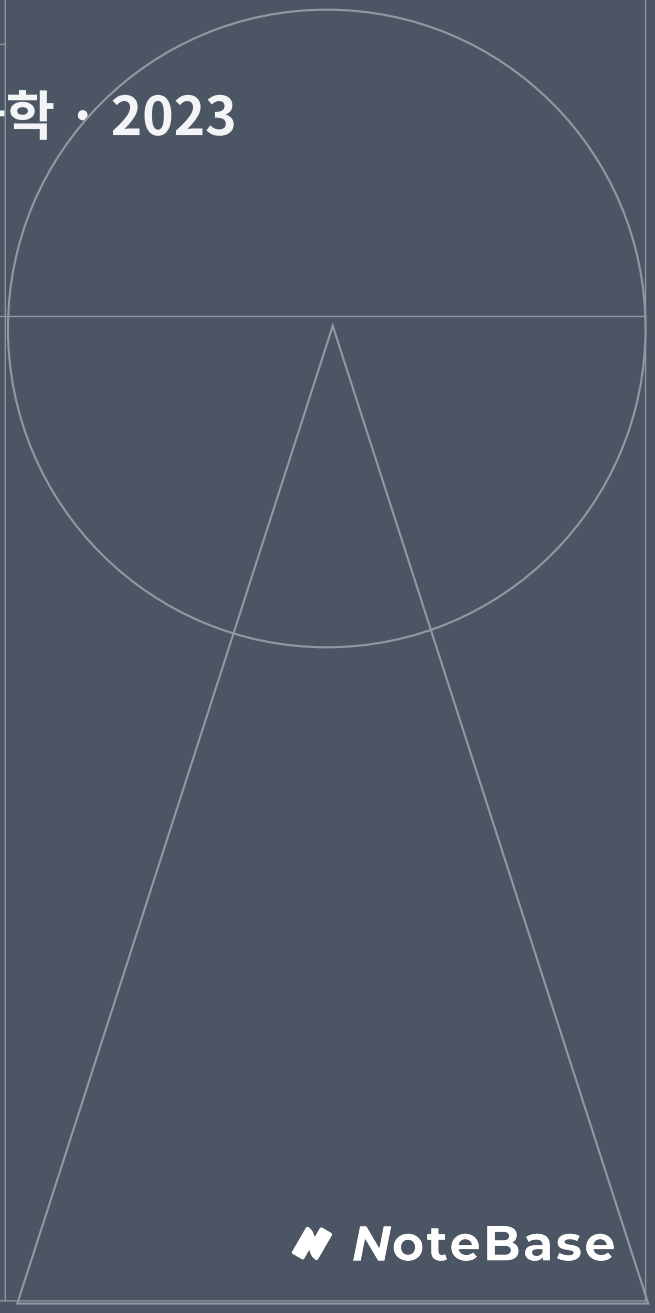
기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2023

공무원/군무원/9급 · 환경화학 · 2023

1. $^{23}_{11}Na^{+}$의 전자수, 중성자수 및 양성자수가 바른 순서대로 나열된 것은?
   ① 10, 12, 11　　② 11, 12, 11
   ③ 11, 23, 11　　④ 12, 11, 10

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 원자 표기와 이온의 전하를 이용해 전자수, 중성자수, 양성자수를 차례로 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 입자: $^{23}_{11}Na^{+}$
질량수: 23
원자번호: 11
이온 전하: +1
구해야 할 값: 전자수, 중성자수, 양성자수

사용할 공식

양성자수 = 원자번호
중성자수 = 질량수 - 원자번호
양이온의 전자수 = 원자번호 - 양전하의 크기

원자번호는 양성자수를 나타내고, 질량수는 양성자수와 중성자수의 합이다. Na^{+}는 중성 나트륨 원자가 전자 1개를 잃은 입자이므로 전자수에서 1을 뺀다.

계산 과정

1. 양성자수는 원자번호와 같으므로 11이다.
2. 중성자수는 $23 - 11 = 12$이다.
3. 전자수는 $11 - 1 = 10$이다.
4. 따라서 전자수, 중성자수, 양성자수의 순서는 10, 12, 11이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 10, 12, 11은 계산한 전자수, 중성자수, 양성자수와 모두 일치한다.

② X — '전자수 11'이 틀렸다. Na^+는 전자 1개를 잃었으므로 전자수는 10이며, 올바른 배열은 10, 12, 11이다.

③ X — '전자수 11, 중성자수 23'이 틀렸다. 23은 중성자수가 아니라 질량수이고, 전자수는 10, 중성자수는 $23 - 11 = 12$이므로 올바른 배열은 10, 12, 11이다.

④ X — '전자수 12, 중성자수 11, 양성자수 10'이 모두 틀렸다. 전자수는 10, 중성자수는 12, 양성자수는 11이므로 올바른 배열은 10, 12, 11이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 Na^+를 중성 원자로 보고 전자수를 원자번호와 같은 11로 두는 것이다. 또한 질량수 23을 중성자수로 착각하거나, 문제에서 요구한 전자수·중성자수·양성자수의 순서를 바꾸기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 원자번호로 양성자수를 정하고, 질량수에서 원자번호를 빼 중성자수를 구한다. 마지막으로 양이온이면 전자를 전하의 크기만큼 빼고, 음이온이면 전자를 전하의 크기만큼 더한 뒤 요구된 순서에 맞춘다.

암기 포인트

원자번호 = 양성자수, 질량수 = 양성자수 + 중성자수, 1 + 이온 = 전자 1개 감소이다.

NoteBase

2. 다음은 액체의 표면장력(surface tension)에 대한 설명이다. 다음 예시 중 적절하지 않은 것은?
① 물속에 들어있는 오염물질의 농도가 증가하면 표면장력이 감소한다.
② 온도가 올라가면 액체의 표면장력이 증가한다.
③ 물은 분자간 수소결합에 의해서 큰 표면장력을 가진다.
④ 물의 모세관 현상을 일으키는 원인이 된다.

정답 2번

출제 포인트

표면장력의 원인과 온도·용존 오염물질에 따른 변화, 그리고 모세관 현상과의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

표면장력은 액체 표면의 분자들이 안쪽으로 받는 순인력 때문에 표면적을 최소화하려는 성질이다. 물은 분자 사이의 강한 수소결합으로 표면장력이 크다. 온도가 상승하면 분자의 열운동이 활발해져 분자 간 응집력이 약해지므로 표면장력은 감소한다.

선지별 해설

① O — 물속에 녹아 있는 계면활성 성분 등 오염물질의 농도가 증가하면 물 분자 사이의 응집 작용이 방해되어 표면장력이 감소할 수 있다.
② X — 틀린 표현은 '온도가 올라가면 표면장력이 증가한다'이다. 실제로는 온도가 올라가면 분자 운동이 활발해지고 분자 간 응집력이 약해져 액체의 표면장력이 감소한다.
③ O — 물 분자 사이에는 강한 수소결합이 작용하므로 물은 비교적 큰 표면장력을 가진다.
④ O — 표면장력과 액체·관 벽 사이의 부착력 및 물 분자 사이의 응집력 때문에 가는 관에서 액체가 상승하거나 하강하는 모세관 현상이 나타난다.

오답 포인트

②에서 온도 상승을 표면장력 증가와 연결한 것이 함정이다. 온도가 높아질수록 분자 간 인력의 효과가 약해지므로 표면장력은 감소한다.

다시 나오면 이렇게 판단

표면장력 문제에서는 먼저 분자 간 응집력이 강해지는지 약해지는지를 판단한다. 수소결합은 표면장력을 크게 하고, 온도 상승이나 계면활성 성분에 의한 응집력 약화는 표면장력을 작게 한다.

NoteBase

암기 포인트

수소결합은 표면장력을 크게, 온도 상승은 표면장력을 작게 한다.

NoteBase

3. 질산은($AgNO_3$) 수용액에 금속 구리(Cu) 조각을 넣었더니 반응이 일어났다. 다음 설명 중 옳은 것은?
① 구리는 은보다 이온이 되려고 하는 성질이 크다.
② 구리는 이온화되면서 산화수가 감소되었다.
③ 구리가 녹으면서 수용액의 색이 붉게 변화한다.
④ 구리는 은보다 이온화경향도가 적기 때문에 금속으로 석출된다.

정답 1번

출제 포인트

금속의 이온화 경향을 이용하여 구리의 산화와 은 이온의 환원, 산화수 변화, 수용액의 색 변화를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

이온화 경향은 금속이 전자를 잃고 양이온이 되려는 상대적 성질이다. 구리는 은보다 이온화 경향이 크므로 구리는 산화되고 은 이온은 환원된다.
산화: $Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^-$
환원: $2Ag^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2Ag(s)$
전체 반응: $Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

선지별 해설

① O — 구리 조각이 산화되어 Cu^{2+}가 되고 Ag^+가 은으로 환원되므로, 구리는 은보다 이온이 되려는 성질, 즉 이온화 경향이 크다.

② X — 틀린 표현은 '구리는 이온화되면서 산화수가 감소되었다'이다. 구리는 전자를 잃고 이온화되므로 산화되며, 산화수는 0에서 +2로 증가한다. 올바르게는 '구리는 이온화되면서 산화수가 증가하였다'이다.

