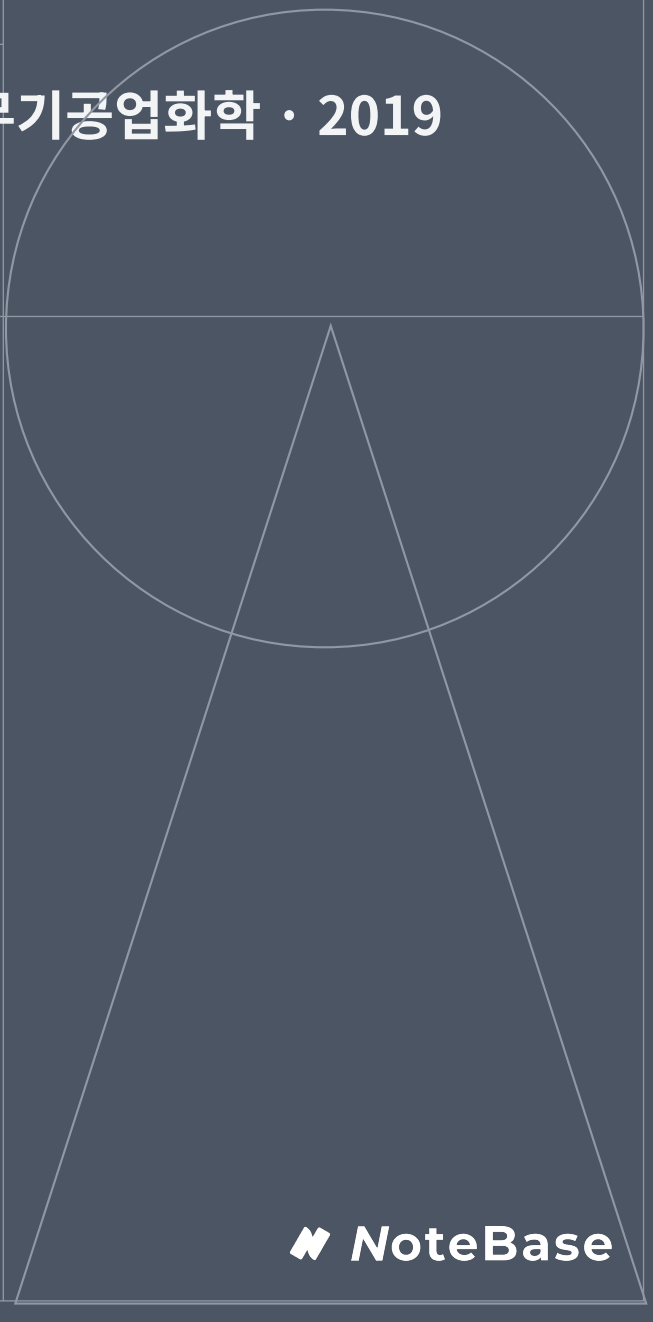
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2019

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2019

1. <보기>에서 무기 화합물에 대한 설명만을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 일반적으로 녹는점이 낮고 전기 전도성이 없다.
ㄴ. 다른 화합물에 비하여 공정이 단순하고, 고온에서 대량 생산이 가능하다.
ㄷ. 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2), 탄산나트륨(Na_2CO_3) 등은 무기화합물로 분류된다.
ㄹ. 탄소 원자(C)를 기본 골격으로 수소(H), 산소(O) 외에 여러 원소들이 결합하여 만들어진 물질을 통칭한다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄴ, ㄷ
③ ㄷ, ㄹ　④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

무기 화합물의 일반적 물성·공업적 특징과 탄소 화합물의 유기·무기 분류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

무기 화합물은 일반적으로 유기 화합물을 제외한 화합물을 뜻하며, 탄소를 포함하더라도 일산화탄소, 이산화탄소, 탄산염 등은 무기 화합물로 분류한다.
ㄱ: 틀리다. 대표적인 이온성 무기 화합물은 녹는점이 높고, 용융 상태나 수용액에서 전기 전도성을 나타낼 수 있다.
ㄴ: 맞다. 무기 화합물의 공업적 제조는 비교적 공정이 단순하고 고온에서 대량 생산하기에 적합한 경우가 많다.
ㄷ: 맞다. CO, CO_2, Na_2CO_3는 탄소를 포함하지만 무기 화합물이다.
ㄹ: 틀리다. 탄소 골격을 중심으로 수소·산소 등의 원소가 결합한 물질이라는 설명은 일반적인 유기 화합물의 특징이다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄴ은 맞지만 ㄱ이 틀리므로 옳은 설명만을 모은 조합이 아니다. ㄱ의 '녹는점이 낮고 전기 전도성이 없다'는 표현이 틀렸으며, 대표적인 이온성 무기 화합물은 녹는점이 높고 용융 상태나 수용액에서 전류가 흐를 수 있다고 고쳐야 한다.
② O — ㄴ과 ㄷ이 모두 맞다. 무기 화합물은 비교적 단순한 공정과 고온 대량 생산에 적합한 경우가 많고, CO, CO_2, Na_2CO_3는 무기 화합물로 분류된다.
③ X — ㄷ은 맞지만 ㄹ이 틀리다. ㄹ의 '무기 화합물을 통칭한다'는 부분이 틀렸으며, 해당 설명은 일반적인 유기 화합물의 특징이라고 고쳐야 한다.
④ X — ㄴ은 맞지만 ㄱ과 ㄹ이 틀리다. ㄱ은 대표적인 이온성 무기 화합물의 녹는점과 전도성을 반대로 서술했고, ㄹ은 유기 화합물의 일반적 특징을 무기 화합물의 정의로 잘못 제시했다.

오답 포인트

탄소가 들어 있으면 모두 유기 화합물이라고 판단하거나, 유기 화합물의 일반적 특징인 낮은 녹는점·낮은 전기 전도성을 무기 화합물에 그대로 적용하는 것이 함정이다. 특히 ㄹ은 유기 화합물의 설명이라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 탄소 포함 여부만 보지 않고 CO, CO_2, 탄산염처럼 무기 화합물로 분류되는 예외인지 확인한다. 물성은 대표적인 이온성 무기 화합물을 기준으로 높은 녹는점과 용융·수용액 상태의 전기 전도성을 점검한다.

암기 포인트

탄소가 있어도 CO, CO_2, 탄산염은 무기 화합물이며, 대표적인 이온성 무기 화합물은 고융점·용융 또는 수용액 전도성을 나타낸다.

NoteBase

2. 전이 금속의 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 같은 주기(4주기)에서 원자번호의 증가에 따라 밀도가 감소하는 경향이 있다.
② 전이 금속의 이온이나 화합물은 색을 나타내는 것이 많다.
③ 최외각 전자껍질 안쪽의 전자궤도에 전자가 부분적으로 채워져 있다.
④ 대부분의 전이 원소는 여러 가지의 산화 상태를 갖고 있다.

