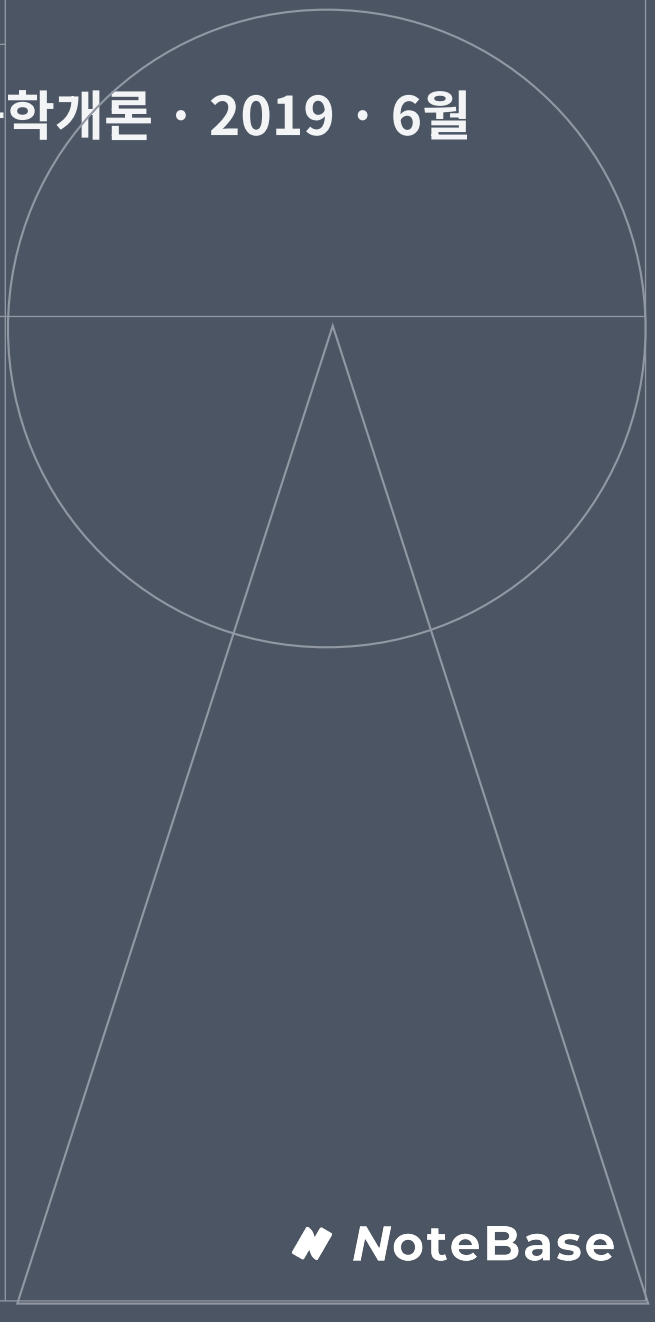
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2019 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2019 · 6월

공무원/서울시/9급 · 환경공학개론 · 2019 · 6월

문 1. 온실가스로 분류되는 육불화황(SF_6), 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4)을 지구온난화지수(Global Warming Potential, GWP)가 큰 순서대로 바르게 나열한 것은?

① $SF_6 > CH_4 > CO_2$
② $CO_2 > CH_4 > SF_6$
③ $SF_6 > CO_2 > CH_4$
④ $CH_4 > CO_2 > SF_6$

정답 1번

간단한 해설

지구온난화지수는 **같은 질량을 배출했을 때**의 온난화 영향을 비교한다. 보통 사용하는 100년 기준으로 육불화황은 이산화탄소의 수만 배, 메탄은 수십 배 수준의 영향을 주므로 육불화황의 지수가 가장 크다.

선지별 해설

지구온난화지수(GWP)는 어떤 온실가스를 일정 질량 배출했을 때 일정 기간 누적되는 온난화 영향을 같은 질량의 이산화탄소와 비교한 상대값이다. 기체의 복사에너지 흡수 능력과 대기 중 체류시간 등이 반영되며, 보통 100년을 기준으로 비교한다.

육불화황(SF_6): 복사에너지를 강하게 흡수하고 대기 중에 매우 오래 남아, 100년 기준 GWP가 **수만 수준**이다. 세 기체 중 같은 질량의 배출에 따른 온난화 영향이 가장 크다.

메탄(CH_4): 대기 중 체류시간은 비교적 짧지만 복사에너지 흡수 능력이 커서, 100년 기준 GWP가 **수십 수준**이다. 육불화황보다는 작고 이산화탄소보다는 크다.

이산화탄소(CO_2): GWP를 정할 때 사용하는 **기준 물질이므로 값이 1**이다. 이는 온난화 영향이 없다는 뜻이 아니라, 다른 기체의 영향을 이산화탄소에 대한 상대값으로 표시한다는 뜻이다.

따라서 GWP가 큰 순서는 $SF_6 > CH_4 > CO_2$이며, ①의 배열과 일치한다.

NoteBase

문 2. 0.2N/m^{2}의 음압을 음압 레벨로 나타내면 몇 dB인가? (단, P_0(기준음압의 실효치) = 2×10^{-5}N/m^2)

① 40

② 80

③ 100

④ 60

정답 2번

간단한 해설

주어진 음압은 기준음압의 10,000배이다. 음압 레벨은 **음압비의 상용로그에 20을 곱한 값**이므로, $20\log_{10} 10^4 = 80$ dB이다.

