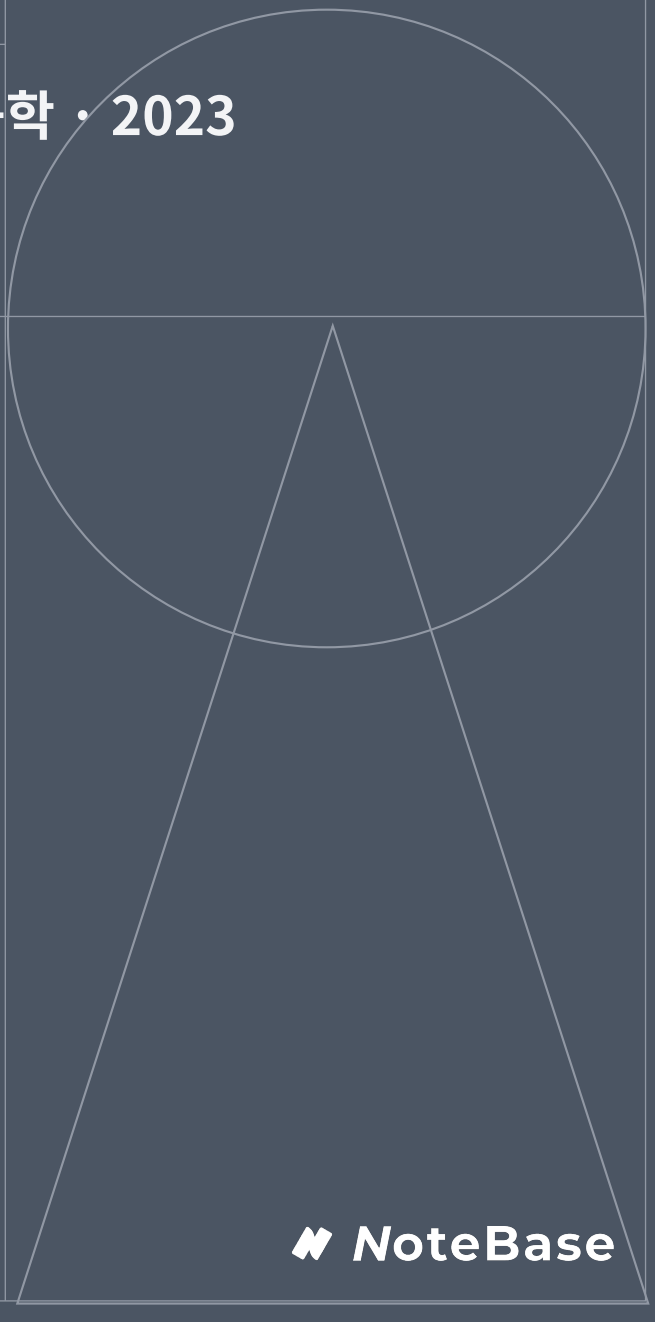
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2023

공무원/군무원/9급 · 환경공학 · 2023

1. 다음 중 대기가 불안정한 과단열 조건에서 나타나는 연기의 형태는 어느 것인가?
   ① 훈증형 연기　② 부채형 연기
   ③ 원추형 연기　④ 환상형 연기

정답 4번

출제 포인트

대기의 안정도에 따라 굴뚝 연기가 퍼지는 형태가 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

환상형 연기는 대기가 매우 불안정한 과단열 조건에서 강한 상하 난류 때문에 연기축이 고리 모양으로 요동하며 확산되는 형태이다.
대기 안정도별 대표 형태는 과단열·불안정 상태의 환상형, 중립 상태의 원추형, 안정·역전 상태의 부채형으로 구분한다. 훈증형은 굴뚝 아래쪽은 불안정하고 위쪽에는 역전층이 있어 연기가 지면 쪽으로 강하게 섞이는 형태이다.

선지별 해설

① X — 훈증형 연기는 굴뚝 아래쪽의 불안정층과 위쪽의 역전층이 함께 형성되어 연기가 지면 방향으로 확산될 때 나타난다. 틀린 표현은 '훈증형 연기'이며, 과단열 조건의 대표 형태는 '환상형 연기'이다.
② X — 부채형 연기는 대기가 안정하거나 역전층이 형성되어 수직 확산이 억제될 때 수평으로 얇게 퍼진다. 틀린 표현은 '부채형 연기'이며, 과단열 조건에서는 '환상형 연기'가 나타난다.
③ X — 원추형 연기는 대기가 중립에 가까울 때 연기가 원뿔 모양으로 퍼지는 형태이다. 틀린 표현은 '원추형 연기'이며, 과단열 조건에서는 '환상형 연기'가 나타난다.
④ O — 과단열 조건에서는 대기가 매우 불안정하여 강한 대류와 난류가 발생하므로 연기가 위아래로 크게 요동하는 환상형 연기가 나타난다.

오답 포인트

'불안정'이라는 말만 보고 지상 오염이 큰 훈증형을 고르기 쉽다. 그러나 훈증형은 상층 역전층이라는 추가 조건이 필요하며, 과단열로 대기 전체의 수직 혼합이 강한 경우에는 환상형이 정답이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

대기 안정도와 연기 모양을 먼저 연결한다. 과단열·매우 불안정이면 환상형, 중립이면 원추형, 안정·역전이면 부채형으로 판단한다. 상층 역전층 아래에서 지면 쪽 혼합이 강하면 훈증형으로 구분한다.

암기 포인트

과단열은 환상형, 중립은 원추형, 안정·역전은 부채형이다.

NoteBase

2. 하수고도처리를 위한 아래의 생물학적 공법들 중에서 인(P) 제거만을 주목적으로 개발된 것은?
① A/O process
② A_2/O process
③ Bardenpho process
④ 수정 Bardenpho process

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 생물학적 고도처리 공법별 주된 제거 대상이 인인지, 질소인지, 또는 질소와 인 모두인지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

A/O 공법: 혐기조와 호기조를 배열하여 미생물의 인 방출과 과잉 섭취를 유도하는 생물학적 인 제거 공법이다.
A_2/O 공법: 혐기조·무산소조·호기조를 배열하여 질소와 인을 함께 제거하는 공법이다.
Bardenpho 공법: 무산소조와 호기조를 단계적으로 배열하여 질산화와 탈질을 수행하는 생물학적 질소 제거 공법이다.
수정 Bardenpho 공법: 기존 Bardenpho 공법에 혐기조를 추가하여 질소와 인을 함께 제거하도록 한 공법이다.

선지별 해설

① O — A/O process는 혐기 단계에서 인을 방출하고 호기 단계에서 인을 과잉 섭취하게 하여 인(P)을 제거하도록 개발된 공법이므로 정답이다.
② X — 틀린 부분은 A_2/O process를 '인(P) 제거만'을 위한 공법으로 본 점이다. 올바르게는 혐기·무산소·호기 단계를 이용하여 질소와 인을 동시에 제거하는 공법이다.
③ X — 틀린 부분은 Bardenpho process를 '인(P) 제거만'을 위한 공법으로 본 점이다. 올바르게는 질산화와 탈질을 통해 주로 질소를 제거하는 공법이다.
④ X — 틀린 부분은 수정 Bardenpho process를 '인(P) 제거만'을 위한 공법으로 본 점이다. 올바르게는 혐기 단계를 추가하여 질소와 인을 동시에 제거하는 공법이다.

오답 포인트

A/O와 A_2/O의 명칭이 비슷하여 둘 다 인 제거 전용 공법으로 오인하기 쉽다. 그러나 A_2/O의 무산소 단계는 탈질을 위한 것이므로 질소 제거까지 포함한다. 또한 수정 Bardenpho는 혐기 단계가 추가되어 인 제거 기능도 갖지만, 인만 제거하는 공법은 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

공정에 혐기·호기 단계만 있으면 A/O의 인 제거를 떠올리고, 무산소 단계가 포함되면 탈질에 의한 질소 제거 기능도 있다고 판단한다. ‘인 제거만’이라는 표현이 나오면 A/O를 선택한다.

암기 포인트

A/O는 인, A_2/O는 질소·인, Bardenpho는 질소, 수정 Bardenpho는 질소·인이다.

NoteBase

3. 다음 중 석탄의 탄화도가 클수록 갖는 특성으로 옳지 않은 것은?
① 탄소의 양은 증가하고 산소의 양은 감소한다.
② 착화온도가 올라가 안정성이 증가한다.
③ 연소속도가 빨라져 발열량이 증가한다.
④ 매연 발생량이 감소한다.

정답 3번

출제 포인트

석탄의 탄화도가 커질 때 탄소 함량, 산소 함량, 착화온도, 연소속도, 발열량 및 매연 발생량이 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

탄화도는 석탄화가 진행되어 석탄의 성숙 정도가 높아진 상태를 뜻한다. 탄화도가 커질수록 일반적으로 탄소 함량과 발열량은 증가하고 산소 함량과 휘발분은 감소한다. 이에 따라 착화가 어려워져 착화온도와 저장 안정성은 높아지며, 연소속도와 매연 발생량은 감소한다.

선지별 해설

① O — 탄화도가 커질수록 탄소 함량은 증가하고 산소 함량은 감소한다.
② O — 휘발분이 감소하여 불이 붙기 어려워지므로 착화온도가 올라가고 자연발화 가능성이 작아져 저장 안정성이 증가한다.
③ X — 틀린 표현은 '연소속도가 빨라져'이다. 탄화도가 커지면 휘발분이 감소하여 연소속도는 느려지며, 발열량은 일반적으로 증가한다. 따라서 '연소속도가 느려지고 발열량이 증가한다'로 고쳐야 한다.
④ O — 탄화도가 커질수록 휘발분이 감소하므로 불완전연소 때 생기는 매연의 발생량도 감소한다.

오답 포인트

③은 '발열량이 증가한다'는 맞는 내용을 '연소속도가 빨라진다'는 틀린 내용과 결합한 선지이다. 탄화도가 높으면 발열량은 커지지만 휘발분이 적어 착화와 연소는 오히려 어려워진다는 점을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

탄화도 증가를 '탄소·발열량·착화온도·안정성은 증가, 산소·휘발분·연소속도·매연은 감소'의 두 묶음으로 나누어 판단한다.