정답 1번

출제 포인트

전이 금속의 전자 배치에서 나타나는 밀도, 색, 산화 상태의 일반적 특성을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

전이 금속은 원자 또는 이온에서 d 오비탈이 완전히 채워지지 않은 상태와 관련된 금속 원소이다. 같은 주기에서는 원자번호가 커질수록 원자량이 증가하는 반면 원자 크기는 크게 증가하지 않아 밀도가 대체로 주기 중간까지 증가하며, 말기에는 다시 감소할 수 있다. 부분적으로 채워진 d 오비탈 때문에 여러 산화 상태와 유색 이온·화합물이 흔히 나타난다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '원자번호의 증가에 따라 밀도가 감소하는 경향'이다. 같은 주기의 전이 금속은 원자량이 증가하고 원자 반지름은 크게 변하지 않으므로 밀도가 대체로 주기 중간까지 증가하며, 주기 말기에는 감소할 수 있다고 고쳐야 한다.
② O — 전이 금속의 이온이나 화합물은 부분적으로 채워진 d 오비탈과 관련된 전자 전이 등에 의해 색을 띠는 경우가 많다.
③ O — 전이 금속에서는 최외각 전자껍질 바로 안쪽의 d 오비탈이 부분적으로 채워진 전자 배치가 특징적으로 나타난다.
④ O — ns 전자와 안쪽 d 전자의 에너지 차이가 작아 결합에 참여할 수 있는 전자 수가 달라지므로 여러 산화 상태를 갖는 경우가 많다.

오답 포인트

①의 함정은 원자번호가 증가하면 원자 크기도 커져 밀도가 작아질 것이라고 단순 추론하게 만드는 데 있다. 전이 금속에서는 같은 주기에서 d 전자가 채워지는 동안 원자 반지름의 변화가 작으므로 원자량 증가 효과를 함께 보아야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

전이 금속의 공통 특성은 ‘불완전한 d 오비탈, 유색 이온·화합물, 다양한 산화 상태, 비교적 큰 밀도’로 묶어 판단한다. 같은 주기의 밀도는 원자번호에 따라 단순 감소한다고 판단하지 않는다.

암기 포인트

전이 금속은 d 오비탈, 색, 여러 산화수, 큰 밀도로 연결한다.

NoteBase

3. <보기>는 수은 전지의 전극 반응식을 나타낸 것이다. 예상되는 기전력[V]은?

<보기>

(+극) $Hg^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Hg(s)$ $E° = +0.79V$
(−극) $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$ $E° = -0.76V$

① +0.03V ② −0.76V
③ +0.79V ④ +1.55V

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 두 전극의 표준 환원전위로부터 수은 전지의 표준 기전력을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 양극(환원 전극)의 표준 환원전위는 $E^\circ_{Hg^{2+}/Hg} = +0.79V$이고, 음극(산화 전극)에 해당하는 아연의 표준 환원전위는 $E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$이다.
구해야 할 값: 전지의 표준 기전력 E°_{cell}이다.
주의할 조건: 아연 반응식은 산화 방향으로 제시되어 있어도, 표시된 $-0.76V$는 아연 전극의 표준 환원전위이므로 전지 전위 공식에서 빼야 한다.

사용할 공식

$E^\circ_{cell} = E^\circ_{cathode} - E^\circ_{anode}$
이 공식을 쓰는 이유: 양극에서는 Hg^{2+}가 환원되고 음극에서는 Zn이 산화되므로, 전지의 기전력은 환원 전극의 표준 환원전위에서 산화 전극의 표준 환원전위를 뺀 값이다.

계산 과정

1. 환원 전극은 수은 전극이므로 $E^\circ_{cathode} = +0.79V$이다.
2. 산화 전극은 아연 전극이며, 그 표준 환원전위는 $E^\circ_{anode} = -0.76V$이다.
3. 공식에 대입하면 $E^\circ_{cell} = (+0.79) - (-0.76) = +1.55V$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $+0.03V$는 두 표준 환원전위 $+0.79V$와 $-0.76V$를 그대로 더한 값이다. 올바르게는 음극의 환원전위를 빼서 $+1.55V$가 된다.
② X — $-0.76V$는 아연 전극의 표준 환원전위만 나타낸 값이므로 전지 전체의 기전력이 아니다. 올바른 전지 기전력은 $+1.55V$이다.
③ X — $+0.79V$는 수은 전극의 표준 환원전위만 나타낸 값이므로 전지 전체의 기전력이 아니다. 올바른 전지 기전력은 $+1.55V$이다.
④ O — 두 전극의 표준 환원전위 차는 $(+0.79) - (-0.76) = +1.55V$이므로 계산 결과와 일치한다.

오답 포인트

①의 $+0.03V$는 음의 표준 환원전위를 단순히 더할 때 나오는 값이다. 산화 전극의 값이 음수이므로 이를 빼면 이중 부호에 의해 $+0.76V$를 더하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전지 기전력 문제에서는 먼저 환원 전극과 산화 전극을 구분한 뒤, 두 값을 모두 표준 환원전위로 놓고 $E^\circ_{\text{cell}} = E^\circ_{\text{cathode}} - E^\circ_{\text{anode}}$ 순서로 계산한다.

암기 포인트

전지 전위는 '환원 전극 전위 − 산화 전극의 환원전위'이다. 음수를 빼면 양수가 된다.

NoteBase

4. 실용전지(건전지)의 일반적인 요구 조건으로 가장 옳지 않은 것은?
① 자가 방전이 적어 보존 특성이 좋아야 한다.
② 방전 시 시간에 따른 전압 변화가 커야 한다.
③ 휴대하기 편리하여야 한다.
④ 경제적인 가격으로 사용할 수 있어야 한다.

정답 2번

출제 포인트

실용전지의 일반적인 요구 조건을 이해하고, '가장 옳지 않은 것'을 고르는 문제이다.

핵심 개념

실용전지는 실제 사용에 적합하도록 저장 중에는 전하 손실이 적고, 방전 중에는 전압이 가능한 한 일정하며, 휴대성과 경제성도 갖추어야 하는 전지이다.

선지별 해설

① O — 자가 방전이 적으면 보관 중 전지 용량의 손실이 작으므로 보존 특성이 좋아진다.
② X — 틀린 표현은 '시간에 따른 전압 변화가 커야 한다'이다. 실제로는 방전이 진행되는 동안 단자 전압의 변화가 작아 비교적 일정한 전압을 유지해야 한다.
③ O — 실용전지는 실제 사용과 이동이 쉽도록 크기와 무게가 적절하여 휴대하기 편리해야 한다.
④ O — 제조 비용과 사용 비용이 지나치게 높지 않아 경제적인 가격으로 사용할 수 있어야 한다.

오답 포인트

②의 '전압 변화가 커야 한다'를 전지가 큰 전압을 내야 한다는 뜻으로 혼동하기 쉽다. 여기서 묻는 것은 전압의 크기가 아니라 방전 시간에 따른 전압의 안정성이므로, 변화는 작을수록 바람직하다.

다시 나오면 이렇게 판단

실용전지의 조건은 저장할 때 손실이 작고, 사용할 때 전압이 안정적이며, 취급이 편리하고, 가격이 경제적인지를 기준으로 판단한다.

암기 포인트

실용전지는 자가 방전은 작게, 방전 전압 변화도 작게 유지한다.

NoteBase

5. 수산화나트륨(NaOH) 제조법 중 전기 분해법(전해법)만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 아크법	ㄴ. 격막법
ㄷ. 수은법	ㄹ. 이온 교환막법
ㅁ. 암모니아 산화법	

① ㄱ, ㄴ, ㄷ ② ㄱ, ㄴ, ㅁ
③ ㄴ, ㄷ, ㄹ ④ ㄷ, ㄹ, ㅁ

정답 3번

출제 포인트

식염수의 전기 분해로 수산화나트륨을 제조하는 전해법의 종류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

격막법: 격막으로 양극실과 음극실을 분리하여 염소와 수산화나트륨이 다시 반응하지 않게 하는 식염수 전해법이다.
수은법: 수은 음극에서 나트륨 아말감을 만든 뒤 물과 반응시켜 수산화나트륨을 얻는 전해법이다.
이온 교환막법: 양이온 교환막을 통해 나트륨 이온을 선택적으로 이동시켜 고순도 수산화나트륨을 얻는 전해법이다.
따라서 전해법에 해당하는 것은 ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.