③ X — 틀린 표현은 '수용액의 색이 붉게 변화한다'이다. 구리가 녹아 생성된 Cu^{2+} 때문에 수용액은 푸른색을 띤다. 올바르게는 '구리가 녹으면서 수용액의 색이 푸르게 변화한다'이다.

④ X — 틀린 표현은 '구리는 은보다 이온화 경향도가 적기 때문에 금속으로 석출된다'이다. 구리는 은보다 이온화 경향이 커서 Cu^{2+}로 산화되어 녹고, 금속으로 석출되는 것은 환원된 은이다. 올바르게는 '구리는 은보다 이온화 경향이 크기 때문에 이온화되고, 은 이온이 금속 은으로 석출된다'이다.

NoteBase

오답 포인트

구리 조각 표면에 생기는 은 금속의 색과 수용액의 색을 혼동하기 쉽다. 석출된 은은 금속 고체이고, 수용액의 푸른색은 생성된 Cu^{2+}에서 나타난다. 또한 산화는 전자를 잃는 과정이므로 산화수는 감소가 아니라 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

치환 반응에서는 먼저 어떤 금속이 전자를 잃어 양이온이 되는지 확인한다. 그 금속은 이온화 경향이 더 크고 산화수가 증가하며, 상대 금속 이온은 전자를 얻어 금속으로 석출된다.

암기 포인트

구리는 녹아 푸른 Cu^{2+}, 은 이온은 환원되어 은으로 석출된다.

NoteBase

4. 다음 중 암모니아성 질소의 정량법이 아닌 것은?
① 암모니아 선택성 이온 전극법(Ammonia selective ion electrode method)
② 인도 페놀법(Indo phenol method)
③ 킬달질소 정량법(Kjeldahl method)
④ 네슬러 법(Nessler method)

정답 3번

출제 포인트

암모니아성 질소를 직접 정량하는 방법과 시료의 유기질소까지 포함하여 정량하는 켈달질소 정량법을 구별하는 문제이다. 문제는 '아닌 것'을 묻는다.

핵심 개념

암모니아성 질소 정량법은 시료 속 암모니아 또는 암모늄 이온을 선택적으로 검출하거나 발색시켜 농도를 구하는 방법이다.
암모니아 선택성 이온 전극법은 암모니아에 대한 전극의 전위 변화를 이용하고, 인도페놀법과 네슬러법은 암모니아의 발색 반응을 이용한다.
켈달질소 정량법은 유기질소를 분해하여 암모늄 형태로 바꾼 뒤 질소량을 정량하는 방법으로, 일반적인 암모니아성 질소 전용 정량법과 측정 대상이 다르다.

선지별 해설

① O — 암모니아 선택성 이온 전극법은 시료의 암모니아에 반응하는 전극의 전위 변화를 측정하므로 암모니아성 질소 정량법에 해당한다.

② O — 인도페놀법은 암모니아가 반응하여 생성하는 청색 계열의 인도페놀 화합물의 흡광도를 측정하는 발색 정량법이므로 암모니아성 질소 정량법에 해당한다.

③ X — 틀린 표현은 '켈달질소 정량법이 암모니아성 질소의 정량법이다'라는 분류이다. 켈달질소 정량법은 시료를 분해하여 유기질소를 암모늄 형태로 전환한 뒤 정량하는 질소 분석법이며, 올바르게는 유기질소 등을 포함하는 켈달질소의 정량법으로 분류한다. 따라서 문제에서 요구한 '암모니아성 질소의 정량법이 아닌 것'이다.

④ O — 네슬러법은 암모니아와 네슬러 시약의 반응으로 생기는 황갈색 발색의 세기를 측정하므로 암모니아성 질소 정량법에 해당한다.

NoteBase

오답 포인트

켈달질소 정량 과정에서도 질소를 암모늄 형태로 전환하여 측정하므로 암모니아성 질소 정량법처럼 보일 수 있다. 그러나 ③은 처음부터 존재하는 암모니아성 질소만을 선택적으로 측정하는 방법이 아니라 유기질소를 분해·전환하여 함께 정량하는 방법이라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

방법명보다 측정 원리를 확인한다. 전극으로 암모니아를 검출하거나 암모니아를 직접 발색시키면 암모니아성 질소 정량법이고, 시료를 분해하여 유기질소를 암모늄으로 바꾼 뒤 측정하면 켈달질소 정량법으로 구별한다.

암기 포인트

암모니아성 질소는 선택성 전극·인도페놀·네슬러, 유기질소까지 분해하여 재는 것은 켈달이다.

NoteBase

5. 공장 용수의 총알칼리도를 측정하려고 한다. 알칼리도 측정 시 시료 200 mL를 사용하여 0.2N H_2SO_4가 10 mL 소비되었을 때 환산된 $CaCO_3$로서의 총알칼리도는?

① 200mg/L ② 300mg/L
③ 400mg/L ④ 500mg/L

정답 4번

출제 포인트

산 적정에 소비된 산의 당량을 이용하여 총알칼리도를 $CaCO_3$ 기준 농도로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 시료 부피 200mL, 황산 농도 0.2N, 황산 소비량 10mL이다.
구해야 할 값: $CaCO_3$로 환산한 총알칼리도 mg/L이다.
주의할 조건: 노르말농도 N는 이미 산의 당량 농도이므로 황산이 2가 산이라는 이유로 2를 다시 곱하지 않는다.

사용할 공식

총알칼리도(mg/L as CaCO_3)=A× N× 50,000V
여기서 A는 산 소비량 mL, N은 산의 노르말농도, V는 시료 부피 mL이다. 50,000mg/eq는 $CaCO_3$의 환산당량이다. 산 적정에서 소비된 산의 당량이 시료가 중화한 알칼리도의 당량과 같으므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 산의 소비 조건은 $A = 10mL$, $N = 0.2N$이다.
2. 공식에 대입하면 다음과 같다.

$$\frac{10 \times 0.2 \times 50{,}000}{200} = 500$$

3. 따라서 총알칼리도는 500mg/L as $CaCO_3$이다.

선지 판단

① X — 200mg/L는 계산 결과 500mg/L와 일치하지 않는다. 틀린 값이며, 올바르게는 총알칼리도가 500mg/L이다.
② X — 300mg/L는 산 소비량, 노르말농도, 시료 부피를 공식에 대입한 결과와 다르다. 올바르게는 500mg/L이다.
③ X — 400mg/L는 계산값보다 100mg/L 작다. 올바르게는 500mg/L이다.
④ O — 10 × 0.2 × 50,000/200 = 500이므로 500mg/L가 정확하다.

NoteBase

오답 포인트

황산의 화학식에 수소가 2개 있다는 이유로 노르말농도 0.2N에 2를 다시 곱하면 안 된다. 또한 시료량 200mL를 분모에 넣고, $CaCO_3$ 환산계수 50,000mg/eq를 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

산 소비량과 노르말농도를 확인한 뒤 $A \times N \times 50{,}000/V$에 대입하고, 결과 단위가 mg/L as $CaCO_3$인지 검산한다.

암기 포인트

알칼리도 mg/L as $CaCO_3$는 '산 소비량 × 노르말농도 × 50,000 ÷ 시료량'이다.

NoteBase

6. 수돗물을 소독할 때 염소(Cl_2) 대신에 이산화염소(ClO_2)를 사용하여 소독할 수 있다. 다음 중 이산화염소로 소독할 때의 장점으로 가장 적절한 것은?

㉠ 암모니아와 반응하지 않아 클로로아민이 생성되지 않는다.
㉡ 천연유기물과 반응하지 않아 트리할로메탄(THM)을 생성하지 않는다.
㉢ 소독 시 비용이 적게 소모된다.
㉣ 이산화염소는 안정한 액체이므로 취급하기가 쉽다.

① ㉠, ㉡ ② ㉠, ㉢
③ ㉡, ㉢ ④ ㉡, ㉣

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 염소 대신 이산화염소를 소독제로 사용할 때 나타나는 반응 특성, 소독부산물 생성, 비용 및 취급상의 차이를 묻는다.

핵심 개념

이산화염소 ClO_2는 강한 산화력을 이용하는 소독제로, 염소 Cl_2와 달리 암모니아와 반응하여 클로로아민을 만들지 않고 천연유기물의 염소화에 따른 트리할로메탄(THM) 생성도 억제한다. 반면 불안정하고 휘발성이 있어 보통 사용 현장에서 제조하며, 비용과 취급 측면은 장점으로 보기 어렵다.
ㄱ은 옳고, ㄴ은 옳으며, ㄷ과 ㄹ은 옳지 않다.

선지별 해설

① O — ㄱ과 ㄴ의 조합이다. 이산화염소는 암모니아와 반응하여 클로로아민을 생성하지 않으며, 천연유기물의 염소화로 생기는 THM도 거의 생성하지 않으므로 두 진술이 모두 옳다.
② X — ㄱ은 옳지만 ㄷ이 틀리다. 틀린 표현은 '소독 시 비용이 적게 소모된다'이다. 올바르게는 이산화염소는 현장 제조 설비와 약품이 필요하여 일반적인 염소 소독보다 비용이 많이 들 수 있다.
③ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀리다. 틀린 표현은 '비용이 적게 소모된다'이다. 올바르게는 이산화염소 소독은 제조·주입 설비 등이 필요하므로 낮은 비용을 장점으로 보기 어렵다.
④ X — ㄴ은 옳지만 ㄹ이 틀리다. 틀린 표현은 '안정한 액체이므로 취급하기가 쉽다'이다. 올바르게는 이산화염소는 불안정하고 휘발성이 큰 기체이므로 저장·운반이 어렵고, 보통 현장에서 만들어 사용한다.

