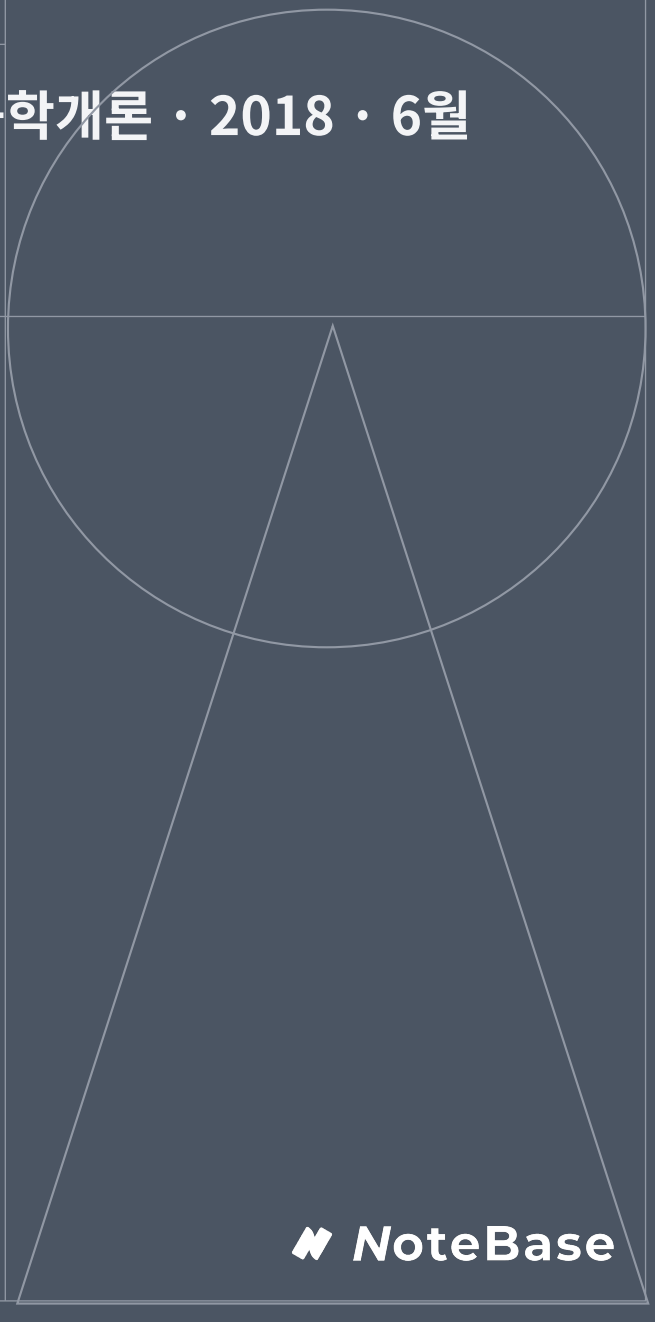
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2018 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2018 · 6월

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2018 · 6월

문 1. 농도가 가장 높은 용액은? (단, 용액의 비중은 1로 가정한다.)

① 100ppb

② 10μg/L

③ 1ppm

④ 0.1mg/L

정답 3번

간단한 해설

비중이 1인 용액에서는 1 ppm이 **1 mg/L**에 해당한다. 나머지 농도는 모두 0.1 mg/L 이하이므로 1 ppm 용액의 농도가 가장 높다.

선지별 해설

농도를 비교하려면 **같은 단위로 환산**해야 한다. 질량 기준으로 1 ppm은 용액 1 kg당 용질 1 mg, 1 ppb는 용액 1 kg당 용질 1 μg을 뜻한다. 비중이 1이므로 용액 1 L의 질량은 1 kg이다. 따라서 이 조건에서는 1 ppm = 1 mg/L, 1 ppb = 1 μg/L이며, 1 mg = 1,000 μg이다.

① 100 ppb: 100 μg/L = 0.1 mg/L이다.

② 10 μg/L: 1,000 μg이 1 mg이므로 10 μg/L = 0.01 mg/L이다.

③ 1 ppm: 용액 1 kg당 용질 1 mg이고, 용액 1 kg의 부피가 1 L이므로 1 mg/L이다.

④ 0.1 mg/L: 이미 비교 기준인 mg/L로 표시되어 있으며, ①과 농도가 같다.

mg/L로 환산한 농도는 ③의 1 mg/L가 가장 높고, ①과 ④는 0.1 mg/L, ②는 0.01 mg/L이다.

NoteBase

문 2. 대기 중에서 지름이 10μm인 구형입자의 침강속도가 3.0cm/sec라고 한다. 같은 조건에서 지름이 5μm인 같은 밀도의 구형입자의 침강속도(cm/sec)는?

① 0.25

② 0.5

③ 0.75

④ 1.0

정답 3번

간단한 해설

스토크스 법칙에 따르면 같은 밀도의 구형입자가 같은 대기 조건에서 침강할 때 침강속도는 **지름의 제곱에 비례**한다. 지름이 절반이므로 속도는 4분의 1인 0.75 cm/sec이다.

계산 과정

적용 관계: 작은 구형입자 주위의 유동이 층류인 스토크스 영역에서는 침강속도가 $v = \frac{(\rho_p - \rho_a) g d^2}{18\mu}$로 주어진다. 여기서 ρ_p는 입자 밀도, ρ_a는 공기 밀도, g는 중력가속도, d는 입자 지름, μ는 공기의 점성계수이다. 두 입자는 밀도가 같고 대기 조건도 같으므로 **지름을 제외한 나머지 인자가 같아** 속도비를 지름비의 제곱으로 구할 수 있다.

