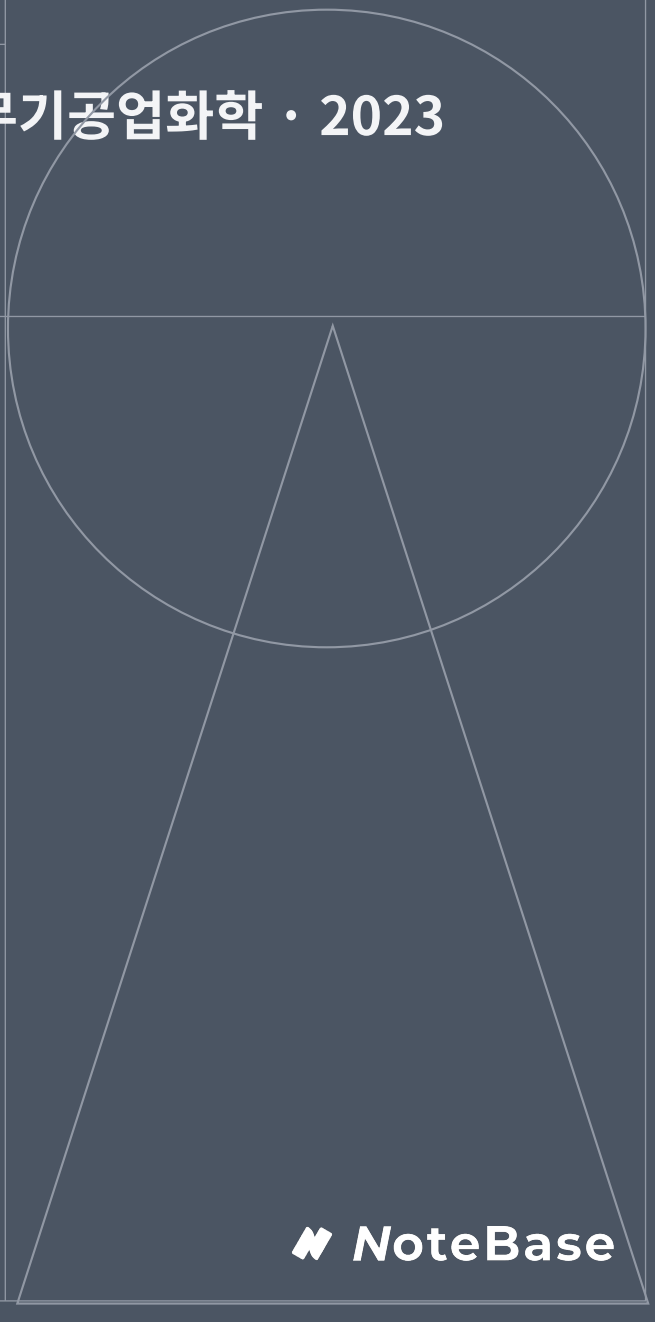
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2023

공무원/서울시/9급 경력 · 무기공업화학 · 2023

1. 〈보기 1〉의 설명에 해당하는 원소를 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은?

〈보기 1〉

- 원자가 전자 수가 1이다.
- 물과 반응하면 수소기체가 발생한다.
- 체심 입방 결정 구조로 밀도가 물보다 작다.

〈보기 2〉

ㄱ. Li　　ㄴ. Na　　ㄷ. K

① ㄱ　　② ㄱ, ㄴ

③ ㄴ, ㄷ　　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

Li, Na, K가 같은 1족 알칼리 금속으로서 원자가전자 수, 물과의 반응, 결정 구조와 밀도에 공통된 성질을 갖는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

Li, Na, K는 최외각 전자배치가 모두 ns^1인 1족 알칼리 금속이므로 원자가전자 수가 1이다. 세 원소는 모두 물과 반응하여 수산화물과 수소 기체를 생성한다. 또한 상온에서 체심 입방 결정 구조를 가지며, 밀도는 모두 물보다 작다. 반응성의 세기는 아래로 갈수록 커져 Li < Na < K 순이다.

선지별 해설

① X — ㄱ만 고른 조합이므로 틀리다. Li뿐 아니라 Na와 K도 원자가전자 수가 1이고, 물과 반응해 수소 기체를 발생시키며, 체심 입방 결정 구조이고 물보다 밀도가 작다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.
② X — ㄱ과 ㄴ만 고른 조합이므로 틀리다. K도 같은 알칼리 금속으로 세 설명을 모두 만족한다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.
③ X — ㄴ과 ㄷ만 고른 조합이므로 틀리다. Li도 물과 반응하여 수소 기체를 발생시키고 체심 입방 결정 구조이며 물보다 밀도가 작다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ을 모두 골라야 한다.
④ O — ㄱ Li, ㄴ Na, ㄷ K는 모두 1족 알칼리 금속이므로 세 설명에 모두 해당한다.

NoteBase

오답 포인트

Li는 Na나 K보다 물과 천천히 반응하지만, 반응하지 않는 것은 아니다. 또한 Na와 K는 물에 뜬다는 사실이 익숙한 반면 Li의 낮은 밀도나 세 금속의 체심 입방 결정 구조를 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

원소가 Li, Na, K이면 먼저 모두 1족 알칼리 금속으로 묶는다. 이어서 원자가전자 1개, 물과 반응하여 수소 발생, 상온에서 체심 입방 결정 구조, 물보다 작은 밀도를 공통 성질로 적용한다. 반응 여부와 반응 세기는 구분하며, Li도 물과 반응한다.

암기 포인트

Li·Na·K는 원자가전자 1개, 물과 반응해 수소 발생, 체심 입방 구조, 물보다 작은 밀도를 갖는다.

NoteBase

2. 탄소 수가 7개이면서 나프타를 열분해하였을 때 얻을 수 있는 포화탄화수소로 가장 옳은 것은?
① 헥세인(hexane)
② 옥테인(octane)
③ 헵테인(heptane)
④ 펜테인(pentane)

정답 3번

출제 포인트

탄소 수가 7개인 포화탄화수소의 명칭과 분자식을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

포화탄화수소인 사슬형 알케인은 탄소 원자 사이가 모두 단일 결합이며, 일반식은 C_nH_{2n+2}이다. 탄소 수가 5, 6, 7, 8개일 때의 명칭은 각각 펜테인, 헥세인, 헵테인, 옥테인이다. 따라서 탄소 수가 7개인 알케인은 헵테인이며 분자식은 C_7H_{16}이다.

선지별 해설

① X — 헥세인은 탄소 수가 6개인 포화탄화수소 C_6H_{14}이다. 틀린 표현은 '탄소 수가 7개인 물질이 헥세인'이라는 대응이며, 올바르게는 탄소 수가 6개인 물질이 헥세인이다.
② X — 옥테인은 탄소 수가 8개인 포화탄화수소 C_8H_{18}이다. 틀린 표현은 '탄소 수가 7개인 물질이 옥테인'이라는 대응이며, 올바르게는 탄소 수가 8개인 물질이 옥테인이다.
③ O — 헵테인은 탄소 수가 7개인 포화탄화수소이며, 알케인 일반식에 따라 분자식은 C_7H_{16}이다.
④ X — 펜테인은 탄소 수가 5개인 포화탄화수소 C_5H_{12}이다. 틀린 표현은 '탄소 수가 7개인 물질이 펜테인'이라는 대응이며, 올바르게는 탄소 수가 5개인 물질이 펜테인이다.

오답 포인트

헥세인·헵테인·옥테인은 이름이 비슷하여 탄소 수를 한 자리씩 잘못 대응하기 쉽다. 이 문항에서는 나프타의 열분해라는 표현보다 '탄소 수 7개'와 알케인 명칭의 정확한 대응이 정답을 결정한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 포화탄화수소를 알케인으로 판단한 뒤, 탄소 수에 해당하는 어근을 대응한다. 탄소 수가 7개이면 hept-를 사용하므로 헵테인이고, 일반식 C_nH_{2n+2}에 $n=7$을 대입하면 C_7H_{16}이 된다.