NoteBase

오답 포인트

ㄷ의 '비용이 적다'와 ㄹ의 '안정한 액체'가 함정이다. 이산화염소는 THM과 클로로아민 억제에는 유리하지만, 현장 제조에 따른 비용과 불안정성 때문에 경제성·취급성까지 모두 우수한 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

이산화염소의 장단점을 소독부산물과 운전 조건으로 나누어 판단한다. 클로로아민·THM 억제는 장점이고, 높은 비용·현장 제조 필요·불안정한 취급은 단점이다.

암기 포인트

이산화염소는 클로로아민·THM은 줄이지만, 비용과 취급 부담은 늘어난다.

NoteBase

7. 핵 물질은 스스로 방사선을 방출한다. 다음 방사선 설명 중 적절하지 않은 것은?
① 베타선은 전자의 흐름으로 빠르게 흐르지만, 투과력이 약해 얇은 금속판으로도 막을 수 있고, -1 전하를 가진 입자이다.
② 감마선은 빛과 같은 대단히 짧은 파장의 전자복사선이다.
③ 알파선은 헬륨 입자의 흐름이고, 전극을 걸어주면 방향은 양(+)극으로 휘어진다.
④ 알파선은 무겁고 종이 한 장을 투과할 수 있으며, 공기 중에서 몇 cm 정도밖에 날아가지 못한다.

정답 3번

출제 포인트

알파선·베타선·감마선의 정체, 전하, 투과력과 전기장 속 휨 방향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

알파선은 양전하를 띤 헬륨 원자핵의 흐름으로 투과력이 가장 약하다. 베타선은 주로 빠르게 움직이는 전자의 흐름으로 음전하를 띠며 투과력은 알파선보다 강하고 감마선보다 약하다. 감마선은 전하가 없는 매우 짧은 파장의 전자기파로 세 방사선 가운데 투과력이 가장 강하다. 전기장에서는 양전하인 알파선이 음극 쪽으로, 음전하인 베타선이 양극 쪽으로 휘고, 감마선은 휘지 않는다.

선지별 해설

① O — 베타선은 빠른 전자의 흐름이며 전자 한 개에 해당하는 음전하를 띤다. 투과력은 알파선보다 크지만 얇은 금속판 등으로 차폐할 수 있으므로 적절한 설명이다.
② O — 감마선은 빛과 같은 전자기파이며 파장이 매우 짧다. 전하와 질량이 없고 투과력이 강하므로 적절한 설명이다.
③ X — 틀린 표현은 '양(+)극으로 휘어진다'이다. 알파선은 양전하를 띤 헬륨 원자핵의 흐름이므로 전기장에서는 반대 전하인 음(-)극 쪽으로 휘어진다.
④ O — 알파선은 질량이 크고 투과력이 약해 종이 한 장으로도 막을 수 있으며, 공기 중에서도 보통 수 cm 정도밖에 진행하지 못하므로 적절한 설명이다.

오답 포인트

③은 알파선이 양전하라는 사실과 이동 방향을 같은 것으로 착각하게 만든다. 전기장에서는 같은 부호의 전극이 아니라 반대 부호의 전극으로 끌리므로, 양전하인 알파선은 음극 쪽으로 휜다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 방사선의 전하를 확인한 뒤 반대 전하의 전극 쪽으로 휜다고 판단한다. 알파선은 양전하이므로 음극 쪽, 베타선은 음전하이므로 양극 쪽으로 휘며, 전하가 없는 감마선은 휘지 않는다. 차폐는 알파선은 종이, 베타선은 얇은 금속판, 감마선은 두꺼운 납이나 콘크리트의 순서로 구분한다.

암기 포인트

알파선은 양전하·음극·종이, 베타선은 음전하·양극·얇은 금속, 감마선은 무전하·무편향·강한 투과력이다.

NoteBase

8. 90g의 글루코오스($C_6H_{12}O_6$)와 과량의 산소(O_2)를 반응시켜 이산화탄소(CO_2)와 물(H_2O)이 생성되는 반응에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, H, C, O의 몰 질량(g/mol)은 각각 1, 12, 16이다.)

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow xCO_2(g) + yH_2O(l)$$

① x와 y에 해당하는 계수는 모두 6이다.
② 90g 글루코오스가 완전히 반응하는데 필요한 O_2의 질량은 96g이다.
③ 90g 글루코오스가 완전히 반응해서 생성된 CO_2의 질량은 88g이다.
④ 90g 글루코오스가 완전히 반응해서 생성된 H_2O의 질량은 54g이다.

정답 3번

출제 포인트

완전 연소 반응식의 계수를 맞춘 뒤, 반응 몰비와 몰 질량을 이용하여 반응물과 생성물의 질량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 글루코오스의 질량은 $90g$이고, 글루코오스·산소·이산화탄소·물의 몰 질량은 각각 $180g/mol$, $32g/mol$, $44g/mol$, $18g/mol$이다.
구해야 할 값: 반응식의 x, y와 필요한 O_2, 생성되는 CO_2, H_2O의 질량이다.
주의할 조건: 산소가 과량이므로 글루코오스 $90g$이 완전히 반응한다.

사용할 공식

균형 반응식은 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$이다. 물질의 양은 $n = m/M$, 질량은 $m = nM$으로 계산한다. 반응식의 계수비가 물질 사이의 몰비를 나타내므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 글루코오스의 물질의 양은 $90g \div 180g/mol = 0.5mol$이다.
2. 계수비 1 : 6 : 6 : 6에 따라 O_2, CO_2, H_2O는 각각 $0.5 \times 6 = 3mol$이다.
3. 산소의 질량은 $3mol \times 32g/mol = 96g$이다.
4. 이산화탄소의 질량은 $3mol \times 44g/mol = 132g$이다.
5. 물의 질량은 $3mol \times 18g/mol = 54g$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 탄소 원자 6개와 수소 원자 12개를 맞추면 $x = 6$, $y = 6$이므로 옳다.
② O — 글루코오스 $0.5mol$에는 산소 $3mol$이 필요하고, 그 질량은 $96g$이므로 옳다.
③ X — 생성되는 CO_2는 $3mol$이므로 질량은 $132g$이다. 틀린 표현 $88g$은 올바르게는 $132g$이다.
④ O — 생성되는 H_2O는 $3mol$이고 질량은 $54g$이므로 옳다.

오답 포인트

③의 $88g$은 CO_2의 몰 질량 $44g/mol$에 $2mol$만 곱한 값이다. 글루코오스 $0.5mol$에 반응계수 6을 곱하면 CO_2는 $3mol$ 생성된다는 점을 놓치면 안 된다. 또한 문제는 '옳지 않은 것'을 묻고 있으므로 X인 ③을 선택한다.

다시 나오면 이렇게 판단

완전 연소 계산은 반응식 계수 맞추기 → 주어진 질량을 몰로 바꾸기 → 계수비로 각 물질의 몰수 구하기 → 몰 질량을 곱해 질량으로 바꾸기 → 문제의 긍정·부정 표현 확인 순서로 판단한다.

암기 포인트

질량을 바로 계수비로 비교하지 않고, 반드시 질량 → 몰 → 계수비 → 몰 → 질량의 순서로 계산한다.

NoteBase

9. 화학반응식에서 평형상수(K)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① K값이 클수록 평형에 도달하는 시간이 짧아진다.
② K값이 클수록 평형위치는 생성물 방향으로 이동한다.
③ 발열반응에서 평형상태에 열을 가해주면 K값이 감소한다.
④ 일정온도에서 K값의 크기는 생성물과 반응물 사이의 에너지 차이에 의해서 결정된다.

정답 1번

출제 포인트

평형상수의 크기가 나타내는 평형 조성과 반응 속도를 구별하고, 온도 변화에 따른 평형상수의 변화를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

평형상수 K: 일정한 온도에서 평형에 도달했을 때 생성물과 반응물의 농도 또는 활동도 관계를 나타내는 값이다.
K가 크면 생성물 쪽이 우세하고, K가 작으면 반응물 쪽이 우세하다.
반응 속도: 평형에 도달하는 데 걸리는 시간과 관련된 양으로, 활성화에너지와 속도상수 등에 좌우된다.
평형상수의 크기만으로는 반응 속도를 판단할 수 없다.
열역학적 관계: 일정한 온도에서 표준 반응 Gibbs 자유에너지와 평형상수는 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$의 관계를 가진다.

NoteBase

선지별 해설

① X

틀린 표현은 'K값이 클수록 평형에 도달하는 시간이 짧아진다'이다. K는 평형의 위치를 나타낼 뿐, 평형에 도달하는 속도나 시간을 나타내지 않는다. 올바르게는 평형 도달 시간은 정반응과 역반응의 속도 및 활성화에너지 등에 의해 결정되며, K의 크기만으로 판단할 수 없다.

② O

K가 크다는 것은 평형에서 생성물의 상대적 비율이 크다는 뜻이므로 평형 위치는 생성물 방향에 치우친다.