속도비 계산: 지름 10 μm인 입자의 속도를 v_1, 지름 5 μm인 입자의 속도를 v_2라 하면 $\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{5}{10}\right)^2 = \frac{1}{4}$이다. 두 지름의 단위가 μm로 같으므로 비를 구할 때 단위가 소거된다. 이 비는 작은 입자의 침강속도가 큰 입자의 4분의 1이라는 뜻이다.

침강속도 산출: $v_2 = 3.0 \cdot \frac{1}{4} = 0.75\text{cm/sec}$이다. 따라서 구한 침강속도는 ③의 0.75 cm/sec와 일치한다.

NoteBase

문 3. 호수 및 저수지에서 일어날 수 있는 자연현상에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 호수의 성층현상은 수심에 따라 변화되는 온도로 인해 수직방향으로 밀도차가 발생하게 되고 이로 인해 층상으로 구분되는 현상을 의미한다.

② 표수층은 호수 혹은 저수지의 최상부층을 말하며 대기와 직접 접촉하고 있으므로 산소 공급이 원활하고 태양광 직접 조사를 통해 조류의 광합성 작용이 활발히 일어난다.

③ 여름 이후 가을이 되면서 높아졌던 표수층의 온도가 4°C까지 저하되면 물의 밀도가 최대가 되므로 연직방향의 밀도차에 의한 자연스러운 수직혼합현상이 발생하며, 이로 인해 표수층의 풍부한 산소와 영양성분이 하층부로 전달된다.

④ 겨울이 되어 호수 및 저수지 수면층이 얼게 되면 물과 얼음의 밀도차에 의해 수면의 얼음은 침강하게 된다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '얼음은 침강한다'는 설명이 잘못되었다. 얼음은 액체 상태의 물보다 **밀도가 작아 수면에 뜬다**.

선지별 해설

① O: 수온에 따라 물의 밀도가 달라지므로 수심별로 온도 차가 나면 밀도 차도 생긴다. 여름에는 따뜻하고 밀도가 작은 물이 위에, 차갑고 밀도가 큰 물이 아래에 놓여 **상하층의 혼합이 억제**된다. 이처럼 물이 층을 이루는 현상이 수온에 의한 성층현상이다.

② O: 표수층은 호수나 저수지의 맨 위층으로, 대기와 접촉하여 산소를 공급받는다. 햇빛이 잘 도달하므로 조류의 광합성이 활발하며, 이 과정에서도 산소가 생성된다. 따라서 표수층은 일반적으로 **산소 공급과 광합성에 유리**하다.

③ O: 가을에 표수층이 냉각되면 밀도가 커져 아래로 가라앉고, 상하층의 수온과 밀도 차가 줄어들면서 바람에 의한 혼합도 쉬워진다. 담수는 약 4°C에서 밀도가 최대이며, 이러한 냉각과 혼합으로 여름철 성층이 무너지는 현상을 **가을철 전도**라고 한다. 이때 표층의 산소가 하층으로 공급되고 영양성분도 재분배된다. 다만 영양염류는 하층에 축적되어 있다가 상층으로 공급되기도 하므로, 표수층의 영양성분이 항상 풍부하거나 하층으로만 이동한다는 뜻으로 일반화해서는 안 된다.

④ X: 물이 얼면 부피가 증가하여 액체 상태일 때보다 밀도가 작아진다. 따라서 얼음은 **침강하지 않고 수면에 뜬다**. 겨울에는 수면 부근의 차가운 물과 얼음 아래에 상대적으로 따뜻한 물이 놓일 수 있으며, 약 4°C의 밀도가 큰 물은 하부에 머무른다.

NoteBase

문 4. 인구 5,000명인 아파트에서 발생하는 쓰레기를 5일마다 적재 용량 $10m^3$인 트럭 10대를 동원하여 수거한다면 1인당 1일 쓰레기 배출량(kg)은? (단, 쓰레기의 평균밀도는 $100kg/m^3$라고 가정한다.)

① 0.2

② 0.4

③ 2

④ 4

정답 2번

간단한 해설

트럭 10대가 한 번에 수거하는 쓰레기 10,000kg은 5일 동안 발생한 양이다. 이를 **인구 5,000명과 수거 간격 5일로 나누면** 1인당 1일 배출량은 0.4kg이다.

계산 과정

수거 부피: 트럭 10대가 각각 적재 용량만큼 수거하는 것으로 계산한다. 한 번에 수거하는 부피는 $10m^3$/대 × 10대 = $100m^3$이며, 이는 **5일 동안 발생한 쓰레기의 부피**이다.

수거 질량: 밀도는 단위 부피당 질량이므로 부피에 평균밀도를 곱한다. $100m^3 \times 100kg/m^3 = 10{,}000kg$으로, 아파트 전체에서 5일 동안 발생한 쓰레기의 질량이다.

1인당 1일 배출량: 5일간의 총질량을 **인구와 발생 일수로 나누어** 사람 한 명의 하루 평균 배출량을 구한다. 이를 q라 하면 $q = \frac{10,000}{5,000 \cdot 5} = 0.4kg/(명 \cdot 일)$이다.

따라서 1인당 하루 배출량 0.4kg은 ②의 0.4에 해당한다.

NoteBase

문 5. 폐수처리에 사용되는 주요 생물학적 처리공정 중 부착성장 미생물을 활용하는 공정으로 가장 옳은 것은?

① 살수여상
② 활성슬러지 공정
③ 호기성 라군
④ 호기성 소화

정답 1번

간단한 해설

살수여상은 **여재 표면에 부착하여 자라는 미생물막**을 이용한다. 폐수가 여재를 따라 흐르면 미생물막과 접촉하면서 유기물이 분해된다.

