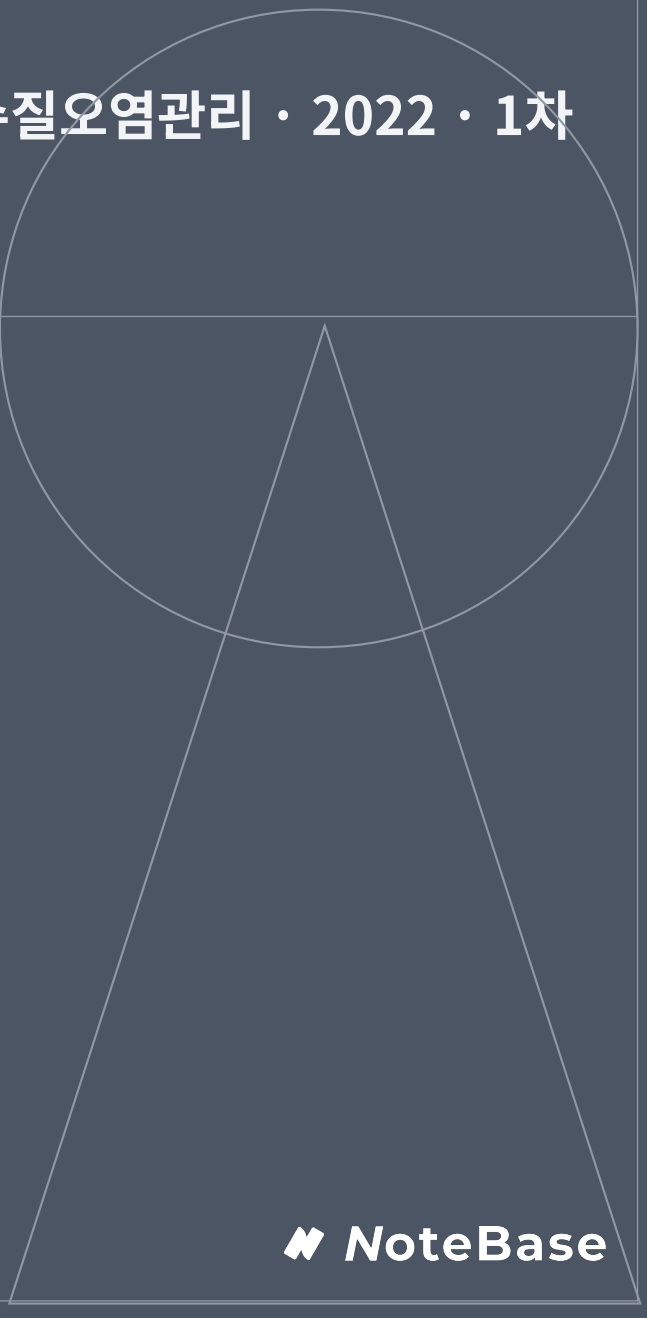
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 7급 · 수질오염관리 · 2022 · 1차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 7급 · 수질오염관리 · 2022 · 1차

공무원/해경/일반직 7급 · 수질오염관리 · 2022 · 1차

문 1. 다음 중 해수의 특성으로 가장 옳지 않은 것은?

① pH는 약 8.2로 약알칼리성이다.

② 해수의 Mg/Ca비는 3~4 정도로 담수의 Mg/Ca비 0.1~0.3에 비해 크다.

③ 해수의 염도는 약 3,500 ppm 정도이며, 심해로 갈수록 커진다.

④ 해수의 주요 성분 농도비는 일정하다.

정답 3번

출제 포인트

해수의 산·염기성, 이온 조성비, 염도와 수심의 관계를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

해수는 여러 염류가 녹아 있는 약알칼리성 물이며, 외해에서는 염도 자체가 달라도 주요 용존 이온들이 차지하는 상대적 비율은 대체로 일정하다. 평균적인 해수 염도 약 35‰는 약 35,000ppm에 해당한다.

선지별 해설

① O — 일반적인 해수의 pH는 약 8.2로 약알칼리성이다.
② O — 해수의 Mg/Ca비는 약 3~4로, 일반적인 담수의 약 0.1~0.3보다 크다.
③ X — 틀린 표현은 ‘염도는 약 3,500 ppm’과 ‘심해로 갈수록 커진다’이다. 평균 해수 염도는 약 35‰, 즉 35,000ppm 정도이며, 염도는 수온·증발·강수·해류와 수괴의 영향으로 변하므로 수심에 따라 언제나 일률적으로 커지는 것은 아니다.
④ O — 외해에서는 염도가 달라져도 주요 용존 성분들의 상대적 농도비가 대체로 일정하게 유지되는 일정성분비의 법칙이 성립한다.

오답 포인트

③은 35‰를 ppm으로 바꾸는 과정에서 0 하나를 빠뜨리기 쉽다는 점을 노린다. 1‰는 1,000 ppm이므로 35‰는 3,500 ppm이 아니라 35,000 ppm이다. 또한 수심 증가와 염도 증가를 단순한 비례 관계로 보면 안 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

해수의 대표값은 pH 약 8.2, 염도 약 35‰로 정리하고, ‰를 ppm으로 바꿀 때 1,000을 곱한다. 수심과 염도의 관계를 ‘항상 증가’처럼 단정한 표현은 수괴와 지역에 따른 변화를 고려하여 판단한다.

암기 포인트

해수는 약알칼리성, 평균 염도는 35‰=35,000 ppm, 주요 이온의 상대비는 대체로 일정하다.

NoteBase

문 2. 다음 중 우리나라 하천의 특성으로 가장 옳지 않은 것은?

① 대부분의 하천이 태백산맥을 분수령으로 동에서 서 또는 북에서 남으로 흐른다.

② 하천의 구배가 크고 길이가 비교적 짧은 편이다.

③ 유역별 하천 개수는 낙동강유역이 가장 많은 편이다.

④ 우리나라 10대 하천 중 유역면적이 가장 넓은 곳은 낙동강유역이다.

정답 4번

출제 포인트

우리나라의 지형과 하천의 유로 방향·길이·구배·유역 규모 사이의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

우리나라는 산지가 많고 주요 산맥이 동쪽에 치우쳐 있어 많은 하천이 서해나 남해 쪽으로 흐르며, 국토 폭이 좁아 하천은 대체로 짧고 구배가 큰 편이다. 하천 수가 많은 유역과 유역면적이 가장 넓은 유역은 서로 다른 기준으로 판단한다.

선지별 해설

① O
태백산맥을 중심으로 동쪽이 높고 서쪽이 낮은 지형의 영향으로 많은 하천이 동쪽에서 서쪽으로 흐르며, 산지에서 남해로 향하는 하천도 많아 북쪽에서 남쪽으로 흐르는 유로가 나타난다.

② O
산지가 많고 산지와 바다 사이의 거리가 비교적 짧기 때문에 하천은 대체로 길이가 짧고 낙차가 커서 구배가 큰 편이다.

③ O
유역별 하천 수를 비교하면 넓은 유역에 여러 지류가 발달한 낙동강 유역의 하천 수가 가장 많은 편이다. 이는 유역면적의 크기와는 별도의 지표이다.

④ X
틀린 표현은 '유역면적이 가장 넓은 곳은 낙동강유역'이다. 우리나라 10대 하천 가운데 유역면적이 가장 넓은 곳은 한강 유역이며, 낙동강 유역이 아니다.

NoteBase

오답 포인트

③의 '하천 개수'와 ④의 '유역면적'을 같은 순위로 생각하기 쉽다. 낙동강 유역은 하천 수가 많은 편이지만, 유역면적이 가장 넓은 유역은 한강 유역이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 지형 특성 문장과 유역 순위 문장을 구분한다. 지형 특성은 동고서저·짧은 유로·큰 구배로 판단하고, 유역 순위는 비교 대상이 하천 수인지 유역면적인지를 확인한다.