선지별 해설

① X — ㄱ의 아크법이 포함되고 ㄹ의 이온 교환막법이 빠져 있다. 아크법은 전기 아크의 고열을 이용하는 열적 공정으로, 식염수 전해에 의한 수산화나트륨 제조법이 아니다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.
② X — ㄱ의 아크법과 ㅁ의 암모니아 산화법이 포함되고 ㄷ의 수은법과 ㄹ의 이온 교환막법이 빠져 있다. 암모니아 산화법은 암모니아를 산화하는 공정이며 수산화나트륨 전해 제조법이 아니다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.
③ O — ㄴ의 격막법, ㄷ의 수은법, ㄹ의 이온 교환막법은 모두 식염수를 전기 분해하여 수산화나트륨을 제조하는 전해법이다.
④ X — ㅁ의 암모니아 산화법이 포함되고 ㄴ의 격막법이 빠져 있다. 암모니아 산화법은 수산화나트륨 제조법이 아니고, 격막법은 대표적인 식염수 전해법이다. 올바른 조합은 ㄴ, ㄷ, ㄹ이다.

NoteBase

오답 포인트

‘전기를 이용한다’는 인상만으로 아크법을 전해법에 넣는 것이 함정이다. 전기 아크의 열을 이용하는 공정과 전해질에 전류를 흘려 전극 반응을 일으키는 전기 분해는 구별해야 한다. 또한 암모니아 산화법은 수산화나트륨 제조와 관계없는 공정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

수산화나트륨 전해 제조법은 식염수 전기 분해에서 양극 생성물과 음극 생성물을 분리하는 방식으로 판단한다. 분리 수단이 격막, 수은 음극, 이온 교환막이면 전해법에 해당한다.

암기 포인트

수산화나트륨 전해 3법은 격막법·수은법·이온 교환막법이다.

NoteBase

6. 황산에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① 묽은 황산은 흡습성, 탈수성, 산화성이 있다.
② 묽은 황산은 아연과 반응하여 이산화황을 발생시킨다.
③ 진한 황산을 물에 희석할 때는 황산에 물을 조금씩 넣는다.
④ 진한 황산은 탈수 작용이 강하여 설탕을 탄소로 변화시킨다.

정답 4번

출제 포인트

묽은 황산과 진한 황산의 성질 및 진한 황산을 안전하게 희석하는 방법을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

묽은 황산은 물에 황산이 희석된 강산으로, 아연과 반응하면 수소 기체를 발생시킨다.
진한 황산은 흡습성·탈수성이 크고 산화제로도 작용하며, 유기물에서 물의 성분을 빼앗아 탄화시킬 수 있다.
희석할 때에는 큰 발열이 일어나므로 물에 진한 황산을 조금씩 넣는다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '묽은 황산은 흡습성, 탈수성, 산화성이 있다'이다. 이러한 성질은 주로 진한 황산의 특징이며, 묽은 황산은 주로 강산의 성질을 나타낸다.
② X — 틀린 표현은 '이산화황을 발생시킨다'이다. 묽은 황산과 아연이 반응하면 수소 기체가 발생한다.
③ X — 틀린 표현은 '황산에 물을 조금씩 넣는다'이다. 진한 황산을 희석할 때에는 물에 진한 황산을 조금씩 넣어야 한다.
④ O — 진한 황산은 탈수 작용이 강하여 설탕에서 물의 성분을 제거하고 탄소가 남게 하므로 설탕을 탄화시킨다.

오답 포인트

①에서는 진한 황산의 성질을 묽은 황산의 성질로 바꾸었고, ②에서는 아연과 묽은 황산의 반응 생성물인 수소를 이산화황으로 바꾸었다. ③은 희석 순서를 반대로 제시한 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

흡습·탈수·산화 작용은 진한 황산, 금속과 반응하여 수소를 발생시키는 성질은 묽은 황산으로 구분한다. 희석 순서는 '물에 진한 황산을 조금씩'으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

진한 황산은 흡습·탈수·산화, 희석은 물에 황산, 묽은 황산과 아연은 수소 발생이다.

NoteBase

7. 전기 분해 시 음극에서 금속이 석출되기 가장 쉬운 수용액은?

① $CuCl_2$ 수용액
② NaCl 수용액
③ KNO_3 수용액
④ H_2SO_4 수용액

정답 1번

출제 포인트

수용액을 전기 분해할 때 음극에서 금속 이온의 환원과 물 또는 수소 이온의 환원 중 어느 반응이 우선하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

음극에서는 환원 반응이 일어난다. 구리 이온은 수용액에서 금속 구리로 환원될 수 있지만, 나트륨 이온과 칼륨 이온은 물보다 환원되기 어려워 금속으로 석출되지 않는다. 이 경우에는 물이 환원되어 수소 기체가 발생한다. 황산 수용액에는 석출될 금속 이온이 없으므로 수소 이온이 환원되어 수소 기체가 발생한다.

선지별 해설

① O — $CuCl_2$ 수용액의 음극에서는 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ 반응이 일어나 금속 구리가 석출된다. 네 수용액 중 금속 석출이 가장 쉬운 경우이다.
② X — 틀린 판단은 $NaCl$ 수용액의 음극에서 나트륨 금속이 석출된다는 것이다. 실제로는 Na^+보다 물이 먼저 환원되어 수소 기체가 발생하며, 나트륨 금속은 염화나트륨 용융액의 전기 분해에서 얻는다.
③ X — 틀린 판단은 KNO_3 수용액의 음극에서 칼륨 금속이 석출된다는 것이다. 실제로는 K^+보다 물이 먼저 환원되어 수소 기체가 발생하며, 칼륨 금속은 수용액에서 석출되지 않는다.
④ X — 틀린 판단은 H_2SO_4 수용액의 음극에서 금속이 석출된다는 것이다. 실제로는 석출될 금속 이온이 없고 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ 반응으로 수소 기체가 발생한다.

오답 포인트

전해질에 금속 원소가 들어 있다는 이유만으로 그 금속이 음극에 석출된다고 생각하기 쉽다. 특히 ②와 ③에서는 매우 반응성이 큰 나트륨과 칼륨의 이온보다 물이 먼저 환원된다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

수용액의 음극에서는 먼저 금속 이온과 물 또는 수소 이온의 환원 가능성을 비교한다. 구리처럼 수용액에서 환원되기 쉬운 금속 이온은 금속으로 석출되지만, 나트륨·칼륨과 같은 알칼리 금속 이온은 석출되지 않고 수소 기체가 발생한다.

NoteBase

암기 포인트

수용액 음극에서 구리는 석출되고, 나트륨·칼륨 대신 수소가 발생한다.

NoteBase

8. 암모니아(NH_3)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 진한 암모니아를 호흡하면 중독을 일으킨다.
② 무색의 코를 찌르는 자극성 냄새를 가진 기체이다.
③ 물에 대단히 잘 녹으며, 암모니아가 물에 녹은 용액을 암모니아수라고 한다.
④ 암모니아는 물과 대부분 반응하여 암모늄 이온(NH_4^+)과 수산화 이온(OH^-)으로 이온화하므로 강한 염기성을 띤다.

정답 4번

출제 포인트

암모니아의 물리적 성질과 물속에서의 약염기성 이온화 특성을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

암모니아 NH_3는 무색의 자극성 냄새가 나는 유독성 기체이며 물에 매우 잘 녹는다. 물속에서는 $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$의 가역 반응으로 일부만 이온화하므로 약염기이다.