계산 과정

음압 레벨은 실효음압을 기준음압과 비교하여 로그로 나타낸 값이다. 측정 음압을 P, 기준음압을 P_0라 하면 $L_p = 20\log_{10} \frac{P}{P_0}$이며 단위는 dB이다. 음압의 제곱비에 상용로그를 취하고 10을 곱하는 정의에서, 제곱이 로그 밖으로 나오므로 **음압비에는 계수 20**을 적용한다.

주어진 값은 P = 0.2 N/m^2, $P_0 = 2 \times 10^{-5}$N/m^{2}이다. 두 음압의 단위가 같으므로 별도 단위 변환 없이 $\frac{P}{P_0} = \frac{0.2}{2 \times 10^{-5}} = 10^4$이다. 이는 측정 음압이 기준음압의 10,000배라는 뜻이다.

따라서 $L_p = 20\log_{10} 10^4 = 20 \cdot 4 = 80$ dB이다. 계산된 음압 레벨 80 dB는 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 3. 수용액에서 수소 이온과 음이온으로 거의 완전히 해리되는 산은 강산(强酸)에 속한다. 표준상태에서 강산에 해당하지 않는 것은?

① HF

② HI

③ HNO_3

④ HBr

정답 1번

간단한 해설

HF는 수용액에서 **일부만 해리되는 약산**이다. 수소를 포함하고 있어도 물에서 거의 완전히 해리되지 않으면 강산으로 분류하지 않는다.

공통 해설

강산과 약산은 **수용액에서 산이 해리되는 정도**로 구분한다. 강산은 거의 완전히 해리되어 수소 이온과 음이온을 만들지만, 약산은 일부만 해리되어 해리되지 않은 산과 이온이 평형을 이룬다.

HF는 약산이며, 해리 평형은 $HF \rightleftharpoons H^+ + F^-$로 나타낸다. 양방향 화살표는 HF가 이온으로 해리되는 반응과 이온이 다시 HF를 만드는 반응이 함께 일어난다는 뜻이다. 따라서 HF는 문제에서 정의한 강산에 해당하지 않는다.

반면 HI, HNO_3, HBr은 수용액에서 거의 완전히 해리되는 강산이다. 각각 수소 이온과 아이오딘화 이온, 질산 이온, 브로민화 이온을 생성하므로, 모두 발문의 강산 기준에 해당한다.

NoteBase

문 4. 수용액과 평형상태를 유지하고 있는 공기의 전압이 0.8atm일 때 수중의 산소 농도[mg/L]는? (단, 산소의 헨리상수는 40mg/L·atm로 한다.)

① 약 3.2

② 약 6.7

③ 약 8.4

④ 약 32

정답 2번

간단한 해설

헨리의 법칙에는 공기의 전압이 아니라 **산소의 분압**을 적용한다. 공기 중 산소 비율을 약 21%로 보면 산소 분압은 0.168 atm이고, 이에 따른 수중 산소 농도는 약 6.7 mg/L이다.

계산 과정

1. 적용 관계: 일정한 온도에서 기체와 수용액이 평형을 이루면, 녹아 있는 기체의 농도는 그 기체의 분압에 비례한다. 주어진 헨리상수 H는 산소 분압 1 atm당 용존 산소 농도가 40 mg/L임을 뜻하므로 $C = Hp_{O_2}$를 적용한다. 여기서 C는 수중 산소 농도이고, p_{O_2}는 공기 중 산소 분압이다.

2. 산소 분압: 공기의 전압 0.8 atm은 공기를 구성하는 모든 기체의 분압을 합한 값이다. 공기 중 산소의 부피비, 즉 몰분율을 약 0.21로 두면 산소 분압은 $p_{O_2} = 0.21 \times 0.8 = 0.168\text{atm}$이다. 이 값이 **산소가 차지하는 압력**이다.

3. 평형 농도: 헨리상수에 산소 분압을 곱하면 $C = 40 \times 0.168 = 6.72\text{mg/L}$이다. 따라서 수중 산소 농도는 약 6.7 mg/L로, ②의 값과 일치한다. 전압 0.8 atm을 그대로 곱한 32 mg/L는 공기 전체를 순수한 산소로 취급한 값이다.

NoteBase

문 5. 다음 표시된 압력 중 가장 낮은 것은?

① 1atm

② 8mH_2O

③ 700mmHg

④ 100,000Pa

정답 2번

간단한 해설

8 mH_2O는 높이 8 m인 물기둥이 만드는 압력으로, **약 78,400 Pa**에 해당한다. 다른 압력도 Pa로 환산하면 이보다 크다.

선지별 해설

서로 다른 단위로 표시된 압력은 **같은 단위인 Pa로 환산**하여 비교한다.

① 1 atm: 표준대기압 1 atm은 101,325 Pa이다.

② 8 mH_2O: mH_2O는 물기둥의 높이로 압력을 나타내는 단위이다. 물기둥에 의한 압력은 $p = \rho g h$이며, ρ는 물의 밀도, g는 중력가속도, h는 물기둥의 높이이다. 물의 밀도를 1,000 kg/m^3, 중력가속도를 9.8 m/s^2로 두면, 높이 8 m에 해당하는 압력은 1,000 × 9.8 × 8 = 78,400 Pa이다.

③ 700 mmHg: mmHg는 수은기둥의 높이로 압력을 나타내는 단위이다. 1 atm = 760 mmHg이므로, 700 mmHg를 환산하면 $101{,}325 \cdot \frac{700}{760} \approx 93{,}326$ Pa이다.

④ 100,000 Pa: 이미 비교 기준인 Pa로 표시되어 있으므로 그대로 100,000 Pa이다.