③ O

발열반응에서는 열을 생성물로 볼 수 있다. 온도를 높이면 열을 소비하는 역반응 쪽으로 평형이 이동하므로 생성물의 평형 비율이 작아지고 K값은 감소한다.

④ O

일정한 온도에서는 $\Delta G^\circ = -RT\ln K$이므로 생성물과 반응물 사이의 표준 자유에너지 차이인 표준 반응 Gibbs 자유에너지가 K의 크기를 결정한다.

오답 포인트

①의 '평형에 도달하는 시간'을 '평형에서 생성물이 얼마나 우세한가'와 혼동하기 쉽다. 평형상수는 평형 조성에 관한 열역학적 값이고, 도달 시간은 반응 속도론의 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

선지에 '빠르다·느리다·시간·촉매'가 나오면 반응 속도, '생성물 우세·반응물 우세·평형 위치'가 나오면 평형상수의 문제로 구분한다. 발열반응의 온도를 높이면 역반응이 유리해져 K가 감소하고, 흡열반응에서는 반대로 K가 증가한다.

암기 포인트

K는 평형의 위치, 속도상수는 평형에 가는 속도이다. 발열반응은 온도 상승 시 K가 감소한다.

NoteBase

10. 다음은 소수성 콜로이드의 일반적인 특성 응집에 대한 설명이다. 소수성 콜로이드에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?
① 소수성 콜로이드는 물과 반발하는 성질을 가진 입자들로 구성되어 있다.
② 대부분의 콜로이드는 등전점(pH_{zpc})에서 표면전하가 0이 되며, 입자사이의 반발력이 최소가 되어 침전된다.
③ 소수성 콜로이드는 수용액의 pH가 낮으면, 양전하 콜로이드가 많아지고 음전하의 콜로이드는 적어진다.
④ 소수성 콜로이드는 반대 전하의 전해질 이온의 첨가에 의한 침전은, 첨가되는 전해질 이온의 전하수가 높을수록 적어진다.

정답 4번

출제 포인트

소수성 콜로이드의 안정성과 응집이 표면전하, 등전점, pH 및 반대 전하 이온의 전하수에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

소수성 콜로이드는 물과 친화성이 낮아 표면전하에 따른 입자 사이의 전기적 반발력으로 분산 상태를 유지하는 콜로이드이다. 등전점 pH_{zpc}에서는 표면전하가 0이 되어 반발력이 최소가 되므로 응집·침전이 쉬워진다. 또한 콜로이드와 반대 전하를 띠는 이온은 전하수가 클수록 응집력이 강해져 더 적은 농도로도 응집을 일으킨다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 소수성 콜로이드는 분산매인 물과 친화성이 낮은 입자로 이루어져 있으므로 물과 반발하는 성질을 가진다는 설명은 옳다.

② O — 등전점 pH_{zpc}에서는 콜로이드의 표면전하가 0이 되고 입자 사이의 전기적 반발력이 최소가 되어 응집·침전이 잘 일어난다.

③ O — 양쪽성 표면은 pH가 낮아질수록 양성자화되어 양전하가 증가하고 음전하는 감소한다. 따라서 양전하 콜로이드가 많아지고 음전하 콜로이드는 적어진다는 설명은 옳다.

④ X — 틀린 표현은 '첨가되는 전해질 이온의 전하수가 높을수록 침전은 적어진다'이다. 실제로는 콜로이드와 반대 전하를 띠는 이온의 전하수가 높을수록 전하 중화 능력과 응집력이 커져 응집·침전이 더 잘 일어나며, 필요한 전해질의 농도나 양은 더 적어진다.

오답 포인트

④에서 '침전량이 적어진다'와 '침전에 필요한 전해질량이 적어진다'를 혼동하기 쉽다. 이온의 전하수가 커지면 응집력이 강해지므로 줄어드는 것은 필요한 전해질의 농도나 양이지, 응집·침전 경향이 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 등전점에서는 표면전하와 입자 간 반발력이 최소라는 점을 확인한다. 그다음 전해질 효과는 콜로이드와 반대 전하인 이온을 기준으로 보며, 그 이온의 전하수가 클수록 응집력은 커지고 필요한 전해질 농도는 작아진다고 판단한다.

암기 포인트

등전점은 반발력 최소·응집 최대, 반대 전하 이온은 고전하일수록 적은 양으로 강하게 응집한다.

NoteBase

11. 암모늄 이온(NH_4^+)이 자연수역에 유입될 때 수역에 미치는 영향으로 가장 적절하지 않은 것은?
① 폐쇄 수역의 부영양화가 증가한다.
② 수돗물로 정수 시 염소요구량이 증가한다.
③ 암모늄 이온이 산화되면 수중에 질소 가스가 증가한다.
④ 수중 생물에 대한 독성이 증가한다.

정답 3번

출제 포인트

암모늄 이온 NH_4^+의 유입이 수계에 미치는 영향과 질산화·탈질의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

암모늄성 질소: 물속의 NH_4^+와 평형을 이루는 비이온성 암모니아 NH_3를 포함하는 질소 형태로, 영양염 부하·염소요구량·독성에 영향을 준다.
질산화: 호기성 미생물이 NH_4^+를 아질산성 질소와 질산성 질소로 산화하는 과정이며, 산소와 알칼리도를 소비한다.
탈질: 무산소 조건에서 질산성 질소 등이 환원되어 질소가스 N_2로 전환되는 과정이다.
따라서 질산화는 산화된 질소를 만들고, 탈질은 질소가스를 만든다.

선지별 해설

① O — 폐쇄 수역에 암모늄성 질소가 유입되면 조류와 수생식물이 이용할 수 있는 질소 영양염이 늘어 부영양화가 증가할 수 있다.
② O — 암모늄은 정수 과정에서 염소와 반응하여 클로라민 등을 형성하므로 소독에 필요한 염소량, 즉 염소요구량을 증가시킨다.
③ X — 틀린 표현은 '암모늄 이온이 산화되면 수중에 질소가스가 증가한다'이다. 암모늄의 산화는 질산화로서 아질산성 질소와 질산성 질소를 생성하며, 질소가스는 주로 질산성 질소 등이 탈질될 때 생성된다. 올바르게는 '암모늄 이온이 산화되면 수중의 아질산성 질소와 질산성 질소가 증가한다'이다.
④ O — 암모늄성 질소가 증가하면 평형 관계에 있는 비이온성 암모니아 NH_3도 증가할 수 있으며, NH_3는 수중 생물에 독성을 나타낸다. 특히 수온과 pH가 높을수록 NH_3의 비율이 커져 독성 위험이 증가한다.

오답 포인트

③은 '질소가 산화된다'는 말 때문에 질소가스가 생긴다고 착각하게 만든다. 그러나 질산화의 생성물은 아질산염·질산염이고, 질소가스는 탈질의 생성물이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

암모늄의 '산화'가 보이면 질산화를 연결하여 아질산염·질산염 생성과 산소·알칼리도 소비를 판단한다. N_2 발생이 보이면 질산화가 아니라 무산소 조건의 탈질을 연결한다.

암기 포인트

질산화는 NH_4^+에서 아질산염·질산염으로, 탈질은 질산염에서 N_2로 진행된다.

12. 지천이 많은 하천은 완충능력이 클수록 좋다고 한다. 완충능력에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?
① COD(화학적 산소요구량)의 감소 요인이 된다.
② DO(용존산소)가 부족한 원인이 된다.
③ pH 변화에 대한 저항능력이 생긴다.
④ 오염물의 자연 정화능력이 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

지천의 유입이 본류의 희석·혼합·재폭기와 자연 정화에 어떤 영향을 주는지 판단하는 문제이다.

핵심 개념

하천의 완충능력은 오염물질이 유입되어도 희석, 침전, 생물학적 분해, 재폭기 등의 작용으로 수질 변화를 줄이고 회복하는 능력이다. 지천이 많으면 일반적으로 유량과 혼합이 증가하고 산소 공급이 활발해져 이러한 능력이 커질 수 있다.

선지별 해설

① O — 지천수가 유입되면 오염물질이 희석되고 유기물의 분해·침전 등 자정작용이 촉진되어 COD를 낮추는 요인이 될 수 있다.
② X — 틀린 표현은 'DO가 부족한 원인이 된다'이다. 지천의 유입과 혼합은 일반적으로 재폭기와 산소 공급을 촉진하므로, 올바르게는 'DO 부족을 완화하는 요인이 된다'이다.
③ O — 유량 증가와 혼합·희석은 산성 또는 알칼리성 물질 유입에 따른 급격한 pH 변화를 줄여 수질의 완충 작용에 기여한다.
④ O — 지천의 유입은 희석, 혼합, 재폭기와 미생물에 의한 유기물 분해를 촉진하므로 오염물의 자연 정화능력을 높이는 요인이 된다.

오답 포인트

②의 'DO가 부족'이라는 표현이 함정이다. 지천이 많다는 사실을 오염원 증가로만 해석하면 안 되며, 이 문항에서는 지천 유입에 따른 유량 증가·혼합·재폭기가 DO 부족을 완화하는 방향으로 작용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

지천 유입의 효과를 묻는 문항에서는 유량 증가 → 희석·혼합 증가 → 재폭기와 자정작용 촉진 → COD 및 pH 변화 완화, DO 회복의 흐름으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

지천 증가: 희석·혼합·재폭기 증가, COD·pH 변화 완화, DO·자정능력 증가이다.

