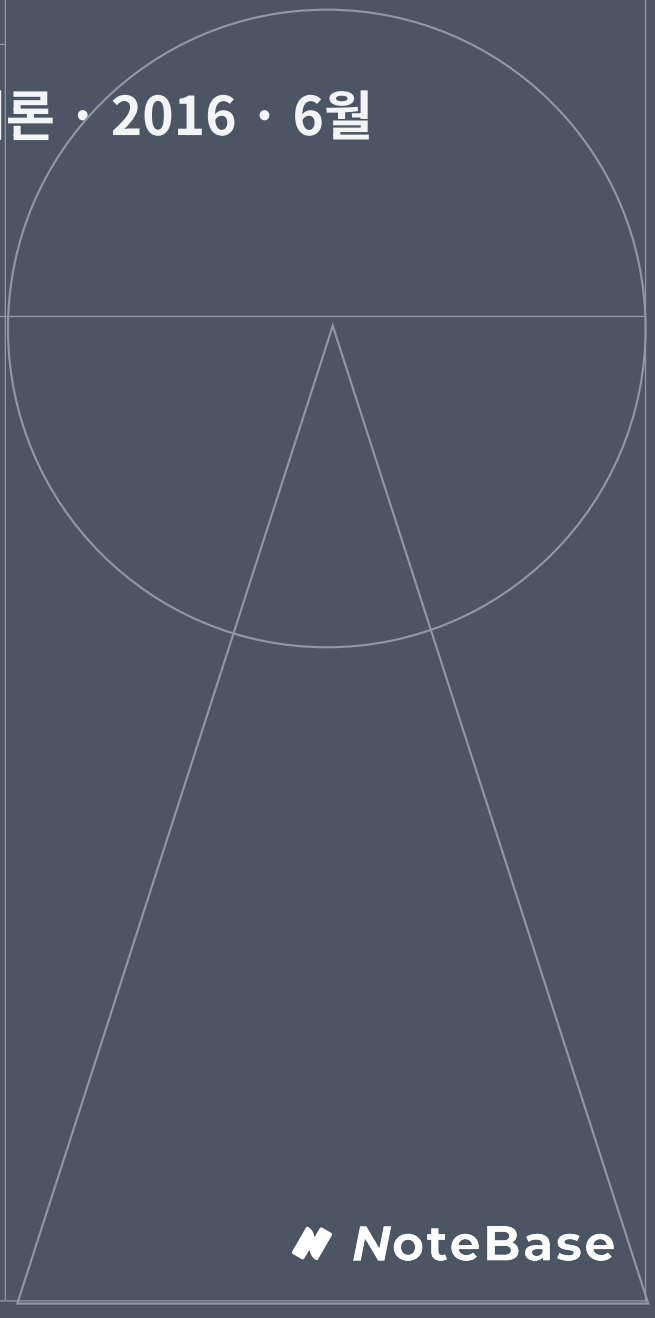
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2016 · 6월



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2016 · 6월

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2016 · 6월

문 1. 다음의 화학식을 완성하였을 때, 모든 계수의 합은?

$NO + NH_3 \rightarrow N_2 + 6H_2O$

① 11

② 21

③ 31

④ 41

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 반응식의 원자 수 보존을 이용해 미지 계수를 맞춘 뒤 전체 계수의 합을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 식: NO + NH3 -> N2 + 6H2O
구해야 할 값: 반응식을 완성했을 때 모든 계수의 합
주의할 조건: H2O의 계수 6은 이미 고정되어 있으므로 NO, NH3, N2의 계수만 차례로 맞추면 된다.

사용할 공식

반응식은 반응 전후 각 원소의 원자 수가 같아지도록 계수를 정한다.
이 공식을 쓰는 이유: 화학 반응식의 계수는 질량 보존과 원자 수 보존을 만족해야 하므로 H, O, N의 개수를 각각 맞추면 된다.

계산 과정

1. H2O가 6분자이므로 오른쪽 H 원자는 12개이다. 따라서 왼쪽 NH3의 계수는 4이다.
2. 오른쪽 O 원자는 6개이므로 왼쪽 NO의 계수는 6이다.
3. 왼쪽 N 원자는 NO에서 6개, NH3에서 4개이므로 총 10개이다. 따라서 오른쪽 N2의 계수는 5이다.
4. 완성된 반응식은 6NO + 4NH3 -> 5 N2 + 6H2O이고, 계수의 합은 6 + 4 + 5 + 6 = 21이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 11은 완성된 계수의 합과 맞지 않는다. 계수를 맞추면 합은 21이므로 11이 아니라 21이어야 한다.
② O: H를 먼저 맞추어 NH3의 계수를 4, O를 맞추어 NO의 계수를 6, 마지막으로 N을 맞추어 N2의 계수를 5로 두면 계수의 합은 21이 된다.
③ X: 31은 완성된 계수의 합보다 10만큼 크다. N 원자 수를 맞추면 N2의 계수는 5이므로 31이 아니라 21이어야 한다.
④ X: 41은 원자 수 보존으로 구한 값과 전혀 일치하지 않는다. 반응식을 완성한 뒤의 실제 계수 합은 41이 아니라 21이다.

오답 포인트

H2O의 계수 6을 보고 물의 계수만 더하거나, N을 먼저 맞추다가 NH3와 NO의 계수를 다시 조정하지 않아 오답이 나오기 쉽다. 이 문항은 H와 O처럼 하나의 화합물에만 직접 연결되는 원소를 먼저 맞춘 뒤 N을 마지막에 맞추는 순서를 묻는 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식 계수 문제는 고정된 계수가 있는 화합물부터 보고, 특정 원소가 한쪽 화합물에만 뚜렷하게 연결되어 있으면 그 원소를 먼저 맞춘다. 그다음 다른 원소를 순서대로 맞추고 마지막에 전체 원자 수를 다시 검산하면 된다.

암기 포인트

반응식 계수는 H 또는 O처럼 맞추기 쉬운 원소부터 정하고, 가장 많이 겹치는 원소는 마지막에 검산 대상으로 남겨 둔다.

NoteBase

문 2. 순수한 어떤 시료물질을 분석한 결과 황과 산소가 각각 50.1%, 49.9%의 질량비로 포함되어 있다. 이 화합물의 실험식으로 옳은 것은? (단, 황의 몰질량은 32.1g/mol, 산소의 몰질량은 16.0g/mol이다.)

① SO_2

② SO_3

③ S_2O_3

④ S_2O_4

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 질량백분율을 몰수비로 바꾸어 가장 간단한 정수비의 실험식을 구할 수 있는지를 묻는다.

조건 정리

주어진 값: 황 50.1%, 산소 49.9%, 황의 몰질량 32.1g/mol, 산소의 몰질량 16.0g/mol이다.
구해야 할 값: 화합물의 실험식이다.
주의할 조건: 실험식은 실제 분자식이 아니라 원자 수의 가장 간단한 정수비이다.

사용할 공식

질량백분율을 100 g 기준의 질량으로 보고 각 원소의 몰수를 구한 뒤, 가장 작은 몰수로 나누어 비를 맞춘다.
$n = \frac{m}{M}$
이 공식을 쓰는 이유: 실험식은 각 원소의 질량비가 아니라 몰수비, 즉 원자 수의 비로 결정되기 때문이다.

계산 과정

100 g의 시료를 가정하면 황은 50.1 g, 산소는 49.9 g이다.
황의 몰수는 50.1/32.1 ≈ 1.56 mol이다.
산소의 몰수는 49.9/16.0 ≈ 3.12 mol이다.
몰수비는 1.56 : 3.12 ≈ 1 : 2 이므로 실험식은 SO_2이다.

