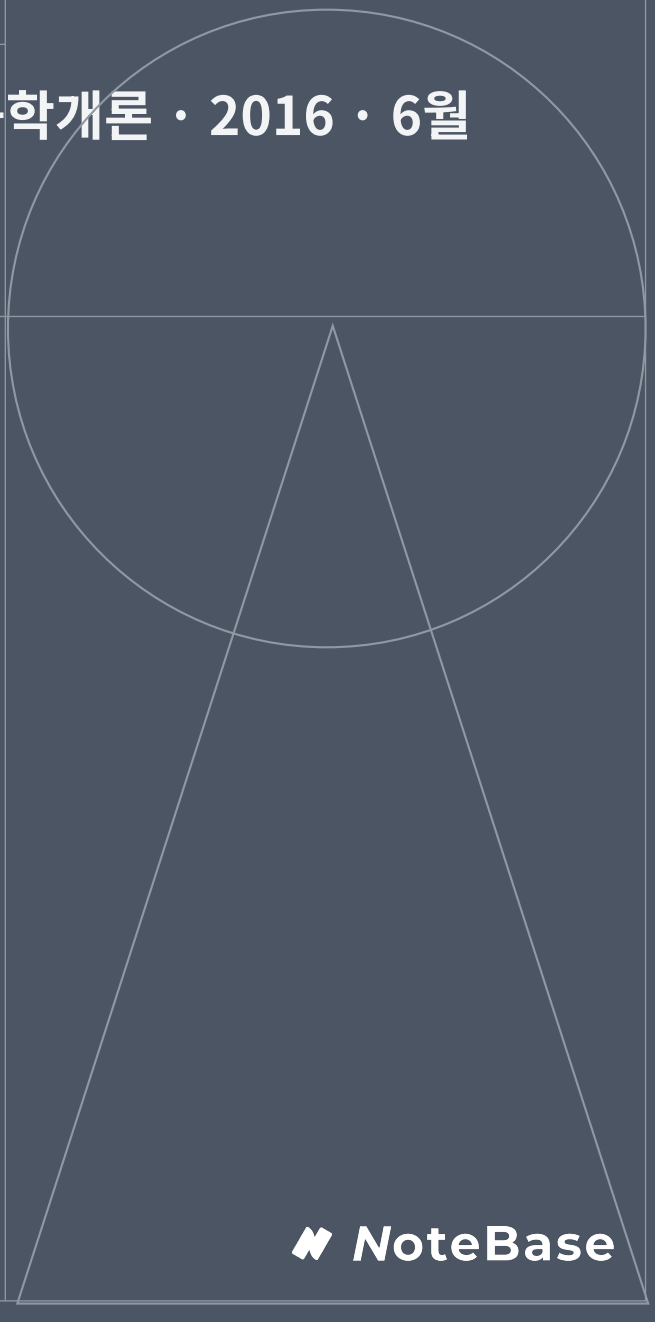
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2016 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2016 · 6월

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2016 · 6월

문 1. 해양에서 발생하는 적조현상에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 적조는 해수의 색 변화를 통한 심미적 불쾌감, 어패류의 질식사, 해수 내 빠른 용존산소의 감소, 독소 물질 생성 등의 피해를 일으킬 수 있다.

② 적조는 미량의 염분 농도, 높은 수온, 풍부한 영양염류의 조건에서 쉽게 나타나며 비정체성 수역에서 자주 관찰된다.

③ 적조 발생 시 대처 방안으로 활성탄 살포, 유입하수의 고도 처리와 함께 공존 미생물의 활발한 성장을 돕기 위한 질소, 인의 투입 등이 있다.

④ 적조 발생은 생활하수 및 산업폐수의 유입과는 연관성이 희박하므로 수산 피해를 최소화하기 위한 장기적 방안은 해안 지역에 국한하여 고려해야 한다.

정답 1번

간단한 해설

적조생물의 대량 증식은 해수의 색을 바꾸고, 호흡과 사체 분해 과정에서 **용존산소를 감소**시켜 어패류의 질식사를 일으킬 수 있다. 원인 생물에 따라서는 **독소 생성**으로도 피해가 발생한다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 적조는 플랑크톤이 대량으로 증식하거나 집적하여 해수의 색이 변하는 현상이다. 변색은 심미적 불쾌감을 주며, 생물의 호흡과 죽은 생물의 미생물 분해는 산소를 소비하여 **용존산소 부족과 어패류의 질식사**를 일으킬 수 있다. 일부 원인 생물은 독소도 생성한다. 다만 모든 적조생물이 독소를 만드는 것은 아니다.

② X: 높은 수온과 풍부한 영양염류는 적조생물의 증식에 유리할 수 있으나, 적조는 일반적으로 **해수 교환이 원활하지 않은 정체성 수역**에서 생물이 집적하기 쉽다. 따라서 '비정체성 수역에서 자주 관찰된다'는 설명은 부적절하다. 또한 적합한 염분은 원인 생물에 따라 달라지므로 '미량의 염분 농도'를 적조 발생의 공통 조건으로 단정할 수 없다.

③ X: 질소와 인은 적조생물의 성장에 필요한 영양염류이므로, 이를 투입하면 증식을 촉진하여 적조를 악화시킬 수 있다. 대책은 질소·인의 투입이 아니라 **영양염류의 제거와 유입 억제**이다. 유입하수의 고도 처리는 질소·인을 제거하는 예방 대책으로 적절하다. 현장 방제에는 황토를 이용해 적조생물을 응집·침전시키는 방법 등이 활용된다.

④ X: 생활하수와 산업폐수에 포함된 질소·인 등의 영양염류는 연안의 부영양화를 유발하여 적조생물의 증식을 촉진할 수 있다. 따라서 이들 유입과 적조의 연관성이 희박하다는 설명은 부적절하다. 장기 대책은 해안에 국한하지 않고 **하천 상류를 포함한 유역 전체의 오염원 관리**와 하·폐수 처리 개선을 통해 바다로 유입되는 영양염류를 줄이는 방향으로 마련해야 한다.

