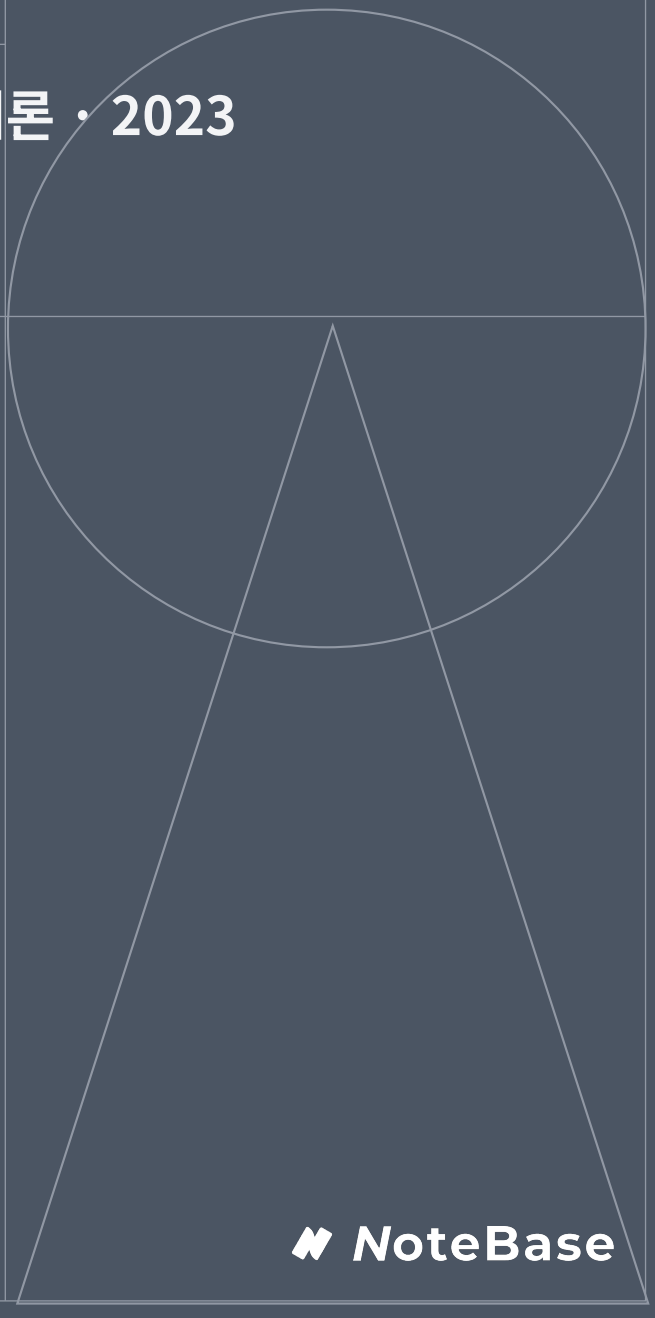
기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2023



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2023

공무원/서울시/7급 · 화학개론 · 2023

문 1. 어떤 물질의 질량이 $24.8\mathrm{g}$이고 부피는 $1.0 \times 10^3 \mathrm{cm}^3$이다. 유효 숫자를 감안한 이 물질의 밀도 $[\mathrm{g/cm}^3]$는?

① 0.0248

② 0.025

③ 40

④ 40.3

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 밀도 공식 $\rho = \frac{m}{V}$로 값을 구한 뒤, 곱셈·나눗셈의 유효 숫자 규칙에 맞게 자리수를 정하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 질량 $24.8g$, 부피 $1.0 \times 10^3 cm^3$이다.
구해야 할 값: 밀도 g/cm^3이다.
주의할 조건: 질량은 유효 숫자 3자리, 부피는 유효 숫자 2자리이므로 최종 답은 2자리로 나타내야 한다.

사용할 공식

밀도는 $\rho = \frac{m}{V}$이다.
이 공식을 쓰는 이유: 문제에서 질량과 부피가 직접 주어졌으므로, 물질 1단위 부피당 질량을 뜻하는 밀도를 바로 계산할 수 있다.

계산 과정

1. 값을 대입하면 $\rho = \frac{24.8}{1.0 \times 10^3}$이다.
2. 계산하면 $\rho = 0.0248 g/cm^3$이다.
3. 곱셈·나눗셈 결과의 유효 숫자는 가장 적은 자리수에 맞추므로 2자리로 반올림하면 $0.025 g/cm^3$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 0.0248은 계산기 값 자체로 유효 숫자 3자리이다. 문제는 유효 숫자를 감안하라고 했으므로 올바르게는 $0.025 g/cm^3$로 써야 한다.
② O: $0.0248 g/cm^3$를 유효 숫자 2자리로 반올림하면 $0.025 g/cm^3$가 된다.
③ X: 40은 $\frac{1.0 \times 10^3}{24.8} \approx 40$으로 계산한 값이라서 밀도가 아니라 비체적 cm^3/g에 해당한다. 틀린 표현은 부피와 질량의 위치를 바꾼 것이며, 올바르게는 $\frac{24.8}{1.0 \times 10^3} = 0.025 g/cm^3$이다.
④ X: 40.3도 $\frac{1.0 \times 10^3}{24.8} \approx 40.3$으로 구한 값이라서 단위와 의미가 모두 밀도와 맞지 않는다. 올바르게는 질량을 부피로 나누어 $0.025 g/cm^3$로 판단해야 한다.

오답 포인트

①은 유효 숫자 처리를 하지 않은 값이고, ③·④는 밀도 공식을 거꾸로 써서 나온 값이다. 이 문항의 함정은 계산 자체보다 유효 숫자와 분자·분모의 위치를 동시에 점검하지 않으면 그럴듯한 오답을 고르게 된다는 점이다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량과 부피가 주어지면 먼저 $\rho = \frac{m}{V}$로 분자와 분모를 고정한 뒤 계산한다. 그다음 곱셈·나눗셈 결과는 주어진 값 중 유효 숫자가 가장 적은 값에 맞춰 반올림하면 된다.

암기 포인트

밀도는 질량 나누기 부피이고, 곱셈·나눗셈의 유효 숫자는 가장 적은 자리수에 맞춘다.

NoteBase

문 2. 1기압, 298K에서 동작하는 <보기>의 전기화학 셀의 전압을 변화시킬 수 있는 방법이 아닌 것은?

<보기>

$Cu(s)|Cu^{2+}(aq, 1M)|Ag^{+}(aq, 1M)|Ag(s)$

① $Cu^{2+}(aq)$의 농도를 $2M$으로 증가시킨다.

② $Ag^{+}(aq)$의 농도를 $2M$으로 증가시킨다.

③ 구동 온도를 $400K$로 올린다.

④ 외부 압력을 2기압으로 올린다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전지 전압이 반응지수와 온도에는 영향을 받지만, 기체가 없는 전지에서는 외부 압력 변화로는 거의 달라지지 않는다는 점을 묻는다.

핵심 개념

이 전지의 전체 반응은 $Cu(s) + 2Ag^{+}(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$이다. 따라서 반응지수는 $Q = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^{+}]^2}$이고, 전지 전압은 $E = E^\circ - \frac{RT}{nF}\ln Q$로 나타낸다. 농도가 바뀌면 Q가 바뀌고, 온도가 바뀌면 E°와 $\frac{RT}{nF}$ 항이 달라질 수 있다. 반면 이 반응에는 기체가 없어 외부 압력 변화는 전압에 거의 영향을 주지 않는다.

선지별 해설

① X: 이 문항은 '전압을 변화시킬 수 없는 방법'을 묻는데, Cu^{2+} 농도를 1M에서 2M로 올리면 $Q = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^{+}]^2}$가 커져 전압이 변한다. 틀린 표현은 '변화시킬 수 없는 방법'에 해당한다고 본 점이다. 올바르게는 'Cu^{2+} 농도를 증가시키면 전지 전압이 감소한다'이다.

