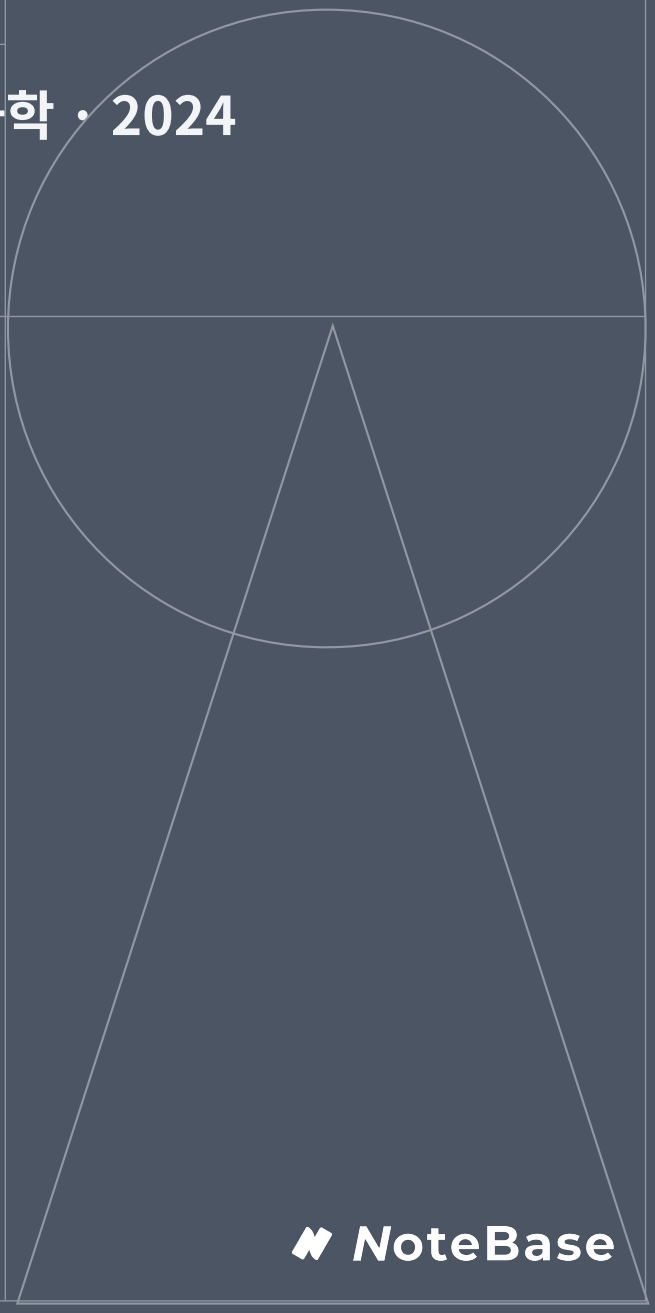
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2024



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2024

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2024

1. 0.0001 N 약산이 4% 해리되어 있다면, 이 수용액의 pOH로 가장 적절한 것은?
① 10.6 ② 8.6 ③ 5.4 ④ 6.4

정답 2번

출제 포인트

약산의 농도와 해리율로 수소 이온 농도를 구한 뒤, pH와 pOH의 관계를 이용해 pOH를 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 약산의 농도는 $0.0001N = 1.0 \times 10^{-4}N$, 해리율은 $4\% = 0.04$이다.
구해야 할 값: 수용액의 pOH이다.
주의할 조건: 약산은 전부 해리되지 않으므로 농도에 해리율을 곱해 수소 이온 농도를 구한다. 또한 pH를 구한 뒤 pOH로 변환해야 한다.

사용할 공식

$[H^+] = C\alpha$
$\mathrm{pH} = -\log[H^+]$
$\mathrm{pH} + \mathrm{pOH} = 14$
여기서 C는 약산의 농도, α는 해리율이다. 해리된 산의 비율만큼 수소 이온이 생성되므로 $[H^+] = C\alpha$를 사용한다.

계산 과정

1. 해리율을 소수로 바꾸면 $4\% = 0.04$이다.
2. 수소 이온 농도는 다음과 같다.
$[H^+] = (1.0 \times 10^{-4})(0.04) = 4.0 \times 10^{-6}N$
3. pH는 다음과 같다.
$\mathrm{pH} = -\log(4.0 \times 10^{-6}) \approx 5.4$
4. 따라서 pOH는 다음과 같다.
$\mathrm{pOH} = 14 - 5.4 = 8.6$

NoteBase

선지 판단

① X — 10.6은 계산된 pOH 8.6과 일치하지 않는다. 올바르게는 pOH가 8.6이다.
② O — $\mathrm{pOH} = 14 - 5.4 = 8.6$이므로 계산 결과와 일치한다.
③ X — 5.4는 pOH가 아니라 계산 과정에서 얻은 pH이다. 올바르게는 pH가 5.4이고 pOH가 8.6이다.
④ X — 6.4는 계산된 pOH 8.6과 일치하지 않는다. 올바르게는 pOH가 8.6이다.
계산 결과 pOH는 8.6이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

③의 5.4를 고르는 실수는 pH를 구한 뒤 문제에서 요구한 pOH로 바꾸지 않아 생긴다. 또한 4%를 4로 대입하지 않고 0.04로 바꾸어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

약산의 농도와 해리율이 주어지면 농도에 해리율을 곱해 $[H^+]$를 구하고, pH를 계산한 다음 문제에서 pOH를 요구하는지 확인하여 $14 - \mathrm{pH}$로 변환한다.

암기 포인트

약산은 $[H^+] = C\alpha$, 그리고 $\mathrm{pH} + \mathrm{pOH} = 14$이다.

NoteBase

2. STP 상태에서 배출가스가 모두 100 g씩 풍선에 들어 있다면, 어떤 배출가스가 들어 있을 때 가장 작은 풍선이 되는가?
① CO ② CO_2 ③ NO ④ SO_2

정답 4번

출제 포인트

같은 온도와 압력에서 기체의 부피는 몰수에 비례한다는 원리를 이용하여, 질량이 같은 기체들의 몰수를 비교하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: STP 상태, 각 기체의 질량 $100g$
구해야 할 값: 가장 작은 풍선을 만드는 기체
주의할 조건: 질량이 같아도 몰질량이 다르면 몰수와 부피가 달라진다. 원자량을 C=12, O=16, N=14, S=32로 두면 몰질량은 CO가 $28g/mol$, CO_2가 $44g/mol$, NO가 $30g/mol$, SO_2가 $64g/mol$이다.

사용할 공식

$n = \frac{m}{M}$
$V = \frac{nRT}{P}$
여기서 n은 몰수, m은 질량, M은 몰질량이다. 모든 기체의 온도와 압력이 같으므로 V는 n에 비례한다. 따라서 몰질량이 클수록 같은 질량에 들어 있는 몰수가 작고 풍선의 부피도 작다.

계산 과정

각 기체의 몰수를 계산하면 다음과 같다.
$n(CO) = \frac{100}{28} \approx 3.57mol$
$n(CO_2) = \frac{100}{44} \approx 2.27mol$
$n(NO) = \frac{100}{30} \approx 3.33mol$
$n(SO_2) = \frac{100}{64} = 1.5625mol$
SO_2의 몰수가 가장 작으므로 같은 STP 상태에서 부피도 가장 작다.

NoteBase

선지 판단

① CO — X. 100g의 CO는 약 3.57mol로 네 기체 중 몰수가 가장 많으므로 가장 작은 풍선이 아니다. 틀린 표현은 'CO가 가장 작은 풍선이 된다'이며, 올바르게는 'CO는 네 기체 중 가장 큰 풍선이 된다'이다.
② CO_2 — X. 100g의 CO_2는 약 2.27mol로 SO_2의 1.5625mol보다 많으므로 가장 작은 풍선이 아니다. 틀린 표현은 'CO_2가 가장 작은 풍선이 된다'이며, 올바르게는 'CO_2의 풍선은 SO_2의 풍선보다 크다'이다.
③ NO — X. 100g의 NO는 약 3.33mol로 SO_2보다 몰수가 많으므로 가장 작은 풍선이 아니다. 틀린 표현은 'NO가 가장 작은 풍선이 된다'이며, 올바르게는 'NO의 풍선은 SO_2의 풍선보다 크다'이다.
④ SO_2 — O. SO_2는 몰질량이 64g/mol로 가장 커서 100g에 들어 있는 몰수가 가장 작으므로 풍선의 부피가 가장 작다.

오답 포인트

모든 기체의 질량이 100g으로 같다는 이유만으로 부피도 같다고 판단하면 안 된다. STP에서 같은 부피를 갖는 기준은 같은 질량이 아니라 같은 몰수이다. 또한 분자식의 원자 수만 비교하지 않고 각 원자의 질량까지 합하여 몰질량을 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 온도와 압력에서 질량이 같은 여러 기체의 부피를 비교할 때는 각 기체의 몰질량을 먼저 구한다. $n = m/M$이므로 몰질량이 가장 큰 기체가 몰수와 부피가 가장 작다.