NoteBase

문 2. 다음에서 ㉠, ㉡에 들어갈 말로 옳게 짝지어진 것은?

온난화지수란 각 온실가스의 온실효과를 상대적으로 환산함으로써 비용적 접근이 가능하도록 하는 지수를 말하는 것으로 대상기체 1kg의 적외선 흡수능력을 ____㉠____와(과) 비교하는 값이다. 이 온난화지수가 가장 높은 물질은 ____㉡____이다.

① ㉠: 메탄, ㉡: 육불화황

② ㉠: 메탄, ㉡: 과불화탄소

③ ㉠: 이산화탄소, ㉡: 육불화황

④ ㉠: 이산화탄소, ㉡: 과불화탄소

정답 3번

간단한 해설

온난화지수는 **이산화탄소의 온난화 효과를 1**로 두고 같은 질량의 다른 온실가스와 비교한 값이다. 제시된 기체 중 통상적인 100년 기준 온난화지수가 가장 높은 것은 **육불화황**이다.

빈칸별 해설

㉠ 이산화탄소: 온난화지수(GWP)는 어떤 기체 1 kg을 배출했을 때 일정 기간에 걸쳐 나타나는 온난화 효과를 이산화탄소 1 kg의 효과와 비교한 값이다. 비교 기준인 이산화탄소의 온난화지수는 1이며, 메탄은 기준기체가 아니라 비교 대상이다. 이 지수에는 **적외선 흡수 효과와 대기 중 체류시간**이 함께 반영된다.

㉡ 육불화황: 육불화황은 적외선 흡수 효과가 크고 화학적으로 안정하여 대기 중에 오래 남으므로 온난화지수가 매우 높다. 통상 사용하는 100년 기준에서 메탄과 대표적인 과불화탄소류보다 큰 값을 갖는다. 예를 들어 IPCC 제4차 평가보고서의 100년 기준 값은 육불화황 22,800, 메탄 25, 과불화탄소의 하나인 사불화탄소 7,390이다. 따라서 이 문항의 비교에서 ㉡은 **과불화탄소가 아니라 육불화황**이다.

㉠에 이산화탄소, ㉡에 육불화황을 넣은 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 3. 폐기물의 수송 전 효율성을 높이기 위해 적환장을 설치할 경우, 적환장의 위치 결정 시 고려해야 할 사항 중 옳지 않은 것은?

① 간선도로로 접근이 쉽고 2차 보조수송수단의 연결이 쉬운 곳

② 수거하고자 하는 개별적 고형 폐기물 발생지역들과의 평균거리가 동일한 곳

③ 주민의 반대가 적고 주위환경에 대한 영향이 최소인 곳

④ 설치 및 작업조작이 용이한 곳

정답 2번

간단한 해설

적환장은 발생지역들과의 거리를 동일하게 맞추는 곳이 아니라, 폐기물 발생량과 운반 경로를 고려하여 **전체 수거·수송 비용을 줄일 수 있는 곳**에 설치해야 한다.

선지별 해설

적환장은 수거한 폐기물을 소형 수거차량에서 대형 운반차량 등으로 옮겨 실어 처리시설까지 효율적으로 수송하기 위한 중계시설이다.

① O: 간선도로에 접근하기 쉽고 2차 수송수단과 연결하기 쉬우면 **수거차량의 진출입과 장거리 수송**이 원활해진다. 차량의 이동시간과 운반비를 줄일 수 있으므로 적절한 입지 조건이다.

② X: 발생지역들과의 '평균거리가 동일한 곳'을 선정하는 것은 적절한 기준이 아니다. 지역마다 폐기물 발생량과 수거차량의 운행 횟수, 도로 여건이 다르므로 거리를 동일하게 맞추어도 운반비가 최소가 되지는 않는다. **폐기물 발생량과 실제 운반 경로를 고려하여 전체 운반거리와 비용을 줄일 수 있는 곳**을 선정해야 한다.

③ O: 적환장에서는 폐기물의 하역과 차량 운행으로 악취·소음·분진 및 교통 문제가 발생할 수 있다. 따라서 **주변 생활환경에 미치는 영향이 작고 주민 수용성이 높은 곳**을 선정하는 것이 바람직하다.

④ O: 시설을 설치하기 쉽고 차량 이동·하역·재적재 작업을 원활하게 수행할 수 있어야 한다. **시설 배치와 작업 동선 확보가 용이한 곳**은 작업 지연과 혼잡을 줄여 적환장의 운영 효율을 높인다.

NoteBase

문 4. 고형물 함유도가 40%인 슬러지 200kg을 5일 동안 건조시켰더니 수분 함유율이 20%로 측정되었다. 5일 동안 제거된 수분량은 몇 kg인가? (단, 비중은 1.0기준이다.)

① 70kg

② 80kg

③ 90kg

④ 100kg

정답 4번

간단한 해설

건조 중에는 **고형물 질량이 보존**되므로 고형물은 처음과 같은 80 kg이다. 건조 후 고형물 비율은 80%이므로 슬러지 전체 질량은 100 kg이며, 처음 200 kg에서 줄어든 **100 kg이 제거된 수분량**이다.

계산 과정

고형물 질량: 건조 과정에서 물만 제거되고 고형물은 손실되지 않는 것으로 본다. 처음 슬러지 200 kg의 고형물 함유도가 40%이므로 고형물 질량은 200 × 0.40 = 80 kg이다. 처음 수분량은 200 − 80 = 120 kg이다.

건조 후 슬러지 질량: 수분 함유율 20%는 **건조 후 슬러지 전체 질량 중 물의 비율**이다. 따라서 고형물 비율은 100 − 20 = 80%이다. 건조 후 전체 질량을 M이라 하면 $0.80M = 80\text{kg}$이므로 $M = \frac{80}{0.80} = 100\text{kg}$이다.

건조 후 수분량: 건조 후 슬러지 100 kg 중 20%가 물이므로 남아 있는 수분량은 100 × 0.20 = 20 kg이다.

