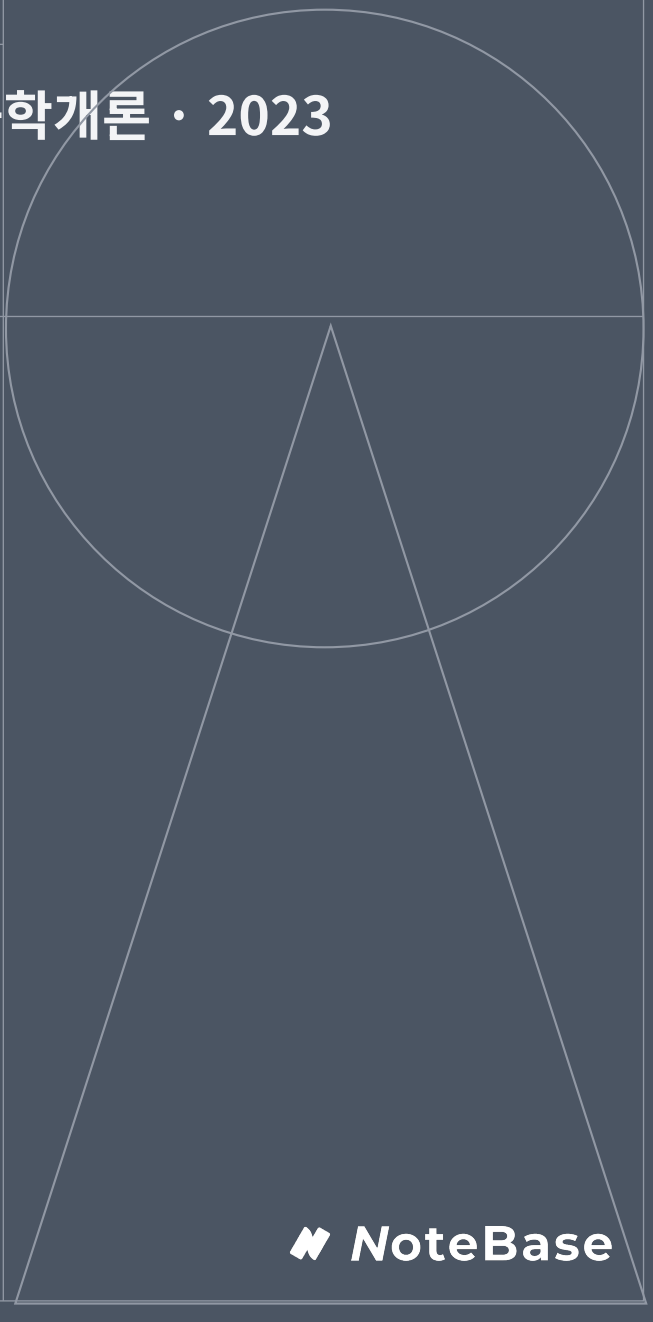
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2023

공무원/지방직/9급 · 환경공학개론 · 2023

문 1. 흡착제가 아닌 것은?

① 활성탄

② 실리카 겔

③ 활성 알루미나

④ 수산화 나트륨

정답 4번

간단한 해설

수산화 나트륨은 산성 가스를 수용액에 흡수시켜 중화하는 **흡수제**로 사용된다. 다공성 고체의 표면에 물질을 붙잡는 흡착제와 구별된다.

선지별 해설

흡착은 물질이 고체의 표면에 붙잡히는 현상이다. 흡착제는 보통 미세한 기공이 많아 물질이 달라붙을 수 있는 내부 표면적이 크다.

① O: 활성탄은 미세한 기공이 발달한 탄소 재료로, **넓은 내부 표면**에 오염물질을 흡착한다. 유기성 가스나 물속의 유기물 등을 제거하는 데 사용되는 대표적인 흡착제이다.

② O: 실리카 겔은 다공성 실리카 재료로, **수분을 표면에 흡착**하는 성질이 강하다. 이 성질을 이용하여 기체의 수분을 제거하는 건조제로 사용한다.

③ O: 활성 알루미나는 기공이 발달한 산화 알루미늄계 재료이다. **수분에 대한 친화력**이 커서 수분을 흡착하는 건조제로 사용한다.

④ X: 수산화 나트륨은 이 문항에서 묻는 다공성 고체 흡착제가 아니라 **산성 가스의 흡수·중화에 사용하는 약품**이다. 수용액으로 사용하면 염화 수소 등의 산성 가스가 액체에 흡수되고 중화반응으로 제거된다. 따라서 흡착제가 아니라 화학적 흡수에 쓰이는 흡수제로 구분한다.

NoteBase

문 2. 레몬주스의 수소 이온 농도가 6.0×10^{-3} M일 때, pH와 pOH는? (단, 온도는 25 °C, log6은 0.78이다)

① pH: 2.22, pOH: 10.78

② pH: 6.00, pOH: 14.00

③ pH: 2.22, pOH: 11.78

④ pH: 7.80, pOH: 10.78

정답 3번

간단한 해설

pH는 수소 이온의 몰농도에 상용로그를 취한 뒤 부호를 바꾼 값으로, 주어진 농도에서는 **pH가 2.22**이다. **25 °C에서 pH와 pOH의 합은 14**이므로 pOH는 11.78이다.