암기 포인트

같은 질량의 기체에서는 몰질량이 클수록 몰수와 부피가 작다: $M \uparrow \Rightarrow n \downarrow \Rightarrow V \downarrow$.

NoteBase

3. 다음 중 농업환경오염을 일으키는 유기인계 농약에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 유기염소계에 비하여 살충력이 상당히 강하고 적용 해충의 범위가 넓다.
② 유기인계가 유기염소계보다 잔류성이 크지 않은 것은 가수분해가 쉽기 때문이다.
③ 농약중에 -thion으로 끝나는 농약은 유기인계 살충제이다.
④ 신경세포내에 콜린에스트라제의 작용을 활성화시켜 중독을 일으킨다.

정답 4번

출제 포인트

유기인계 농약의 살충 특성·잔류성과 콜린에스트라제에 대한 작용을 유기염소계 농약과 구분하는 문제이다.

핵심 개념

유기인계 살충제는 인을 포함하는 유기화합물 계열의 살충제로, 일반적으로 살충력이 강하고 적용 해충의 범위가 넓으며 가수분해되기 쉬워 유기염소계보다 환경 잔류성이 작다. 신경계에서는 콜린에스트라제의 작용을 억제하여 아세틸콜린이 축적되게 하고 중독을 일으킨다.
유기염소계 살충제는 염소를 포함하는 계열로, 분해가 느려 환경에 오래 남고 생물체에 축적되기 쉽다는 점이 대표적이다.

선지별 해설

① O — 유기인계 살충제는 유기염소계에 비해 일반적으로 살충력이 강하고 여러 종류의 해충에 적용되는 약제가 많으므로 적절한 설명이다.
② O — 유기인계 화합물은 비교적 가수분해되기 쉬워 분해가 빠르므로, 분해가 느린 유기염소계보다 잔류성이 크지 않다는 설명은 적절하다.
③ O — 파라티온, 말라티온, 페니트로티온처럼 명칭이 -thion으로 끝나는 대표적 약제들은 유기인계 살충제로 분류되므로 문항의 설명은 적절하다.
④ X — 틀린 표현은 '콜린에스트라제의 작용을 활성화'이다. 유기인계 살충제는 신경세포에서 콜린에스트라제의 작용을 억제하여 아세틸콜린을 축적시키고 중독을 일으킨다. 따라서 '콜린에스트라제의 작용을 억제시켜 중독을 일으킨다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

④의 ‘활성화’와 ‘억제’를 반대로 바꾸어 놓은 것이 핵심 함정이다. 유기인계 농약 중독에서는 콜린에스트라제가 활성화되는 것이 아니라 억제되며, 그 결과 아세틸콜린이 과도하게 축적된다.

다시 나오면 이렇게 판단

유기인계 농약의 신경독성 문장은 ‘콜린에스트라제 억제 → 아세틸콜린 축적 → 신경계 중독’의 연결로 판단한다. 잔류성 비교에서는 ‘유기염소계는 오래 잔류하고, 유기인계는 비교적 빨리 분해된다’는 축을 적용한다.

암기 포인트

유기인은 콜린에스트라제를 억제하고, 유기염소는 오래 잔류한다.

NoteBase

4. 유기성폐기물의 자원화방법인 퇴비화법에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 퇴비화 진행에 가장 영향을 많이 미치는 인자는 CN 비율이다.
② 퇴비화는 혐기성 미생물의 작용에 의해서 발생하는 미생물학적 과정이다.
③ 적절한 활동을 위한 미생물군의 활동온도는 50 ~ 70 ℃이다.
④ 퇴비화는 미량영양원소의 공급과 다양한 미생물의 기질을 공급한다는 장점이 있다.

정답 2번

출제 포인트

퇴비화의 미생물학적 원리와 주요 영향 인자, 적정 온도 및 퇴비 이용의 장점을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

퇴비화는 산소가 공급되는 조건에서 호기성 미생물이 유기물을 분해하여 안정한 부식질 형태로 전환하는 생물학적 과정이다. 원활한 퇴비화를 위해서는 탄소원과 질소원의 균형을 나타내는 C/N 비, 산소, 수분, 온도 등을 적절히 관리해야 한다.

선지별 해설

① O — C/N 비는 미생물이 에너지원인 탄소와 세포 구성에 필요한 질소를 균형 있게 이용할 수 있는지를 좌우하므로 퇴비화 진행에 큰 영향을 미치는 인자이다.

② X — 틀린 표현은 '혐기성 미생물의 작용'이다. 퇴비화는 기본적으로 산소를 이용하는 호기성 미생물의 작용으로 유기물을 분해·안정화하는 과정이다. 올바르게는 '퇴비화는 호기성 미생물의 작용에 의해 일어나는 미생물학적 과정이다'이다.

③ O — 퇴비화가 활발한 고온 단계에서는 미생물 활동으로 온도가 약 50 ~ 70 °C까지 상승하며, 이 범위에서 유기물 분해가 활발하게 진행된다.

④ O — 퇴비는 토양에 미량 영양원소를 보충하고 다양한 토양 미생물이 이용할 수 있는 유기성 기질을 공급하는 장점이 있다.

NoteBase

오답 포인트

②의 '미생물학적 과정'이라는 큰 틀은 맞지만 '혐기성'이 틀린 핵심 단어이다. 산소가 부족한 혐기성 분해에서는 악취 성분이 생기기 쉬우므로, 산소를 공급하며 진행하는 일반적인 퇴비화와 구별해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

퇴비화 선지에서는 먼저 산소 조건을 확인한다. 뒤집기와 통기로 산소를 공급하고 발열이 나타나는 과정이면 '호기성'이 핵심이며, '혐기성'이라고 단정한 선지는 틀린 것으로 판단한다.

암기 포인트

퇴비화는 호기성 분해이며, 핵심 관리 요소는 C/N 비·산소·수분·온도이다.

NoteBase

5. 화학반응이 평형에 있을 때 평형 이동에 영향을 주지 않는 조건으로 가장 적절한 것은?
① 온도 ② 압력 ③ 농도 ④ 촉매

정답 4번

출제 포인트

화학 평형의 위치를 이동시키는 조건과 평형에 도달하는 속도만 바꾸는 조건을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

평형 이동은 온도·압력·농도 등의 변화에 대응하여 정반응 또는 역반응이 더 진행되면서 새로운 평형 조성이 형성되는 현상이다.
촉매는 정반응과 역반응의 활성화 에너지를 모두 낮추므로 평형에 더 빨리 도달하게 하지만, 평형의 위치와 평형상수는 바꾸지 않는다.

선지별 해설

① X — 온도 변화는 평형상수를 변화시키고, 흡열 방향 또는 발열 방향으로 평형을 이동시킬 수 있다. 틀린 표현은 '온도가 평형 이동에 영향을 주지 않는다'는 판단이며, 올바르게는 '온도는 평형 이동에 영향을 줄 수 있다'이다.
② X — 기체 반응에서 압력을 변화시키면 기체 몰수가 더 적거나 더 많은 쪽으로 평형이 이동할 수 있다. 틀린 표현은 '압력이 평형 이동에 영향을 주지 않는다'는 판단이며, 올바르게는 '기체 몰수가 양쪽에서 다르면 압력은 평형 이동에 영향을 줄 수 있다'이다.
③ X — 반응물이나 생성물의 농도를 변화시키면 그 변화를 줄이는 방향으로 반응이 진행되어 평형이 이동한다. 틀린 표현은 '농도가 평형 이동에 영향을 주지 않는다'는 판단이며, 올바르게는 '농도는 평형 이동에 영향을 준다'이다.
④ O — 촉매는 정반응과 역반응의 속도를 모두 증가시켜 평형 도달 시간을 단축할 뿐, 평형 조성과 평형 위치에는 영향을 주지 않는다.

오답 포인트

촉매가 반응 속도를 크게 한다는 사실을 평형을 한쪽으로 이동시킨다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 촉매는 양방향 반응을 함께 빠르게 하므로 평형의 도달 속도만 바뀐다.

다시 나오면 이렇게 판단

조건 변화가 평형 조성이나 평형상수를 바꾸는지, 아니면 평형에 이르는 시간만 줄이는지를 구분한다. 촉매는 시간만 줄이고 평형 위치는 바꾸지 않는다.

NoteBase

암기 포인트

온도·압력·농도는 평형 이동 요인, 촉매는 평형 도달 속도 요인이다.

NoteBase

6. 2차 대기오염물질을 만드는 광화학 스모그가 발생하기 위한 조건으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 열적반응률을 낮추기 위한 저온상태
② 광화학반응을 촉진시키기 위한 강한 햇빛
③ 반응물질들이 그 자리에 있게 되는 안정된 대기환경
④ 주로 내연기관에서 발생하는 HC와 NOx가 전구물질일 때

정답 1번

출제 포인트

광화학 스모그가 형성되기 쉬운 기상 조건과 전구물질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

광화학 스모그는 탄화수소(HC)와 NO_x 등이 강한 햇빛을 받아 광화학반응을 일으키면서 O_3, PAN 등의 2차 대기오염물질이 생성되는 현상이다. 강한 일사와 비교적 높은 기온은 반응을 촉진하고, 안정된 대기는 오염물질의 수직 확산을 억제하여 지표 부근에 축적시킨다.