환산한 압력 중 **②의 약 78,400 Pa가 가장 작다**. 따라서 가장 낮은 압력은 8 mH_2O이다.

NoteBase

문 6. 대기오염 저감 장치인 습식 세정기에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 분무세정기, 사이클론, 스크러버는 습식제거장치에 포함된다.

② 가연성, 폭발성 먼지를 처리할 수 있다.

③ 부식의 잠재성이 크고, 유출수의 수질오염 문제가 발생할 수 있다.

④ 포집효율에 변화를 줄 수 있고, 가스흡수와 분진포집이 동시에 가능하다.

정답 1번

간단한 해설

일반적인 사이클론은 세정액을 쓰지 않고 **원심력으로 먼지를 분리하는 건식 집진장치**이다. 따라서 분무세정기와 함께 습식제거장치로 묶은 부분이 잘못되었다.

선지별 해설

① X: 습식 세정기는 물 등의 세정액과 오염된 가스를 접촉시켜 먼지나 가스상 오염물질을 제거한다.
분무세정기와 습식 스크러버가 이에 해당한다. 반면 일반적인 사이클론은 가스를 회전시켜 먼지를 벽면 쪽으로 분리하고 아래로 모으는 **건식 원심력 집진장치**이므로, 습식제거장치에서 제외해야 한다.

② O: 습식 세정기는 먼지를 물로 적시고 가스를 냉각하므로 **화재·폭발 위험을 낮추면서** 가연성·폭발성 먼지를 처리할 수 있다. 다만 세정액과 위험하게 반응하는 물질에는 적합한 세정액과 처리 조건을 따로 검토해야 한다.

③ O: 물과 오염물질이 접촉하면서 산성 용액 등이 형성될 수 있어 장치의 부식 가능성이 크다. 또한 포집된 먼지와 흡수된 오염물질이 세정액에 남으므로, 배출되는 **폐수와 슬러지의 처리**가 필요하다. 이를 적절히 처리하지 않으면 대기오염물질을 제거하는 과정에서 수질오염이 발생할 수 있다.

④ O: 세정액 유량이나 가스 유속 등 운전 조건을 조절하면 기체와 액체의 접촉 상태가 달라져 포집효율을 변화시킬 수 있다. 먼지는 액적과 충돌하여 포집되고, 가스상 오염물질은 적절한 세정액에 용해되거나 반응하여 제거되므로 **가스흡수와 분진포집을 동시에** 수행할 수 있다. 가스흡수의 효과는 해당 가스의 용해도와 세정액의 성질에 따라 달라진다.

NoteBase

문 7. 동화작용과 이화작용에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 동화작용은 세포 내 미토콘드리아에서 일어난다.

② 이화작용은 흡열반응으로 ATP(Adenosine Triphosphate)에서 인산기 하나가 떨어질 때, 약 7.3kcal의 에너지를 흡수한다.

③ 이화작용은 CO_2를 흡수하고 O_2를 방출한다.

④ 호흡은 대표적인 이화작용으로 유기물과 산소를 필요로 한다.

정답 4번

간단한 해설

유기물을 산소로 산화하여 에너지를 얻는 **호기성 호흡**은 물질을 분해하는 이화작용이다. 이때 유기물에 저장된 에너지의 일부가 ATP 합성에 이용된다.

선지별 해설

① X: 동화작용은 에너지를 이용하여 단순한 물질로부터 복잡한 물질을 합성하는 과정이며, 그 장소를 **미토콘드리아로 일반화할 수 없다**. 대표적인 동화작용인 식물의 광합성은 엽록체에서 일어난다. 미토콘드리아는 진핵세포의 호기성 호흡에서 주요 역할을 하는 소기관이다.

② X: 이화작용은 물질을 분해하면서 에너지를 방출하는 과정이다. ATP가 가수분해되어 ADP와 무기인산이 될 때도 에너지를 흡수하는 것이 아니라 **방출한다**. 생화학적 표준상태에서 ATP 1 mol이 이와 같이 가수분해될 때 방출되는 자유에너지는 약 7.3 kcal이다. 반대로 ADP와 무기인산으로 ATP를 합성하려면 에너지 공급이 필요하다.

③ X: 이산화탄소를 흡수하고 산소를 방출하는 것은 이화작용이 아니라 **식물의 광합성**에서 나타나는 특징이다. 광합성은 이산화탄소를 재료로 유기물을 합성하는 동화작용이다. 반면 유기물을 분해하는 호기성 호흡에서는 산소가 소비되고 이산화탄소가 생성된다.

④ O: 이 선지는 유기물을 분해하는 **호기성 호흡**을 설명한다. 유기물은 에너지원으로 이용되고, 산소는 전자전달계의 최종 전자수용체로 작용한다. 유기물을 분해하여 얻은 에너지의 일부로 ATP를 합성하므로 대표적인 이화작용이다. 다만 산소 이외의 최종 전자수용체를 이용하는 혐기성 호흡도 있으므로, 모든 호흡에 산소가 필요하다는 뜻으로 확대해서는 안 된다.

NoteBase

문 8. 대기오염물질 확산에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 바다와 육지의 자외선 흡수차이에 의해서 낮에는 해풍이 불고 밤에는 육풍이 분다.

② 복사역전은 야간의 방사냉각에 의하여 지표면 부근의 공기가 냉각되어 생겨나는 역전층이다.

③ 침강역전은 고기압에서 하강기류가 있는 곳에 발생할 수 있다.