제거된 수분량: 처음 수분량에서 남은 수분량을 빼면 120 − 20 = 100 kg으로, ④의 100 kg에 해당한다. 고형물은 보존되므로 전체 슬러지 질량의 감소량인 200 − 100 = 100 kg으로도 확인할 수 있다. 묻는 값은 **5일 동안 제거된 총수분량**이므로 5로 나누지 않는다. 질량으로 계산하므로 주어진 비중을 이용한 부피 환산은 필요하지 않다.

NoteBase

문 5. 슬러지 처리공정 시 안정화 방법으로서 호기적 소화가 갖는 장점으로 옳지 않은 것은?

① 상등액의 BOD 농도가 낮다.

② 슬러지 생성량이 적다.

③ 악취발생이 적다.

④ 시설비가 적게 든다.

정답 2번

간단한 해설

호기적 소화도 슬러지를 감량하지만, 일반적으로 혐기적 소화보다 고형물 분해 정도가 낮다. 따라서 **'슬러지 생성량이 적다'는 호기적 소화의 장점으로 보기 어렵다**.

선지별 해설

호기적 소화는 산소를 공급하여 미생물이 슬러지의 유기물과 자신의 세포물질을 분해하도록 하는 안정화 방법이다. 각 선지는 혐기적 소화와 비교한 일반적인 특성으로 판단한다.

① O: 호기적 소화에서는 생분해성 유기물이 산화·분해되므로 상등액에 남는 유기물의 양이 적다. 상등액은 슬러지를 침전시킨 뒤 위에 남는 액체이며, 그 안의 유기물을 미생물이 분해할 때 필요한 산소량인 **BOD가 낮다**.

② X: 호기적 소화도 유기물을 분해하여 슬러지를 감량하지만, 이것이 혐기적 소화보다 슬러지 생성량이 적다는 뜻은 아니다. 일반적으로 혐기적 소화보다 **휘발성 고형물의 분해 정도가 낮아** 소화 후 잔류 슬러지량이 더 많을 수 있다. 따라서 '슬러지 생성량이 적다'를 호기적 소화의 비교상 장점으로 제시한 것은 적절하지 않다.

③ O: **산소가 충분히 공급되면** 부패에 따른 악취물질의 생성이 억제되고 유기물이 안정화된다. 따라서 정상적으로 운전되는 호기적 소화는 악취 발생이 적다.

④ O: 특히 소규모 처리장에서는 밀폐 소화조와 가스 포집·처리 설비 등을 갖추는 혐기적 소화보다 설비 구성이 단순하여 **초기 시설비가 적게 든다**. 다만 산소 공급에 전력이 필요하므로 시설비가 적다는 것을 운전비도 적다는 뜻으로 이해해서는 안 된다.

NoteBase

문 6. 강우의 유달시간과 강우지속시간의 관계에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 유달시간은 강우의 유입시간과 유하시간의 합이고 유입시간은 강우가 배수구역의 최원격지점에서 하수관거 입구까지 유입되는데 걸리는 시간이다.

② 유달시간이 강우지속시간보다 긴 경우 지체현상이 발생한다.

③ 강우지속시간이 유달시간보다 긴 경우 전배수구역의 강우가 동시에 하수관 시작점에 모일 수 있다.

④ 최근 도시화로 인해 강우의 유출계수와 유달시간이 증가하여 침수피해 발생 빈도가 증가하고 있다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '유달시간이 증가한다'는 표현이 잘못되었다. 도시화로 불투수면이 늘어나면 **유출계수는 증가**하고, 빗물이 관거로 빠르게 모여 **유달시간은 감소**한다.

선지별 해설

① O: 유달시간은 배수구역의 최원격지점에 내린 빗물이 계획 대상 지점까지 도달하는 데 걸리는 시간이다. 지표면을 따라 하수관거 입구까지 이동하는 **유입시간**과, 관거에 들어온 뒤 대상 지점까지 흘러가는 **유하시간**을 합하여 구한다.

② O: 강우지속시간보다 유달시간이 길면 먼 구역에서 발생한 유출이 도착하기 전에 강우가 끝난다. 가까운 구역과 먼 구역의 유출이 시간차를 두고 도착하여 **전 배수구역의 유출이 동시에 집수되지 않는** 지체현상이 발생한다.

③ O: 배수구역 전체에 강우가 지속되는 조건에서 강우지속시간이 유달시간보다 길면, 최원격지점의 유출이 집수지점에 도착할 때에도 가까운 구역의 유출이 계속된다. 따라서 **전 배수구역이 동시에 유출에 기여**할 수 있다. 이는 같은 순간에 내린 빗방울이 모두 한꺼번에 도착한다는 뜻이 아니라, 서로 다른 구역에서 온 유출이 겹쳐 흐른다는 뜻이다.

④ X: 유출계수는 강우량 중 유출로 이어지는 비율을 나타낸다. 도시화로 포장면과 건물 등 불투수면이 늘어나면 땅으로 침투하는 물이 줄어 유출계수가 증가한다. 또한 포장과 배수시설 정비로 빗물이 빠르게 이동하므로 유달시간은 일반적으로 **증가가 아니라 감소**한다. 더 많은 물이 짧은 시간에 집중되어 배수능력을 초과하면 침수 위험이 커진다.

NoteBase

문 7. 수질오염의 지표로 널리 사용되고 있는 생물학적 산소요구량(BOD)의 한계성으로 옳지 않은 것은?

① 다른 수질오염 지표에 비해 측정에 긴 시간이 필요하다.

② 수중에 함유된 유기물 중 생분해성 유기물만 측정이 가능하다.

③ 미생물의 활성에 영향을 주는 독성물질의 방해가 예상된다.

④ BOD_5의 정확한 측정을 위해서는 질산화 미생물이 필요하다.

정답 4번

간단한 해설

질산화 미생물은 BOD_5 측정의 **필수 조건이 아니다**. 질산화는 유기물 분해와 별도로 산소를 소비하므로, 탄소성 산소요구량만 측정할 때는 **질산화를 억제**한다.