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '열적 반응률을 낮추기 위한 저온상태'이다. 저온은 광화학 스모그 발생에 유리한 대표 조건이 아니다. 올바르게는 강한 일사와 비교적 높은 기온이 지속되어 광화학반응이 활발한 상태이다.

② O
강한 햇빛은 NO_2의 광분해 등 광화학반응에 필요한 에너지를 공급하므로 광화학 스모그 생성을 촉진한다.

③ O
안정된 대기에서는 수직 혼합과 확산이 약해 HC와 NO_x 같은 반응물질과 생성된 오염물질이 지표 부근에 머물기 쉽다.

④ O
내연기관의 배출가스에 포함된 HC와 NO_x는 광화학 스모그를 만드는 대표적인 전구물질이다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '반응률을 낮추기 위한 저온상태'를 오염물질이 잘 축적되는 안정한 대기와 혼동하기 쉽다. 대기 안정은 확산을 억제하는 조건이고, 저온은 광화학반응을 촉진하는 조건이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

전구물질은 HC·NO_X, 반응 에너지는 강한 햇빛, 축적 조건은 안정된 대기, 반응에 유리한 온도는 비교적 높은 기온인지 차례로 판단한다.

암기 포인트

광화학 스모그는 'HC·NO_X + 강한 햇빛 + 고온 + 대기 정체'로 기억한다.

NoteBase

7. 염화불화탄소(CFCs)의 중요특성인 ODP(오존층 파괴지수)는 어떤 염화불화탄소의 등가질량에 대한 영향과 특정물질의 오존에 대한 장기적 영향의 비율로 정의되는가?

① CFC-11 ② CFC-12

③ CFC-113 ④ CFC-115

정답 1번

출제 포인트

오존층 파괴지수(ODP)를 정의할 때 장기적인 오존층 파괴 영향을 비교하는 기준물질이 무엇인지 묻는 문제이다.

핵심 개념

ODP는 어떤 물질이 장기적으로 오존층을 파괴하는 정도를 같은 질량의 CFC-11이 미치는 영향과 비교한 상대값이다. 기준물질인 CFC-11의 ODP를 1로 두고 다른 물질의 영향을 나타낸다.

선지별 해설

① O — CFC-11은 ODP 산정의 기준물질이며, 그 ODP를 1로 정한다.

② X — 틀린 표현은 ‘CFC-12’이다. ODP의 비교 기준은 CFC-12가 아니라 CFC-11이다.

③ X — 틀린 표현은 ‘CFC-113’이다. ODP의 비교 기준은 CFC-113이 아니라 CFC-11이다.

④ X — 틀린 표현은 ‘CFC-115’이다. ODP의 비교 기준은 CFC-115가 아니라 CFC-11이다.

오답 포인트

모든 선지가 CFC 계열이어서 다른 대표 냉매를 기준물질로 착각하기 쉽다. ODP는 단순히 CFC 중 하나를 임의로 기준으로 삼는 지수가 아니라 CFC-11을 기준값 1로 정한 상대지수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

오존층 파괴 영향의 상대 비교 기준을 물으면 CFC-11을 선택한다. 지구온난화지수 등 다른 환경지수의 기준물질과 혼동하지 않는다.

암기 포인트

ODP의 기준은 CFC-11, 기준값은 1이다.

NoteBase

8. 활성피부의 중간층의 세포에 손상을 주는 복사선을 차단하기 위한 효율성을 평가하기 위한 SPF(Sun Protection Factor) 지수는 주로 어떤 광선을 차단하기 위한 값인가?
① Total UV Ray(총자외선)
② UV-A Ray(근자외선)
③ UV-B Ray(중자외선)
④ UV-C Ray(원자외선)

정답 3번

출제 포인트

SPF가 주로 평가하는 자외선 차단 대상이 UV-B라는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

SPF(Sun Protection Factor)는 자외선 차단제를 바른 피부와 바르지 않은 피부에서 홍반을 일으키는 데 필요한 자외선량을 비교한 지수로, 주로 UV-B 차단 성능을 나타낸다.
UV-A는 파장이 길고 피부 깊숙이 침투하여 광노화에 크게 관여하며, UV-B는 주로 표피에 작용하여 일광화상과 홍반을 일으킨다. UV-C는 파장이 가장 짧고 대기 중 오존층 등에 대부분 흡수된다.

선지별 해설

① X — 'Total UV Ray(총자외선)'가 틀린 표현이다. SPF는 모든 자외선의 차단 성능을 하나로 나타내는 지수가 아니라 주로 UV-B 차단 성능을 평가하는 값이다. 올바르게는 'UV-B Ray(중자외선)'이다.
② X — 'UV-A Ray(근자외선)'가 틀린 표현이다. UV-A 차단 성능은 주로 PA 또는 UVA-PF와 같은 별도 지표로 평가하고, SPF는 주로 UV-B를 대상으로 한다. 올바르게는 'UV-B Ray(중자외선)'이다.
③ O — UV-B는 표피 세포에 손상을 주고 홍반·일광화상을 일으키는 주된 자외선이며, SPF는 이러한 UV-B를 차단하는 효율을 주로 나타낸다.
④ X — 'UV-C Ray(원자외선)'가 틀린 표현이다. UV-C는 대기 중 오존층 등에 대부분 흡수되어 지표면에 거의 도달하지 않으므로 일반적인 자외선 차단제의 SPF 평가 대상이 아니다. 올바르게는 'UV-B Ray(중자외선)'이다.

오답 포인트

SPF를 '자외선 전체를 차단하는 정도'로 오해하면 ①을 고르기 쉽다. 또한 UV-A와 UV-B를 혼동할 수 있으나, 이 문항에서는 홍반·일광화상과 연결되는 UV-B가 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

차단 지표와 자외선 종류를 연결한다. SPF는 주로 UV-B와 홍반·일광화상, PA 또는 UVA-PF는 UV-A와 광노화의 차단 성능을 나타낸다.

암기 포인트

SPF는 UV-B, PA는 UV-A이다.

NoteBase

9. pH가 3인 용액 1 L와 pH가 4인 용액 1 L를 혼합했을 때 pH는?

① 1.3 ② 2.7

③ 3.3 ④ 4.7

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 pH를 수소 이온 농도로 바꾸어 두 용액의 수소 이온 몰수를 합한 뒤, 혼합 용액의 pH를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: pH 3인 용액 1L, pH 4인 용액 1L이다.
구해야 할 값: 혼합 후 총부피 2L에서의 pH이다.
주의할 조건: pH는 로그값이므로 두 pH를 직접 산술평균하지 않는다.

사용할 공식

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

$$[\mathrm{H}^+]_{\mathrm{mix}} = \frac{[\mathrm{H}^+]_1 V_1 + [\mathrm{H}^+]_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

각 용액이 제공하는 수소 이온의 몰수가 농도와 부피의 곱이고, 혼합 후 농도는 전체 몰수를 총부피로 나눈 값이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 각 용액의 수소 이온 농도는 각각 $10^{-3} mol/L$, $10^{-4} mol/L$이다.
2. 혼합 후 수소 이온 농도를 계산한다.

$$[\mathrm{H}^+]_{\mathrm{mix}} = \frac{(10^{-3})(1) + (10^{-4})(1)}{1+1} = 5.5 \times 10^{-4} mol/L$$

3. 혼합 용액의 pH를 계산한다.

$$\mathrm{pH} = -\log(5.5 \times 10^{-4}) \approx 3.26 \approx 3.3$$

선지 판단

① X — 1.3은 계산된 pH 약 3.3과 일치하지 않는다. 틀린 값 1.3은 올바르게는 3.3이다.
② X — 2.7은 계산된 pH 약 3.3과 일치하지 않는다. 틀린 값 2.7은 올바르게는 3.3이다.
③ O — 수소 이온 농도 $5.5 \times 10^{-4} mol/L$를 pH로 바꾸면 약 3.26이므로 한 자리까지 나타낸 3.3과 일치한다.
④ X — 4.7은 두 원액의 pH 범위인 3과 4를 벗어나며 계산 결과와도 일치하지 않는다. 틀린 값 4.7은 올바르게는 3.3이다.

NoteBase

오답 포인트

pH 3과 pH 4를 직접 평균하여 3.5로 처리하면 안 된다. pH가 1 차이 나면 수소 이온 농도는 10배 차이 나므로, 먼저 각각을 농도로 환산한 뒤 부피를 반영하여 혼합해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

서로 다른 pH의 용액을 혼합하는 문제는 pH를 수소 이온 농도로 변환하고, 농도와 부피로 몰수를 합산한 다음, 총부피로 나누어 혼합 농도를 구하고, 마지막에 다시 pH로 변환한다.