공통 해설

부착성장과 부유성장은 **미생물이 자라는 위치**로 구분한다. 부착성장은 미생물이 여재 등의 표면에 붙어 생물막을 형성하는 방식이고, 부유성장은 미생물이 물속에 떠 있는 상태로 유기물을 분해하는 방식이다.

살수여상에서는 자갈이나 플라스틱 등의 여재 표면에 미생물막이 형성된다. 여재 위에 뿌린 폐수가 아래로 흐르면서 미생물막과 접촉하고, 막을 이루는 미생물이 폐수의 유기물을 분해한다. 따라서 살수여상은 부착성장 미생물을 활용하는 공정이다.

활성슬러지 공정·호기성 라군·호기성 소화는 기본적으로 미생물이 액체 속에 부유한 상태로 작용하는 공정이다. 이들은 여재 표면의 미생물막을 주된 처리 수단으로 삼는 살수여상과 구별된다.

NoteBase

문 6. 리차드슨수(Richardson’s number, Ri)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 대류난류를 기계적인 난류로 전환시키는 비율을 뜻하며, 무차원수이다.

② Ri=0은 기계적 난류가 없음을 나타낸다.

③ $Ri > 0.25$인 경우는 수직방향의 혼합이 거의 없음을 나타낸다.

④ $-0.03 < Ri < 0$인 경우 기계적 난류가 혼합을 주로 일으킨다.

정답 2번

간단한 해설

Ri = 0은 **열적 부력 효과가 없는 중립 상태**를 뜻한다. 기계적 난류가 없는 것이 아니라, 바람의 속도 차이로 생기는 **기계적 난류만 존재하는 상태**이다.

선지별 해설

① O: 리차드슨수는 **기계적 전단 효과에 대한 열적 부력 효과의 상대적 크기**를 나타내는 무차원수이다. 대류에 의한 혼합과 바람의 속도 차이에 의한 혼합 중 어느 쪽의 영향이 큰지 판단하는 데 이용한다.

② X: Ri = 0은 **기계적 난류만 존재하는 중립 상태**를 나타낸다. 이때 0이 되는 것은 열적 부력 효과이며, 풍속의 수직 차이에 따른 기계적 난류는 존재할 수 있다. 따라서 '기계적 난류가 없음'을 '대류에 의한 난류 생성이 없음'으로 고쳐야 한다.

③ O: $Ri > 0.25$이면 통상적인 대기 안정도 분류에서 안정한 성층이 기계적 난류를 강하게 억제하는 상태이다. 공기가 위아래로 움직이려 할 때 원래 높이로 되돌리는 부력 효과가 커서 **수직 혼합이 거의 일어나지 않는다**.

④ O: $-0.03 < Ri < 0$이면 약한 불안정 상태로, 기계적 난류와 열적 대류가 함께 존재한다. 다만 부력에 의한 대류 효과가 상대적으로 작아 **기계적 난류가 혼합을 주로 일으킨다**.

NoteBase

문 7. 「소음·진동관리법 시행규칙」상 낮 시간대(06:00-18:00) 공장소음 배출허용기준(dB)이 가장 낮은 지역은?

① 도시지역 중 전용주거지역 및 녹지지역

② 도시지역 중 일반주거지역

③ 농림지역

④ 도시지역 중 일반공업지역 및 전용공업지역

정답 1번

간단한 해설

전용주거지역의 낮 시간대 공장소음 배출허용기준은 **50 dB(A) 이하**로, 일반주거지역·농림지역·공업지역보다 낮다. 허용기준이 낮을수록 허용되는 소음 수준이 작아 더 엄격한 기준이다.

선지별 해설

「소음·진동관리법 시행규칙」 제8조 및 별표 5 제1호의 공장소음 배출허용기준에서 낮은 06:00~18:00이다. 별도의 특례 조건이 제시되지 않았으므로 각 지역의 기본 허용기준을 같은 시간대에서 비교한다.

① 도시지역 중 전용주거지역 및 녹지지역: 전용주거지역의 낮 기준은 **50 dB(A) 이하**이다. 녹지지역은 현행 별표에서 취락지구·주거개발진흥지구 및 관광·휴양개발진흥지구에 해당하면 같은 기준을 적용하고, 그 밖의 녹지지역은 기본적으로 55 dB(A) 이하를 적용한다.

② 도시지역 중 일반주거지역: 낮 기준은 55 dB(A) 이하이다. 전용주거지역의 50 dB(A) 이하보다 허용 수준이 높다.

③ 농림지역: 낮 기준은 60 dB(A) 이하이다. 농림지역이라는 이유만으로 전용주거지역보다 더 낮은 공장소음 기준이 적용되는 것은 아니다.

④ 도시지역 중 일반공업지역 및 전용공업지역: 두 지역 모두 낮 기준은 70 dB(A) 이하이다. 제시된 지역 중 허용 수준이 가장 높다.

낮 시간대 기준을 비교하면 50 < 55 < 60 < 70 dB(A)이다. 따라서 전용주거지역을 포함한 ①에 가장 낮은 기준이 적용된다.

NoteBase

문 8. 공극률이 20%인 토양 시료의 겉보기밀도는? (단, 입자밀도는 2.5g/cm^{3}로 가정한다.)

① 1g/cm^3
② 1.5g/cm^3
③ 2g/cm^3
④ 2.5g/cm^3

정답 3번

간단한 해설

공극률이 20%이면 토양 입자가 차지하는 부피는 전체의 **80%**이다. 겉보기밀도는 입자밀도에 이 비율을 곱하므로 $2.5 \times 0.80 = 2.0$ g/cm^{3}이다.