NoteBase

13. 다음은 가스크래마토그래피(GC)법에 대한 설명이다. 다음 중 옳지 않은 것은?
① 운반기체로 사용되는 가스로는 Ar, He, N_2 등이 있다.
② 물속에 녹아있는 중금속의 측정에 많이 이용된다.
③ 시료의 성분과 흡착제의 친화력의 차이로 이동 속도가 달라지기 때문에 친화력이 작은 성분부터 차례로 분리할 수 있다.
④ 고정상을 가득 채운 칼럼에 시료를 주입하면 운반 기체에 의해서 칼럼을 통해 운반된다.

정답 2번

출제 포인트

가스크로마토그래피(GC)의 운반기체, 분리 원리, 시료 이동 방식과 적합한 분석 대상을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

가스크로마토그래피는 기체를 이동상으로 사용하여 기화할 수 있는 성분을 분리·분석하는 방법이다. 시료 성분은 고정상과의 친화력 차이 때문에 칼럼을 통과하는 속도와 머무름 시간이 달라져 분리된다. 반면 물속의 중금속은 일반적으로 휘발성이 낮은 이온 상태이므로 GC의 주된 분석 대상이 아니다.

선지별 해설

① O — 아르곤(Ar), 헬륨(He), 질소(N_2) 등은 시료를 칼럼으로 운반하는 운반기체로 사용할 수 있다.
② X — 틀린 표현은 '물속에 녹아있는 중금속의 측정에 많이 이용된다'이다. 수중 중금속은 비휘발성 이온이므로 GC의 일반적인 분석 대상이 아니며, 올바르게는 원자흡수분광법이나 유도결합플라스마 분석법 등으로 측정한다. GC는 주로 기화할 수 있고 열적으로 안정한 유기화합물의 분리·분석에 이용된다.
③ O — 성분마다 고정상과의 친화력이 달라 칼럼에서의 이동 속도와 머무름 시간이 달라진다. 고정상과의 친화력이 작은 성분이 덜 머물기 때문에 먼저 용출된다.
④ O — 충전 칼럼에 주입된 시료는 기화된 뒤 이동상인 운반기체에 실려 칼럼 내부를 통과한다.

오답 포인트

②는 '환경 시료의 오염물질을 측정한다'는 넓은 이미지 때문에 중금속도 GC로 분석한다고 착각하게 만든다. 분석 대상이 환경오염물질인지보다 그 성분이 기화 가능한지를 먼저 판단해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

GC 관련 선지는 ‘기체 이동상’, ‘기화 가능한 시료’, ‘고정상과의 친화력 차이에 따른 머무름 시간 차이’에 맞는지 확인한다. 비휘발성 금속 이온을 GC의 대표 분석 대상으로 제시하면 틀린 설명으로 판단한다.

암기 포인트

GC는 기체가 운반하고, 친화력 차이로 분리하며, 휘발성 성분을 분석한다. 중금속 이온은 GC의 대표 대상이 아니다.

NoteBase

14. 다음은 화학전지에 대한 설명이다. 가장 옳지 않은 것은?
① 전극에서 석출 또는 용해되는 물질의 양은 흐른 전기량에 비례한다.
② 화학전지는 이온이 되려는 경향(이온화 경향도)이 다른 두 금속을 전해질 용액에 담구어 사용한다.
③ 볼타전지에서 한번 사용 후 버리는 것을 1차 전지라 하고, 충전하여 재사용하는 것을 2차 전지라 한다.
④ 화학전지에서 양극은 환원반응이 일어나며, 음극은 산화반응이 일어난다.

정답 4번

출제 포인트

화학전지의 기본 원리, 패러데이 법칙, 1차·2차 전지의 구분, 양극과 음극에서 일어나는 산화·환원 반응을 묻는 문제이다.

핵심 개념

화학전지는 산화·환원 반응을 이용하여 화학에너지와 전기에너지를 서로 전환하는 장치이다.
패러데이 법칙: 전극에서 석출되거나 용해되는 물질의 양은 흐른 전기량에 비례한다. 즉, $m \propto Q$이고 $Q = It$이다.
1차 전지는 충전하여 반복 사용하기 어려운 전지이고, 2차 전지는 충전하여 다시 사용할 수 있는 전지이다.
산화반응이 일어나는 전극은 anode이고 환원반응이 일어나는 전극은 cathode이다. 화학전지에서는 음극이 anode로서 산화되고, 양극이 cathode로서 환원된다.

선지별 해설

① O — 패러데이 법칙에 따라 전극에서 석출되거나 용해되는 물질의 양은 전극을 통과한 전기량에 비례한다.
② O — 화학전지는 일반적으로 이온화 경향이 다른 두 금속을 전극으로 사용하고, 이온이 이동할 수 있는 전해질 용액에 담가 전위차와 전류를 만든다.
③ O — 한 번 방전한 뒤 충전하여 재사용할 수 없는 전지는 1차 전지이고, 충전으로 화학반응을 되돌려 재사용할 수 있는 전지는 2차 전지이다.
④ O — 화학전지에서는 양극인 cathode에서 환원반응이 일어나고 음극인 anode에서 산화반응이 일어나므로 선지의 설명은 옳다. 따라서 이미지의 문항 내용과 공식 정답 4번은 서로 충돌한다.

NoteBase

오답 포인트

화학전지에서는 양극이 cathode로서 환원되고 음극이 anode로서 산화된다. 전해전지에서는 전극의 부호가 반대가 되지만, anode에서 산화되고 cathode에서 환원된다는 반응 기준은 변하지 않는다. ④는 화학전지의 전극 반응을 올바르게 서술하므로 공식 정답 4번과 문항 내용의 충돌에 대한 수동 확인이 필요하다.

다시 나오면 이렇게 판단

전극 반응은 anode에서 산화, cathode에서 환원으로 구분한다. 화학전지에서는 anode가 음극이고 cathode가 양극이므로 음극에서 산화, 양극에서 환원이 일어난다.

암기 포인트

산화는 anode, 환원은 cathode에서 일어난다. 화학전지에서는 음극이 anode이고 양극이 cathode이다. 1차 전지는 비충전식, 2차 전지는 충전식이다.

NoteBase

15. 우리나라 불소화합물(F로서)의 배출허용기준이 5(16)ppm 이하라고 할 때, 괄호 안의 숫자에 해당하는 것은?
① 99분위율 농도
② 표준산소농도
③ 배출시설 허용치
④ 시설가동 시 최대허용치

정답 2번

출제 포인트

배출허용기준의 농도값 뒤 괄호 안 숫자가 나타내는 기준을 묻는 문제이다.

핵심 개념

배출허용기준란의 괄호 안 숫자는 표준산소농도, 즉 배출가스 농도를 환산할 때 기준으로 삼는 산소의 백분율이다. 따라서 5(16)*ppm*은 표준산소농도 16%를 적용했을 때 불소화합물의 배출허용농도가 5*ppm* 이하라는 뜻이다.

선지별 해설

① X — 16은 99분위율 농도가 아니다. 틀린 표현 '99분위율 농도'는 '표준산소농도'로 고쳐야 한다.
② O — 배출허용기준의 괄호 안 16은 표준산소농도 16%를 뜻한다.
③ X — 16은 배출시설 자체의 허용치가 아니다. 틀린 표현 '배출시설 허용치'는 '배출가스 농도 환산에 적용하는 표준산소농도'로 고쳐야 한다.
④ X — 16은 시설 가동 시의 최대허용치를 뜻하지 않는다. 틀린 표현 '시설가동 시 최대허용치'는 '표준산소농도 16%'로 고쳐야 하며, 농도 허용한계는 괄호 밖의 5*ppm*이다.

오답 포인트

괄호 밖의 5와 괄호 안의 16의 역할을 뒤바꾸기 쉽다. 5는 오염물질의 배출허용농도이고, 16은 그 농도를 환산할 때 적용하는 표준산소농도이다.

다시 나오면 이렇게 판단

배출허용기준이 '농도값(숫자)' 형태이면 괄호 밖은 오염물질의 허용농도, 괄호 안은 표준산소농도로 판단한다.

암기 포인트

밖은 배출허용농도, 괄호 안은 표준산소농도이다.

NoteBase

16. 유기인계 농약에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① 유기인계 농약은 유기염소계 농약보다 분해가 잘되며 잔류성이 약하다.
② 일반적으로 해충뿐만 아니라 인간에게도 강한 독성을 나타낸다.
③ 파라티온 농약은 그 구조 속에 황, 질소, 인을 포함하고 있는 방향족 화합물이다.
④ 2,4,5-T 같은 제초제는 부산물로 다이옥신이 생성되기도 한다.

정답 4번

출제 포인트

유기인계 농약의 분해성·잔류성·독성 및 대표 물질의 구조적 특징을 알고, 다른 계열의 제초제를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

유기인계 농약은 인을 포함하는 유기화합물계 농약으로, 대체로 유기염소계 농약보다 환경 중에서 쉽게 분해되어 잔류성은 낮지만 급성독성이 강한 편이다.
유기인계 농약은 주로 아세틸콜린에스터레이스를 억제하므로 해충뿐 아니라 사람에게도 중독을 일으킬 수 있다.
2,4,5-T는 유기인계 농약이 아니라 염소를 포함한 페녹시계 제초제이며, 제조 과정에서 다이옥신인 TCDD가 불순물로 생성될 수 있다.