암기 포인트

고탄화도 석탄은 탄소와 열은 많고, 휘발분과 매연은 적으며, 늦게 붙고 천천히 탄다.

NoteBase

4. 다음 중 하수관로의 관정부식의 대책으로 옳지 않은 것은?
① 하수의 유속을 증가시켜 하수관 내 유기물질의 퇴적을 방지한다.
② 콘크리트관 내부를 PVC 등으로 피복하여 내산성을 유지한다.
③ 용존산소 농도를 감소시켜 황화수소의 발생을 방지한다.
④ 콘크리트관 이음 부분을 합성수지를 사용하여 내산성을 유지한다.

정답 3번

출제 포인트

하수관에서 황화수소와 산에 의한 부식이 발생하는 조건을 이해하고, 유속 확보·내산성 피복·혐기성 상태 억제와 같은 방지 대책을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

하수가 정체되어 용존산소가 부족해지면 혐기성 조건에서 황화물이 생성되고 황화수소가 발생하기 쉽다.
황화수소는 관정부의 습윤한 콘크리트 표면에서 황산으로 산화되어 콘크리트를 부식시킬 수 있다. 따라서 퇴적과 정체를 줄이고, 호기성 상태를 유지하며, 관 내부와 이음부를 내산성 재료로 보호한다.

선지별 해설

① O — 하수의 유속을 높이면 고형물의 퇴적과 하수의 정체가 줄어 혐기성 상태 및 황화수소 발생 가능성을 낮출 수 있다.
② O — 콘크리트관 내부를 PVC 등의 내산성 재료로 피복하면 산성 물질이 콘크리트와 직접 접촉하는 것을 막아 내산성을 유지할 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '용존산소 농도를 감소시켜'이다. 용존산소를 감소시키면 혐기성 상태가 조성되어 오히려 황화수소가 발생하기 쉬워진다. 올바르게는 용존산소 농도를 유지하거나 높여 혐기성 상태와 황화수소의 발생을 억제한다고 해야 한다.
④ O — 콘크리트관의 이음부를 합성수지와 같은 내산성 재료로 보호하면 산성 물질의 침투와 접촉을 줄여 이음부의 내산성을 유지할 수 있다.

오답 포인트

③은 산소가 황화수소를 만든다는 방향으로 원인과 대책을 뒤집은 선지이다. 하수관에서 용존산소 부족은 황화수소 발생을 억제하는 조건이 아니라 혐기성 황화물 생성을 촉진하는 조건이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

황화수소 부식 대책은 '정체·퇴적·혐기성 상태는 감소, 유속·용존산소·내산성 보호는 증가'라는 방향으로 판단한다. 이 방향과 반대로 용존산소를 줄인다는 표현이 나오면 잘못된 대책이다.

암기 포인트

산소 부족 → 혐기성화 → 황화수소 증가, 방지 대책은 유속·산소·내산성 피복이다.

NoteBase

5. 수분함량이 80%인 하수슬러지를 완전히 건조하였을 때 무게가 50kg이었다면, 이 수분함량 80%인 하수슬러지의 부피는 얼마인가? (단, 하수슬러지의 비중은 1.0으로 가정)

① 0.20㎥ ② 0.25㎥

③ 2.0㎥ ④ 2.5㎥

정답 2번

출제 포인트

수분함량으로부터 건조고형물의 질량분율을 구하고, 슬러지의 전체 질량을 밀도로 나누어 부피를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 수분함량 80%, 완전 건조 후 무게 50kg, 비중 1.0이다.

구해야 할 값: 수분함량 80%인 원래 하수슬러지의 부피이다.

주의할 조건: 건조 후 남은 50kg은 원래 슬러지 질량의 20%에 해당하며, 비중 1.0인 슬러지의 밀도는 물과 같은 1,000kg/m^3이다.

사용할 공식

건조고형물 비율=1-0.80=0.20

원래 슬러지 질량=건조고형물 질량건조고형물 비율

$V = \frac{m}{\rho}$

건조 후 무게는 원래 슬러지에 포함된 고형물의 질량이므로 첫 번째 질량식을 사용하며, 비중으로 밀도를 구할 수 있으므로 질량을 밀도로 나누어 부피를 계산한다.

계산 과정

1. 원래 슬러지에서 건조고형물이 차지하는 비율은 $1 - 0.80 = 0.20$이다.
2. 원래 슬러지의 질량은 $50kg \div 0.20 = 250kg$이다.
3. 비중이 1.0이므로 밀도는 1,000kg/m^3이고, 부피는 다음과 같다.

$V = \frac{250kg}{1{,}000kg/m^3} = 0.25m^3$

NoteBase

선지 판단

① X — $0.20m^3$는 수분 질량 $200kg$만을 물의 밀도로 나눈 값으로, 건조고형물까지 포함한 슬러지 전체 부피가 아니다. 올바른 부피는 $0.25m^3$이다.
② O — 계산 결과가 $0.25m^3$이므로 옳다.
③ X — $2.0m^3$는 계산 결과의 8배로, 비중 1.0에 해당하는 밀도 $1{,}000kg/m^3$를 적용하면 나올 수 없다. 올바른 값은 $0.25m^3$이다.
④ X — $2.5m^3$는 계산 결과보다 10배 크며, 밀도를 $100kg/m^3$처럼 잘못 환산할 때 생길 수 있는 값이다. 비중 1.0의 밀도는 $1{,}000kg/m^3$이므로 올바른 값은 $0.25m^3$이다.

오답 포인트

수분함량 80%를 건조고형물 비율로 그대로 사용하면 안 된다. 건조 후 무게는 나머지 20%의 질량이며, ①처럼 물의 부피만 구하거나 ④처럼 비중 1.0의 밀도를 한 자리 작게 환산하는 실수를 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

수분함량이 주어지고 건조 후 무게에서 원래 부피를 구할 때는 '건조고형물 비율 =1-수분함량 → 원래 질량 =건조무게/건조고형물 비율 → 부피 =질량/밀도'의 순서로 판단한다.

암기 포인트

수분 80%이면 고형물은 20%이고, 비중 1.0이면 밀도는 $1{,}000kg/m^3$이다.

NoteBase

6. 다음 중 위생 매립의 장점에 속하지 않는 것은?
① 부지 확보가 가능할 경우 가장 경제적인 방법이다.
② 인구 밀집지역에서는 경제적 수송거리 내에서 부지확보가 쉽다.
③ 추가적인 처리과정이 요구되는 소각이나 퇴비화와는 달리 최종 처분방법이다.
④ 주위 부지는 공원, 운동장, 골프장 등으로 이용될 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

위생 매립의 경제성, 부지 확보 조건, 최종 처분 기능, 매립 완료 후 토지 이용 가능성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

위생 매립은 폐기물을 계획적으로 매립하고 복토하며 침출수와 매립가스 등을 관리하는 최종 처분 방법이다. 넓은 부지가 필요하므로 부지를 확보할 수 있을 때 경제성이 높지만, 인구 밀집지역에서는 토지 부족과 민원 등으로 부지 확보가 어렵다.

선지별 해설

① O — 부지를 확보할 수 있다면 매립은 다른 처리 방법에 비해 시설과 운전이 비교적 단순하여 가장 경제적인 방법이 될 수 있다.
② X — 틀린 표현은 '인구 밀집지역에서는 경제적 수송거리 내에서 부지확보가 쉽다'이다. 인구 밀집지역은 토지가 부족하고 지가가 높으며 민원 발생 가능성도 커서 경제적 수송거리 안에서 부지를 확보하기 어렵다.
③ O — 위생 매립은 폐기물 처리 체계의 최종 처분 방법이다. 소각이나 퇴비화는 처리 후에도 소각재나 잔재물 등이 남아 최종 처분이 필요할 수 있으므로, 매립의 최종 처분 기능을 나타낸 설명이다.
④ O — 매립이 끝난 뒤 안정화와 적절한 사후관리를 거치면 해당 부지는 공원, 운동장, 골프장 등의 용도로 이용할 수 있다.

오답 포인트

②의 '인구 밀집지역'과 '부지확보가 쉽다'를 함께 묶은 것이 함정이다. 인구가 많으면 폐기물 발생지와 가깝다는 이점은 있을 수 있지만, 넓은 토지의 부족·높은 지가·주민 수용성 문제 때문에 매립 부지는 오히려 확보하기 어렵다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

위생 매립의 장점은 부지 확보 시의 경제성, 최종 처분 기능, 매립 완료 후 토지 이용 가능성으로 판단한다. 반대로 넓은 부지의 필요성과 인구 밀집지역에서의 부지 확보 곤란은 단점으로 분류한다.

암기 포인트

매립은 '부지가 있으면 경제적, 도심에서는 부지 확보 곤란, 처리 체계상 최종 처분'으로 기억한다.

NoteBase

7. 다음의 적조(red-tide) 발생에 관한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?
   ① 적조현상은 해수의 염소량이 저하될 때 주로 발생한다.
   ② 적조 생물의 급속한 번식 시 소비되는 용존산소의 과다소모로 인하여 어패류의 생존이 어렵다.
   ③ 적조라는 것은 플랑크톤이 급격하게 발생하고, 해역을 변색시키는 현상을 말한다.
   ④ 종래의 적조는 발생 후 단시간에 소실하고, 발생구역이 국한되어 있는 경우가 많다.

정답 1번

출제 포인트

적조의 발생 원인과 정의, 용존산소 감소에 따른 피해, 시공간적 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

적조는 영양염류가 풍부하고 수온·일사량·해수 정체 등의 조건이 알맞을 때 식물플랑크톤 등 적조 생물이 대량 증식하여 바닷물의 색이 변하는 현상이다. 고밀도의 적조 생물은 호흡하고, 사멸한 생물은 분해되는 과정에서 용존산소를 소비하므로 어패류에 산소 부족 피해를 줄 수 있다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '해수의 염소량이 저하될 때 주로 발생한다'이다. 적조는 해수의 염소량 저하가 주된 원인이 아니라 질소·인과 같은 영양염류의 증가, 적정 수온과 일사량, 해수의 정체 등으로 적조 생물의 증식 조건이 갖추어질 때 주로 발생한다.
② O — 적조 생물의 고밀도 증식에 따른 호흡과 사멸 후 분해 과정은 용존산소를 많이 소비한다. 이에 따라 저산소 상태가 형성되면 어패류의 호흡과 생존이 어려워질 수 있다.
③ O — 적조는 플랑크톤을 비롯한 미소 생물이 급격히 대량 증식하여 해수가 붉은색이나 갈색 등으로 변색되는 현상을 말한다.
④ O — 적조는 수온, 바람, 조류, 영양염류 등 해양 조건의 영향을 크게 받으므로 짧은 시간 안에 소멸할 수 있으며, 특정 연안이나 해역에 국한되어 나타나는 경우가 많다.