계산 과정

1. pH 계산: 수소 이온 농도 $[H^+]$는 6.0×10^{-3} M이며, M은 mol/L를 뜻한다. pH는 **수소 이온 몰농도의 음의 상용로그**이므로 다음과 같이 계산한다.

$$pH = -\log[H^+]$$
$$= -\log(6.0 \times 10^{-3})$$
$$= 3 - \log 6 = 3 - 0.78 = 2.22$$

2. pOH 계산: pOH는 수산화 이온 몰농도의 음의 상용로그이다. **25 °C에서 물의 이온곱**은 $K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$이므로, 양변에 음의 상용로그를 취하면 pH + pOH = 14가 된다. 따라서 pOH = 14 − 2.22 = 11.78이다.

계산된 pH 2.22와 pOH 11.78은 ③의 값과 일치한다. pH와 pOH는 농도 자체가 아니라 로그로 나타낸 값이므로 단위를 붙이지 않는다.

NoteBase

문 3. 소음공해의 특징이 아닌 것은?

① 감각적인 공해이다.

② 주위에서 진정과 분쟁이 많다.

③ 사후 처리할 물질이 발생하지 않는다.

④ 국소적이고 다발적이며 축적성이 있다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '축적성이 있다'는 설명이 잘못되었다. 소음은 발생이 멈추면 소리가 감쇠하여 사라지고 오염물질처럼 환경에 쌓이지 않는 **비축적성 공해**이다.

선지별 해설

① O: 소음은 원하지 않는 소리로, 청각을 통해 직접 불쾌감이나 생활 방해를 느끼게 하는 **감각공해**이다. 같은 소리도 듣는 사람과 상황에 따라 불쾌하게 느끼는 정도가 달라질 수 있다.

② O: 소음은 발생원 주변 주민의 수면·대화·휴식 등을 직접 방해한다. 또한 소음에 대한 **개인의 민감도와 생활 조건이 달라** 피해를 둘러싼 진정과 분쟁이 발생하기 쉽다.

③ O: 소음은 폐수나 폐기물 같은 물질이 아니라 소리 에너지에 의한 공해이다. 발생이 멈추면 소리가 감쇠하므로 **사후에 수거하거나 정화할 잔류 오염물질이 남지 않는다**.

④ X: 소음은 발생원 주변의 제한된 범위에 영향을 주는 국소성이 있고, 교통·공사·생활시설 등 여러 곳에서 발생하는 다발성이 있다. 그러나 소리 자체가 환경에 계속 쌓이는 것은 아니므로 '축적성이 있다'는 **'축적성이 없다'**로 고쳐야 한다. 이는 소리의 환경 잔류 여부에 관한 설명이며, 반복 노출로 인한 인체 피해까지 남지 않는다는 뜻은 아니다.

NoteBase

문 4. 폐수 내 고형물(solids)에 대한 명명으로 옳은 것은?

① TDS: 총 부유 고형물

② FSS: 강열잔류 용존 고형물

③ FDS: 강열잔류 부유 고형물

④ VSS: 휘발성 부유 고형물

정답 4번

간단한 해설

VSS의 V는 Volatile(휘발성), SS는 Suspended Solids(부유 고형물)를 뜻한다. 따라서 VSS는 부유 고형물 중 **강열할 때 소실되는 부분**인 휘발성 부유 고형물이다.

선지별 해설

① X: TDS는 Total Dissolved Solids의 약자로, **총 용존 고형물**이다. D는 Dissolved(용존)를 뜻하므로 부유 고형물과 구별해야 한다. 총 부유 고형물의 약자는 TSS이다.

② X: FSS는 Fixed Suspended Solids의 약자로, **강열잔류 부유 고형물**이다. 여과로 분리한 부유 고형물 중 강열 후에도 남는 부분을 뜻한다. 선지의 용존 고형물은 부유 고형물로 고쳐야 한다.

③ X: FDS는 Fixed Dissolved Solids의 약자로, **강열잔류 용존 고형물**이다. 여과액에서 얻은 용존 고형물 중 강열 후 남는 부분을 뜻한다. 부유 고형물에 해당하는 FSS와 달리, DS는 용존 고형물을 가리킨다.

④ O: VSS는 Volatile Suspended Solids의 약자로, **휘발성 부유 고형물**이다. 부유 고형물을 건조한 뒤 강열할 때 소실되는 부분을 뜻한다. 강열 후 남는 FSS와 구별된다.

NoteBase

문 5. 물에서 기체의 용해도는 Henry 법칙 $C = kP$을 따른다. 대기 중 산소 부피가 20%일 때, 수중 포화 용존 산소 농도[mg L^{-1}]는? (단, 25 °C, 1기압이고 k는 1.3×10^{-3} mol L^{-1} atm^{-1}, C는 용존 기체 농도, P는 기체 부분 압력, O의 원자량은 16이다)

① 4.16

② 8.32

③ 13.00

④ 33.28

정답 2번

간단한 해설

Henry 법칙에는 전체 기압이 아니라 **산소의 부분 압력 0.20 atm**을 대입한다. 이렇게 구한 몰농도에 산소 분자 O_2의 몰질량 32 g/mol을 곱해 환산하면 포화 용존 산소 농도는 8.32 mg L^{-1}이다.

계산 과정

1. 산소의 부분 압력: 기체 혼합물에서 부피비는 몰분율과 같으므로, 산소의 부분 압력은 전체 압력에 산소의 부피비를 곱한 값이다. 산소가 부피의 20%이고 전체 압력이 1 atm이므로 P = 0.20 × 1 = 0.20 atm이다. Henry 법칙의 P에는 **산소 자체의 부분 압력**을 사용한다.

2. 포화 몰농도: 주어진 25 °C의 Henry 상수는 $k = 1.3 \times 10^{-3}$ mol L^{-1} atm^{-1}이다. 물과 기체가 평형에 있을 때 용존 기체 농도는 부분 압력에 비례하므로 $C = kP$를 적용한다. 따라서 $C = (1.3 \times 10^{-3}) \times 0.20 = 2.6 \times 10^{-4}$ mol L^{-1}이다. 이는 물 1 L에 산소가 2.6×10^{-4} mol 녹아 있는 포화 상태를 뜻한다.