암기 포인트

하천 수는 낙동강 유역, 가장 넓은 유역면적은 한강 유역으로 구분한다.

NoteBase

문 3. 유기물의 감소반응이 2차반응($v_C = -kC^2$)이라 할 때 반응 후 초기농도($C_0 = 1$)에 대하여 유출농도($C_e = 0.2$)가 80% 감소되도록 하는데 필요한 CFSTR(완전혼합반응기)와 PFR(플러그흐름반응기)의 부피비는? [단, CFSTR의 물질수지식 : $0 = QC_0 - QC_e - VKC_e^2$ (정상 상태), PFR은 정상 상태에서 $V = \frac{Q}{K}(\frac{1}{C_e} - \frac{1}{C_0})$의 식으로 표현]

① $CFSTR : PFR = 5 : 1$

② $CFSTR : PFR = 7 : 1$

③ $CFSTR : PFR = 10 : 1$

④ $CFSTR : PFR = 15 : 1$

정답 1번

출제 포인트

2차 반응에서 CFSTR과 PFR의 물질수지식에 같은 유입·유출 농도를 대입하여 필요한 반응기 부피의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $C_0 = 1$, $C_e = 0.2$이다. 구해야 할 값은 $V_{CFSTR} : V_{PFR}$이며, 두 반응기의 유량 Q와 반응속도상수 K는 같으므로 부피비에서 소거된다.

사용할 공식

CFSTR은 정상 상태 물질수지식에서 $V_{CFSTR} = \frac{Q(C_0 - C_e)}{KC_e^2}$이고, PFR은 문제에서 주어진 식에 따라 $V_{PFR} = \frac{Q}{K}\left(\frac{1}{C_e} - \frac{1}{C_0}\right)$이다. 2차 반응의 정상 상태 조건에서 각 반응기에 필요한 부피를 직접 비교해야 하므로 이 두 식을 사용한다.

계산 과정

CFSTR의 부피는 $V_{CFSTR} = \frac{Q(1 - 0.2)}{K(0.2)^2} = \frac{0.8Q}{0.04K} = 20\frac{Q}{K}$이다. PFR의 부피는 $V_{PFR} = \frac{Q}{K}\left(\frac{1}{0.2} - \frac{1}{1}\right) = \frac{Q}{K}(5 - 1) = 4\frac{Q}{K}$이다. 따라서 $V_{CFSTR} : V_{PFR} = 20 : 4 = 5 : 1$이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 $CFSTR : PFR = 5 : 1$이므로 옳다.
② X — 7:1은 계산 결과와 다르다. 올바른 부피비는 $CFSTR : PFR = 5 : 1$이다.
③ X — 10:1은 계산 결과와 다르다. 올바른 부피비는 $CFSTR : PFR = 5 : 1$이다.
④ X — 15:1은 계산 결과와 다르다. 올바른 부피비는 $CFSTR : PFR = 5 : 1$이다.

NoteBase

오답 포인트

CFSTR 식에서는 반응기 내부 농도가 유출농도와 같으므로 반응속도항에 C_e^2를 대입해야 한다. 또한 PFR 식의 $1/C_e - 1/C_0$ 순서를 바꾸거나, 80% 감소를 $C_e = 0.8$로 잘못 해석하면 부피비가 달라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

감소율로부터 유출농도를 먼저 확정한 뒤, 각 반응기의 물질수지식에 같은 C_0, C_e를 대입하고 공통인 Q/K를 소거하여 부피비를 계산한다.

암기 포인트

2차 반응에서는 CFSTR의 부피가 C_e^2에 반비례하고, PFR의 부피는 $1/C_e - 1/C_0$에 비례한다.

NoteBase

문 4. 다음 중 대수층 내에 저류되어 있던 물이 단위수두 변화에 따라 단위면적을 통하여 유출 혹은 유입되는 양을 무차원 상수로 표시한 것을 뜻하는 용어는 무엇인가?

① 투수계수
② 저류계수
③ 동수경사
④ 비보유율

정답 2번

출제 포인트

대수층의 수두가 변할 때 저장되거나 방출되는 물의 양을 나타내는 저류계수를 다른 지하수 수리 특성값과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

저류계수는 대수층의 수두가 단위만큼 변할 때 대수층의 단위면적에서 저장되거나 방출되는 물의 부피를 나타내는 무차원 상수이다. 투수계수는 물을 통과시키는 능력, 동수경사는 수두차를 흐름 거리로 나눈 비, 비보유율은 중력 배수 후에도 토양이나 암석에 남아 있는 물의 체적비를 뜻한다.

선지별 해설

① X — 투수계수는 다공성 매질이 물을 통과시키는 능력을 나타내며 길이/시간의 차원을 갖는다. '단위수두 변화에 따라 단위면적에서 유출·유입되는 물의 양'에 해당하는 용어는 저류계수이다.
② O — 저류계수는 대수층의 단위면적에서 단위수두 변화에 따라 저장되거나 방출되는 물의 양을 나타내며 무차원이다.
③ X — 동수경사는 흐름 방향의 수두차를 그 구간의 거리로 나눈 값이다. 제시된 저류량의 정의에 해당하는 용어는 저류계수이다.
④ X — 비보유율은 중력에 의해 배수되지 않고 토양이나 암석에 남아 있는 물의 부피가 전체 부피에서 차지하는 비율이다. 제시된 수두 변화에 따른 유출·유입량을 나타내는 용어는 저류계수이다.

오답 포인트

저류계수와 투수계수는 모두 대수층의 성질을 나타내지만, 저류계수는 '저장량의 변화'를, 투수계수는 '물의 통과 능력'을 나타낸다. 또한 비보유율도 무차원 비율이지만 수두 변화가 아니라 중력 배수 후 남는 물을 기준으로 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

문장에서 ‘단위면적’, ‘단위수두 변화’, ‘유출 또는 유입되는 물의 양’이 함께 제시되면 저류계수로 판단한다. 물의 이동 능력은 투수계수, 수두차와 거리의 비는 동수경사로 구별한다.

암기 포인트

저류계수는 수두 변화에 따른 저장·방출량, 투수계수는 물의 통과 능력이다.

NoteBase

문 5. 어느 종말 처리장에서 30분 침강률: 20%, SVI: 100, 반송슬러지 SS 농도 9,000 mg/L의 측정치를 얻었다. 다음 중 슬러지 반송률로서 가장 적절한 것은? (단, 유입 SS농도를 고려하지 않는다.)

① 15%

② 29%

③ 38%

④ 45%

정답 2번

출제 포인트

30분 침강률과 SVI로 폭기조의 MLSS 농도를 구한 뒤, 최종침전지의 고형물 물질수지로 슬러지 반송률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

30분 침강률 20%는 1 L의 혼합액을 30분간 침강시켰을 때 슬러지 부피가 200 mL임을 뜻한다.
주어진 값은 $SV_{30} = 200 mL/L$, $SVI = 100 mL/g$, 반송슬러지 농도 $X_r = 9,000 mg/L$이다.
구해야 할 값은 슬러지 반송률 $R = Q_r/Q$이며, 유입 SS 농도는 무시한다.

사용할 공식

먼저 SVI의 정의에서 폭기조 혼합액의 부유물질 농도 X를 구한다.
$SVI = \frac{SV_{30}}{X}$
따라서 $X = SV_{30}/SVI$이다.

유입 SS를 무시하고 최종침전지 유출수의 고형물도 무시하면 고형물 물질수지는 다음과 같다.
$(Q + Q_r)X = Q_r X_r$
이를 반송률 $R = Q_r/Q$에 관해 정리하면 다음과 같다.
$R = \frac{X}{X_r - X}$
반송 유량이 폭기조 유입수와 합쳐져 최종침전지로 들어가므로 분모가 단순히 X_r가 아니라 $X_r - X$가 된다.