암기 포인트

탄소 수 5-6-7-8은 펜트-헥스-헵트-옥트이며, 알케인 명칭은 펜테인-헥세인-헵테인-옥테인이다.

NoteBase

3. p형 반도체에 소량 첨가되는 13족 원소는 최외각 전자가 3개이므로 전자가 비는 정공(hole)이 생기는데, 여기에 전압을 걸어주면 전자가 정공으로 이동하면서 전류가 흐르게 된다. p형 반도체를 만들기 위해 소량 첨가하는 13족 원소로 가장 옳은 것은?

① Ga ② As
③ P ④ Sb

정답 1번

출제 포인트

14족 반도체에 첨가했을 때 p형 반도체를 만드는 억셉터 불순물과 n형 반도체를 만드는 도너 불순물을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

p형 반도체: 14족 원소보다 최외각 전자가 하나 적은 13족 원소를 첨가하여 정공을 다수 운반자로 만든 반도체이다. 13족 불순물은 전자 하나를 받아들일 수 있으므로 억셉터라고 한다.
n형 반도체: 14족 원소보다 최외각 전자가 하나 많은 15족 원소를 첨가하여 전자를 다수 운반자로 만든 반도체이다. 15족 불순물은 여분의 전자를 제공하므로 도너라고 한다.
Ga는 13족이고, As·P·Sb는 모두 15족이다.

선지별 해설

① O — Ga는 13족 원소로 최외각 전자가 3개이다. 14족 반도체에 소량 첨가하면 공유결합 하나에 전자가 부족해 정공이 생기므로 p형 반도체를 만든다.
② X — As는 15족 원소이므로 p형 반도체용 13족 불순물이 아니다. 틀린 표현은 'As가 p형 반도체를 만드는 13족 원소'라는 판단이며, 올바르게는 As는 여분의 전자를 제공하여 n형 반도체를 만드는 도너 불순물이다.
③ X — P는 15족 원소이므로 p형 반도체용 13족 불순물이 아니다. 틀린 표현은 'P가 p형 반도체를 만드는 13족 원소'라는 판단이며, 올바르게는 P는 여분의 전자를 제공하여 n형 반도체를 만드는 도너 불순물이다.
④ X — Sb는 15족 원소이므로 p형 반도체용 13족 불순물이 아니다. 틀린 표현은 'Sb가 p형 반도체를 만드는 13족 원소'라는 판단이며, 올바르게는 Sb는 여분의 전자를 제공하여 n형 반도체를 만드는 도너 불순물이다.

오답 포인트

As·P·Sb도 반도체 도핑에 쓰이는 원소이므로 모두 가능한 불순물처럼 보이는 것이 함정이다. 그러나 이들은 15족 도너여서 전자를 늘리고 n형 반도체를 만들며, 정공을 만드는 13족 억셉터는 Ga이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

모재인 14족을 기준으로 족 번호를 비교한다. 13족처럼 최외각 전자가 하나 적으면 정공이 생겨 p형이 되고, 15족처럼 하나 많으면 여분의 전자가 생겨 n형이 된다.

암기 포인트

13족 억셉터 → 정공 → p형, 15족 도너 → 전자 → n형이다.

NoteBase

4. 유리의 물성에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① 유리에 산화 칼슘(CaO)을 첨가하면 화학적 내구성이 크게 감소한다.
② 인장력에는 강하지만 압축력에는 약하다.
③ 열전도도가 매우 낮다.
④ 상온에서는 도체이지만 온도가 증가함에 따라 부도체가 되기도 한다.

정답 3번

출제 포인트

유리의 화학적 내구성, 기계적 강도, 열전도성 및 전기전도성이 첨가 성분과 온도에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

유리는 규칙적인 결정 구조가 없는 비정질 무기 재료이다. 일반적인 유리는 열전도도가 낮고 인장력보다 압축력에 강하며, 상온에서는 전기저항이 큰 부도체이지만 온도가 높아지면 이온의 이동이 쉬워져 전기전도성이 증가한다. 산화 칼슘 *CaO*은 유리의 화학적 안정성과 내구성을 높이는 안정화 성분으로 작용한다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '화학적 내구성이 크게 감소한다'이다. 산화 칼슘 *CaO*을 첨가하면 유리의 물과 화학약품에 대한 저항성이 커져 화학적 내구성이 향상된다.
② X — 틀린 표현은 '압축력에는 약하다'이다. 유리는 취성 재료로서 인장력에는 약하지만 압축력에는 강하다.
③ O — 유리는 열의 이동이 어려운 재료이므로 열전도도가 매우 낮다.
④ X — '상온에서는 도체이지만 온도가 증가하면 부도체가 된다'는 전도성의 변화를 반대로 서술한 것이다. 유리는 상온에서는 부도체이고, 온도가 증가하면 전기저항이 감소하여 전기전도성이 커진다.

오답 포인트

①에서는 *CaO*을 유리 구조를 변화시키는 성분이라는 이유만으로 내구성을 낮춘다고 오해하기 쉽다. ②와 ④는 각각 인장·압축 특성과 상온·고온 전기전도성을 정확히 반대로 바꾼 선지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

유리의 성질은 '열전도도는 낮음, 인장에는 약하고 압축에는 강함, 상온에서는 부도체이나 고온에서는 전도성 증가, *CaO* 첨가 시 화학적 내구성 향상'의 네 기준으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

유리는 열을 잘 전달하지 않고 압축에 강하며, CaO은 내구성을 높이고 고온은 전기전도성을 높인다.

NoteBase

5. 석탄에서 코크스를 제조하는 과정에서 얻어지는 암모니아를 이용하는 방법으로, 암모니아를 물에 흡수시켰다가 석회를 가하여 증류하고, 이때 발생하는 암모니아를 황산에 흡수시켜 황산 암모늄을 얻는 방법으로 가장 옳은 것은?

① 부생법
② 회수법
③ 하버-보슈법
④ 직접 합성법

정답 1번

출제 포인트

석탄의 건류 과정에서 부산물로 생긴 암모니아를 이용하여 황산암모늄을 제조하는 방법의 명칭을 묻는 문제이다.

핵심 개념

부생법은 석탄을 건류할 때 부산물로 발생한 암모니아를 회수한 뒤 황산에 흡수시켜 황산암모늄을 얻는 방법이다. 반면 직접 합성법은 합성 암모니아와 황산을 직접 반응시키는 방법이다. 반응식은 $2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$이다.

선지별 해설

① O — 석탄 건류에서 생긴 암모니아를 물에 흡수하고 석회로 증류한 다음 황산에 흡수시키므로, 부산물 암모니아를 원료로 하는 부생법이다.
② X — 틀린 표현은 '회수법'이다. 공정 중 암모니아를 회수하는 단계가 있더라도, 제조법의 분류는 암모니아가 석탄 건류의 부산물이라는 점에 따라 부생법이라고 한다.
③ X — 틀린 표현은 '하버-보슈법'이다. 하버-보슈법은 질소와 수소로 암모니아를 합성하는 방법이며, 황산암모늄 자체의 제조법이 아니다. 합성한 암모니아를 황산과 반응시켜 황산암모늄을 만들면 직접 합성법에 해당한다.
④ X — 틀린 표현은 '직접 합성법'이다. 직접 합성법은 합성 암모니아와 황산을 직접 반응시키는 방법이다. 제시된 공정은 석탄 건류의 부산물인 암모니아를 이용하므로 부생법이다.

오답 포인트

지문에 암모니아를 물에 흡수하고 다시 증류하는 회수 과정이 제시되어 있어 ②를 고르기 쉽다. 그러나 명칭은 중간 조작이 아니라 암모니아의 출처로 판단하며, 석탄 건류의 부산물 암모니아를 사용한다는 점이 핵심이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 암모니아의 출처를 확인한다. 석탄 건류 가스에서 얻은 부산물 암모니아를 황산에 흡수시키면 부생법이고, 별도로 합성한 암모니아를 황산과 직접 반응시키면 직접 합성법이다.

