨울이 틀렸다. 겨울에는 역성층이 형성될 수 있으며, 올바르게는 '전도현상 / 봄, 가을'이다.

오답 포인트

제시문에 조류의 대량 번식이 나오므로 여름을 떠올리기 쉽지만, 판단 기준은 조류 자체가 아니라 '심층의 영양염류가 상승하여 호수 전체가 혼합된다'는 표현이다. 이는 성층이 아니라 전도이며, 계절은 봄과 가을이다.

다시 나오면 이렇게 판단

상층수와 심층수의 혼합·순환이 강조되면 전도현상, 층의 분리와 혼합 억제가 강조되면 성층현상으로 판단한다. 온대 호수의 계절 대응은 '봄·가을 전도, 여름 수온성층, 겨울 역성층'이다.

암기 포인트

봄·가을에는 위아래가 섞이는 전도, 여름·겨울에는 층이 나뉘는 성층이다.

NoteBase

20. 다음 중 도시의 하수도시설에 관한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 오수관거는 계획시간 최대오수량을 기준으로 계획하고, 합류식관거는 계획시간 최대오수량에 계획우수량을 합한 것을 기준으로 한다.

② 하수도시설의 목적은 우수를 신속하게 배출시킴으로써 재해를 예방하고, 도시생활에서 배출되는 폐수를 처리하여 공공수역의 수질보전과 건전한 물순환에 있다.

③ 하수도계획의 목표연도는 10년을 원칙으로 하고, 계획우수량 산정시 고려하는 확률년수는 원칙적으로 5~7년으로 한다.

④ 분류식하수관거는 오수배제계획을 포함하여 세워야 하며, 시공시 오수관거는 대구경 관거를 매설하므로 작업이 용이하다는 이점이 있다.

정답 1번

출제 포인트

도시 하수도계획에서 배제 방식별 계획하수량, 계획 목표연도와 설계강우 확률년수, 분류식 관로의 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

오수관거는 생활하수 등 오수만 운반하므로 계획시간최대오수량을 기준으로 한다. 합류식관거는 오수와 우수를 한 관로로 운반하므로 계획시간최대오수량과 계획우수량을 함께 고려한다. 분류식은 오수관거와 우수관거를 따로 설치하며, 일반적으로 많은 빗물을 운반하는 우수관거의 관경이 더 크다. 하수도계획의 목표연도는 원칙적으로 20년이고, 계획우수량 산정에 적용하는 확률년수는 원칙적으로 10~30년이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 오수관거는 계획시간최대오수량을 기준으로 하고, 합류식관거는 오수와 우수를 함께 배제하므로 계획시간최대오수량에 계획우수량을 합한 계획하수량을 기준으로 한다.

② 공식 채점상 X — 이 문장은 우수의 신속한 배출을 재해 예방과 연결하고, 도시생활에서 배출되는 폐수의 처리를 공공수역의 수질 보전 및 건전한 물순환과 연결하여 병렬로 서술한다. 원문에는 우수의 신속 배출만을 유일한 목적으로 한정하는 표현이 없으므로, 제시된 문장만으로는 명백히 틀린 어구를 특정하기 어렵다. 공식 정답은 ①로 유지하되 ②의 적절성은 정답 수동 확인이 필요하다.

③ X — '목표연도는 10년', '확률년수는 5~7년'이 모두 틀렸다. 올바르게는 하수도계획의 목표연도는 원칙적으로 20년이고, 계획우수량 산정에 고려하는 확률년수는 원칙적으로 10~30년이다.

④ X — '오수관거는 대구경 관거를 매설하므로 작업이 용이하다'가 틀렸다. 분류식은 오수배제계획과 우수배제계획을 구분하여 세우며, 일반적으로 우수관거가 오수관거보다 대구경이므로 오수관거가 대구경이라는 설명은 반대이다.