오답 포인트

①의 '염소량 저하'를 염분 변화나 수질 악화와 막연히 연결하면 틀리기 쉽다. 적조의 핵심 발생 조건은 염소량 감소가 아니라 영양염류 공급과 플랑크톤의 대량 증식에 유리한 환경이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

적조 선지는 '영양염류 증가와 대량 증식 → 호흡·사멸체 분해에 따른 용존산소 감소 → 어패류 피해'의 흐름에 맞는지 판단한다. 염소량 감소처럼 이 흐름과 직접 관련이 없는 요인을 주된 원인으로 제시하면 틀린 설명이다.

암기 포인트

적조는 염소 감소가 아니라 영양염류 증가와 플랑크톤 대량 증식이며, 피해의 핵심은 용존산소 감소이다.

NoteBase

8. 수처리에 사용되는 응집제의 특성을 설명한 내용 중에서 가장 옳지 않은 것은?
   ① PAC: 플록(floc) 형성속도가 빠르며, 저온 열화되지 않는다.
   ② 황산 제1철: pH의 알칼리도가 높은 물에서 주로 사용되며, 부식성이 강하다.
   ③ 염화 제2철: 형성된 floc이 무겁고, 침강이 빠르며, 부식성이 강하다.
   ④ 황산 알루미늄: 형성된 floc이 비교적 가볍고, 적정 pH 폭이 매우 넓어 광범위하게 적용되고 있다.

정답 4번

출제 포인트

대표적인 무기 응집제인 PAC, 황산 제1철, 염화 제2철, 황산 알루미늄의 플록 특성, 적용 조건, 부식성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

응집제는 물속의 미세 입자를 불안정화하여 서로 뭉친 플록을 만들고 침전시키는 약품이다. PAC는 플록 형성이 빠르고 저온에서도 성능 저하가 비교적 작다. 철염계 응집제는 부식성이 강하며, 염화 제2철은 무겁고 침강성이 좋은 플록을 만든다. 황산 알루미늄은 널리 쓰이지만 적정 pH 범위가 넓지 않고, 생성 플록도 철염계 응집제보다 가벼운 편이다.

선지별 해설

① O — PAC는 가수분해·중합된 형태의 응집제로 플록 형성이 빠르고, 낮은 수온에서도 응집 성능이 비교적 잘 유지된다.
② O — 황산 제1철은 알칼리도가 높은 물에 적용하기 알맞고 철염계 약품이므로 부식성이 강하다.
③ O — 염화 제2철은 비교적 무거운 플록을 형성하여 침강이 빠르며 부식성이 강하다.
④ X — 틀린 표현은 '적정 pH 폭이 매우 넓어 광범위하게 적용되고 있다'이다. 황산 알루미늄은 생성 플록이 비교적 가볍고 적정 pH 범위가 비교적 좁으므로, 원수의 pH와 알칼리도 조건을 고려하여 사용해야 한다.

오답 포인트

④의 '비교적 가벼운 플록'은 맞는 특징이어서 선지 전체를 옳다고 판단하기 쉽다. 그러나 뒤의 '적정 pH 폭이 매우 넓다'가 잘못된 표현이다. 한 선지에 맞는 특징과 틀린 특징을 섞어 놓은 것이 핵심 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

응집제 선지는 플록의 무게·침강성, 저온 적응성, 적정 pH 범위, 부식성을 각각 분리하여 확인한다. 선지에 특징이 여러 개 제시되면 그중 하나라도 틀리면 전체가 틀린 선지이다.

암기 포인트

PAC는 빠른 플록·저온에 강함, 염화 제2철은 무거운 플록·빠른 침강, 황산 알루미늄은 가벼운 플록·좁은 적정 pH 범위로 정리한다.

NoteBase

9. 생물학적 처리에 있어 중요한 미생물에 대한 다음의 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 조류(algae)는 광합성에 CO_2를 사용하므로 이것이 수중 pH를 높게 만드는 원인이 되는데, 조류는 성장을 위해 HCO_3^-나 CO_3^{2-}로부터 CO_2를 섭취한다.

② 대개의 균류(fungi)는 호기성 미생물이며, 수분이 낮은 조건에서도 잘 적응을 하나, 박테리아에 비해 일반적으로 산성조건에는 잘 적응을 못 하는 편이다.

③ 박테리아는 대개 2분법(binary fission)에 의해 번식하지만, 어떤 종류는 유성생식 또는 포자에 의해 번식한다.

④ 일반적으로 박테리아는 pH 10 이상 또는 pH 4.0 이하에서 생육이 어려운 편이다.

정답 2번

출제 포인트

조류·균류·박테리아의 탄소 이용, 산소 요구성, 수분 및 pH 적응성, 번식 특성을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

조류는 광합성으로 무기탄소를 이용하며, 용존 CO_2가 감소하면 수중 pH가 높아질 수 있다.
균류는 대체로 호기성이며 낮은 수분과 산성 환경에 박테리아보다 잘 견디는 편이다.
박테리아는 대체로 2분법으로 증식하며, 일반적으로 강산성이나 강알칼리성보다 중성 부근에서 잘 생육한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
조류가 광합성에 CO_2를 소비하면 탄산계 평형이 이동하여 HCO_3^-와 CO_3^{2-}에서 CO_2가 보충되고, 수소이온 농도가 낮아져 수중 pH가 상승할 수 있다.

② X
틀린 표현은 '박테리아에 비해 일반적으로 산성조건에는 잘 적응을 못 하는 편'이다. 실제로는 균류가 박테리아보다 산성 환경에 더 잘 적응하는 편이다. 균류가 대체로 호기성이며 수분이 낮은 조건에서도 비교적 잘 적응한다는 부분은 옳다.

③ O
박테리아의 대표적인 증식 방식은 한 세포가 둘로 나뉘는 2분법이다. 일부 종류에서는 유전물질 교환이 수반되는 유성생식적 과정이나 번식성 포자 형성과 같은 방식도 나타날 수 있으므로 문항의 일반적 설명에 부합한다.

④ O
대부분의 박테리아는 중성 부근에서 잘 자라므로 pH 4.0 이하의 강산성이나 pH 10 이상의 강알칼리성에서는 생육하기 어려운 편이다.

오답 포인트

②는 '낮은 수분에 잘 적응한다'는 옳은 설명 뒤에 산성 적응성의 비교 방향을 뒤집어 놓았다. 균류는 낮은 수분뿐 아니라 산성 환경에도 박테리아보다 강한 편이라는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

미생물의 환경 적응성을 비교할 때는 균류를 '호기성·저수분 적응·산성 내성', 일반 박테리아를 '2분법·중성 부근 선호'로 구분한다. 조류의 광합성은 CO_2를 감소시켜 pH를 높이는 방향으로 작용한다고 판단한다.

암기 포인트

균류는 건조와 산성에 강하고, 조류의 광합성은 수중 pH를 올린다.

NoteBase

10. 소각로의 설계 및 운전과 관련된 다음의 설명 중 가장 옳지 않은 것은?
① 고위 발열량에서 수분의 응축열(증발잠열)을 뺀 열량이 저위 발열량이다.
② 일반적으로 열 부하율을 가능한 범위 내에서 크게 하는 것이, 연소실 부피를 작게 할 수 있어 경제적이다.
③ 일반적으로 열량계로 측정되는 열량은 저위 발열량이나, 실제로 소각로의 설계에 반영되는 열량은 고위 발열량이다.
④ 일반적으로 화상 부하율은 설계치보다 약간 낮게 운영하는 것이 연소효율의 안정성이 있다.

정답 3번

출제 포인트

소각로의 고위·저위 발열량 관계와 열부하율이 연소실 설계 및 운전에 미치는 영향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

고위 발열량은 연소가스 속 수증기가 응축할 때 회수되는 잠열까지 포함한 발열량이고, 저위 발열량은 그 응축잠열을 제외한 발열량이다. 따라서 고위 발열량이 저위 발열량보다 크다.
열량계로 측정하는 발열량은 응축잠열을 포함한 고위 발열량이며, 실제 소각로 설계에는 배기가스의 수증기가 응축하지 않는 운전 조건을 반영한 저위 발열량을 사용한다.
열부하율은 연소실의 단위 용적·단위 시간당 처리하는 열량이다. 같은 열량을 처리할 때 허용 열부하율을 높이면 필요한 연소실 부피는 작아진다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 고위 발열량에는 수분의 응축잠열이 포함되므로, 여기서 응축잠열을 빼면 저위 발열량이 된다.

② O — 같은 열량을 처리한다면 허용 가능한 범위에서 열부하율을 크게 잡을수록 필요한 연소실 부피가 작아져 설비를 경제적으로 구성할 수 있다. 다만 안정적인 연소가 가능한 허용 범위 안이어야 한다.

③ X — '열량계로 측정되는 열량은 저위 발열량이고 설계에 반영되는 열량은 고위 발열량'이라는 대응이 반대로 되어 있다. 올바르게는 열량계로 측정되는 열량은 고위 발열량이고, 실제 소각로 설계에 반영되는 열량은 저위 발열량이다.

④ O — 실제 화상 부하율을 설계치보다 약간 낮게 운전하면 과부하를 피하고 연소 상태를 안정적으로 유지하기 쉬우므로 연소효율의 안정성에 도움이 된다.