선지별 해설

① O — 진한 암모니아 증기를 흡입하면 호흡기 점막이 심하게 자극되고 중독을 일으킬 수 있다.
② O — 암모니아는 무색이며 코를 찌르는 강한 자극성 냄새가 나는 기체이다.
③ O — 암모니아는 물에 매우 잘 녹고, 암모니아가 녹아 있는 수용액을 암모니아수라고 한다.
④ X — 틀린 표현은 '물과 대부분 반응하여 이온화하므로 강한 염기성을 띤다'이다. 실제로 암모니아는 물과 가역적으로 반응하여 일부만 NH_4^+와 OH^-를 생성하므로 약염기성을 띤다.

오답 포인트

암모니아가 물에 매우 잘 녹는다는 사실을 물속에서 대부분 이온화한다는 뜻으로 혼동하기 쉽다. 용해도와 이온화 정도는 서로 다른 성질이며, 암모니아는 잘 녹지만 약하게 이온화한다.

다시 나오면 이렇게 판단

'물에 잘 녹는다'는 용해도에 관한 표현이고, '강염기·약염기'는 물속 이온화 정도에 관한 표현이다. 암모니아의 이온화식에 가역 화살표가 나타나면 일부만 이온화하는 약염기로 판단한다.

암기 포인트

암모니아는 물에는 잘 녹지만 물속에서는 일부만 이온화하는 약염기이다.

NoteBase

9. <보기>는 부생 염산법의 대표적인 예이다. (가)에 해당하는 물질은?

<보기>

$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \rightarrow$ (가) $+ HCl$

① $CH_2 = CHCl$
② $CH_2 = CH_2Cl$
③ $CH_2 = CH_2Cl_2$
④ $CH_2 = CH_3Cl$

정답 1번

출제 포인트

부생 염산법의 반응식에서 부산물인 염화수소 *HCl*를 제외한 뒤 원자수지에 맞는 생성물을 찾는 문제이다.

핵심 개념

부생 염산법은 염소가 수소를 치환하는 과정에서 염화수소가 부산물로 생기는 방법이다. 반응물 전체는 탄소 2개, 수소 4개, 염소 2개이고, 이 중 *HCl*에 수소 1개와 염소 1개가 들어가므로 (가)는 C_2H_3Cl, 즉 $CH_2 = CHCl$이다.

선지별 해설

① O — $CH_2 = CHCl$은 C_2H_3Cl이므로, 여기에 부산물 *HCl*을 합하면 반응물의 원자수 $C_2H_4Cl_2$와 일치한다.
② X — 틀린 부분은 $CH_2 = CH_2Cl$이다. 수소가 4개인 식은 *HCl* 생성 후 남아야 하는 수소 3개와 맞지 않으며, 이중결합 탄소의 정상적인 원자가에도 맞지 않는다. 올바른 생성물은 $CH_2 = CHCl$이다.
③ X — 틀린 부분은 $CH_2 = CH_2Cl_2$이다. 염소 2개를 모두 (가)에 넣으면 부산물 *HCl*에 들어갈 염소가 남지 않고 수소 수도 맞지 않는다. 단순 염소 첨가를 나타내려면 생성물은 CH_2Cl-CH_2Cl이고 *HCl*은 생성되지 않지만, 제시된 부생 염산 반응의 (가)는 $CH_2 = CHCl$이다.
④ X — 틀린 부분은 $CH_2 = CH_3Cl$이다. 수소가 5개인 식은 원자수지에 맞지 않고, 이중결합 탄소에 수소 3개와 염소 1개가 결합한 표기도 성립하지 않는다. 올바른 생성물은 $CH_2 = CHCl$이다.

오답 포인트

염소가 이중결합에 첨가된다고만 생각하여 ③을 고르기 쉽다. 그러나 보기에는 *HCl*이 생성물로 명시되어 있으므로, 염소 1개와 수소 1개가 부산물로 빠져나간 치환 반응의 원자수지를 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식의 모든 생성물을 포함해 원소별 원자수를 맞춘다. 이 문항에서는 먼저 부산물 *HCl*의 H 1개와 Cl 1개를 반응물 총원자수에서 빼면 (가)의 분자식이 바로 C_2H_3Cl로 결정된다.

NoteBase

암기 포인트

에틸렌의 염소 치환으로 염화비닐 $CH_2=CHCl$과 염화수소 HCl이 생성된다.

NoteBase

10. <보기>는 솔베이법에 의한 탄산나트륨의 제조과정이다. ㉠공정에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>
- 암모니아 소금물의 탄산화
- 탄산수소나트륨의 ㉠ 하소
- 암모니아의 회수

① 온도에 따른 용해도 차이를 이용해 원하는 용질을 다시 결정화시키는 조작
② 원료를 가열하여 경화성 물질을 만드는 조작
③ 물질을 고온으로 가열하여 휘발 성분을 제거하는 조작
④ 고체 상태의 물질을 가열하여 액체로 상태 변화시키는 조작

정답 3번

출제 포인트

솔베이법에서 탄산수소나트륨을 탄산나트륨으로 바꾸는 하소의 뜻을 재결정·소성·용융과 구별하는 문제이다.

핵심 개념

하소는 고체 물질을 고온으로 가열하여 수분이나 이산화탄소 같은 휘발 성분을 제거하거나 열분해하는 조작이다.
솔베이법에서는 탄산수소나트륨을 가열해 탄산나트륨을 만들고, 이산화탄소와 물을 방출한다.
재결정은 온도에 따른 용해도 차이를 이용해 용질을 다시 결정으로 석출하여 정제하는 조작이다.
소성은 원료를 가열하여 단단하고 안정한 성질을 갖게 하는 조작이며, 용융은 고체를 가열해 액체 상태로 바꾸는 조작이다.

선지별 해설

① X — 온도에 따른 용해도 차이를 이용해 원하는 용질을 다시 결정화하는 조작은 재결정이다. 틀린 표현은 하소를 재결정으로 설명한 부분이며, 올바르게는 하소는 고온 가열로 휘발 성분을 제거하거나 물질을 열분해하는 조작이다.
② X — 원료를 가열하여 경화성 물질을 만드는 조작은 소성에 해당한다. 틀린 표현은 하소의 목적을 경화성 물질의 제조로 본 부분이며, 올바르게는 하소의 핵심 목적은 휘발 성분의 제거 또는 열분해이다.
③ O — 물질을 고온으로 가열하여 휘발 성분을 제거하는 조작은 하소의 정의에 해당한다. 솔베이법에서는 탄산수소나트륨을 가열할 때 이산화탄소와 물이 빠져나가고 탄산나트륨이 생성된다.
④ X — 고체 물질을 가열하여 액체로 상태 변화시키는 조작은 용융이다. 틀린 표현은 하소를 액체로의 상태 변화로 설명한 부분이며, 올바르게는 하소에서는 휘발 성분을 제거하거나 열분해하고 대상 고체를 단순히 액체로 녹이는 것이 목적이 아니다.

NoteBase

오답 포인트

②와 ③은 모두 원료를 가열한다는 점 때문에 혼동하기 쉽다. 그러나 ②는 경화성 물질을 만드는 소성이고, ③은 휘발 성분을 제거하는 하소이다. 또한 ④의 상태 변화라는 표현은 용융을 가리킨다.