출제자가 노린 함정

①의 '오수관거'와 '합류식관거'를 빠르게 읽어 우수관거로 착각하기 쉽다. 또한 ③은 과거의 짧은 확률년수와 현재의 기준을 섞었고, ④는 대구경 관거의 대상을 오수관거로 뒤바꾸었다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 관로가 오수만 받는지, 오수와 우수를 함께 받는지를 확인한다. 오수만 받으면 계획시간최대오수량, 합류식이면 계획시간최대오수량과 계획우수량을 함께 적용한다. 수치 선지는 목표연도 20년과 확률년수 10~30년을 대조하고, 분류식 관경 선지는 많은 빗물을 받는 우수관거가 일반적으로 더 크다는 점으로 판단한다.

암기 포인트

오수관거는 시간최대오수량, 합류식관거는 시간최대오수량과 계획우수량, 목표연도는 20년, 확률년수는 10~30년이다.

NoteBase

21. 어떤 폐수에 대해 1차, 2차 처리 과정을 거친 후, 폐수를 활성슬러지법으로 처리하고자 한다. 활성슬러지법에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 폭기조 내의 미생물은 영양소, 온도 등의 내부 환경에는 덜 민감하므로 전문기술자는 상주하면서 반송설비만 세심히 관리하면 된다.

② 여름철에는 폭기조에서 조류(Algae)가 증식되어 처리 효율이 저하될 수 있고, 겨울철에는 외기 온도가 떨어지므로 처리 효율이 저하되는 단점이 있으므로 주의가 필요하다.

③ 일반적으로 영양소는 BOD : N : P = 100 : 5 : 1로, pH는 중성 범위에서, 온도는 상온에서, 독성물질은 미생물의 활동과 성장에 방해 주지 않는 범위 내에서 처리한다.

④ 활성슬러지법에 활용되는 미생물은 주로 세균, 원생동물, 윤충류 등이며 성장은 주어진 먹이와 미생물 양(F/M)에 따르며 F/M비가 크면 유입구 부근에서는 슬러지부상(Sludge rising) 현상이 발생한다.

정답 2번

출제 포인트

활성슬러지법의 계절별 운전 특성, 미생물 생육 조건, 영양염류 비 및 슬러지 이상 현상을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

활성슬러지법은 호기성 미생물이 폐수 속 유기물을 분해하도록 폭기조에서 산소를 공급하고, 생성된 미생물 플록을 침전·반송하여 처리하는 생물학적 공법이다.
운전의 핵심은 충분한 산소 공급, 적정 온도와 중성 부근의 pH, 균형 잡힌 영양염류, 적절한 미생물량 및 반송슬러지 관리이다. 여름에는 조류 증식 등이 처리에 영향을 줄 수 있고, 겨울에는 낮은 수온 때문에 미생물 반응속도가 감소할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '내부 환경에는 덜 민감'과 '반송설비만 세심히 관리하면 된다'이다. 활성슬러지 미생물은 영양소, 온도, pH, 용존산소 및 독성물질 등 폭기조 환경 변화에 민감하므로 전문기술자가 폭기·반송을 포함한 공정 전반을 지속적으로 관리해야 한다.
② 공식 정답 — 여름철의 조류 증식과 겨울철의 저수온이 처리효율을 떨어뜨릴 수 있다는 계절별 운전상의 주의점을 설명한 선지로 출제자는 이를 가장 적절한 설명으로 보았다.
③ 내용상 O — 일반적인 호기성 생물처리에서는 영양염류의 균형을 BOD : N : P = 100 : 5 : 1 정도로 맞추고, pH는 중성 부근, 온도는 미생물 활동에 적합한 범위로 유지하며, 독성물질의 농도는 미생물의 활동과 성장을 저해하지 않는 범위로 제한한다. 따라서 이 선지도 통상적인 활성슬러지 운전 조건에 부합하여 공식 정답 ②와 단일정답성이 충돌한다.
④ X — 활성슬러지에는 세균을 중심으로 원생동물과 윤충류 등이 존재하고 미생물 성장은 *F*/*M*비의 영향을 받지만, *F*/*M*비가 크다는 이유만으로 유입구 부근에서 슬러지 부상이 발생한다고 일반화할 수 없다. 슬러지 부상은 주로 최종침전지에서 탈질로 생성된 질소 기포가 슬러지에 부착하여 떠오르는 현상이며, 높은 *F*/*M* 비에서는 분산성 성장이나 침전성 저하 등이 나타날 수 있다.