② X: Ag^{+} 농도를 1M에서 2M로 올리면 분모가 커져 Q가 작아지고 전압이 변한다. 틀린 표현은 '변화시킬 수 없는 방법'에 해당한다고 본 점이다. 올바르게는 'Ag^{+} 농도를 증가시키면 전지 전압이 증가한다'이다.

③ X: 온도는 전지 전압의 열역학적 변수이므로 298K에서 400K로 바꾸면 전압이 달라질 수 있다. 이 전지는 표준상태에서 시작하므로 $Q = 1$이지만, $E^\circ = -\frac{\Delta G^\circ}{nF}$ 자체가 온도에 따라 변할 수 있어 전압 변화가 가능하다. 올바르게는 '구동 온도를 올리면 전압이 변할 수 있다'이다.

④ O: 이 전지 반응에는 기체가 없고, 순수한 고체의 활성도는 1로 본다. 따라서 외부 압력을 1기압에서 2기압으로 올려도 전지 전압은 이상적으로 거의 변하지 않는다. 이 선지가 '전압을 변화시킬 수 없는 방법'에 해당하므로 정답이다.

NoteBase

오답 포인트

농도 변화만 떠올리고 온도와 압력을 같은 범주로 처리하면 틀리기 쉽다. 이 문제의 함정은 '압력을 올리면 뭐든 변한다'는 막연한 직관이다. 전지 반응에 기체가 없으면 압력 효과는 거의 없고, 농도와 온도는 전압식에 직접 들어간다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전체 반응을 써서 Q에 어떤 종이 들어가는지 본다. 그다음 농도 변화는 Q 변화로, 온도 변화는 E°와 Nernst 식의 온도항 변화로 판단한다. 마지막으로 기체가 반응에 없으면 외부 압력 변화는 전압에 거의 영향을 주지 않는다고 정리한다.

암기 포인트

전지 전압은 농도와 온도에는 민감하고, 기체가 없는 전지는 압력 변화에는 거의 둔감하다.

NoteBase

문 3. <보기>의 분자 간 힘 중 순수한 액체 에탄올(C_2H_5OH)에 존재하는 것만을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 분산력
ㄴ. 수소 결합
ㄷ. 쌍극자-쌍극자 힘
ㄹ. 이온-쌍극자 힘

① ㄱ, ㄴ
② ㄴ, ㄷ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 순수한 에탄올 분자들 사이에 작용하는 분자 간 힘의 종류를 구별하는 문제이다.

핵심 개념

분산력은 모든 분자 사이에 존재하는 순간적인 전하 치우침에 의한 힘이다.
수소 결합은 H가 F, O, N에 결합한 분자 사이에서 강하게 나타나는 분자 간 인력이다.
쌍극자-쌍극자 힘은 극성 분자들 사이의 영구 쌍극자 인력이다.
이온-쌍극자 힘은 이온과 극성 분자 사이의 힘이므로 순수한 분자성 액체만 있을 때는 성립하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① X
ㄱ 분산력과 ㄴ 수소 결합은 에탄올에 존재한다.
틀린 부분은 ㄷ을 빠뜨린 점이다.
에탄올은 극성 분자이므로 쌍극자-쌍극자 힘도 함께 존재한다.

② X
ㄴ 수소 결합과 ㄷ 쌍극자-쌍극자 힘은 존재한다.
틀린 부분은 ㄱ을 빠뜨린 점이다.
분산력은 분자의 종류와 관계없이 모든 분자 사이에 존재하므로 에탄올에도 반드시 작용한다.

③ O
ㄱ, ㄴ, ㄷ은 모두 순수한 액체 에탄올에 존재한다.
에탄올은 분자성 물질이므로 분산력이 있고, O-H 결합 때문에 수소 결합이 가능하며, 극성 분자이므로 쌍극자-쌍극자 힘도 작용한다.

④ X
ㄱ과 ㄷ은 맞지만 틀린 부분은 ㄹ을 포함한 점이다.
이온-쌍극자 힘은 이온이 있어야 생기는데, 순수한 액체 에탄올에는 이온이 존재하지 않는다.
올바르게는 ㄹ을 제외한 ㄱ, ㄴ, ㄷ만 존재한다.

오답 포인트

수소 결합이 강한 힘이라는 이유로 분산력이나 쌍극자-쌍극자 힘이 없어지는 것으로 오해하기 쉽다. 분자 간 힘은 하나만 고르는 개념이 아니라, 조건을 만족하면 여러 종류가 동시에 작용한다는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 모든 분자에 공통인 분산력을 넣고, 분자가 극성이면 쌍극자-쌍극자 힘을 추가하며, H-F·H-O·H-N 구조가 있으면 수소 결합을 추가한다. 이온-쌍극자 힘은 이온이 실제로 있을 때만 인정한다.

암기 포인트

에탄올은 분산력 + 쌍극자-쌍극자 힘 + 수소 결합, 이온이 없으므로 이온-쌍극자 힘은 없다.

NoteBase

문 4. <보기>는 어떤 갈바니 전지를 선표기법으로 나타낸 것이다. 산성 용액에서 일어나는 이 전지의 산화-환원 반응의 균형 반응식에서 NO(g)의 계수는?

<보기>

$Sn(s) \mid Sn^{2+}(aq) \parallel HNO_3(aq) \mid NO(g) \mid Pt(s)$

① 2

② 3

③ 5

④ 6

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 갈바니 전지의 선표기법에서 산화와 환원을 읽어 산성 용액 반반응의 전자 수를 맞춘 뒤 전체 반응식의 NO 계수를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 전지: Sn(s)|Sn2+(aq) || HNO3(aq)|NO(g)|Pt(s)
왼쪽 전극: Sn이 산화되어 Sn^{2+}가 된다.
오른쪽 전극: 질산 이온이 산성 용액에서 NO로 환원된다.
구해야 할 값: 전체 산화-환원 반응식에서 $NO(g)$의 계수
주의할 점: Pt는 반응물이나 생성물이 아닌 불활성 전극이다.

사용할 공식

산화 반반응은 $Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$이다.
환원 반반응은 $NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$이다.
이 반응들을 전자 수의 최소공배수인 6으로 맞춘 뒤 더하면 전체 반응식을 얻을 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 산화 반반응은 $Sn \rightarrow Sn^{2+} + 2e^-$이다.
2. 환원 반반응은 $NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow NO + 2H_2O$이다.
3. 전자 수를 맞추기 위해 산화 반반응에 3을, 환원 반반응에 2를 곱한다.

$3Sn \rightarrow 3Sn^{2+} + 6e^-$

$2NO_3^- + 8H^+ + 6e^- \rightarrow 2NO + 4H_2O$

4. 두 반반응을 더하면 $3Sn + 2NO_3^- + 8H^+ \rightarrow 3Sn^{2+} + 2NO + 4H_2O$가 된다.

따라서 NO의 계수는 2이다.

선지 판단

① O: 전자 수의 최소공배수 6으로 반반응을 맞추면 환원 반응이 2번 반복되므로 NO의 계수는 2이다.

② X: 3은 틀렸고 올바른 계수는 2이다. 3은 Sn의 산화 반반응을 3배 한 계수를 NO에 잘못 옮긴 값이다.

③ X: 5는 틀렸고 올바른 계수는 2이다. 5는 산소와 수소, 전자 수를 동시에 맞춘 전체 반응식에서 나올 수 없는 값이다.

④ X: 6은 틀렸고 올바른 계수는 2이다. 6은 주고받는 전자 수를 그대로 NO의 계수로 착각한 값이다.