선지별 해설

① O: 일반적으로 사용하는 BOD_5는 시료를 20 ℃의 어두운 곳에서 5일간 배양한 뒤 용존산소의 감소량을 측정한다. 미생물의 반응을 기다려야 하므로 **측정에 5일이 걸려** 수질 변화를 신속하게 파악하기 어렵다.

② O: 유기물에 의한 산소요구량은 미생물이 유기물을 분해하면서 소비하는 산소량으로 평가하므로 **생분해성 유기물**이 측정 대상이다. 미생물이 분해하기 어려운 유기물은 충분히 반영되지 않아 전체 유기물 오염도를 나타내는 데 한계가 있다.

③ O: BOD는 살아 있는 미생물의 활동에 의존한다. 독성물질이 미생물의 활성을 억제하거나 미생물을 죽이면 유기물이 있어도 산소 소비가 줄어들어 **유기물 오염도를 실제보다 낮게 평가**할 수 있다.

④ X: 유기물 분해에 따른 산소요구량을 측정하는 데 필요한 것은 유기물을 분해하는 미생물이며, **질산화 미생물이 반드시 필요한 것은 아니다**. 질산화 미생물은 암모니아성 질소 등을 산화하면서 산소를 소비하므로, 배양 중 질산화가 일어나면 질소성 산소요구량이 측정값에 더해질 수 있다. 탄소성 산소요구량만 측정하려면 질산화를 억제하며, 이렇게 측정한 값을 $CBOD_5$라고 한다.

NoteBase

문 9. 다음은 토양과 지하수의 정화 및 복원기술과 관련된 설명이다. 옳지 않은 것은?

① 지하수 복원기술로서 양수처리기법은 정화된 물을 지하로 투입하여 지중 내의 오염지하수를 희석시킴으로써 오염물질의 농도를 규제치 이하로 떨어뜨리는 기법을 의미하며 가장 간단하고 보편적으로 활용되는 기법이다.

② 오염토양의 처리기법은 위치에 따라 in-situ와 ex-situ 처리법으로 나뉘며 in-situ 처리법으로는 토양증기추출법, 고형화·안정화법, 생물학적 분해법 등이 있고 ex-situ 처리법으로는 열탈착법, 토양세척법, 산화·환원법, 토양경작법 등이 있다.

③ 물리·화학적 방법을 통해 독성물질 및 오염물질의 유동성을 떨어뜨리거나 고체구조 내에 가두는 방식의 처리기법을 고형화·안정화법이라고 하며, 중금속이나 방사능물질을 포함하는 무기물질에 효과적인 것으로 알려져 있다.

④ 토양경작법은 오염토양을 굴착하여 지표상에 위치시킨 후 정기적인 뒤집기에 의한 공기공급을 통해 호기성 생분해를 촉진하여 유기오염물질을 제어하는 방법이다.

정답 1번

간단한 해설

①의 '정화된 물을 지하로 투입하여 희석'한다는 설명은 양수처리기법의 원리를 잘못 설명한 것이다.
양수처리기법은 **오염지하수를 지상으로 퍼 올린 뒤 오염물질을 제거**하는 방법이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 양수처리기법은 관정을 통해 오염지하수를 퍼 올려 지상의 처리시설에서 오염물질을 제거하는 방법이다. 즉, **오염지하수의 양수와 지상 처리**가 핵심이며, 정화된 물을 지하에 넣어 오염물질의 농도만 낮추는 희석을 뜻하지 않는다. 널리 쓰이는 지하수 정화기술이라는 점과 별개로, 선지에 제시된 처리 원리가 잘못되었다.

② O: 위치에 따른 분류의 기준은 **오염토양을 굴착하여 옮긴 뒤 처리하는지**이다. in-situ는 토양을 원래 위치에 둔 채 처리하고, ex-situ는 굴착한 토양을 지상 처리장이나 시설에서 처리한다. 토양증기추출법, 고형화·안정화법, 생물학적 분해법은 원위치에 적용할 수 있고, 열탈착법, 토양세척법, 산화·환원법, 토양경작법은 굴착한 토양에 적용할 수 있다. 다만 고형화·안정화법이나 산화·환원법 등은 공정 구성에 따라 원위치와 굴착 후 처리 모두 가능하므로, 선지의 예시를 각 기술이 한쪽에만 속한다는 뜻으로 이해해서는 안 된다. ex-situ 처리도 오염 부지 안에서 할 수 있으며 반드시 외부로 반출하는 것은 아니다.

③ O: 고형화는 결합재 등을 이용해 오염물질을 고체구조 안에 가두고, 안정화는 화학적 반응 등을 통해 오염물질이 물에 녹아 이동하기 어려운 형태로 바꾸는 방법이다. 따라서 핵심 효과는 **오염물질의 이동성과 용출 가능성 감소**이다. 중금속이나 방사성 핵종을 포함한 무기 오염물질의 유출을 억제하는 데 효과적이며, 오염물질 자체를 분해·소멸시키는 처리와는 구별된다.

④ O: 토양경작법은 굴착한 오염토양을 지표에 얇게 펼쳐 놓고 주기적으로 뒤집어 공기를 공급하는 생물학적 처리법이다. 뒤집기로 토양 내부까지 산소가 공급되면 **호기성 미생물의 유기오염물질 분해**가 촉진된다. 따라서 생분해 가능한 유기오염물질을 처리하는 데 이용되며, 수분과 영양분 등도 미생물 활동에 적합하게 유지해야 한다.

NoteBase

문 10. 청계천의 상류와 하류에서 하천수의 BOD를 측정한 결과 상류 하천수의 BOD는 25mg/L, 하류 하천수의 BOD는 19mg/L이었다. 상류 하천수의 DO가 9mg/L이었고, 하천수가 상류에서 하류로 흐르는 동안 4mg/L의 재포기가 있었다고 할 때, 하류 하천수의 DO는 얼마인가? (단, 지류에서 유입·유출되는 오염수 또는 하천수는 없다.)

① 4mg/L

② 5mg/L

③ 6mg/L

④ 7mg/L

정답 4번

간단한 해설

BOD 감소량 25 − 19 = 6 mg/L만큼 산소가 소비되고, 재포기로 4 mg/L가 공급된다. 상류 DO 9 mg/L에서 **소비량을 빼고 공급량을 더하면** 하류 DO는 7 mg/L이다.