계산 과정

1. 폭기조 MLSS 농도를 구한다.
$X = \frac{200 mL/L}{100 mL/g} = 2 g/L = 2,000 mg/L$
2. 반송률을 계산한다.
$R = \frac{2,000}{9,000 - 2,000} = \frac{2}{7} = 0.2857$
3. 백분율로 바꾸면 약 28.6%이므로 가장 가까운 값은 29%이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 15%는 계산값 약 28.6%와 일치하지 않는다. 15%가 아니라 약 29%가 적절하다.
② O — 28.6%를 가장 가까운 정수 백분율로 나타내면 29%이다.
③ X — 38%는 계산값 약 28.6%보다 크다. 38%가 아니라 약 29%가 적절하다.
④ X — 45%는 계산값 약 28.6%보다 크다. 45%가 아니라 약 29%가 적절하다.

오답 포인트

30분 침강률 20%를 그대로 MLSS 농도나 반송률로 사용하면 안 된다. 이를 먼저 $SV_{30} = 200 mL/L$로 바꾸고 SVI와 함께 MLSS를 구해야 한다. 또한 반송률 공식의 분모는 X_r가 아니라 $X_r - X$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

침강률을 SV_{30}로 환산하고, SVI로 MLSS를 계산한 다음, $R = X/(X_r - X)$에 대입하여 백분율로 바꾸는 순서로 판단한다.

암기 포인트

침강률 → SV_{30}, SV_{30}/SVI → MLSS, $X/(X_r - X)$ → 반송률이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 유기인계 농약과 유기염소계 농약에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 유기염소계 농약은 구조가 매우 안정한 화합물로 되어 있다.

② 유기인계 농약은 유기염소계 농약보다 분해속도가 느리다.

③ 유기인계 농약의 종류에는 말라티온(Malathion), 디메소에이트(Dimethoate), 이피엔(EPN) 등이 있다.

④ 유기염소계 농약은 토양 중에 오래 잔류하게 된다.

정답 2번

출제 포인트

유기염소계 농약과 유기인계 농약을 분해속도와 환경 잔류성으로 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유기염소계 농약은 화학적으로 안정하여 잘 분해되지 않고 환경에 오래 잔류하는 계열이다.
유기인계 농약은 인을 포함한 농약 계열로, 일반적으로 유기염소계 농약보다 분해가 빠르고 잔류성이 낮다.
핵심 대비는 유기염소계는 안정·느린 분해·긴 잔류, 유기인계는 상대적으로 빠른 분해·짧은 잔류이다.

선지별 해설

① O — 유기염소계 농약은 구조가 안정하여 자연환경에서 쉽게 분해되지 않는다.
② X — 틀린 표현은 '유기염소계 농약보다 분해속도가 느리다'이다. 유기인계 농약은 일반적으로 유기염소계 농약보다 분해속도가 빠르다고 고쳐야 한다.
③ O — 말라티온(Malathion), 디메소에이트(Dimethoate), 이피엔(EPN)은 유기인계 농약에 속한다.
④ O — 유기염소계 농약은 분해가 느리므로 토양 중에 오래 잔류한다.

오답 포인트

②는 두 계열의 분해속도를 반대로 바꾼 선지이다. 유기염소계의 높은 안정성과 긴 잔류성을 유기인계의 특징으로 혼동하면 오답을 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

분해속도와 잔류성을 서로 연결하여 판단한다. 잘 분해되지 않을수록 환경 잔류기간이 길므로, 유기염소계는 느린 분해·긴 잔류이고 유기인계는 그보다 빠른 분해·짧은 잔류이다.

암기 포인트

유기염소계는 안정해서 오래 남고, 유기인계는 상대적으로 빨리 분해된다.

NoteBase

문 7. 다음 중 토양수의 이동에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 표토층의 낮은 습도 및 수증기압과 심토층의 높은 습도 및 수증기압에 의해 심토층에서 표토층을 향하여 수분이 이동하게 된다.

② 표면장력은 액체의 자유표면에서 표면을 크게 하려고 작용하는 장력을 말한다.

③ 토양의 공극이 작을수록 마찰저항이 증가되고, 중력수의 이동을 방해한다.

④ 토양수의 이동은 크게 '중력이동, 표면장력에 의한 이동, 증발에 의한 이동'으로 나눌 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

토양수의 중력이동·모세관 이동·수증기 이동과 표면장력의 작용 방향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

중력수는 중력에 의해 큰 공극을 따라 아래로 이동하며, 공극이 작을수록 마찰저항이 커져 이동이 어려워진다.
모세관 이동은 물의 응집력·부착력과 표면장력에 의해 일어나며, 수증기 이동은 수증기압이 높은 곳에서 낮은 곳으로 일어난다.
표면장력은 액체의 자유표면을 가능한 한 작게 만들려는 방향으로 작용하는 힘이다.

선지별 해설

① O — 심토층의 습도와 수증기압이 표토층보다 높으면 수증기는 수증기압이 높은 심토층에서 낮은 표토층 쪽으로 이동한다.
② X — 틀린 표현은 '표면을 크게 하려고'이다. 표면장력은 액체의 자유표면을 크게 하는 힘이 아니라 자유표면의 넓이를 최소화하도록 수축시키는 방향으로 작용하는 힘이다.
③ O — 공극이 작아지면 물이 흐르는 통로가 좁아지고 마찰저항이 커지므로 중력수의 이동이 방해된다.
④ O — 토양수의 이동은 중력에 의한 이동, 표면장력에 따른 모세관 이동, 증발 후 수증기압 차이에 따른 이동으로 크게 구분할 수 있다.

오답 포인트

②의 '표면을 크게 하려고'가 함정이다. 표면장력은 표면을 늘리는 힘이 아니라 줄이는 힘이며, 토양에서는 이 성질이 모세관 이동에 관여한다.

다시 나오면 이렇게 판단

이동 원인을 먼저 구분한다. 중력수는 중력과 공극 저항, 모세관수는 표면장력, 수증기는 수증기압 차이로 판단하며, 표면장력의 방향은 항상 표면적을 최소화하는 쪽이다.

NoteBase

암기 포인트

중력수는 큰 공극, 모세관수는 표면장력, 수증기는 고수증기압에서 저수증기압으로 이동한다. 표면장력은 표면적을 줄인다.

NoteBase

문 8. 다음 중 해양환경의 보전·관리를 위하여 지정한 환경보전해역이 아닌 것은?

① 가막만 환경보전해역

② 득량만 환경보전해역

③ 가로림만 환경보전해역

④ 함평만 환경보전해역

정답 3번

쟁점

이 문제는 환경보전해역으로 지정된 해역의 명칭을 구별하는 문제이다. 핵심은 법정 환경보전해역 4곳과 그 밖의 연안 해역을 구분하는 것이다.

용어 풀이

환경보전해역은 해양환경과 생태계가 양호하여 해양환경기준을 유지하도록 지속적으로 관리할 필요가 있는 해역이다.

핵심 구분

현행 해양환경관리법상 환경관리해역은 환경보전해역과 특별관리해역으로 구분된다. 해양수산부의 현행 환경관리해역 계획에서 환경보전해역은 가막만, 득량만, 완도·도암만, 함평만의 4곳이며, 가로림만은 이 목록에 포함되지 않는다.

선지별 해설

① O
가막만은 지정된 환경보전해역이다. 따라서 환경보전해역이 아니라는 물음의 답이 아니다.

② O
득량만은 지정된 환경보전해역이다. 따라서 환경보전해역이 아니라는 물음의 답이 아니다.