오답 포인트

이 문항은 $2e^-$를 내놓는 Sn과 $3e^-$를 받는 질산 이온을 보고 2, 3, 6 중 하나를 계수로 바로 찍기 쉬운 점이 함정이다. NO의 계수는 전자 수 자체가 아니라 환원 반응이 몇 번 반복되는지에서 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

선표기법 문제는 왼쪽을 산화, 오른쪽을 환원으로 읽은 뒤 산성 용액의 반반응을 세우고 전자 수 최소공배수를 맞춰 전체 반응을 합치면 된다.

암기 포인트

Sn은 $2e^-$를 내놓고 질산 이온은 $3e^-$를 받아 NO가 되므로 최소공배수 6에서 NO 계수는 2이다.

NoteBase

문 5. 생체중합체(biopolymer)와 그 중합체를 구성하는 단위체를 옳지 않게 짝지은 것은?

① 단백질(protein) - 아미노산(amino acid)

② 핵산(nucleic acid) - 뉴클레오타이드(nucleotide)

③ 녹말(starch) - 글루코스(glucose)

④ 셀룰로스(cellulose) - 프럭토스(fructose)

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 대표적인 생체중합체와 그 단위체의 대응 관계를 정확히 구분하는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

생체중합체는 생체 내에서 반복 단위가 연결되어 만들어진 큰 분자이다.
단백질은 아미노산이 연결된 중합체이고, 핵산은 뉴클레오타이드가 연결된 중합체이다.
녹말과 셀룰로스는 모두 포도당 단위가 반복된 다당류이지만, 결합 방식과 구조가 다르다.

선지별 해설

① O: 단백질은 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된 생체중합체이므로 짝이 옳다.
② O: 핵산은 뉴클레오타이드가 반복되어 형성되는 중합체이므로 짝이 옳다.
③ O: 녹말은 글루코스가 중합된 저장 다당류이므로 짝이 옳다.
④ X: 틀린 부분은 '셀룰로스 - 프럭토스'이다.
셀룰로스는 프럭토스가 아니라 글루코스가 반복되어 이루어진 구조 다당류이다.
올바르게는 '셀룰로스 - 글루코스'이다.

오답 포인트

녹말과 셀룰로스를 서로 다른 당으로 만드는 물질로 착각하면 ④를 놓치기 쉽다. 둘 다 글루코스를 단위체로 하지만, 녹말은 저장 다당류이고 셀룰로스는 구조 다당류라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

생체중합체 문제는 먼저 각 중합체의 반복 단위가 무엇인지부터 본다. 단백질은 아미노산, 핵산은 뉴클레오타이드, 다당류는 주로 단당류라는 축으로 정리하면 빠르게 판단할 수 있다.

암기 포인트

단백질-아미노산, 핵산-뉴클레오타이드, 녹말·셀룰로스-글루코스이다.

NoteBase

문 6. 반응물과 생성물이 모두 기체일 때 <보기>의 상태 조건 중 정반응이 자발적으로 일어나는 경우만을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. $Q < K$ (Q : 반응 지수, K : 평형 상수)
ㄴ. $\Delta G^\circ = 0$ (ΔG° : 표준 반응 자유 에너지)
ㄷ. $\Delta H > T\Delta S$ (ΔH : 반응 엔탈피, T : 온도, ΔS : 반응 엔트로피)

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 반응의 실제 자발성 판단 기준인 ΔG, Q, K의 관계와 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$를 연결할 수 있는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

반응 자유 에너지 ΔG는 주어진 실제 상태에서 정반응이 자발적인지를 결정하는 값이며, $\Delta G < 0$이면 정반응이 자발적이다.
표준 반응 자유 에너지 ΔG°는 표준 상태 기준 값이므로 실제 자발성은 Q까지 함께 봐야 한다.
기체 반응에서는 $\Delta G = \Delta G^\circ + RT\ln Q = RT\ln(Q/K)$이고, 또 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- ①은 ㄱ만 옳다고 본 선택지이다.
- ㄱ의 $Q < K$는 $Q/K < 1$이므로 $\ln(Q/K) < 0$, 따라서 $\Delta G = RT\ln(Q/K) < 0$가 되어 정반응이 자발적이다.
- ㄴ과 ㄷ은 자발 조건이 아니므로 ①이 정답이다.

② X
- ②는 ㄱ, ㄴ이 모두 옳다고 본 선택지이다.
- 틀린 부분은 ㄴ의 "$\Delta G^\circ = 0$"만으로 정반응이 자발적이라고 본 점이다.
- 실제로는 $\Delta G^\circ = 0$이면 $K = 1$일 뿐이고, 정반응 자발성은 $Q < 1$처럼 실제 반응 지수 조건이 추가로 필요하다.

③ X
- ③은 ㄴ, ㄷ이 옳다고 본 선택지이다.
- ㄴ은 위와 같이 실제 자발성을 단정할 수 없어서 틀리다.
- ㄷ의 $\Delta H > T\Delta S$는 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S > 0$를 뜻하므로 정반응이 자발적인 경우가 아니라 비자발적인 경우이다.
- 올바르게는 "정반응이 자발적이려면 $\Delta H < T\Delta S$여서 $\Delta G < 0$이어야 한다"이다.

④ X
- ④는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 본 선택지이다.
- ㄱ만 자발 조건이고, ㄴ은 표준 자유 에너지 값만 제시한 것이며 ㄷ은 오히려 $\Delta G > 0$ 조건이다.
- 올바르게는 "정반응이 자발적으로 일어나는 경우만 고르면 ㄱ만 해당한다"이다.

오답 포인트

ㄴ에서 ΔG°와 ΔG를 같은 뜻으로 혼동하면 쉽게 틀린다. 또 ㄷ에서 부등호 방향만 보고 넘어가면 $\Delta H - T\Delta S$ 계산 결과가 양수라는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

자발성 문제는 먼저 실제 자발성 기준이 $\Delta G < 0$인지 확인하고, 이어서 주어진 조건을 $\Delta G = RT\ln(Q/K)$ 또는 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$에 바로 대입해 부호를 판단하면 된다. ΔG°는 표준 상태 정보일 뿐 실제 자발성 자체가 아니라는 점을 분리해서 본다.

암기 포인트

$Q < K$이면 정반응 자발적, ΔG°는 표준값, $\Delta H > T\Delta S$이면 $\Delta G > 0$이다.

NoteBase

문 7. <보기>의 주기적 성질 중에서 플루오린(F)이 황(S)보다 큰 것만을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 원자 반지름
ㄴ. 전기음성도
ㄷ. 제1 이온화 에너지

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 플루오린과 황의 주기적 성질을 비교하여 원자 반지름, 전기음성도, 제1 이온화 에너지의 증감 방향을 구별할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

원자 반지름은 원자의 크기를 나타내며 주기에서 오른쪽으로 갈수록 작아지고 족에서 아래로 갈수록 커진다.
전기음성도는 결합 전자를 끌어당기는 힘이며 오른쪽, 위쪽 원소일수록 크고 플루오린이 가장 크다.
제1 이온화 에너지는 중성 원자에서 전자 1개를 떼는 데 필요한 에너지이며 일반적으로 오른쪽, 위쪽 원소일수록 크다.

선지별 해설

1번 X: ㄱ, ㄴ 조합이다. ㄴ은 플루오린의 전기음성도가 황보다 크므로 맞다. 그러나 ㄱ은 원자 반지름을 뜻하는데 플루오린은 2주기, 황은 3주기 원소라서 플루오린의 원자 반지름이 더 작다. 틀린 부분은 'ㄱ'을 포함한 점이고, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.
2번 X: ㄱ, ㄷ 조합이다. ㄷ은 플루오린의 제1 이온화 에너지가 황보다 크므로 맞다. 그러나 ㄱ은 거짓이므로 이 조합은 성립하지 않는다. 틀린 부분은 'ㄱ'을 포함하고 'ㄴ'을 빠뜨린 점이며, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'이다.
3번 O: ㄴ, ㄷ 조합이다. 전기음성도는 플루오린이 주기율표 전체에서 가장 크므로 황보다 크다. 제1 이온화 에너지도 플루오린이 더 작은 원자 반지름과 큰 유효 핵전하를 가져 황보다 크므로 맞는 조합이다.
4번 X: ㄱ, ㄴ, ㄷ 조합이다. ㄴ과 ㄷ은 맞지만 ㄱ은 틀리다. 원자 반지름은 황이 플루오린보다 더 크므로 세 항목이 모두 크다고 볼 수 없다. 틀린 부분은 'ㄱ'을 포함한 점이고, 올바르게는 'ㄴ, ㄷ'만 고른다.