3. 질량 농도 환산: 용존 산소는 O_2이므로, O의 원자량 16에서 산소의 몰질량은 2 × 16 = 32 g/mol이다. **몰농도에 O_2의 몰질량을 곱하면** 물 1 L에 녹아 있는 산소의 질량을 얻는다. $(2.6 \times 10^{-4}) \times 32 = 0.00832$ g L^{-1}이며, 1 g = 1,000 mg이므로 0.00832 × 1,000 = 8.32 mg L^{-1}이다. 이 값은 ②의 8.32에 해당한다.

NoteBase

문 6. 유량 120,000 m^3 d^{-1}, 체류시간 4 hr, 표면부하율 30 m^3 $m^{-2}d^{-1}$인 하수가 8개의 침전조로 유입될 때, 침전조 1개의 유효 표면적[m^2]은?

① 125

② 250

③ 500

④ 1,000

정답 3번

간단한 해설

표면부하율은 **유량을 유효 표면적으로 나눈 값**이다. 총 유량으로 구한 전체 표면적을 8개 침전조에 균등하게 나누면, 침전조 1개의 유효 표면적은 500 m^2이다.

계산 과정

표면부하율은 침전조의 단위 유효 표면적에 하루 동안 유입되는 하수량으로, $q_s = \frac{Q}{A}$이다. 여기서 Q는 유량, A는 유효 표면적이다. 총 유량은 120,000 m^3/d, 표면부하율은 30 $m^3 \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$이며, 8개 침전조에 유량이 균등하게 배분되는 것으로 계산한다. 체류시간 4 hr는 용적을 구할 때 사용하는 조건으로, **표면부하율에서 면적을 구하는 데는 필요하지 않다**.

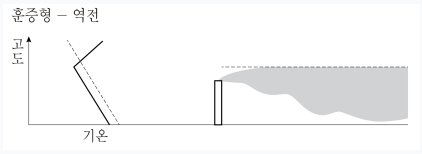
먼저 전체 유량을 처리하는 데 필요한 유효 표면적을 구한다. $A = \frac{Q}{q_s} = \frac{120{,}000}{30} = 4{,}000\ m^2$이다. 이 값은 **8개 침전조의 유효 표면적을 합한 값**이다.

전체 유효 표면적을 침전조 수로 나누면 1개의 면적은 $\frac{4{,}000}{8} = 500\ m^2$이다. 따라서 구한 500 m^2는 ③의 값과 일치한다.

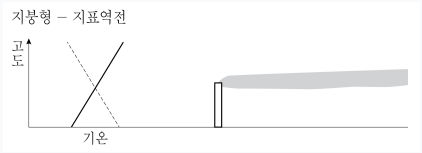
NoteBase

문 7. 굴뚝에서 배출되는 연기의 형태는 기온의 연직분포에 따라 달라진다. 기온 연직분포에 따른 대기안정도와 연기의 형태로 옳은 것은? (단, 환경감률은 실선, 단열감률은 점선이다)

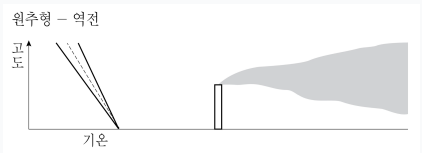
① 훈증형 – 역전



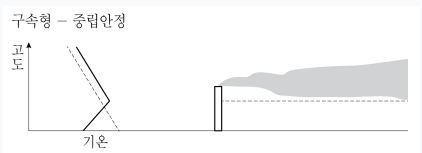
② 지붕형 – 지표역전



③ 원추형 – 역전



④ 구속형 – 중립안정



정답 1번

간단한 해설

상층의 **역전층이 연기의 상승을 막고**, 그 아래에서 연기가 지표 쪽으로 확산하는 형태가 **훈증형**이다. 역전층이 연기보다 위에 있는지 아래에 있는지가 확산 방향을 결정한다.

NoteBase

선지별 해설

그래프의 가로축은 기온, 세로축은 고도이다. 환경감률을 나타내는 실선이 위로 갈수록 오른쪽으로 향하면 고도가 높아질수록 기온이 상승하는 역전층이며, 공기의 연직운동이 억제되는 안정한 층이다. 실선이 단열감률을 나타내는 점선과 평행하면 중립에 해당한다.

① O: 상층의 실선이 위로 갈수록 오른쪽으로 꺾이므로 연기 위에 역전층이 있다. 이 층이 위쪽 확산을 막고, 그 아래에서는 연기가 지표 쪽으로 퍼진다. 그림처럼 **상층 역전층 아래에서 하향 확산**이 나타나는 형태가 훈증형이다. 여기서 '역전'은 상층의 역전을 뜻하며, 하층까지 모두 역전 상태라는 뜻은 아니다.

② X: 실선이 지표에서부터 오른쪽 위로 향하므로 지표역전에 해당한다. 그러나 이러한 안정한 대기에서는 연직 혼합이 억제되어 그림처럼 연기가 얇은 층을 이루며 수평으로 퍼진다. 이 형태는 지붕형이 아니라 **부채형(수평형)**이다. 지붕형은 연기 아래의 역전층이 하향 확산을 막아 연기가 주로 위쪽으로 퍼지는 형태이다.