NoteBase

선지 판단

1번 O: 계산한 몰수비가 S : O = 1 : 2 이므로 실험식은 SO_2이다.
2번 X: SO_3는 원자비가 1 : 3 이어야 한다. 틀린 표현은 산소 수가 3개라는 점이며, 올바르게는 산소 수가 2개여야 한다.
3번 X: S_2O_3는 원자비가 2 : 3, 즉 1 : 1.5 이다. 틀린 표현은 황과 산소의 비가 2 : 3 이라는 점이며, 올바르게는 1 : 2 이어야 한다.
4번 X: S_2O_4는 조성비는 같아 보여도 2 : 4 를 1 : 2 로 약분한 SO_2가 실험식이다. 틀린 표현은 실험식을 가장 간단한 비로 쓰지 않은 점이며, 올바르게는 SO_2이다.

오답 포인트

4번처럼 조성비가 같은 배수식에 끌리기 쉽다. 실험식은 같은 조성을 나타내더라도 반드시 가장 간단한 정수비로 써야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

백분율 조성 문제는 100 g 가정 -> 각 원소 몰수 계산 -> 가장 작은 값으로 나누어 정수비 확인 -> 배수식이면 한 번 더 약분의 순서로 판단한다.

암기 포인트

실험식은 질량비가 아니라 몰수비의 최소 정수비이다.

NoteBase

문 3. 글루코스$C_6H_{12}O_6$의 대사분해반응은 공기 중에서 산소와 결합하여 이산화탄소와 물로 분해되는 반응이다. 90 g의 글루코스와 반응하는 산소의 몰수는? (단, $C_6H_{12}O_6$의 몰질량은 180 g이다.)

① 1 mol

② 2 mol

③ 3 mol

④ 6 mol

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 포도당의 연소 반응식에서 몰비를 이용해 주어진 포도당과 반응하는 산소의 몰수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 글루코스 90 g, 글루코스의 몰질량 180 g
구해야 할 값: 반응하는 산소의 몰수
주의할 조건: 먼저 글루코스의 몰수를 구한 뒤 반응식의 계수비를 적용해야 한다.

사용할 공식

반응식은 $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$이다.
글루코스의 몰수는 $n = \frac{m}{M}$로 구한다.
이 공식을 쓰는 이유는 질량으로 주어진 글루코스를 몰수로 바꾼 뒤, 반응식의 계수비 $C_6H_{12}O_6 : O_2 = 1 : 6$을 적용해야 산소의 몰수를 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. 글루코스의 몰수는 $\frac{90}{180} = 0.5$ mol이다.
2. 반응식에서 글루코스 1 mol에 산소 6 mol이 필요하다.
3. 따라서 글루코스 0.5 mol에 필요한 산소는 $0.5 \times 6 = 3$ mol이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

1 mol은 계산 결과와 다르다. 글루코스 0.5 mol에 대한 산소 몰비 6을 끝까지 반영하면 3 mol이므로, 틀린 부분은 산소를 1 mol로 본 점이고 올바르게는 3 mol이다.

② X

2 mol은 반응식의 계수비를 잘못 적용한 값이다. 글루코스 0.5 mol에 산소 6mol/mol을 곱해야 하므로, 틀린 부분은 산소를 2 mol로 본 점이고 올바르게는 3 mol이다.

③ O

글루코스 0.5 mol과 산소의 몰비 1:6을 적용하면 산소는 3 mol이므로 옳다.

④ X

6 mol은 글루코스가 1 mol, 즉 180 g일 때 필요한 산소량이다. 주어진 글루코스는 90 g이므로 틀린 부분은 6 mol을 그대로 선택한 점이고 올바르게는 3 mol이다.

오답 포인트

90 g를 바로 반응식에 대입하거나, 180 g에 해당하는 산소 6 mol을 절반으로 줄이지 않으면 ④처럼 잘못 판단하기 쉽다. 출제자는 질량을 몰수로 바꾸는 단계와 계수비 적용 단계를 분리해서 보는지를 묻는다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량이 주어지는 반응량 문제는 먼저 $n = \frac{m}{M}$로 몰수를 구하고, 그다음 반응식의 계수비를 곱해 필요한 물질의 몰수를 판단한다.

암기 포인트

연소 반응량은 질량을 몰수로 바꾼 뒤 계수비를 적용한다. 포도당 1 mol에는 산소 6 mol이 대응한다.

NoteBase

문 4. 다음의 반응에서 0.4M KOH 용액 60.0mL를 중화시키려면 1.2M H_2SO_4는 몇 mL가 필요하겠는가?

$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

① 5mL

② 10mL

③ 15mL

④ 20mL

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 중화 반응의 몰비 $H_2SO_4 : KOH = 1 : 2$를 이용해 필요한 황산 용액의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 0.4 M KOH 60.0 mL와 1.2 M H_2SO_4이다.
구해야 할 값: KOH를 중화하는 데 필요한 H_2SO_4의 부피이다.
주의할 조건: 반응식에서 H_2SO_4 1몰은 KOH 2몰과 반응하므로 몰비를 먼저 적용해야 한다.

사용할 공식

사용할 관계는 $n = MV$와 반응식의 몰비이다.
이 공식을 쓰는 이유: KOH의 몰수를 구한 뒤 반응식 계수비로 필요한 H_2SO_4 몰수를 바꾸고, 그 몰수를 다시 농도로 나누면 필요한 부피를 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. KOH 몰수는 $0.4 \times 0.060 = 0.024mol$이다.
2. 반응식에서 $H_2SO_4 : KOH = 1 : 2$이므로 필요한 H_2SO_4 몰수는 $0.024/2 = 0.012mol$이다.
3. H_2SO_4 부피는 $V = n/M = 0.012/1.2 = 0.010L = 10mL$이다.

선지 판단

1번 X: 5 mL는 계산 결과인 10 mL의 절반이므로 틀리다. 5 mL가 아니라 10 mL가 필요하다.
2번 O: 계산 결과가 10 mL이므로 옳다.
3번 X: 15 mL는 필요한 양보다 많은 황산을 넣는 값이므로 틀리다. 15 mL가 아니라 10 mL가 필요하다.
4번 X: 20 mL는 H_2SO_4와 KOH를 1:1 몰비로 잘못 본 값에 해당하므로 틀리다. 20 mL가 아니라 10 mL가 필요하다.

NoteBase

오답 포인트

중화 계산에서 가장 흔한 실수는 산과 염기의 몰비를 1:1로 처리하는 것이다. 이 문제는 H_2SO_4가 2가 산이므로 반응식의 계수비를 반영해야 한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

중화 부피 문제는 $n = MV$로 한쪽 몰수를 구하고, 반응식 계수비로 다른 쪽 몰수로 바꾼 뒤, 마지막에 그 몰수를 농도로 나누어 부피를 구하는 순서로 판단한다.

암기 포인트

중화 계산은 농도와 부피만 비례시키지 않고 반드시 $n = MV$와 반응식 계수비를 함께 본다.

NoteBase

문 5. 다음 중 실제 기체가 이상기체에서 가장 벗어난 거동을 보이는 경우는?

① 고온, 고압

② 고온, 저압

③ 저온, 고압

④ 저온, 저압

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 실제 기체가 이상기체 가정에서 크게 벗어나는 조건이 저온, 고압이라는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

이상기체는 분자 자체의 부피와 분자 간 인력을 무시한 모형이다.
실제 기체는 압력이 높을수록 분자 부피의 영향이 커지고, 온도가 낮을수록 분자 간 인력의 영향이 커져 이상기체에서 더 벗어난다.
따라서 실제 기체의 비이상성은 저온, 고압에서 가장 크게 나타난다.