NoteBase

오답 포인트

플루오린이 전기음성도와 이온화 에너지가 크다는 사실만 보고 원자 크기도 클 것처럼 같은 방향으로 묶으면 틀린다. 원자 반지름은 전기음성도, 이온화 에너지와 반대 방향으로 변하는 대표 성질이다.

다시 나오면 이렇게 판단

비교 원소의 위치를 먼저 확인한 뒤 크기 계열과 에너지 계열을 나누어 본다. 원자 반지름은 아래쪽과 왼쪽으로 갈수록 커지고, 전기음성도와 제1 이온화 에너지는 위쪽과 오른쪽으로 갈수록 커진다고 판단하면 된다.

암기 포인트

F는 작고 세다. 원자 반지름은 작고, 전기음성도와 제1 이온화 에너지는 크다.

NoteBase

문 8. <보기> 중 가장 안정적인 알켄(alkene) 화합물은?

<보기>
ㄱ. 2,3-dimethylbut-2-ene
ㄴ. 2,3-dimethylbut-1-ene
ㄷ. cis-but-2-ene
ㄹ. trans-but-2-ene

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄷ
④ ㄹ

정답 1번

출제 포인트

알켄의 안정도를 이중결합의 치환도와 cis/trans에 따른 입체 반발로 비교하는 문제이다.

핵심 개념

알켄은 이중결합 탄소에 직접 붙은 알킬기의 수가 많을수록 하이퍼콘쥬게이션과 전자 주개 효과가 커져 더 안정하다. 같은 치환도라면 입체 반발이 작은 trans가 cis보다 안정하다. 따라서 사중 치환 알켄인 2,3-dimethylbut-2-ene이 가장 안정하다.

NoteBase

선지별 해설

① O
- ㄱ 2,3-dimethylbut-2-ene은 이중결합 양쪽 탄소가 각각 두 개의 알킬기에 연결된 사중 치환 알켄이다.
- 네 보기 중 알킬 치환기가 가장 많아 가장 안정하다.

② X
- ㄴ 2,3-dimethylbut-1-ene은 말단 이중결합을 가진 이치환 알켄이므로 ㄱ보다 안정도가 낮다.
- 틀린 판단의 핵심은 "메틸기가 많아 보여서 가장 안정하다"는 부분이다.
- 올바르게는 이중결합 탄소에 직접 붙은 알킬 치환기의 수가 더 많은 2,3-dimethylbut-2-ene이 가장 안정하다.

③ X
- ㄷ cis-but-2-ene은 이치환 알켄이지만 두 메틸기가 같은 쪽에 있어 입체 반발이 생긴다.
- 틀린 판단의 핵심은 "cis-but-2-ene이 가장 안정하다"는 부분이다.
- 올바르게는 cis-but-2-ene보다 trans-but-2-ene이 더 안정하고, 둘 다 ㄱ보다는 덜 안정하다.

④ X
- ㄹ trans-but-2-ene은 cis-but-2-ene보다 안정하지만 여전히 이치환 알켄이다.
- 틀린 판단의 핵심은 "trans이면 가장 안정하다"는 부분이다.
- 올바르게는 trans 우위는 같은 치환도끼리 비교할 때만 적용되고, 전체적으로는 사중 치환 알켄인 ㄱ이 가장 안정하다.

오답 포인트

이 문항의 함정은 cis/trans 비교만 먼저 떠올리고 치환도 비교를 빼먹는 데 있다. 알켄 안정도는 먼저 사중 치환, 삼중 치환, 이중 치환처럼 치환도를 보고, 치환도가 같을 때만 trans와 cis를 비교한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 이중결합의 두 탄소에 직접 붙은 알킬기가 몇 개인지 세어 치환도를 비교한다. 치환도가 가장 큰 알켄을 우선 고르고, 치환도가 같을 때만 trans가 cis보다 안정하다고 판단한다.

암기 포인트

알켄 안정도는 치환도 우선이고, 같은 치환도에서는 trans > cis이다.

NoteBase

문 9. 팔면체 상자기성 전이금속 착화합물인 $FeCl_6^{3-}$의 중심 금속이온의 d-오비탈에 존재하는 홀전자(unpaired spin) 수[개]는?

① 0

② 1

③ 3

④ 5

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 착이온의 중심금속 산화수에서 d 전자 수를 구하고, 약한 장 리간드인 Cl^-가 만드는 팔면체 고스핀 배치를 적용할 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

산화수: $FeCl_6^{3-}$에서 Fe의 산화수는 +3이다.
d 전자 수: 중성 Fe는 $[Ar]3d^64s^2$이므로 Fe^{3+}는 $3d^5$이다.
스핀 상태: Cl^-는 약한 장 리간드이므로 팔면체장에서 저스핀보다 고스핀 배치를 만든다.
전자 배치: d^5 고스핀 팔면체는 $t_{2g}^3e_g^2$이므로 다섯 전자가 모두 홀전자이다.

선지별 해설

① X: 홀전자 0개는 전자가 모두 짝지어진 경우이다. 이 착이온의 중심금속은 Fe^{3+}이고 배치는 d^5 고스핀이므로 홀전자가 0개일 수 없다. 틀린 표현은 "0"이다. 올바르게는 "5"이다.
② X: 홀전자 1개는 d^1, d^9 또는 다른 특정 저스핀 배치에서 가능한 값이다. 이 문항의 Fe^{3+} 팔면체 Cl^- 착물은 고스핀 d^5이므로 홀전자 수가 1개가 아니다. 틀린 표현은 "1"이다. 올바르게는 "5"이다.
③ X: 홀전자 3개라는 값은 d^3이거나 강한 장 리간드에 의한 저스핀 d^5를 떠올릴 때 나올 수 있다. 그러나 Cl^-는 약한 장 리간드이므로 Fe^{3+}는 저스핀이 아니라 고스핀으로 배치된다. 틀린 표현은 "3"이다. 올바르게는 "5"이다.
④ O: $FeCl_6^{3-}$에서 Fe는 +3이므로 Fe^{3+}이고, 전자배치는 d^5이다. Cl^-는 약한 장 리간드라 팔면체장에서 $t_{2g}^3e_g^2$의 고스핀 배치를 이루므로 홀전자 수는 5개이다.

오답 포인트

산화수는 Fe^{3+}로 맞게 구하고도 Cl^-를 강한 장 리간드처럼 처리해 홀전자 수를 3개로 줄이는 경우가 많다. 또한 "상자기성"이라는 말만 보고 홀전자가 있다는 사실만 떠올리고 정확한 개수를 끝까지 계산하지 않으면 오답이 된다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

착이온의 홀전자 수 문제는 전체 전하로 중심금속의 산화수를 구하고, 그 이온의 d 전자 수를 정한 뒤, 리간드가 약한 장인지 강한 장인지로 고스핀·저스핀을 결정하면 된다.

암기 포인트

Fe^{3+}는 d^5, Cl^- 팔면체 착물은 고스핀, 따라서 홀전자 5개이다.

NoteBase

문 10. 5°C에서 약산 HA와 짝염기 NaA를 혼합하여 만든 완충 용액에서 $\frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{-1}$이고, HA의 산 이온화 상수 $K_a = 1.0 \times 10^{-4}$일 때, 이 완충 용액의 pH 값은?