계산 과정

BOD는 미생물이 유기물을 분해하는 데 필요한 산소량이고, DO는 물속에 실제로 녹아 있는 산소량이다. 외부 유입·유출이 없는 이 문제에서는 BOD 감소량을 유기물 분해에 소비된 산소량으로 계산한다.

산소 소비량: 상류 BOD 25 mg/L에서 하류 BOD 19 mg/L를 빼면 25 − 19 = 6 mg/L이다. 이는 하천수가 이동하는 동안 **유기물 분해에 소비된 산소량**을 뜻한다.

하류 DO 계산: 상류의 DO는 9 mg/L이고, 재포기는 공기 중 산소가 물속으로 녹아 들어오는 과정이므로 DO를 증가시킨다. 따라서 소비된 6 mg/L는 빼고, **재포기로 공급된 4 mg/L는 더한다**. 하류 DO는 9 − 6 + 4 = 7 mg/L이다.

계산된 하류 DO 7 mg/L는 ④의 값과 일치한다.

NoteBase

문 11. 다음 중 소음평가를 나타내는 용어에 대한 설명으로 옳은 것은?

① AI(Articulation Index, 명료도지수)는 음성레벨과 배경소음레벨의 비율인 신호 대 잡음비에 기본을 두며 AI가 0%이면 완벽한 대화가 가능한 것을 의미한다.

② NC(Noise Criteria)는 도로교통소음과 같이 변동이 심한 소음을 평가하는 척도이다.

③ PNL(Perceived Noise Level, 감각소음레벨)은 공항주변의 항공기소음을 평가한 방법이다.

④ SIL(Speech Interference Level, 회화방해레벨)은 도로교통소음을 인간의 반응과 관련시켜 정량적으로 구한 값이다.

정답 3번

간단한 해설

PNL은 소음의 주파수 특성에 따라 **사람이 느끼는 시끄러움**을 반영한 지표로, **항공기소음 평가**에 사용된다.

선지별 해설

① X: AI는 주파수대별 음성과 배경소음의 신호 대 잡음비를 바탕으로 말소리의 명료도를 평가한다. 값이 클수록 말소리를 알아듣기 좋은 상태이며, **0%는 완벽한 대화가 가능한 상태가 아니다**. 0%는 이용 가능한 음성정보가 없는 쪽에, 100%는 음성정보가 충분히 전달되는 쪽에 해당한다.

② X: NC는 공조설비 소음처럼 **비교적 일정한 실내 배경소음**을 평가하는 척도이다. 주파수대별 음압레벨을 NC 곡선과 비교해 실내 소음의 정도를 나타내므로, 도로교통소음처럼 시간에 따라 변동이 심한 소음을 평가하는 지표라는 설명은 부적절하다.

③ O: PNL은 주파수대별 음압레벨을 사람이 느끼는 시끄러움으로 환산하여 종합한 감각소음레벨이다. 같은 음압레벨이라도 주파수 구성에 따라 시끄럽게 느끼는 정도가 달라지는 점을 반영하며, **공항 주변의 항공기소음 평가**에 사용된다.

④ X: SIL은 배경소음이 **대화를 방해하는 정도**를 평가하는 회화방해레벨이다. 말소리 전달에 중요한 주파수대의 소음레벨을 평균하여 나타내며, 값이 클수록 같은 목소리 크기와 거리에서 대화가 더 어려워진다.
도로교통소음과 사람의 불쾌감 반응을 관련시킨 지표는 TNI(교통소음지수)이다.

NoteBase

문 12. 대기의 수직혼합이 억제되어 대기오염을 심화시키는 기온 역전현상은 생성과정에 따라 여러 종류가 있는데, 다음 설명은 어떤 기온역전층에 대한 내용인가?

☒지표면 부근의 공기가 냉각되어 발생
☒맑고 건조하며 바람이 약한 날 야간에 주로 발생
☒일출 후 지표면으로부터 역전층이 서서히 해소

① 침강역전
② 복사역전
③ 난류역전
④ 전선역전

정답 2번

간단한 해설

밤에 지표면이 **복사냉각**으로 차가워지면서 그 위의 공기까지 냉각되는 현상이 복사역전이다. 일출 후에는 지표면이 가열되어 지표 부근부터 역전층이 해소된다.

공통 해설

복사역전은 **야간에 지표면이 복사로 열을 잃어 냉각**되고, 지표면과 접한 공기도 차가워지면서 생기는 기온역전이다. 지표 부근의 공기가 위쪽 공기보다 차가워져, 역전층 안에서는 높이 올라갈수록 기온이 높아진다. 이처럼 아래에 찬 공기, 위에 따뜻한 공기가 놓이면 대기가 안정해져 수직혼합과 오염물질의 확산이 억제된다.

맑고 건조한 밤에는 구름과 수증기가 지표의 복사냉각을 줄이는 효과가 작다. 바람도 약하면 위아래 공기의 혼합이 적어 지표 부근에 찬 공기가 유지되므로 복사역전이 발달하기 쉽다. 일출 후에는 햇빛으로 지표면이 데워지고 아래쪽 공기가 가열되어 **지표 부근부터 역전층이 해소**된다. 따라서 지문의 발생 조건과 해소 과정은 모두 복사역전을 설명한다.

NoteBase

문 13. 다음 중 등가비(ϕ)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① ϕ > 1이면 공기가 과잉으로 공급되는 불완전연소이다.

② 등가비는 공기비의 역수이다.

③ 등가비는 실제 연료량/산화제완전연소를 위한 이상적 연료량/산화제이다.

④ ϕ = 1이면 완전연소를 의미한다.

정답 1번

간단한 해설

ϕ > 1은 이론적인 완전연소 혼합비보다 연료의 비율이 큰 **연료 과잉·공기 부족** 상태이다. 따라서 ①의 '공기가 과잉으로 공급된다'는 설명은 공기가 부족하다고 고쳐야 한다.