계산 과정

겉보기밀도는 토양 입자의 건조 질량을 **공극을 포함한 전체 부피**로 나눈 값이고, 입자밀도는 같은 질량을 입자 자체의 부피로 나눈 값이다. 건조 질량을 M_s, 전체 부피를 V_t, 입자 부피를 V_s라 하면 겉보기밀도는 $\rho_b = \frac{M_s}{V_t}$, 입자밀도는 $\rho_s = \frac{M_s}{V_s}$이다.

공극률 n은 전체 부피 중 공극 부피의 비율이다. 따라서 **입자 부피의 비율은 공극률을 1에서 뺀 값**으로, $\frac{V_s}{V_t} = 1 - n$이다. 이 문제에서는 공극률이 20%이므로 입자 부피의 비율은 $1 - 0.20 = 0.80$이다.

두 밀도는 같은 건조 질량을 기준으로 하므로 $\rho_b = \rho_s \frac{V_s}{V_t}$이다. 여기에 입자 부피의 비율을 대입하면 $\rho_b = \rho_s(1 - n)$이다. 따라서 겉보기밀도는 $2.5 \times 0.80 = 2.0$ g/cm^{3}이며, ③의 2 g/cm^{3}에 해당한다.

NoteBase

문 9. 폐기물 매립지의 매립가스 발생 단계에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 1단계는 호기성 단계로 매립지 내 O_2와 N_2가 서서히 감소하며, CO_2가 발생하기 시작한다.

② 2단계는 혐기성 비메탄 발효 단계로 H_2가 생성되기 시작하며, CO_2는 최대농도에 이른다.

③ 3단계는 혐기성 메탄 축적 단계로 CH_4 발생이 시작되며, 중반기 이후 CO_2의 농도비율이 감소한다.

④ 4단계는 혐기성 단계로 CH_4와 CO_2가 일정한 비율로 발생한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 'CO_2는 최대농도에 이른다'는 시점을 잘못 설명한 것이다. 2단계에서는 CO_2 농도가 증가하며, **최대농도는 3단계 초기에** 나타난 뒤 메탄 생성이 활발해지면서 감소한다.

선지별 해설

① O: 매립 직후에는 폐기물 사이에 갇힌 공기의 산소를 이용하여 호기성 미생물이 유기물을 분해한다. 이 과정에서 **O_2를 소비하고 CO_2를 생성**한다. 가스 조성이 바뀌면서 초기 공기 성분인 N_2의 농도비율도 감소한다.

② X: 산소가 고갈되면 혐기성 비메탄 발효가 진행되어 유기산과 함께 H_2 및 CO_2가 생성된다. 따라서 H_2가 생성되기 시작한다는 부분은 맞지만, 이때 CO_2가 최대농도에 이른다는 부분은 틀리다. 2단계에서는 CO_2 농도가 증가하며, **최대농도에 이르는 시기는 3단계 초기**이다.

③ O: 3단계는 메탄생성 미생물의 활동으로 **CH_4 발생이 시작되어 그 비율이 증가**하는 단계이다. 앞 단계에서 생성된 유기산 등이 메탄 생성에 이용되고, CO_2를 소비하는 메탄 생성 반응도 진행된다. 이에 따라 초기에는 높았던 CO_2의 농도비율이 중반기 이후 감소한다.

④ O: 4단계는 메탄 생성이 안정적으로 진행되는 정상 혐기성 단계이다. 매립가스의 주성분인 **CH_4와 CO_2의 조성비가 비교적 일정**하게 유지된다. 이는 가스 조성이 안정된다는 뜻이며, 두 기체의 비율이 반드시 같다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 10. 원심력집진기의 집진 장치 효율에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 배기관의 직경이 작을수록 입경이 작은 먼지를 제거할 수 있다.

② 입구유속에는 한계가 있지만, 그 한계 내에서 속도가 빠를수록 효율이 높은 반면 압력 손실이 높아진다.

③ 사이클론의 직렬단수, 먼지호퍼의 모양과 크기도 효율에 영향을 미친다.

④ 점착성이 있는 먼지에 적당하며 딱딱한 입자는 장치를 마모시킨다.

정답 4번

간단한 해설

원심력집진기는 점착성 먼지가 벽면이나 배출부에 달라붙어 막힘을 일으킬 수 있으므로 **점착성 먼지 처리에 부적합**하다. 딱딱한 입자가 장치를 마모시킬 수 있다는 설명은 맞다.

선지별 해설

① O: 배기관은 분리된 가스가 빠져나가는 중앙의 출구관이다. 다른 조건이 같을 때 **배기관의 직경을 줄이면** 일반적으로 미세입자의 포집 효율이 높아지므로, 더 작은 입경의 먼지를 제거하는 데 유리하다.

② O: 입구유속이 빨라지면 회전하는 기류의 원심작용이 강해져 먼지가 벽면 쪽으로 분리되기 쉬워진다. 다만 유동저항도 커져 **집진 효율과 압력 손실이 함께 증가**한다. 유속이 지나치게 높으면 난류와 포집 먼지의 재비산이 증가하므로 효율이 계속 높아지는 것은 아니다.

③ O: 사이클론을 직렬로 연결하면 앞 단에서 제거되지 않은 먼지를 뒷 단에서 다시 포집할 수 있어 직렬단수가 전체 효율에 영향을 준다. 먼지호퍼는 분리된 먼지를 모으는 부분으로, 그 모양과 크기에 따라 내부 기류와 먼지 배출 상태가 달라진다. 특히 포집된 먼지가 기류에 다시 섞이는 **재비산**이 발생하면 집진 효율이 낮아진다.