③ X
가로림만은 환경보전해역 4곳의 목록에 포함되지 않으므로 '가로림만 환경보전해역'이라는 표현이 틀리다.
틀린 표현: 가로림만 환경보전해역
올바른 표현: 완도·도암만 환경보전해역

④ O
함평만은 지정된 환경보전해역이다. 따라서 환경보전해역이 아니라는 물음의 답이 아니다.

NoteBase

오답 포인트

가로림만도 널리 알려진 만이어서 환경보전해역으로 생각하기 쉽다. 그러나 지정 여부는 지명에 대한 일반적 인상이 아니라 법정 목록으로 판단하며, ③의 '가로림만' 대신 목록에 들어가는 해역은 '완도·도암만'이다.

다시 나오면 이렇게 판단

환경보전해역 여부를 묻는 문항에서는 가막만·득량만·완도·도암만·함평만의 4곳과 선지를 대조한다. 이 목록에 없는 해역을 고르면 된다.

암기 포인트

환경보전해역 4곳은 '가막-득량-완도·도암-함평'이다.

NoteBase

문 9. 다음 중 응집제의 특성을 설명한 것으로 가장 옳지 않은 것은?

① 황산알루미늄 : 적정 pH 폭이 약 5.5~8.5 범위로 좁은 편이다.

② 염화제2철 : 형성 플록이 무겁고 침강이 빠르며 부식성이 강하다.

③ 황산제1철 : pH가 낮을수록 응집반응이 빠르다.

④ PAC : 플록형성속도가 빠르며 저온 열화하지 않는다.

정답 3번

출제 포인트

무기 응집제별 적정 pH 범위, 플록의 침강성, 부식성, 반응 속도 및 저온 적응성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

응집제는 물속의 미세한 콜로이드 입자를 불안정하게 만들어 더 큰 플록으로 뭉치게 하는 약품이다.
황산알루미늄은 적정 pH 범위가 비교적 좁고, 염화제2철은 적용 pH 범위가 넓으며 무거운 플록을 만든다.
황산제1철은 알칼리성 조건에서 산화되어 응집에 유효한 수산화철 플록을 형성하므로 pH가 높을수록 반응이 빨라진다. PAC는 미리 중합된 알루미늄계 응집제로 플록 형성이 빠르고 저온의 영향을 비교적 적게 받는다.

선지별 해설

① O — 황산알루미늄의 적정 pH 범위는 약 5.5~8.5로, 철염계 응집제보다 적용 가능한 pH 범위가 비교적 좁다.
② O — 염화제2철은 비교적 무겁고 침강성이 좋은 플록을 형성하지만, 설비를 부식시키는 성질이 강하다.
③ X — 틀린 표현은 ‘pH가 낮을수록 응집반응이 빠르다’이다. 황산제1철은 알칼리성 조건에서 산화와 수산화철 플록 형성이 촉진되므로, 올바르게는 ‘pH가 높을수록 응집반응이 빠르다’이다.
④ O — PAC는 가수분해·중합이 상당 부분 진행된 응집제이므로 플록 형성 속도가 빠르고, 저온에서도 응집 성능의 저하가 비교적 작다.

오답 포인트

③은 산성의 철염이라는 인상 때문에 낮은 pH에서 반응이 빠르다고 착각하게 만든다. 그러나 황산제1철의 핵심은 철(II)의 산화와 수산화철 플록 형성이며, 이 과정은 낮은 pH가 아니라 높은 pH에서 빨라진다.

다시 나오면 이렇게 판단

응집제 선지는 ‘적정 pH 범위’, ‘플록의 무게와 침강성’, ‘부식성’, ‘저온 영향’을 나누어 판단한다. 황산제1철과 반응 속도가 함께 나오면 높은 pH에서 산화·응집이 빨라진다는 관계를 적용한다.

NoteBase

암기 포인트

황산알루미늄은 좁은 pH 범위, 염화제2철은 무거운 플록·강한 부식성, 황산제1철은 높은 pH에서 빠른 반응, PAC는 빠른 플록·강한 저온 적응성이다.

NoteBase

문 10. 다음 중 유도결합플라스마 원자발광분광법에서 적용하는 정량방법과 가장 거리가 먼 것은?

① 넓이백분율법

② 표준물질첨가법

③ 내부표준법

④ 검정곡선법

정답 1번

출제 포인트

유도결합플라스마 원자발광분광법(ICP-OES)에서 사용하는 정량법과 크로마토그래피에서 주로 사용하는 정량법을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

검정곡선법은 농도를 아는 표준용액의 발광 세기와 농도의 관계를 구한 뒤 시료 농도를 결정하는 방법이다. 표준물질첨가법은 시료에 분석대상 성분을 일정량씩 첨가하여 매질 영향을 보정하고, 내부표준법은 일정량 넣은 내부표준물질과 분석대상 성분의 신호 비를 이용하여 신호 변동을 보정한다. 반면 넓이백분율법은 분리된 각 성분의 피크 면적이 전체 피크 면적에서 차지하는 비율로 조성을 구하는 크로마토그래피 계열의 정량법이다.

선지별 해설

① O — 넓이백분율법은 여러 성분이 분리되어 나타나는 크로마토그램의 피크 면적 비율을 이용하는 방법이다. 원소별 발광 세기를 측정하는 ICP-OES의 대표적인 정량방법과 가장 거리가 멀다.
② X — 표준물질첨가법은 ICP-OES에 적용할 수 있다. 시료를 나눈 뒤 분석대상 원소의 표준물질을 서로 다른 양으로 첨가하고 신호를 외삽하여 원래 농도를 구하므로 매질 영향 보정에 유용하다. '가장 거리가 먼 방법'이라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 ICP-OES에 적용되는 정량방법이다.
③ X — 내부표준법은 ICP-OES에 적용할 수 있다. 시료와 표준용액에 일정한 농도의 내부표준원소를 넣고 분석원소와 내부표준원소의 발광 세기 비를 사용하여 분무량이나 신호의 변동을 보정한다. '가장 거리가 먼 방법'이라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 ICP-OES에 적용되는 정량방법이다.
④ X — 검정곡선법은 ICP-OES의 기본적인 정량방법이다. 여러 표준용액의 농도와 발광 세기로 검정곡선을 만들고 시료의 발광 세기를 대입하여 농도를 구한다. '가장 거리가 먼 방법'이라는 판단이 틀렸으며, 올바르게는 ICP-OES에 직접 적용되는 정량방법이다.

오답 포인트

'넓이'라는 말 때문에 스펙트럼 피크의 면적을 이용하는 방법으로 오인하기 쉽다. 이 문항의 넓이백분율법은 분리된 성분들의 피크 면적 합을 기준으로 조성비를 구하는 방법이므로, 원소의 발광 세기와 농도의 관계를 이용하는 ICP-OES 정량법과 구별된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

표준용액의 신호-농도 관계, 시료에 표준물질 첨가, 분석원소와 내부표준원소의 신호 비는 원자분광 정량법으로 판단한다. 여러 분리 성분의 전체 피크 면적에 대한 백분율을 구하면 크로마토그래피 정량법으로 판단한다.

암기 포인트

ICP-OES는 검정곡선·표준물질첨가·내부표준, 넓이백분율은 크로마토그래피이다.

NoteBase

문 11. 「해양환경관리법(시행령 및 시행규칙 포함)」 상 환경보전해역 및 특별관리해역에서 해양시설 등의 일상생활에서 발생하는 폐기물(분뇨·오수)의 생물화학적 산소요구량 방류기준은? (단, 해역과 육지사이에 연속하여 설치·배치된 시설 및 구조물에는 이를 적용하지 아니한다.)