선지별 해설

① O — 유기인계 농약은 일반적으로 난분해성인 유기염소계 농약보다 분해가 잘되므로 환경 잔류성이 약하다.
② O — 유기인계 농약은 아세틸콜린에스터레이스를 억제하므로 해충뿐 아니라 사람에게도 강한 급성독성을 나타낼 수 있다.
③ O — 파라티온은 분자 구조에 인, 황, 질소를 포함하는 방향족 유기인계 농약이다.
④ X — 틀린 부분은 2,4,5-T를 유기인계 농약의 예처럼 제시한 점이다. 올바르게는 2,4,5-T는 유기인계가 아니라 염소를 포함한 페녹시계 제초제이며, 제조 과정에서 다이옥신인 TCDD가 불순물로 생성될 수 있다고 해야 한다.

오답 포인트

④는 2,4,5-T 제조 과정에서 다이옥신이 생길 수 있다는 내용 자체는 맞아서 정답을 놓치기 쉽다. 그러나 문항은 유기인계 농약을 묻고 있으므로, 2,4,5-T가 유기인계가 아닌 페녹시계 제초제라는 계열 불일치가 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

농약 문항에서는 각 문장의 개별 사실뿐 아니라 제시된 물질이 문제에서 묻는 계열에 속하는지도 함께 판단한다. 유기인계는 인 함유와 콜린에스터레이스 억제, 비교적 낮은 잔류성을 기준으로 구별한다.

암기 포인트

유기인계는 인·강한 급성독성·낮은 잔류성, 2,4,5-T는 페녹시계·다이옥신 불순물이다.

NoteBase

17. 다음은 음용수의 수질분석을 위한 시료의 채취 및 보존방법에 대한 설명이다. 옳지 않은 것은?

① 일반세균 시험용 시료는 건열 멸균한 마개 있는 유리병에 시료를 채취하고 즉시 실험한다.

② 불산(HF)은 유리병에 시료를 채취하여야 하며 1주일 이내에 실험하여야 한다.

③ 시안 시험용 시료는 증류수로 잘 씻은 유리병 또는 폴리에틸렌병에 시료를 채취하고 수산화나트륨을 넣어 pH 12 이상의 알칼리성으로 하고 신속히 실험한다.

④ 트리할로메탄 시험용 시료는 증류수로 잘 씻은 유리병에 기포가 생기지 아니하도록 채취하고, pH가 2가 되도록 인산용액을 시료 10mL당 1방울을 넣고 밀봉한다.

정답 2번

출제 포인트

분석 대상 물질의 성질에 따라 시료 채취 용기와 보존 조건을 다르게 정해야 한다는 점을 묻는 문제이다. 특히 불산이 유리를 부식한다는 성질이 핵심이다.

핵심 개념

시료 보존은 채취 후 분석할 때까지 미생물 증식, 휘발, 분해, 용기와의 반응 등으로 성분이 변하는 것을 막는 과정이다.

일반세균은 멸균 용기를 사용하고 즉시 시험하며, 불산은 유리와 반응하므로 폴리에틸렌병 같은 플라스틱 용기에 채취한다. 시안은 수산화나트륨으로 pH 12 이상의 알칼리성으로 보존하고 신속히 시험한다. 트리할로메탄은 휘발성 물질이므로 기포가 남지 않게 유리병을 채우고 밀봉하며 산성으로 보존한다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 일반세균 시험용 시료는 건열 멸균한 마개 있는 유리병 등 멸균 용기에 채취하고, 미생물 수가 변하기 전에 즉시 시험하는 것이 원칙이다.

② X — 틀린 부분은 '유리병에 시료를 채취'한다는 표현이다. 불산 HF은 유리의 주성분과 반응하여 유리를 부식시키므로 유리병을 사용할 수 없다. 올바르게는 폴리에틸렌병과 같은 플라스틱 용기에 채취하여 보존 기간 안에 시험한다.

③ O — 시안 시험용 시료는 깨끗이 씻은 유리병 또는 폴리에틸렌병에 채취하고, 수산화나트륨 NaOH을 넣어 pH 12 이상의 알칼리성으로 만든 뒤 신속히 시험한다. 이는 시안 성분의 손실과 변화를 억제하기 위한 조치이다.

④ O — 트리할로메탄은 휘발성이므로 기포가 생기지 않도록 유리병에 가득 채워 휘발 공간을 없애야 한다. 또한 시료 10mL당 인산용액 1방울을 넣어 pH 2가 되게 한 뒤 밀봉하는 설명도 옳다.

오답 포인트

②의 '1주일 이내'라는 기간에만 시선이 가면 용기 재질의 오류를 놓치기 쉽다. 이 선지의 결정적 오류는 불산을 유리병에 담는다는 부분이다.

다시 나오면 이렇게 판단

시료 채취·보존 선지는 용기 재질, 산·알칼리 처리, 기포 유무, 시험 시기의 네 요소로 나누어 판단한다. 불산이면 유리 사용 금지, 휘발성 물질이면 기포 없이 밀봉, 시안이면 강알칼리성 보존을 우선 확인한다.

암기 포인트

불산은 플라스틱병, 시안은 pH 12 이상, 트리할로메탄은 무기포 밀봉이다.

NoteBase

18. 다음 중 하수관의 관정부식(crown corrosion)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 혐기성 상태일 때 하수관의 관정에서 미생물이 H_2S를 SO_4^{2-}로 전환시킨다.
② 관정부식이 일어나면 콘크리트를 부식시킨다.
③ 하수관에서 하수의 체류시간이 길 때 발생하기 쉽다.
④ 하수의 온도가 높고 황산염의 농도가 높을 때 발생한다.

정답 1번

출제 포인트

하수관 정부식의 발생 과정과 이를 촉진하는 조건을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

하수관 정부식은 하수에서 생긴 황화수소가 관정부의 습윤한 표면에서 황산으로 산화되고, 이 황산이 콘크리트를 침식하는 현상이다.
혐기성 하수: 황산염 환원 미생물이 황산염 SO_4^{2-}을 황화수소 H_2S로 환원한다.
관정부의 습윤·호기성 표면: 황 산화 미생물이 황화수소 H_2S를 황산 H_2SO_4으로 산화한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
틀린 표현은 '혐기성 상태일 때 하수관의 관정에서 미생물이 H_2S를 SO_4^{2-}로 전환시킨다'이다. 혐기성 하수에서는 미생물이 SO_4^{2-}을 H_2S로 환원하며, 관정부의 습윤·호기성 표면에서는 H_2S가 주로 H_2SO_4으로 산화된다.

② O
관정부 표면에서 생성된 황산은 콘크리트 성분과 반응하여 열화와 박리를 일으키므로 관정부식은 콘크리트를 부식시킨다.

③ O
하수의 체류시간이 길면 혐기성 조건이 형성되고 황산염 환원 반응이 진행될 시간이 늘어나 H_2S 발생이 쉬워진다.

④ O
높은 하수 온도는 관련 미생물의 활동과 황화수소의 기상 방출을 촉진하고, 높은 황산염 농도는 황화수소 생성의 기질을 많이 제공하므로 정부식이 발생하기 쉽다.

오답 포인트

①은 황의 전환 방향과 반응 장소를 함께 뒤바꾼 선지이다. 혐기성 하수에서는 '황산염 → 황화수소'의 환원이 일어나고, 관정부의 습윤·호기성 표면에서는 '황화수소 → 황산'의 산화가 일어난다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 하수 내부와 관정부 표면을 나눈다. 하수 내부가 혐기성이면 황산염의 환원과 H_2S 생성을, 관정부 표면이 습윤·호기성이면 H_2S의 산화와 H_2SO_4 생성을 연결한다.

암기 포인트

하수 속에서는 황산염이 황화수소로 환원되고, 관정부에서는 황화수소가 황산으로 산화된다.

NoteBase

19. 다음 중 실험식, 분자식, 시성식을 바르게 나타낸 것은?

	실험식	분자식	시성식
①	C_6H_6	$C_2H_6O_2$	CH_3OH
②	H_2O	H_2O_2	$C_2H_4O_2$
③	HCOOH	NH_3	CH
④	NaCl	CO_2	CH_3COOH

정답 4번

출제 포인트

실험식, 분자식, 시성식이 각각 무엇을 나타내는지 구분하는 문제이다.

핵심 개념

실험식은 물질을 이루는 원소 원자 수의 가장 간단한 정수비를 나타낸다. 분자식은 한 분자에 들어 있는 각 원소의 실제 원자 수를 나타낸다. 시성식은 작용기나 원자의 결합 순서가 드러나도록 나타낸 식이다. 따라서 실험식은 '최간단비', 분자식은 '실제 원자 수', 시성식은 '구조적 특징'으로 구분한다.

선지별 해설

① X — 실험식으로 제시된 C_6H_6이 틀렸다. 아래첨자 6과 6을 6으로 나누면 탄소와 수소의 최간단비가 1:1이므로, C_6H_6의 실험식은 CH이다. $C_2H_6O_2$는 한 분자의 실제 원자 수를 나타내는 분자식으로 쓸 수 있고, CH_3OH는 하이드록실기 −OH가 드러나는 시성식이다.