④ X: 일반적인 건식 원심력집진기는 **점착성이 없는 건조한 먼지**를 처리하는 데 적합하다. 점착성 먼지는 벽면이나 먼지 배출부에 달라붙어 퇴적·막힘을 일으키므로 '점착성이 있는 먼지에 적당하다'는 설명을 고쳐야 한다. 한편 딱딱한 입자가 고속으로 벽면에 충돌하여 장치를 마모시킬 수 있다는 뒷부분은 맞다.

NoteBase

문 11. 폐수의 화학적 응집 침전을 촉진시키기 위한 방법으로 가장 옳지 않은 것은?

① 전위결정이온을 첨가하여 콜로이드 표면을 채우거나 반응을 하여 표면전하를 줄인다.

② 수산화금속이온을 형성하는 화학약품을 투입한다.

③ 고분자응집제를 첨가하여 흡착작용과 가교작용으로 입자를 제거한다.

④ 전해질을 제거하여 분산층의 두께를 높여 제타전위를 줄이는 것이 효과적이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '전해질을 제거하여 분산층의 두께를 높인다'는 응집을 촉진하는 방향과 반대이다. 전해질을 첨가하여 **확산층을 압축**하고 입자 사이의 전기적 반발력을 낮추어야 응집이 쉬워진다.

선지별 해설

① O: 콜로이드의 표면전하는 입자끼리 밀어내어 분산 상태를 유지하게 한다. 전위결정이온이 표면에 흡착되거나 표면과 반응하여 **표면전하를 줄이면** 입자 사이의 반발력이 약해져 응집이 촉진된다.

② O: 알루미늄염이나 철염 같은 응집제를 넣으면 가수분해로 수산화금속이온이 생성된다. 이들이 콜로이드에 흡착하여 **전하를 중화**하므로 입자들이 쉽게 뭉친다. 적절한 pH에서 생성되는 금속 수산화물 침전은 콜로이드를 포집하여 함께 침전시키기도 한다.

③ O: 고분자응집제는 사슬의 일부가 입자 표면에 흡착하고, 다른 부분이 다른 입자에 붙어 **입자 사이를 연결하는 가교**를 만든다. 이렇게 커진 플록은 작은 콜로이드 입자보다 침전·제거하기 쉽다.

④ X: 전해질을 제거하면 이온 농도가 낮아져 확산층이 두꺼워지므로 입자 사이의 전기적 반발이 먼 거리까지 작용하여 분산 상태가 유지되기 쉽다. 응집을 촉진하려면 반대로 **전해질을 첨가하여 확산층의 두께를 줄여야** 한다. 제타전위는 입자와 함께 움직이는 액체층의 바깥 경계인 전단면에서의 전위이며, 전하 중화 등으로 그 절댓값을 낮추면 입자 사이의 반발이 약해진다. 확산층을 두껍게 하면 제타전위가 줄어 응집에 유리하다는 설명은 잘못이다.

NoteBase

문 12. 혐기성 소화과정은 가수분해, 산 생성, 메탄 생성의 단계로 구분된다. 가수분해 단계에서 주로 생성되는 물질로 가장 옳지 않은 것은?

① 아미노산

② 글루코스

③ 글리세린

④ 알데하이드

정답 4번

간단한 해설

가수분해에서는 복잡한 유기물의 결합이 끊어져 **단당류·아미노산·글리세린과 지방산** 같은 작은 물질이 생성된다. 알데하이드는 이 단계의 대표적인 주요 생성물에 해당하지 않는다.

선지별 해설

① O: 단백질은 여러 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된 물질이다. 가수분해로 이 결합이 끊어지면 펩타이드를 거쳐 **아미노산**이 생성된다.

② O: 전분 같은 다당류는 단당류가 반복하여 연결된 물질이다. 가수분해로 당 사이의 결합이 끊어지면 **글루코스 같은 단당류**가 생성된다.

③ O: 중성지방은 글리세린과 지방산이 에스터 결합으로 연결된 물질이다. 이 결합이 가수분해되면 **글리세린과 지방산**이 생성된다. 글리세린은 글리세롤이라고도 한다.

④ X: 알데하이드는 단백질·다당류·중성지방의 가수분해에서 대표적으로 얻는 주요 생성물에 해당하지 않는다. 가수분해는 미생물의 효소가 물을 이용하여 복잡한 유기물의 결합을 끊는 단계로, 주요 생성물은 **아미노산·단당류·글리세린과 지방산**이다.

NoteBase

문 13. 대기층은 고도에 따른 온도 변화 양상에 따라 영역 구분이 가능하다. <보기>에 해당하는 영역은?

<보기>
· 대기층에서 고도 11~50km 사이에 존재한다.
· 고도가 올라감에 따라 온도가 상승하는 안정적인 수직 구조를 갖는다.
· 상대적으로 높은 농도의 오존이 존재하여 태양광의 단파장 영역을 효과적으로 흡수한다.

① 대류권
② 성층권
③ 중간권
④ 열권

정답 2번

간단한 해설

성층권에서는 오존이 태양의 자외선을 흡수하여 고도가 높아질수록 기온이 대체로 상승한다. 보기의 약 11~50 km 고도 범위와 안정적인 수직 구조도 성층권의 특징이다.

공통 해설

성층권은 대류권 위에 놓인 대기층으로, 보기에서 제시한 약 11~50 km 구간에 해당한다. 이 층에는 오존이 상대적으로 많이 분포하며, **오존의 자외선 흡수에 따른 가열**로 기온이 대체로 고도와 함께 상승한다. 따라서 고도 범위, 기온 변화, 오존의 흡수 작용이라는 세 조건은 성층권을 가리킨다.