① 3.0

② 4.0

③ 5.0

④ 6.0

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 완충 용액의 헨더슨-하셀바흐 식 $pH = pK_a + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$을 이용해 pH를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값:

- $K_a = 1.0 \times 10^{-4}$
- $\frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{-1}$

구해야 할 값:

- 완충 용액의 pH

주의할 조건:

- 5°C라는 조건은 이미 주어진 K_a 값에 반영되어 있으므로 추가 보정 없이 그대로 계산한다.

사용할 공식

$pH = pK_a + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$

이 식을 쓰는 이유는 약산과 그 짝염기가 함께 있는 완충 용액에서 산의 세기 K_a와 농도비 $\frac{[A^-]}{[HA]}$로 pH를 직접 구할 수 있기 때문이다.

계산 과정

1. $pK_a = -\log K_a = -\log(1.0 \times 10^{-4}) = 4.0$이다.
2. $\log\frac{[A^-]}{[HA]} = \log(10^{-1}) = -1$이다.
3. 따라서 $pH = 4.0 + (-1) = 3.0$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O

- 계산 결과가 $pH = 3.0$이므로 옳다.
- $\frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{-1}$이어서 pH가 pK_a보다 1만큼 작아진다.

② X

- 4.0은 pK_a 값만 적고 농도비 항 $\log \frac{[A^-]}{[HA]} = -1$을 빠뜨린 값이므로 틀리다.
- 틀린 값 4.0 → 올바르게는 $pH = 3.0$이다.

③ X

- 5.0은 농도비를 10^1로 거꾸로 읽어 +1을 더한 값에 해당하므로 틀리다.
- 틀린 값 5.0 → 올바르게는 $\frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{-1}$이므로 $pH = 3.0$이다.

④ X

- 6.0은 K_a 또는 로그항을 잘못 읽어 pH를 과도하게 크게 잡은 값이므로 틀리다.
- 틀린 값 6.0 → 올바르게는 완충식에 주어진 값을 대입하면 $pH = 3.0$이다.

오답 포인트

완충 용액 문제에서는 pK_a만 보고 끝내거나, $\frac{[A^-]}{[HA]}$가 10^{-1}이라는 점을 거꾸로 읽는 실수가 자주 나온다. 이 문항은 염기형 농도가 산형보다 작으므로 pH가 반드시 pK_a보다 작아져야 한다는 감각을 묻는 함정이 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

완충 용액 계산은 먼저 pK_a를 구하고, 다음에 $\frac{[A^-]}{[HA]}$가 1보다 큰지 작은지를 본다. 비가 1보다 작으면 pH는 pK_a보다 작고, 비가 10^{-1}이면 정확히 1만큼 작아진다.

암기 포인트

완충 용액은 $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$이며, $\frac{[A^-]}{[HA]} = 10^{-1}$이면 pH는 $pK_a - 1$이다.

NoteBase

문 11. <보기> 중 에너지가 가장 낮은 영역대에 해당하는 것은?

<보기>
ㄱ. X선
ㄴ. 마이크로파
ㄷ. 가시광선
ㄹ. 자외선

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄷ
④ ㄹ

정답 2번

출제 포인트

전자기파의 에너지가 진동수에 비례하고 파장에 반비례한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

전자기파의 에너지는 진동수가 클수록 크고 파장이 길수록 작다.
마이크로파는 가시광선, 자외선, X선보다 파장이 길어 에너지가 더 낮다.

NoteBase

선지별 해설

① X

①은 ㄱ, 즉 X선이다. X선은 파장이 매우 짧고 진동수가 커서 에너지가 높다. 가장 낮은 영역대라는 판단이 틀리다. 올바르게는 X선은 제시된 보기 중 에너지가 가장 높은 쪽에 속한다.

② O

②는 ㄴ, 즉 마이크로파이다. 마이크로파는 제시된 보기 중 파장이 가장 길고 진동수가 가장 낮아 에너지가 가장 작다. 따라서 에너지가 가장 낮은 영역대에 해당한다.

③ X

③은 ㄷ, 즉 가시광선이다. 가시광선은 마이크로파보다 진동수가 크므로 에너지도 더 크다. 가장 낮은 영역대라는 판단이 틀리다. 올바르게는 가시광선은 마이크로파보다 높은 에너지 영역이다.

④ X

④는 ㄹ, 즉 자외선이다. 자외선은 가시광선보다 짧은 파장과 큰 진동수를 가지므로 에너지가 더 크다. 가장 낮은 영역대라는 판단이 틀리다. 올바르게는 자외선은 가시광선보다 높은 에너지 영역이다.

오답 포인트

가시광선, 자외선, X선을 모두 익숙한 빛의 종류로만 묶어 두면 에너지 크기 순서를 놓치기 쉽다. 이 문항은 '에너지 최소'를 묻는데 X선과 자외선을 강한 복사선으로 떠올리지 못하면 ③이나 ④로 흔들리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자기파 문제는 파장과 진동수의 방향부터 정리하면 된다. 파장이 길수록 진동수와 에너지가 낮고, 파장이 짧을수록 진동수와 에너지가 높다. 보기 중 가장 긴 파장 영역을 고르면 에너지가 가장 낮다.

암기 포인트

전자기파는 라디오파·마이크로파 쪽이 저에너지이고, 자외선·X선 쪽으로 갈수록 고에너지이다.

NoteBase

문 12. <보기>의 표준 반응 엔탈피 자료를 이용하여 구한 $HBr(g)$의 표준 생성 엔탈피[kJ/mol]는?

<보기>

$H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)\ \Delta H^\circ = -103\text{kJ/mol}$

$Br_2(l) \rightarrow Br_2(g)\ \Delta H^\circ = 31\text{kJ/mol}$

① -36

② -72

③ -103

④ -134

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 헤스의 법칙을 이용하여 반응 엔탈피 자료를 표준 생성 엔탈피로 바꾸는 문제이다.

조건 정리

주어진 값은 $H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)$의 표준 반응 엔탈피 -103kJ/mol과 $Br_2(l) \rightarrow Br_2(g)$의 엔탈피 31kJ/mol이다.
구해야 할 값은 $HBr(g)$의 표준 생성 엔탈피이다.
표준 생성 엔탈피는 표준 상태 원소로부터 생성물 1 mol이 만들어질 때의 엔탈피이므로 브롬의 표준 상태를 $Br_2(l)$로 두고 마지막에 2로 나누어야 한다.

사용할 공식

표준 생성 반응은 $H_2(g) + Br_2(l) \rightarrow 2HBr(g)$로 먼저 맞춘 뒤, 그 반응 엔탈피를 2로 나누어 $HBr(g)$ 1 mol 기준으로 바꾼다.
헤스의 법칙에 따라
$\Delta H^\circ(H_2(g) + Br_2(l) \rightarrow 2HBr(g)) = 31 + (-103) = -72\text{kJ/mol}$
이 된다.
이 공식을 쓰는 이유는 주어진 자료가 직접적인 생성 엔탈피가 아니라 기체 브롬을 포함한 반응 엔탈피이기 때문이다.

계산 과정

1. 브롬의 표준 상태를 맞추기 위해 $Br_2(l) \rightarrow Br_2(g)$의 엔탈피 31kJ/mol를 더한다.
2. 따라서 $H_2(g) + Br_2(l) \rightarrow 2HBr(g)$의 엔탈피는 -72kJ/mol이다.
3. 이것은 $HBr(g)$ 2 mol 생성 기준이므로 1 mol 기준 표준 생성 엔탈피는 $-72/2 = -36\text{kJ/mol}$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O
계산 결과가 −36kJ/mol이므로 옳은 값이다.