오답 포인트

③은 고위 발열량과 저위 발열량의 적용 대상을 서로 바꾼 함정이다. '열량계는 응축잠열을 포함한다'는 점과 '실제 소각로에서는 수증기의 응축열을 회수하지 않는 조건을 본다'는 점을 연결해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 응축잠열의 포함 여부를 확인한다. 응축잠열을 포함하면 고위 발열량, 제외하면 저위 발열량이다. 이어서 열량계 측정에는 고위 발열량, 실제 소각로 설계에는 저위 발열량을 대응시키고, 같은 처리열량에서는 열부하율과 필요한 연소실 부피가 반대 방향으로 변한다고 판단한다.

암기 포인트

응축잠열 포함은 고위, 제외는 저위이며, 열량계는 고위·소각로 설계는 저위이다.

NoteBase

11. 쓰레기 압축기의 형태로, 비교적 부피가 적은 쓰레기를 회전판 위에 여러 개의 열려진 상태로 놓여 있는 백에 압축 피스톤으로 충전시키는 방식을 사용하는 것은?

① 고정식 압축기 ② 백 압축기
③ 수직식 압축기 ④ 회전식 압축기

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 쓰레기를 투입하는 용기와 압축 피스톤의 배치 방식으로 압축기의 형태를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

회전식 압축기는 회전판 위에 여러 개의 백을 열린 상태로 배치하고, 회전판으로 백의 위치를 바꾸어 가며 압축 피스톤으로 쓰레기를 충전하는 장치이다.
고정식 압축기는 압축 장치가 한곳에 고정된 형태이고, 백 압축기는 백 자체를 수용 용기로 사용하는 형태이며, 수직식 압축기는 피스톤이 수직 방향으로 작동하는 형태이다. 이 문항의 결정적 구별 기준은 '회전판 위의 여러 백'이다.

선지별 해설

① X — '고정식 압축기'가 틀린 표현이다. 고정식은 압축 장치가 일정한 위치에 고정된 형태를 가리키므로, 회전판에 놓인 여러 백의 위치를 바꾸어 충전하는 설명과 맞지 않는다. 올바르게는 회전식 압축기이다.
② X — '백 압축기'가 틀린 표현이다. 백을 사용한다는 사실만으로 백 압축기로 판단해서는 안 되며, 이 문항은 여러 백을 회전판 위에 배치하여 순차적으로 충전한다는 회전 구조를 제시한다. 올바르게는 회전식 압축기이다.
③ X — '수직식 압축기'가 틀린 표현이다. 수직식은 피스톤의 수직 작동 방향으로 구분하는 형태이므로, 회전판 위 여러 백에 피스톤으로 충전하는 방식과 일치하지 않는다. 올바르게는 회전식 압축기이다.
④ O — 회전판 위에 여러 개의 열린 백을 놓고, 각 백에 압축 피스톤으로 쓰레기를 충전하는 방식은 회전식 압축기의 특징이다.

오답 포인트

설명에 '백'이라는 말이 있어 ②를 고르기 쉽다. 그러나 장치의 명칭을 결정하는 핵심 표현은 백 자체가 아니라 '회전판 위에 여러 개'를 놓는 구조이다.

다시 나오면 이렇게 판단

압축기의 명칭을 묻는 문제에서는 용기의 종류만 보지 않고 장치의 운동 방식과 피스톤 방향을 함께 확인한다. 여러 백이 회전판을 따라 위치를 바꾸면 회전식, 피스톤이 위아래로 작동하면 수직식으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

여러 백＋회전판＋피스톤 충전＝회전식 압축기이다.

NoteBase

12. 활성슬러지법(activated sludge process)에 의한 하폐수의 생물학적 처리에 있어, 최종침전지(2차 침전지)에서의 처리수와 미생물 플록의 고액분리는 매우 중요하다. 이와 관련된 다음의 내용 중 가장 옳은 것은?

① SVI 값이 200 이상이면 문제가 없으나, 100 이하가 되면 sludge bulking 현상이 발생하여 침전성이 불량해진다.
② 슬러지 침강성이 불량해지면 반송슬러지의 양이 낮아지므로 F/M 비가 증가하고, BOD 제거효율이 낮아진다.
③ 슬러지 침강성이 불량해지면 반송슬러지의 양이 낮아지므로 포기조 내의 혼합액 부유물(MLSS) 농도가 과다하게 높아진다.
④ 혼합액 부유물(MLSS)의 농도가 4000mg/L이고, 1L의 실린더에 30분간 침전시킨 후의 침전된 부유물의 부피가 400mL인 경우, SVI(sludge volume index)는 100mL/g이다.

정답 4번

출제 포인트

활성슬러지의 침강성이 나빠질 때 운전 상태가 어떻게 변하는지 판단하고, 침전 부피와 MLSS로 SVI를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: MLSS는 $4000mg/L = 4g/L$이고, 30분 침전 후 슬러지 부피는 $400mL/L$이다.
구해야 할 값: SVI이다.
주의할 조건: SVI의 분모인 MLSS는 g/L 단위로 환산한다.

사용할 공식

SVI (mL/g)=30분 침전 슬러지 부피 (mL/L)MLSS (g/L)
SVI는 혼합액 속 슬러지 $1g$이 30분 침전 후 차지하는 부피이므로 이 공식을 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. MLSS를 환산하면 $4000mg/L = 4g/L$이다.
2. 공식에 대입하면 $SVI = \frac{400mL/L}{4g/L} = 100mL/g$
3. 따라서 ④의 SVI 계산값은 $100mL/g$이다.

선지별 해설

① X — SVI가 클수록 슬러지 $1g$이 차지하는 침전 부피가 커서 침강성이 불량하다. ‘SVI가 200 이상이면 문제가 없고, 100 이하이면 벌킹이 발생한다’는 방향이 반대이다. 올바르게는 SVI가 약 $100mL/g$ 이하이면 일반적으로 침강성이 양호하고, $200mL/g$ 이상으로 높아지면 벌킹과 침전성 불량을 의심한다.
② X — 침강성이 불량하면 최종침전지에서 슬러지가 충분히 농축·회수되지 못하고 유출될 수 있으므로 포기조 MLSS가 낮아져 F/M비가 증가하고 BOD 제거효율이 낮아질 수 있다. 그러나 ‘반송슬러지의 양이 낮아진다’는 운전 방향이 잘못되었다. 올바르게는 침전지에서 회수되는 고형물 농도가 낮아질 수 있으며, 포기조 MLSS를 유지하려면 반송슬러지 유량을 증가시키는 운전이 필요할 수 있다.
③ X — 침강성이 불량하면 슬러지가 최종침전지에서 유출되어 계 내 미생물량이 감소할 수 있다. 따라서 ‘포기조 MLSS 농도가 과다하게 높아진다’가 잘못되었으며, 올바르게는 포기조 MLSS가 낮아질 수 있다.
④ O — $4000mg/L = 4g/L$이므로 $SVI = (400mL/L)/(4g/L) = 100mL/g$이다. 제시된 계산이 정확하다.

오답 포인트

①은 SVI와 침강성의 관계를 거꾸로 제시한 선지이다. 또한 ④에서는 MLSS 4000을 그대로 분모에 넣으면 안 되고, mg/L를 g/L로 바꾼 뒤 계산해야 한다. ②와 ③은 침전 불량에 따른 고형물 유출과 포기조 MLSS 감소의 연쇄를 반대로 판단하기 쉽다는 점을 노린다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 ‘SVI 증가 → 침강성 악화·벌킹 가능성 증가’의 방향을 확인한다. 계산에서는 MLSS를 g/L로 환산한 뒤 30분 침전 부피를 MLSS로 나누고, 침강 불량 문제는 ‘고형물 유출 → 포기조 MLSS 감소 → F/M비 증가 → 처리효율 저하’의 흐름으로 판단한다.

암기 포인트

SVI는 ‘30분 침전 부피 ÷ MLSS’이며, SVI가 높을수록 슬러지가 부피를 많이 차지하므로 침강성은 나쁘다.

NoteBase

13. 폐기물 매립과 관련된 다음의 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 침출수의 성상을 보면, 매립초기엔 일반적으로 저분자량 물질이 고분자량 물질보다 적게 포함되어 있다.

② 매립 후 발생하는 침출수에 VFAs(휘발성 지방산)가 고농도로 함유되어 있는 시기에는 매립된 폐기물로부터 침출수 중으로 여러 가지 중금속이 용출될 가능성이 높다.

③ 매립지 바닥의 차수를 위해 시공하는 차수시트(합성 차수막)의 재질로 가장 많이 채택되는 것은 HDPE(High Density Polyethylene)이다.

④ 일반적으로 시행되는 매립공법은 셀(cell) 공법, 샌드위치 공법, 압축매립 공법 등이 있는데, 현실적으로 중규모 이상의 매립현장에서 가장 많이 채택되고 있는 공법은 샌드위치 공법이다.

정답 4번

출제 포인트

폐기물 매립에서 침출수의 시간별 성상, 휘발성 지방산의 영향, 차수막 재료, 대표 매립공법을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

침출수는 매립 폐기물을 통과한 물에 유기물과 무기물이 녹아 나온 오염수이며, 매립 진행 단계에 따라 성상이 달라진다.

VFA는 산 생성 단계에서 많이 나타나는 휘발성 지방산으로 침출수의 pH를 낮추어 금속의 용출 가능성을 높인다.

차수시트는 침출수의 지반 유출을 막는 합성 차수막이며, HDPE는 내화학성과 내구성이 좋아 널리 사용된다.

셀 공법은 폐기물을 일정한 셀 단위로 펼쳐 다지고 복토하면서 매립하는 방식이다. 샌드위치 공법은 폐기물층과 복토층을 교대로 쌓는 방식이므로 두 공법의 명칭과 일반적 적용을 구분해야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① O
매립 초기에는 분해가 충분히 진행되지 않은 고분자 유기물의 비중이 상대적으로 크므로 저분자량 물질이 고분자량 물질보다 적게 포함된다는 설명은 옳다.

② O
VFA가 고농도로 존재하면 침출수가 산성화되어 금속 성분의 용해도가 커질 수 있으므로 매립 폐기물에서 여러 중금속이 침출수로 용출될 가능성이 높다.