다시 나오면 이렇게 판단

가열 조작은 목적과 결과로 구별한다. 휘발 성분 제거·열분해이면 하소, 경화·안정화이면 소성, 고체에서 액체로의 상태 변화이면 용융으로 판단한다. 용해도 차이로 결정을 다시 얻으면 재결정이다.

암기 포인트

하소는 휘발 성분 제거, 소성은 경화, 용융은 고체의 액체화, 재결정은 용해도 차이에 의한 정제이다.

NoteBase

11. 산화수를 정하는 규칙에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 원소를 구성하는 산화수는 0이다.
ㄴ. 일원자 이온의 산화수는 그 이온의 전하와 같다.
ㄷ. 산소의 산화수는 산화물에서 +2이다. 단, 과산화물에서는 +1이다.
ㄹ. 다원자 이온을 구성하는 원자들의 산화수 합은 다원자 이온의 전하와 같다.
ㅁ. 수소의 산화수는 수소화물에서 −1이다. 단, 금속의 수소화물에서는 +1이다.

① ㄱ, ㄴ, ㄷ　② ㄱ, ㄴ, ㄹ
③ ㄱ, ㄹ, ㅁ　④ ㄷ, ㄹ, ㅁ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 원소 상태, 단원자 이온, 산소·수소의 예외, 다원자 이온에서 산화수를 정하는 규칙을 묻는 문제이다.

핵심 개념

산화수는 화합물이나 이온에서 원자가 전자를 잃거나 얻었다고 가정할 때 그 원자에 배정하는 형식 전하이다.
원소 상태의 원자는 산화수가 0이고, 단원자 이온의 산화수는 그 이온의 전하와 같다.
산소의 산화수는 일반적인 화합물에서 −2이고 과산화물에서는 −1이다.
다원자 이온을 이루는 모든 원자의 산화수 합은 그 이온의 전하와 같다.
수소의 산화수는 일반적인 화합물에서 +1이고 금속 수소화물에서는 −1이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. 산소는 일반적인 산화물에서 −2, 과산화물에서 −1이다. 따라서 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'은 'ㄱ, ㄴ, ㄹ'로 고쳐야 한다.

② O
ㄱ은 원소 상태의 산화수가 0이라는 규칙, ㄴ은 단원자 이온의 산화수가 이온 전하와 같다는 규칙, ㄹ은 다원자 이온에서 산화수 합이 이온 전하와 같다는 규칙에 각각 부합한다.

③ X
ㄱ과 ㄹ은 옳지만 ㅁ이 틀렸고, 옳은 ㄴ이 빠졌다. 수소는 일반적인 화합물에서 +1, 금속 수소화물에서 −1이므로 'ㄱ, ㄹ, ㅁ'은 'ㄱ, ㄴ, ㄹ'로 고쳐야 한다.

④ X
ㄹ만 옳고 ㄷ과 ㅁ은 모두 산화수의 부호를 반대로 제시했으며, 옳은 ㄱ과 ㄴ이 빠졌다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ, ㄹ'이다.

오답 포인트

ㄷ과 ㅁ은 산소와 수소의 대표 산화수 및 예외에서 부호를 모두 뒤집어 놓았다. 특히 과산화물의 산소는 −1, 금속 수소화물의 수소는 −1이라는 점을 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 원소 상태는 0, 단원자 이온은 이온 전하, 다원자 이온은 산화수 합이 이온 전하라는 규칙을 적용한다. 이어 산소는 기본 −2·과산화물 −1, 수소는 기본 +1·금속 수소화물 −1인지 확인한다.

암기 포인트

원소는 0, 단원자는 전하 그대로, 다원자는 합이 전하이다. 산소는 기본 −2·과산화물 −1, 수소는 기본 +1·금속 수소화물 −1이다.

NoteBase

12. 금속은 열 전도성과 전기 전도성이 우수하며, 퍼짐성과 연성이 좋다. 그 이유로 가장 옳은 것은?
① 금속 원소의 전기음성도가 매우 크기 때문이다.
② 금속은 금속 결합으로 자유전자를 갖고 있기 때문이다.
③ 이온화 경향성이 금속마다 다르기 때문이다.
④ 입자들이 불규칙하게 배열되어 있기 때문이다.

정답 2번

출제 포인트

금속의 열·전기 전도성과 연성·전성이 금속 결합의 어떤 특성에서 비롯되는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

금속 결합은 금속 양이온과 결정 전체에 퍼져 이동할 수 있는 자유전자 사이의 정전기적 인력이다. 자유전자는 전하와 열에너지를 전달하므로 전기 전도성과 열 전도성을 나타내며, 금속 결합은 방향성이 작아 원자층이 미끄러져도 결합이 유지되므로 연성과 전성이 좋다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '전기음성도가 매우 크기 때문'이다. 금속 원소는 일반적으로 전기음성도가 비교적 작아 원자가전자를 내놓고 자유전자 상태로 만들기 쉽다.
② O — 금속 결합에서는 자유전자가 결정 전체를 이동하며 전하와 열에너지를 전달한다. 또한 비방향성인 금속 결합은 원자층이 이동해도 유지되므로 금속의 연성과 전성이 좋다.
③ X — 틀린 표현은 '이온화 경향성이 금속마다 다르기 때문'이다. 금속마다 이온화 경향이 다른 것은 금속 간 반응성 차이와 관련되지만, 금속의 전도성·연성·전성을 공통으로 설명하는 원인은 자유전자와 비방향성 금속 결합이다.
④ X — 틀린 표현은 '입자들이 불규칙하게 배열'된다는 부분이다. 고체 금속의 입자들은 일반적으로 규칙적인 결정 격자를 이루며, 연성과 전성은 불규칙 배열이 아니라 원자층이 이동해도 금속 결합이 유지되는 성질에서 나타난다.

오답 포인트

금속의 반응성을 나타내는 이온화 경향과 금속의 물리적 성질을 만드는 금속 결합을 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 '자유전자'가 전도성을, '비방향성 결합'이 연성과 전성을 설명한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기·열 전도성은 이동 가능한 자유전자와 연결하고, 연성·전성은 원자층이 이동해도 유지되는 비방향성 금속 결합과 연결한다.

NoteBase

암기 포인트

금속은 자유전자로 잘 통하고, 비방향성 결합으로 잘 늘어나고 펴진다.

NoteBase

13. 금속에 녹이 스는 것을 방지하거나 표면을 아름답게 하기 위해 전기 분해를 이용하여 표면에 다른 금속을 얇게 입히는 공정 방법은?

① 전기 도금 ② 충전

③ 진공 증착 ④ 무전해 도금

정답 1번

출제 포인트

전기분해를 이용하여 금속 표면에 다른 금속층을 입히는 공정이 전기 도금임을 묻는 문제이다.

핵심 개념

전기 도금은 도금하려는 물체를 전해질 속 전극으로 연결하고 전류를 흘려 금속 이온을 환원시킴으로써 표면에 얇은 금속층을 형성하는 공정이다. 부식 방지, 내마모성 향상, 장식 등의 목적으로 사용한다.
진공 증착은 진공에서 기화한 물질을 표면에 응축시키는 방식이고, 무전해 도금은 외부 전류 없이 환원제의 화학 반응으로 금속층을 만드는 방식이다.