오답 포인트

①은 '미생물이 내부 환경에 덜 민감하다'는 표현으로 생물학적 처리의 핵심 특성을 반대로 제시한다. ②는 여름과 겨울 모두 효율 저하 가능성을 말해 과장처럼 보이지만, 저하 원인이 여름의 조류 증식과 겨울의 저수온으로 서로 다르다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

활성슬러지 관련 선지는 먼저 미생물 공정이라는 점을 기준으로 판단한다.
온도·pH·용존산소·영양염류·독성물질·*F*/*M*비가 미생물 활동에 영향을 준다는 설명은 타당하며, 미생물이 환경 변화에 둔감하거나 한 설비만 관리하면 된다는 설명은 부적절하다.

암기 포인트

활성슬러지는 '환경에 민감한 호기성 미생물 공정'이며, 기본 영양비는 BOD : N : P = 100 : 5 : 1이다. 여름은 조류, 겨울은 저수온을 주의한다.

NoteBase

22. 다음은 호기성 및 혐기성 폐수처리를 비교 설명한 것이다. 혐기성 처리에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 호기성 처리에 비해 높은 생물학적 산소요구량(BOD)과 높은 화학적 산소요구량(COD)을 가진 폐수나 폐기물의 처리에 적합한 처리이다.

② 호기성 처리에 비해 영양소는 적게 소요된다. 또한 에너지 생성률 및 세포 생장률이 낮아 슬러지 생산량이 적은 특징이 있다.

③ 호기성처리에 비해 운전비와 시설 투자비가 적게 든다는 장점이 있는 반면에 상징수의 BOD, COD 농도가 높고 악취가 발생한다는 단점이 있다.

④ 유기물 부하가 높은 폐수처리에 적용되며 처리과정에서 산소공급은 불필요하므로 최종 생산물로서 유용한 메탄가스(CH_4)와 H_2를 얻어 에너지로도 사용할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

혐기성 처리와 호기성 처리를 유기물 부하, 산소 공급, 에너지 생성률, 세포 성장률 및 최종 생성물의 차이로 비교하는 문제이다.

핵심 개념

혐기성 처리는 산소를 공급하지 않고 미생물이 유기물을 분해하는 처리로, 고농도 유기성 폐수에 적합하고 메탄가스를 회수할 수 있다. 미생물이 얻는 에너지가 적어 영양소 요구량과 세포 성장률이 낮으므로 잉여슬러지 발생량도 적다.

호기성 처리는 산소를 공급하여 유기물을 분해하는 처리로, 유기물 제거 속도와 미생물 증식은 상대적으로 크지만 폭기 에너지가 필요하고 슬러지 발생량이 많다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 혐기성 처리는 호기성 처리보다 높은 유기물 부하를 처리하는 데 유리하므로 BOD와 COD가 높은 폐수나 유기성 폐기물에 적합하다.
② O — 혐기성 미생물은 유기물 분해 과정에서 얻는 에너지와 세포 수율이 낮다. 따라서 세포 합성에 필요한 질소·인 등의 영양소 요구량이 적고 세포 성장과 잉여슬러지 생성도 적다. 이 문항에서 가장 적절한 설명이다.
③ X — 틀린 표현은 '운전비와 시설 투자비가 모두 적게 든다'이다. 산소 공급이 없어 폭기 동력비와 슬러지 처리비 등 운전비는 줄일 수 있지만, 밀폐 반응조·가온 및 가스 포집 설비 등이 필요하여 시설 투자비까지 항상 적다고 할 수는 없다. 상징수의 BOD·COD 농도가 상대적으로 높고 악취가 발생할 수 있다는 부분은 혐기성 처리의 단점에 해당한다. 올바르게는 '운전비는 적게 들 수 있으나 시설 투자비는 클 수 있고, 상징수의 수질이 나쁘며 악취가 발생할 수 있다'이다.
④ X — 틀린 표현은 '최종 생산물로 메탄가스와 H_2를 얻는다'이다. 일반적인 혐기성 소화의 대표적인 최종 가스는 메탄 CH_4과 이산화탄소 CO_2이며, 수소는 메탄 생성 단계에서 소비되는 중간생성물에 가깝다. 올바르게는 '산소 공급 없이 고농도 유기물을 처리하고, 생성된 메탄가스를 에너지원으로 이용할 수 있다'이다.