② X — 시성식으로 제시된 $C_2H_4O_2$가 틀렸다. 이 식은 원소별 실제 원자 수만 나타내므로 분자식이다. 해당 물질을 아세트산으로 나타내는 시성식은 카복실기 −COOH가 드러나는 CH_3COOH이다. H_2O는 이미 최간단비이므로 실험식이 될 수 있고, H_2O_2는 과산화 수소 한 분자의 실제 원자 수를 나타내는 분자식이다.

③ X — 실험식으로 제시된 HCOOH와 시성식으로 제시된 CH가 틀렸다. HCOOH는 카복실기의 구조가 드러나는 시성식이며, 원소별 개수를 모아 최간단비로 쓰면 실험식은 CH_2O_2이다. 반대로 CH는 탄소와 수소의 최간단비만 나타내는 실험식이지 시성식이 아니다. NH_3는 암모니아 한 분자의 실제 원자 수를 나타내는 분자식이다.

④ O — NaCl은 이온 수의 최간단비 1:1을 나타내고, CO_2는 이산화 탄소 한 분자의 실제 원자 수를 나타낸다. CH_3COOH는 카복실기 −COOH가 드러나는 시성식이므로 세 분류가 모두 바르다.

NoteBase

오답 포인트

분자식도 우연히 최간단비일 수 있다는 점과, 분자식의 원소 수 표기를 시성식의 구조 표시로 착각하기 쉽다. 특히 ②의 $C_2H_4O_2$는 원자 수만 보일 뿐 카복실기가 드러나지 않고, ③의 HCOOH는 같은 원소를 나누어 적어 구조를 보여 주므로 시성식이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 아래첨자의 공약수로 더 줄일 수 있는지 확인해 실험식을 판별한다. 다음으로 한 분자의 실제 원자 수만 나타내면 분자식, −OH나 −COOH처럼 작용기 또는 결합 순서가 드러나면 시성식으로 판단한다.

암기 포인트

실험식은 최간단비, 분자식은 실제 개수, 시성식은 구조가 보이는 식이다.

NoteBase

20. 다음 중 물 속의 미생물에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?
① 조류는 광합성 독립 영양 생물이다.
② 일반적으로 바이러스가 크기가 가장 작다.
③ 세균은 광합성을 할 수 없기 때문에 화학적 영양생물이다.
④ 모든 진균과 원생동물은 화학적 종속 영양생물이다.

정답 3, 4번

출제 포인트

물속 미생물을 광합성 가능 여부와 탄소원·에너지원에 따른 영양 방식으로 구분할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

광합성 독립영양생물은 빛을 에너지원으로 이용하고 이산화탄소 같은 무기탄소로 유기물을 합성한다. 조류는 일반적으로 이에 해당한다.
세균은 영양 방식이 다양하여 광합성 독립영양, 화학합성 독립영양, 종속영양 세균이 모두 존재한다.
진균은 유기물을 탄소원과 에너지원으로 이용하는 화학종속영양생물이다. 원생동물은 일반적으로 화학종속영양을 하지만, 광합성 능력을 갖거나 혼합영양을 하는 종류도 있으므로 모두를 화학종속영양생물이라고 단정할 수 없다.

선지별 해설

① O — 조류는 일반적으로 빛을 이용해 광합성하고 무기탄소로 유기물을 합성하므로 광합성 독립영양생물이다.
② O — 일반적으로 바이러스는 세균, 조류, 진균, 원생동물 같은 세포성 미생물보다 크기가 작다.
③ X — 틀린 표현은 '세균은 광합성을 할 수 없기 때문에 화학적 영양생물이다'이다. 광합성을 하는 남세균과 광합성세균이 존재하며, 세균 전체의 영양 방식도 한 종류로 한정되지 않는다. 올바르게는 '세균에는 광합성 영양생물과 화학적 영양생물이 모두 존재한다'이다.
④ X — 틀린 표현은 '모든 진균과 원생동물'이다. 진균은 화학종속영양생물이지만, 원생동물에는 광합성 능력을 지니거나 혼합영양을 하는 종류도 있어 모두가 화학종속영양생물인 것은 아니다. 올바르게는 '진균은 화학종속영양생물이며, 원생동물은 일반적으로 화학종속영양을 하지만 예외가 존재한다'이다.

오답 포인트

③은 세균을 모두 비광합성 생물로 일반화한 점이 함정이고, ④는 '모든'이라는 절대 표현으로 원생동물의 영양 방식에 존재하는 예외를 지운 점이 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

미생물의 영양 방식을 판단할 때는 광합성 가능 여부와 탄소원을 따로 확인한다. 특히 세균처럼 대사 방식이 다양한 집단이나 원생동물처럼 예외가 있는 집단에 '모두', '할 수 없다'라는 표현이 붙으면 반례가 있는지 검토한다.

암기 포인트

조류는 광합성 독립영양, 진균은 화학종속영양, 세균은 대사 방식이 다양하며 원생동물에는 예외가 있다.

NoteBase

21. 다음 광화학 반응에 대한 설명 중 가장 옳지 않은 것은?
① 광화학 반응은 주로 자외선이나 가시광선의 빛을 받아서 반응이 진행된다.
② 광화학 반응은 1차 반응속도식을 따른다.
③ 광화학 반응 후 생성된 오염물질을 2차 대기오염물질이라 한다.
④ 대기 중에서 광화학 스모그(smog)를 일으키는 주된 원인 반응이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 광화학 반응의 개시 조건과 반응속도 특성, 2차 대기오염물질 및 광화학 스모그와의 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

광화학 반응은 물질이 자외선이나 가시광선을 흡수하여 들뜬 상태가 된 뒤 일어나는 화학반응이다. 대기 중에서는 이 반응으로 오존과 같은 2차 대기오염물질이 생성되어 광화학 스모그를 일으킬 수 있다. 광화학 반응의 속도는 흡수된 빛의 세기, 양자수율, 반응물 농도 등 여러 요인의 영향을 받으므로 모든 광화학 반응에 1차 반응속도식을 일률적으로 적용할 수 없다.

선지별 해설

① O — 광화학 반응은 반응물이 자외선이나 가시광선을 흡수하여 에너지를 얻으면서 시작되는 반응이다.
② X — 틀린 표현은 '1차 반응속도식을 따른다'이다. 광화학 반응의 속도는 흡수광의 세기, 양자수율, 반응물 농도와 빛의 흡수 정도 등에 좌우되므로 일반적으로 특정한 1차 반응속도식을 따른다고 단정할 수 없다. 올바르게는 '광화학 반응의 속도는 빛의 흡수와 반응 조건에 따라 달라진다'이다.
③ O — 대기 중에서 광화학 반응을 거쳐 새로 생성된 오존 등의 오염물질은 배출원에서 직접 배출된 것이 아니므로 2차 대기오염물질이다.
④ O — 햇빛에 의해 질소산화물과 휘발성유기화합물 등이 반응하여 오존 등 산화성 물질을 만드는 광화학 반응은 광화학 스모그의 주된 발생 과정이다.

오답 포인트

반응물 농도와 반응속도의 관계만 보고 모든 광화학 반응을 1차 반응으로 일반화하기 쉽다. 그러나 ②의 '1차'는 보편적 특성이 아니며, 광화학 반응에서는 빛의 흡수 조건이 속도에 직접 관여한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

광화학 반응에 관한 선지는 ‘빛의 흡수로 반응이 시작되는가’, ‘반응속도 차수를 일률적으로 단정하는가’, ‘반응 후 생성물이 2차 오염물질인가’, ‘광화학 스모그 생성과 연결되는가’를 차례로 확인한다.

암기 포인트

광화학 반응은 빛으로 시작되고 2차 오염물질과 스모그를 만들지만, 반응차수는 일률적으로 1차가 아니다.

NoteBase

22. 일차 반응 속도식을 따르는 어떤 방사성 동위원소가 있다. 이 방사성 물질이 분해되는 반응속도상수(k) 값이 69.3 hr^{-1}이다. 이 방사성 물질의 반감기($t_{\frac{1}{2}}$)는?

① 10 hr ② 1.0 hr
③ 0.1 hr ④ 0.01 hr

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 1차 반응의 반감기 공식과 반응속도상수의 관계를 이용해 반감기를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반응속도상수 $k = 69.3hr^{-1}$
구해야 할 값: 반감기 $t_{1/2}$
주의할 조건: 1차 반응이므로 반감기는 초기 농도와 관계없이 k만으로 결정된다.

사용할 공식

$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0.693}{k}$
1차 반응의 적분 속도식에서 물질의 농도가 초기 농도의 절반이 되는 시간을 구하면 이 공식이 성립한다.

계산 과정

1. 반응속도상수 $k = 69.3hr^{-1}$를 반감기 공식에 대입한다.
2. $t_{1/2} = \frac{0.693}{69.3hr^{-1}} = 0.01hr$
3. 계산 결과와 일치하는 선지는 ④이다.

선지 판단

① X — $10hr$는 계산값 $0.01hr$의 1,000배이다. 틀린 값 $10hr$가 아니라 올바른 반감기는 $0.01hr$이다.
② X — $1.0hr$는 계산값의 100배이다. 틀린 값 $1.0hr$가 아니라 올바른 반감기는 $0.01hr$이다.
③ X — $0.1hr$는 계산값의 10배로, 소수점을 한 자리 잘못 놓은 값이다. 틀린 값 $0.1hr$가 아니라 올바른 반감기는 $0.01hr$이다.
④ O — $0.693 \div 69.3 = 0.01$이고, hr^{-1}로 나누므로 결과 단위는 hr가 된다. 따라서 $0.01hr$가 맞다.