암기 포인트

코크스 공정의 부산물 암모니아 → 황산 흡수 → 황산암모늄: 부생법이다.

NoteBase

6. 탄소와 탄소 재료에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 다이아몬드는 전기 전도성이 뛰어나 전기 화학 전극에 주로 이용된다.
② 흑연은 6개의 탄소 원자가 육각형의 고리 형태로 이루어진 판상형 결정이다.
③ 탄소는 생명체를 이루는 근본적인 원소이다.
④ 카본 블랙은 탄화수소의 불완전 연소로 생성된다.

정답 1번

출제 포인트

탄소 동소체인 다이아몬드와 흑연의 구조·전기적 성질, 그리고 탄소 재료의 기본 특징을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

다이아몬드는 각 탄소 원자가 주변의 네 탄소 원자와 강하게 결합한 입체 망상 구조로, 자유롭게 이동하는 전자가 거의 없어 일반적으로 전기 절연성을 나타낸다.
흑연은 탄소 원자 6개가 육각형 고리를 이루는 평면층이 겹친 구조이며, 층 안에서 이동할 수 있는 전자 때문에 전기 전도성이 있다.
카본 블랙은 탄화수소를 산소가 부족한 조건에서 불완전 연소하거나 열분해하여 얻는 미세한 탄소 입자이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '다이아몬드는 전기 전도성이 뛰어나 전기 화학 전극에 주로 이용된다'이다. 일반적인 다이아몬드는 자유 전자가 거의 없어 전기 전도성이 낮은 절연체이며, 전기 화학 전극에는 전도성이 있는 흑연 등이 널리 쓰인다. 올바르게는 '다이아몬드는 일반적으로 전기 절연성이 뛰어나며, 흑연은 전기 전도성이 있어 전극 재료로 이용된다'이다.
② O — 흑연의 각 층에서는 탄소 원자 6개가 육각형 고리를 이루고, 이 고리들이 이어져 평면상의 층상 결정을 형성한다.
③ O — 탄소는 단백질·탄수화물·지질·핵산 등 생체 유기물의 골격을 이루므로 생명체를 구성하는 근본적인 원소이다.
④ O — 카본 블랙은 탄화수소의 불완전 연소 또는 열분해로 생성되는 미세 탄소 입자이므로 옳다.

오답 포인트

①은 다이아몬드의 매우 단단한 성질을 전기 전도성과 혼동하게 만든다. 다이아몬드의 강한 결합은 높은 경도를 만들지만, 자유 전자가 거의 없으므로 전기가 잘 통한다는 뜻은 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

탄소 동소체의 전기적 성질은 자유롭게 이동할 수 있는 전자의 존재로 판단한다. 다이아몬드는 입체 망상 결합으로 전자가 결합에 묶여 절연성을 나타내고, 흑연은 평면층 안에서 전자가 이동할 수 있어 전도성을 나타낸다.

암기 포인트

다이아몬드는 입체 망상·절연성, 흑연은 육각 평면층·전도성, 카본 블랙은 탄화수소의 불완전 연소이다.

NoteBase

7. 염소-알칼리 공업에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 규모가 큰 전기화학 공업 중 하나이다.

② 양극에서는 $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ 반응이 일어난다.

③ 바닷물 속에 있는 NaCl의 전기분해를 통해 가성소다와 염소를 생산한다.

④ 공업적인 반응기에는 수은, 격막, 이온 교환막의 세 가지 유형이 있다.

정답 2번

출제 포인트

염소-알칼리 공업에서 식염수 전기분해의 전극별 반응과 공업적 전해조의 종류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

염소-알칼리 공업은 식염수를 전기분해하여 염소, 수소 및 수산화나트륨을 생산하는 대규모 전기화학 공업이다. 양극에서는 염화 이온이 산화되어 염소가 생성되고, 음극에서는 물이 환원되어 수소와 수산화 이온이 생성된다.
양극: $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$
음극: $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

선지별 해설

① O — 염소-알칼리 공업은 식염수의 전기분해로 염소와 수산화나트륨 등을 대량 생산하므로 규모가 큰 전기화학 공업에 해당한다.
② X — 틀린 표현은 '양극에서는'이다. $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$는 전자를 받아 물이 환원되는 음극 반응이다. 올바르게는 '음극에서는 $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ 반응이 일어난다'이다.
③ O — 염화나트륨을 포함한 식염수를 전기분해하면 양극에서 염소가 생성되고, 음극 쪽 용액에는 수산화 이온이 형성되어 수산화나트륨을 얻는다.
④ O — 공업적인 염소-알칼리 전해법은 수은법, 격막법, 이온 교환막법의 세 유형으로 구분한다.

오답 포인트

②의 반응식은 맞지만 전극명이 바뀌어 있다. 전자가 반응물에 있는 환원 반응을 양극 반응으로 오인하는 것이 이 문항의 함정이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응식에서 전자가 왼쪽에 있으면 전자를 받는 환원이므로 음극 반응이고, 전자가 오른쪽에 있으면 전자를 내놓는 산화이므로 양극 반응이다.

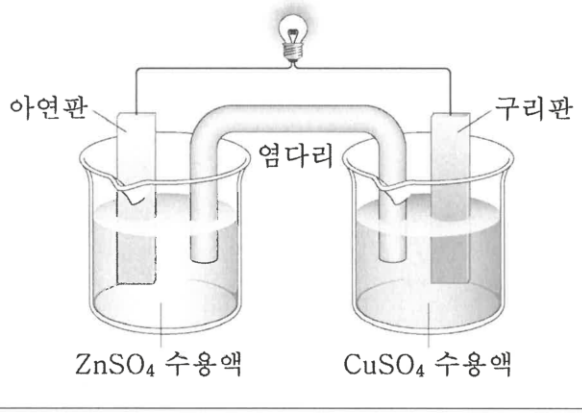
암기 포인트

양극은 염소 발생·산화, 음극은 수소 발생·환원이다.

NoteBase

8. 〈보기 1〉은 다니엘 전지의 구조를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은?

〈보기 1〉



〈보기 2〉

ㄱ. 아연판에서 산화반응이 일어난다.
ㄴ. 구리판에서 수소기체가 발생한다.
ㄷ. 시간이 지날수록 구리판의 질량은 감소한다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 다니엘 전지 도식에서 아연 전극은 산화 전극, 구리 전극은 환원 전극임을 파악하여 각 전극의 반응과 질량 변화를 판단하는 문제이다. 아연은 전자를 내놓고 용액으로 녹아들며, 구리 이온은 전자를 받아 구리판에 석출된다.

선지별 해설

① O — ㄱ만 고른 조합이다. 아연판에서는 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$의 산화 반응이 일어나므로 ㄱ은 옳다.

② X — ㄱ은 옳지만 ㄴ이 틀리므로 이 조합은 옳지 않다. 구리판에서는 수소 기체가 발생하는 것이 아니라 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$의 환원 반응으로 구리가 석출된다. 즉, '수소 기체가 발생한다'는 표현은 '구리 이온이 환원되어 구리가 석출된다'로 고쳐야 한다.

③ X — ㄴ과 ㄷ이 모두 틀리므로 이 조합은 옳지 않다. 구리판에서는 수소 기체가 발생하지 않고 구리가 석출되며, 그 결과 구리판의 질량은 감소하는 것이 아니라 증가한다.