선지별 해설

1번 X: 고압은 실제 기체 거동을 키우는 조건이지만, 고온은 분자 운동이 커져 분자 간 인력 효과를 약하게 만든다. 틀린 표현은 '가장 벗어난'이다. 올바르게는 고온, 고압에서는 벗어남이 있을 수 있으나 최대는 아니다.
2번 X: 고온, 저압은 이상기체 가정에 가장 가까운 조건이다. 틀린 표현은 '가장 벗어난'이다. 올바르게는 고온, 저압에서는 실제 기체가 이상기체에 가장 가깝게 거동한다.
3번 O: 저온에서는 분자 간 인력이 잘 드러나고, 고압에서는 분자 부피와 충돌 효과가 커진다. 두 조건이 함께 작용하므로 실제 기체가 이상기체에서 가장 크게 벗어난다.
4번 X: 저온은 비이상성을 키우지만, 저압에서는 분자 사이 거리가 멀어져 압축 효과와 분자 부피 효과가 작다. 틀린 표현은 '가장 벗어난'이다. 올바르게는 저온, 저압에서는 벗어남이 생길 수 있으나 저온, 고압보다 작다.

오답 포인트

고압만 보고 1번을 고르거나 저온만 보고 4번을 고르기 쉽다. 이 문항은 온도와 압력을 따로 보지 않고, 분자 간 인력은 저온에서 커지고 분자 부피 효과는 고압에서 커진다는 두 축을 함께 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

실제 기체와 이상기체의 차이를 묻는 문항은 먼저 저온인지 고온인지, 다음으로 고압인지 저압인지 본다.
저온이면 인력 효과가 커지고 고압이면 분자 부피 효과가 커지므로 두 조건이 동시에 있는 저온, 고압을 정답으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

실제 기체의 비이상성 최대 조건은 저온, 고압이다.

NoteBase

문 6. 다음 중 양자수에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 주양자수는 궤도함수의 크기 및 에너지와 관련이 있다.

② 각운동량양자수는 궤도함수의 모양과 관련이 있다.

③ 자기양자수는 공간에서의 궤도함수의 방향을 나타낸다.

④ 스핀양자수는 궤도함수의 회전방향을 나타낸다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 네 가지 양자수가 각각 무엇을 나타내는지를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

주양자수 n은 오비탈의 크기와 에너지 준위를 나타낸다.
각운동량양자수 l은 오비탈의 모양을 나타낸다.
자기양자수 m_l은 오비탈의 공간적 방향을 나타낸다.
스핀양자수 m_s는 전자의 고유한 스핀 방향을 나타낸다.

선지별 해설

1번 O: 주양자수는 전자가 속한 주껍질을 정하며, 값이 커질수록 오비탈의 평균 크기와 에너지가 함께 달라진다.
2번 O: 각운동량양자수는 s, p, d, f 오비탈처럼 궤도함수의 형태를 구분하는 양자수이므로 모양과 관련이 있다.
3번 O: 자기양자수는 같은 모양의 오비탈이 자기장 또는 공간에서 어느 방향으로 놓이는지를 구분하므로 방향을 나타낸다는 설명이 맞다.
4번 X: 틀린 표현은 '궤도함수의 회전방향'이다. 스핀양자수는 오비탈의 회전이 아니라 전자 자체의 스핀 상태를 나타낸다. 올바르게는 '스핀양자수는 전자의 스핀 방향을 나타낸다'이다.

오답 포인트

자기양자수와 스핀양자수를 모두 '방향'이라는 말로 외우면 3번과 4번을 혼동하기 쉽다. 자기양자수는 오비탈의 공간 방향이고, 스핀양자수는 전자의 스핀 방향이라는 대상 차이를 놓치면 틀린다.

다시 나오면 이렇게 판단

양자수가 가리키는 대상을 먼저 분리하면 된다. n은 크기·에너지, l은 모양, m_l은 오비탈 방향, m_s는 전자 스핀 방향으로 대응시키면 바로 판단된다.

암기 포인트

주크에, 각모, 자방, 스핀전자 순서로 기억하면 된다.

NoteBase

문 7. 다음 분자 또는 이온의 기하구조가 선형 (180°)이 아닌 것은?

① $HClO$

② HCN

③ CO_2

④ OCN^-

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 중심 원자의 전자영역 수와 고립전자쌍 유무로 분자 또는 이온의 기하구조가 선형인지 아닌지를 구별하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

선형 구조는 중심 원자 주위 전자영역이 2개여서 결합각이 180 °인 경우이다.
굽은형 구조는 중심 원자에 고립전자쌍이 있어 원자 배열이 꺾이는 경우이다.
판단 기준은 원자 개수나 전하 유무가 아니라 중심 원자의 전자영역 수와 고립전자쌍 존재 여부이다.

선지별 해설

① O: HClO는 중심 원자가 O이고, O가 H와 Cl에 각각 결합하면서 고립전자쌍 2개를 가진다. 따라서 분자 구조는 굽은형이며 선형 180 °이 아니다.
② X: HCN은 중심 원자인 C 주위 전자영역이 2개(H-C, C≡N)여서 선형이다. 틀린 판단은 '선형이 아니다'라는 부분이고, 올바르게는 'HCN은 선형 180 °이다'이다.
③ X: CO2는 중심 원자인 C가 양쪽 O와 이중결합을 하지만 전자영역 수는 2개이므로 선형이다. 틀린 판단은 '선형이 아니다'라는 부분이고, 올바르게는 'CO2는 선형 180 °이다'이다.
④ X: OCN-은 공명 구조가 가능해도 중심 원자인 C 기준 전자영역 수가 2개이므로 선형이다. 틀린 판단은 '선형이 아니다'라는 부분이고, 올바르게는 'OCN-은 선형 180 °이다'이다.

오답 포인트

전하가 있거나 이중결합, 삼중결합이 보이면 구조가 꺾인다고 오해하기 쉽다. 이 문항에서는 ④ OCN-의 전하와 공명 때문에 비선형으로 착각하기 쉽고, ①은 원자 수가 3개라서 막연히 선형으로 오해하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심 원자를 정한 뒤 중심 원자 주위 전자영역 수를 센다. 전자영역이 2개이면 선형으로 보고, 중심 원자에 고립전자쌍이 남아 결합축이 꺾이면 선형이 아니다.

NoteBase

암기 포인트

중심 원자 전자영역 2개이면 선형, 중심 O에 고립전자쌍 2개가 있으면 굽은형이다.

NoteBase

문 8. 아래의 이온들을 이온 반지름이 감소하는 순서로 옳게 배열한 것은?

K^+, Cl^-, S^{2-}, P^{3-}

① $K^+ > P^{3-} > S^{2-} > Cl^-$
② $Cl^- > S^{2-} > P^{3-} > K^+$
③ $K^+ > Cl^- > S^{2-} > P^{3-}$
④ $P^{3-} > S^{2-} > Cl^- > K^+$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전자 수가 같은 등전자 이온에서 핵전하가 클수록 이온 반지름이 작아진다는 규칙을 묻는 문제이다.

핵심 개념

K+, Cl-, S2-, P3-는 모두 전자 수가 18개인 등전자 이온이다.
등전자 이온은 전자 수와 전자껍질 수가 같으므로 양성자 수가 많은 종일수록 전자를 더 강하게 끌어당겨 반지름이 작아진다.
따라서 원자번호가 작은 P(15)에서 큰 K(19)로 갈수록 반지름은 작아지고, 감소 순서는 P3- > S2- > Cl- > K+이다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 'K+ > P3-'이다. K+는 같은 18전자 종 중 핵전하가 가장 커서 가장 작고, 올바르게는 P3- > S2- > Cl- > K+이다.
② X: 틀린 부분은 'Cl- > S2- > P3-'이다. 핵전하가 더 작은 P3-가 Cl-보다 크므로, 올바르게는 P3- > S2- > Cl- > K+이다.
③ X: 틀린 부분은 'K+ > Cl-'이다. K+는 Cl-보다 핵전하가 커서 더 작으므로, 올바르게는 P3- > S2- > Cl- > K+이다.
④ O: P3- > S2- > Cl- > K+는 등전자 이온에서 핵전하가 작은 종부터 큰 종으로 갈수록 반지름이 감소하는 순서를 정확히 나타낸다.