위쪽이 아래쪽보다 따뜻한 기온 구조에서는 공기의 상하 이동이 억제되어 대기가 안정하다. 즉, 보기의 '안정적인 수직 구조'는 **고도에 따른 기온 상승과 연결된 성질**이다.

NoteBase

문 14. 실외 지면에 위치한 점음원에서 발생한 소음의 음향파워레벨이 105dB일 때 음원으로부터 100m 떨어진 지점에서의 음압레벨은?

① 54dB

② 57dB

③ 77dB

④ 91dB

정답 2번

간단한 해설

지면에 있는 점음원은 소리가 **반구면으로 퍼지는 조건**을 적용한다. 음향파워레벨 105 dB에서 100 m까지의 거리 감쇠와 반구면 확산을 반영하면 음압레벨은 약 **57 dB**이다.

계산 과정

1. 확산 조건과 공식: 음향파워레벨 L_W는 음원이 단위 시간에 방출하는 음향에너지를 레벨로 나타낸 값이며, 음압레벨 L_p는 관측 지점에서의 음압 크기를 레벨로 나타낸 값이다. 이 문제는 지면을 반사면으로 보고, 소리가 지면 위쪽의 **반구면으로 균일하게 퍼지는 조건**을 적용한다. 대기 흡수나 장애물에 의한 추가 감쇠는 고려하지 않는다. 거리 r을 m 단위로 넣으면 $L_p \approx L_W - 20\log_{10} r - 8$을 쓴다. 반구면의 면적이 $2\pi r^2$이므로 거리 항은 $20\log_{10} r$, 반구면 확산에 따른 상수 항은 $10\log_{10}(2\pi) \approx 8$이 된다.

2. 값 대입: $L_W = 105$ dB, r = 100 m이다. $20\log_{10} 100 = 40$이므로 거리 항은 40 dB이다. 이를 대입하면 $L_p \approx 105 - 40 - 8 = 57$ dB이다.

3. 선택지 연결: 100 m 지점의 음압레벨은 약 57 dB이므로 ②의 57 dB에 해당한다.

NoteBase

문 15. 수계의 유기물질 총량을 간접적으로 예측하기 위한 지표로서 생물화학적 산소요구량(Biochemical Oxygen Demand: BOD)과 화학적 산소요구량(Chemical Oxygen Demand: COD)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① BOD는 혐기성 미생물의 수계 유기물질 분해 활동과 연관된 산소 요구량을 의미하며 BOD_5는 5일간 상온에서 시료를 배양했을 때 미생물에 의해 소모된 산소량을 의미한다.

② BOD값이 높을수록 수중 유기물질 함량이 높으며, 측정 방법의 특성상 BOD는 언제나 COD보다 높게 측정된다.

③ BOD는 생물학적 분해가 가능한 유기물의 총량 예측에 적합하며, 미생물의 활성을 저해하는 독성물질 존재 시 분해의 방해효과가 나타날 수 있다.

④ COD는 시료 중 유기물질을 화학적 산화제를 사용하여 산화 분해시킨 후 소모된 산화제의 양을 대응산소의 양으로 환산하여 나타낸 값으로, 일반적인 활용 산화제는 염소나 과산화수소이다.

정답 3번

간단한 해설

BOD는 **생물학적으로 분해 가능한 유기물**의 양을 산소 소비량으로 간접 평가하는 지표이다. 독성물질이 미생물의 활성을 억제하면 유기물 분해와 산소 소비가 줄어 **BOD가 실제 오염부하보다 낮게 측정될 수 있다**.

NoteBase

선지별 해설

① X: BOD는 **호기성 미생물**이 유기물을 분해하면서 소비하는 용존산소량을 나타낸다. 따라서 '혐기성 미생물'을 '호기성 미생물'로 고쳐야 한다. 표준적인 5일 BOD는 임의의 상온이 아니라 **20°C의 암소에서 5일간** 배양하여 측정한다. 어둡게 유지하는 것은 광합성으로 산소가 생성되어 측정에 영향을 주는 것을 막기 위해서이다.

② X: BOD가 높다는 것은 보통 생분해성 유기물에 의한 산소요구가 크다는 뜻이다. 그러나 **BOD가 언제나 COD보다 높은 것은 아니다**. 중크롬산칼륨법 COD는 생물학적으로 쉽게 분해되지 않는 유기물도 산화할 수 있어 일반적으로 5일 BOD보다 크게 나타난다. 두 값의 관계는 시료의 성분과 COD 측정법 등에 따라 달라지므로 절대적인 대소관계로 단정해서는 안 된다.

③ O: BOD는 미생물이 유기물을 분해할 때 소비하는 산소량을 이용하므로 **생분해성 유기물의 양을 간접적으로 평가**하는 데 적합하다. 다만 독성물질이 미생물의 활성을 억제하면 분해가 원활하지 않아 산소 소비량이 감소하고 BOD가 낮게 측정될 수 있다. 따라서 BOD가 낮다고 해서 유기물 오염이 반드시 적다고 판단할 수는 없다.

④ X: 산화제 소비량을 그에 대응하는 산소량으로 환산한다는 COD의 설명은 맞다. 그러나 대표적인 측정용 산화제는 염소나 과산화수소가 아니라 **과망간산칼륨이나 중크롬산칼륨**이다. COD는 이들 산화제가 정해진 시험 조건에서 시료의 산화 가능한 물질과 반응하며 소비된 양을 산소 상당량으로 나타낸다.