선지별 해설

① X: ϕ > 1이면 주어진 연료를 완전연소시키는 데 필요한 양보다 공기가 적게 공급된다. 즉, **공기 부족으로 인한 불완전연소** 상태이다. 공기 과잉은 반대로 ϕ < 1인 경우이다.

② O: 공기비는 같은 연료량에 대하여 실제 공기량을 이론 공기량으로 나눈 값이다. 실제 공기량을 A, 이론 공기량을 A_0, 공기비를 m이라 하면 $m = \frac{A}{A_0}$이다. 등가비는 연료에 대한 공기의 비율이 아니라 공기에 대한 연료의 비율을 기준으로 하므로 $\phi = \frac{A_0}{A} = \frac{1}{m}$이다. 따라서 두 비는 **서로 역수 관계**이다.

③ O: 등가비는 실제 연료·산화제 비율을 완전연소에 필요한 이론적인 연료·산화제 비율로 나눈 값이다. 연료량을 F, 산화제량을 O로 나타내면 $\phi = \frac{F/O}{(F/O)_{st}}$이다. 여기서 st는 이론적인 완전연소 혼합비를 뜻하며, 분자와 분모는 **같은 연료·산화제와 동일한 질량 또는 몰 기준**으로 비교해야 한다.

④ O: ϕ = 1이면 실제 연료·산화제 비율과 이론적인 완전연소 혼합비가 같다. 완전연소에 필요한 산소가 연료량에 꼭 맞게 공급되는 **이론적 완전연소 조건**이라는 뜻이다. 다만 등가비는 공급된 혼합비를 나타내는 값이므로, 실제로 연소가 완결되었는지까지 보장하는 지표는 아니다.

NoteBase

문 14. 토양오염의 특징을 설명한 다음 내용 중 옳지 않은 것은?

① 토양은 일단 오염되면 원상 복구가 어렵다.

② 토양오염은 물, 공기 등 오염경로가 다양하다.

③ 토양오염은 매체의 특성상 대부분 잔류성이 적은 편이다.

④ 토양오염은 대부분 눈에 보이지 않아 인지가 쉽지 않다.

정답 3번

간단한 해설

토양오염은 오염물질이 토양에 붙잡히거나 쉽게 분해되지 않아 **잔류성과 축적성이 큰 편**이다. 따라서 '잔류성이 적다'는 설명은 토양오염의 일반적 특성과 반대이다.

선지별 해설

① O: 토양 입자에 흡착되거나 토양 내부로 스며든 오염물질은 제거하기 어렵다. 오염물질을 정화하고 손상된 토양 기능을 회복하는 데 시간과 비용이 많이 들어 **원상 복구가 어렵다**.

② O: 오염된 물이 토양에 스며들거나, 대기 중 오염물질이 먼지나 강수와 함께 지표에 내려앉아 토양을 오염시킬 수 있다. 이처럼 **물과 공기를 통한 유입**을 비롯해 오염경로가 다양하다.

③ X: 토양은 물이나 공기에 비해 매체 자체의 이동성이 작고, 오염물질을 토양 입자나 유기물에 흡착하여 붙잡아 둘 수 있다. 특히 중금속이나 난분해성 유기오염물질은 쉽게 분해·제거되지 않아 오래 남는다. 따라서 '잔류성이 적은 편'은 **'잔류성과 축적성이 큰 편'**으로 고쳐야 한다. 다만 실제 잔류 정도는 오염물질의 성질과 토양 조건에 따라 달라진다.

④ O: 오염물질이 토양 내부에 존재하거나 겉으로 뚜렷한 변화를 일으키지 않으면 육안으로 오염 여부를 알기 어렵다. 이처럼 **오염이 겉으로 드러나지 않는 경우가 많아** 발견이 늦어질 수 있으며, 오염 여부와 정도를 확인하려면 시료를 채취하여 분석해야 한다.

NoteBase

문 15. 하수에 공기를 불어넣고 교반시키면 각종 미생물이 하수 중의 유기물을 이용하여 증식하며 플록을 형성하는데 이것을 활성슬러지라고 한다. 다음 중 활성슬러지법 처리방식으로 옳지 않은 것은?

① 순산소활성슬러지법

② 심층포기법

③ 크라우스(Kraus) 공법

④ 살수여상법

정답 4번

간단한 해설

살수여상법은 여재 표면에 붙은 미생물막으로 유기물을 분해하는 **부착성장 방식**이다. 활성슬러지법은 미생물 플록을 물속에 떠 있는 상태로 유지하는 **부유성장 방식**이다.

공통 해설

활성슬러지법은 미생물이 뭉친 플록을 하수와 혼합하여 **물속에 부유시킨 상태**에서 유기물을 분해하도록 하는 생물학적 처리법이다. 공기나 산소를 공급하여 미생물의 호기성 분해를 돕고, 처리 후에는 미생물 플록을 물과 분리한다. 이 문항에서는 미생물의 주된 생장 형태가 부유성장인지 부착성장인지로 처리방식을 구분한다.

순산소활성슬러지법·심층포기법·크라우스(Kraus) 공법은 산소 공급이나 운전 방식을 달리한 활성슬러지법의 변형이다. 세 공법 모두 하수 속에 부유하는 미생물 플록을 이용한다는 공통 원리를 유지한다.

살수여상법은 자갈이나 플라스틱 같은 여재에 하수를 뿌려 흘려보내면서, **여재 표면에 부착한 미생물막**이 유기물을 분해하도록 한다. 따라서 부착성장 방식에 속하며, 활성슬러지법의 처리방식에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 16. 하수의 고도처리과정 중 생물학적 탈질과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 탈질반응은 무산소 조건에서 탈질미생물에 의해 생물학적으로 진행된다.

② 탈질미생물은 혐기성 미생물로서 질산성 질소의 산소를 이용하며 유기탄소원이 필요없는 독립영양 미생물이다.

③ 질산성 질소의 탈질과정에서 알칼리도는 증가한다.