① 50 mg/L 이내

② 100 mg/L 이내

③ 150 mg/L 이내

④ 250 mg/L 이내

정답 1번

쟁점

이 문제는 「해양환경관리법 시행규칙」상 해양시설 등의 일상생활에서 발생하는 분뇨·오수의 해역별 배출기준에 관한 문제이다. 핵심은 환경보전해역·특별관리해역과 그 밖의 해역에 적용되는 생물화학적 산소요구량 기준을 구별하는 것이다.

용어 풀이

생물화학적 산소요구량(BOD)은 물속의 유기물을 미생물이 분해할 때 소비하는 산소의 양을 나타내는 수질오염 지표이다.

핵심 구분

「해양환경관리법 시행규칙」 제11조제2항 및 별표 4에 따르면, 환경보전해역 및 특별관리해역에서 분뇨·오수를 배출할 때 생물화학적 산소요구량은 50*mg/L* 이내이어야 한다. 그 밖의 해역은 100*mg/L* 이내이다. 다만 해역과 육지 사이에 연속하여 설치·배치된 시설 및 구조물에는 이 기준을 적용하지 않는다.

선지별 해설

① O — 환경보전해역 및 특별관리해역의 생물화학적 산소요구량 방류기준은 50*mg/L* 이내이므로 옳다.
② X — 100*mg/L* 이내는 그 밖의 해역에 적용되는 기준이다. 틀린 표현: 100*mg/L* 이내 → 올바른 표현: 50*mg/L* 이내이다.
③ X — 환경보전해역 및 특별관리해역의 기준을 150*mg/L* 이내로 정하지 않는다. 틀린 표현: 150*mg/L* 이내 → 올바른 표현: 50*mg/L* 이내이다.
④ X — 환경보전해역 및 특별관리해역의 기준을 250*mg/L* 이내로 정하지 않는다. 틀린 표현: 250*mg/L* 이내 → 올바른 표현: 50*mg/L* 이내이다.

NoteBase

오답 포인트

②의 100*mg/L*는 실제 규정에 있는 수치이지만 적용 대상이 그 밖의 해역이다. 보호·관리 필요성이 큰 환경보전해역 및 특별관리해역에는 더 엄격한 50*mg/L* 기준이 적용된다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 해역을 환경보전해역·특별관리해역과 그 밖의 해역으로 나눈다. 전자에는 엄격한 50*mg/L*, 후자에는 100*mg/L* 기준을 대응시킨다.

암기 포인트

환경보전·특별관리 50, 그 밖의 해역 100이다.

NoteBase

문 12. 공장폐수 중 시안함유폐수 처리법인 '알칼리염소법'에 관한 설명과 가장 거리가 먼 것은?

① 시안폐수처리에서 가장 일반적인 방법이다.

② 산화에 의해 분해되어 비독성의 화합물로 되는 것으로 반응속도가 빠르고 조정하기도 쉽다.

③ 구리, 아연, 카드뮴 착염 및 크롬이온이 혼입되는 경우 분해가 잘 되지 않는다.

④ 공장규모의 대소에 불구하고 시안폐수의 처리에는 가장 안전하고 확실하다.

정답 3번

출제 포인트

알칼리염소법의 처리 원리와 적용 특성, 그리고 금속-시안 착물의 종류에 따른 분해 용이성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

알칼리염소법은 시안 함유 폐수를 알칼리성으로 유지하면서 염소계 산화제로 산화하여 처리하는 대표적인 방법이다. 시안은 중간생성물인 염화시안과 시안산염을 거쳐 최종적으로 질소와 이산화탄소 등 독성이 낮거나 없는 물질로 분해된다. 알칼리 조건을 유지해야 유독한 염화시안의 기체 방출을 억제하고 반응을 안전하게 진행할 수 있다.

선지별 해설

① O — 알칼리염소법은 조작이 비교적 간단하고 처리 효과가 확실하여 시안 함유 폐수에 널리 쓰이는 일반적인 처리법이다.

② O — 염소계 산화제가 시안을 시안산염으로 산화한 뒤 최종적으로 질소와 이산화탄소 등으로 분해한다. 반응이 빠르고 산화제 투입량과 pH를 조절하기도 비교적 쉽다.

③ X — 틀린 표현은 '구리, 아연, 카드뮴 착염이 혼입되면 분해가 잘 되지 않는다'는 부분이다. 구리·아연·카드뮴의 시안 착물은 알칼리염소법으로 비교적 잘 분해된다. 올바르게는 철·코발트·니켈 등과 형성한 안정한 시안 착물은 분해가 어렵거나 별도의 처리와 더 긴 반응시간이 필요하다고 해야 한다. 따라서 여러 금속 이온을 한데 묶어 모두 분해가 어렵다고 한 서술은 옳지 않다.

④ O — 알칼리염소법은 설비 구성이 비교적 단순하고 운전 제어가 쉬워 공장 규모와 관계없이 적용할 수 있는 안전하고 확실한 시안 처리법이다. 다만 안전성을 확보하려면 반응 중 충분한 알칼리성을 유지해야 한다.

오답 포인트

③은 '금속과 착물을 만들면 모두 잘 분해되지 않는다'고 일반화한 것이 함정이다. 분해성은 금속-시안 착물의 안정도에 따라 달라지며, 구리·아연·카드뮴 착물과 철·코발트·니켈 등의 안정한 착물을 구분해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

알칼리염소법 문항에서는 먼저 '알칼리성 유지＋염소 산화'라는 원리를 확인한 뒤, 금속-시안 착물의 분해성을 모두 같다고 단정하는 선지를 의심한다. 구리·아연·카드뮴 착물은 비교적 처리하기 쉽고, 철·코발트·니켈 등의 안정한 착물은 처리하기 어렵다는 기준으로 판단한다.

암기 포인트

알칼리염소법은 알칼리성에서 시안을 산화한다. 구리·아연·카드뮴 착물은 비교적 잘 분해되고, 안정한 철·코발트·니켈 착물은 어렵다.

NoteBase

문 13. 다음 중 상향류식 혐기성 슬러지 블랭킷법(UASB)의 특성으로 가장 옳지 않은 것은?

① 저농도 유기폐수처리에 적당하며 질소, 인 제거가 가능하다.

② 균체를 고농도의 펠렛 모양으로 유지할 수 있다.

③ 펠렛이 크게 활성화된다.

④ 고부하 운전이 가능하다.

정답 1번

출제 포인트

상향류식 혐기성 슬러지 블랭킷법(UASB)의 적용 대상과 입상 슬러지의 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

UASB는 폐수를 반응조 아래에서 위로 흘려 보내면서 고농도의 혐기성 미생물 입상 슬러지와 접촉시켜 유기물을 분해하는 공법이다. 미생물을 치밀한 펠렛 형태로 유지하므로 높은 유기물 부하로 운전할 수 있으며, 일반적으로 고농도 유기성 폐수 처리에 적합하다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '저농도 유기폐수처리에 적당하며 질소, 인 제거가 가능하다'이다. UASB는 일반적으로 고농도 유기성 폐수 처리에 적합하고, 주된 목적은 혐기성 유기물 분해이므로 그 자체만으로 질소와 인을 효과적으로 제거하는 공법은 아니다. 올바르게는 '고농도 유기성 폐수 처리에 적합하며, 질소·인 제거에는 별도의 후속 공정이 필요하다'이다.

② O
미생물이 침전성이 좋은 치밀한 입상 슬러지, 즉 펠렛을 형성하므로 반응조 안에 균체를 고농도로 유지할 수 있다.

③ O
UASB에서는 미생물이 서로 응집하여 크고 활성이 높은 펠렛 형태의 입상 슬러지로 발달한다. 이러한 입상화는 슬러지의 침전성과 반응조 내 보유성을 높인다.