오답 포인트

①과 ③은 'K+'를 큰 이온처럼 앞에 둔 점이 함정이고, ②는 'Cl-'를 가장 크게 둔 점이 함정이다. 양이온과 음이온이라는 전하 부호만 보고 판단하면 흔들리기 쉽고, 이 문항에서는 등전자 여부를 먼저 확인한 뒤 핵전하 크기로 비교해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

여러 이온의 전자 수가 같으면 먼저 등전자 종인지 확인한다. 그다음 양성자 수가 작은 종이 더 크고 양성자 수가 큰 종이 더 작다고 정리하면 순서를 빠르게 결정할 수 있다.

암기 포인트

등전자 이온 반지름은 핵전하가 작을수록 크고 핵전하가 클수록 작다. 이 문항에서는 P^{3-}가 가장 크고 K^{+}가 가장 작다.

NoteBase

문 9. 다음 중 Li에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고르면?

㉠ Li의 원자 반지름은 K의 원자 반지름보다 크다.
㉡ Li의 이차 이온화에너지는 Be의 일차 이온화에너지보다 크다.
㉢ Li의 전기 음성도는 F의 전기 음성도보다 작다.
㉣ Li은 F와 공유 결합물을 만든다.

① ㉠, ㉡
② ㉠, ㉣
③ ㉡, ㉢
④ ㉢, ㉣

정답 3번

출제 포인트

같은 족에서의 원자 반지름 변화, 이온화에너지의 의미, 전기음성도, 결합 종류를 함께 비교하는 문제이다.

핵심 개념

Li는 1족 알칼리 금속으로 같은 족에서는 아래로 갈수록 원자 반지름이 커진다.
이온화에너지는 기체 상태의 원자나 이온에서 전자를 떼는 데 필요한 에너지이며, Li는 첫 전자를 잃은 뒤 $1s^2$의 안정한 배치를 가지므로 2차 이온화에너지가 매우 크다.
전기음성도는 공유 전자쌍을 끌어당기는 성질이고, Li와 F의 결합은 큰 전기음성도 차이 때문에 대표적인 이온 결합이다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2016 · 6월

선지별 해설

① X
ㄱ은 틀리고 ㄴ은 맞으므로 조합 전체가 틀리다. 틀린 표현은 'Li의 원자 반지름은 K의 원자 반지름보다 크다'이다. 실제로는 같은 1족에서 아래로 갈수록 전자껍질 수가 늘어나므로 K의 원자 반지름이 Li보다 크다. ㄴ은 Li의 2차 이온화에너지가 Be의 1차 이온화에너지보다 크므로 맞다.

② X
ㄱ이 틀리고 ㄹ도 틀리므로 조합 전체가 틀리다. 틀린 표현은 'Li의 원자 반지름은 K의 원자 반지름보다 크다'와 'Li는 F와 공유 결합물을 만든다'이다. 올바르게는 K의 원자 반지름이 Li보다 크고, Li와 F는 전자를 주고받아 이온 결합 화합물인 LiF를 만든다.

③ O
ㄴ과 ㄷ이 모두 맞으므로 옳은 조합이다. Li는 $1s^2 2s^1$에서 첫 전자를 잃어 Li^+가 되면 안정한 $1s^2$ 배치를 가지므로 그다음 전자를 떼는 2차 이온화에너지가 매우 크다. 또 F는 전기음성도가 매우 큰 원소이므로 Li의 전기음성도는 F보다 작다.

④ X
ㄷ은 맞지만 ㄹ이 틀리므로 조합 전체가 틀리다. 틀린 표현은 'Li는 F와 공유 결합물을 만든다'이다. 실제로는 Li는 Li^+, F는 F^-가 되어 정전기적 인력으로 결합하므로 공유 결합이 아니라 이온 결합이다.

오답 포인트

ㄴ에서 '이차 이온화에너지'를 놓치고 Li의 1차 이온화에너지와 Be의 1차 이온화에너지를 비교하면 오답이 된다. ㄹ도 F가 비금속이라는 점만 보고 공유 결합으로 오해하기 쉽지만, Li와 F는 금속과 할로젠의 조합이어서 전자 이동에 따른 이온 결합으로 본다.

다시 나오면 이렇게 판단

족 경향 문제는 아래로 갈수록 반지름이 커진다는 흐름부터 본다. 이온화에너지는 몇 번째 전자를 떼는지부터 확인하고, 금속과 할로젠의 결합은 먼저 전자 이동에 의한 이온 결합 가능성을 판단한다.

암기 포인트

1족 아래로 갈수록 반지름은 커지고, Li의 2차 이온화에너지는 매우 크며, LiF는 이온 결합이다.

NoteBase

문 10. 다음 중 공명 구조를 갖는 것을 모두 고르면?

SF_6, NO_2^-, BF_3, O_3, PCl_5

① SF_6, PCl_5
② NO_2^-, BF_3
③ O_3, PCl_5
④ NO_2^-, O_3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 루이스 구조에서 전자나 음전하가 여러 원자에 비편재화되어 동등한 공명식으로 나타나는 종과, 단지 확장 옥텟이나 전자 부족 구조인 종을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

공명 구조는 원자 배열은 같고 전자 배치만 달라지는 여러 루이스 구조가 가능한 경우이다.
NO2-와 O3는 이중결합 위치와 음전하가 서로 바뀌는 동등한 구조를 그릴 수 있어 공명 구조를 갖는다.
SF6와 PCl5는 확장 옥텟을 가지는 분자이지만 결합 위치를 바꾼 동등한 공명식으로 설명하는 종은 아니다.
BF3는 전자 부족 분자로 보는 것이 기본이며, 이 문항 수준의 표준 공명 판단에서는 NO2-나 O3처럼 대표적인 공명 종으로 세지지 않는다.

선지별 해설

① X: 틀린 부분은 "SF6, PCl5가 공명 구조를 갖는다"는 판단이다. SF6와 PCl5는 각각 팔면체형, 삼각쌍뿔형의 확장 옥텟 분자일 뿐 공명식으로 분류하지 않는다. 올바르게는 "SF6와 PCl5는 공명 구조를 갖는 대표 종이 아니다"이다.
② X: NO2-는 공명 구조를 갖지만 BF3를 함께 묶은 것이 틀리다. 이 문항의 기준에서는 BF3를 전자 부족의 평면삼각형 분자로 보고, NO2-나 O3처럼 공명 구조를 갖는 종으로 세지 않는다. 올바르게는 "NO2-는 공명 구조를 가지지만 BF3는 여기서 공명 종으로 보지 않는다"이다.
③ X: O3는 공명 구조를 갖지만 PCl5를 포함한 것이 틀리다. 틀린 표현은 "PCl5도 공명 구조를 갖는다"이다. 올바르게는 "O3만 공명 구조를 갖고 PCl5는 공명 종이 아니다"이다.
④ O: NO2-는 두 N-O 결합 사이에 이중결합 위치와 음전하가 비편재화되고, O3도 두 O-O 결합 사이에 이중결합 위치가 바뀌는 공명 구조를 가진다. 따라서 공명 구조를 갖는 것을 모두 고른 선지는 ④이다.

NoteBase

오답 포인트

확장 옥텟을 가지는 분자나 전자 부족 분자를 모두 공명 구조와 같은 범주로 섞어 보는 실수가 잦다. 이 문항에서는 PCl5, SF6의 "결합 수가 많다"는 인상과 BF3의 특이한 결합 성질에 끌리면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 원자 골격을 둔 채 이중결합 위치나 음전하 위치만 옮긴 동등한 루이스 구조가 실제로 두 개 이상 그려지는지 본다. 그것이 가능하면 공명 구조이고, 단순히 중심 원자가 확장 옥텟이거나 전자 부족이라는 사실만으로는 공명 구조라고 판단하지 않는다.