③ X: 연기가 위아래로 퍼지는 원추형 그림이지만, 실선은 고도가 높아질수록 기온이 낮아지는 방향으로 놓여 있어 역전분포가 아니다. 원추형은 **대체로 중립에 가까운 대기**에서 연기가 상하 및 수평으로 확산할 때 나타난다. 따라서 원추형을 역전 상태와 연결한 부분을 고쳐야 한다.

④ X: 하층의 실선은 오른쪽 위로 향하므로 역전층이고, 상층은 점선과 거의 평행하여 중립에 가깝다. 하층 역전층이 하향 확산을 막아 연기가 위쪽으로 퍼지는 그림이므로 **지붕형**에 해당한다. 대기 전체를 중립으로 볼 수 없으며, 구속형은 연기층의 위아래에 있는 안정층이 연직 확산을 제한하여 연기가 그 사이에 갇히는 형태이다.

NoteBase

문 8. 다이옥신에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 폐기물소각시설은 주요 오염원 중 하나이다.

② 수용성이다.

③ 생체 내에 축적된다.

④ 2,3,7,8-TCDD의 독성이 가장 강하다.

정답 2번

간단한 해설

다이옥신은 물에 잘 녹는 수용성 물질이 아니라, **물에는 잘 녹지 않고 지방에 잘 녹는 지용성 물질**이다. 이 때문에 생체의 지방조직에 축적되기 쉽다.

선지별 해설

① O: 폐기물 소각 과정에서 다이옥신이 부산물로 생성·배출될 수 있다. 특히 **불완전연소 등 소각 관리가 부적절한 경우** 배출 문제가 커지므로 폐기물소각시설은 주요 오염원 중 하나이다.

② X: 다이옥신은 **물에 대한 용해도가 매우 낮고 지방에 잘 녹는** 성질을 가진다. 따라서 '수용성이다'는 '지용성이다'로 고쳐야 한다.

③ O: 다이옥신은 지방조직에 저장되기 쉽고, 화학적으로 안정하여 체내에 오래 남는다. 이러한 **지용성과 잔류성** 때문에 반복적으로 노출되면 생체 내에 축적될 수 있다.

④ O: 다이옥신류는 염소의 수와 결합 위치에 따라 독성이 다르다. 이 가운데 **2,3,7,8-TCDD**는 독성이 가장 강한 대표 물질이다.

NoteBase

문 9. 「대기환경보전법 시행규칙」상 기후·생태계 변화유발물질의 농도를 측정하기 위한 것은?

① 교외대기측정망
② 유해대기물질측정망
③ 대기오염집중측정망
④ 지구대기측정망

정답 4번

공통 해설

지구대기측정망은 **기후·생태계 변화유발물질의 농도를 측정하기 위한 측정망**이다.

대기환경보전법 시행규칙 제11조 제1항 제6호
대기환경보전법 시행규칙 제11조(측정망의 종류 및 측정결과보고 등)
① 법 제3조제1항에 따라 수도권대기환경청장, 국립환경과학원장 또는 「한국환경공단법」에 따른 한국환경공단(이하 "한국환경공단"이라 한다)이 설치하는 대기오염 측정망의 종류는 다음 각 호와 같다. <개정 2009.7.14, 2010.12.31, 2011.8.19, 2013.5.24, 2014.2.6, 2016.6.2, 2019.2.13>
6. 기후 · 생태계 변화유발물질의 농도를 측정하기 위한 지구대기측정망

NoteBase

문 10. 고형물 함량 2.5%인 슬러지 2 m^3을 고형물 함량 4%로 농축할 때, 슬러지 부피 감소율[%]은? (단, 슬러지 밀도는 1 kg L^{-1}이다)

① 22.5

② 37.5

③ 45.5

④ 50.5

정답 2번

간단한 해설

농축 과정에서 **고형물 질량이 보존**되므로, 고형물 함량이 높아지면 슬러지 전체 질량과 부피는 줄어든다. 주어진 밀도를 적용하면 농축 후 부피는 1.25 m^3이며, 처음 2 m^3에 대한 부피 감소율은 37.5%이다.

계산 과정

농축은 슬러지에서 물을 제거하여 고형물 함량을 높이는 과정이다. 고형물 함량은 슬러지 전체 질량에 대한 고형물 질량의 비율이며, 이 문제에서는 **고형물 손실 없이 농축**하는 것으로 본다. 농축 전후 밀도는 주어진 1 kg/L를 적용한다.

농축 전 고형물 질량: 슬러지 2 m^3은 2,000 L이므로 전체 질량은 2,000 kg이다. 고형물 함량이 2.5%이므로 고형물 질량은 2,000 × 0.025 = 50 kg이다. 이 50 kg이 농축 전후 동일하게 유지된다.

농축 후 슬러지 부피: 고형물 50 kg이 전체 질량의 4%를 차지하므로, 농축 후 전체 질량은 $\frac{50}{0.04} = 1{,}250$ kg이다. 밀도가 1 kg/L이므로 부피는 1,250 L, 즉 1.25 m^3이다. 이는 고형물과 남아 있는 물을 합한 슬러지 전체의 부피이다.

부피 감소율: 감소한 부피는 2 − 1.25 = 0.75 m^3이다. 감소율은 **농축 전 부피를 기준**으로 계산하므로 $\frac{0.75}{2} \times 100 = 37.5\%$이다. 계산값은 ②의 37.5에 해당한다.