④ 탈질반응조의 온도는 생물학적 반응이 원활하게 이루어질 수 있는 온도를 유지하여야 한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '유기탄소원이 필요없는 독립영양 미생물'이라는 설명이 잘못되었다. 일반적인 하수 탈질에서는 **유기탄소원이 필요한 종속영양 미생물**이 주로 작용하며, 이들은 산소 유무에 따라 호흡 방식을 바꿀 수 있는 **통성혐기성 미생물**이다.

선지별 해설

① O: 탈질은 질산성 질소나 아질산성 질소를 질소가스로 환원하여 제거하는 생물학적 과정이다. 일반적인 탈질은 **용존산소는 없고 질산염·아질산염은 있는 무산소 조건**에서 진행되며, 미생물은 산소 대신 질산염·아질산염을 최종 전자수용체로 이용한다.

② X: 일반적인 하수 탈질을 담당하는 미생물은 주로 **통성혐기성 종속영양 미생물**이다. 산소가 있으면 산소를 이용하고, 산소가 없으면 질산염·아질산염을 전자수용체로 이용한다. 이때 유기물을 산화하여 전자를 얻으므로 유기탄소원이 필요하다. 하수에 이용 가능한 유기물이 부족하면 메탄올 등의 외부 탄소원을 보충할 수 있다. 독립영양 탈질도 존재하지만, 이를 일반적인 하수 탈질미생물의 특성으로 설명한 것은 잘못이다.

③ O: 일반적인 종속영양 탈질에서는 질산성 질소가 환원되는 과정에서 수소이온이 소비되어 **알칼리도가 증가**한다. 알칼리도는 산을 중화하는 능력이며, 탈질로 생성되는 알칼리도는 앞선 질산화 과정에서 소비된 알칼리도의 일부를 회복시킨다.

④ O: 탈질은 미생물의 효소 작용에 의한 생물학적 반응이므로 수온의 영향을 받는다. **수온이 낮아지면 탈질속도가 감소**하여 질소 제거 성능이 떨어질 수 있으므로, 반응조는 미생물의 활동이 원활한 온도를 유지하도록 관리해야 한다.

NoteBase

문 17. 폐기물 및 폐기물 처리기술에 대한 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

① 폐기물의 유해성을 판단하는 요소에는 반응성(reactivity), 부식성(corrosivity), 가연성(ignitability), 독성(toxicity) 등이 있다.

② 소각, 파쇄·절단, 응집·침전, 증발·농축, 탈수, 안정화 시설 등은 유해 폐기물 중간처리시설로 분류된다.

③ 폐기물 처리를 위한 매립 기법은 종류와 무관하게 광범위한 고형 폐기물의 처리가 가능하고 매립 완료 후 일정 기간이 지나면 토지 이용이 가능하며 시설 투자비용 및 운영비용이 저렴하다는 장점이 있다.

④ 열적 처리공정으로서 소각은 환원성 분위기에서 폐기물을 가열함으로써 가스, 액체, 고체 상태의 연료를 생성시킬 수 있는 공정을 의미하며 질소산화물(NO_x) 등의 발생이 비교적 적고 자원 회수가 가능하다는 장점이 있다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '환원성 분위기에서 가열하여 가스·액체·고체 연료를 생성하는 공정'은 **열분해**의 설명이다. 소각은 **산소를 공급하는 산화성 분위기**에서 폐기물을 연소시켜 부피와 유기물량을 줄이는 공정이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 반응성은 폭발이나 격렬한 반응, 유독가스 발생 등을 일으킬 수 있는 성질이고, 부식성은 금속 등을 부식시키는 성질이다. 가연성은 쉽게 불이 붙거나 연소할 수 있는 성질이며, 독성은 생물과 인체에 해를 끼치는 성질이다. 이 네 가지는 폐기물의 **유해성을 판단하는 대표적 특성**이다.

② O: 중간처리는 최종처분 등에 앞서 폐기물의 양을 줄이거나 성상을 바꾸고 유해성을 낮추는 처리이다. 소각은 유기물을 연소시키고, 파쇄·절단은 크기를 줄이며, 응집·침전은 미세한 입자를 뭉쳐 가라앉혀 분리한다. 증발·농축과 탈수는 수분을 줄이고, 안정화는 유해 성분이 쉽게 용출되거나 반응하지 않도록 한다. 따라서 이들 시설은 **중간처리시설**에 해당하며, 폐기물을 땅에 최종적으로 처분하는 매립시설과 구별된다.

③ O: 매립은 가연성 여부에 크게 구애받지 않고 다양한 고형 폐기물을 최종 처분할 수 있으며, 소각과 같은 복잡한 열처리 설비에 비해 시설 투자비와 운영비가 상대적으로 낮다는 장점이 있다. 매립이 끝난 부지도 **침하와 가스 발생 등에 대한 안전성이 확보되면** 공원·녹지 등으로 이용할 수 있다. 다만 처리 대상이 넓다는 것이 모든 폐기물을 전처리나 반입 기준 없이 매립할 수 있다는 뜻은 아니며, 부지 확보와 침출수·매립가스 관리가 필요하다.

④ X: 소각은 공기나 산소를 공급하여 폐기물의 가연성 성분을 산화·연소시키는 공정이다. 반면 **열분해는 산소가 없거나 매우 부족한 분위기**에서 열을 가해 유기물을 분해하며, 가스·열분해유·탄화물 같은 기체·액체·고체 생성물을 얻어 연료 등으로 활용할 수 있다. 산소가 부족한 열분해 단계에서는 질소산화물 생성이 억제될 수 있으나, 실제 배출량은 생성물의 후속 연소 조건 등에도 좌우된다. 선지의 '소각'을 **'열분해'**로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 18. 지표수 분석 결과 물 속의 양이온과 음이온의 농도가 다음과 같이 나타났다. 물 속의 경도를 $CaCO_3$mg/L로 올바르게 나타낸 값은 무엇인가? (단, $CaCO_3$를 구성하는 Ca, C, O의 원자량은 각각 40, 12, 16이다.)