선지별 해설

① O — 전기 도금은 전기분해를 이용하여 금속 이온을 물체 표면에 환원·석출시키는 공정이므로 제시된 설명과 일치한다.
② X — '충전'은 전기 에너지를 저장 장치에 공급하는 것을 뜻하며 금속 표면에 다른 금속을 입히는 공정명이 아니다. 올바르게는 '전기 도금'이다.
③ X — '진공 증착'은 진공 상태에서 증발 또는 승화시킨 물질을 기판 표면에 응축시켜 막을 형성하는 공정으로, 전해질 속 전기분해를 이용하는 방식이 아니다. 올바르게는 전기분해를 이용하는 공정을 '전기 도금'이라고 한다.
④ X — '무전해 도금'은 외부 전류를 사용하지 않고 환원제에 의한 화학적 환원으로 금속을 석출시키는 공정이다. 전기분해를 이용한다는 표현은 틀리며, 올바르게는 '전기 도금'이다.

오답 포인트

③ 진공 증착과 ④ 무전해 도금도 표면에 금속막을 만들 수 있어 혼동하기 쉽다. 그러나 문제의 결정적 표현은 '전기분해를 이용'한다는 것이며, 이에 해당하는 공정은 전기 도금이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전해질과 외부 전류로 금속 이온을 석출시키면 전기 도금, 진공에서 기화·응축시키면 진공 증착, 외부 전류 없이 환원제로 석출시키면 무전해 도금으로 구분한다.

NoteBase

암기 포인트

전기분해는 전기 도금, 진공 속 기화·응축은 진공 증착, 화학적 환원은 무전해 도금이다.

NoteBase

14. 반도체 제조 공정 중 감광되지 않은 부분을 선택적으로 제거하는 식각 공정에서 사용하는 물질은?

① KI ② HF

③ HBr ④ NaCl

정답 2번

출제 포인트

반도체 제조에서 불필요한 부분을 선택적으로 제거하는 식각 공정의 대표 물질을 묻는 문제이다.

핵심 개념

식각은 감광막 패턴으로 보호되지 않은 막을 화학 반응으로 제거하여 원하는 회로 패턴을 만드는 공정이다. 습식 식각에서는 HF가 실리콘 산화막인 SiO_2와 반응하여 이를 제거하므로 대표적인 식각 물질로 쓰인다. 반응은 $SiO_2 + 6HF \rightarrow H_2SiF_6 + 2H_2O$로 나타낼 수 있다.

선지별 해설

① X — KI는 아이오딘화 이온을 공급하는 염이며, 그 자체가 실리콘 산화막을 제거하는 대표 식각액은 아니다. 이 문항의 올바른 물질은 HF이다.
② O — HF는 SiO_2를 플루오린화 규소계 물질로 전환하여 산화막을 제거하므로 반도체 습식 식각에 사용된다.
③ X — HBr은 일부 건식 플라스마 식각에서 공정 가스로 활용될 수 있지만, 이 문항이 묻는 산화막 습식 식각의 대표 물질은 아니다. 올바르게는 HF가 산화막 식각액으로 사용된다.
④ X — NaCl은 일반적인 조건에서 SiO_2 산화막을 선택적으로 녹이는 식각액이 아니다. 올바르게는 HF를 사용한다.

오답 포인트

할로젠을 포함한 물질이라는 공통점만 보고 KI나 HBr을 고르면 안 된다. 이 문항의 핵심은 플루오린화물 형성을 통해 실리콘 산화막을 제거하는 HF이다. 특히 HBr은 일부 건식 식각 공정에 쓰이는 경우가 있으므로, 대표적인 산화막 습식 식각액을 묻는 문맥과 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반도체 공정에서 산화막 또는 SiO_2의 식각 물질을 물으면 HF를 우선 연결한다. 물질 이름에 할로젠이 들어 있는지만 보지 않고, 제거 대상과 실제 반응 가능성을 함께 판단한다.

암기 포인트

실리콘 산화막 식각은 HF이다.

NoteBase

15. 비중에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 나트륨, 칼륨은 비중이 1보다 작은 경금속이다.
ㄴ. 밀도 측정에 있어 비교 물질이 고체 또는 액체인 경우에는 0℃, 1기압의 물을, 기체인 경우에는 0℃, 1기압의 질소를 표준 물질로 사용한다.
ㄷ. 물질의 밀도비를 말하며, 단위는 g/ml이다.

① ㄱ　② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 나트륨·칼륨의 밀도와 비중의 정의, 기준 물질 및 단위를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

밀도는 물질의 단위 부피당 질량이며, 대표적인 단위는 g/cm^3이다.
비중은 어떤 물질의 밀도를 기준 물질의 밀도로 나눈 값인 밀도비이다. 고체와 액체는 일반적으로 4 ° C의 물, 기체는 같은 온도와 압력에서의 공기를 기준으로 삼으며, 같은 종류의 물리량끼리 나눈 값이므로 단위가 없다.
몰질량은 물질 1몰의 질량이며 단위는 g/mol이다. 비중과 몰질량은 서로 다른 개념이다.

선지별 해설

① O — ㄱ만 옳게 고른 조합이다. 나트륨과 칼륨의 밀도는 각각 약 $0.97g/cm^3$, $0.86g/cm^3$로 1보다 작으므로 경금속에 해당한다.
② X — ㄷ을 포함한 부분이 틀렸다. ㄷ의 '단위는 g/ml이다'가 잘못된 표현이며, 올바르게는 비중은 밀도비이므로 단위가 없다. 따라서 옳은 것은 ㄱ뿐이다.
③ X — ㄴ과 ㄷ이 모두 틀린 보기이므로 잘못된 조합이다. ㄴ은 고체·액체의 기준을 0 ° C의 물, 기체의 기준을 질소라고 한 부분이 틀렸고, 올바르게는 일반적으로 고체·액체는 4 ° C의 물, 기체는 같은 온도·압력의 공기를 기준으로 한다. ㄷ은 비중에 g/ml 단위를 붙인 부분이 틀렸으며, 올바르게는 비중은 무차원량이다.
④ X — ㄴ과 ㄷ을 옳다고 포함했으므로 잘못된 조합이다. ㄱ은 옳지만, ㄴ의 기준 물질·온도와 ㄷ의 단위는 각각 '4 ° C의 물과 같은 온도·압력의 공기', '단위 없음'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

ㄴ에서는 0 ° C와 4 ° C, 질소와 공기를 바꾸어 놓은 것이 함정이다. ㄷ에서는 비중이 밀도비라는 점을 혼동하게 하여 비중에 g/ml이라는 단위를 붙였다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

비중 문제가 나오면 먼저 '밀도끼리의 비'라는 정의를 확인한다. 그다음 고체·액체의 기준은 일반적으로 $4^\circ C$의 물, 기체의 기준은 같은 온도·압력의 공기이며, 비중에는 단위가 없다는 순서로 판단한다.

암기 포인트

비중은 밀도비이므로 무단위이고, g/mol은 몰질량의 단위이다.

NoteBase

16. <보기>에서 설명하는 질소질 비료는?

<보기>

- 분자량은 60 정도이다.
- 색이나 냄새가 없고 기둥 모양의 결정이다.
- 질소분을 46% 함유한 중성 질소 비료이다.
- 비료 효과가 우수하지만 흡습성이 큰 단점이 있다.

① K_2SO_4 ② $CaCN_2$

③ $CO(NH_2)_2$ ④ $(NH_4)_2SO_4$

정답 3번

출제 포인트

분자량 약 60, 질소 함량 약 46%, 중성 질소 비료, 큰 흡습성이라는 특징으로 요소를 판별하는 문제이다.