NoteBase

문 11. 유량 2 $m^3 s^{-1}$, 온도 15 ℃인 하천이 용존 산소로 포화되어 있다. 이 하천에 유량 0.5 $m^3 s^{-1}$, 온도 25 ℃, 용존 산소 농도 1.5 mg L^{-1}인 지천이 유입될 때, 합류지점에서의 용존 산소 부족량[mg L^{-1}]은? (단, 포화 용존 산소 농도는 15 ℃에서 10.2 mg L^{-1}, 17 ℃에서 9.7 mg L^{-1}, 20 ℃에서 9.2 mg L^{-1}이다)

① 1.24

② 3.54

③ 6.26

④ 8.46

정답 1번

간단한 해설

합류 후 수온은 17 ℃이므로 포화 용존 산소 농도는 9.7 mg L^{-1}이다. 유량을 고려한 실제 용존 산소 농도는 8.46 mg L^{-1}이므로, **포화 농도에서 실제 농도를 뺀 부족량**은 1.24 mg L^{-1}이다.

계산 과정

합류 직후 두 물이 완전히 혼합되며, 혼합 중 외부와의 열교환 및 산소의 소비·공급은 무시한다. 두 물의 밀도와 비열을 같게 보면 수온과 용존 산소 농도는 각각 **유량을 가중치로 한 평균**으로 구한다. 총유량은 2 + 0.5 = 2.5 $m^3 s^{-1}$이다.

합류 후 수온: 각 유입수의 유량과 수온을 곱해 더한 뒤 총유량으로 나눈다. 혼합 수온은 $T = \frac{2 \cdot 15 + 0.5 \cdot 25}{2.5} = 17$ ℃이다. 따라서 부족량을 구할 때 적용할 포화 용존 산소 농도는 **17 ℃에서의 9.7 mg L^{-1}**이다.

합류 후 용존 산소 농도: 본류는 15 ℃에서 포화되어 있으므로 유입 전 농도는 10.2 mg L^{-1}이고, 지천의 농도는 1.5 mg L^{-1}이다. 산소의 질량수지에 따라 각 유입수의 산소 유입량을 합해 총유량으로 나누면 $C = \frac{2 \cdot 10.2 + 0.5 \cdot 1.5}{2.5} = 8.46$ mg L^{-1}이다. 두 유량의 단위가 같으므로 분자와 분모에 공통인 부피 단위 환산계수는 약분된다. 이 값은 혼합수에 **실제로 들어 있는 용존 산소의 농도**이다.

용존 산소 부족량: 혼합 수온에서의 포화 농도를 C_s, 실제 농도를 C라 하면 부족량은 $D = C_s - C$이다. 따라서 D = 9.7 − 8.46 = 1.24 mg L^{-1}이며, 이는 ①의 1.24에 해당한다.

NoteBase

문 12. 프로페인(C_3H_8)과 뷰테인(C_4H_{10})이 80 vol% : 20 vol%로 혼합된 기체 1 Sm^3가 완전 연소될 때, 발생하는 CO_2의 부피[Sm^3]는?

① 3.0

② 3.2

③ 3.4

④ 3.6

정답 2번

간단한 해설

완전 연소하면 **탄소 원자 1개당 CO_2 1분자**가 생성된다. 같은 표준상태에서 프로페인과 뷰테인 부피의 각각 3배와 4배가 CO_2로 생성되므로, 총부피는 $0.8 \times 3 + 0.2 \times 4 = 3.2\ Sm^3$이다.

계산 과정

성분별 부피: vol%는 혼합기체 전체 부피에 대한 각 성분의 부피 비율이다. 혼합기체가 1 Sm^3이므로 프로페인은 $1 \times 0.80 = 0.8\ Sm^3$, 뷰테인은 $1 \times 0.20 = 0.2\ Sm^3$이다.

CO_2 생성 비율: 완전 연소에서는 연료의 탄소가 모두 CO_2로 바뀐다. 프로페인(C_3H_8) 1몰은 탄소 원자 3몰을 포함하므로 CO_2 3몰을, 뷰테인(C_4H_{10}) 1몰은 CO_2 4몰을 생성한다. 기체를 이상기체로 보면 **같은 온도·압력에서 부피비는 몰수비와 같다**. 따라서 같은 표준상태로 나타낸 CO_2 부피는 프로페인 부피의 3배, 뷰테인 부피의 4배이다.

성분별 CO_2 발생량: 프로페인에서 생성되는 CO_2는 $0.8 \times 3 = 2.4\ Sm^3$이고, 뷰테인에서 생성되는 CO_2는 $0.2 \times 4 = 0.8\ Sm^3$이다. 각 값은 혼합기체의 해당 성분이 완전 연소하여 생성한 CO_2만의 부피이다.

전체 CO_2 부피: 두 성분에서 발생한 양을 더하면 $2.4 + 0.8 = 3.2\ Sm^3$이다. 이는 ②의 3.2에 해당한다.

NoteBase

문 13. 폐기물 매립지 선정 시 고려 사항으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 경관의 손상이 적어야 한다.
ㄴ. 육상 매립지의 집수면적을 넓게 한다.
ㄷ. 침출수가 해수에 영향을 주는 장소를 피한다.
ㄹ. 해안 매립지의 경우 파도나 수압의 영향이 크지 않아야 한다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄷ, ㄹ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

육상 매립지의 집수면적은 **작은 것이 유리하다**. 주변에서 빗물이 모여드는 면적이 넓으면 매립지로 유입되는 물이 많아져 침출수 발생과 처리 부담이 커질 수 있기 때문이다.

보기별 해설

ㄱ. O: 매립지 조성과 운영으로 주변 지형과 자연경관이 훼손될 수 있으므로, **경관의 손상이 적은 장소**를 선정해야 한다.

ㄴ. X: 집수면적은 빗물이 모여 매립지 쪽으로 흘러드는 지역의 면적이다. 같은 강우 조건에서 집수면적이 넓으면 유입수가 많아지고, 이 물이 폐기물층을 통과하면서 침출수 발생량을 늘릴 수 있다. 따라서 육상 매립지는 집수면적이 **작은 곳**을 선정하는 것이 유리하다.