이온	농도(mg/L)
Ca^{2+}	60
Na^{+}	60
Cl^{-}	120
NO_3^{-}	5
SO_4^{2-}	24

① 75

② 150

③ 300

④ 450

정답 2번

간단한 해설

표에서 경도를 유발하는 이온은 **Ca^{2+}**이며, Na^{+}와 음이온의 농도는 더하지 않는다. Ca^{2+} 60 mg/L를 탄산칼슘 기준으로 환산하면 경도는 **150 mg/L as $CaCO_3$**이다.

NoteBase

계산 과정

1. 계산 대상: 경도는 물속의 칼슘·마그네슘 등 다가 양이온의 양을 탄산칼슘 기준으로 환산하여 나타낸다. 표에 제시된 이온 중 경도 계산에 포함되는 것은 **Ca^{2+} 60 mg/L**이다. Na^{+}는 1가 양이온이므로 경도에 포함하지 않으며, Cl^{-} 120 mg/L, NO_3^{-} 5 mg/L, SO_4^{2-} 24 mg/L도 음이온이므로 이들의 농도를 경도에 직접 더하지 않는다.

2. 환산 기준: 주어진 원자량으로 구한 $CaCO_3$의 몰질량은 $40 + 12 + 16 \times 3 = 100$ g/mol이고, Ca의 몰질량은 40 g/mol이다. $CaCO_3$ 1몰에는 Ca가 1몰 들어 있으므로, **Ca 40 g은 $CaCO_3$ 100 g에 대응**한다. 따라서 Ca^{2+}의 질량농도에 $\frac{100}{40}$을 곱하면 $CaCO_3$ 기준의 경도를 얻는다.

3. 경도 계산: 경도를 H라 하면 $H = 60 \cdot \frac{100}{40} = 150$ mg/L as $CaCO_3$이다. 이는 실제로 녹아 있는 $CaCO_3$의 농도가 아니라, Ca^{2+} 60 mg/L를 탄산칼슘 기준으로 환산한 값이다. 계산값 150은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 19. 다음 중 중력 집진장치의 집진효율을 향상시키는 조건으로 옳지 않은 것은?

① 침강실 내의 가스흐름이 균일해야 한다.

② 침강실의 높이가 높아야 한다.

③ 침강실의 길이가 길어야 한다.

④ 배기가스의 유속이 느려야 한다.

정답 2번

간단한 해설

침강실의 높이가 높아지면 먼지 입자가 바닥까지 떨어져야 할 거리가 길어진다. 같은 가스 유속과 침강실 길이에서는 높이를 **낮추어 침강거리를 줄이는 것**이 집진에 유리하다.

선지별 해설

① O: 중력 집진장치는 가스에 섞인 먼지 입자를 중력으로 가라앉혀 분리한다. 가스흐름이 균일하면 일부 가스가 빠르게 빠져나가는 편류를 줄여 입자에 충분한 침강시간을 확보할 수 있다. 큰 난류도 억제하여 **가라앉은 먼지가 다시 날리는 현상**을 줄이는 것이 바람직하다.

② X: 침강실의 길이와 수평 가스 유속이 같으면 가스의 체류시간도 같다. 이때 높이가 높아지면 위쪽에서 들어온 입자가 바닥까지 떨어지는 데 더 오랜 시간이 필요하여, 침강을 마치기 전에 배출되기 쉽다. 따라서 '높이가 높아야 한다'는 **'높이가 낮아 침강거리가 짧아야 한다'**로 고친다.

③ O: 같은 가스 유속에서 침강실의 길이를 늘리면 가스가 출구까지 이동하는 시간이 길어진다. 입자가 **가라앉을 수 있는 시간이 늘어나므로** 집진효율 향상에 유리하다.

④ O: 같은 침강실 길이에서 배기가스의 유속이 느리면 가스와 입자가 침강실에 더 오래 머물러 입자가 바닥에 도달하기 쉬워진다. 낮은 유속은 **포집된 먼지의 재비산을 억제**하는 데도 유리하다.

NoteBase

문 20. 다음 중 방진재료로 사용되는 금속스프링의 특징으로 옳지 않은 것은?

① 온도나 부식 등의 환경적 요소에 대한 저항성이 크다.

② 감쇠가 거의 없으며 공진 시 전달률이 크다.

③ 고주파 진동의 차진이 우수하다.

④ 최대변위가 허용된다.

정답 3번

간단한 해설

금속스프링은 고유진동수를 낮게 설계할 수 있어 **저주파 진동의 차진**에 유리하다. 고주파에서는 스프링 자체의 진동인 서징으로 차진 성능이 떨어질 수 있으므로, 고주파 차진이 우수하다는 설명은 부적절하다.

선지별 해설

① O: 금속스프링은 온도 변화 등 환경요소에 대한 내구성이 비교적 좋고, 고무처럼 재료의 열화로 탄성이 변하는 영향이 작다. 다만 부식에 대한 저항성은 **재질과 방청처리**에 따라 달라지므로, 금속이 부식되지 않는다는 뜻은 아니다.

② O: 금속스프링 자체는 진동에너지를 소산시키는 **내부감쇠가 매우 작다**. 가진 진동수가 지지계의 고유진동수와 가까워져 공진하면 진동이 크게 증폭되어 전달률이 커지므로, 필요하면 별도의 감쇠장치를 함께 사용한다.

③ X: 금속스프링은 대상 진동수보다 지지계의 고유진동수를 충분히 낮게 설계할 수 있어 **저주파 진동의 차진에 유리하다**. 반면 고주파에서는 코일 자체가 진동하는 서징이 발생하여 진동이 전달될 수 있다. 따라서 고주파 차진이 우수하다고 일반화할 수 없으며, 고주파 전달을 줄이려면 방진고무 등의 탄성 패드를 함께 사용한다.

④ O: 금속스프링은 탄성변형을 이용하여 비교적 **큰 변위를 허용**할 수 있다. 선지의 '최대변위가 허용된다'는 큰 변위를 수용할 수 있다는 특성을 뜻하며, 실제 사용에서는 탄성한계와 설계된 작동 범위를 지켜야 한다.

NoteBase