핵심 개념

요소는 화학식이 $CO(NH_2)_2$인 고농도 질소 비료이다. 분자량은 약 60이고 한 분자에 질소 원자 2개가 있으므로 질소의 질량 백분율은 28/60, 즉 약 46.7%이다. 무색·무취의 결정이며 비료 효과가 빠르고 우수하지만 흡습성이 커서 보관할 때 굳기 쉽다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- K_2SO_4는 황산칼륨으로, 질소를 포함하지 않는 칼륨 비료이다. 분자량도 약 174이므로 보기의 수치와 맞지 않는다.
- 틀린 부분은 질소질 비료의 후보로 본 점이며, 올바르게는 황산칼륨은 칼륨을 공급하는 비료이다.

② X
- $CaCN_2$는 석회질소의 주성분인 칼슘시안아미드이다. 분자량은 약 80이고 순물질 기준 질소 함량은 약 35%이므로 보기의 약 60과 46%에 맞지 않는다. 또한 알칼리성 비료로 분류된다.
- 틀린 부분은 중성·질소 46%의 비료로 본 점이며, 올바르게는 칼슘시안아미드는 알칼리성 질소 비료이다.

③ O
- $CO(NH_2)_2$는 요소이다. 분자량은 약 60이고 질소 함량은 약 46.7%이며, 무색·무취의 결정성 중성 질소 비료이고 흡습성이 크다는 보기의 조건을 모두 충족한다.

④ X
- $(NH_4)_2SO_4$는 황산암모늄이다. 분자량은 약 132이고 질소 함량은 약 21.2%이며, 생리적 산성 비료이므로 보기의 수치와 분류에 맞지 않는다.
- 틀린 부분은 분자량 약 60·질소 46%·중성이라는 점이며, 올바르게는 황산암모늄은 질소 함량이 약 21%인 생리적 산성 질소 비료이다.

오답 포인트

② 칼슘시안아미드와 ④ 황산암모늄도 질소 비료이므로 혼동하기 쉽다. 그러나 보기의 결정적 단서는 질소 함량 46%이다. 질소 비료 가운데 이처럼 질소 농도가 높고 분자량이 약 60인 것은 요소이다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학식에서 질소 원자의 총질량을 구해 분자량으로 나눈다. $CO(NH_2)_2$는 질소 질량이 28, 분자량이 약 60이므로 $28/60 \times 100 \approx 46.7\%$가 되어 보기와 바로 연결된다.

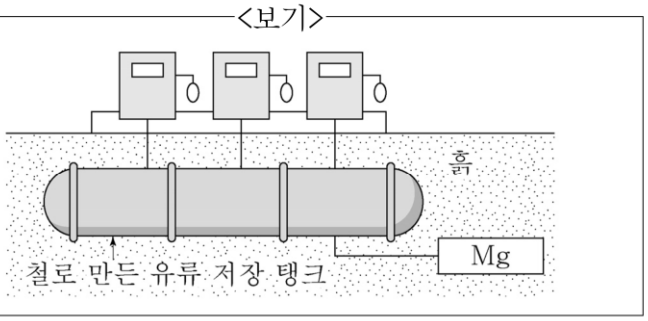
암기 포인트

요소는 '분자량 60, 질소 46%, 중성, 고흡습성'으로 묶어 기억한다.

NoteBase

17. <보기>의 그림처럼 철(Fe)로 된 땅 속 유류 저장 탱크에 마그네슘(Mg)을 연결하여 탱크의 부식을 막는 방법은?

<보기>



① 합금
② 표면 처리법
③ 음극화 보호
④ 부동태 피막 형성

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 철제 탱크에 철보다 이온화되기 쉬운 마그네슘을 전기적으로 연결한 도식에서, 철을 음극으로 만들어 부식을 막는 음극화 보호를 식별하는 문제이다.

선지별 해설

① X — 합금은 철에 다른 원소를 첨가하여 재료 자체의 조성과 성질을 바꾸는 방법이다. 그림처럼 탱크 밖의 마그네슘을 도선으로 연결하는 것은 합금이 아니며, 올바르게는 희생 양극을 이용한 음극화 보호이다.

② X — 표면 처리법은 도장·도금·피복 등으로 철 표면을 부식 환경과 차단하는 방법이다. 그림에는 철 표면을 덮는 피막이 아니라 외부 마그네슘의 전기적 연결이 나타나므로, 올바르게는 음극화 보호이다.

③ O — 철보다 이온화되기 쉬운 마그네슘이 희생 양극이 되어 먼저 산화하고 전자를 철제 탱크에 공급한다. 이에 따라 탱크가 음극으로 유지되어 철의 산화와 부식이 억제된다. 이 방법은 음극화 보호 중 희생 양극법이다.

④ X — 부동태 피막 형성은 금속 표면에 치밀하고 안정한 산화 피막이 생겨 추가 산화를 막는 현상이다. 마그네슘 연결은 철에 부동태 피막을 만드는 방식이 아니며, 올바르게는 철을 음극으로 유지하는 희생 양극식 음극화 보호이다.

오답 포인트

마그네슘이 탱크 대신 부식된다는 사실 때문에 단순한 표면 처리로 혼동하기 쉽다. 그러나 도식의 결정적 단서는 철제 탱크와 마그네슘이 전기적으로 연결되어 있다는 점이며, 철이 음극이 되므로 정답은 음극화 보호이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

보호 대상 금속에 더 이온화되기 쉬운 금속이 연결되어 있으면, 연결 금속은 희생 양극으로 먼저 산화되고 보호 대상은 음극이 된다. 따라서 희생 양극법에 의한 음극화 보호로 판단한다.

암기 포인트

마그네슘은 희생 양극, 철제 탱크는 음극, 보호법은 음극화 보호이다.

NoteBase

18. 황산구리($CuSO_4$)(II) 수용액을 전기 분해하여 구리 32g을 얻었다. 이때 흘려 준 전하량의 값[C]은? (단, Cu의 원자량은 64이고, 1F=96,500C이다.)

① 36,600C ② 48,250C
③ 77,200C ④ 96,500C

정답 4번

출제 포인트

황산구리(II) 수용액을 전기 분해할 때 구리의 석출 몰수와 환원에 필요한 전자 몰수의 관계를 이용하여 전하량을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 구리의 질량은 $32g$, 구리의 원자량은 64, $1F = 96{,}500C$이다.
구해야 할 값: 구리 $32g$을 석출하는 데 흐른 전하량이다.
주의할 조건: 구리 이온은 Cu^{2+}이므로 구리 1 mol이 석출될 때 전자 2 mol이 필요하다.

사용할 공식

음극의 환원 반응은 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$이다.
$n(Cu) = \frac{m}{M}, \quad n(e^-) = 2n(Cu), \quad Q = n(e^-)F$
구리의 석출량으로부터 반응한 전자의 몰수를 구할 수 있고, 전자 1 mol의 전하량이 1 F이므로 이 공식을 사용한다.

계산 과정

1. 석출된 구리의 몰수는 $n(Cu) = \frac{32}{64} = 0.5mol$이다.
2. 반응식에서 구리 1 mol당 전자 2 mol이 필요하므로 $n(e^-) = 2 \times 0.5 = 1mol$이다.
3. 전자 1 mol은 1 F에 해당하므로 전하량은 $Q = 1 \times 96{,}500 = 96{,}500C$이다.

선지 판단

① X — 36,600 C는 계산 결과인 96,500 C와 다르다. 올바른 전하량은 96,500 C이다.
② X — 48,250 C는 0.5 F에 해당하며, 구리의 몰수 0.5 mol을 전자의 몰수로 잘못 사용한 값이다. Cu^{2+}의 환원에는 구리 1 mol당 전자 2 mol이 필요하므로 올바른 전하량은 96,500 C이다.
③ X — 77,200 C는 0.8 F에 해당하여 반응식의 전자수와 맞지 않는다. 필요한 전자는 1 mol이므로 올바른 전하량은 96,500 C이다.
④ O — 계산한 전하량 $96{,}500C$와 일치한다.