암기 포인트

공명은 전자의 비편재화이고, 확장 옥텟은 공명이 아니다. NO2-, O3는 공명, SF6와 PCl5는 비공명으로 정리된다.

NoteBase

문 11. 삼중 결합을 한 개 가지고 있고 화학식이 C_6H_{10}인 화합물의 구조 이성질체는 몇 개인가?

① 6

② 7

③ 8

④ 9

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 C_6H_{10}의 불포화도를 구한 뒤, 삼중 결합 1개를 가진 비고리 알카인의 구조 이성질체 수를 빠짐없이 세는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 분자식이 C_6H_{10}이고 삼중 결합이 1개라는 점이다.
구해야 할 값은 구조 이성질체의 총개수이다.
주의할 조건은 삼중 결합 1개가 불포화도 2를 모두 차지하므로 고리나 이중 결합은 추가로 있을 수 없다는 점이다.

사용할 공식

불포화도는 $\frac{2C+2-H}{2}$로 계산한다.
C_6H_{10}의 불포화도는 $\frac{2\times 6+2-10}{2}=2$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 분자식만으로 고리와 다중 결합의 총수를 먼저 확정해야 가능한 골격을 중복 없이 셀 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. C_6H_{10}의 불포화도는 2이다.
2. 삼중 결합 1개가 불포화도 2를 모두 차지하므로 가능한 화합물은 비고리 알카인뿐이다.
3. 말단 알카인 $R-C\equiv CH$로 보면 $R=C_4H_9$가 되어 부틸기 4종에 대응하는 1-hexyne, 3-methyl-1-pentyne, 4-methyl-1-pentyne, 3,3-dimethyl-1-butyne의 4종이 나온다.
4. 내부 알카인 $R-C\equiv C-R'$로 보면 남은 탄소 4개를 $1+3$, $2+2$로 나누어 2-hexyne, 3-hexyne, 4-methyl-2-pentyne의 3종이 나온다.
5. 따라서 전체 구조 이성질체 수는 $4+3=7$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 실제 구조 이성질체는 7개이므로 6개는 1개 부족하다. 말단 알카인 4종과 내부 알카인 3종 중 하나를 빠뜨린 계산이다. 틀린 표현은 '6개'이고, 올바르게는 '7개'이다.
2번 O: 불포화도 2를 삼중 결합 1개가 모두 담당하므로 가능한 화합물은 비고리 알카인 7종이다. 말단 4종과 내부 3종을 합치면 정확히 7개가 된다.
3번 X: 8개는 같은 구조를 중복 계산한 값이다. 예를 들어 위치를 반대로 세어 같은 알카인을 다른 구조처럼 취급하면 개수가 늘어난다. 틀린 표현은 '8개'이고, 올바르게는 '7개'이다.
4번 X: 9개는 분기 구조와 위치 이성질체를 과다 계산한 값이다. 삼중 결합 하나만 가능한 조건 아래에서는 7종까지만 만들어진다. 틀린 표현은 '9개'이고, 올바르게는 '7개'이다.

오답 포인트

삼중 결합 1개를 보면 곧바로 알카인만 떠올리고 끝내기 쉽지만, 실제 함정은 중복 계산과 누락이다. 2-hexyne과 같은 구조를 좌우를 바꿔 다른 구조처럼 세거나, 3,3-dimethyl-1-butyne 같은 가지친 말단 알카인을 빠뜨리면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자식이 주어지면 먼저 불포화도를 계산하고, 그 불포화도를 어떤 결합이 모두 차지하는지 확인한 뒤, 말단 알카인과 내부 알카인으로 나누어 골격을 체계적으로 세면 된다.

암기 포인트

C_6H_{10}에서 삼중 결합 1개는 불포화도 2를 모두 차지하므로 비고리 알카인만 가능하고, 구조 수는 말단 4종과 내부 3종을 합친 7종이다.

NoteBase

문 12. 다음 중 분자의 혼성 오비탈 표현으로 옳은 것을 모두 고르면?

㉠ H_2O : sp^3
㉡ H_2NNH_2 : sp^2
㉢ BeF_2 : sp
㉣ NH_3 : sp^2

① ㉠, ㉣
② ㉡, ㉢
③ ㉡, ㉣
④ ㉠, ㉢

정답 4번

출제 포인트

중심 원자 주위의 전자영역 수를 세어 분자의 혼성 오비탈을 sp, sp^2, sp^3로 구분하는 문제이다.

핵심 개념

혼성 오비탈은 중심 원자 주위의 전자영역 수로 판단한다. 전자영역이 2개이면 sp, 3개이면 sp^2, 4개이면 sp^3이다.
H_2O의 O는 결합 2개와 비공유전자쌍 2개로 전자영역 4개이므로 sp^3이다. H_2NNH_2의 각 N은 N-H 결합 2개, N-N 결합 1개, 비공유전자쌍 1개로 전자영역 4개이므로 sp^3이다. BeF_2의 Be는 결합 2개로 전자영역 2개이므로 sp이다. NH_3의 N은 결합 3개와 비공유전자쌍 1개로 전자영역 4개이므로 sp^3이다.

NoteBase

선지별 해설

1번 X
1번은 ㄱ, ㄹ 조합이다. ㄱ의 H_2O : sp^3는 맞다. O 주위 전자영역이 4개이므로 sp^3이다.
틀린 부분은 ㄹ의 NH_3 : sp^2를 포함한 점이다. 올바르게는 NH_3 : sp^3이다.

2번 X
2번은 ㄴ, ㄷ 조합이다. ㄷ의 BeF_2 : sp는 맞다. Be 주위 전자영역이 2개라 선형이며 sp 혼성이다.
틀린 부분은 ㄴ의 H_2NNH_2 : sp^2를 포함한 점이다. 올바르게는 각 N이 전자영역 4개를 가지므로 H_2NNH_2 : sp^3이다.

3번 X
3번은 ㄴ, ㄹ 조합인데 ㄴ과 ㄹ이 모두 틀리다. ㄴ의 H_2NNH_2 : sp^2는 sp^3로 고쳐야 하고, ㄹ의 NH_3 : sp^2도 sp^3로 고쳐야 한다.
따라서 3번은 옳은 표현을 전혀 포함하지 못한 조합이다.

4번 O
4번은 ㄱ, ㄷ 조합이다. ㄱ의 H_2O : sp^3와 ㄷ의 BeF_2 : sp가 모두 맞으므로 옳다.

오답 포인트

NH_3와 H_2NNH_2에서 비공유전자쌍을 빼고 결합 개수만 세면 sp^2로 잘못 보기 쉽다. 혼성 오비탈은 결합 수가 아니라 비공유전자쌍까지 포함한 전자영역 수로 판단해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

중심 원자를 하나 정한 뒤 결합 전자쌍과 비공유전자쌍을 모두 세어 전자영역 수를 먼저 확정하면 된다. 그다음 2개는 sp, 3개는 sp^2, 4개는 sp^3로 바로 연결하면 조합형 선지도 빠르게 걸러진다.

암기 포인트

전자영역 2개 sp, 3개 sp^2, 4개 sp^3이다. NH_3와 H_2O는 비공유전자쌍 때문에 둘 다 sp^3이다.

NoteBase

문 13. 다음은 주기율표의 일부를 나타낸 것이다. 각 팔면체 착물에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, CN^-와 en은 강한 장 리간드, H_2O와 F^-는 약한 장 리간드이다.)



① $[Cr(en)_3]^{3+}$는 세 개의 홀전자를 가진다.

② $[Mn(CN)_6]^{3-}$는 두 개의 홀전자를 가진다.

③ $[Co(H_2O)_6]^{2+}$는 한 개의 홀전자를 가진다.