암기 포인트

pH는 평균하지 않고 H^+의 몰수를 합한다.

10. Colloid의 입자간의 반응에서 나타나는 응집 원리에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

① 콜로이드입자를 응집시키기 위해서는 제타전위를 증가시켜주어야 침전하게 된다.

② 콜로이드와 반대전하를 주입해주면 콜로이드의 전하량이 증가하여 제타전위가 증가하게 된다.

③ 콜로이드 전하에 영향을 미치는 거리가 짧을수록 제타전위가 커지게 되어 응집이 용이해진다.

④ 이온의 농도변화 대신 다원자가의 이온을 사용하게 되면 제타전위가 감소하여 응집효과가 있다.

정답 4번

출제 포인트

콜로이드의 제타전위와 입자 안정성의 관계, 그리고 반대 전하의 다가 이온이 응집을 촉진하는 원리를 묻는 문제이다.

핵심 개념

제타전위는 콜로이드 입자 주위의 미끄럼면에서 측정되는 전위로, 입자 사이의 전기적 반발과 분산 안정성을 나타낸다. 제타전위의 절댓값이 크면 입자 사이의 반발력이 커서 분산 상태가 안정하고, 절댓값이 작아지면 반발력이 약해져 입자들이 서로 접근하여 응집하기 쉬워진다. 콜로이드와 반대 전하를 띠는 다가 이온은 전하를 효과적으로 중화하고 전기이중층을 압축하므로 제타전위의 절댓값을 낮추어 응집을 촉진한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '제타전위를 증가시켜주어야'이다. 제타전위의 절댓값이 커지면 입자 사이의 반발력이 커져 분산이 안정해진다. 올바르게는 콜로이드 입자를 응집시키려면 제타전위의 절댓값을 감소시켜야 한다.

② X — 틀린 표현은 '콜로이드의 전하량이 증가하여 제타전위가 증가'한다는 부분이다. 콜로이드와 반대 전하의 이온은 표면전하를 중화하고 전기이중층을 압축한다. 올바르게는 제타전위의 절댓값이 감소하여 응집이 쉬워진다.

③ X — 제타전위가 커질수록 응집이 용이하다는 결론이 틀렸다. 제타전위의 절댓값이 커지면 입자 사이의 전기적 반발력이 커져 오히려 분산이 안정해진다. 올바르게는 전하의 영향 범위가 줄어들고 제타전위의 절댓값이 작아질수록 입자들이 가까이 접근하여 응집하기 쉬워진다.

④ O — 콜로이드와 반대 전하를 띠는 다가 이온은 단가 이온보다 전하 중화 능력이 크고 전기이중층을 효과적으로 압축한다. 이에 따라 제타전위의 절댓값이 감소하고 응집 효과가 나타난다.

오답 포인트

제타전위가 '크다'는 말을 응집력이 크다는 뜻으로 오해하기 쉽다. 실제로 제타전위의 절댓값이 크다는 것은 입자 사이의 전기적 반발력이 크다는 뜻이므로 콜로이드는 더 안정하다. 또한 반대 전하 이온의 주입은 콜로이드 전하를 증가시키는 것이 아니라 중화하는 작용이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에서 제타전위가 증가하는지 감소하는지를 먼저 확인한다. 제타전위의 절댓값 증가 → 반발력 증가 → 분산 안정, 제타전위의 절댓값 감소 → 반발력 감소 → 응집 촉진의 순서로 판단한다. 반대 전하의 다가 이온은 후자의 작용을 강화한다.

암기 포인트

제타전위의 절댓값은 크면 안정, 작으면 응집이며, 반대 전하의 다가 이온은 응집을 강하게 촉진한다.

NoteBase

11. 다음은 염소가 수중에서 가수분해할 때의 반응이다. 생성물 조성과 효과에 가장 큰 영향을 주는 pH에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

$$Cl_2 + H_2O \leftrightarrow HOCl + H^+ + Cl^-$$
$$HOCl \leftrightarrow H^+ + OCl^-$$

① pH 2이하에서는 주로 Cl_2로 존재한다.
② 살균력이 가장 클때는 pH 10 이상일 때이다.
③ 가수분해가 되면 수중의 pH 값은 저하한다.
④ pH 3 ~ 6에서는 HOCl이 가장 많이 존재한다.

정답 2번

출제 포인트

염소의 가수분해·해리 평형에서 pH에 따라 우세한 염소종이 어떻게 달라지고, 그 변화가 살균력에 어떤 영향을 주는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

염소는 물에서 Cl_2, 차아염소산 HOCl, 차아염소산 이온 OCl^-의 형태로 존재하며 pH가 이들의 분포를 결정한다. 강산성에서는 Cl_2, pH 3~6에서는 HOCl, 높은 pH에서는 OCl^-의 비율이 커진다. 살균력은 HOCl이 OCl^-보다 크므로, 높은 pH에서 살균력이 가장 커지는 것은 아니다.

선지별 해설

① O — pH 2 이하의 강산성 조건에서는 수소 이온 농도가 높아 제시된 첫 번째 평형이 왼쪽으로 이동하므로 주로 Cl_2로 존재한다.
② X — 틀린 표현은 '살균력이 가장 클 때는 pH 10 이상'이다. pH 10 이상에서는 살균력이 더 큰 HOCl보다 해리된 OCl^-가 주로 존재하므로 살균력이 감소한다. 올바르게는 HOCl의 존재 비율이 큰 낮은 pH 영역에서 살균 효과가 크다고 해야 한다.
③ O — 염소가 가수분해되면 제시된 반응처럼 H^+가 생성되므로 수소 이온 농도가 증가하고 pH는 낮아진다.
④ O — pH 3~6에서는 첫 번째 반응으로 생성된 HOCl이 많고, 두 번째 해리는 아직 크게 진행되지 않으므로 염소종 중 HOCl이 가장 많이 존재한다.

오답 포인트

pH가 높을수록 살균력이 커진다고 단순하게 판단하면 ②를 놓치기 쉽다. 높은 pH에서는 HOCl이 OCl^-로 해리되며, OCl^-는 HOCl보다 살균력이 약하다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

pH가 낮아질수록 평형은 수소 이온을 줄이는 방향인 Cl_2 또는 HOCl 쪽으로, pH가 높아질수록 수소 이온을 만드는 방향인 OCl^- 쪽으로 이동한다고 판단한다. 살균력 비교에서는 HOCl이 OCl^-보다 강하다는 기준을 적용한다.

암기 포인트

강산성은 Cl_2, pH 3~6은 HOCl, 강알칼리성은 OCl^-이며, 살균력은 HOCl > OCl^-이다.

12. 수질오염공정시험법으로 아연의 자외선/가시선 분광법으로 분석시 아스코빈산 나트륨은 어떤 이온을 환원 처리하기 위하여 넣은 것인가?

① Cr^{3+} ② Cd^{2+}

③ Cu^{2+} ④ Mn^{2+}

정답 4번

쟁점

이 문제는 수질오염공정시험기준의 아연-자외선/가시선 분광법에서 아스코빈산나트륨을 넣는 목적을 묻는다. 핵심은 아연의 발색을 방해할 수 있는 망간을 환원 상태로 처리하는 시약임을 구별하는 것이다.

용어 풀이

아스코빈산나트륨은 전자를 주어 다른 물질을 환원시키는 환원제이다. 이 시험법에서는 산화된 망간 종을 Mn^{2+} 상태로 환원하여 망간에 의한 발색 간섭을 억제한다.

핵심 구분

수질오염공정시험기준의 아연-자외선/가시선 분광법(ES 04409.2c)에서 아스코빈산나트륨의 대상은 망간이다. 즉 산화된 망간을 Mn^{2+}로 되돌려 아연의 발색 측정을 방해하지 않도록 처리하며, Cr^{3+}, Cd^{2+}, Cu^{2+}를 환원하기 위한 시약으로 넣는 것이 아니다.

선지별 해설

① X — Cr^{3+}를 환원 처리하기 위해 넣는다는 연결이 틀리다. 올바르게는 산화된 망간을 Mn^{2+}로 환원하기 위해 아스코빈산나트륨을 넣는다.

② X — Cd^{2+}를 환원 처리하기 위한 시약이라는 설명이 틀리다. 올바르게는 망간의 산화된 형태를 Mn^{2+}로 환원 처리한다.

③ X — Cu^{2+}를 환원 처리하기 위해 넣는다는 설명이 틀리다. 올바르게는 아스코빈산나트륨으로 산화된 망간을 Mn^{2+} 상태로 만든다.

④ O — 아스코빈산나트륨은 산화된 망간 종을 Mn^{2+}로 환원하여 망간에 의한 발색 간섭을 억제하므로 옳다.