② X
−72kJ/mol은 $H_2(g) + Br_2(l) \rightarrow 2HBr(g)$ 전체 반응의 엔탈피이다. 틀린 값 −72는 2 mol 생성값을 그대로 쓴 것이고, 올바르게는 1 mol 기준으로 나누어 −36kJ/mol이다.

③ X
−103kJ/mol은 브롬을 $Br_2(g)$로 둔 반응 엔탈피일 뿐 표준 생성 엔탈피가 아니다. 틀린 값 −103은 브롬의 표준 상태가 액체라는 점과 2 mol 생성이라는 점을 반영하지 않은 것이고, 올바르게는 −36kJ/mol이다.

④ X
−134kJ/mol은 31kJ/mol의 부호를 반대로 처리하여 −103 − 31로 계산한 오답이다. 틀린 값 −134는 기화 엔탈피를 잘못 더한 것이고, 올바르게는 먼저 −72kJ/mol을 만든 뒤 2로 나누어 −36kJ/mol이다.

오답 포인트

브롬의 표준 상태가 $Br_2(g)$가 아니라 $Br_2(l)$라는 점을 놓치기 쉽다. 또한 주어진 반응이 2HBr 생성 반응이라는 점을 놓치면 −72를 그대로 답으로 고르기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

표준 생성 엔탈피 문제는 먼저 표준 상태 원소에서 출발하는 생성 반응식을 쓴 뒤, 상(phase)을 맞추고, 생성물 계수가 1이 아니면 마지막에 반드시 계수로 나누어 판단한다.

암기 포인트

표준 생성 엔탈피는 표준 상태 원소에서 물질 1 mol 생성 기준이며, 상이 다르면 먼저 표준 상태로 맞춘다.

NoteBase

문 13. 이원자로 구성된 분자나 이온의 결합 길이를 비교한 것으로 가장 옳은 것은?

① $O_2^+ > O_2$

② $F_2^+ > F_2$

③ $B_2 > B_2^-$

④ $N_2 > N_2^-$

정답 3번

출제 포인트

분자 오비탈에서 전자를 넣거나 뺄 때 결합차수가 어떻게 바뀌는지와, 결합차수가 클수록 결합 길이가 짧아진다는 관계를 묻는 문제이다.

핵심 개념

결합 길이는 결합차수와 반비례한다.
같은 원자쌍에서는 결합차수가 클수록 결합이 더 강하고 더 짧다.
양이온은 가장 높은 점유 오비탈의 전자를 잃는데, 그 오비탈이 반결합성이면 결합차수가 증가한다.
음이온은 추가 전자가 반결합 오비탈에 들어가면 결합차수가 감소한다.

선지별 해설

① X: O_2에서 전자 1개를 반결합성 π^* 오비탈에서 제거해 O_2^+가 되면 결합차수가 2에서 2.5로 커진다. 따라서 O_2^+의 결합 길이가 더 짧다. 틀린 표현은 "$O_2^+ > O_2$"이고, 올바르게는 "$O_2^+ < O_2$"이다.
② X: F_2에서 전자 1개를 반결합 오비탈에서 제거한 F_2^+는 결합차수가 1에서 1.5로 증가한다. 따라서 F_2^+의 결합 길이가 더 짧다. 틀린 표현은 "$F_2^+ > F_2$"이고, 올바르게는 "$F_2^+ < F_2$"이다.
③ O: B_2^-는 B_2보다 전자 1개가 더 있어 결합성 π_{2p} 오비탈에 전자가 추가된다. 결합차수가 1에서 1.5로 커지므로 B_2^-의 결합 길이가 더 짧다. 따라서 "$B_2 > B_2^-$"는 옳다.
④ X: N_2에 전자 1개가 더 들어가 N_2^-가 되면 그 전자는 반결합성 π^* 오비탈에 들어가 결합차수가 3에서 2.5로 감소한다. 따라서 N_2의 결합 길이가 더 짧다. 틀린 표현은 "$N_2 > N_2^-$"이고, 올바르게는 "$N_2 < N_2^-$"이다.

오답 포인트

이온이 되면 결합이 무조건 길어지거나 짧아진다고 단순화하면 틀리기 쉽다. 실제 판단 기준은 전자가 드나드는 자리가 결합성인지 반결합성인지이며, ①과 ②는 양이온이 되어도 오히려 짧아지고 ④는 음이온이 되어 길어진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

같은 이원자 종의 결합 길이를 비교할 때는 먼저 전자가 추가되거나 제거되는 분자 오비탈의 성격을 본다. 그 결과 결합차수가 커지면 결합 길이는 짧아지고, 결합차수가 작아지면 결합 길이는 길어진다.

암기 포인트

반결합 전자 감소는 결합차수 증가로 이어지고, 반결합 전자 증가는 결합차수 감소로 이어진다.

NoteBase

문 14. <보기> 중 반응 평형 상수의 값에 변화를 줄 수 있는 인자를 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 반응물과 생성물의 농도 변화
ㄴ. 압력과 부피 변화
ㄷ. 온도 변화
ㄹ. 촉매의 첨가

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 평형상수와 평형 위치를 구분하여, 어떤 변화가 평형상수 K 자체를 바꾸는지 묻는 문제이다.

핵심 개념

평형상수는 일정한 온도에서만 일정하게 정의되는 값이다.
농도, 압력, 부피를 바꾸면 평형의 위치와 각 성분의 평형 농도는 달라질 수 있지만 K 값 자체는 바뀌지 않는다.
촉매는 정반응과 역반응의 속도를 함께 높여 평형에 빨리 도달하게 할 뿐, 평형상수를 바꾸지 않는다.

선지별 해설

① X: ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ의 '반응물과 생성물의 농도 변화'는 평형을 이동시킬 수는 있어도 새로운 평형에서 다시 같은 온도의 K를 만족하므로 평형상수 값은 바뀌지 않는다. 틀린 표현은 '평형상수의 값에 변화를 줄 수 있다'는 판단이며, 올바르게는 '평형 조성은 바꿀 수 있으나 평형상수는 바꾸지 못한다'이다.
② O: ㄷ만 고른 선택지이다. 온도가 변하면 반응의 열역학적 평형 관계가 달라지므로 평형상수 K 값 자체가 변할 수 있다.
③ X: ㄱ, ㄴ을 고른 선택지이다. ㄱ의 농도 변화와 ㄴ의 압력·부피 변화는 모두 평형 위치를 바꾸는 요인이지 평형상수 자체를 바꾸는 요인이 아니다. 올바르게는 'ㄱ, ㄴ은 제외하고 ㄷ만 해당한다'이다.
④ X: ㄴ, ㄷ, ㄹ을 고른 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄴ의 압력·부피 변화와 ㄹ의 촉매 첨가는 평형상수를 바꾸지 않는다. 틀린 부분은 ㄴ과 ㄹ을 포함한 점이며, 올바르게는 'ㄷ만 포함한다'이다.

NoteBase

오답 포인트

평형이 이동한다는 사실과 평형상수 값이 바뀐다는 사실을 같은 것으로 처리하면 틀린다. 특히 압력 변화나 농도 변화는 눈에 보이는 조성을 바꾸므로 K까지 변한다고 착각하기 쉽고, 촉매도 반응 속도를 바꾸므로 평형상수까지 바꾼다고 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 문제에서 먼저 '이 변화가 온도 변화인가'를 확인한다. 온도 변화이면 K가 변할 수 있고,
농도·압력·부피·촉매 변화이면 평형 위치나 도달 속도만 달라질 뿐 K는 그대로라고 판단한다.

암기 포인트

평형상수는 온도만 바꾸고, 농도·압력·부피·촉매는 평형상수를 바꾸지 않는다.

NoteBase

문 15. <보기>의 할로젠화 알킬 중 끓는점이 가장 낮은 화학종은?