④ X — ㄱ은 옳지만 ㄴ과 ㄷ이 틀리므로 세 진술을 모두 고른 조합은 옳지 않다. 올바르게는 아연판에서 산화 반응이 일어나고, 구리판에서는 구리 이온이 환원되어 구리가 석출되므로 구리판의 질량이 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

구리판을 단순히 전극 반응이 일어나는 금속판으로만 보고 수소 기체 발생이나 질량 감소를 떠올리는 것이 함정이다. 다니엘 전지의 구리 전극에서는 수용액의 구리 이온이 환원되어 구리 금속으로 붙으므로 수소 기체는 발생하지 않고 구리판의 질량은 증가한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 두 금속의 산화·환원 방향을 정한다. 아연은 산화되어 전자를 내놓고 전극 질량이 감소하며, 구리 이온은 구리 전극에서 환원·석출되어 전극 질량이 증가한다. 그런 다음 개별 진술의 참·거짓을 확정하고 보기의 조합과 대조한다.

암기 포인트

다니엘 전지는 '아연은 녹고, 구리는 붙는다'로 정리된다. 즉, 아연판은 산화·질량 감소, 구리판은 환원·질량 증가이다.

NoteBase

9. 〈보기 1〉은 서로 다른 2주기 원소의 수소 화합물 중심 원자에 존재하는 전자쌍의 수에 대한 자료이다. (가)~(다)의 수소 화합물에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기 2〉에서 모두 고른 것은?

〈보기 1〉

수소 화합물	(가)	(나)	(다)
공유 전자쌍의 수	4	3	2
비공유 전자쌍의 수	0	1	2

〈보기 2〉

ㄱ. (다)의 분자 구조는 직선형이다.
ㄴ. 극성 분자는 (가), (다)이다.
ㄷ. 결합각은 (나)가 (다)보다 크다.

① ㄱ ② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

중심 원자의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍 수로 전자쌍 배열과 분자 구조를 정한 뒤, 대칭성에 따른 극성과 비공유 전자쌍의 반발에 따른 결합각을 판단하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍을 합하여 중심 원자 주위의 전자쌍 수를 확인한다.
2. VSEPR 모형으로 분자 구조를 정한다. (가)는 AX_4형 정사면체, (나)는 AX_3E형 삼각뿔형, (다)는 AX_2E_2형 굽은형이다.
3. 결합 쌍극자의 상쇄 여부로 극성을 판단하고, 비공유 전자쌍의 반발이 클수록 결합각이 작아진다는 관계를 적용한다.

핵심 근거

(가)는 정사면체 구조이고 같은 수소 원자가 대칭적으로 배치되어 결합 쌍극자가 상쇄되므로 무극성이다. (나)는 삼각뿔형, (다)는 굽은형이므로 두 분자 모두 결합 쌍극자가 상쇄되지 않아 극성이다. 또한 (다)는 중심 원자의 비공유 전자쌍이 2개로 (나)의 1개보다 많아 결합 전자쌍을 더 강하게 밀어내므로 (다)의 결합각이 더 작다.
따라서 ㄱ과 ㄴ은 틀리고 ㄷ만 옳다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ은 틀리다. 표의 (다)는 공유 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개를 가지므로 직선형이 아니라 굽은형이다. 'ㄱ' → 올바르게는 '(다)의 분자 구조는 굽은형이다.'이다.

② O
ㄷ은 옳다. (나)는 비공유 전자쌍이 1개이고 (다)는 2개이므로, 비공유 전자쌍의 반발이 더 큰 (다)에서 결합각이 더 압축된다. 따라서 결합각은 (나)가 (다)보다 크다.

③ X
ㄱ과 ㄴ이 모두 틀리다. (다)는 굽은형이며, 극성 분자는 (가), (다)가 아니라 (나), (다)이다. 'ㄱ, ㄴ' → 올바르게는 'ㄷ만 옳다.'이다.

④ X
ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀리므로 옳은 설명을 모두 고른 조합이 아니다. (가)는 대칭적인 정사면체 구조여서 무극성이고, (나)와 (다)가 극성이다. 'ㄴ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄷ만 옳다.'이다.

오답 포인트

(다)의 공유 전자쌍이 2개라는 사실만 보고 직선형으로 판단하기 쉽다. 분자 구조는 공유 전자쌍뿐 아니라 비공유 전자쌍도 함께 세어 정해야 한다. 또한 결합이 극성이어도 대칭적인 (가)에서는 결합 쌍극자가 상쇄되어 분자 전체는 무극성이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수로 VSEPR형을 정하고, 분자 구조의 대칭성으로 극성을 판단한다. 결합각 비교에서는 비공유 전자쌍이 결합 전자쌍보다 더 강하게 반발하므로 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각이 작아지는지를 확인한다.

암기 포인트

AX_4는 정사면체·무극성, AX_3E는 삼각뿔형·극성, AX_2E_2는 굽은형·극성이며, 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각은 작아진다.

NoteBase

10. 농도를 모르는 황산(H_2SO_4) 20 mL를 중화적정 하는 데 0.1 M 수산화 나트륨(NaOH) 수용액이 40 mL 사용되었다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① 황산과 수산화 나트륨의 액성은 같다.
② 단위부피당 이온수는 황산이 수산화 나트륨의 2배이다.
③ 적정 과정에서 수산화 나트륨을 40 mL 더 넣으면 생성되는 물 분자수는 증가한다.
④ 황산의 몰농도는 0.1 M이다.

정답 4번

출제 포인트

황산과 수산화 나트륨의 중화 반응식에서 몰비를 읽고 황산의 몰농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 황산 수용액의 부피는 $20mL = 0.020L$, 수산화 나트륨 수용액의 농도와 부피는 각각 $0.1mol/L$, $40mL = 0.040L$이다.
구해야 할 값: 황산의 몰농도이다.
주의할 조건: 황산 1몰은 수산화 나트륨 2몰과 반응하므로 두 물질의 몰비는 1:2이다.

사용할 공식

중화 반응식은 다음과 같다.
$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$
수산화 나트륨의 몰수는 $n = CV$로 구하고, 반응식의 몰비에 따라 황산의 몰수는 그 절반으로 구한다. 이는 중화점에서 황산이 내놓는 H^+의 양과 수산화 나트륨이 내놓는 OH^-의 양이 같기 때문이다.

계산 과정

1. 사용된 수산화 나트륨의 몰수는 $0.1mol/L \times 0.040L = 0.004mol$이다.
2. 반응 몰비가 $H_2SO_4 : NaOH = 1 : 2$이므로 황산의 몰수는 $0.004/2 = 0.002mol$이다.
3. 황산의 몰농도는 $0.002mol/0.020L = 0.1mol/L$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 황산 수용액은 산성이고 수산화 나트륨 수용액은 염기성이므로 액성이 같지 않다. 틀린 표현 '액성은 같다'는 '액성은 서로 다르다'로 고쳐야 한다.
② X — 같은 몰농도에서 완전히 이온화한다고 보면 H_2SO_4 1몰은 $2H^+$와 SO_4^{2-}로 3몰의 이온을, $NaOH$ 1몰은 Na^+와 OH^-로 2몰의 이온을 만든다. 따라서 단위 부피당 이온수의 비는 2배가 아니라 3/2배이다.
③ X — 처음 넣은 $40mL$에서 중화점에 도달하여 황산이 모두 반응한다. 이후 수산화 나트륨을 $40mL$ 더 넣어도 새로 중화될 황산이 없으므로 생성되는 물 분자수는 증가하지 않는다. 틀린 표현 '증가한다'는 '변하지 않는다'로 고쳐야 한다.
④ O — 계산한 황산의 몰농도는 $0.1mol/L$, 즉 $0.1M$이므로 옳다.

오답 포인트

황산과 수산화 나트륨의 반응 몰비를 1:1로 처리하면 황산의 농도를 잘못 구하게 된다. 또한 ②는 황산이 내놓는 수소 이온만 세어 '2배'라고 판단하는 함정이며, 전체 이온수는 황산 이온까지 포함하여 세어야 한다. ③에서는 중화점 이후의 과량 수산화 나트륨이 물을 추가로 생성하지 않는다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 균형 잡힌 중화 반응식을 쓰고, $n = CV$로 적정액의 몰수를 구한 뒤 반응계수의 몰비를 적용한다.
마지막으로 구한 몰수를 시료 용액의 부피로 나누어 몰농도를 계산한다.