오답 포인트

아스코빈산나트륨이 일반적인 환원제라는 사실만 보고 환원 가능성이 떠오르는 금속 이온을 고르면 틀리기 쉽다. 이 문항은 환원제의 일반 성질이 아니라 아연-자외선/가시선 분광법에서 정해진 용도인 '망간을 Mn^{2+}로 처리'하는지를 묻는다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

공정시험기준에서 시약의 용도를 물으면 일반적인 화학 반응보다 해당 분석법의 전처리 목적을 먼저 연결한다. 아연-자외선/가시선 분광법의 아스코빈산나트륨은 망간 간섭 억제용 환원제이므로 Mn^{2+}를 선택한다.

암기 포인트

아연 분광법의 아스코빈산나트륨은 망간을 Mn^{2+}로 환원한다.

NoteBase

13. 파라로자닐린법으로 아황산가스를 측정할 때 방해물질로 알려진 질소산화물(NOx)을 제거하기 위해 사용되는 물질은?
① 알데하이드(RCHO)
② 설퍼민산(NH_3SO_3H)
③ 사염화수은칼륨
④ 에틸렌 디아민테트라 아세트산(EDTA)

정답 2번

출제 포인트

파라로자닐린법으로 아황산가스 SO_2를 정량할 때 질소산화물 NO_x의 방해를 제거하는 시약을 묻는 문제이다.

핵심 개념

설파민산은 질소산화물에서 유래한 아질산을 분해하여 발색 방해를 없애는 방해물질 제거제이다. 반면 사염화수은칼륨은 아황산가스 흡수·고정, 알데하이드는 발색 반응, EDTA는 금속 이온 차폐에 사용된다.

선지별 해설

① X — '알데하이드'는 질소산화물 제거제가 아니다. 올바르게는 포름알데히드가 파라로자닐린과 함께 아황산가스의 발색 반응에 관여한다.
② O — 설파민산은 질소산화물에서 생성된 아질산을 분해하므로 NO_x에 의한 발색 방해를 제거한다.
③ X — '사염화수은칼륨'은 질소산화물 제거제가 아니다. 올바르게는 아황산가스를 흡수하여 안정한 착물로 고정하는 흡수액 성분이다.
④ X — '에틸렌 디아민테트라 아세트산(EDTA)'은 질소산화물 제거제가 아니다. 올바르게는 방해가 될 수 있는 금속 이온을 킬레이트하여 차폐하는 데 사용된다.

오답 포인트

파라로자닐린법에 함께 쓰이는 시약이라는 이유만으로 모두 NO_x 제거제라고 판단하기 쉽다. 이 문항의 함정은 흡수·고정, 발색, 금속 이온 차폐, 질소산화물 방해 제거의 역할을 서로 바꾸어 제시한 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

시약의 이름보다 역할을 기준으로 구분한다. 질소산화물 방해 제거는 설파민산, 아황산가스 흡수·고정은 사염화수은칼륨, 발색은 포름알데히드와 파라로자닐린, 금속 이온 차폐는 EDTA에 대응한다.

NoteBase

암기 포인트

‘설파민산은 아질산 제거, 사염화수은칼륨은 SO_2 포집, EDTA는 금속 차폐’로 구분한다.

NoteBase

14. 농도 0.05 M 황산 10 ml를 중화하는데 필요한 1/25 N 수산화소듐 용액의 양은? (단, 1/25 N NaOH의 f=1이다.)

① 6.25 ml ② 12.5 ml

③ 18.75 ml ④ 25.0 ml

정답 4번

출제 포인트

황산의 산 당량수를 반영해 몰농도를 노르말농도로 바꾼 뒤, 산과 염기의 당량이 같다는 중화 원리로 수산화나트륨 용액의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 황산의 몰농도는 $0.05M$, 부피는 $10mL$이다. 수산화나트륨의 표시 농도는 $1/25N = 0.04N$이고 역가 $f = 1$이므로 실제 농도도 $0.04N$이다.

구해야 할 값: 황산을 완전히 중화하는 수산화나트륨 용액의 부피이다.

주의할 조건: 황산 H_2SO_4은 1몰이 수소 이온 2몰을 내놓는 2가 산이므로 산의 노르말농도는 몰농도의 2배이다.

사용할 공식

$N_aV_a = N_bV_b$

중화점에서는 산이 내놓는 수소 이온의 당량과 염기가 내놓는 수산화 이온의 당량이 같으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 황산의 노르말농도를 구한다.

$N_a = 0.05M \times 2 = 0.10N$

2. 황산의 당량과 수산화나트륨의 당량을 같게 둔다.

$(0.10N)(10mL) = (0.04N)V_b$

3. 수산화나트륨 용액의 부피를 구한다.

$V_b = \frac{0.10 \times 10}{0.04} = 25.0mL$

NoteBase

선지 판단

① X — 6.25mL의 0.04N 수산화나트륨은 0.25$N \cdot mL$에 불과하여 황산의 1.00$N \cdot mL$과 같지 않다. ‘6.25mL’는 ‘25.0mL’로 고쳐야 한다.
② X — 12.5mL는 황산을 1가 산처럼 보아 0.05N으로 잘못 계산할 때 나오는 값이다. 황산은 2가 산이므로 ‘12.5mL’는 ‘25.0mL’로 고쳐야 한다.
③ X — 18.75mL의 수산화나트륨 당량은 $(0.04N)(18.75mL) = 0.75N \cdot mL$로, 황산의 1.00$N \cdot mL$보다 작다. ‘18.75$mL$’는 ‘25.0$mL$’로 고쳐야 한다.
④ O — 25.0mL의 수산화나트륨 당량은 $(0.04N)(25.0mL) = 1.00N \cdot mL$로 황산의 당량과 정확히 같다. 따라서 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

②의 12.5mL는 황산의 몰농도 0.05M를 그대로 0.05N으로 두는 경우에 나오는 함정이다. 황산은 2가 산이므로 완전 중화에서는 반드시 0.10N으로 환산해야 한다. 또한 1/25N은 0.04N이며, 역가가 1이므로 별도의 농도 보정은 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

산·염기 중화 계산은 먼저 산과 염기의 가수를 반영해 노르말농도로 통일하고, 역가가 있으면 실제 농도를 보정한 다음, $N_aV_a = N_bV_b$를 적용하여 단위를 검산한다.

암기 포인트

완전 중화에서 황산은 2가 산이므로 $N = 2M$이고, 중화점에서는 산의 당량과 염기의 당량이 같다.

NoteBase

15. 고압상태에서 활동하는 잠수부가 정상기압으로 복귀 시 체액 및 지방 조직에 기포를 형성하여 모세혈관에 혈전현상 동통성 관절장애를 일으키는 잠함병(Caisson disease)의 원인이 되는 기체 물질은?

① N_2 ② O_2 ③ CO_2 ④ SO_2

정답 1번

출제 포인트

고압 환경에서 체내에 많이 녹아 있던 기체가 급격한 감압 때 기포를 만들어 잠함병을 일으키는 원리를 묻는 문제이다.

핵심 개념

잠함병(감압병)은 고압에서 체액과 조직에 많이 용해된 질소가 정상 기압으로 급히 복귀할 때 기포로 석출되어 혈관을 막거나 관절·신경 조직 등에 장애를 일으키는 질환이다.
질소는 체내에서 거의 대사되지 않는 기체이므로 고압에서 축적되었다가 감압할 때 기포를 형성하는 것이 핵심이다.

선지별 해설

① O
N_2는 고압에서 체액과 지방 조직에 더 많이 용해되고, 급격히 감압하면 기포로 석출되므로 잠함병의 원인 기체이다.

② X
틀린 표현은 O_2이다. 산소는 체내 대사에 이용되므로 잠함병을 일으키는 주된 기포 원인 기체가 아니며, 올바르게는 N_2이다.

③ X
틀린 표현은 CO_2이다. 이산화탄소는 대사 과정에서 생성되어 호흡으로 배출되는 기체로, 잠함병의 주된 기포 원인 기체가 아니며, 올바르게는 N_2이다.

④ X
틀린 표현은 SO_2이다. 이산화황은 호흡기를 자극하는 유해 대기오염물질이지 감압 과정에서 체내 기포를 만드는 잠함병의 원인 기체가 아니며, 올바르게는 N_2이다.

NoteBase

오답 포인트

고압 상태에서 호흡하므로 산소를 원인으로 오인하기 쉽다. 그러나 잠함병의 핵심은 산소 부족이나 독성이 아니라, 체내에서 거의 대사되지 않는 질소가 감압 시 기포로 변하는 현상이다.

다시 나오면 이렇게 판단

고압 환경에서 정상 기압으로 복귀한 뒤 혈관 폐색이나 관절 장애가 나타난다는 단서가 보이면, 체내에 용해되었다가 감압 시 기포가 되는 질소를 선택한다.

암기 포인트

잠함병은 '고압에서 녹은 질소가 감압 때 기포로 석출'되는 질환이다.

NoteBase

16. 완충작용에 관한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 완충방정식은 pH = pKa + log([염]/[산]) 으로 표시된다.

② 한정된 산이나 염기를 가했을 때 pH의 근소한 변화를 일으키는 용액을 완충용액이라고 한다.

③ 완충용액은 보통 약산과 그 약산의 약염기의 염을 함유하거나 약염기와 그 약염기의 약산의 염이 함유된 용액이다.