오답 포인트

③은 운전비가 낮다는 장점을 시설 투자비까지 낮다고 확대했고, ④는 혐기성 분해의 중간생성물인 수소를 대표적인 최종 생산물처럼 제시했다. 일부 문장이 맞더라도 이러한 결정적 표현 하나가 틀리면 선지 전체가 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

혐기성 처리는 '무산소·고농도 유기물·낮은 세포 수율·적은 슬러지·메탄 회수'로 판단하고, 호기성 처리는 '산소 공급·높은 세포 증식·많은 슬러지'로 판단한다. 비용이나 생성물 선지는 운전비와 시설비, 최종생성물과 중간생성물을 각각 구분한다.

암기 포인트

혐기성은 산소 없이 고농도를 처리하고, 적게 자라 적게 버리며, 메탄을 회수한다.

NoteBase

23. 다음은 폐수처리시설 중 물리적처리에 대한 용어를 설명한 것이다. 가장 적절한 것은?

① 유량조정조는 최종침전지에서 처리한 유량을 균등화한 후 화학적 처리시설로 보냄으로써 처리효율을 높이고 처리수질의 향상을 목적으로 설치하는 시설이다.

② 스크린은 후속설비를 보호함에 목적이 있으며 설치각도는 유속이 완만할수록 설치 각도를 크게 하며, 유속이 빠를수록 설치각도를 작게 한다.

③ 침사지는 유입되는 폐수로부터 비중이 큰 모래, 자갈 등을 제거하여 후속설비의 펌프 등을 보호할 목적으로 설치한다. 이때 입자의 침강속도는 stokes 법칙이 적용된다.

④ 최종침전지는 슬러지의 침전을 촉진하기 위해 폭기하거나 침전 슬러지를 농축시켜 저장하여 슬러지와 맑은 물을 분리하는 역할을 한다.

정답 3번

출제 포인트

폐수의 물리적 처리시설인 유량조정조, 스크린, 침사지, 최종침전지의 설치 목적과 작동 원리를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유량조정조는 유입 폐수의 시간대별 유량과 수질 변동을 완화해 후속 공정의 부하를 일정하게 하는 시설이다.
스크린은 폐수 속의 큰 협잡물을 걸러 후속 설비를 보호하는 시설이다.
침사지는 모래·자갈과 같이 비중이 큰 무기성 입자를 침전시켜 펌프와 배관 등의 마모·폐색을 막는 시설이다.
최종침전지는 생물학적 처리 뒤의 슬러지를 침전시켜 처리수와 분리하는 시설이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '최종침전지에서 처리한 유량을 균등화한 후 화학적 처리시설로 보낸다'이다. 유량조정조는 일반적으로 주 처리공정의 앞에서 유입 폐수의 유량과 수질을 균등화하여 후속 처리시설의 부하 변동을 줄이는 시설이다.
② X — 스크린은 후속 설비를 보호하지만, 유속과 설치각도의 관계를 반대로 서술하였다. 수평면을 기준으로 한 설치각도는 유속이 완만할수록 작게 하고 유속이 빠를수록 크게 하는 것이 올바르다.
③ O — 침사지는 비중이 큰 모래·자갈 등의 무기성 입자를 침전·제거하여 펌프 등 후속 설비를 보호한다. 입자가 서로 방해하지 않고 침강하는 독립침강을 기본으로 보며, 해당 조건에서 입자의 침강속도 산정에 Stokes 법칙을 적용한다는 설명이 적절하다.
④ X — 틀린 표현은 최종침전지가 '폭기하거나 침전 슬러지를 농축시켜 저장한다'는 부분이다. 최종침전지의 주된 역할은 생물학적 처리수에서 슬러지를 침전시켜 맑은 처리수와 분리하는 것이며, 폭기와 슬러지의 농축·저장은 각각 별도의 공정 또는 시설에서 수행한다.