④ $[NiF_6]^{4-}$는 두 개의 홀전자를 가진다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 착물의 금속 산화수로 d 전자 수를 구한 뒤, 리간드의 장세기에 따라 고스핀·저스핀을 판단하고 홀전자 수를 세는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

강한 장 리간드는 Δ_o를 크게 만들어 전자를 t_{2g}에 먼저 짝지우게 하므로 저스핀을 만들기 쉽다.
약한 장 리간드는 Δ_o가 작아 전자가 e_g까지 퍼져 들어가므로 고스핀을 만들기 쉽다.
홀전자 수는 금속의 산화수로 d^n을 정한 뒤, 옥타헤드랄 분할에서 t_{2g}와 e_g에 전자를 배치하여 센다.

NoteBase

선지별 해설

① O. $[Cr(en)_3]^{3+}$에서 en은 중성 리간드이므로 금속은 Cr^{3+}이고 d^3이다. 옥타헤드랄 d^3는 t_{2g}^3가 되어 홀전자 3개를 가진다.
② O. $[Mn(CN)_6]^{3-}$에서 Mn^{3+}는 d^4이고, CN^-는 강한 장 리간드이므로 저스핀 t_{2g}^4가 된다. 따라서 홀전자 수는 2개이다.
③ X. $[Co(H_2O)_6]^{2+}$에서 Co^{2+}는 d^7이고, H_2O는 약한 장 리간드이므로 고스핀 $t_{2g}^5e_g^2$가 된다. 이때 홀전자는 3개이다. 틀린 표현은 "한 개의 홀전자"이고, 올바르게는 "세 개의 홀전자"이다.
④ O. $[NiF_6]^{4-}$에서 Ni^{2+}는 d^8이고, F^-는 약한 장 리간드이다. 옥타헤드랄 d^8 배치는 $t_{2g}^6e_g^2$이므로 홀전자 2개를 가진다.

오답 포인트

③은 Co^{2+}가 d^7라는 점만 보고 저스핀처럼 홀전자 1개라고 착각하기 쉬운 선지이다. 그러나 문제에서 H_2O를 약한 장 리간드라고 명시했으므로 $[Co(H_2O)_6]^{2+}$는 고스핀으로 처리해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

착물의 홀전자 문제는 리간드 전하 합으로 금속 산화수를 계산하고, 그 금속 이온의 d^n을 정한 다음, 강한 장·약한 장으로 고스핀과 저스핀을 가른 뒤 t_{2g}/e_g 배치에서 홀전자 수를 세는 순서로 판단한다.

암기 포인트

옥타헤드랄에서 d^3는 홀전자 3개, 저스핀 d^4는 2개, 고스핀 d^7는 3개, d^8은 2개이다.

NoteBase

문 14. 다음의 물질 중 극성이 가장 큰 물질은?

① H_2S

② H_2

③ CH_4

④ CO_2

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 결합의 극성 자체가 아니라 분자 구조에 따른 쌍극자 모멘트의 상쇄 여부로 분자 극성을 판단할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

극성 분자는 결합의 쌍극자 모멘트가 분자 구조상 상쇄되지 않아 분자 전체에 순쌍극자가 남는 분자이다.
비극성 분자는 무극성 결합으로만 이루어졌거나, 극성 결합이 있어도 대칭 구조 때문에 쌍극자 모멘트가 서로 상쇄되는 분자이다.
이 문항의 핵심 구별 기준은 전기음성도 차이만이 아니라 분자의 모양과 대칭성이다.

선지별 해설

1번 O: H2S는 굽은형 분자이므로 S-H 결합의 쌍극자 모멘트가 완전히 상쇄되지 않아 분자 전체가 극성을 띤다.
2번 X: H2는 같은 원자 두 개로 이루어진 이원자분자이므로 결합 자체가 무극성이다. '극성이 가장 크다'가 아니라 '비극성 분자이다'로 고쳐야 한다.
3번 X: CH4는 정사면체 대칭 구조이므로 각 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되어 비극성이다. '극성이 가장 크다'가 아니라 '정사면체 대칭 때문에 비극성이다'로 고쳐야 한다.
4번 X: CO2는 C=O 결합 자체는 극성이 있지만 선형 구조라 두 결합의 쌍극자 모멘트가 반대 방향으로 같게 작용하여 상쇄된다. '극성이 가장 크다'가 아니라 '결합은 극성이지만 분자는 비극성이다'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

CO2처럼 결합이 극성이라는 사실만 보고 분자도 극성이라고 판단하면 틀리기 쉽다. 이 문항의 함정은 전기음성도 차이보다 분자 전체의 대칭성과 쌍극자 상쇄를 보지 않는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 결합이 극성인지 본 뒤, 분자 모양이 선형·정사면체처럼 대칭인지 또는 굽은형처럼 비대칭인지 확인하면 된다. 대칭이면 상쇄되어 비극성이고, 비대칭이면 순쌍극자가 남아 극성이 된다.

NoteBase

암기 포인트

결합 극성과 분자 극성은 다르다. H2S는 굽은형이라 극성, CH4와 CO2는 대칭 구조라 비극성이다.

NoteBase

문 15. 물질 A는 반감기가 50일인 일차 반응으로 체내에서 줄어든다. 체내의 온도가 일정하다고 가정할 때 물질 A를 섭취한 후 200일이 지나면 체내의 물질 A의 농도는 초기값의 몇 %가 되는가?

① 6.25%

② 12.5%

③ 25%

④ 50%

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 일차 반응의 반감기 관계를 이용해 200일 후 남아 있는 농도 비율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 반감기 50일, 일차 반응
구해야 할 값: 200일 후 체내 물질 A의 농도가 초기값의 몇 %인지
주의할 조건: 200일은 반감기 4번에 해당하므로 매 반감기마다 절반으로 줄어드는 관계를 4번 적용한다.

사용할 공식

일차 반응에서 반감기가 일정하면 남아 있는 비율은 $\left(\frac{1}{2}\right)^n$이다. 여기서 n은 지난 반감기 횟수이다.

이 공식을 쓰는 이유:
문제에서 반감기가 50일로 일정한 일차 반응이라고 주어졌으므로, 절대 속도식보다 반감기 횟수로 바로 남은 비율을 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 200일이 지났으므로 지난 반감기 횟수는 $200 \div 50 = 4$이다.
2. 남아 있는 비율은 $\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{16}$이다.
3. 이를 백분율로 바꾸면 $\frac{1}{16} \times 100 = 6.25\%$이다.

NoteBase

선지 판단

① O
계산 결과가 6.25%이므로 옳다.

② X
계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 '200일 후 농도가 12.5%이다'이다. 올바르게는 '200일 후 농도는 초기값의 6.25%이다'이다. 12.5%는 반감기를 3번만 지난 150일 후 값 $\left(\frac{1}{2}\right)^3$에서 나온다.

③ X
계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 '200일 후 농도가 25%이다'이다. 올바르게는 '200일 후 농도는 초기값의 6.25%이다'이다. 25%는 반감기를 2번만 적용한 100일 후 값이다.

④ X
계산 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현은 '200일 후 농도가 50%이다'이다. 올바르게는 '200일 후 농도는 초기값의 6.25%이다'이다. 50%는 반감기 1번만 적용한 50일 후 값이다.

오답 포인트

반감기 문제에서 가장 흔한 실수는 지난 시간을 그대로 백분율처럼 읽거나, 반감기 횟수를 하나 적게 세는 것이다. 이 문항의 오답들은 각각 1번, 2번, 3번의 반감기만 적용했을 때의 값이므로 반감기 횟수 계산이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

반감기 문제가 나오면 먼저 전체 시간을 반감기로 나누어 몇 번 절반이 되었는지 구한 뒤, $\left(\frac{1}{2}\right)^n$으로 남은 비율을 계산하고 마지막에 %로 바꾸어 판단한다.

암기 포인트

일차 반응 반감기 문제는 '지난 반감기 횟수 n을 구하고 남은 비율은 $\left(\frac{1}{2}\right)^n$'으로 정리된다.