④ O
고농도의 입상 슬러지를 반응조 안에 오래 보유할 수 있으므로 단위 용적당 유기물 처리능력이 커져 고부하 운전이 가능하다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '저농도'와 '질소, 인 제거'가 함정이다. UASB의 핵심은 고농도 유기성 폐수의 혐기성 처리와 입상 슬러지의 고농도 유지이지, 영양염류의 동시 제거가 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

UASB 선지는 '상향류', '혐기성', '입상 슬러지', '고농도 균체', '고부하 운전', '고농도 유기성 폐수'를 한 묶음으로 판단한다. 저농도 폐수나 질소·인 동시 제거를 대표 특성으로 제시하면 틀린 설명으로 본다.

암기 포인트

UASB는 고농도 유기폐수·입상 슬러지·고부하 운전이 핵심이다.

NoteBase

문 14. 다음 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 강부수성 수역은 용존산소가 거의 없는 부패성 수역으로 수질도를 빨간색으로 표시한다.

② α-중부수성 수역은 아미노산이 풍부한 수역이며, 수질도는 노란색으로 표시한다.

③ β-중부수성 수역은 편모충류, 섬모충류 등이 출현하며, 수질도는 초록색으로 표시한다.

④ 빈부수성 수역은 오염되지 않은 수역으로 보이고 고등동물이 존재할 수 있으며, 수질도는 파란색이다.

정답 3번

출제 포인트

Kolkwitz와 Marsson의 부수성 수역을 유기물 오염도, 대표 생물 및 수질도의 표시색으로 구분하는 문제이다.

핵심 개념

부수성 수역은 유기물 오염과 하천의 자정 진행 정도에 따라 강부수성 → α-중부수성 → β-중부수성 → 빈부수성으로 구분한다. 자정이 진행될수록 유기물 오염은 줄고 용존산소는 회복된다. 수질도의 색은 차례로 빨간색 → 노란색 → 초록색 → 파란색이다. 대표 생물은 강부수성에서 편모충류·섬모충류, β-중부수성에서 규조류·녹조류·접합조류와 태양충류·흡관충류·쌍편모충류 등으로 구분한다.

선지별 해설

① O — 강부수성 수역은 유기물 오염이 매우 심하여 용존산소가 거의 없고 부패가 활발한 수역이며, 수질도에는 빨간색으로 표시한다.
② O — α-중부수성 수역은 고분자 유기물의 분해로 아미노산이 풍부하고, 수질도에는 노란색으로 표시한다.
③ X — 틀린 부분은 β-중부수성 수역의 대표 생물을 '편모충류, 섬모충류'라고 한 것이다. 이 구분에서 편모충류와 섬모충류는 강부수성 수역의 대표 생물이며, 올바르게는 β-중부수성 수역에 규조류·녹조류·접합조류와 태양충류·흡관충류·쌍편모충류 등이 출현하고 수질도는 초록색으로 표시한다고 해야 한다.
④ O — 빈부수성 수역은 자정이 진행되어 오염이 거의 없고 용존산소가 풍부하므로 고등동물이 살 수 있으며, 수질도에는 파란색으로 표시한다.

오답 포인트

③은 '초록색'이 맞기 때문에 전체가 옳아 보이지만, 대표 생물인 편모충류·섬모충류를 β-중부수성 수역에 배치한 부분이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 수역을 오염도와 색의 순서만으로 판단하지 않고 대표 생물까지 함께 대조한다. 강부수성은 편모충류·섬모충류, β-중부수성은 여러 조류와 태양충류·흡관충류·쌍편모충류가 핵심 구별점이다.

NoteBase

암기 포인트

강-α-β-빈의 색은 빨강-노랑-초록-파랑이며, 편모충류·섬모충류는 강부수성으로 연결한다.

NoteBase

문 15. 다음 <보기>는 하천수질모델 중 WQRRS 모델의 특성이다. 옳은 것은 모두 몇 개인가?

<보기>
㉠ 하천 및 호수의 부영양화를 고려한 생태계 모델이다.
㉡ 유기물 분해에 따른 산소가 재공급되는 재폭기만을 고려한 모델이다.
㉢ 정적 및 동적인 하천의 수질, 수문학적 특성이 광범위하게 고려된다.
㉣ 호수에는 수심별 1차원 모델이 적용된다.
㉤ 유속, 수심, 조도계수에 의해 확산계수를 결정한다.
㉥ 음해법으로 미분방정식의 해를 구하는 모델이다.

① 2
② 3
③ 4
④ 5

정답 2번

출제 포인트

WQRRS의 고유한 특성과 다른 하천수질모델의 특성을 구별하여 옳은 보기의 개수를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

WQRRS는 하천과 호수·저수지의 수질을 함께 다루며, 부영양화를 포함한 생태계 과정과 정적·동적 수리·수문 조건을 폭넓게 모의하는 수질관리모델이다. 호수·저수지 부분은 수심 방향의 1차원 층상 모델로 표현한다.
㉠ O: 하천 및 호수의 부영양화를 고려하는 생태계 모델이다.
㉡ X: 유기물 분해에 따른 산소 소비와 수면 재폭기만을 고려하는 것은 Streeter-Phelps 모델의 특징이다. WQRRS는 영양염류와 생물학적 구성요소 등 더 다양한 수질 과정을 다룬다.
㉢ O: 정적·동적 하천의 수질과 수리·수문학적 특성을 광범위하게 고려한다.
㉣ O: 호수·저수지에는 수심 방향의 1차원 모델을 적용한다.
㉤ X: 유속·수심·조도계수로 확산계수를 정하는 것은 QUAL-I 모델의 특징이다.
㉥ X: 이 문항의 모델별 대표 특성 분류에서 음해법으로 미분방정식의 해를 구하는 것은 QUAL-II 모델에 해당한다.
따라서 옳은 것은 ㉠, ㉢, ㉣의 3개이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ‘2개’가 틀린 표현이다. 옳은 보기는 ㉠, ㉢, ㉣이므로 올바르게는 ‘3개’이다.
② O: 옳은 보기는 ㉠, ㉢, ㉣로 모두 3개이다.
③ X: ‘4개’가 틀린 표현이다. ㉡, ㉤, ㉥은 각각 다른 모델의 대표 특성이므로 올바르게는 ‘3개’이다.
④ X: ‘5개’가 틀린 표현이다. 여섯 보기 중 WQRRS의 특성에 해당하는 것은 ㉠, ㉢, ㉣뿐이므로 올바르게는 ‘3개’이다.

오답 포인트

㉡의 ‘분해와 재폭기만’, ㉤의 ‘유속·수심·조도계수’, ㉥의 ‘음해법’을 WQRRS의 특징으로 섞어 놓은 것이 함정이다. 각각 Streeter-Phelps, QUAL-I, QUAL-II의 대표 키워드로 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

WQRRS 문항에서는 ‘하천·호수 통합’, ‘부영양화 생태계’, ‘정적·동적 수질·수문’, ‘호수의 수심별 1차원’을 먼저 묶는다. ‘분해·재폭기만’은 Streeter-Phelps, ‘유속·수심·조도계수로 확산계수 결정’은 QUAL-I, ‘음해법’은 QUAL-II로 분리하여 판단한다.

암기 포인트

WQRRS는 하천·호수, 부영양화, 정적·동적, 수심별 1차원이다.

NoteBase

문 16. 다음 중 물벼룩을 이용한 급성 독성 시험법에서 사용하는 용어에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 치사(mortality) : 일정 비율로 준비된 시료에 물벼룩을 투입하고 12시간 경과 후 시험용기를 살며시 움직여주고, 30초 후 관찰했을 때 아무 반응이 없는 경우를 판정한다.

② 유영저해(immobilization) : 독성물질에 의해 영향을 받아 움직임이 없을 경우를 판정한다.