④ 완충용액의 작용은 화학평형원리로 충분히 설명된다.

정답 3번

출제 포인트

완충용액의 정의, 구성 성분, 완충방정식, 작용 원리를 정확히 구분하는 문제이다.

핵심 개념

완충용액은 소량의 산이나 염기가 첨가되어도 pH가 크게 변하지 않는 용액이다. 일반적인 산성 완충용액은 약산과 그 짝염기로, 염기성 완충용액은 약염기와 그 짝산으로 구성된다. 완충작용은 첨가된 산 또는 염기가 짝산·짝염기 성분과 반응하면서 화학평형이 이동하는 원리로 설명된다.

선지별 해설

① O — 약산과 짝염기로 이루어진 완충계에는 헨더슨–하셀바흐식 pH=pK_a+([염]/[산])을 적용할 수 있다. 여기서 염은 약산의 짝염기를 공급하는 염을 뜻한다.

② O — 완충용액은 한정된 양의 산이나 염기가 첨가될 때 이를 소비하여 pH 변화를 작게 억제한다. 다만 완충능에는 한계가 있으므로 과량을 넣으면 pH가 크게 변할 수 있다.

③ X — 틀린 표현은 ‘약산과 그 약산의 약염기의 염’ 및 ‘약염기와 그 약염기의 약산의 염’이다. 올바르게는 약산과 그 짝염기의 염을 함유하거나, 약염기와 그 짝산의 염을 함유한 용액이라고 해야 한다. 완충계를 이루는 두 성분은 임의의 약산과 약염기가 아니라 서로 짝산·짝염기 관계여야 한다.

④ O — 완충용액에서는 소량의 산이나 염기가 첨가될 때 산·염기 평형이 이를 소모하는 방향으로 이동한다. 따라서 완충작용은 화학평형 원리로 설명할 수 있다.

NoteBase

오답 포인트

③은 ‘약산’, ‘약염기’, ‘염’이라는 익숙한 용어를 나열하여 맞는 설명처럼 보이게 한다. 그러나 완충용액의 구성에서 결정적인 조건은 두 성분이 서로 짝산·짝염기 관계라는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

완충용액의 구성 선지는 먼저 두 성분이 한 개의 양성자만큼 차이 나는 짝산·짝염기 관계인지 확인한다. 산성 완충계는 약산과 짝염기, 염기성 완충계는 약염기와 짝산으로 판단한다.

암기 포인트

완충용액은 ‘약산＋짝염기’ 또는 ‘약염기＋짝산’이다.

NoteBase

17. 대기상 광화학반응에 대한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 성층권의 오존층이 대부분의 자외선을 차단한 후 대류권으로 들어오는 태양빛의 파장은 280 nm 이상의 파장이다.

② NO는 파장 420 nm 이상의 가시광선에 의해 분해된다.

③ O_3은 200 ~ 320 nm에서 강한 흡수가, 450 ~ 700 nm에서 약한 흡수가 있다.

④ NO_2는 도시 대기오염물질 중에서 가장 중요한 태양빛 흡수 기체라 할 수 있다.

정답 2번

출제 포인트

대기 중 주요 기체가 흡수하는 태양복사의 파장대와 광분해되는 물질을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

성층권 오존층은 태양 자외선의 대부분을 흡수하므로 대류권에 도달하는 태양복사는 대체로 280nm 이상의 파장이다. 오존은 자외선 영역인 200 ~ 320nm에서 강하게 흡수하고, 가시광선 영역인 450 ~ 700nm에서도 약하게 흡수한다. 도시 대기 광화학에서는 NO_2가 약 420nm 이하의 빛을 흡수해 광분해되면서 원자상 산소를 만들고, 이 산소가 오존 생성에 관여한다.

선지별 해설

① O — 성층권 오존층이 짧은 파장의 자외선을 대부분 차단하므로 대류권으로 들어오는 태양빛의 파장은 대체로 280nm 이상이다.

② X — 틀린 표현은 'NO는 파장 420nm 이상의 가시광선에 의해 분해된다'이다. 실제로 도시 대기 광화학에서 중요한 반응은 NO_2가 약 420nm 이하의 빛을 흡수하여 NO와 원자상 산소로 광분해되는 반응이다.

③ O — O_3는 200 ~ 320nm의 자외선 영역에서 강하게 흡수하고, 450 ~ 700nm의 가시광선 영역에서는 약하게 흡수한다.

④ O — NO_2는 도시 대기에서 태양빛을 흡수해 광분해되고 오존 생성 연쇄반응을 시작하므로 중요한 태양빛 흡수 기체이다.

NoteBase

오답 포인트

②는 광분해되는 물질을 NO_2가 아니라 NO로 바꾸고, 파장 조건도 '약 420nm 이하'가 아니라 '420nm 이상'으로 뒤집은 선지이다. 물질과 파장 방향을 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

대기 광화학 선지는 '어떤 기체가'와 '어느 파장대의 빛을' 흡수하는지를 나누어 판단한다. 도시 광화학 반응에서는 NO_2의 광분해와 그 결과 생성되는 원자상 산소를 먼저 확인한다.

암기 포인트

오존은 자외선을 강하게 흡수하고 가시광선을 약하게 흡수하며, 도시 광화학의 출발점은 NO_2의 광분해이다.

18. 산-염기 반응에 대한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 초산(CH_3COOH)은 약산에 해당한다.
② 산과 염기가 반응하는 경우 물과 함께 생성되는 이온 결합성 물질을 총칭하여 염이라 한다.
③ 약산과 약염기는 물과 완전히 반응하여 양이온과 음이온이 평형을 이룬다.
④ 약산+강염기의 반응에 의해 생성되는 물질은 염기성염이라 한다.

정답 3번

출제 포인트

산·염기의 세기, 중화 반응에서 생성되는 염, 약산·약염기의 이온화 평형을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

약산·약염기: 물속에서 일부만 이온화하여 반응물과 이온 사이에 동적 평형을 이루는 산·염기이다.
염: 산과 염기의 중화 반응에서 물과 함께 생성되는 이온 결합성 물질이다.
약산과 강염기의 염: 약산의 짝염기가 물과 가수분해하여 수산화 이온을 만들므로 수용액이 염기성을 띤다.

선지별 해설

① O — 초산(CH_3COOH)은 물에서 일부만 이온화하는 대표적인 약산이다.
② O — 산과 염기가 중화 반응을 하면 일반적으로 물과 염이 생성되며, 염은 양이온과 음이온으로 이루어진 이온 결합성 물질이다.
③ X — 틀린 표현은 '물과 완전히 반응하여'이다. 약산과 약염기는 물에서 완전히 반응하지 않고 일부만 이온화하여 분자와 이온 사이에 평형을 이룬다. 올바르게는 '약산과 약염기는 물과 부분적으로 반응하여 이온화 평형을 이룬다'이다.
④ O — 약산과 강염기의 반응으로 생긴 염의 음이온은 약산의 짝염기이므로 물과 반응하여 OH^-를 생성한다. 따라서 그 염의 수용액은 염기성을 띠며 염기성염으로 분류한다.

오답 포인트

③은 '평형을 이룬다'는 뒷부분만 보고 맞다고 판단하기 쉽다. 그러나 약산·약염기는 일부만 이온화하므로 '완전히 반응'과 '평형'은 함께 성립할 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

강산·강염기는 거의 완전히 이온화하고, 약산·약염기는 부분적으로 이온화하여 평형을 이룬다는 기준으로 판단한다. 염의 산성·염기성은 그 염을 만든 산과 염기의 상대적 세기 및 이온의 가수분해로 판단한다.

암기 포인트

약한 전해질은 부분 이온화와 평형, 약산과 강염기의 염은 염기성이다.

NoteBase

19. 토양의 물리화학적 성질에 대한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 토양의 공극량(%)은 토양의 겉보기 비중과 비례한다.

② 토양의 pH는 유기물과 양이온의 형태에 따라 달라진다.

③ 알루미늄이온은 토양 중 산성을 나타내는 이온이다.

④ 통기성과 배수조건이 불량한 토양일수록 산화환원전위(ORP)는 낮아진다.

정답 1번

출제 포인트

토양의 공극률·겉보기 비중, pH, 알루미늄 이온, 산화환원전위의 기본 관계를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

공극률은 토양 전체 부피 중 빈 공간이 차지하는 비율이고, 겉보기 비중은 공극을 포함한 토양 전체 부피에 대한 건조 토양 질량의 비이다. 일반적으로 겉보기 비중이 커질수록 공극률은 작아진다.
토양 pH는 토양용액과 교환체의 수소 이온 상태, 유기물, 염기성 양이온의 종류와 양 등에 영향을 받는다.
알루미늄 이온은 가수분해 과정에서 수소 이온을 생성하여 산성 토양의 산도를 높일 수 있다.
산화환원전위(ORP)는 토양이 산화 상태인지 환원 상태인지를 나타내며, 산소 공급이 부족한 침수·배수 불량 토양에서는 낮아진다.