암기 포인트

황산과 수산화 나트륨의 중화 몰비는 $H_2SO_4 : NaOH = 1 : 2$이다. 중화점 뒤에 더 넣은 염기는 물을 추가로 만들지 않는다.

NoteBase

11. 〈보기〉는 질소와 수소를 직접 반응하여 암모니아를 합성하는 반응식이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

$$\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightleftarrows NH_3 + 11{,}900cal$$

① 이 반응은 실온에서도 반응속도가 빠르게 일어나 촉매 없이도 잘 일어난다.
② 정반응은 흡열반응이다.
③ 정압으로 하여 온도를 상승시키면 화학반응은 정반응으로 진행된다.
④ 정온에서 압력을 증가시키면 NH_3의 생성량이 증가한다.

정답 4번

출제 포인트

암모니아 합성 반응에서 온도와 압력이 화학 평형에 미치는 영향, 그리고 반응속도와 평형의 차이를 묻는 문제이다.

핵심 개념

반응식 $\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightleftharpoons NH_3 + 11{,}900cal$에서 열은 생성물 쪽에 있으므로 정반응은 발열반응이다. 온도를 높이면 열을 흡수하는 역반응이 유리해지고, 정온에서 압력을 높이면 기체 몰수가 작은 정반응 쪽으로 평형이 이동한다. 왼쪽의 기체는 총 2몰이고 오른쪽은 NH_3 1몰이다. 촉매는 정반응과 역반응의 속도를 모두 높여 평형 도달 시간을 줄이지만 평형의 위치 자체는 바꾸지 않는다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '실온에서도 반응속도가 빠르게 일어나 촉매 없이도 잘 일어난다'이다. 질소의 강한 삼중 결합 때문에 실온에서 반응속도가 매우 느리다. 올바르게는 암모니아 합성에 촉매를 사용하여 반응속도를 높인다.
② X — 틀린 표현은 '정반응은 흡열반응'이다. 반응식에서 열이 생성물 쪽에 표시되어 있으므로 올바르게는 정반응이 발열반응이고 역반응이 흡열반응이다.
③ X — 틀린 표현은 '온도를 상승시키면 정반응으로 진행된다'이다. 온도를 높이면 공급된 열을 소비하는 흡열 방향인 역반응이 유리해진다. 올바르게는 온도를 낮출수록 발열 방향인 정반응의 평형상 생성물 수율이 높아진다.
④ O — 정온에서 압력을 증가시키면 평형은 기체 몰수가 감소하는 방향으로 이동한다. 반응물 쪽은 총 2몰, 생성물 쪽은 1몰이므로 정반응이 유리해져 NH_3의 평형 생성량이 증가한다.

NoteBase

오답 포인트

③에서 온도를 높이면 반응속도가 빨라진다는 사실과 평형이 정반응 쪽으로 이동한다는 판단을 혼동하기 쉽다. 온도 상승은 반응속도를 높일 수 있지만, 이 발열반응의 평형은 역반응 쪽으로 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

열을 반응식의 한 성분처럼 보고 온도 변화의 방향을 판단한다. 압력 변화는 반응식 양쪽의 기체 몰수를 합산하여 몰수가 적은 쪽을 찾는다. 반응속도에 관한 촉매 효과와 평형 이동은 서로 분리하여 판단한다.

암기 포인트

암모니아 합성은 발열·기체 몰수 감소 반응이므로 낮은 온도와 높은 압력이 평형상 생성물 생성에 유리하다. 촉매는 평형 이동이 아니라 평형 도달 속도에 영향을 준다.

NoteBase

12. 27 ℃, 1기압에서 부피가 10 L인 일정량의 기체에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 모두 고른 것은? (단, 이 기체는 이상기체로 가정하며, R은 이상기체 상수로 단위는 atm·L/mol·K이다.)

〈보기〉

ㄱ. 같은 온도에서 압력을 5기압으로 높이면 이 기체의 부피는 2 L가 된다.

ㄴ. 같은 압력에서 온도를 327 ℃로 높이면 이 기체의 부피는 20 L가 된다.

ㄷ. 이 기체의 입자 수는 $\frac{30}{R}$ mol이다.

① ㄱ ② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 이상기체 상태방정식과 보일·샤를 법칙을 이용하여 압력·부피·절대온도의 관계와 기체의 물질량을 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $P_1 = 1atm$, $V_1 = 10L$, $T_1 = 27^\circ C = 300K$이다.

주의할 조건: 기체의 양은 일정하며, 온도 계산에는 섭씨온도가 아니라 절대온도 K를 사용한다.

사용할 공식

같은 온도에서는 보일 법칙 $P_1V_1 = P_2V_2$를 사용한다.

같은 압력에서는 샤를 법칙 $V_1/T_1 = V_2/T_2$를 사용한다.

기체의 물질량은 이상기체 상태방정식 $PV = nRT$에서 $n = PV/(RT)$로 구한다.

각 공식은 각각 온도 일정, 압력 일정, 주어진 초기 상태에서의 물질량 계산 조건에 해당하므로 사용한다.

계산 과정

ㄱ. 온도가 일정하므로 $V_2 = P_1V_1/P_2 = (1atm)(10L)/(5atm) = 2L$이다. 따라서 ㄱ은 옳다.

ㄴ. $327^\circ C = 600K$이므로 $V_2 = V_1T_2/T_1 = (10L)(600K)/(300K) = 20L$이다. 따라서 ㄴ은 옳다.

ㄷ. $n = PV/(RT) = (1atm)(10L)/[R(300K)] = 1/(30R)mol$이다. 따라서 $30/Rmol$이라는 ㄷ은 틀리다.

NoteBase

선지 판단

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로 'ㄱ'만 고른 것은 틀리다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.
② X — ㄷ의 $30/R\,mol$은 틀리며, 올바른 물질량은 $1/(30R)\,mol$이다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.
③ O — ㄱ과 ㄴ은 모두 옳고 ㄷ은 틀리므로 'ㄱ, ㄴ'이 정확한 조합이다.
④ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ은 틀리고 ㄱ은 옳다. 'ㄴ, ㄷ'은 올바르게 'ㄱ, ㄴ'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

ㄴ에서 $327\,^\circ C$를 327로 바로 대입하면 안 된다. 반드시 273을 더하여 $600K$로 바꿔야 한다. 또한 ㄷ에서는 $10/(300R)$을 약분할 때 $1/(30R)$이 되며, 이를 $30/R$로 뒤집는 분수 계산 오류를 주의한다.

다시 나오면 이렇게 판단

온도 일정이면 PV가 일정하고, 압력 일정이면 V/T가 일정하다. 온도가 포함된 기체 법칙에서는 먼저 섭씨온도를 절대온도로 바꾼 뒤 조건 정리, 공식 선택, 단위와 분수 검산 순서로 판단한다.

암기 포인트

기체 법칙의 온도는 항상 K이며, $PV = nRT$에서 물질량은 $n = PV/(RT)$이다.

NoteBase

13. 〈보기〉에서 황산(H_2SO_4)에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

〈보기〉

ㄱ. 황산은 푸른 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다.
ㄴ. 묽은 황산은 흡습성이 높다.
ㄷ. 황산의 제조법으로는 연실식, 접촉식이 있다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

황산의 산성, 농도에 따른 흡습성, 대표적인 공업적 제조법을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

황산(H_2SO_4)은 강산이며, 수용액에서 산성을 나타내어 푸른 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다. 흡습성과 탈수 작용이 특히 큰 것은 농축된 진한 황산이다. 황산의 대표적인 공업적 제조법에는 연실식과 접촉식이 있다.