④ 지형역전은 산의 계곡이나 분지와 같이 오목한 지형에서 발생할 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

해륙풍은 '자외선 흡수 차이'가 아니라 **바다와 육지의 가열·냉각 속도 차이**로 생기는 온도·기압 차에 의해 분다. 육지가 바다보다 빨리 데워지고 빨리 식으므로 낮에는 바다에서 육지로, 밤에는 육지에서 바다로 바람이 분다.

선지별 해설

기온역전은 높이가 높아질수록 기온이 올라가는 현상이다. 아래의 찬 공기 위에 따뜻한 공기가 놓이면 대기가 안정해져 수직 혼합과 대기오염물질의 확산이 억제된다.

① X: 해륙풍의 원인은 자외선 흡수 차이가 아니라 **비열 등 열적 특성의 차이에 따른 온도·기압 차**이다. 낮에는 육지가 바다보다 빨리 데워져 육지 위 공기가 상승하고, 바다의 상대적으로 찬 공기가 육지로 유입되어 해풍이 분다. 밤에는 육지가 더 빨리 식어 육지의 찬 공기가 바다로 이동하는 육풍이 분다. 선지에서 낮과 밤의 풍향은 맞지만 발생 원인이 잘못되었다.

② O: 복사역전은 야간에 지표면이 복사에너지를 방출하여 냉각되고, 그 지표면에 접한 공기도 차가워져 형성된다. 위쪽 공기는 상대적으로 따뜻하게 남으므로 지표 부근에 역전층이 생긴다. 특히 **맑고 바람이 약한 밤**에는 지표의 복사냉각이 크고 공기의 혼합이 약해 잘 발달한다.

③ O: 고기압에서는 넓은 범위에 걸쳐 공기가 서서히 하강할 수 있다. 하강하는 공기는 압축되면서 **단열가열**되므로, 그 아래의 상대적으로 찬 공기 위에 따뜻한 공기층이 놓여 침강역전이 형성될 수 있다. 복사역전이 지표 부근 공기의 냉각으로 생기는 것과 달리, 침강역전은 상층에서 하강하는 공기의 가열과 관련된다.

④ O: 계곡이나 분지에서는 밤에 산비탈을 따라 흘러내린 차고 밀도가 큰 공기가 **낮은 곳에 모여 정체**하기 쉽다. 이 찬 공기 위에 상대적으로 따뜻한 공기가 놓이면 지형역전이 발생할 수 있다. 오목한 지형은 찬 공기가 축적되는 데 유리하여 오염물질의 수직 확산도 제한될 수 있다.

NoteBase

문 9. 환경위해성평가의 오차발생요인과 한계점으로 가장 옳지 않은 것은?

① 유해작용에 대한 관찰 조건의 차이에 따른 어려움

② 실험모델의 부적절성

③ 불확실성 인자들 측정의 어려움

④ 너무 많은 유해물질에 관한 정보

정답 4번

간단한 해설

④의 '너무 많은 유해물질에 관한 정보'는 위해성평가의 한계로 보기 어렵다. 오히려 유해물질의 독성과 실제 노출에 관한 **정보의 부족**이 불확실성을 높인다.

선지별 해설

① O: 유해작용은 노출 농도·기간·경로 등 관찰 조건에 따라 달라질 수 있다. 실험에서 얻은 결과를 **다른 노출 조건에 적용**할 때에는 그 차이를 추정해야 하므로 오차와 불확실성이 발생할 수 있다.

② O: 실험동물이나 세포를 이용한 모델이 실제 인체의 반응을 충분히 반영하지 못할 수 있다. 예를 들어 동물과 사람은 물질의 흡수·대사나 독성에 대한 반응이 다를 수 있으므로, **실험모델의 결과를 사람에게 그대로 적용하기 어렵다**.

③ O: 동물과 사람의 차이, 사람 사이의 민감도 차이 등을 정확히 정량화하기는 어렵다. 이를 보정하는 불확실성 인자도 충분한 자료가 없으면 **기본값이나 가정에 의존**하므로 위해성 추정에 불확실성이 남는다.

④ X: 위해성평가의 주요 한계는 정보가 지나치게 많다는 것이 아니라, 평가에 필요한 **독성·노출 정보가 부족하거나 불완전하다는 것**이다. 특정 물질이 어떤 노출 수준에서 어떤 유해작용을 일으키는지에 관한 신뢰할 수 있는 자료가 부족하면 가정과 추정에 더 의존하게 된다.

NoteBase

문 10. 물 속 조류의 생장과 관련된 설명으로 가장 옳은 것은?

① 조류가 이산화탄소를 섭취함에 따라 물 속의 알칼리도가 중탄산으로부터 탄산으로, 그리고 탄산으로부터 수산화물로 변화하는데, 이때의 총알칼리도는 일정하게 된다.

② 조류는 세포를 만들기 위해 수중의 중탄산이온을 이용하는 종속영양생물이다.

③ 조류가 번성하는 얕은 물에서는 물의 pH가 약산을 나타낸다.

④ 야간에는 조류의 호흡작용으로 인해 산소가 생성되고 이산화탄소가 소모되기에 pH가 높아지게 된다.

정답 1번

간단한 해설

조류가 광합성으로 이산화탄소를 소모하면 pH가 상승하고, 알칼리도에 기여하는 형태가 중탄산이온에서 탄산이온·수산화이온 쪽으로 바뀐다. 이산화탄소의 제거 자체는 **총알칼리도를 변화시키지 않는다**.