선지별 해설

① X — 공극률이 겉보기 비중과 '비례한다'는 부분이 틀렸다. 토양 입자의 밀도가 비슷하다는 조건에서는 겉보기 비중이 커질수록 입자가 더 조밀하게 채워져 공극률이 작아지므로, 올바르게는 공극률과 겉보기 비중은 반비례 관계라고 해야 한다.
② O — 토양 유기물은 해리·분해 과정과 완충 작용을 통해 pH에 영향을 주며, 토양에 존재하는 수소 이온과 염기성 양이온 등의 형태와 분포도 pH를 좌우한다.
③ O — 알루미늄 이온은 물과 반응하여 가수분해될 때 수소 이온을 방출하므로 토양 산성을 나타내고 유지하는 주요 이온이다.
④ O — 통기성과 배수가 불량하면 토양에 산소가 충분히 공급되지 않아 환원 조건이 형성되므로 산화환원전위가 낮아진다.

NoteBase

오답 포인트

①의 '겉보기 비중'과 토양 입자 자체의 밀도를 혼동하면 공극률과 비례한다고 판단하기 쉽다. 겉보기 비중은 공극을 포함한 전체 부피를 기준으로 하므로 값이 커질수록 토양이 조밀하고 공극률은 작아진다.

다시 나오면 이렇게 판단

토양이 조밀해지는 상황을 먼저 떠올린다. 조밀할수록 겉보기 비중은 커지고 공극률은 작아진다. 또한 산소 공급이 줄어드는 침수·배수 불량 조건에서는 환원성이 강해져 ORP가 낮아진다고 판단한다.

암기 포인트

겉보기 비중 증가 → 공극률 감소, 배수·통기 불량 → ORP 감소이다.

NoteBase

20. 토양 내 질소와 인의 거동에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 표토부근의 토양 내에서 존재하는 질소는 유기물과 결합한 형태이며, 총질소의 대부분은 유기질소이다.

② 질산화반응에 의해 생성된 질산이온(NO_3^-)은 토양 내 이동성이 크다.

③ 토양 내 인의 주요 형태는 유기인이다.

④ 토양 내 유기인화합물은 미생물에 의해 무기인으로 분해된다.

정답 3번

출제 포인트

토양에서 질소와 인이 주로 어떤 형태로 존재하며, 질산이온의 이동성과 유기인의 무기화가 어떻게 나타나는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

토양 질소: 총질소의 대부분은 토양 유기물에 포함된 유기질소이며, 식물이 주로 흡수하는 무기태 질소에는 암모늄이온과 질산이온이 있다.
질산이온: NO_3^-는 음전하를 띠어 토양 교질에 잘 흡착되지 않으므로 물과 함께 이동하거나 용탈되기 쉽다.
토양 인: 무기인과 유기인으로 존재하며 일반적으로 주요 형태는 무기인이다. 유기인은 미생물의 분해·무기화에 의해 식물이 이용할 수 있는 무기인산 형태로 전환된다.

선지별 해설

① O — 표토의 질소는 토양 유기물에 결합한 유기질소가 큰 비중을 차지하므로 적절한 설명이다.
② O — 질산화로 생성된 질산이온 NO_3^-는 토양의 음전하 표면에 잘 붙지 않아 토양수와 함께 쉽게 이동하므로 적절한 설명이다.
③ X — 틀린 표현은 '토양 내 인의 주요 형태는 유기인'이다. 올바르게는 토양 인은 유기인과 무기인으로 존재하지만, 일반적으로 주요 형태는 무기인이다.
④ O — 유기인화합물은 미생물의 분해와 무기화를 거쳐 무기인산 형태로 전환되므로 적절한 설명이다.

오답 포인트

①의 '총질소 대부분은 유기질소'라는 사실을 인에도 그대로 적용하면 ③을 옳다고 판단하기 쉽다. 질소는 유기태의 비중이 크지만, 토양 인의 주요 형태는 일반적으로 무기태라는 차이가 핵심 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

원소별 주요 존재 형태를 먼저 구분한다. 질소는 유기질소의 비중이 크고, 질산이온은 이동성이 크며, 인은 일반적으로 무기인이 주요 형태이고 유기인은 무기화를 통해 무기인으로 전환된다고 판단한다.

암기 포인트

질소는 유기태가 다수, 질산이온은 잘 이동, 인은 무기태가 주요 형태이다.

21. C_2H_4가스와 O_2가스가 반응하여 CO_2와 H_2O가 생성되는 반응에서, 28 g의 C_2H_4와 128 g의 O_2가 반응하여 생성되는 CO_2가 70.4 g 얻어졌다면 반응의 수득률(%)은?

① 60 %　② 70 %
③ 80 %　④ 90 %

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 한계 반응물을 확인해 이론적 이산화탄소 생성량을 구한 뒤, 실제 생성량과 비교하여 반응 수득률을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 에틸렌 28g, 산소 128g, 실제 이산화탄소 생성량 70.4g이다.
구해야 할 값: 이론적 이산화탄소 생성량에 대한 실제 생성량의 백분율이다.
주의할 조건: 에틸렌과 산소 중 어느 물질이 한계 반응물인지 먼저 확인해야 한다.

사용할 공식

완전 연소 반응식은 다음과 같다.
$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$
수득률 공식은 다음과 같다.
수득률(\%)=실제 생성량이론적 생성량×100
반응식의 몰비로 이론적 생성량을 구하고, 실제 생성량이 그 값의 몇 퍼센트인지 계산해야 하므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 에틸렌의 몰수는 $28g \div 28g/mol = 1mol$이고, 산소의 몰수는 $128g \div 32g/mol = 4mol$이다.
2. 에틸렌 1mol의 완전 연소에는 산소 3mol이 필요하다. 산소는 4mol이 있으므로 산소가 과량이고 에틸렌이 한계 반응물이다.
3. 반응식에서 에틸렌 1mol은 이산화탄소 2mol을 생성하므로, 이론적 이산화탄소 생성량은 $2mol \times 44g/mol = 88g$이다.
4. 따라서 수득률은 다음과 같다.
$\frac{70.4g}{88g} \times 100 = 80\%$

NoteBase

선지 판단

① X — 계산 결과는 80%이므로 60%는 맞지 않는다. 틀린 값 60%는 올바르게는 80%이다.
② X — 70.4g은 실제 생성 질량이지 수득률이 아니다. 따라서 70%라는 표현은 틀리고, 올바른 수득률은 80%이다.
③ O — 실제 생성량 70.4g을 이론적 생성량 88g으로 나누면 0.8이므로 수득률은 80%이다.
④ X — 계산 결과는 80%이므로 90%는 맞지 않는다. 틀린 값 90%는 올바르게는 80%이다.

오답 포인트

실제 생성량 70.4g의 숫자만 보고 ②의 70%를 고르거나, 과량인 산소를 기준으로 이론적 생성량을 계산하는 것이 함정이다. 수득률의 분모는 한계 반응물인 에틸렌으로부터 얻는 이론적 생성량 88g이다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식을 먼저 맞춘 뒤 각 반응물의 몰수를 구해 한계 반응물을 찾고, 그 물질을 기준으로 이론적 생성량을 계산한다. 마지막에 실제 생성량을 이론적 생성량으로 나누고 100을 곱한다.

암기 포인트

수득률은 실제량 ÷ 이론량 × 100이며, 이론량은 반드시 한계 반응물을 기준으로 구한다.

NoteBase

22. 산화와 환원에 대한 설명 중 가장 적절하지 않은 것은?

① 전자활동도가 낮아진 물은 산화되었다고 한다.

② NO_2-N이 NO_3-N으로 변하는 것은 산화 반응이다.

③ 산화환원전위(ORP) 측정값이 -mV이면 산화 상태를 나타낸다.

④ 산화제로써 ORP가 높은 순서로 나열하면, 불소>오존>염소 순서이다.

정답 3번

출제 포인트

산화·환원의 전자 이동과 산화수 변화, ORP 부호가 나타내는 산화·환원 상태를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

산화는 전자를 잃거나 산화수가 증가하는 변화이고, 환원은 전자를 얻거나 산화수가 감소하는 변화이다.
산화환원전위(ORP)가 높고 양(+)의 방향일수록 산화성이 강한 상태이며, 낮고 음(-)의 방향일수록 환원성이 강한 상태이다.

선지별 해설

① O — 산화된 물은 전자를 잃는 방향의 반응이 진행된 상태이므로 전자활동도가 낮다고 본다.

② O — NO_2 – N에서 질소의 산화수는 +3이고 NO_3 – N에서는 +5이므로, 산화수가 증가하는 산화 반응이다.

③ X — 틀린 표현은 'ORP 측정값이 –mV이면 산화 상태'라는 부분이다. ORP가 음(-)의 값이면 환원 상태를 나타내며, 산화 상태는 상대적으로 높은 양(+)의 ORP로 나타난다.

④ O — 산화제로서의 ORP는 불소가 가장 높고 그다음이 오존, 염소이므로 불소 > 오존 > 염소의 순서이다.