NoteBase

문 16. 지구 온난화에 기여하는 온실가스 중 이산화탄소와 탄소 순환에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 공업적으로 이산화탄소를 배출하는 큰 산업 중의 하나는 시멘트 제조업이다.

② 지구상의 식물에 저장되어 있는 탄소량은 바다 속에 저장된 탄소량에 비해 매우 적다.

③ 바다는 주로 이산화탄소를 중탄산이온 (HCO_3^-)의 형태로 저장한다.

④ 석유는 다른 화석연료(석탄, 천연가스 등)에 비해 탄소 집중도가 가장 큰 물질이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '석유의 탄소 집중도가 가장 크다'는 설명은 잘못되었다. 같은 양의 에너지를 얻을 때 발생하는 이산화탄소량은 일반적으로 **석탄 > 석유 > 천연가스** 순이다.

선지별 해설

① O: 시멘트 제조 과정에서는 석회석의 주성분인 탄산칼슘을 가열하여 분해할 때 **원료 자체에서 이산화탄소가 발생**한다. 여기에 고온을 유지하기 위한 연료의 연소 배출도 더해지므로 시멘트 제조업은 주요 산업 배출원에 해당한다.

② O: 식물은 광합성으로 흡수한 탄소를 몸체의 유기물에 저장한다. 바다는 막대한 부피의 해수에 탄소를 주로 용존 무기탄소로 저장하므로, **바다 전체의 탄소 저장량은 식물의 저장량보다 훨씬 크다**.

③ O: 해수에 녹은 이산화탄소는 물과 반응하여 탄산을 만들고, 탄산은 해리하여 중탄산이온을 형성한다. 일반적인 해수의 pH에서는 용존 무기탄소 중 **중탄산이온의 비중이 가장 크다**. 따라서 바다는 탄소를 주로 중탄산이온 HCO_3^- 형태로 저장한다.

④ X: 여기서 탄소 집중도는 단위 에너지를 얻을 때 배출되는 탄소의 정도이며, 이산화탄소 배출량으로도 비교할 수 있다. 일반적으로 **석탄 > 석유 > 천연가스** 순이므로 '석유가 가장 크다'는 표현은 '석탄이 가장 크다'로 고쳐야 한다. 석탄은 수소에 비해 탄소의 비중이 높아 같은 에너지를 얻을 때 이산화탄소를 더 많이 배출하고, 천연가스는 주성분인 메탄의 수소 비중이 높아 상대적으로 적게 배출한다.

NoteBase

문 17. 토양세척법에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 토양세척법에 이용되는 세척제는 계면의 자유에너지를 낮추는 물질이다.

② 토양세척기술은 1970년대 후반 미국 환경청에서 기름 유출사고로 오염된 해변을 정화하기 위해 처음으로 개발되었다.

③ 준휘발성 유기화합물은 토양세척법을 이용하여 처리하기에 적합하지 않다.

④ 토양 내에 휴믹질이 고농도로 존재하는 경우에는 전처리가 필요하다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '처리하기에 적합하지 않다'는 설명은 잘못이다. **준휘발성 유기화합물도 토양세척법의 처리 대상**이며, 적절한 세척액으로 토양에서 분리할 수 있다.

선지별 해설

① O: 토양세척에 쓰이는 계면활성제는 토양·물·오염물질 사이의 계면에 작용하여 **계면의 자유에너지와 계면장력을 낮춘다**. 이에 따라 토양에 붙은 소수성 오염물질을 떼어 내고 세척액으로 이동시키기 쉬워진다.

② O: 토양정화 분야에서는 토양세척기술의 개발 배경을 1970년대 후반 미국 환경청(EPA)의 **유류 오염 해변 정화기술 개발**로 설명한다. 오염된 모래에서 기름을 씻어 분리하는 원리를 토양오염 정화에 적용한 것이다.

③ X: 토양세척법은 오염물질을 휘발시키는 방식이 아니라, 세척액에 녹이거나 분산시키고 오염된 미세입자를 분리하는 방식이다. 따라서 **준휘발성 유기화합물도 처리할 수 있다**. 다환방향족탄화수소류(PAHs) 등이 그 대상이며, 물에 잘 녹지 않는 물질은 계면활성제나 적절한 용매를 이용하여 분리를 돕는다. 다만 실제 처리효율은 오염물질의 성질, 토양의 입도·유기물 함량 및 세척액 조건에 따라 달라진다.

④ O: 휴믹질은 동식물 잔재가 분해되어 형성된 토양 유기물로, 오염물질을 흡착할 수 있다. 휴믹질 함량이 높으면 유기오염물질이 강하게 결합하여 **단순 세척만으로 분리하기 어려워진다**. 따라서 세척효율을 확보하려면 휴믹질이 많은 유기물 분획을 분리하는 등의 전처리가 필요하다.

NoteBase

문 18. 대기오염제어장치로서 분진 제거 시 <보기>의 조건을 충족하는 집진시설로 가장 옳은 것은?

<보기>
· 미세한 분진을 비교적 고효율로 제거하여야 할 경우
· 가스의 냉각이 요구되나 습도가 문제되지 않는 경우
· 가스가 연소성인 경우
· 분진과 기체상태의 오염물질을 동시에 제거해야 하는 경우

① 직물여과기
② 사이클론
③ 습식세정기
④ 전기집진기

정답 3번

간단한 해설

습식세정기는 **액체와 가스를 접촉**시켜 분진을 포집하고, 세정액에 흡수되는 기체상 오염물질도 함께 제거한다. 이 과정에서 가스를 냉각할 수 있고 화재·폭발 위험도 줄일 수 있어 보기의 조건에 적합하다.