오답 포인트

③의 Stokes 법칙이라는 표현만 보고 지나치게 엄밀한 적용 범위를 따지면 정답을 놓치기 쉽다. 이 문항은 각 시설의 대표 기능을 묻고 있으며, ①은 공정 순서, ②는 설치각도의 방향, ④는 최종침전지와 폭기·슬러지 농축시설의 기능을 뒤섞은 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

시설명마다 '무엇을 제거하거나 조절하는가'와 '공정의 어느 단계에 있는가'를 연결한다. 유량조정조는 유입 변동 완화, 스크린은 큰 협잡물 제거, 침사지는 무거운 무기성 입자 제거, 최종침전지는 생물학적 슬러지와 처리수의 분리로 판단한다.

암기 포인트

조정조는 균등화, 스크린은 협잡물, 침사지는 모래, 최종침전지는 슬러지 분리이다.

NoteBase

24. 함진가스 중의 먼지 입자를 분리 포집하는 세정 집진장치를 설명한 것으로 가장 적절한 것은?

① 유해가스를 집진하여 제거하는 것보다는 먼지 제거에 그 목적이 있다.

② 액적의 입자가 큰 경우에는 관성충돌시켜 부착하여 제거하는 원리이다.

③ 친수성이 작고 부착성이 높은 더스트는 폐색 장애의 우려가 있다.

④ 세정을 이용하므로 협소한 장소에 설치는 불가능하고 물을 이용하므로 장치 부식의 우려가 없다.

정답 2번

출제 포인트

세정집진기에서 먼지 입자가 세정액의 액적과 충돌하여 포집되는 원리와 장치의 일반적 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

세정집진기는 함진가스를 물 등의 세정액과 접촉시켜 먼지 입자를 액적에 붙인 뒤, 오염된 액적을 기류에서 분리하는 습식 집진장치이다. 큰 입자는 관성이 커서 기류가 액적 주위로 방향을 바꿀 때 그대로 진행하여 액적과 충돌하기 쉬우므로 관성충돌에 의한 포집이 잘 일어난다. 세정액은 먼지뿐 아니라 용해되거나 반응하는 일부 유해가스도 함께 제거할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X(최적답 아님) — 세정집진기의 주된 목적이 먼지 제거라는 취지 자체는 대체로 타당하다. 또한 세정액의 성질에 따라 용해되거나 반응하는 일부 유해가스가 부수적으로 함께 제거될 수 있으므로, 가스 동시 제거 가능성만으로 이 선지를 틀렸다고 볼 수는 없다. 다만 '유해가스를 집진한다'는 표현은 입자 포집인 집진과 가스 흡수를 구분하지 않아 정확하지 않고, 세정집진의 포집 원리를 직접 설명한 ②보다 적절성이 낮다.
② O — 큰 먼지 입자는 관성이 커서 액적을 피해 기류를 따라 급격히 방향을 바꾸기 어렵다. 따라서 액적과 관성충돌한 뒤 액적에 부착되어 제거되므로 세정집진의 대표적인 포집 원리를 정확히 설명한다.
③ X(최적답 아님) — 친수성이 작은 먼지는 세정액에 잘 젖지 않아 액적과의 접촉·부착 및 포집에 불리하고, 부착성이 높은 먼지는 장치 내벽·노즐·충전층 등에 달라붙어 폐색 장애를 일으킬 우려가 있다. 따라서 이 선지는 운전상 주의 조건으로 타당할 수 있지만, 세정집진의 대표적인 포집 원리를 직접 설명한 ②보다 적절성이 낮다.
④ X — 틀린 표현은 '협소한 장소에 설치는 불가능' 및 '장치 부식의 우려가 없다'이다. 세정집진기는 비교적 소형·고효율화가 가능하여 좁은 장소에도 설치할 수 있으며, 물과 오염물질이 접촉하므로 재질과 운전 조건에 따라 부식 우려가 있다.