선지별 해설

① X — ㄱ은 옳지만 ㄴ이 틀리다. 높은 흡습성을 나타내는 것은 묽은 황산이 아니라 진한 황산이므로, 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
② O — ㄱ의 산성에 의한 리트머스 색 변화와 ㄷ의 연실식·접촉식 제조법이 모두 옳고, ㄴ은 틀리므로 ㄱ, ㄷ이 정답 조합이다.
③ X — ㄴ은 묽은 황산의 성질로 잘못 제시되었고, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. '묽은 황산은 흡습성이 높다'는 '진한 황산은 흡습성이 높다'로 고쳐야 하며, 옳은 조합은 ㄱ, ㄷ이다.
④ X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ까지 포함한 부분이 틀리다. 높은 흡습성은 진한 황산의 특징이므로 ㄴ을 제외한 ㄱ, ㄷ이 옳다.

오답 포인트

ㄴ의 '묽은'과 '진한'을 바꾸어 제시한 것이 핵심 함정이다. 황산 수용액의 산성과 진한 황산의 강한 흡습성을 같은 성질로 묶으면 ④를 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

황산의 성질은 먼저 일반적인 산성인지, 진한 황산에 두드러지는 흡습성·탈수성인지 구분한다. 제조법은 연실식과 접촉식을 대표 공업법으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

황산은 푸른 리트머스를 붉게, 진한 황산은 강한 흡습성, 제조는 연실식·접촉식이다.

NoteBase

14. 〈보기〉의 산화-환원 반응식에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

$$a\mathrm{MnO_4^-} + b\mathrm{Cl^-} + c\mathrm{H^+} \rightarrow 2\mathrm{Mn^{2+}} + d\mathrm{Cl_2} + e\mathrm{H_2O}$$

① 1 mol의 $\mathrm{MnO_4^-}$가 반응하기 위해 이동하는 전자의 몰수는 2 mol이다.
② $a+b+e > c+d$이다.
③ $\mathrm{H^+}$는 환원된다.
④ $\mathrm{MnO_4^-}$는 산화제이다.

정답 4번

출제 포인트

산성 용액에서 반쪽 반응법으로 산화·환원 반응식의 계수를 맞추고, 전자 이동량과 산화제·환원제를 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응은 산성 용액에서 $\mathrm{MnO_4^-}$가 $\mathrm{Mn^{2+}}$로 환원되고, $\mathrm{Cl^-}$가 $\mathrm{Cl_2}$로 산화되는 반응이다. 오른쪽의 $\mathrm{Mn^{2+}}$ 계수가 2로 주어졌으므로 전체 반응식에서는 $a = 2$이다.

사용할 공식

환원 반쪽 반응: $\mathrm{MnO_4^-} + 8\mathrm{H^+} + 5\mathrm{e^-} \rightarrow \mathrm{Mn^{2+}} + 4\mathrm{H_2O}$
산화 반쪽 반응: $2\mathrm{Cl^-} \rightarrow \mathrm{Cl_2} + 2\mathrm{e^-}$
산화 반쪽 반응에서 나온 전자 수와 환원 반쪽 반응에서 소비한 전자 수가 같아야 하므로 두 반응의 전자 수를 최소공배수 10으로 맞춘다.

계산 과정

1. 환원 반쪽 반응을 2배 하면 $2\mathrm{MnO_4^-} + 16\mathrm{H^+} + 10\mathrm{e^-} \rightarrow 2\mathrm{Mn^{2+}} + 8\mathrm{H_2O}$이다.
2. 산화 반쪽 반응을 5배 하면 $10\mathrm{Cl^-} \rightarrow 5\mathrm{Cl_2} + 10\mathrm{e^-}$이다.
3. 두 식을 더하고 전자를 소거하면 $2\mathrm{MnO_4^-} + 10\mathrm{Cl^-} + 16\mathrm{H^+} \rightarrow 2\mathrm{Mn^{2+}} + 5\mathrm{Cl_2} + 8\mathrm{H_2O}$이다.

따라서 $a = 2$, $b = 10$, $c = 16$, $d = 5$, $e = 8$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — MnO_4^- 1몰은 Mn^{2+}로 환원될 때 전자 5몰을 받는다. 틀린 표현인 '전자 2몰'은 '전자 5몰'로 고쳐야 한다.
② X — $a+b+e=2+10+8=20$이고 $c+d=16+5=21$이므로 $a+b+e<c+d$이다. 틀린 부등호 '>'는 '<'로 고쳐야 한다.
③ X — H^+의 수소 산화수는 반응 전후 모두 +1로 변하지 않으므로 H^+는 환원되지 않는다. 틀린 표현인 'H^+는 환원된다'는 'MnO_4^-가 환원된다'로 고쳐야 한다.
④ O — MnO_4^-의 Mn 산화수는 +7에서 +2로 낮아지며, 자신은 환원되면서 Cl^-를 Cl_2로 산화시키므로 산화제이다.

오답 포인트

①의 전자 2몰은 염화 이온의 산화 반쪽 반응 $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$에 나타나는 전자 수를 과망가니즈산 이온 1몰의 전자 이동량과 혼동한 값이다. 또한 반응식에 H^+가 들어간다는 사실만으로 수소가 환원된다고 판단하면 안 되며, 반드시 원소의 산화수 변화를 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

산성 용액의 산화·환원 반응식은 각 반쪽 반응에서 O를 H_2O, H를 H^+, 전하를 전자로 맞춘 뒤 전자 수를 같게 하여 더한다. 산화제는 다른 물질을 산화시키면서 자신은 환원되는 물질로 판단한다.

암기 포인트

산성에서 $MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$는 1몰당 전자 5몰을 받으며, MnO_4^-는 산화제이다.

NoteBase

15. 〈보기〉에서 설명하는 염기성 비료로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

- 산성 토양의 개량에 효과가 있다.
- 사이안아마이드화 칼슘을 주성분으로 한다.
- 질소 함량이 약 21% 정도이고 소성할 때 혼합된 탄소로 인하여 검은 회색을 띤다.

① 요소 ② 황산 암모늄
③ 과인산 석회 ④ 석회 질소

정답 4번

출제 포인트

산성 토양의 개량 효과, 사이안아마이드화 칼슘, 약 21%의 질소, 유리 탄소로 인한 검은 회색이라는 단서를 이용해 석회 질소를 판별하는 문제이다.

핵심 개념

석회 질소는 사이안아마이드화 칼슘(칼슘 사이안아마이드, $CaCN_2$)을 주성분으로 하는 염기성 질소 비료이다. 질소 함량은 약 21%이며, 제조 과정에서 섞인 유리 탄소 때문에 검은 회색을 띤다. 칼슘 성분이 있어 산성 토양을 개량하는 효과도 있다.
요소는 고농도 질소 비료, 황산 암모늄은 생리적 산성 질소 비료, 과인산 석회는 인산질 비료라는 점에서 구별된다.

선지별 해설

① X — 요소는 $CO(NH_2)_2$를 주성분으로 하는 고농도 질소 비료로, 보기의 사이안아마이드화 칼슘을 주성분으로 하는 비료가 아니다. '요소'가 아니라 '석회 질소'가 올바른 표현이다.
② X — 황산 암모늄은 $(NH_4)_2SO_4$를 주성분으로 하며 질소 함량은 약 21%이지만, 생리적 산성 비료여서 보기처럼 산성 토양을 개량하는 염기성 비료가 아니다. '황산 암모늄'이 아니라 '석회 질소'가 올바른 표현이다.
③ X — 과인산 석회는 인산 성분을 공급하는 인산질 비료로, 사이안아마이드화 칼슘을 주성분으로 하거나 약 21%의 질소를 함유하는 비료가 아니다. '과인산 석회'가 아니라 '석회 질소'가 올바른 표현이다.
④ O — 석회 질소는 사이안아마이드화 칼슘을 주성분으로 하고 질소를 약 21% 함유하며, 혼합된 유리 탄소 때문에 검은 회색을 띠고 산성 토양 개량에도 효과가 있으므로 보기의 모든 단서와 일치한다.