③ O
HDPE는 내화학성, 내구성 및 차수성이 우수한 합성수지로서 매립지 바닥의 합성 차수막 재료로 널리 사용된다.

④ X
틀린 부분은 중규모 이상의 매립현장에서 가장 많이 채택되는 공법을 '샌드위치 공법'이라고 한 것이다.
올바르게는 일반적인 매립현장에서 가장 널리 채택되는 대표 공법은 셀 공법이라고 표현한다.

오답 포인트

④는 셀 공법과 샌드위치 공법이 모두 폐기물과 복토재를 층상으로 시공한다는 공통점 때문에 혼동하기 쉽다.
그러나 출제 기준상 가장 일반적으로 채택되는 공법은 셀 공법이며, 샌드위치 공법이라는 표현이 오답을 만든다.

다시 나오면 이렇게 판단

침출수 선지는 매립 단계에 따른 유기물 성상과 pH 변화를 먼저 확인하고, 차수시설 선지는 재료의 내화학성과 차수성을 확인한다. 매립공법 선지는 폐기물을 셀 단위로 다지고 복토하는 셀 공법과 폐기물층·복토층을 교대로 조성하는 샌드위치 공법을 구분한다.

암기 포인트

VFA 증가 → pH 저하 → 중금속 용출 가능성 증가, 차수시트 → HDPE, 대표 매립공법 → 셀 공법이다.

NoteBase

14. 미생물에 의한 질소고정(nitrogen fixation)과 질산화(nitrification)에 대한 다음의 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 질소고정을 위한 효소계는 박테리아에 의해 합성되지만, 숙주식물은 이러한 효소합성이 원활하도록 적당한 효소합성 환경을 박테리아에게 제공한다.

② 질산화 박테리아는 호기성이며, 화학합성영양 또는 화학적 유기영양 박테리아이기 때문에, 산화성 무기물질을 이용하여 동화작용을 위한 에너지를 얻는다.

③ 질산화(nitrification)는 암모니아가 질산염으로 산화되는 과정으로, -3가의 질소이온에서 +5가의 질소이온으로 변하는 것을 말한다.

④ 대표적인 공생적 질소고정 미생물로는 Rhizobium 속 박테리아가 있는데, 콩과식물 뿌리에 붙어 서식하며, 대기 중 질소를 고정시켜 콩과식물에게 공급한다.

정답 2번

출제 포인트

질소고정과 질산화에 관여하는 미생물의 역할, 영양 방식, 질소 산화수 변화를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

질소고정은 질소고정 미생물이 질소고정효소를 이용하여 대기 중 질소를 생물이 이용할 수 있는 암모니아 계열의 질소로 바꾸는 과정이다.

질산화는 호기성 질산화 미생물이 암모니아성 질소를 아질산성 질소를 거쳐 질산성 질소로 산화하면서 에너지를 얻는 과정이다. 질산화 미생물은 대표적인 화학무기영양 독립영양 미생물이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 질소고정효소는 박테리아가 합성하며, 숙주식물은 뿌리혹 등에서 산소 농도를 조절하고 광합성 산물을 제공하여 효소가 작용하기에 적합한 환경을 마련한다.
② X — 틀린 표현은 질산화 박테리아를 '화학적 유기영양 박테리아'로 분류한 부분이다. 질산화 박테리아는 호기성 화학무기영양 독립영양 미생물이며, 암모니아나 아질산과 같은 환원된 무기질소 화합물을 산화하여 에너지를 얻는다. 따라서 선지의 '산화성 무기물질'은 산화되어 에너지원이 되는 무기물질을 뜻하는 문맥으로 볼 수 있으므로 그 부분을 별도의 오류로 보지 않는다.
③ O — 질산화의 전체 과정에서 암모니아성 질소의 산화수는 -3에서 질산성 질소의 +5로 증가하므로 질소가 산화된다.
④ O — Rhizobium속 박테리아는 콩과식물의 뿌리혹에서 공생하며 대기 중 질소를 고정하고, 고정된 질소를 숙주식물이 이용할 수 있게 한다.

오답 포인트

②는 '호기성'이라는 맞는 설명 뒤에 영양 방식과 에너지원에 관한 틀린 표현을 섞었다. 질산화 미생물은 유기물을 에너지원으로 삼는 화학유기영양 미생물이 아니라, 환원된 무기질소 화합물을 산화하는 화학무기영양 미생물이다.

다시 나오면 이렇게 판단

질산화 선지는 산소 요구성, 에너지원, 탄소원을 나누어 판단한다. 질산화 미생물은 호기성이고, 환원된 무기질소 화합물의 산화에서 에너지를 얻으며, 주로 이산화탄소를 탄소원으로 이용한다.

암기 포인트

질소고정은 대기 질소를 암모니아 계열로 바꾸고, 질산화는 암모니아를 질산까지 산화한다. 질산화균은 호기성·화학무기영양 독립영양 미생물이다.

15. 다음의 대표적인 폐기물 소각로에 대한 설명 중에서 사실과 가장 옳지 않은 것은?
① 로터리 킬른: 구조가 간단하고, 수분이 많은 폐기물에도 적합하다는 장점이 있으나, 연소효율이 낮아 대부분 2차 연소실이 필요하다는 단점이 있다.
② 유동층 소각로: 교반력이 좋아 클링커 발생이 거의 없고, 슬러지 소각에 특화되었다는 장점이 있으나, 구동부분이 많은 편이라 고장이 잦다는 단점이 있다.
③ 다단식 소각로: 일반적으로 상부에 공급된 폐기물이 하단으로 이동되며 건조, 연소, 후연소, 냉각과정을 거치면서 소각이 진행되며, 열 전달이 유효하게 이루어져 열효율이 좋다.
④ 화격자 소각로: 대량 소각이 가능하고 건조효과가 좋다는 장점이 있으나, 수분이 많은 폐기물은 부적당하고, 소각시 교반력이 약하다는 단점이 있다.

정답 2번

출제 포인트

대표적인 폐기물 소각로의 구조, 폐기물 교반 방식, 수분이 많은 폐기물에 대한 적합성 및 운전상 장단점을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

로터리 킬른은 원통형 노를 회전시켜 폐기물을 이동·혼합하며 태우는 소각로이다. 구조가 비교적 간단하고 다양한 성상의 폐기물을 처리할 수 있지만 열효율이 낮아 2차 연소실을 두는 경우가 많다.
유동층 소각로는 모래 등의 층을 공기로 유동화하여 폐기물을 강하게 혼합·연소하는 소각로이다. 혼합과 열전달이 좋아 클링커 발생이 적고, 노 내부의 기계식 구동부가 거의 없다는 점이 핵심이다.
다단식 소각로는 여러 단의 화격을 따라 폐기물이 위에서 아래로 이동하면서 건조·연소·후연소·냉각되는 소각로이다.
화격자 소각로는 화격자 위에서 폐기물을 이동시키며 건조·연소하는 소각로이다. 대량 연속 처리가 가능하지만 수분이 많은 폐기물에는 불리하고 교반성이 약하다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 로터리 킬른은 회전 원통 구조로 폐기물을 혼합하므로 구조가 비교적 간단하고 수분이 많은 폐기물도 처리할 수 있다. 다만 배기가스와 미연분의 완전연소를 위해 2차 연소실이 필요하며 열효율이 낮은 편이다.
② X — 틀린 표현은 '구동부분이 많은 편이라 고장이 잦다'이다. 유동층은 유동매체와 폐기물의 혼합이 좋아 클링커 발생이 적지만, 노 내부의 기계식 구동부는 거의 없어 구동부분이 많아 고장이 잦다고 보기 어렵다. 올바르게는 '노 내부의 구동부분이 적어 기계적 고장이 적은 편이다'이다.
③ O — 다단식 소각로에서는 상부에 투입된 폐기물이 여러 단을 거쳐 아래로 이동하면서 건조, 연소, 후연소 및 냉각 과정을 거친다. 여러 단에서 폐기물과 연소가스가 접촉하므로 열전달이 효과적으로 이루어진다.
④ O — 화격자 소각로는 대량의 폐기물을 연속 소각할 수 있고 건조 효과도 좋다. 그러나 수분이 지나치게 많은 폐기물에는 부적합하며, 화격자 위 폐기물의 교반이 충분하지 않다는 단점이 있다.

오답 포인트

②는 유동층의 강한 혼합을 기계식 구동장치가 많은 것으로 착각하게 만든다. 유동층의 혼합은 주로 아래에서 불어 넣는 공기에 의해 유동매체가 움직이면서 일어나므로, 교반력이 좋다는 사실과 구동부분이 많다는 설명은 같은 의미가 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

소각로별로 폐기물을 움직이는 원리를 먼저 구분한다. 로터리 킬른은 노의 회전, 유동층은 공기에 의한 유동화, 다단식은 여러 단을 통한 하향 이동, 화격자식은 화격자 위 이동이 핵심이다. 유동층에서 '교반력이 좋다'는 맞지만 이를 '기계식 구동부가 많다'로 연결하면 틀린 설명이다.

암기 포인트

회전은 로터리 킬른, 공기 혼합은 유동층, 여러 단 하강은 다단식, 대량 연속 처리는 화격자식이다. 유동층은 교반은 강하지만 노 내부 구동부는 적다.

NoteBase

16. 고도정수처리 공법에 대한 다음의 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 활성탄은 일반적으로 야자계 활성탄, 석탄계 활성탄, 목재계 활성탄으로 구분 되며, 보통의 입상 활성탄은 비표면적은 최대 약 $10m^2/g$ 수준이다.

② 오존은 THMs 전구물질 및 맛과 냄새의 제거, 철과 망간의 산화, 색도 제거, 미생물과 조류의 살균 등에 효과적이다.

③ 생물활성탄(BAC) 공정은 활성탄의 흡착기능 이외에 미생물에 의한 오염물질 제거 기능이 추가된 공정이라고 볼 수 있다.

④ 오존을 살균 목적으로 사용했을 때 얻어지는 부수적인 이득은 오존이 주입 후 산소로 분해되기 때문에 용존산소를 높여 줄 수 있다는 것이다.