ㄷ. O: 침출수는 폐기물과 접촉하면서 오염물질을 포함하게 된 물이다. 이것이 바다로 유출되면 해수와 해양생태계를 오염시킬 수 있으므로, **침출수가 해수에 영향을 주는 장소**는 피해야 한다.

ㄹ. O: 해안 매립지에서는 파도와 수압이 매립지를 둘러싼 호안·제방 등의 안정성에 영향을 준다. 이러한 영향이 크면 시설 손상과 오염물질 유출 위험이 커질 수 있으므로, **파도나 수압의 영향이 크지 않은 장소**를 선정해야 한다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄷ, ㄹ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 14. 토양증기추출법(soil vapor extraction) 시스템의 구성요소에 해당하지 않는 것은?

① 추출정 및 공기주입정

② 진공펌프 및 송풍기

③ 풍력분별장치

④ 배가스 처리장치

정답 3번

간단한 해설

풍력분별장치는 공기 흐름으로 **고형물을 가벼운 성분과 무거운 성분으로 분리**하는 장치이다. 토양증기추출법은 토양 속 휘발성 오염물질을 기체 상태로 추출하는 공정이므로 풍력분별장치는 그 구성요소에 해당하지 않는다.

선지별 해설

① O: 추출정은 불포화대 토양에서 휘발성 오염물질을 포함한 기체를 지상으로 회수하는 통로이다.
공기주입정은 필요에 따라 설치하여 **토양 내부의 공기 흐름을 촉진·조절**한다. 공기가 오염 구역을 통과하면서 휘발한 오염물질을 추출정으로 운반한다.

② O: 진공펌프나 송풍기는 **추출정의 압력을 낮추어** 토양 내부의 공기와 오염 증기가 추출정 쪽으로 흐르게 한다. 토양증기추출에 필요한 압력 차와 기체 흐름을 만드는 장치이다.

③ X: 풍력분별장치는 공기 흐름에 대한 고형물의 거동 차이를 이용하여 가벼운 성분과 무거운 성분을 나누는 장치이다. 예를 들어 폐기물에서 종이·플라스틱과 금속·유리 등을 분리할 때 사용한다. 토양증기추출법은 **고형물의 선별이 아니라 오염물질을 포함한 기체의 추출**을 이용하므로 풍력분별장치는 구성요소에 해당하지 않는다.

④ O: 추출된 기체에는 토양에서 이동해 온 오염물질이 포함되어 있으므로 대기로 배출하기 전에 처리할 필요가 있다. 배가스 처리장치는 **활성탄 흡착이나 열적 산화** 등으로 오염물질을 제거·분해하여 대기오염을 방지한다.

NoteBase

문 15. 지하수 모니터링을 위해 20 m 간격으로 설치된 감시우물의 수위 차가 50 cm일 때, 실질적인 지하수 유속[m d^{-1}]은? (단, 투수계수는 0.2 m d^{-1}, 공극률은 0.2이다)

① 0.025

② 0.050

③ 0.075

④ 0.090

정답 1번

간단한 해설

실제 지하수 유속은 전체 단면적 기준의 Darcy 유속을 **공극률로 나눈 값**이다. 수리경사 0.025와 투수계수 0.2 m/d를 적용하면 실제 유속은 0.025 m/d이다.

계산 과정

1. 수리경사 계산: 우물 사이 거리 L은 20 m이고, 수위 차는 50 cm = 0.5 m이다. 수리경사 i는 **흐름 거리당 수두차**이므로, 두 길이의 단위를 m로 맞추어 $i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{0.5}{20} = 0.025$로 구한다. 수리경사는 길이를 길이로 나눈 무차원 값이다.

2. Darcy 유속 계산: 투수계수 K는 0.2 m/d이다. Darcy 법칙에서 단위 전체 단면적을 통과하는 유량인 Darcy 유속 q는 투수계수와 수리경사의 곱이다. 따라서 $q = Ki$에 대입하면 q = 0.2 × 0.025 = 0.005 m/d이다. 이 값은 흙 입자와 공극을 모두 포함한 **전체 단면적 기준의 유속**이다.

3. 실제 지하수 유속 계산: 물은 지층의 공극을 통해 이동하므로 실제 유속 v를 구하려면 Darcy 유속을 **공극률 n으로 나누어야 한다**. 주어진 공극률 n = 0.2를 적용하면 $v = \frac{q}{n} = \frac{0.005}{0.2} = 0.025$ m/d이다. 따라서 실제 지하수 유속은 0.025 m/d로, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 16. 다음 분석 결과를 가진 시료의 SAR은?

성분	당량[g eq^{-1}]	농도[mg L^{-1}]
Ca^{2+}	20.0	100.0
Mg^{2+}	12.2	36.6
Na^{+}	23.0	92.0
Cl^{-}	35.5	158.2

① 0.5

② 1.2

③ 2.0

④ 3.6

정답 3번

간단한 해설

SAR은 **당량농도(meq/L)**를 사용하며, 나트륨 농도를 칼슘·마그네슘 농도 평균의 제곱근으로 나눈다. 각 농도를 환산하면 칼슘 5.0, 마그네슘 3.0, 나트륨 4.0 meq/L이므로 SAR은 **2.0**이다.