NoteBase

오답 포인트

가장 큰 함정은 구리 0.5 mol이 석출되었다는 사실만 보고 전자도 0.5 mol이라고 판단하는 것이다.
황산구리(II)의 구리 이온은 Cu^{2+}이므로 전자 몰수에 반드시 2를 곱해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전기 분해 석출 문제는 먼저 반쪽 반응식을 쓰고, 석출 물질의 몰수 → 전자의 몰수 → 전하량 순서로 계산한 뒤 단위를 검산한다.

암기 포인트

$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$: 구리 1 mol 석출에는 전자 2 mol, 즉 2 F가 필요하다.

NoteBase

19. <보기>는 묽은 질산의 제조 화학 반응식이다. (가)~(라)에 들어갈 숫자의 합은?

<보기>

(가) NH_3 + (나) O_2 → (다) HNO_3 + (라) H_2O

① 3 ② 4
③ 5 ④ 6

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 화학 반응 전후에 각 원소의 원자 수가 같아지도록 반응식의 최소 정수 계수를 정하고 그 합을 구하는 문제이다.

조건 정리

반응식의 계수를 각각 a, b, c, d로 두면 $aNH_3 + bO_2 \rightarrow cHNO_3 + dH_2O$이다. 구해야 할 값은 최소 정수 계수 $a + b + c + d$이다.

사용할 공식

화학 반응에서는 원소별 원자 수가 보존되므로 다음 관계를 세운다.

N : $a = c$, H : $3a = c + 2d$, O : $2b = 3c + d$

반응물과 생성물에 들어 있는 질소, 수소, 산소의 원자 수를 각각 같게 해야 하므로 이 관계식을 사용한다.

계산 과정

1. 질소 원자 수를 맞추면 $a = c$이다.
2. 이를 수소 원자 수 관계 $3a = c + 2d$에 대입하면 $3a = a + 2d$이므로 $d = a$이다.
3. 산소 원자 수 관계에 $c = a$, $d = a$를 대입하면 $2b = 3a + a = 4a$이므로 $b = 2a$이다.
4. 가장 작은 정수 $a = 1$을 택하면 계수비는 $a : b : c : d = 1 : 2 : 1 : 1$이다. 따라서 완성된 반응식은 $NH_3 + 2O_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O$이고, 계수의 합은 $1 + 2 + 1 + 1 = 5$이다.

선지 판단

① X — 계수의 합은 3이 아니라 5이다. 올바르게는 $1 + 2 + 1 + 1 = 5$이다.
② X — 계수의 합은 4가 아니라 5이다. 올바르게는 산소 분자의 계수 2까지 포함하여 $1 + 2 + 1 + 1 = 5$이다.
③ O — 최소 정수 계수는 1, 2, 1, 1이므로 그 합은 5이다.
④ X — 계수의 합은 6이 아니라 5이다. 올바르게는 이미 최소 정수비인 1 : 2 : 1 : 1을 사용하므로 합은 5이다.
계산 결과가 5이므로 정답은 3번이다.

NoteBase

오답 포인트

질소와 수소만 먼저 맞춘 뒤 산소 원자 수를 확인하지 않거나, 계수가 표시되지 않은 물질의 계수 1을 합에서 빠뜨리기 쉽다. 모든 원소를 검산하고 생략된 계수 1도 반드시 합산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

원소별 보존식을 세운 뒤 한 계수를 기준으로 나머지 계수를 나타내고, 최소 정수비로 만든 다음 모든 계수를 합한다. 마지막에는 반응식 양쪽의 각 원소 원자 수가 같은지 검산한다.

암기 포인트

반응식 계수 맞추기는 원소별 원자 수 보존, 최소 정수비, 생략된 계수 1의 합산 순서로 정리한다.

NoteBase

20. <보기>에서 설명하는 나노 물질(제품)은?

<보기>

- '분자의 체'라고 불리며 나노미터 크기의 구멍들이 뚫려 있는 고체 물질이다.
- 원유에서 납과 같은 중금속을 제거하고 원하는 성분만을 추출하여 휘발유를 정제하는 데 활용되고 있다.
- 표면적이 일반 숯이나 활성탄에 비해 넓어 흡착력이 높기 때문에 공기 청정기나 정수기 등에도 널리 사용된다.
- 촉매로 이용되기도 한다.

① 풀러렌 ② 은 나노
③ 제올라이트 ④ 탄소 나노 튜브

정답 3번

출제 포인트

분자체로 불리는 규칙적인 미세 기공 물질의 흡착·분리 및 촉매 특성을 보고 제올라이트를 식별하는 문제이다.

핵심 개념

제올라이트는 규칙적인 미세 기공을 가진 결정성 다공질 물질로, 기공의 크기와 분자의 크기에 따라 물질을 선택적으로 흡착·분리하므로 분자체라고 불린다. 넓은 내부 표면적과 높은 흡착력을 이용해 정화·분리에 쓰이며, 석유 정제 등에서는 촉매로도 활용된다.
풀러렌은 탄소 원자가 공 모양의 닫힌 구조를 이룬 탄소 나노 물질이고, 은 나노는 나노 크기의 은 입자이며, 탄소 나노 튜브는 탄소 원자가 원통형 구조를 이룬 물질이다.

선지별 해설

① X — 풀러렌은 탄소 원자가 공 모양의 닫힌 분자 구조를 이룬 물질이다. 보기처럼 규칙적인 기공으로 선택적 흡착·분리를 하는 분자체라는 설명에 해당하지 않는다. 틀린 선택지 '풀러렌'은 '제올라이트'로 고쳐야 한다.
② X — 은 나노는 나노 크기의 은 입자로, 대표적으로 항균성과 전도성 등을 이용한다. 분자체 구조를 이용한 흡착·정제 및 석유 정제 촉매라는 설명에 해당하지 않는다. 틀린 선택지 '은 나노'는 '제올라이트'로 고쳐야 한다.
③ O — 제올라이트는 나노미터 규모의 규칙적인 기공을 가진 다공질 물질이다. 분자 크기에 따른 선택적 흡착·분리, 정화 장치에서의 흡착, 석유 정제 공정의 촉매라는 보기의 특징이 모두 제올라이트와 맞는다.
④ X — 탄소 나노 튜브는 탄소 원자가 원통형으로 연결된 나노 물질로, 높은 강도와 전기·열 전도성이 주요 특징이다. 보기의 분자체형 다공질 흡착제와는 다르다. 틀린 선택지 '탄소 나노 튜브'는 '제올라이트'로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

선지에 모두 나노 물질이 제시되어 있어 '나노미터 크기'라는 표현만 보면 혼동하기 쉽다. 이 문제의 결정적 단서는 ③의 제올라이트에 대응하는 '분자체', '규칙적인 기공', '선택적 흡착·분리', '석유 정제 촉매'의 결합이다.

다시 나오면 이렇게 판단

규칙적인 미세 기공을 통해 분자를 크기별로 선택적으로 흡착하거나 분리하고 촉매로도 쓰인다는 설명이 나오면 제올라이트로 판단한다. 항균성은 은 나노, 공 모양 탄소 분자는 풀러렌, 원통형 탄소 구조와 높은 강도·전도성은 탄소 나노 튜브로 구별한다.

암기 포인트

제올라이트는 '분자체·미세 기공·흡착·분리·촉매'이다.

NoteBase