정답 1번

출제 포인트

고도정수처리에서 활성탄 흡착, 오존 산화·소독, 생물활성탄(BAC)의 기능을 구분하고 활성탄의 비표면적 규모를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

활성탄은 발달한 미세공극과 큰 비표면적을 이용해 물속 유기물 등을 흡착하는 다공성 탄소 재료이다. 오존은 강한 산화력으로 맛·냄새 및 색도 유발물질을 제거하고 철·망간을 산화하며 소독에도 이용된다. 생물활성탄은 활성탄 표면에 미생물이 서식하도록 하여 물리적 흡착에 생물학적 분해 기능을 더한 공정이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '입상 활성탄은 비표면적은 최대 약 10 m^2/g 수준'이다. 활성탄은 미세공극 때문에 비표면적이 매우 크며, 입상 활성탄의 비표면적은 일반적으로 수백~천수백 m^2/g 정도이다. 따라서 10 m^2/g을 최대 수준으로 본 수치가 지나치게 작다. 야자계·석탄계·목재계라는 구분은 원료에 따른 분류이다.
② O — 오존의 강한 산화력은 THMs 전구물질과 맛·냄새 및 색도 유발물질을 저감하고 철·망간을 산화하며 미생물과 조류를 불활성화하는 데 효과가 있다.
③ O — BAC 공정에서는 활성탄의 흡착 작용뿐 아니라 활성탄 표면의 미생물이 생분해성 유기물 등 오염물질을 분해한다. 따라서 미생물에 의한 오염물질 제거 기능이 추가된 공정이라는 설명이 옳다.
④ O — 주입된 오존 O_3은 반응 후 산소 O_2로 분해되므로 잔류성 부산물을 남기지 않으면서 처리수의 용존산소를 높이는 부수적 이득을 얻을 수 있다.

오답 포인트

①은 활성탄의 원료별 분류를 맞게 제시한 뒤 비표면적 수치만 작게 바꾼 선지이다. '최대 약 10 m^2/g'이라는 수치를 지나치기 쉽다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

활성탄 관련 선지는 '미세공극이 많다 → 비표면적이 매우 크다 → 흡착능이 생긴다'의 연결로 판단한다. 오존은 산화·소독, BAC는 흡착과 미생물 분해의 결합으로 구분한다.

암기 포인트

활성탄은 큰 비표면적의 흡착재, 오존은 산화·소독제, BAC는 흡착+생물분해 공정이다.

NoteBase

17. 접종 BOD 실험이 다음과 같이 수행되었다.

(1) 접종 희석수의 DO가 5일 동안 2.0mg/L만큼 감소했다.
(2) 300mL 용량의 BOD bottle에 시료인 폐수 30mL를 주입하고 나머지는 접종 희석수로 채우고 5일간 배양한 결과, DO가 7.5mg/L 만큼 감소했다.

그렇다면 이 폐수의 BOD_5는 얼마인가?

① 0.57mg/L ② 5.7mg/L
③ 57mg/L ④ 570mg/L

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 접종 희석수 자체의 산소소비량을 보정한 뒤 시료의 희석배수로 환산하여 폐수의 BOD_5를 구하는 문제이다.

조건 정리

전체 용량: $300mL$
폐수 시료량: $30mL$
접종 희석수량: $270mL$
접종 희석수의 5일간 DO 감소량: $2.0mg/L$
시료를 넣은 병의 5일간 DO 감소량: $7.5mg/L$
시료의 체적비는 $P = 30/300 = 0.1$이고, 희석수의 체적비는 $270/300 = 0.9$이다.

사용할 공식

BOD_5=혼합 시료의 DO 감소량-희석수의 DO 감소 기여량시료의 체적비
접종 희석수도 산소를 소비하므로 혼합 병의 전체 DO 감소량에서 희석수가 차지하는 양만큼의 감소량을 먼저 빼야 한다.

계산 과정

1. 혼합 병에 들어간 희석수의 DO 감소 기여량을 구한다.
$2.0mg/L \times \frac{270}{300} = 1.8mg/L$
2. 혼합 병에서 폐수 시료가 일으킨 DO 감소량을 구한다.
$7.5 - 1.8 = 5.7mg/L$
3. 시료의 체적비 0.1로 나누어 원폐수의 BOD_5로 환산한다.
$BOD_5 = \frac{5.7}{0.1} = 57mg/L$

NoteBase

선지 판단

① X — 0.57mg/L는 보정 후 DO 감소량 5.7mg/L에 시료 체적비 0.1을 다시 곱한 값이다. 틀린 표현 0.57mg/L는 57mg/L로 고쳐야 한다.
② X — 5.7mg/L는 희석수의 산소소비를 보정한 혼합 병 안의 시료 기여량일 뿐, 원폐수의 BOD_5가 아니다. 틀린 표현 5.7mg/L는 시료 체적비 0.1로 나눈 57mg/L로 고쳐야 한다.
③ O — 희석수 기여량 1.8mg/L를 뺀 뒤 시료 체적비 0.1로 나누면 $BOD_5 = 57mg/L$가 된다.
④ X — 570mg/L는 희석배수를 한 번 더 적용한 값이다. 틀린 표현 570mg/L는 희석배수를 한 번만 적용한 57mg/L로 고쳐야 한다.

오답 포인트

②의 5.7mg/L를 곧바로 답으로 고르기 쉽지만, 이는 원폐수 농도가 아니라 희석된 병에서 시료가 기여한 DO 감소량이다. 또한 희석수의 감소량 2.0mg/L 전체를 빼는 것이 아니라 병 속 희석수 비율 0.9을 반영한 1.8mg/L를 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

접종 희석수를 사용한 BOD 계산은 전체 DO 감소량에서 희석수의 체적비를 반영한 산소소비량을 먼저 빼고, 그 결과를 시료의 체적비로 나누는 순서로 판단한다.

암기 포인트

희석수 보정은 빼기, 원시료 환산은 시료 체적비로 나누기이다.

NoteBase

18. 환경시료 분석에 많이 사용되는 오염지표인 생화학적 산소요구량(BOD) 측정법의 한계성에 대한 다음의 설명 중 옳지 않은 것은?
① 생분해성 유기물만 측정이 가능하다.
② 활성화된 미생물이 반드시 필요하다.
③ 질산화 미생물에 의한 산소 소비량을 합쳐야 정확한 BOD_5가 구해진다.
④ 시료 중에 독성물질이 존재하면 정확한 측정이 어렵다.

정답 3번

출제 포인트

생화학적 산소요구량(BOD)의 측정 원리와 한계, 특히 질산화에 따른 산소 소비가 측정값에 미치는 영향을 묻는 문제이다.

핵심 개념

BOD는 호기성 미생물이 물속의 생분해성 유기물을 분해할 때 소비하는 용존산소량을 나타내는 지표이다. 통상 BOD_5는 5일 동안의 산소 소비량을 측정한다. 이때 질산화 미생물이 암모니아성 질소를 산화하면서 소비한 산소까지 포함되면 유기물 분해에 의한 산소요구량이 과대평가될 수 있으므로, 탄소성 BOD를 정확히 측정하려면 질산화를 억제하거나 그 영향을 구분해야 한다.

선지별 해설

① O — BOD는 미생물이 분해할 수 있는 생분해성 유기물에 의한 산소 소비를 측정한다. 따라서 난분해성·비생분해성 유기물까지 모두 측정하지 못한다는 한계가 있다.
② O — 유기물을 분해하면서 산소를 소비하는 활성화된 미생물이 있어야 BOD가 나타난다. 미생물 활성이 부족한 시료는 필요한 경우 식종이 요구된다.
③ X — 틀린 표현은 '질산화 미생물에 의한 산소 소비량을 합쳐야 정확한 BOD_5가 구해진다'이다. 질산화에 따른 산소 소비는 유기물의 탄소성 산소요구량에 대한 간섭이므로, 올바르게는 정확한 탄소성 BOD_5를 구하려면 질산화를 억제하거나 그 산소 소비 영향을 분리해야 한다.
④ O — 독성물질은 미생물의 활성을 억제하거나 사멸시켜 유기물 분해와 산소 소비를 왜곡하므로 정확한 BOD 측정을 어렵게 한다.

NoteBase

오답 포인트

③에서 질산화 과정도 산소를 소비한다는 사실만 보고 그 값을 반드시 합쳐야 한다고 판단하기 쉽다. 그러나 BOD로 유기물 오염 정도를 평가할 때 질산화 산소요구량은 탄소성 BOD를 크게 만드는 간섭 요인이므로 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

BOD 선지는 '생분해성 유기물·활성 미생물·산소 소비'의 연결로 판단한다. 독성물질은 미생물 활성을 방해하고, 질산화에 의한 산소 소비는 탄소성 유기물 분해량과 분리해야 할 간섭으로 판단한다.

암기 포인트

BOD는 생분해성 유기물의 산소요구량이며, 독성은 미생물을 억제하고 질산화는 산소 소비를 더하는 간섭이다.

NoteBase

19. 다음의 환경공학기초에 해당하는 환경공정 및 반응속도에 대한 내용 중에서 가장 옳지 않은 것은?

① 반응속도 방정식에서, 1차 반응이란, 임의의 시간에서 반응물의 농도에 정비례 또는 반비례하는 속도로 진행되는 반응으로 정의된다.

② 정상상태(steady state): 연속공정에서 공정 내 모든 조건(온도, 부피, 유속, 처리수 농도 등)이 시간에 따라 변화하지 않는 상태로 정의된다.

③ 물질수지(mass balance) 관점에서 볼 때, 정상상태란 계 내의 물질이 보존적이라고 가정할 때, 유입량과 유출량이 같은 경우라고 설명될 수 있다.

④ 반응속도 방정식에서 0차 반응이란 반응물의 농도에 독립적인 일정한 속도로 진행되는 반응으로, 대부분의 생화학적 환경반응은 0차 반응을 따른다.

정답 4번

출제 포인트

반응차수에 따른 농도 의존성, 정상상태의 의미, 보존성 물질의 정상상태 물질수지를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

1차 반응: 반응속도의 크기가 반응물 농도에 비례하여 $r = kC$로 나타나는 반응이다. 반응물 농도의 시간 변화는 $dC/dt = -kC$로 나타낸다.