<보기>

ㄱ. $CH_3CH_2CH_2-Cl$ ㄴ. $(CH_3)_2CH-Cl$

ㄷ. $CH_3CH_2CH_2-Br$ ㄹ. $(CH_3)_2CH-Br$

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄹ

정답 2번

출제 포인트

할로젠화 알킬의 끓는점을 분지 정도와 할로젠 원자의 종류로 비교하는 문제이다.

핵심 개념

같은 탄소수의 할로젠화 알킬에서는 분지될수록 분자 사이 접촉면적이 줄어 끓는점이 낮아진다.
같은 탄소 골격에서는 브로민이 염소보다 무겁고 분극률이 커서 분자간 인력이 더 커지므로 끓는점이 높아진다.
따라서 보기의 끓는점 순서는 대체로
$(CH_3)_2CH-Cl < CH_3CH_2CH_2-Cl < (CH_3)_2CH-Br < CH_3CH_2CH_2-Br$이다.

선지별 해설

① X: ㄱ은 1-클로로프로판이다. 같은 염화프로필류에서는 직쇄형인 ㄱ이 분지형인 ㄴ보다 표면적이 커서 끓는점이 더 높다. 틀린 표현은 "가장 낮다"이며, 올바르게는 "ㄱ보다 ㄴ의 끓는점이 더 낮다"이다.
② O: ㄴ은 2-클로로프로판이다. 네 물질 중 같은 염화프로필류 안에서 가장 분지되어 있고, 브로모화합물보다도 분자량이 작아 분자간 인력이 가장 약하므로 끓는점이 가장 낮다.
③ X: ㄷ은 1-브로모프로판이다. 브로민은 염소보다 무겁고 분극률이 커서 같은 탄소 골격의 염화물보다 끓는점이 높다. 틀린 표현은 "가장 낮다"이며, 올바르게는 "ㄷ보다 ㄴ의 끓는점이 더 낮다"이다.
④ X: ㄹ은 2-브로모프로판이다. 분지형이라 ㄷ보다는 끓는점이 낮지만 브로민을 가지므로 ㄴ보다 끓는점이 높다. 틀린 표현은 "가장 낮다"이며, 올바르게는 "브로모화합물인 ㄹ보다 클로로화합물인 ㄴ의 끓는점이 더 낮다"이다.

오답 포인트

분지형이면 무조건 가장 낮다고 생각해 ④를 고르기 쉽다. 그러나 이 문제는 분지 효과와 함께 할로젠 종류까지 같이 봐야 하므로, 브로민이 붙은 화합물은 분지되어도 대응하는 염소 화합물보다 끓는점이 높아질 수 있다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

같은 탄소수의 할로젠화 알킬이 나오면 먼저 할로젠의 무게와 분극률을 비교해 Br 쪽이 더 높은 끓는점을 가진다고 본다. 그다음 같은 할로젠끼리는 직쇄형보다 분지형의 끓는점이 더 낮다고 판단하면 최저 끓는점을 고를 수 있다.

암기 포인트

끓는점은 같은 골격이면 Br > Cl, 같은 할로젠이면 직쇄 > 분지이다.

NoteBase

문 16. 순수한 액체의 증기압에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 증발열 (Δ H_증발)이 클수록 증기압은 작다.

② 온도가 높을수록 증기압은 크다.

③ 분자 간 인력이 클수록 증기압은 크다.

④ 액체의 끓는점은 액체의 증기압이 외부기압과 같아지는 온도이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 순수한 액체의 증기압이 온도, 분자 간 인력, 증발열과 어떤 관계를 가지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

증기압은 일정한 온도에서 액체와 평형을 이루는 기체가 나타내는 압력이다.
온도가 높아지면 더 많은 분자가 기화하므로 증기압은 커진다.
분자 간 인력이 크거나 증발열이 크면 액체 분자가 기체로 나가기 어려워지므로 같은 온도에서 증기압은 작아진다.
끓는점은 액체의 증기압이 외부기압과 같아지는 온도이다.

선지별 해설

① O
증발열이 크다는 것은 액체 분자를 기체로 보내는 데 더 많은 에너지가 필요하다는 뜻이므로 같은 온도에서 증기압은 작다.

② O
온도가 높아질수록 분자 운동이 활발해져 기화하는 분자가 많아지므로 증기압은 커진다.

③ X
틀린 부분은 "분자 간 인력이 클수록 증기압은 크다"이다.
실제로는 분자 간 인력이 클수록 액체 분자가 빠져나가기 어려워서 증기압은 작아진다.

④ O
액체의 끓는점은 그 액체의 증기압이 외부기압과 같아지는 온도이므로 옳은 설명이다.

NoteBase

오답 포인트

③은 분자 간 인력과 증기압의 관계를 반대로 제시한 함정이다. ①의 증발열과 ③의 분자 간 인력은 모두 분자가 기화하기 어려운 정도와 연결되므로, 둘 다 커질수록 증기압이 작아진다는 점을 함께 묶어야 헷갈리지 않는다.

다시 나오면 이렇게 판단

증기압은 액체가 얼마나 쉽게 기화하는지를 나타내는 값으로 판단하면 된다. 온도가 올라가면 증기압은 커지고, 분자 간 인력이나 증발열이 커지면 증기압은 작아지며, 끓는점은 증기압과 외부기압이 같아지는 지점이다.

암기 포인트

온도↑ → 증기압↑, 인력↑·증발열↑ → 증기압↓, 끓는점은 증기압 = 외부기압이다.

NoteBase

문 17. 임의의 원소 X와 Y에 대하여 같은 온도에서 부피가 같은 두 강철 용기 (가)와 (나)에, (가)에는 $XY(g)$ 12g을, (나)에는 $XY_2(g)$ 8g을 넣었을 때 용기 내부 압력은 (가)가 (나)의 2배였다. X와 Y의 원자량비로 가장 옳은 것은? (단, $XY(g)$와 $XY_2(g)$는 반응하지 않고, 이상기체라 가정한다.)

① 1 : 1

② 2 : 1

③ 3 : 1

④ 4 : 1

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 같은 온도와 같은 부피에서 압력이 몰수에 비례한다는 이상기체 관계를 이용해 X와 Y의 원자량비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: (가)에는 $XY(g)$ 12 g, (나)에는 $XY_2(g)$ 8 g이 들어 있다.
구해야 할 값: X와 Y의 원자량비 $M_X : M_Y$이다.
주의할 조건: 같은 온도와 같은 부피이므로 압력비는 몰수비와 같고, 두 기체는 반응하지 않는 이상기체이다.

사용할 공식

$P \propto n, \quad n = \frac{m}{M}$
(P_(가))/(P_(나))=(n_XY)/(n_XY_2)=(12/(M_X+M_Y))/(8/(M_X+2M_Y))
이 공식을 쓰는 이유는 같은 온도와 같은 부피에서는 이상기체의 압력이 몰수에만 비례하기 때문이다.

계산 과정

1. 조건에 따라 P_(가)=2P_(나) 이므로 $n_{XY} = 2n_{XY_2}$ 이다.
2. 이를 질량과 분자량으로 바꾸면 $\frac{12}{M_X + M_Y} = 2 \times \frac{8}{M_X + 2M_Y}$ 이다.
3. 정리하면 $\frac{12}{M_X + M_Y} = \frac{16}{M_X + 2M_Y}$ 이고, $12(M_X + 2M_Y) = 16(M_X + M_Y)$ 이다.
4. 전개하면 $12M_X + 24M_Y = 16M_X + 16M_Y$ 이므로 $8M_Y = 4M_X$ 이다.
5. 따라서 $M_X = 2M_Y$ 이고 원자량비는 $M_X : M_Y = 2 : 1$ 이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: $M_X : M_Y = 1 : 1$이면 압력비는 $\frac{12/(2k)}{8/(3k)} = \frac{9}{4}$가 되어 2가 아니다. 틀린 표현은 원자량비를 1:1로 본 점이며, 올바르게는 $2 : 1$이다.
② O: $M_X : M_Y = 2 : 1$이면 압력비는 $\frac{12/(3k)}{8/(4k)} = 2$가 되어 문제 조건과 정확히 일치한다.
③ X: $M_X : M_Y = 3 : 1$이면 압력비는 $\frac{12/(4k)}{8/(5k)} = \frac{15}{8}$로 2보다 작다. 틀린 표현은 원자량비를 3:1로 잡은 점이며, 올바르게는 $2 : 1$이다.
④ X: $M_X : M_Y = 4 : 1$이면 압력비는 $\frac{12/(5k)}{8/(6k)} = \frac{9}{5}$로 2가 아니다. 틀린 표현은 원자량비를 4:1로 본 점이며, 올바르게는 $2 : 1$이다.