NoteBase

핵심 풀이

습식세정기는 물 등의 세정액을 오염된 가스와 접촉시키는 장치이다. 분진은 액적과 충돌하거나 확산하여 액체에 포집되고, 기체상 오염물질은 세정액에 흡수된다. 보기의 조건은 이러한 **기체와 액체의 접촉**을 이용하는 장치를 가리킨다.

미세분진의 고효율 제거: 벤투리형과 같은 고에너지 습식세정기는 가스와 액적의 접촉을 강화하여 미세분진을 높은 효율로 제거할 수 있다. 모든 습식세정기가 같은 성능을 내는 것은 아니며, 미세분진을 잘 포집하려면 **충분한 에너지 투입과 압력손실**이 필요하다.

가스 냉각과 습도: 가스가 세정액과 접촉하면서 열을 전달하고 물이 증발하여 가스가 냉각된다. 이때 가스의 습도가 높아질 수 있으므로, 보기처럼 **습도 증가가 문제되지 않는 경우**에 적합하다.

연소성 가스의 처리: 물을 이용한 냉각과 습윤으로 화재·폭발 위험을 줄일 수 있다. 특히 전기집진기처럼 집진을 위해 고전압 방전을 이용하지 않는다는 점이 유리하다. 다만 연소성 가스를 처리할 때 화재·폭발 위험이 완전히 사라지는 것은 아니다.

분진과 기체상 오염물질의 동시 제거: 분진의 액체 포집과 가스의 흡수를 함께 이용한다. 다만 가스 제거에는 **오염물질에 적합한 세정액**이 필요하며, 물만으로 모든 기체상 오염물질을 제거할 수 있는 것은 아니다.

다른 시설과의 구분: 직물여과기와 전기집진기도 미세분진을 높은 효율로 제거할 수 있지만, 각각 여과와 전기력을 이용하는 집진 원리만으로는 가스의 흡수 제거와 냉각 조건까지 함께 충족하지 못한다. 사이클론은 원심력을 이용하므로 상대적으로 큰 입자의 제거에 유리하며 미세분진의 고효율 제거에는 한계가 있다.

NoteBase

문 19. 「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」상의 건강상 유해영향무기물질로 가장 옳지 않은 것은?

① 아연(Zn)

② 셀레늄(Se)

③ 암모니아성 질소(NH_3)

④ 비소(As)

정답 1번

간단한 해설

아연(Zn)은 먹는물 수질기준에서 **심미적 영향물질**로 분류된다. 무기물이라는 화학적 성질만으로 '건강상 유해영향 무기물질' 항목에 포함되는 것은 아니다.

공통 해설

「먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한 규칙」 별표 1은 '건강상 유해영향 무기물질에 관한 기준'과 '심미적 영향물질에 관한 기준'을 구분한다. 이 문항의 판단 기준은 물질이 무기물인지 자체가 아니라, **별표 1에서 어느 항목으로 분류하는지**이다.

셀레늄(Se), 암모니아성 질소, 비소(As)는 건강상 유해영향 무기물질 항목에 포함된다. 반면 아연(Zn)은 **심미적 영향물질 항목**에 포함되므로, 이를 건강상 유해영향 무기물질로 분류하면 잘못이다.

NoteBase

문 20. 하·폐수 처리 공정의 3차 처리에서 수중의 질소를 제거하기 위한 방법으로 가장 옳지 않은 것은?

① 응집침전법

② 이온교환법

③ 생물학적 처리법

④ 탈기법

정답 1번

간단한 해설

응집침전법은 주로 부유물질과 인을 제거하며, **용존 암모늄·질산성 질소를 제거하는 주된 방법은 아니다**. 입자에 포함된 유기성 질소가 일부 함께 제거될 수 있다는 점과 구별해야 한다.

선지별 해설

① X: 응집침전법은 응집제로 미세 입자를 큰 덩어리인 플록으로 만든 뒤 가라앉히는 방법으로, 부유물질과 인 제거에 주로 이용한다. 입자에 포함된 유기성 질소는 일부 함께 제거될 수 있지만, **물에 녹아 있는 암모늄·질산성 질소를 효과적으로 제거하기는 어렵다**. 이러한 용존 질소의 제거에는 이온교환, 생물학적 질소 제거, 암모니아 탈기 등의 방법을 이용한다.

② O: 이온교환법은 이온교환체가 가진 이온과 물속의 질소 함유 이온을 맞바꾸어 질소를 제거한다. 예를 들어 제올라이트와 같은 양이온교환체로 **암모늄 이온을 포집**할 수 있다. 제거하려는 질소의 이온 형태에 맞는 교환체를 사용해야 한다.

③ O: 생물학적 처리법에서는 미생물의 질산화와 탈질을 이용해 질소를 제거할 수 있다. 질산화는 산소가 있는 조건에서 암모늄을 아질산염을 거쳐 질산염으로 산화하는 과정이다. 이어 용존 산소가 없는 무산소 조건에서 탈질 미생물이 질산염을 **질소 기체로 환원하여 물 밖으로 내보낸다**. 질산화만으로는 질소의 형태가 바뀔 뿐이므로 질소 제거를 위해 탈질 과정이 필요하다.

④ O: 탈기법은 물속의 휘발성 물질을 공기와 접촉시켜 기체 쪽으로 이동시키는 방법이다. 암모니아성 질소를 제거할 때는 pH를 높여 암모늄 이온을 휘발하기 쉬운 암모니아 형태로 전환한 뒤, 공기를 접촉시켜 **암모니아 기체로 물에서 분리**한다.

NoteBase