0차 반응: 반응속도가 반응물 농도와 무관하여 $r = k$로 일정한 반응이다.

정상상태: 공정의 각 지점에서 온도·유량·농도 같은 상태변수가 시간에 따라 변하지 않는 상태이다. 위치에 따른 차이는 존재할 수 있다.

정상상태 물질수지: 축적량이 0이므로 '유입-유출+생성-소모=0'이다. 반응이 없고 물질이 보존적이면 유입량과 유출량이 같다.

NoteBase

선지별 해설

① O(공식 채점 기준)
1차 반응에서 반응속도의 크기는 반응물 농도에 정비례하여 $r = kC$로 나타난다. 반응물의 소모속도는 $-dC/dt = kC$, 부호를 포함한 농도 변화율은 $dC/dt = -kC$이다. 공식 정답이 ④인 이 문항에서는 '반비례'를 반응물 농도가 감소하는 방향을 느슨하게 표현한 말로 보아 ①을 옳은 선지로 처리한 것으로 해석된다. 다만 '반비례'를 통상적인 수학적 의미인 $1/C$에 대한 비례로 읽으면 부정확하다.

② O
정상상태에서는 공정 내 온도·부피·유속·처리수 농도 등의 상태변수가 시간에 따라 변하지 않는다. 다만 정상상태라고 해서 공정의 모든 위치에서 값이 서로 같다는 뜻은 아니다.

③ O
정상상태에서는 계 내 축적이 없고, 보존성 물질은 반응에 의한 생성이나 소모도 없다. 따라서 물질수지는 유입량=유출량이 된다.

④ X
틀린 표현은 '대부분의 생화학적 환경반응은 0차 반응을 따른다'이다. 0차 반응은 속도가 농도와 무관한 경우이며, 생화학적 환경반응을 일반적으로 모두 0차라고 할 수 없다. 올바르게는 많은 환경공정의 분해·제거 반응을 1차 반응으로 근사하며, 기질이 충분하여 반응계가 포화된 특정 조건에서만 0차 반응으로 근사할 수 있다고 해야 한다.

오답 포인트

④의 0차 반응 정의 자체는 맞지만, 뒤의 '대부분'이라는 일반화가 함정이다. 공식 채점에서는 ①의 '반비례'를 반응물 농도가 감소하는 방향을 나타낸 느슨한 표현으로 취급한 것으로 보인다. 그러나 1차 반응의 엄밀한 표준식은 $r = kC$이며, 반응속도가 $1/C$에 비례한다는 의미의 반비례는 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 속도식에서 농도 항을 확인한다. 농도에 비례하면 1차, 농도와 무관하면 0차이다. 이어 정상상태는 시간에 따른 변화가 없는 상태이고, 보존성 물질에 반응과 축적이 없으면 유입량과 유출량이 같다는 기준을 적용한다.

암기 포인트

1차는 $r = kC$, 0차는 $r = k$, 정상상태는 축적 0, 보존성 물질은 유입=유출이다.

NoteBase

20. 소음과 관련된 다음의 용어 설명 중에 사실과 가장 거리가 먼 것은?

① 등청감 곡선: 정상 청력을 가진 젊은 사람을 대상으로, 하나의 주파수로 구성된 음에 대하여 느끼는 소리의 크기를 실험한 곡선으로 정의된다.

② 교통소음지수(TNI): 도로교통 소음평가에 이용되며, 이 값이 200 이상이면 주민의 50% 이상이 불만을 호소하는 것으로 정의된다.

③ 소음레벨(SL): 소음계의 주파수 보정회로를 A에 놓고 측정하였을 때의 지시값(LA)으로 '소음도'라고도 하며, 단위는 dB(A)로 나타낸다.

④ 등가 소음도: 임의의 측정시간 동안 발생한 변동소음의 총에너지를 같은 시간 내의 정상 소음의 에너지로 등가하여 얻어진 소음도로 정의된다.

정답 2번

출제 포인트

등청감곡선, 교통소음지수(TNI), 소음레벨, 등가소음도의 정의와 기준값을 구별하는 문제이다. '사실과 가장 거리가 먼 것'을 묻는 부정형 문항이므로 틀린 설명을 고른다.

핵심 개념

등청감곡선: 정상 청력을 가진 젊은 사람이 서로 다른 주파수의 순음을 같은 크기로 느낄 때의 음압레벨을 주파수별로 연결한 곡선이다.

교통소음지수(TNI): 도로교통 소음의 배경 수준과 변동 폭을 함께 반영하여 주민의 불만 반응을 평가하는 지수이며, 약 $74dB(A)$일 때 주민의 약 50%가 불만을 호소하는 수준으로 본다.

소음레벨: 소음계의 A특성 주파수 보정을 적용해 측정한 지시값 L_A이며 단위는 $dB(A)$이다.

등가소음도: 변동소음과 동일한 측정시간 동안 같은 총 음에너지를 갖는 정상소음의 레벨이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 등청감곡선은 정상 청력을 가진 젊은 사람을 대상으로 주파수별 순음의 주관적 크기를 비교한 실험에서 정해진다. 서로 다른 주파수에서 같은 크기로 느껴지는 음압레벨을 연결한 곡선이라는 설명에 부합한다.
② X — 틀린 표현은 'TNI 값이 200 이상이면 주민의 50% 이상이 불만을 호소한다'이다. 올바르게는 TNI가 약 $74dB(A)$일 때 주민의 약 50%가 불만을 호소하는 수준으로 본다. 따라서 기준값 200은 지나치게 크게 제시되었다.
③ O — 소음계의 주파수 보정회로를 A특성에 두고 측정한 지시값 L_A를 소음레벨 또는 소음도라고 하며, 단위는 $dB(A)$로 나타낸다.
④ O — 등가소음도는 측정시간 동안 변동소음이 가진 총 음에너지를 같은 시간의 정상소음 에너지로 환산한 레벨이므로 설명이 맞다.

오답 포인트

②는 TNI가 도로교통 소음평가에 쓰인다는 앞부분은 맞지만, 주민 50%의 불만 수준에 대응하는 값을 74가 아니라 200으로 바꾼 수치 함정이다. 용도의 진위만 보고 기준값을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

용어 문제에서는 '평가 대상·측정 방식·단위·대표 기준값'을 나누어 확인한다. 등청감곡선은 주파수별 같은 청감, TNI는 교통소음과 불만 반응, 소음레벨은 A특성, 등가소음도는 같은 시간의 총 음에너지라는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

등청감은 같은 크기, A특성은 $dB(A)$, 등가는 같은 에너지, TNI 50% 불만은 약 74이다.

NoteBase

21. 다음의 알칼리도(alkalinity)에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 알칼리도는 수중에 포함된 알칼리 성분이 중화할 때 필요한 산성액의 소비량을 구해, 그 양을 $CaCO_3$로 환산하여 mg/L로 나타낸 값이다.

② 알칼리도의 가장 보편적인 구성성분으로는 HCO^{3-}, CO_3^{2-}, OH^-를 들 수 있다.

③ M-알칼리도와 P-알칼리도가 있고, 양자 모두 지시약에 의해 비색법으로 측정되며, P-알칼리도는 총알칼리도 라고도 한다.

④ 알칼리도의 구성성분 중 인산염은 폐수 중의 세제와 농경지의 비료 등으로부터 기인한다.

정답 3번

출제 포인트

알칼리도의 정의와 주요 구성 성분, M-알칼리도와 P-알칼리도의 종말점 및 총알칼리도와의 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

알칼리도는 물속 염기성 성분이 산을 중화할 수 있는 능력으로, 산 표준액의 소비량을 탄산칼슘 기준의 *mg/L*로 환산하여 나타낸다. 주요 성분은 HCO_3^-, CO_3^{2-}, OH^-이다.
P-알칼리도는 페놀프탈레인 종말점인 약 pH 8.3까지 적정한 값이고, M-알칼리도는 메틸오렌지 종말점인 약 pH 4.5까지 적정한 값으로 총알칼리도에 해당한다.

선지별 해설

① O — 알칼리도는 시료의 알칼리 성분을 중화하는 데 필요한 산 표준액의 소비량으로 구하며, 이를 $CaCO_3$ 기준 *mg/L*로 환산해 표시한다.
② O — 일반적인 천연수에서 알칼리도를 이루는 대표 성분은 HCO_3^-, CO_3^{2-}, OH^-이다.
③ X — 틀린 표현은 ‘P-알칼리도는 총알칼리도라고도 한다’이다. P-알칼리도와 M-알칼리도는 각각 페놀프탈레인과 메틸오렌지 종말점을 이용해 적정할 수 있지만, 총알칼리도라고 하는 것은 M-알칼리도이다. 올바르게는 ‘M-알칼리도는 총알칼리도라고도 한다’이다.
④ O — 세제와 비료 등에 포함된 인산염이 폐수나 농경지 유출수로 들어오면 양성자를 받아들이는 염기성 성분으로 작용하여 알칼리도에 기여할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

③은 두 알칼리도 모두 산 적정과 지시약 종말점을 이용한다는 맞는 내용 뒤에 ‘P-알칼리도=총알칼리도’라는 잘못된 연결을 붙였다. P는 페놀프탈레인 종말점까지의 일부 알칼리도이고, M은 더 낮은 pH의 메틸오렌지 종말점까지 측정하므로 총알칼리도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

지시약의 머리글자와 종말점을 연결한 뒤 적정 범위를 비교한다. P는 페놀프탈레인·약 pH 8.3, M은 메틸오렌지·약 pH 4.5이며, 더 낮은 pH까지 산으로 적정하는 M이 총알칼리도이다.

암기 포인트

P는 페놀프탈레인까지, M은 메틸오렌지까지이며 M이 총알칼리도이다.

NoteBase

22. 다음의 수중 영양염류(nutrients)에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 인산염(PO_4^{3-})은 독성이 높은 편이나, 자연 생태계 중에서의 농도가 아주 낮아, 사람이나 다른 생물에 직접적인 건강피해를 주지 않는다.

② 질소는 단백질, 클로로필 및 여러 생물학적 화합물의 주요 구성성분 이다.

③ 대부분의 경우, 질소와 인은 수중식물 성장의 제한인자가 된다.