오답 포인트

②의 '큰 입자'와 '관성충돌'의 연결이 핵심이다. ①은 먼지 제거가 주목적이라는 취지는 타당하지만 '유해가스를 집진한다'는 용어가 부정확하고 포집 원리를 직접 설명하지 않아 최적답이 아니다. ③은 저친수성 분진의 젖음·포집 저하와 고부착성 분진의 폐색 우려를 나타내는 운전상 주의사항이지만, 대표적인 포집 원리를 직접 설명한 ②보다 최적성이 낮다. ④는 습식 장치의 소형화 가능성과 부식 가능성을 모두 반대로 제시한다.

다시 나오면 이렇게 판단

세정집진기의 원리 선지는 '가스와 액체의 접촉 → 입자와 액적의 충돌·부착 → 오염 액적의 분리' 순서로 판단한다. 입자가 클수록 관성충돌이 유리하며, 물을 사용한다는 사실은 가스 동시제거와 부식 가능성을 함께 뜻한다.

암기 포인트

세정집진은 '큰 입자일수록 관성충돌, 액적에 붙여 제거'이다. 습식 장치는 먼지·일부 가스의 동시제거가 가능하지만 부식과 폐수 처리가 따른다.

NoteBase

25. 흡착법(Adsorption)을 이용하여 유해가스를 처리하려고 한다. 이에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 흡착제로 활성탄, 실리카겔, 활성알루미나, 합성제올라이트 등을 이용하여 오염가스 등을 제거하는 방법이다.

② 흡착효율은 온도가 높을수록 분자량이 작을수록 가스 분압이 낮을수록 높다.

③ 물리적 흡착은 흡착제 재생이 가능하나 화학적 흡착은 재생이 불가능하다.

④ 흡착법은 오염 가스의 농도가 매우 낮은 경우와 오염가스를 회수할 가치가 있는 경우에 사용한다.

정답 2번

출제 포인트

기체 흡착의 원리와 흡착에 유리한 온도·분자량·분압 조건, 물리적 흡착과 화학적 흡착의 재생 가능성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

흡착은 기체 성분이 고체 흡착제의 표면에 붙어 농축되는 현상이다. 일반적인 기체의 물리적 흡착은 온도가 낮을수록, 피흡착질의 분자량과 끓는점이 클수록, 기체의 분압이 높을수록 유리하다. 물리적 흡착은 약한 분자 간 힘에 의하므로 탈착과 흡착제 재생이 비교적 쉽지만, 화학적 흡착은 표면과의 강한 화학 결합을 수반하여 재생이 어렵다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 활성탄, 실리카겔, 활성알루미나, 합성 제올라이트는 표면적과 흡착 능력이 큰 대표적 흡착제이며 오염가스 제거에 이용된다.

② X — 틀린 부분은 '온도가 높을수록, 분자량이 작을수록, 가스 분압이 낮을수록 높다'이다. 일반적인 기체의 물리적 흡착은 온도가 낮을수록, 분자량이 클수록, 가스 분압이 높을수록 유리하다. 따라서 세 조건의 방향이 모두 반대로 제시되었다.

③ O — 물리적 흡착은 비교적 약한 분자 간 힘에 의한 가역적 현상이어서 탈착을 통한 흡착제 재생이 가능하다. 화학적 흡착은 강한 화학 결합을 형성하므로 일반적으로 비가역적이며 재생이 곤란하다.

④ O — 흡착법은 저농도 오염가스의 제거에 적합하고, 탈착 과정에서 유가성분을 농축하여 회수할 수 있으므로 오염가스를 회수할 가치가 있는 경우에 사용한다.

오답 포인트

②는 온도, 분자량, 분압의 영향 방향을 모두 뒤집어 놓았다. 특히 '온도가 높으면 분자 운동이 활발하므로 흡착도 증가한다'고 생각하기 쉽지만, 물리적 흡착은 발열 과정이므로 낮은 온도에서 유리하다.

다시 나오면 이렇게 판단

기체의 물리적 흡착 조건은 '저온·큰 분자량·높은 분압'으로 판단한다. 재생 여부를 물으면 약한 힘에 의한 물리적 흡착은 재생이 쉽고, 강한 결합을 만드는 화학적 흡착은 재생이 어렵다고 구분한다.

암기 포인트

물리흡착은 저온·고분자량·고분압, 그리고 가역·재생 가능이다.

NoteBase