③ 생태독성값(toxic unit) : 통계적 방법을 이용하여 반수영향농도 EC_{50}값을 구한 후 100에서 EC_{50}값을 나눠준 값을 말한다.

④ 지수식 시험방법(static non-renewal test) : 시험기간 중 시험용액을 교환하지 않는 시험을 말한다.

정답 1번

출제 포인트

물벼룩 급성 독성 시험에서 치사·유영저해의 판정 조건, 생태독성값의 계산식, 지수식 시험방법의 뜻을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

치사는 시험 종료 시 물벼룩이 아무 반응도 보이지 않는 상태이고, 유영저해는 독성의 영향으로 정상적으로 유영하지 못하는 상태이다. 반수영향농도 EC_{50}는 시험생물의 50%가 유영저해를 보이는 시료농도이며, 생태독성값은 $TU = 100/EC_{50}$로 환산한다. 지수식 시험방법은 시험기간에 시험용액을 교환하지 않는 방식이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
치사 판정의 경과시간과 관찰 대기시간이 모두 틀렸다.
틀린 표현: '12시간 경과 후'와 '30초 후'이다.
올바른 표현: 일정 희석 비율로 준비한 시료에 물벼룩을 투입하고 24시간이 지난 뒤 시험용기를 살짝 움직여 주며, 약 15초 후에도 아무 반응이 없으면 치사로 판정한다.

② O
유영저해는 독성물질의 영향으로 물벼룩이 정상적으로 움직이거나 유영하지 못하는 상태를 판정하는 것이다. 일부 기관이 움직이더라도 유영하지 못하면 유영저해에 포함된다.

③ O
통계적 방법으로 EC_{50}를 구한 뒤 $100/EC_{50}$로 환산한 값이 생태독성값 TU이다.

④ O
지수식 시험방법은 노출 시험 동안 시험용액을 새 용액으로 바꾸지 않는 비갱신식 시험이다.

오답 포인트

①은 판정 절차의 모양이 그럴듯하지만 '12시간·30초'를 '24시간·약 15초'로 바꾸어 놓은 선지이다. 치사와 유영저해의 상태만 외우고 관찰 시점을 놓치면 틀리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

용어 정의 문제에서는 판정 상태와 함께 시간·계산식·시험용액 교환 여부를 각각 확인한다. 이 시험은 24시간 노출 후 약 15초 관찰, $TU = 100/EC_{50}$, 시험용액 비갱신을 기준으로 판단한다.

암기 포인트

물벼룩 급성 독성 시험은 '24시간·15초·$100/EC_{50}$·용액 비갱신'으로 정리된다.

NoteBase

문 17. 하수에 유입된 어떤 유해물질을 제거하기 위해 사전에 pH 5에서 pH 7까지 올려야 한다면 다른 영향이 없고 계산대로 반응할 경우 공업용 수산화나트륨(순도 95%)을 하수 1L에 몇 g 정도 투입하여야 하는가? (단, 완전전리 기준, Na = 23)

① 0.42 g

② 0.042 g

③ 0.0042 g

④ 0.00042 g

정답 4번

출제 포인트

pH에서 수소 이온 농도를 구한 뒤, 중화에 필요한 수산화나트륨의 질량을 계산하고 제품 순도 95%를 보정하는 문제이다.

조건 정리

초기 pH는 5, 목표 pH는 7이며 하수의 부피는 $1L$이다. NaOH는 완전전리하고 다른 영향은 없으므로 OH^-가 H^+를 1:1로 중화한다고 본다. NaOH의 몰질량은 $23 + 16 + 1 = 40 g/mol$이고, 공업용 NaOH의 순도는 95%이다.

사용할 공식

$[H^+] = 10^{-\mathrm{pH}}$

$n(OH^-) = \{10^{-5} - 10^{-7}\} \times 1L$

m_제품=(n× 40 g/mol)/(0.95)

pH는 수소 이온 농도의 음의 상용로그이므로 먼저 각 pH의 H^+ 농도를 구한다. NaOH는 완전전리하여 1몰당 OH^- 1몰을 내므로 필요한 몰수는 중화할 H^+ 몰수와 같다. 순도 95% 제품은 실제 투입 질량의 95%만 NaOH이므로 순수 NaOH 질량을 0.95로 나눈다.

계산 과정

1. pH 5와 pH 7의 수소 이온 농도는 각각 $10^{-5} mol/L$, $10^{-7} mol/L$이다.
2. $1L$에서 필요한 NaOH의 몰수는 $10^{-5} - 10^{-7} = 9.9 \times 10^{-6} mol$이다.
3. 순수 NaOH의 질량은 $9.9 \times 10^{-6} mol \times 40 g/mol = 3.96 \times 10^{-4} g$이다.
4. 순도 95%를 보정하면 $3.96 \times 10^{-4} g \div 0.95 = 4.17 \times 10^{-4} g$이므로 약 $0.00042 g$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — ‘$0.42g$’은 계산값 $0.00042g$의 1,000배이다. 올바르게는 약 $0.00042g$이다.
② X — ‘$0.042g$’은 계산값의 100배이다. 올바르게는 약 $0.00042g$이다.
③ X — ‘$0.0042g$’은 계산값의 10배이다. 올바르게는 약 $0.00042g$이다.
④ O — 순도 보정 후 필요한 공업용 NaOH의 질량 $4.17 \times 10^{-4} g$을 반올림한 $0.00042g$과 일치한다.

오답 포인트

pH 5를 농도 5로 취급하면 안 되고 반드시 $10^{-5} mol/L$로 바꾸어야 한다. 또한 순도 95%는 곱하는 것이 아니라, 필요한 순수 NaOH 질량을 0.95로 나누어 실제 제품 투입량을 구한다. 선지들은 소수점 자릿수를 10배, 100배, 1,000배로 틀리게 옮기는 실수를 노린다.

다시 나오면 이렇게 판단

pH를 H^+ 농도로 변환한 뒤 농도차에 부피를 곱해 몰수를 구하고, 몰질량으로 순수 물질의 질량을 계산한 다음 순도로 나누어 제품 투입량을 판단한다.

암기 포인트

pH는 $10^{-\mathrm{pH}}$, 중화는 몰수 1:1, 순도 보정은 순수 질량을 순도 소수로 나누는 과정이다.

NoteBase

문 18. 다음 중 집수매거에 관한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 복류수의 흐름방향에 대하여 수평으로 설치하는 것이 효율적이다.

② 집수공의 유입유속은 3 cm/s 이하로 하고 집수매거는 1/500의 완만한 경사를 가져야 한다.

③ 매설깊이는 5 m 이상으로 하는 것이 바람직하다.

④ 집수매거의 유출끝단에서 매거 내 평균유속은 1 m/s 이하로 한다.

정답 1번

출제 포인트

집수매거의 설치 방향과 매설깊이, 유입유속, 관내 유속 및 경사 기준을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

집수매거는 하천 바닥이나 그 주변의 투수성 지층에 유공관 등을 매설하여 복류수를 모으는 취수시설이다.
복류수를 효율적으로 가로질러 모으기 위해 매거는 일반적으로 복류수의 흐름방향과 직각이 되도록 설치한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '복류수의 흐름방향에 대하여 수평으로 설치'이다. 집수매거는 복류수의 흐름을 넓게 가로막아 집수할 수 있도록 일반적으로 흐름방향에 직각으로 설치한다.
② O — 집수공의 유입유속은 $3cm/s$ 이하로 낮게 유지하고, 집수매거에는 약 1/500의 완만한 경사를 두어 자연유하가 이루어지게 한다.
③ O — 집수매거의 매설깊이는 일반적으로 $5m$ 이상으로 하는 것이 바람직하다. 충분한 여과층을 확보하고 하상변동의 영향을 줄이기 위한 것이다.
④ O — 유출끝단에서 매거 내 평균유속은 $1m/s$ 이하로 한다. 유속을 제한하여 관내 흐름을 안정적으로 유지하고 과도한 손실이나 시설 영향을 방지한다.