NoteBase

문 16. 다음 중 일정 온도에서 계의 부피를 감소시켜도 영향을 받지 않는 화학평형으로 가장 옳은 것은?

① $2PbS(s) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2PbO(s) + 2SO_2(g)$

② $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$

③ $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$

④ $SO_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2Cl_2(g)$

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 압력을 높이기 위해 부피를 줄였을 때 기체 몰수 변화 Δn_{gas}가 0인 평형은 이동하지 않는다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

르샤틀리에 원리에 따르면 일정 온도에서 계의 부피를 감소시키면 압력이 증가하므로 기체 몰수가 더 적은 쪽으로 평형이 이동한다.
기체 반응물 몰수와 기체 생성물 몰수가 같으면 압력 변화의 유불리가 같아 평형 위치가 변하지 않는다.
고체는 평형 이동 판단에서 기체 몰수 계산에 넣지 않는다.

NoteBase

기출OX 해설집 · 공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2016 · 6월

선지별 해설

① X
반응식은 $2PbS(s) + 3O_2(g) \rightleftharpoons 2PbO(s) + 2SO_2(g)$이다.
기체 몰수는 좌변 3몰, 우변 2몰이므로 부피를 줄이면 기체 몰수가 더 적은 생성물 쪽으로 평형이 이동한다.
틀린 부분은 영향을 받지 않는다고 볼 수 있는 점이다.
올바르게는 평형이 우측으로 이동하므로 영향을 받는다.

② O
반응식은 $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$이다.
기체 몰수는 좌변 2몰, 우변 2몰로 같으므로 부피를 줄여도 어느 한쪽이 더 유리해지지 않는다.
따라서 평형 위치가 변하지 않아 영향을 받지 않는다.

③ X
반응식은 $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$이다.
기체 몰수는 좌변 2몰, 우변 3몰이므로 부피를 줄이면 기체 몰수가 더 적은 반응물 쪽으로 평형이 이동한다.
틀린 부분은 변화가 없다고 보는 점이다.
올바르게는 평형이 좌측으로 이동하므로 영향을 받는다.

④ X
반응식은 $SO_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons SO_2Cl_2(g)$이다.
기체 몰수는 좌변 2몰, 우변 1몰이므로 부피를 줄이면 생성물 쪽으로 평형이 이동한다.
틀린 부분은 영향을 받지 않는다고 보는 점이다.
올바르게는 평형이 우측으로 이동하므로 영향을 받는다.

오답 포인트

고체의 계수를 함께 세거나, 반응식 전체 계수만 보고 판단하면 틀리기 쉽다. 이 문항은 ①의 PbS, PbO처럼 고체가 섞여 있어도 기체만 세야 하고, ②처럼 양변 기체 몰수가 같은 경우만 예외적으로 평형이 그대로라는 점을 노린 문제이다.

다시 나오면 이렇게 판단

온도 일정, 부피 감소 문제는 먼저 고체와 액체를 제외하고 기체 몰수만 센다. 좌우 기체 몰수가 같으면 평형 이동이 없고, 다르면 기체 몰수가 더 적은 쪽으로 이동한다고 판단한다.

암기 포인트

부피 감소는 적은 기체 몰수 쪽, $\Delta n_{gas} = 0$이면 평형 이동 없음이다.

NoteBase

문 17. $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$ **중 산의 세기가 증가하는 방향으로 옳게 배열한 것은?**

① $HClO_3 < HClO_2 < HClO$

② $HClO_2 < HClO < HClO_3$

③ $HClO < HClO_2 < HClO_3$

④ $HClO < HClO_3 < HClO_2$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 같은 중심 원자 염소를 가진 옥소산에서 산소 원자 수가 늘어날수록 산 세기가 어떻게 변하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

HClO는 산소가 1개인 차아염소산으로 세 산 중 가장 약한 산이다. HClO2는 산소가 2개인 아염소산으로 HClO보다 강한 산이다. HClO3는 산소가 3개인 염소산으로 세 산 중 가장 강한 산이다. 같은 중심 원자의 옥소산은 산소 수가 많을수록 전자끌림 효과가 커지고, 해리 뒤 생기는 짝염기가 더 안정해져 산성이 커진다.

선지별 해설

1번 X: HClO3를 가장 약한 산으로 놓은 부분이 틀렸다. 실제로는 HClO3가 가장 강한 산이므로 올바른 배열은 HClO < HClO2 < HClO3이다.
2번 X: HClO2를 HClO보다 약한 산으로 놓은 부분이 틀렸다. 실제로는 산소 수가 더 많은 HClO2가 HClO보다 강한 산이므로 올바른 배열은 HClO < HClO2 < HClO3이다.
3번 O: HClO < HClO2 < HClO3는 같은 중심 원자 옥소산의 산 세기 증가 방향과 일치한다. 산소 수가 늘수록 유도 효과와 짝염기 안정화가 커져 산성이 증가한다.
4번 X: HClO3를 HClO2보다 약한 산으로 놓은 부분이 틀렸다. 실제로는 HClO3가 HClO2보다 더 강한 산이므로 올바른 배열은 HClO < HClO2 < HClO3이다.

오답 포인트

산 이름이 비슷해서 HClO, HClO2, HClO3의 순서를 기계적으로 외우면 HClO3와 HClO2의 위치를 뒤집기 쉽다. 이 문항의 함정은 개별 이름 암기보다 같은 중심 원자 옥소산의 일반 규칙을 적용하는지를 확인하는 데 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 중심 원자를 가진 옥소산이 나오면 먼저 산소 수를 비교한다. 산소 수가 많을수록 전자끌림 효과와 짝염기 안정화가 커져 산 세기가 증가한다고 판단하면 된다.

NoteBase

암기 포인트

같은 중심 원자 옥소산은 산소가 많을수록 강산이다.

NoteBase

문 18. 25℃에서 메틸암모늄 이온 $CH_3NH_3^+$의 산 해리 상수 K_a는 2.0×10^{-11}이다. 0.1M 메틸아민 CH_3NH_2 용액의 pH는 얼마인가? (단, $\log 2 = 0.300$이다.)

① 10.70

② 11.85

③ 12.70

④ 13.00

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 짝산의 K_a로부터 약염기 메틸아민의 K_b를 구한 뒤, 약염기 평형으로 pH를 계산할 수 있는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 메틸암모늄 이온 $CH_3NH_3^+$의 $K_a = 2.0 \times 10^{-11}$, 메틸아민 CH_3NH_2의 농도 0.1 M, $\log 2 = 0.300$이다.
구해야 할 값은 0.1 M 메틸아민 용액의 pH이다.
주의할 조건은 메틸아민 자체의 K_b가 주어진 것이 아니라 짝산의 K_a가 주어졌다는 점이다.

사용할 공식

짝산-짝염기 관계식은 $K_aK_b = K_w$이고, 약염기 평형에서는 $K_b \approx \frac{x^2}{C}$를 쓴다.
이 공식을 쓰는 이유는 CH_3NH_2와 $CH_3NH_3^+$가 짝염기-짝산 관계이므로 먼저 K_b를 구해야 하고, 0.1 M의 약염기 용액에서 생성되는 OH^- 농도 x가 초기농도 C에 비해 작아 근사식이 성립하기 때문이다.

계산 과정

먼저 $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{2.0 \times 10^{-11}} = 5.0 \times 10^{-4}$이다.
메틸아민의 가수분해를 $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$로 두면, $K_b \approx \frac{x^2}{0.1} = 5.0 \times 10^{-4}$이다.
따라서 $x^2 = 5.0 \times 10^{-5}$, $x = \sqrt{5.0 \times 10^{-5}} \approx 7.1 \times 10^{-3}$ M이다.
그러므로 $pOH = -\log(7.1 \times 10^{-3}) = 3 - \log 7.1 \approx 3 - 0.85 = 2.15$이다.
따라서 $pH = 14.00 - 2.15 = 11.85$이다.