오답 포인트

황산 암모늄도 질소 함량이 약 21%이므로 이 수치만 보면 ②를 고르기 쉽다. 그러나 '사이안아마이드화 칼슘', '산성 토양 개량', '탄소로 인한 검은 회색'은 석회 질소를 특정하는 결정적 단서이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

비료의 질소 함량 수치만 보지 않고 주성분과 토양 반응을 함께 확인한다. 사이안아마이드화 칼슘, 염기성, 산성 토양 개량, 검은 회색이 함께 제시되면 석회 질소로 판단한다.

암기 포인트

석회 질소는 $CaCN_2$, 질소 약 21%, 염기성, 탄소 때문에 검은 회색이다.

NoteBase

16. 〈보기〉는 촉매의 공업적 용도이다. (가)에 들어갈 촉매로 가장 옳은 것은?

〈보기〉

- 접촉 개질 공정에서 __(가)__ 촉매가 사용된다.
- 황산을 제조할 때는 __(가)__ 과(와) 오산화 바나듐(V_2O_5) 등이 사용된다.
- 자동차의 엔진에서 배출되는 탄화수소, 일산화 탄소, 질소 산화물을 제거할 목적으로 __(가)__, 로듐과 같은 촉매가 사용된다.

① 은(Ag)　② 백금(Pt)
③ 팔라듐(Pd)　④ 비스무트(Bi)

정답 2번

출제 포인트

석유의 접촉 개질, 황산 제조의 접촉법, 자동차 배기가스 정화에 공통으로 쓰이는 촉매를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

백금(Pt)은 촉매 활성이 큰 귀금속으로, 나프타의 접촉 개질 촉매에 사용된다. 또한 황산 제조의 접촉법에서 이산화황을 삼산화황으로 산화할 때 오산화 바나듐(V_2O_5)과 함께 대표 촉매로 알려져 있으며, 로듐(Rh)과 조합한 자동차 배기가스 정화 촉매에도 사용된다. 따라서 세 설명을 모두 만족하는 (가)는 백금이다.

선지별 해설

① X — 은(Ag)은 에틸렌의 산화 등에서 촉매로 쓰이지만, 제시된 세 공정에 공통으로 해당하지 않는다. 틀린 표현은 '은'이며, 올바르게는 '백금(Pt)'이다.
② O — 백금(Pt)은 접촉 개질 촉매, 황산 제조의 접촉법 촉매, 로듐과 함께 쓰이는 자동차 배기가스 정화 촉매에 모두 해당한다.
③ X — 팔라듐(Pd)도 자동차 배기가스 정화 등에 사용되지만, 황산 제조의 대표 접촉 촉매는 아니다. 틀린 표현은 '팔라듐'이며, 세 조건을 모두 만족하도록 고치면 '백금(Pt)'이다.
④ X — 비스무트(Bi)는 제시된 세 용도에 공통으로 사용되는 촉매가 아니다. 틀린 표현은 '비스무트'이며, 올바르게는 '백금(Pt)'이다.

오답 포인트

팔라듐도 자동차 촉매에 쓰인다는 사실만 보고 ③을 고르기 쉽다. 그러나 빈칸에는 한 가지 용도만 맞는 금속이 아니라 세 문장을 모두 만족하는 금속이 들어가야 한다. 특히 황산 접촉법의 백금·오산화 바나듐과 자동차 촉매의 백금·로듐이라는 두 짝을 함께 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

여러 공정의 공통 촉매를 묻는 경우 각 문장을 따로 대조한다. ‘접촉 개질→백금’, ‘황산 접촉법→백금 또는 오산화 바나듐’, ‘자동차 배기가스 정화→백금·로듐’으로 연결하면 교집합은 백금이다.

암기 포인트

개질은 백금, 황산 접촉법은 백금·오산화 바나듐, 자동차 정화는 백금·로듐이다.

NoteBase

17. 〈보기〉는 암모니아 소다법의 일부 반응식이다. 생성물 (가)에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

〈보기〉

$2NaHCO_3 \rightarrow \underline{\quad (가) \quad} + CO_2 + H_2O$

① 공업적 제조법 중 르블랑법이 최근에 주로 사용되는 제조법이다.
② 수용액은 가수 분해되어 강한 알칼리성을 나타낸다.
③ 백색 분말의 고체이지만 수분이 존재하면 쉽게 수화물이 된다.
④ 유리, 비누, 조미료의 제조 원료로 사용된다.

정답 1번

출제 포인트

탄산수소나트륨의 열분해 생성물인 탄산나트륨의 제조법, 수용액 성질, 수화물 형성 및 용도를 묻는 문제이다.

핵심 개념

탄산수소나트륨은 가열하면 다음과 같이 탄산나트륨, 이산화탄소, 물로 분해된다.
$2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$
따라서 (가)는 탄산나트륨 Na_2CO_3이다. 탄산나트륨은 백색 고체이며, 수용액에서는 탄산 이온의 가수분해로 알칼리성을 나타낸다. 현대의 대표적인 공업적 제조법은 암모니아 소다법(솔베이법)이다.

선지별 해설

① X — 틀린 표현은 '르블랑법이 최근에 주로 사용되는 제조법'이라는 부분이다. 르블랑법은 오래된 제조법으로 현재의 주된 공업적 제조법이 아니며, 올바르게는 암모니아 소다법(솔베이법)이 주로 사용된다.
② O — 탄산 이온 CO_3^{2-}이 물과 가수분해하여 수산화 이온 OH^-을 생성하므로 수용액은 강한 알칼리성을 나타낸다.
③ O — 무수 탄산나트륨은 백색 분말 고체이고, 물이 존재하면 수화수를 포함하는 탄산나트륨 수화물을 형성하기 쉽다.
④ O — 탄산나트륨은 유리 제조의 융제, 비누 제조의 알칼리 원료 및 조미료 제조 관련 원료로 사용된다.

오답 포인트

르블랑법도 탄산나트륨 제조법이라는 사실만 보고 ①을 옳다고 판단하기 쉽다. 핵심 함정은 '최근에 주로 사용되는'이라는 표현이며, 현대의 주된 공업적 제조법은 솔베이법이다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 열분해 반응식의 원자 수를 맞추어 (가)를 탄산나트륨으로 확정한다. 이어 제조법에서는 르블랑법은 과거의 방법, 솔베이법은 현대의 대표 공업법으로 구분하고, 탄산 이온의 가수분해 여부로 수용액의 알칼리성을 판단한다.

암기 포인트

탄산수소나트륨 가열 → 탄산나트륨 + 이산화탄소 + 물, 탄산나트륨 제조 → 솔베이법, 수용액 → 알칼리성이다.

NoteBase

18. 〈보기〉는 수용액 A와 B를 혼합하여 만든 혼합 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다) 중 완충 용액을 모두 고른 것은?

〈보기〉

혼합 수용액	혼합 전 수용액	
	A	B
(가)	$HCl(aq)$	$NaOH(aq)$
(나)	$CH_3COOH(aq)$	$CH_3COONa(aq)$
(다)	$NH_4Cl(aq)$	$NH_3(aq)$

① (나)　② (가), (다)
③ (나), (다)　④ (가), (나), (다)

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 혼합 후 약산과 그 짝염기 또는 약염기와 그 짝산이 함께 존재하는지를 기준으로 완충 용액을 판별하는 문제이다.