NoteBase

계산 과정

SAR(나트륨흡착비)은 칼슘·마그네슘에 대한 나트륨의 상대적 크기를 나타내는 지표이다. 각 이온의 농도를 meq/L로 나타낼 때 $\mathrm{SAR} = \frac{[\mathrm{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\mathrm{Ca}^{2+}]+[\mathrm{Mg}^{2+}]}{2}}}$로 계산한다. 여기서 대괄호는 각 이온의 당량농도이며, 염화 이온은 이 식에 포함되지 않는다.

먼저 표의 질량농도를 **각 이온의 당량으로 나누어** meq/L로 환산한다. 주어진 당량의 단위 g/eq는 수치상 mg/meq와 같으므로 다음과 같이 계산한다.

칼슘: $\frac{100.0}{20.0} = 5.0$ meq/L

마그네슘: $\frac{36.6}{12.2} = 3.0$ meq/L

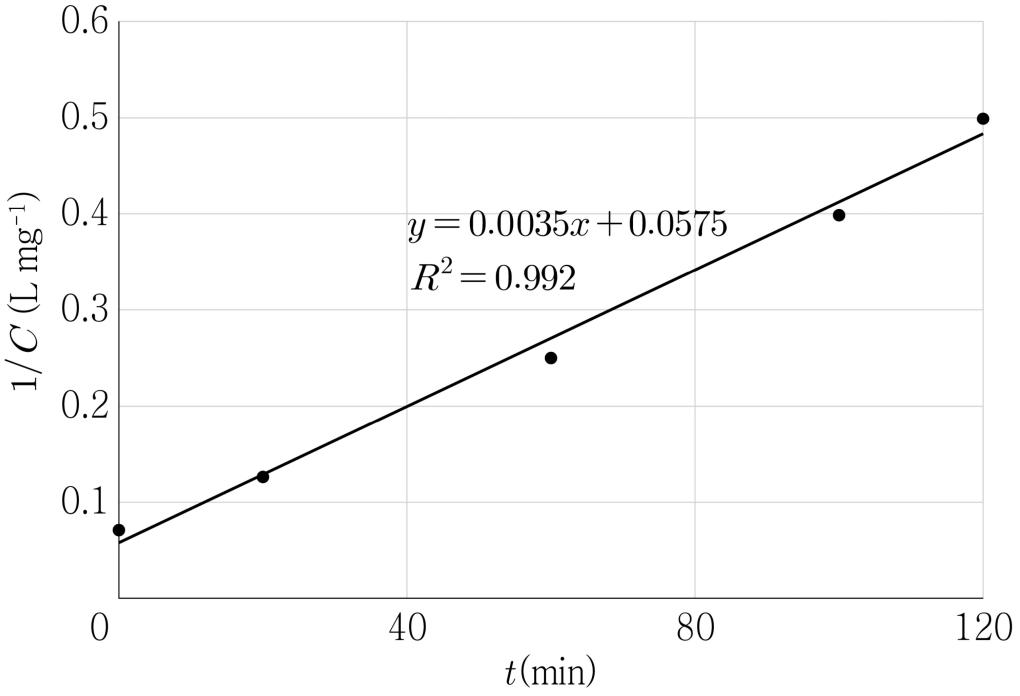
나트륨: $\frac{92.0}{23.0} = 4.0$ meq/L

칼슘·마그네슘 당량농도의 평균은 $\frac{5.0+3.0}{2} = 4.0$ meq/L이다. 이 평균값의 제곱근으로 나트륨 당량농도를 나누면 $\mathrm{SAR} = \frac{4.0}{\sqrt{4.0}} = \frac{4.0}{2.0} = 2.0$이다. 따라서 계산값은 ③의 2.0과 일치한다.

NoteBase

문 17. 다음은 오염 물질의 시간에 따른 농도 변화를 나타낸 표와 그래프이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, k는 속도 상수, t는 시간, C_0는 초기 농도이다)

$t\,[\mathrm{min}]$	$C\,[\mathrm{mg\,L^{-1}}]$
0	14.0
20	8.0
60	4.0
100	2.5
120	2.0



① 반응 속도를 구하기 위한 일반식은 $\frac{dC}{dt} = -kC$이다.

② 반응을 나타내는 결과식은 $C = \frac{C_0}{1 + kC_0t}$이다.

③ 2차 분해 반응이다.

④ 속도 상수는 0.0035 L mg^{-1} min^{-1}이다.

정답 1번

NoteBase

간단한 해설

그래프에서 농도의 역수 $1/C$가 시간에 따라 거의 직선적으로 증가하므로 **2차 분해 반응**이다. 따라서 농도 변화식은 $\frac{dC}{dt} = -kC^2$이며, ①의 식은 1차 분해 반응에 해당한다.

선지별 해설

그래프의 가로축은 시간 t(min), 세로축은 농도의 역수 $1/C$(L mg^{-1})이다. 회귀식 $y = 0.0035x + 0.0575$는 농도의 역수가 시간에 따라 거의 직선적으로 증가함을 보여 준다.

① X: 이 자료에 맞는 농도 변화식은 $\frac{dC}{dt} = -kC^2$이다. 2차 분해 반응에서는 농도 감소 속도가 **농도의 제곱에 비례**한다. 선지의 $\frac{dC}{dt} = -kC$는 농도에 비례하여 감소하는 1차 분해 반응의 식이므로 고쳐야 한다.

② O: 2차 분해 반응의 농도 변화식을 초기 조건 $t = 0, C = C_0$로 적분하면 $\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = kt$가 된다. 이를 농도에 대해 정리하면 $C = \frac{C_0}{1 + kC_0t}$이므로 선지의 결과식과 같다.

③ O: **농도의 역수와 시간의 관계가 직선**인 것은 2차 분해 반응의 특징이다. 적분식 $\frac{1}{C} = kt + \frac{1}{C_0}$이 직선식 형태이므로, 제시된 그래프는 2차 분해 반응에 해당한다.