오답 포인트

③에서 ORP의 절댓값만 보고 산화성이 크다고 판단하기 쉽다. ORP는 부호와 크기를 함께 보아야 하며, 음(-)의 ORP는 전자를 주기 쉬운 환원성 환경을 뜻한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전자 손실·산화수 증가는 산화, 전자 획득·산화수 감소는 환원으로 판별한다. ORP는 높고 양(+)이면 산화 상태, 낮고 음(-)이면 환원 상태로 판단한다.

암기 포인트

산화는 전자 손실·산화수 증가·높은 ORP, 환원은 전자 획득·산화수 감소·낮은 ORP이다.

NoteBase

23. 알칼리도에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?

① 자연수 중의 알칼리도는 HCO_3^-에 의한 알칼리도가 지배적이다.

② 총알칼리도 값은 M-알칼리도와 P-알칼리도를 합친 값과 같다.

③ 알칼리도와 산도는 pH 4.5 ~ 8.3 사이에서 공존한다.

④ 알칼리도가 높은 물을 폭기시키면 pH가 상승하는 경향이 있다.

정답 2번

출제 포인트

알칼리도의 주성분, P-알칼리도와 M-알칼리도의 적정 종말점 관계, 산도와의 공존 범위 및 가열에 따른 탄산 평형 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

알칼리도는 물이 산을 중화할 수 있는 능력으로, 자연수에서는 보통 중탄산 이온 HCO_3^-이 주로 기여한다.
P-알칼리도는 pH 약 8.3까지 산으로 적정한 값이고, M-알칼리도는 pH 약 4.5까지 적정한 값으로 총알칼리도에 해당한다. 따라서 P-알칼리도는 M-알칼리도에 포함되는 구간이지 두 값이 서로 독립적으로 합산되는 것이 아니다.
pH 4.5~8.3에서는 pH 4.5까지 산을 소비하는 알칼리도와 pH 8.3까지 염기를 소비하는 산도가 함께 나타날 수 있다.

선지별 해설

① O — 일반적인 자연수의 알칼리도는 탄산계 중에서도 중탄산 이온 HCO_3^-에 의한 부분이 지배적이다.
② X — 틀린 표현은 '총알칼리도 값은 M-알칼리도와 P-알칼리도를 합친 값'이다. M-알칼리도는 pH 약 4.5까지의 전체 산 소비량을 나타내므로 그 자체가 총알칼리도이다. 올바르게는 '총알칼리도는 M-알칼리도와 같고, P-알칼리도는 그중 pH 약 8.3까지 측정되는 부분이다'이다.
③ O — pH 4.5~8.3인 물은 pH 4.5까지 산으로 적정할 수 있어 알칼리도를 가지는 동시에, pH 8.3까지 염기로 적정할 수 있어 산도도 가진다.
④ O — 알칼리도가 높은 물을 끓이면 용존 CO_2가 빠져나가 탄산 평형이 염기성 쪽으로 이동하므로 pH가 상승하는 경향이 있다.

NoteBase

오답 포인트

②에서 P와 M을 서로 다른 성분의 양처럼 보고 더하기 쉽다. 그러나 두 값은 같은 시료를 서로 다른 종말점까지 적정한 누적값이며, 더 먼 종말점인 pH 약 4.5까지 적정한 M-알칼리도가 총알칼리도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

적정 종말점을 먼저 구분한다. pH 약 8.3까지가 P-알칼리도이고 pH 약 4.5까지가 M-알칼리도이므로, 총알칼리도는 P+M이 아니라 M이다.

암기 포인트

P는 8.3까지, M은 4.5까지이며, 총알칼리도는 M이다.

NoteBase

24. 100 ℃에서 $KMnO_4$에 의한 산소소비량 측정 조작에 Ag_2SO_4를 첨가하는 이유는?
① 발색조건을 균일하게 하기 위해서
② 염소이온의 방해를 억제하기 위해서
③ pH를 조절하여 종말점 판별을 용이하게 하기 위해서
④ $KMnO_4$의 산화력을 촉진하기 위해서

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 과망간산칼륨에 의한 산소소비량 측정에서 염화 이온의 간섭과 황산은의 역할을 묻는 문제이다.

핵심 개념

염화 이온은 가열된 반응 조건에서 과망간산칼륨을 소비하여 산소소비량을 실제보다 크게 측정하게 할 수 있는 방해 물질이다. 황산은은 은 이온을 공급하며, 은 이온은 염화 이온과 난용성 염화은 침전을 만든다. 반응은 $Ag_2SO_4 + 2Cl^- \rightarrow 2AgCl\downarrow + SO_4^{2-}$로 나타낼 수 있다. 따라서 황산은의 핵심 역할은 염화 이온을 제거하여 그 방해를 억제하는 것이다.

선지별 해설

① X — '발색조건을 균일하게 하기 위해서'가 틀린 표현이다. 황산은은 발색조건을 맞추는 시약이 아니라 염화 이온을 염화은으로 침전시켜 간섭을 억제하는 시약이다.
② O — 황산은에서 공급된 은 이온이 염화 이온과 염화은 침전을 형성하므로, 염화 이온이 과망간산칼륨을 추가로 소비하는 방해가 억제된다.
③ X — 'pH를 조절하여 종말점 판별을 용이하게 하기 위해서'가 틀린 표현이다. 황산은의 역할은 pH 조절이나 종말점 개선이 아니라 염화 이온의 침전 제거이다.
④ X — '$KMnO_4$의 산화력을 촉진하기 위해서'가 틀린 표현이다. 황산은은 과망간산칼륨의 산화력을 높이는 촉진제가 아니라 염화 이온을 염화은으로 만들어 간섭을 차단하는 시약이다.

오답 포인트

황산은을 산화 반응의 촉매나 pH 조절제로 오인하기 쉽다. 이 문항에서는 '은 이온과 염화 이온의 침전 반응'이 직접적인 판단 근거이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

산소소비량 측정에서 황산은이 제시되면 은 이온이 염화 이온과 염화은 침전을 만드는지를 먼저 확인한다. 이 반응은 산화력 촉진이 아니라 염화 이온의 방해 억제에 해당한다.

암기 포인트

황산은은 염화 이온을 염화은으로 묶어 과망간산칼륨 소비 간섭을 막는다.

NoteBase

25. 연소에 대한 설명으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 공기비가 큰 경우 매연이나 검댕의 발생량이 증가한다.
② 공기비가 작은 경우 연소효율이 저하된다.
③ 이론공기량은 연료의 화학적 조성에 따라 달라진다.
④ 연소과정에서 공기비가 작을 경우 일산화탄소 배출이 증대된다.

정답 1번

출제 포인트

공기비와 이론공기량의 뜻을 바탕으로 공기 부족·공기 과잉이 연소효율과 불완전연소 생성물에 미치는 영향을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

공기비는 실제로 공급한 공기량을 이론공기량으로 나눈 값이다. 이론공기량은 연료를 완전연소시키는 데 화학양론적으로 필요한 최소 공기량이며, 연료를 이루는 탄소·수소·황 등의 양에 따라 달라진다.
공기비가 너무 작으면 산소가 부족하여 불완전연소가 일어나고 일산화탄소와 매연·검댕이 증가한다. 반대로 적정한 범위에서 공기를 더 공급하면 완전연소가 촉진되어 이들이 감소하지만, 공기가 지나치게 많으면 배기가스량과 열손실이 커져 열효율이 낮아질 수 있다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '공기비가 큰 경우 매연이나 검댕의 발생량이 증가한다'이다. 매연과 검댕은 산소 부족에 따른 불완전연소에서 주로 증가하므로, 올바르게는 공기비가 작을 때 발생량이 증가하고 적정한 과잉공기에서는 감소한다고 해야 한다.
② O — 공기비가 작으면 산소가 부족하여 연료가 완전연소하지 못하고 미연분과 일산화탄소 등이 생기므로 연소효율이 저하된다.
③ O — 이론공기량은 연료 성분별 산화에 필요한 산소량으로 정해지므로 연료의 화학적 조성에 따라 달라진다.
④ O — 공기비가 작으면 산소 부족으로 탄소가 이산화탄소까지 완전히 산화되지 못하므로 일산화탄소 배출이 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

①에서 공기비가 크면 공기가 더 많이 통과하여 매연도 함께 많아질 것처럼 생각하기 쉽다. 그러나 매연·검댕과 일산화탄소의 핵심 원인은 공기량 자체가 많은 것이 아니라 산소 부족에 따른 불완전연소이다. 다만 과도한 공기는 배기가스 열손실을 키운다는 점과 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

공기비가 작으면 산소 부족 → 불완전연소 → 일산화탄소·매연·검댕 증가로 판단한다. 공기비가 적정 수준보다 지나치게 크면 불완전연소 생성물보다 배기가스량 증가와 열손실을 먼저 연결한다.

암기 포인트

공기 부족은 CO·매연 증가, 공기 과잉은 배기가스 열손실 증가이다.

NoteBase