선지별 해설

① O: 알칼리도는 물이 산을 중화하는 능력이다. 조류가 광합성으로 이산화탄소를 소모하면 탄산계 평형이 이동하여 pH가 높아지고, 중탄산이온에 의한 알칼리도에서 탄산이온, 이어 수산화이온에 의한 알칼리도의 비중이 커진다. 이는 알칼리도를 구성하는 형태가 달라지는 것으로, **이산화탄소의 제거만으로 총알칼리도가 달라지지는 않는다**. 다만 탄산칼슘 침전이나 산·염기의 첨가 등 총알칼리도를 바꾸는 별도 과정이 없는 조건이다.

② X: 이 문항에서 다루는 조류는 빛에너지를 이용해 무기탄소로부터 세포 구성 유기물을 합성하는 **광독립영양생물**이다. 이산화탄소뿐 아니라 중탄산이온도 탄소원으로 이용할 수 있지만, 무기탄소를 이용한다는 사실은 종속영양의 근거가 아니다. 종속영양은 이미 만들어진 유기물을 탄소원으로 이용하는 방식이다.

③ X: 빛이 충분한 얕은 물에서 조류의 광합성이 호흡보다 활발하면 이산화탄소가 순소모된다. 이에 따라 탄산에 의한 산성 효과가 줄어들어 **pH가 상승하고 알칼리성을 나타내기 쉽다**. 따라서 조류의 활발한 광합성과 약산성을 연결한 설명은 부적절하다.

④ X: 야간에는 빛이 없어 광합성에 의한 산소 생성이 중단되지만 호흡은 계속된다. 호흡은 **산소를 소모하고 이산화탄소를 생성**하며, 물에 녹은 이산화탄소는 탄산계 평형을 통해 수소이온을 늘린다. 따라서 야간에는 pH가 높아지는 것이 아니라 낮아지는 방향으로 변한다.

NoteBase

문 11. 소각시스템에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 폐기물처리시설은 반입·공급설비, 연소설비, 연소가스 냉각설비, 배가스 처리 설비, 통풍설비, 소각재 반출설비 등으로 구성되어 있다.

② 스토커 연소장비의 화격자는 손상이 적게 가도록 그 구조와 운동방식을 고려하여 내열, 내마모성이 우수한 재료를 사용한다.

③ 연소가스 냉각설비는 연소가스가 보유하고 있는 유효한 열에너지를 회수하는 것은 물론 연소가스 온도를 냉각시켜 소각로 이후의 설비를 부식으로부터 보호한다.

④ 유동상식 연소장치는 유동층 매체를 300~400℃로 유지하여 대상물을 유동상태에서 소각한다.

정답 4번

간단한 해설

유동상식 소각은 모래 등 유동층 매체를 **약 800℃ 전후의 고온**으로 유지하며 폐기물을 연소시킨다. ④의 300~400℃는 정상적인 소각 운전 온도로는 지나치게 낮다.

선지별 해설

① O: 소각시스템에는 폐기물을 받아 일정하게 투입하는 반입·공급설비, 폐기물을 태우는 연소설비, 연소가스를 냉각하고 오염물질을 제거하는 설비가 필요하다. 통풍설비는 **연소공기의 공급과 배가스의 흐름**을 확보하며, 소각재 반출설비는 연소 후 남은 재를 외부로 이송한다. 선지는 이러한 소각시설의 주요 구성을 설명한다.

② O: 스토커식 소각로의 화격자는 폐기물을 지지하면서 이송·교반하여 건조와 연소가 진행되도록 한다. 고온에 노출되고 폐기물이나 화격자 사이의 마찰을 받으므로 **내열성과 내마모성**이 우수한 재료가 필요하다. 화격자의 구조와 운동방식도 열적·기계적 손상을 줄이도록 설계한다.

③ O: 연소가스 냉각설비는 고온의 가스를 후단 설비에 적합한 온도로 낮추어 고온부식 등의 손상을 줄인다. 폐열보일러를 이용하면 냉각 과정에서 회수한 열로 증기나 온수를 생산할 수 있다. 다만 **냉각할수록 부식이 항상 줄어드는 것은 아니다**. 지나치게 냉각하여 산성 성분이 응축하면 저온부식이 생길 수 있으므로 적정 온도를 유지해야 한다.

④ X: 유동상식 연소장치는 모래 등의 입자층 아래에서 공기를 불어 넣어 입자들이 유체처럼 움직이게 하고, 그 속에서 폐기물을 혼합·연소시키는 장치이다. 고온의 매체가 폐기물에 열을 빠르게 전달하고 공기와의 접촉을 높여 연소를 촉진한다. 운전 온도는 폐기물과 장치에 따라 달라지지만, 모래층을 약 800~850℃로 유지하는 방식이 대표적이다. 따라서 매체를 300~400℃로 유지한다는 설명은 **정상적인 소각에 필요한 고온의 유동층을 유지한다**는 내용으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 12. 도시 쓰레기의 성분 중 비가연성 부분이 중량비로 50%일 때 밀도가 100 kg/m^{3}인 쓰레기 10 m^{3}가 있다. 이때 가연성 물질의 양[kg]은?

① 300

② 500

③ 700

④ 1000

정답 2번

간단한 해설

밀도와 부피를 곱한 쓰레기의 전체 질량은 1000 kg이다. 비가연성 부분이 중량비로 50%이므로 **가연성 물질도 전체 질량의 50%**인 500 kg이다.

계산 과정

전체 질량: 밀도는 단위 부피당 질량이므로, 밀도에 전체 부피를 곱하면 쓰레기의 전체 질량을 구할 수 있다. 밀도 100 kg/m^{3}에 부피 10 m^{3}를 곱하면 100 × 10 = 1000 kg이다.