오답 포인트

분자의 0.693과 분모의 69.3에서 소수점 위치를 혼동하면 ③처럼 10배 큰 값을 고르기 쉽다. 또한 k의 단위가 hr^{-1}이므로 $0.693/k$의 단위는 hr가 된다는 점을 함께 확인한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

1차 반응의 반감기 문제에서는 $t_{1/2} = 0.693/k$를 적용하고, 수치 대입 뒤 속도상수의 역수 단위가 시간 단위가 되는지 검산한다.

암기 포인트

1차 반응의 반감기는 $t_{1/2} = 0.693/k$이며 초기 농도와 무관하다.

NoteBase

23. 대기오염물질에 의한 인체 또는 환경학적 피해에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① 미세먼지는 빛을 분산시킴으로써 기온을 하강시키고 가시도를 감소시킨다.
② 수은은 발암성 물질로서, 신경손상을 유발한다.
③ 납은 음식을 통하여 인체에 들어오는 양이 더 많기 때문에 호흡에 의한 영향보다 피해가 더 크다.
④ 다이옥신 중 가장 유독한 물질은 2,3,7,8-TCDD (tetrachloro-dibenzo-p-dioxin)으로 알려져 있다.

정답 3번

출제 포인트

대기오염물질별 주요 노출 경로와 인체·환경 피해를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

미세먼지는 빛을 산란시켜 지표에 도달하는 일사를 줄이고 시정을 악화시킨다. 수은과 납 같은 중금속은 체내에 들어오면 신경계 등에 독성을 나타낼 수 있으며, 납은 섭취량뿐 아니라 노출 경로별 흡수율을 함께 보아야 한다. 다이옥신류 가운데 2,3,7,8-TCDD는 독성이 가장 강한 대표 물질로 알려져 있다.

선지별 해설

① O — 미세먼지는 입사광을 산란·흡수하여 지표에 도달하는 태양복사량을 줄일 수 있으므로 기온을 낮추고 가시거리를 감소시킨다.
② O — 수은은 화학종에 따라 발암성 평가가 다르지만, 메틸수은 화합물은 인체 발암 가능 물질로 분류된다. 또한 수은은 대표적인 신경독성 중금속으로, 체내에 축적되면 중추신경계 등에 손상을 일으킬 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '음식을 통하여 들어오는 양이 더 많기 때문에 호흡에 의한 영향보다 피해가 더 크다'이다. 음식물을 통한 납의 섭취량이 더 많을 수 있어도 호흡기로 들어온 납은 소화기로 들어온 납보다 체내 흡수율이 높으므로, 올바르게는 호흡에 의한 영향이 더 크게 나타날 수 있다고 해야 한다.
④ O — 다이옥신류 중 2,3,7,8-TCDD는 가장 독성이 강한 물질로 알려져 있으므로 옳다.

오답 포인트

③은 '인체에 들어오는 양'과 '실제로 체내에 흡수되어 영향을 주는 정도'를 같은 것으로 취급하게 만드는 선지이다. 노출량이 많더라도 노출 경로에 따른 흡수율이 낮으면 피해가 더 크다고 단정할 수 없다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

오염물질의 피해를 비교할 때에는 유입량만 보지 않고 노출 경로, 체내 흡수율, 표적 장기와 독성을 함께 판단한다.

암기 포인트

미세먼지=빛 산란·시정 저하, 수은=신경독성, 납=호흡기 흡수 영향 주의, 2,3,7,8-TCDD=가장 강한 다이옥신 독성으로 정리한다.

NoteBase

24. 물 속의 질소 화합물에 대한 설명 중 옳지 않은 것은?
① 암모니아성 질소는 분뇨, 산업폐수 등의 유입에 의해 생긴다.
② 암모니아성 질소는 염소 소독 효과를 저하시킬 수 있다.
③ 암모니아성 질소가 포함된 물을 유아가 마시면 청색아증이 발생될 가능성 있다.
④ 질산성 질소의 오염원은 비료, 생활하수, 산업폐수 등이다.

정답 3번

출제 포인트

암모니아성 질소의 발생원과 수질 영향, 질산성 질소의 건강 영향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

암모니아성 질소는 물속의 암모니아와 암모늄 이온 형태로 존재하는 질소로, 분뇨·생활하수·산업폐수 등의 유입을 나타내는 오염 지표이다. 염소와 반응하여 염소를 소모하므로 소독 효율을 떨어뜨릴 수 있다.
질산성 질소는 질소 화합물이 산화된 형태이며, 영아가 고농도의 질산성 질소가 포함된 물을 마시면 메트헤모글로빈혈증인 청색아증이 발생할 수 있다.

선지별 해설

① O — 암모니아성 질소는 분뇨, 생활하수 및 산업폐수 등의 유입으로 생길 수 있으므로 옳다.
② O — 암모니아성 질소는 주입된 염소와 반응하여 염소를 소모하므로 염소의 소독 효과를 낮출 수 있다.
③ X — 틀린 표현은 '암모니아성 질소가 포함된 물'이다. 영아의 청색아증과 직접 관련되는 대표적 물질은 질산성 질소이므로, '질산성 질소가 포함된 물을 유아가 마시면 청색아증이 발생할 가능성이 있다'로 고쳐야 한다.
④ O — 비료, 생활하수, 산업폐수 등에서 유래한 질소 화합물은 물속에서 산화되어 질산성 질소가 될 수 있으므로, 이들은 질산성 질소의 오염원에 해당한다.

오답 포인트

③은 암모니아성 질소와 질산성 질소를 바꾸어 제시한 선지이다. 둘 다 질소 화합물이지만, 염소 소모와 소독 효율 저하는 암모니아성 질소의 영향이고 영아 청색아증은 질산성 질소의 대표적 건강 영향이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

‘염소 소모·소독 방해’가 나오면 암모니아성 질소를, ‘영아·청색아증’이 나오면 질산성 질소를 연결하여 판단한다.

암기 포인트

암모니아성 질소는 염소를 소모하고, 질산성 질소는 영아 청색아증과 관련된다.

NoteBase

25. 상수 급수에서 공중보건을 위하여 염소소독을 실시하고 있다. 다음 중 옳지 않은 것은?
① 휴믹 물질 등이 존재하면 발암성 물질인 THM 등이 형성된다.
② 특히 물속에 페놀이 존재할 경우에 소독하면 효과가 있다.
③ 투여한 염소가 암모니아나 유기성 질소와 반응하여 결합잔류염소가 만들어진다.
④ 투여한 염소가 주로 물속에서 존재하는 형태는 NOCl, OCl^- 등이다.

정답 2번

출제 포인트

상수 염소소독에서 유기물·질소화합물과의 반응, 잔류염소의 형태, 소독 부산물의 특징을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

염소는 물속에서 주로 차아염소산 *HOCl*과 차아염소산 이온 OCl^-의 형태로 존재하며 미생물을 불활성화한다. 다만 휴믹물질과 반응하면 트리할로메탄(THM)이 생성될 수 있고, 암모니아성 질소나 유기성 질소와 반응하면 클로라민류인 결합잔류염소가 형성된다. 페놀과 반응할 때에는 클로로페놀이 생성되어 불쾌한 맛과 냄새를 일으킬 수 있다.

선지별 해설

① O — 휴믹물질과 같은 천연유기물은 염소와 반응하여 트리할로메탄(THM) 등의 소독 부산물을 형성할 수 있다.

② X — 틀린 표현은 '페놀이 존재할 경우에 소독하면 효과가 있다'이다. 페놀이 있는 물에 염소를 주입하면 클로로페놀이 생성되어 불쾌한 맛과 냄새를 유발할 수 있으므로, 페놀 존재가 염소소독에 유리하다고 볼 수 없다. 올바르게는 '페놀이 존재할 경우 염소와의 반응으로 클로로페놀이 생성되어 맛·냄새 문제를 일으킬 수 있다'이다.

③ O — 투여한 염소가 암모니아성 질소나 유기성 질소와 반응하면 클로라민류가 생성되며, 이는 결합잔류염소에 해당한다.

④ O — 염소가 물에 녹으면 형성된 차아염소산이 $HOCl \rightleftharpoons H^+ + OCl^-$로 해리하므로, 물속의 대표적인 유효염소 형태는 *HOCl*과 OCl^-이다.

NoteBase

오답 포인트

②는 염소가 소독제라는 일반적 사실만 보고 '효과가 있다'고 판단하게 만드는 선지이다. 이 문항에서는 페놀과 염소의 반응 부산물인 클로로페놀의 불쾌한 맛·냄새가 판단 기준이다.

다시 나오면 이렇게 판단

염소소독 선지는 반응 상대와 생성물을 연결해 판단한다. 휴믹물질은 THM, 암모니아성·유기성 질소는 클로라민류, 페놀은 맛·냄새를 유발하는 클로로페놀로 연결한다. 물속 염소의 산-염기 형태는 *HOCl*과 OCl^-로 구분한다.

암기 포인트

휴믹물질－THM, 질소화합물－클로라민, 페놀－클로로페놀 맛·냄새, 물속 유효 염소－*HOCl*/OCl^-이다.

NoteBase