④ 영양염류는 식물과 동물의 성장 및 번식을 위해 필수적인 원소들이며, 광범위한 광물질 및 미량원소가 포함될 수 있다.

정답 1번

출제 포인트

수중 영양염류의 생물학적 기능과 질소·인의 제한영양소 역할, 과잉 유입에 따른 영향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

영양염류는 수중 생물의 성장과 번식에 필요한 무기성 영양물질이다. 질소와 인은 단백질·엽록소 등의 생체물질을 구성하며, 자연 수계에서는 공급량이 생물 성장을 좌우하는 제한영양소가 되기 쉽다. 인산염은 자체 독성이 높은 물질로 보기보다, 과잉 유입될 때 조류 증식과 부영양화를 일으키는 영양염으로 이해한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '인산염(PO_4^{3-})은 독성이 높은 편'이다. 인산염 자체는 일반적으로 독성이 높은 물질로 분류되지 않는다. 올바르게는 '인산염은 자체 독성보다 과잉 유입 시 조류 증식과 부영양화를 유발하는 영향이 중요하다'이다.

② O — 질소는 아미노산과 단백질의 구성 원소이며, 엽록소와 여러 생물학적 화합물을 이루는 주요 성분이다.

③ O — 질소와 인은 수중식물이 이용할 수 있는 양이 부족하면 성장이 제한되므로 대표적인 제한영양소가 된다.

④ O — 영양염류는 생물의 성장과 번식에 필요한 원소를 공급하며, 주요 광물성 영양소뿐 아니라 적은 양이 필요한 미량원소도 포함할 수 있다.

오답 포인트

①은 '자연 수계에서 농도가 낮다'는 설명과 '독성이 높다'는 설명을 결합해 혼동을 유도한다. 인산염의 핵심 환경문제는 높은 직접 독성이 아니라 과잉 공급에 따른 부영양화이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

영양염류 문제에서는 먼저 '필수 영양소인가', '성장을 제한하는가', '과잉 공급 시 부영양화를 일으키는가'를 나누어 판단한다. 질소·인은 필수적이면서 제한영양소가 될 수 있고, 과잉 유입되면 수질 문제를 일으킨다.

암기 포인트

질소·인은 생장에 필수, 부족하면 제한, 많으면 부영양화이다. 인산염의 핵심은 직접 독성이 아니라 과잉 영양 공급이다.

NoteBase

23. 대기오염 방지장치 중 하나인 전기집진기(ESP)의 장점 중 가장 옳지 않은 것은?
① 매우 높은 효율이 요구될 때를 제외하고는 운전비용이 경제적인 편이다.
② 미세한 입자에 대해서도 집진효율이 매우 높다.
③ 광범위한 온도 범위에서 설계가 가능하다.
④ 운전조건 변화에 따른 유연성이 큰 편이다.

정답 4번

출제 포인트

전기집진기(ESP)의 높은 집진효율·미세입자 처리·넓은 적용 온도범위와 운전조건 변화에 대한 민감성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

전기집진기는 입자를 대전시킨 뒤 전기력으로 집진극에 이동·부착시켜 제거하는 장치이다. 압력손실이 작고 미세입자까지 높은 효율로 처리할 수 있으며 고온 가스에도 적용할 수 있지만, 분진의 전기비저항·가스 온도·습도·유량 등 운전조건이 달라지면 집진성능이 영향을 받는다.

선지별 해설

① O — 전기집진기는 압력손실이 작아 송풍 동력이 적게 들고 일반적으로 운전비가 경제적이다. 다만 매우 높은 집진효율을 얻으려면 집진 면적과 전력 등 설비·운전 부담이 커질 수 있으므로 선지의 설명은 장점에 해당한다.

② O — 입자에 전하를 부여해 전기력으로 포집하므로 매우 작은 입자에 대해서도 높은 집진효율을 얻을 수 있다.

③ O — 재료·절연·구조를 운전 온도에 맞추면 비교적 넓은 온도 범위에서 설계와 운전이 가능하다.

④ X — 틀린 표현은 '운전조건 변화에 따른 유연성이 큰 편'이다. 실제로는 분진의 전기비저항, 가스의 온도와 습도, 유량 등의 변화가 대전과 집진성능에 영향을 주므로 운전조건 변화에 대한 유연성이 작은 편이다.

오답 포인트

전기집진기의 적용 온도범위가 넓다는 사실을 모든 운전조건 변화에도 잘 대응한다는 뜻으로 확대하면 ④를 놓치기 쉽다. '설계 가능한 온도범위'와 '실제 운전조건 변화에 대한 민감성'은 서로 다른 특성이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전기집진기의 장점은 높은 미세입자 집진효율, 작은 압력손실, 비교적 낮은 운전비, 넓은 적용 온도범위로 판단한다. 반면 분진 비저항과 가스 상태가 변하면 성능도 변하므로 운전조건 변화에 유연하다는 표현은 부정한다.

암기 포인트

전기집진기는 '미세입자에는 강하고, 비저항·가스 조건 변화에는 민감하다'로 정리한다.

NoteBase

24. 하수슬러지의 혐기성 소화에 문제가 있을 때, 다음 중 일반적으로 나타나는 가스발생 형태에 해당하는 것은?
① CH_4의 양은 줄고, CO_2의 양은 늘어난다.
② CH_4와 CO_2의 양이 모두 줄어든다.
③ CO_2의 양은 줄고, CH_4의 양은 늘어난다.
④ CH_4와 CO_2의 양이 모두 늘어난다.

정답 1번

출제 포인트

혐기성 소화조가 산패할 때 메탄 생성균의 활성이 저하되어 CH_4는 감소하고 CO_2는 증가하는 가스 발생 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

혐기성 소화는 산소가 없는 상태에서 유기물이 산 생성 단계와 메탄 생성 단계를 거쳐 분해되는 과정이다.
산패는 유기산의 생성 속도가 소비 속도보다 빨라 유기산이 축적되고 pH가 낮아진 불안정 상태이다. 산에 민감한 메탄 생성균의 활성이 억제되므로 CH_4 발생량은 줄고, 산 생성과 탄산 평형의 영향으로 CO_2 발생량은 늘어나는 것이 일반적이다.

선지별 해설

① O — 산패하면 메탄 생성균이 억제되어 CH_4의 양은 줄고 CO_2의 양은 늘어난다.
② X — 틀린 표현은 'CH_4와 CO_2의 양이 모두 줄어든다'이다. 올바르게는 CH_4는 줄고 CO_2는 늘어난다.
③ X — CH_4와 CO_2의 증감 방향을 서로 바꾼 선지이다. 올바르게는 CO_2는 늘고 CH_4는 줄어든다.
④ X — 틀린 표현은 'CH_4와 CO_2의 양이 모두 늘어난다'이다. 올바르게는 CH_4는 줄고 CO_2는 늘어난다.

오답 포인트

산패를 소화 반응 전체의 단순한 감소로 보아 ②를 고르기 쉽다. 핵심은 산 생성과 메탄 생성이 같은 정도로 억제되는 것이 아니라, 메탄 생성균이 먼저 큰 영향을 받아 CH_4와 CO_2의 변화 방향이 반대로 나타난다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

'혐기성 소화조의 산패'가 제시되면 유기산 축적과 pH 저하를 먼저 연결하고, 이어서 메탄 생성균 억제 → CH_4 감소·CO_2 증가로 판단한다.

암기 포인트

산패 시 메탄은 내려가고 이산화탄소는 올라간다: $CH_4\downarrow$, $CO_2\uparrow$ 이다.

NoteBase

25. 다음 중 수중의 산소 전달에 미치는 환경요인에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① 수온이 높을수록 산소의 용해율은 증가한다.
② 압력이 높을수록 산소의 용해율이 증가한다.
③ 염분의 농도가 높을수록 산소의 용해율은 감소한다.
④ 수중의 DO 농도가 낮을수록 산소 전달율은 증가한다.

정답 1번

출제 포인트

수온·압력·염분이 산소의 포화용해도에 미치는 영향과 현재 DO 농도가 산소 전달의 구동력에 미치는 영향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

산소 용해도는 물이 평형 상태에서 녹일 수 있는 산소의 양이며, 일반적으로 수온이 낮을수록, 압력이 높을수록, 염분 농도가 낮을수록 커진다.
산소 전달률은 포화 DO 농도와 현재 DO 농도의 차이인 산소 부족량이 클수록 커진다. 따라서 다른 조건이 같다면 현재 DO 농도가 낮을수록 산소 전달의 구동력이 커진다.

선지별 해설

① X
수온이 높아지면 산소 분자의 물에 대한 용해도는 감소한다. 틀린 표현은 '수온이 높을수록 산소의 용해율은 증가한다'이며, 올바르게는 '수온이 높을수록 산소의 용해도는 감소한다'이다. 따라서 옳지 않은 설명이다.

② O
기체의 용해도는 기체의 분압이 높을수록 증가하므로, 압력이 높을수록 산소의 용해도도 증가한다.

③ O
염분 농도가 높아지면 염류에 의한 염석 효과로 산소의 용해도는 감소한다.

④ O
다른 조건이 같을 때 수중의 현재 DO 농도가 낮으면 포화 DO 농도와의 차이가 커진다. 이 농도 차이가 산소 전달의 구동력이므로 산소 전달률은 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

①에서 수온 상승을 분자 운동의 증가와만 연결하여 용해도가 커진다고 판단하기 쉽다. 그러나 물속 기체인 산소의 용해도는 수온이 올라갈수록 감소한다. 또한 ④의 'DO가 낮다'는 산소가 적어 전달도 적다는 뜻이 아니라, 포화 농도까지의 차이가 커져 산소 전달의 구동력이 커진다는 뜻이다.

다시 나오면 이렇게 판단

산소의 포화용해도는 '저온·고압·저염'에서 커지는 것으로 판단한다. 산소 전달률은 포화 DO 농도와 현재 DO 농도의 차이를 먼저 비교하며, 현재 DO가 낮아 그 차이가 클수록 전달률이 커진다.

암기 포인트

산소 용해도는 저온·고압·저염에서 증가하고, 산소 전달은 DO 부족량이 클수록 증가한다.

NoteBase