가연성 물질의 중량비: 비가연성 부분이 전체 중량의 50%를 차지하므로, 나머지 가연성 부분의 중량비는 100% − 50% = 50%이다. 이 비율은 **질량을 기준으로 한 비율**이므로 전체 질량에 적용한다.

가연성 물질의 질량: 전체 질량 1000 kg에 가연성 물질의 비율 0.50을 곱하면 1000 × 0.50 = 500 kg이다. 이는 ②의 500 kg에 해당한다.

NoteBase

문 13. 오염된 지하수의 Darcy 속도가 0.1m/day이고, 공극률이 0.25일 때 오염원으로부터 200m 떨어진 지점에 도달하는데 걸리는 시간은?

① 약 0.9년

② 약 1.4년

③ 약 2.4년

④ 약 3.9년

정답 2번

간단한 해설

Darcy 속도는 토양 전체 단면을 기준으로 하므로 **공극률로 나누어** 공극 내 평균 유속을 구한다. 평균 유속은 0.4 m/day이므로 200 m를 이동하는 데 약 1.4년이 걸린다.

계산 과정

공극 내 평균 유속: Darcy 속도 q는 유량을 토양 입자와 공극을 합친 전체 단면적으로 나눈 겉보기 유속이다. 물은 공극을 통해 흐르므로, 공극 내 평균 유속 v는 **Darcy 속도를 공극률로 나눈 값**이다. 제시된 공극률 $n = 0.25$를 흐름에 참여하는 공극의 비율로 적용하면 $v = \frac{q}{n} = \frac{0.1}{0.25} = 0.4\text{m/day}$이다. 이는 지하수가 하루에 평균 0.4 m 이동한다는 뜻이다.

도달 시간: 오염물질이 지하수와 같은 평균속도로 이동한다고 보고, 이동 거리 $L = 200\text{m}$를 평균 유속으로 나눈다. $t = \frac{L}{v} = \frac{200}{0.4} = 500\text{day}$이므로 500일이 걸린다. 1년을 365일로 환산하면 $\frac{500}{365} \approx 1.37$년이다.

따라서 도달 시간은 약 1.4년으로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 14. 1M 황산 100mL의 노르말 농도(normality, N)는 얼마인가? (단, 수소, 황, 산소 원자의 몰질량은 각각 순서대로 1g/mol, 32g/mol, 16g/mol이다.)

① 0.1N

② 0.2N

③ 1N

④ 2N

정답 4번

간단한 해설

황산은 완전히 중화될 때 1 mol이 수소 이온 2 mol에 해당하므로, 노르말 농도는 **몰 농도의 2배**이다. 따라서 1 M 황산의 노르말 농도는 2 N이다.

계산 과정

노르말 농도는 용액 1 L에 들어 있는 용질의 당량수로, 단위는 eq/L이다. 황산 H_2SO_4은 완전히 중화될 때 1 mol이 수산화 이온 2 mol과 반응하므로 **황산 1 mol은 2 eq**에 해당한다.

용액의 부피는 100 mL = 0.100 L이고, 몰 농도는 1 mol/L이다. 따라서 황산의 몰수는 1 mol/L × 0.100 L = 0.100 mol이며, 이에 해당하는 당량수는 0.100 mol × 2 eq/mol = 0.200 eq이다.

당량수를 **용액의 부피로 나누면** 노르말 농도를 얻는다. $N = \frac{0.200\text{eq}}{0.100\text{L}} = 2\text{eq/L}$이므로 노르말 농도는 2 N이며, ④에 해당한다.

NoteBase

문 15. 활성탄 흡착법을 이용한 오염물질 처리에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 분자량이 큰 물질일수록 흡착이 잘 된다.

② 불포화유기물이 포화유기물보다 흡착이 잘 된다.

③ 방향족의 고리수가 많을수록 흡착이 잘 된다.

④ 용해도가 높은 물질일수록 흡착이 잘 된다.

정답 4번

간단한 해설

④의 용해도와 흡착성의 관계가 반대이다. 활성탄은 일반적으로 물에 대한 **용해도가 낮은 물질일수록 잘 흡착**하며, 물에 잘 녹는 물질은 수중에 머무르려는 경향이 커 흡착에 불리하다.

선지별 해설

활성탄 흡착은 오염물질이 활성탄의 넓은 기공 표면에 모이는 현상이다. 다음은 다른 조건이 비슷할 때의 일반적인 흡착 경향이며, 실제 흡착성은 분자 구조와 활성탄의 기공 크기 등에도 영향을 받는다.

① O: 분자 구조가 유사한 물질을 비교하면, 분자량이 커질수록 분자의 전자구름이 쉽게 변형되어 활성탄 표면과의 **분산력이 커지는 경향**이 있다. 이에 따라 흡착이 잘 된다. 다만 분자가 너무 커 활성탄의 기공에 들어가지 못하면 흡착이 제한될 수 있다.

② O: 불포화유기물은 이중결합이나 삼중결합을 가진 유기물이다. 이러한 **불포화 결합의 π 전자**가 활성탄 표면과 상호작용할 수 있어, 다른 조건이 비슷하면 포화유기물보다 일반적으로 흡착이 잘 된다.

③ O: 유사한 방향족 화합물에서는 고리수가 많아질수록 분자 크기와 표면의 상호작용 범위가 커지고, 대체로 물에 대한 용해도도 낮아진다. 따라서 활성탄 표면과의 **분산력 및 π 전자 사이의 상호작용**이 유리해져 흡착이 잘 되는 경향이 있다.