NoteBase

선지 판단

1번 X: 10.70은 계산된 pH 11.85와 다르다. 틀린 표현은 pH가 10.70이라는 부분이고, 올바르게는 pH가 11.85이다. 이런 값은 K_b를 잘못 구하거나 로그 계산을 부정확하게 처리할 때 나오기 쉽다.
2번 O: $K_a \rightarrow K_b \rightarrow [OH^-] \rightarrow pOH \rightarrow pH$ 순서로 계산하면 pH는 11.85가 된다. 따라서 2번이 정답이다.
3번 X: 12.70은 pOH를 지나치게 작게 잡은 값이다. 틀린 표현은 pH가 12.70이라는 부분이고, 올바르게는 pH가 11.85이다. 이런 값은 약염기를 강염기처럼 보아 OH^-가 과도하게 생성된다고 착각할 때 나온다.
4번 X: 13.00은 pOH 1.00에 해당하므로 OH^- 농도를 0.1 M 수준으로 본 셈이다. 메틸아민은 약염기이므로 거의 완전 해리하지 않는다. 틀린 표현은 pH가 13.00이라는 부분이고, 올바르게는 pH가 11.85이다.

오답 포인트

짝산의 K_a가 주어졌는데 이를 바로 산 해리 문제처럼 풀면 방향이 뒤집힌다. 또 메틸아민을 강염기처럼 취급해 OH^- 농도를 과대평가하면 3번이나 4번 같은 큰 pH가 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

짝산 또는 짝염기의 해리상수가 주어지면 먼저 $K_aK_b = K_w$로 반대쪽 상수를 구한다. 그다음 약산인지 약염기인지 평형식을 세우고, $x \ll C$ 근사 여부를 확인한 뒤 pOH 또는 pH를 계산한다.

암기 포인트

짝산의 K_a가 주어지면 짝염기의 K_b는 K_w/K_a로 바뀌며, 약염기 pH는 보통 $K_b \rightarrow [OH^-] \rightarrow pOH \rightarrow pH$ 순서로 구한다.

NoteBase

문 19. 다음 중 노말 뷰테인(n-butane)과 아이소뷰테인(isobutane)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 두 분자를 구성하는 탄소와 수소 원자의 개수는 서로 다르다.

② 노말 뷰테인은 분자 간의 힘(분산력)이 아이소뷰테인에 비해 크다.

③ 아이소뷰테인은 거울상 이성질체를 갖는다.

④ 두 분자 모두 노말 헥세인(n-hexane)보다 높은 끓는점을 갖고 있다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 노말 뷰테인과 아이소뷰테인의 구조 이성질 관계, 가지화에 따른 분산력 차이, 거울상 이성질체 성립 조건을 함께 묻는다.

핵심 개념

노말 뷰테인과 아이소뷰테인은 분자식이 같은 구조 이성질체로 둘 다 C_4H_{10}이다.
직선형 분자는 가지친 분자보다 접촉 면적이 커서 분산력이 더 크고 끓는점도 더 높다.
거울상 이성질체는 네 가지 서로 다른 치환기가 결합한 비대칭 탄소가 있을 때 성립한다.

선지별 해설

1번 X: 틀린 부분은 '탄소와 수소 원자의 개수는 서로 다르다'이다. 올바르게는 두 분자는 구조만 다를 뿐 분자식이 모두 C_4H_{10}이므로 탄소와 수소 원자의 개수는 같다.
2번 O: 노말 뷰테인은 직선형이라 아이소뷰테인보다 분자 간 접촉 면적이 크다. 따라서 분산력이 더 크고 끓는점도 더 높다.
3번 X: 틀린 부분은 '거울상 이성질체를 갖는다'이다. 올바르게는 아이소뷰테인에는 네 종류의 치환기가 달린 비대칭 탄소가 없으므로 거울상 이성질체가 없다.
4번 X: 틀린 부분은 '노말 헥세인보다 높은 끓는점'이다. 올바르게는 노말 헥세인이 탄소 수와 분자량이 더 커 분산력이 더 크므로 두 뷰테인보다 끓는점이 높다.

오답 포인트

구조 이성질체를 분자식까지 다른 물질로 오해하거나, 가지친 분자가 더 복잡해 보여 분산력도 더 클 것이라고 착각하면 틀리기 쉽다. 거울상 이성질체는 모양의 복잡성이 아니라 비대칭 탄소 존재 여부로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

분자식이 같고 연결 방식만 다르면 먼저 구조 이성질체인지 본다. 그다음 직선형과 가지형 비교에서는 접촉 면적, 분산력, 끓는점의 순서를 연결해 판단하고, 광학 이성질체는 비대칭 탄소 유무로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

같은 C_4H_{10}이면 원자 수는 같고, 직선형이 가지형보다 분산력과 끓는점이 크며, 비대칭 탄소가 없으면 거울상 이성질체도 없다.

NoteBase

문 20. 다음 중 핵산(nucleic acid)에 관련된 설명으로 옳지 않은 것은?

① 핵산의 반복되는 단위체인 뉴클레오타이드(nucleotide)는 음전하를 띤 인산기, 펜토스, 질소를 함유하고 있는 염기로 구성되어 있다.

② 전사(transcription)는 데옥시리보핵산(DNA)의 일부분이 복사되어 효소나 단백질을 합성하는 데 사용할 라이보핵산(RNA) 분자를 만드는 과정을 말한다.

③ 화학 분석 결과 RNA의 성분은 DNA와 같이 피리미딘 염기 대 퓨린 염기의 비가 1이다.

④ DNA가 자신의 복사물을 만드는 과정을 복제(replication)라고 한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 뉴클레오타이드의 구성, 전사와 복제의 의미, DNA와 RNA의 염기 조성 차이를 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

뉴클레오타이드는 인산기, 펜토스, 질소 염기로 이루어진 핵산의 기본 단위이다.
전사는 DNA를 주형으로 RNA를 합성하는 과정이고, 복제는 DNA를 주형으로 DNA를 다시 만드는 과정이다.
이중가닥 DNA는 상보적 염기쌍 때문에 퓨린 염기 수와 피리미딘 염기 수가 같지만, 일반적인 RNA는 단일가닥이어서 그 비가 반드시 1이 되는 것은 아니다.

선지별 해설

1번 O: 뉴클레오타이드는 음전하를 띠는 인산기, 펜토스, 질소 염기로 구성된다. 핵산의 반복 단위체 설명으로 옳다.
2번 O: 전사는 DNA의 유전정보를 바탕으로 RNA를 합성하는 과정이다. 이렇게 만들어진 RNA가 단백질 합성에 사용되므로 설명이 옳다.
3번 X: 틀린 부분은 "RNA의 성분은 DNA와 같이 피리미딘 염기 대 퓨린 염기의 비가 1이다"라는 표현이다. 실제로 이 비가 1이 되는 것은 상보적 이중가닥을 이루는 DNA의 특징이고, 일반적인 RNA는 단일가닥이어서 퓨린과 피리미딘의 비가 반드시 1일 필요가 없다.
4번 O: DNA가 자신의 염기서열을 복사하여 같은 DNA를 만드는 과정을 복제라고 한다. replication의 정의와 일치하므로 옳다.

오답 포인트

3번은 DNA에 적용되는 상보성 원리를 RNA에도 그대로 적용하게 만드는 함정이다. 염기 수의 비가 1이라는 진술은 이중가닥 여부를 먼저 확인해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

핵산 문제는 먼저 물질이 DNA인지 RNA인지, 과정이 전사인지 복제인지 구분한다. 염기 비율이 같은지를 묻는 문장은 상보적 이중가닥 구조가 전제되는지부터 판단한다.

암기 포인트

DNA는 DNA로 복제되고 DNA는 RNA로 전사되며, 퓨린 대 피리미딘 비가 1이라는 성질은 이중가닥 DNA의 특징이다.

NoteBase