핵심 개념

완충 용액은 소량의 산이나 염기가 첨가되어도 pH가 크게 변하지 않는 용액이다. 약산과 그 짝염기 또는 약염기와 그 짝산이 충분한 양으로 함께 존재해야 한다.
(가): HCl과 NaOH은 강산과 강염기이므로 중화 후 완충쌍을 만들지 않는다.
(나): CH_3COOH은 약산이고, CH_3COONa가 해리하여 내놓는 CH_3COO^-은 그 짝염기이므로 완충 용액이 된다.
(다): NH_3는 약염기이고, NH_4Cl이 해리하여 내놓는 NH_4^+은 그 짝산이므로 완충 용액이 된다.

선지별 해설

① X — (나)는 완충 용액이지만 (다)도 완충 용액이므로 모두 고른 것이 아니다. 틀린 부분은 '(나)만' 고른 것이며, 올바르게는 (나), (다)를 골라야 한다.
② X — (다)는 완충 용액이지만 (가)는 강산과 강염기의 혼합이라 완충 용액이 아니고, 완충 용액인 (나)가 빠져 있다. 올바르게는 (가), (다)가 아니라 (나), (다)이다.
③ O — (나)는 약산 CH_3COOH과 짝염기 CH_3COO^-의 조합이고, (다)는 약염기 NH_3와 짝산 NH_4^+의 조합이므로 둘 다 완충 용액이다.
④ X — (나)와 (다)는 완충 용액이지만 (가)는 완충 용액이 아니다. 틀린 부분은 (가)를 포함한 것이며, 올바르게는 (나), (다)만 고른다.

NoteBase

오답 포인트

산과 염기를 섞었다는 사실만으로 완충 용액이 되는 것은 아니다. (가)의 HCl과 NaOH은 강산·강염기 조합이므로, 당량이 같으면 중성 염인 NaCl 용액이 되고 한쪽이 남으면 강산 또는 강염기가 과량으로 존재할 뿐이다. 어느 경우에도 약산-짝염기 또는 약염기-짝산 완충쌍이 형성되지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 혼합물에서 약산과 그 짝염기 또는 약염기와 그 짝산이 동시에 남는지를 확인한다. 약산+그 염, 약염기+그 염의 조합이면 완충 용액이고, 강산+강염기 조합은 완충 용액이 아니다.

암기 포인트

완충쌍은 약산-짝염기 또는 약염기-짝산이다. 이 문항에서는 CH_3COOH/CH_3COO^-, NH_4^+/NH_3가 해당한다.

NoteBase

19. 〈보기 1〉은 산화 또는 환원에 대한 설명이다. 〈보기 2〉에서 밑줄 친 원소가 (나)에 해당하는 반응을 보인 것으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

〈보기 1〉

(가) 전자를 얻음, 산화수 감소
(나) 전자를 잃음, 산화수 증가

〈보기 2〉

ㄱ. $SO_2 + 2H_2\underline{S} \rightarrow 2H_2O + 3\underline{S}$
ㄴ. $2FeCl_3 + \underline{Sn}Cl_2 \rightarrow 2FeCl_2 + \underline{Sn}Cl_4$
ㄷ. $2H\underline{N}O_3 + 3H_2S \rightarrow 2\underline{N}O + 3S + 4H_2O$

① ㄱ　② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

전자의 이동과 산화수 변화로 산화와 환원을 구별하고, 반응식에서 밑줄 친 원소의 산화수 변화를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

산화: 전자를 잃어 산화수가 증가하는 변화이며, (나)에 해당한다.
환원: 전자를 얻어 산화수가 감소하는 변화이며, (가)에 해당한다.
ㄱ에서 H_2S의 S는 -2에서 0으로 증가하고, ㄴ에서 $SnCl_2$의 Sn은 +2에서 +4로 증가하므로 두 원소 모두 산화된다. ㄷ에서 HNO_3의 N은 +5에서 NO의 +2로 감소하므로 환원된다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ의 S는 -2에서 0으로 산화되어 (나)에 해당하지만, ㄴ의 Sn도 +2에서 +4로 산화된다. 틀린 부분은 ㄱ만 고른 것이며, 올바르게는 ㄱ, ㄴ을 고른다.

② O
ㄱ의 밑줄 친 S는 H_2S에서 산화수 -2이고 생성물 S에서 0이므로 전자를 잃어 산화된다. ㄴ의 밑줄 친 Sn도 $SnCl_2$에서 +2이고 $SnCl_4$에서 +4이므로 전자를 잃어 산화된다. 따라서 ㄱ과 ㄴ이 모두 (나)에 해당한다.

③ X
ㄴ은 산화이지만, ㄷ의 N은 HNO_3에서 +5였다가 NO에서 +2가 되어 환원된다. 또한 산화되는 ㄱ이 빠져 있다. 틀린 부분은 ㄷ을 포함하고 ㄱ을 제외한 것이며, 올바르게는 ㄱ, ㄴ을 고른다.

④ X
ㄱ과 ㄴ은 산화이지만 ㄷ은 N의 산화수가 +5에서 +2로 감소하는 환원이다. 틀린 부분은 ㄷ까지 포함한 것이며, 올바르게는 ㄱ, ㄴ만 고른다.

오답 포인트

ㄱ에서는 같은 생성물 S가 만들어지더라도 출발 물질에 따라 변화가 다르다. 밑줄 친 H_2S의 S는 -2에서 0으로 산화되지만, SO_2의 S는 +4에서 0으로 환원된다. 반응 전체를 막연히 판단하지 않고 밑줄 친 원소의 출발 물질과 생성물을 연결해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

밑줄 친 원소의 반응 전후 산화수를 각각 구한 뒤 비교한다. 산화수가 증가하면 전자를 잃은 산화, 감소하면 전자를 얻은 환원으로 판정한다.

암기 포인트

전자 잃음·산화수 증가 = 산화, 전자 얻음·산화수 감소 = 환원이다.

NoteBase

20. 1차 전지와 2차 전지로 전지의 종류를 구분할 때, 종류가 다른 것은?

① 납축전지 ② 수은 전지
③ 알칼리 건전지 ④ 망가니즈 건전지

정답 1번

출제 포인트

전지를 방전 후 다시 충전하여 사용할 수 있는지에 따라 1차 전지와 2차 전지로 구분하는 문제이다.

핵심 개념

1차 전지는 방전 반응을 실용적으로 되돌려 반복 사용하기 어려운 전지이며, 수은 전지·알칼리 건전지·망가니즈 건전지가 이에 해당한다.
2차 전지는 외부 전원으로 충전하여 방전 전 상태에 가깝게 되돌린 뒤 반복 사용할 수 있는 전지이며, 납축전지가 이에 해당한다.

선지별 해설

① O — 납축전지는 충전과 방전을 반복할 수 있는 2차 전지이므로, 나머지 세 전지와 종류가 다르다.
② X — 수은 전지는 1차 전지이므로 알칼리 건전지 및 망가니즈 건전지와 같은 종류이다. '종류가 다르다'는 판단이 틀리며, 올바른 분류는 1차 전지이다.
③ X — 알칼리 건전지는 일반적으로 충전하여 반복 사용하는 전지가 아니라 1차 전지이다. '종류가 다르다'는 판단이 틀리며, 올바른 분류는 1차 전지이다.
④ X — 망가니즈 건전지는 방전 후 재충전을 전제로 하지 않는 1차 전지이다. '종류가 다르다'는 판단이 틀리며, 올바른 분류는 1차 전지이다.

오답 포인트

'축전지'와 '건전지'라는 명칭을 놓치거나, 수은 전지를 특수한 전지라는 이유만으로 2차 전지로 오인하기 쉽다. 이 문항에서는 납축전지만 2차 전지이고 나머지 세 전지는 모두 1차 전지이다.

다시 나오면 이렇게 판단

전지 이름을 본 뒤 충전하여 반복 사용할 수 있는지를 먼저 판단한다. 충전 가능한 납축전지는 2차 전지로, 수은 전지·알칼리 건전지·망가니즈 건전지는 1차 전지로 분류한다.

암기 포인트

납축전지는 2차, 수은·알칼리·망가니즈 전지는 1차이다.

NoteBase