④ X: 수중 유기물의 활성탄 흡착은 일반적으로 **물에 대한 용해도가 낮을수록 유리**하다. 물에 잘 녹는 물질은 물과의 친화력이 커 수중에 머무르려는 경향이 강하고, 물에 잘 녹지 않는 물질은 상대적으로 활성탄 표면에 모이기 쉽다. 따라서 '용해도가 높은 물질일수록'을 '용해도가 낮은 물질일수록'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 16. 기후에 영향을 미치는 다양한 요인들에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 빛은 대기 중의 입자성 물질에 의해 반사되고, 반사가 많을수록 지구에 도달하는 빛 에너지는 적어지게 된다.

② 대기 중 이산화탄소에 의해 지구로부터 방출되는 적외선의 통과가 방해를 받게 되어 온실효과가 나타난다.

③ 염소원자들이 성층권에 유입되면 오존층을 분쇄시키는 반응의 촉매작용을 한다.

④ 성층권에 있는 오존은 태양으로부터의 자외선을 막아주는 차단막 역할을 하며, 낮은 대기층에서의 오존은 식물이 성장하는데 필요한 산소를 공급하는 역할을 한다.

정답 4번

간단한 해설

④의 '식물이 성장하는 데 필요한 산소를 공급한다'는 설명이 잘못되었다. 낮은 대기층의 오존은 **강한 산화성으로 식물에 피해**를 주어 광합성과 생장을 저해한다.

선지별 해설

① O: 대기 중 입자성 물질이 태양빛을 우주 쪽으로 반사·산란시키면 **지표에 도달하는 태양에너지가 감소**한다. 선지는 이러한 반사 효과를 설명한 것이다. 다만 모든 입자가 같은 작용을 하는 것은 아니며, 검댕처럼 태양빛을 흡수하여 대기를 가열하는 입자도 있다.

② O: 이산화탄소는 지표가 방출하는 **적외선을 흡수하고 다시 방출**하는 온실기체이다. 다시 방출되는 에너지의 일부가 지표 쪽으로 향하므로, 적외선이 그대로 우주로 빠져나갈 때보다 지표와 하층 대기가 따뜻해지는 온실효과가 나타난다.

③ O: 성층권의 염소원자는 오존을 분해하는 반응에 참여한 뒤 다른 반응을 거쳐 다시 생성되므로, **반복적으로 오존을 파괴하는 촉매**로 작용한다. 대표적으로 프레온류인 염화불화탄소가 성층권에 도달한 후 자외선에 의해 분해되면 이러한 염소원자가 방출된다.

④ X: 성층권 오존이 유해한 자외선을 흡수하여 지표의 생물을 보호한다는 앞부분은 맞다. 그러나 낮은 대기층인 대류권의 오존은 식물에 필요한 산소를 공급하는 역할을 하는 것이 아니라, **식물의 광합성과 생장을 저해하는 대기오염물질**이다. 오존이 잎의 기공을 통해 들어오면 강한 산화성으로 조직을 손상시킬 수 있다.

NoteBase

문 17. 「지하수법 시행령」상 환경부장관이 수립하는 지하수의 수질관리 및 정화계획에 포함해야 할 사항으로 가장 옳지 않은 것은?

① 지하수의 수질보호계획

② 지하수 오염의 현황 및 예측

③ 지하수의 조사 및 이용계획

④ 지하수의 수질에 관한 정보화계획

정답 3번

간단한 해설

'지하수의 조사 및 이용계획'은 **지하수관리기본계획의 별도 항목**이다. 수질의 보호와 오염 관리에 관한 '수질관리 및 정화계획' 자체의 포함 사항과 구별된다.

선지별 해설

① O: 「지하수법 시행령」 제7조는 '지하수의 수질보호계획'을 수질관리 및 정화계획에 포함하도록 규정한다. 지하수의 수질을 오염으로부터 보호하기 위한 계획이다.

② O: '지하수 오염의 현황 및 예측'은 수질관리 및 정화계획의 법정 포함 사항이다. **현재의 오염 상태와 앞으로의 오염 전망**을 함께 다루어야 한다는 의미이다.

③ X: '지하수의 조사 및 이용계획'은 시행령 제7조에서 **지하수관리기본계획의 별도 항목**으로 규정한 사항이다. 수질관리 및 정화계획 자체에 포함하도록 열거한 사항은 아니다. 지하수관리기본계획 안에서 '조사 및 이용계획'과 '수질관리 및 정화계획'을 구별해야 한다.

④ O: '지하수의 수질에 관한 정보화계획'은 수질관리 및 정화계획의 법정 포함 사항이다. 지하수 수질에 관한 정보를 체계적으로 관리하고 활용하기 위한 계획이므로 수질관리의 범위에 들어간다.

NoteBase

문 18. 수산화칼슘과 탄산수소칼슘은 <보기>와 같은 화학반응을 통하여 탄산칼슘의 침전물을 형성한다고 할 때, 37g의 수산화칼슘을 사용할 경우 생성되는 탄산칼슘의 침전물의 양[g]은? (단, Ca의 분자량은 40이다.)

<보기>

$Ca(OH)_2 + Ca(HCO_3)_2 \rightarrow 2CaCO_3(s) + 2H_2O$

① 50

② 100

③ 150

④ 200

정답 2번

간단한 해설

반응식에서 수산화칼슘과 탄산칼슘의 **몰비는 1 : 2**이다. 수산화칼슘 37 g은 0.5 mol이므로 탄산칼슘 1 mol, 즉 100 g이 생성된다.

계산 과정

1. 몰질량 구하기: Ca = 40, H = 1, C = 12, O = 16을 사용하면 수산화칼슘의 몰질량은 $40 + 2 \times (16 + 1) = 74$ g/mol이고, 탄산칼슘의 몰질량은 $40 + 12 + 3 \times 16 = 100$ g/mol이다.