오답 포인트

①의 '수평'은 관의 종단 경사와 설치 방향을 혼동하게 하는 표현이다. 매거 자체에는 완만한 경사를 둘 수 있지만, 평면상의 배치 방향은 복류수의 흐름방향과 직각이 원칙이다.

다시 나오면 이렇게 판단

집수매거 문제에서는 평면 배치와 종단 경사를 나누어 판단한다. 평면 배치는 복류수 흐름에 직각이고, 종단은 수평 또는 약 1/500의 완만한 경사이며, 유입유속은 $3cm/s$ 이하, 유출끝단 평균유속은 $1m/s$ 이하이다.

암기 포인트

흐름에는 직각, 경사는 1/500, 유입은 $3cm/s$, 관내는 $1m/s$ 이하이다.

NoteBase

문 19. 다음 <보기>는 부영양화 현상에 관한 설명이다. 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>
㉠ 호수나 저수지의 자정작용 능력이 초과되어 영양염류 유입 시 조류가 과다증식되는 현상이다.
㉡ 가정하수, 썩은 식물, 비료, 합성세제, 동물의 분뇨 등에서 나타나는 질소 및 인산염이 주발생 인자이다.
㉢ 수질의 색도와 탁도가 높아지고 투명도는 저하된다.
㉣ 부영양화 지수(TSI)는 부영양화의 발생여부 및 진행정도를 0~100 사이의 연속적인 수치로 표시하는 부영양화 평가방법으로 TSI가 20씩 증가할 때마다 투명도가 1/2로 감소한다.

① ㉠, ㉡, ㉢, ㉣
② ㉠, ㉢, ㉣
③ ㉠, ㉡, ㉢
④ ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

부영양화의 원인과 수질 변화, 부영양화 지수(TSI)와 투명도의 관계를 정확히 구분하는 문제이다.

핵심 개념

부영양화는 호수나 저수지에 질소·인과 같은 영양염류가 과도하게 유입되어 조류가 대량 증식하고 수질이 악화되는 현상이다. 가정하수, 분뇨, 비료, 합성세제, 썩은 식물 등은 질소와 인의 주요 공급원이다. 조류가 늘면 색도와 탁도는 높아지고 빛의 통과가 방해되어 투명도는 낮아진다. Carlson의 부영양화 지수(TSI)는 대체로 0~100의 연속값으로 영양상태를 나타내며, TSI가 10 증가할 때 투명도는 약 1/2로 감소한다. 따라서 TSI가 20 증가하면 투명도는 약 1/4이 된다.

선지별 해설

① X — ㉠·㉡·㉢은 옳지만 ㉣이 틀렸으므로 네 항목을 모두 고를 수 없다. '㉠, ㉡, ㉢, ㉣'은 '㉠, ㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.
② X — ㉡도 질소·인산염의 주요 발생원을 올바르게 설명하므로 제외하면 안 되고, 반대로 ㉣은 틀렸으므로 포함하면 안 된다. '㉠, ㉢, ㉣'은 '㉠, ㉡, ㉢'으로 고쳐야 한다.
③ O — ㉠은 부영양화의 정의, ㉡은 주요 영양염류와 발생원, ㉢은 조류 과다증식에 따른 수질 변화를 각각 올바르게 설명한다.
④ X — ㉢은 옳지만 ㉣의 'TSI가 20씩 증가할 때마다 투명도가 1/2로 감소한다'는 부분이 틀렸다. 투명도가 1/2로 감소하는 간격은 TSI 10이며, 옳은 항목의 조합은 '㉠, ㉡, ㉢'이다.

NoteBase

오답 포인트

함정은 ㉣의 숫자 20이다. TSI의 20 증가를 투명도 1/2 감소와 연결하기 쉽지만, 투명도가 절반이 되는 간격은 TSI 10이다. TSI가 20 증가하면 절반 감소가 두 번 적용되어 투명도는 약 1/4이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

부영양화 문항은 '영양염류 증가 → 조류 과다증식 → 색도·탁도 증가, 투명도 감소'의 흐름을 먼저 확인한다. TSI와 투명도의 수치 관계에서는 TSI 10 증가가 투명도 1/2 감소에 해당하는지를 기준으로 판단한다.

암기 포인트

질소·인 증가 → 조류 증가 → 탁도 증가·투명도 감소, TSI +10 → 투명도 1/2이다.

NoteBase

문 20. 수질분석결과가 <보기>와 같을 때 ICOD와 NBDCOD는?

<보기>
$TCOD = 635mg/L, SCOD = 345mg/L$
$BOD = 325mg/L, SBOD = 152mg/L$
$TSS = 252mg/L, VSS = 190mg/L$
(단, $BOD_U = K \times BOD$ 여기서 $K = 1.6$)

① $ICOD = 290mg/L, NBDCOD = 115mg/L$
② $ICOD = 290mg/L, NBDCOD = 120mg/L$
③ $ICOD = 310mg/L, NBDCOD = 115mg/L$
④ $ICOD = 310mg/L, NBDCOD = 120mg/L$

정답 1번

출제 포인트

총 COD와 용존성 COD의 차이로 불용성 COD를 구하고, 총 COD에서 최종 BOD를 빼서 비생분해성 COD를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $TCOD = 635mg/L$, $SCOD = 345mg/L$, $BOD = 325mg/L$, $K = 1.6$이다.
구해야 할 값: 불용성 COD인 $ICOD$와 비생분해성 COD인 $NBDCOD$이다.
주의할 조건: 먼저 $BOD_U = K \times BOD$로 최종 BOD를 계산한다.

사용할 공식

$ICOD = TCOD - SCOD$
$BOD_U = K \times BOD$
$NBDCOD = TCOD - BOD_U$
$ICOD$는 총 COD 중 용존성 COD를 제외한 부분이고, $NBDCOD$는 총 COD 중 최종적으로 생분해되는 유기물량을 제외한 부분이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. $ICOD = 635 - 345 = 290mg/L$이다.
2. $BOD_U = 1.6 \times 325 = 520mg/L$이다.
3. $NBDCOD = 635 - 520 = 115mg/L$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $ICOD = 290mg/L$, $NBDCOD = 115mg/L$로 두 값이 모두 계산 결과와 일치한다.
② X — $ICOD = 290mg/L$는 맞지만, '$NBDCOD = 120mg/L$'가 틀렸다. 올바르게는 $NBDCOD = 115mg/L$이다.
③ X — $NBDCOD = 115mg/L$는 맞지만, '$ICOD = 310mg/L$'가 틀렸다. 올바르게는 $ICOD = 290mg/L$이다.
④ X — '$ICOD = 310mg/L$'와 '$NBDCOD = 120mg/L$'가 모두 틀렸다. 올바르게는 각각 $290mg/L$, $115mg/L$이다.

오답 포인트

$ICOD$를 구할 때 $SCOD$가 아니라 다른 수질 항목을 빼거나, $NBDCOD$를 구할 때 주어진 BOD를 그대로 빼고 $K = 1.6$을 누락하면 오답이 된다. 특히 $NBDCOD$ 계산 전 $BOD_U = 520mg/L$를 먼저 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 용존성 여부에 따라 $ICOD = TCOD - SCOD$를 계산하고, 이어서 $BOD_U = K \times BOD$를 구한 뒤 $NBDCOD = TCOD - BOD_U$를 적용한다. 마지막으로 두 결과의 단위가 모두 mg/L인지 확인한다.

암기 포인트

불용성은 '총 COD−용존성 COD', 비생분해성은 '총 COD−최종 BOD'이다.

NoteBase