④ O: 2차 반응의 적분식에서 $1/C$와 t로 그린 **직선의 기울기가 속도 상수** k이다. 회귀식의 기울기가 0.0035이고, 세로축 단위 L mg^{-1}을 가로축 단위 min으로 나누므로 속도 상수는 0.0035 L mg^{-1} min^{-1}이다.

NoteBase

문 18. 토양 오염에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 특정 비료의 과다 유입은 인근 수역의 부영양화를 초래하는 원인이 된다.

② 일반적으로 인산염은 토양입자에 잘 흡착되지 않는다.

③ 질산 이온은 토양에서 쉽게 용출되어 지하수 오염에 큰 영향을 미친다.

④ 토양 내 잔류농약 농도는 토양의 물리화학적 성질에 영향을 받는다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '잘 흡착되지 않는다'는 반대이다. 인산염은 일반적으로 **토양입자에 잘 흡착**되어 토양에 붙잡히므로, 질산 이온보다 물을 따라 이동하기 어렵다.

선지별 해설

① O: 질소·인을 포함한 비료 성분이 빗물이나 지표 유출수와 함께 수역에 과다하게 유입되면 조류의 성장을 촉진한다. 이러한 **영양염류의 과잉 공급**으로 부영양화가 일어나며, 늘어난 조류가 죽어 분해될 때 용존산소가 소비되어 수질이 악화될 수 있다.

② X: 인산염은 일반적으로 **토양입자에 잘 흡착된다**. 특히 토양의 철·알루미늄 산화물 표면 등에 강하게 붙잡혀 이동성이 작아지므로, '잘 흡착되지 않는다'를 '잘 흡착된다'로 고쳐야 한다. 다만 인산염이 붙은 토양입자가 침식되어 수역으로 운반되면 수질오염을 일으킬 수 있다.

③ O: 질산 이온은 물에 잘 녹고, 일반적으로 음전하를 띠는 토양입자 표면에 잘 흡착되지 않는다. 따라서 **침투하는 물을 따라 아래로 이동**하기 쉬워, 토양에서 용출된 질산 이온이 지하수 오염을 일으킬 수 있다.

④ O: 토양의 입자 크기와 점토·유기물 함량은 농약의 흡착과 이동에 영향을 주고, pH와 수분 등의 조건은 농약의 분해에도 영향을 준다. 이처럼 **흡착·이동·분해 정도**가 토양의 물리화학적 성질에 따라 달라지므로 토양 내 잔류농약 농도도 영향을 받는다.

NoteBase

문 19. 주파수가 200 Hz인 음의 주기[sec]는?

① 0.001

② 0.005

③ 0.01

④ 0.02

정답 2번

간단한 해설

주기는 **한 번 진동하는 데 걸리는 시간**이며 주파수의 역수이다. 1초에 200번 진동하므로 한 번 진동하는 데 걸리는 시간은 0.005초이다.

계산 과정

주파수 f는 1초 동안의 진동 횟수이고, 주기 T는 한 번 진동하는 데 걸리는 시간이다. 200 Hz는 1초에 200번 진동한다는 뜻이므로, **1초를 진동 횟수 200으로 나누면** 한 번 진동하는 데 걸리는 시간을 구할 수 있다. 주파수와 주기의 관계는 $fT = 1$, 즉 $T = \frac{1}{f}$이다.

주파수 f = 200 Hz를 대입하면 $T = \frac{1}{200}\mathrm{s} = 0.005\mathrm{s}$이다. 계산값 0.005초는 이 음이 한 번 진동하는 데 걸리는 시간이다.

따라서 주기는 0.005초이며, ②의 0.005에 해당한다.

NoteBase

문 20. 지정폐기물의 분류요건이 아닌 것은?

① 부패성
② 부식성
③ 인화성
④ 폭발성

정답 1번

간단한 해설

부패성은 유기물이 미생물에 의해 분해되는 성질로, **부패한다는 이유만으로 지정폐기물로 분류하지는 않는다**. 지정폐기물의 분류에서 고려하는 부식성·인화성·폭발성과 같은 유해특성과 구별해야 한다.

선지별 해설

① X: 부패성은 유기물이 미생물에 의해 분해되어 변질되는 성질이다. 음식물류 폐기물처럼 쉽게 부패하는 폐기물도 있으므로, **부패성 자체가 지정폐기물의 분류요건은 아니다**. 지정폐기물 여부는 부식성·인화성·폭발성 등 유해특성과 해당 폐기물의 종류 등을 기준으로 판단한다.

② O: 부식성은 산·알칼리 등에 의해 금속이나 생체 조직을 손상시키는 성질이다. 보관 용기나 처리설비를 부식시켜 누출을 일으키거나 접촉한 사람에게 피해를 줄 수 있으므로, **부식에 따른 위해성**은 지정폐기물을 분류할 때 고려하는 요건이다.

③ O: 인화성은 불꽃 등 점화원에 의해 쉽게 불이 붙는 성질이다. 인화성 폐기물은 보관·운반·처리 중 **화재를 일으킬 위험**이 있어 특별한 관리가 필요하므로 분류요건에 해당한다.

④ O: 폭발성은 열·충격이나 화학반응 등에 의해 급격한 반응이 일어나 폭발을 일으킬 수 있는 성질이다. 짧은 시간에 에너지와 압력이 방출되어 큰 피해를 일으킬 수 있으므로 분류요건에 해당하며, 유해폐기물의 특성 중 **반응성에 포함되는 위험**으로 이해할 수 있다.

NoteBase