2. 수산화칼슘의 몰수 구하기: 화학반응식의 계수는 질량비가 아니라 **몰수의 비**를 나타내므로, 주어진 질량을 몰수로 바꾼다. 수산화칼슘의 몰수는 $n = \frac{37\text{g}}{74\text{g/mol}} = 0.5\text{mol}$이다.

3. 탄산칼슘의 몰수 구하기: 주어진 반응식에서 수산화칼슘 1 mol이 반응하면 탄산칼슘 2 mol이 생성된다. 탄산수소칼슘이 충분하여 수산화칼슘 37 g이 모두 반응하는 것으로 계산하면, 탄산칼슘은 $0.5 \times 2 = 1$ mol 생성된다.

4. 침전물의 질량 구하기: 탄산칼슘의 몰수에 몰질량을 곱하면 1 mol × 100 g/mol = 100 g이다. 따라서 생성되는 침전물의 양은 100 g으로, ②에 해당한다.

NoteBase

문 19. 라돈(Radon, Rn)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① Rn-222는 Ra-226의 방사성 붕괴로 인하여 생성된다.

② 라돈은 알파 붕괴(alpha decay)를 통해 알파입자를 방출한다.

③ 표준상태에서 라돈은 공기보다 가볍기 때문에 대기 중에서 확산이 용이하다.

④ 라돈의 반감기는 대략 3.8일이다.

정답 3번

간단한 해설

라돈은 표준상태에서 **공기보다 무거운** 기체이다. 공기 흐름에 따라 이동하고 혼합될 수 있지만, 공기보다 가볍기 때문에 확산이 용이하다는 설명은 잘못이다.

선지별 해설

① O: Ra-226은 **알파 붕괴를 통해 Rn-222로 변한다**. 알파입자를 방출하면 원자번호가 2, 질량수가 4 감소하므로 질량수 226인 라듐에서 질량수 222인 라돈이 생성된다.

② O: Rn-222는 알파입자를 방출하며 Po-218로 붕괴한다. **알파입자는 양성자 2개와 중성자 2개로 이루어진 헬륨 원자핵**이므로, 알파 붕괴에서는 원자번호가 2, 질량수가 4 감소한다.

③ X: 같은 온도와 압력에서 라돈은 공기보다 밀도가 크므로, '공기보다 가볍다'를 '**공기보다 무겁다**'로 고쳐야 한다. 라돈도 기체이므로 공기 흐름과 압력 차에 따라 이동하고 혼합될 수 있다. 따라서 대기 중에서 이동한다는 사실을 공기보다 가볍다는 근거로 해석해서는 안 된다.

④ O: 문항에서 다루는 **Rn-222의 반감기는 약 3.8일**이다. 반감기는 방사성 원자핵 수가 붕괴로 처음의 절반이 되는 데 걸리는 시간이다. 처음 있던 Rn-222 원자핵 중 약 절반은 3.8일 뒤에도 붕괴하지 않고 남아 있다.

NoteBase

문 20. 대기오염물질 배출원에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 화산폭발, 산불, 먼지폭풍, 해양 등은 자연적 배출원에 해당한다.

② 배출원을 물리적 배출형태로 구분하면 고정배출원과 이동배출원으로 나눌 수 있다.

③ 이동배출원은 배출규모나 형태에 따라 점오염원과 면오염원으로 분류된다.

④ 일반적으로 선오염원은 배출구 위치가 낮아 대기 확산이 어렵기 때문에 점오염원에 비해 지표면에 직접적인 영향을 미친다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '이동배출원'은 **고정배출원**으로 고쳐야 한다. 고정배출원은 배출규모와 분포형태에 따라 점오염원과 면오염원으로 구분하며, 도로를 따라 이동하는 자동차의 배출은 대표적인 선오염원이다.

선지별 해설

① O: 화산폭발에서 나오는 화산재와 가스, 자연적으로 발생한 산불의 연기, 먼지폭풍으로 날리는 토양 입자, 해양에서 발생하는 해염 입자는 모두 **자연현상에 의해 대기로 배출**되는 물질이다. 따라서 이들은 자연적 배출원의 예에 해당한다.

② O: 배출원의 물리적 배출형태를 **위치가 고정되어 있는지, 이동하는지**에 따라 구분하면 고정배출원과 이동배출원으로 나눌 수 있다. 공장·발전소 등은 고정배출원이고, 자동차·선박·항공기 등은 이동배출원이다.

③ X: 점오염원과 면오염원은 **고정배출원을 배출규모와 분포형태에 따라 구분**한 것이다. 점오염원은 대형 공장이나 발전소의 굴뚝처럼 특정 지점에서 오염물질을 집중적으로 배출하는 배출원이고, 면오염원은 주택 난방 등 다수의 소규모 배출원이 일정 지역에 분산된 경우이다. 따라서 '이동배출원'을 '고정배출원'으로 고쳐야 한다. 도로를 따라 움직이는 자동차의 배출은 선오염원으로 다룬다.

④ O: 도로 교통과 같은 선오염원은 **지표 가까이에서 오염물질을 배출**하므로 충분히 확산·희석되기 전에 주변 지표와 사람의 호흡 높이에 영향을 주기 쉽다. 반면 높은 굴뚝을 가진 점오염원은 오염물질이 지표에 도달하기까지 대기 중에서 확산될 여지가 크다. 이처럼 일반적인 도로 선오염원과 높은 굴뚝의 점오염원을 비교한 설명이다.

NoteBase