오답 포인트

압력이 2배라는 조건을 질량이 2배라는 뜻으로 착각하기 쉽다. 이 문항은 질량이 아니라 몰수비를 먼저 세우고, 분자량을 $M_X + M_Y$, $M_X + 2M_Y$로 정확히 두는지가 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 온도와 같은 부피의 기체 비교 문제는 먼저 $P \propto n$를 적용해 압력비를 몰수비로 바꾸고, 그다음 $n = \frac{m}{M}$를 대입해 미지의 원자량비를 정리하면 된다.

암기 포인트

같은 T, V에서는 압력비=몰수비이고, 화합물의 몰수는 질량을 분자량으로 나눈 값이다.

NoteBase

문 18. 수산화마그네슘[$Mg(OH)_2$]과 HBr 수용액 간의 중화 반응에 대한 알짜 이온 반응식은?

① $Mg(OH)_2(s) + 2H^+(aq) + 2Br^-(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Br^-(aq) + 2H_2O(l)$

② $2OH^-(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow 2H_2O(l)$

③ $Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) + 2H^+(aq) + 2Br^-(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Br^-(aq) + 2H_2O(l)$

④ $Mg(OH)_2(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 완전 이온 반응식과 알짜 이온 반응식을 구분하고, 난용성 염기인 수산화마그네슘을 알짜 이온 반응식에서 고체로 남겨 두는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

알짜 이온 반응식은 반응 전후에 변하지 않는 구경꾼 이온을 지우고 실제로 변화하는 종만 남긴 식이다.
완전 이온 반응식은 수용액에서 완전히 해리되는 강전해질을 이온으로 풀어 쓴 식이다.
수산화마그네슘은 난용성이므로 알짜 이온 반응식에서는 $Mg(OH)_2(s)$처럼 고체 상태로 써야 한다.

NoteBase

선지별 해설

① X
완전 이온 반응식으로는 맞지만 알짜 이온 반응식은 아니다. $Br^-(aq)$는 반응 전후에 그대로 남는 구경꾼 이온이므로 지워야 한다. 틀린 표현은 반응식에 $2Br^-(aq)$를 남긴 부분이다. 올바르게는 $Mg(OH)_2(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$이다.

② X
산과 염기의 중화 형태만 떼어 낸 식이지만 이 문항의 반응물 상태를 반영하지 못한다. 수산화마그네슘은 물에 잘 녹지 않으므로 처음부터 $2OH^-(aq)$로 풀어 쓰지 않는다. 틀린 표현은 $2OH^-(aq)$를 독립한 반응물로 둔 부분이다. 올바르게는 $Mg(OH)_2(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$이다.

③ X
수산화마그네슘을 $Mg^{2+}(aq)$와 $2OH^-(aq)$로 모두 해리시킨 데다 구경꾼 이온인 $Br^-(aq)$도 남겨 두어 알짜 이온 반응식이 아니다. 틀린 표현은 왼쪽의 $Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$와 식 전체에 남아 있는 $2Br^-(aq)$이다. 올바르게는 $Mg(OH)_2(s) + 2H^+(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2H_2O(l)$이다.

④ O
구경꾼 이온인 $Br^-(aq)$를 제거했고, 난용성인 수산화마그네슘을 고체 $Mg(OH)_2(s)$로 남겨 두었다. 따라서 실제로 변화하는 종만 남긴 알짜 이온 반응식이 맞다.

오답 포인트

강산은 이온으로 풀어 쓰지만 난용성 염기도 무조건 이온으로 풀어 쓴다고 생각하면 ②나 ③으로 흐르기 쉽다. 또한 ①처럼 분자식에서 이온식으로 바꾼 뒤 구경꾼 이온을 끝까지 지우지 않으면 완전 이온 반응식과 알짜 이온 반응식을 혼동하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 분자 반응식을 세운 뒤 강전해질만 이온으로 풀어 쓴다. 그다음 반응 전후에 같은 형태로 남는 이온을 지우고, 난용성 고체나 침전은 해리하지 않은 상태로 남겨 두면 알짜 이온 반응식을 판단할 수 있다.

암기 포인트

알짜 이온 반응식은 구경꾼 이온 삭제, 난용성 물질은 고체 유지가 핵심이다.

NoteBase

문 19. 미지의 화학종 A, B, C, D에 대해 <보기>의 3단계 기초 반응으로 구성되는 전체 반응식 $2A + B \rightarrow C$의 반응속도식으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$A + B \rightarrow C + D$ (slow)

$A + C \rightarrow D$ (fast)

$2D \rightarrow C$ (fast)

① $k_1[A][B]$

② $k_2[A][C]$

③ $k_3[D]^2$

④ $k_1k_2k_3[A]^2[B]$

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 반응 메커니즘에서 속도결정단계가 주어졌을 때 전체 반응속도식을 어떻게 정하는지를 묻는 문제이다.

조건 정리

주어진 메커니즘은 1단계 $A + B \rightarrow C + D$가 slow, 2단계 $A + C \rightarrow D$가 fast, 3단계 $2D \rightarrow C$가 fast이다.
구해야 할 값은 전체 반응식 $2A + B \rightarrow C$의 반응속도식이다.
주의할 조건은 전체 반응식의 계수만 보고 지수를 정하면 안 되고, 속도결정단계의 기초반응 속도식을 써야 한다는 점이다.

사용할 공식

속도결정단계가 있는 메커니즘에서는 전체 반응속도가 가장 느린 기초반응의 속도에 의해 지배된다. 따라서 1단계가 속도결정단계이면 $v = k_1[A][B]$이다.
이 공식을 쓰는 이유는 1단계가 slow로 명시되어 있어 전체 반응의 진행속도를 사실상 제한하기 때문이다.

계산 과정

1. 1단계 $A + B \rightarrow C + D$가 느린 단계이므로 속도결정단계이다.
2. 기초반응의 속도식은 그 단계의 반응물 농도에 각각 1차로 비례하므로 1단계 속도는 $v = k_1[A][B]$이다.
3. 뒤의 2단계와 3단계는 fast이므로 전체 속도식을 결정하지 않는다. 따라서 정답은 $k_1[A][B]$이다.

NoteBase

선지별 해설

① O: 느린 1단계 $A + B \rightarrow C + D$의 기초반응 속도식이 그대로 전체 반응속도식이 되므로 $k_1[A][B]$가 맞다.
② X: $k_2[A][C]$는 빠른 2단계만 따로 본 속도식이다. 전체 반응속도는 fast 단계가 아니라 slow 단계가 지배하므로 틀린 표현이고, 올바르게는 $k_1[A][B]$이다.
③ X: $k_3[D]^2$는 빠른 3단계만 따로 본 속도식이다. D는 메커니즘 중간에 생겼다가 소모되는 중간체이므로 전체 속도식을 이렇게 쓰지 않는다. 올바르게는 $k_1[A][B]$이다.
④ X: $k_1k_2k_3[A]^2[B]$처럼 모든 속도상수를 곱하고 전체 반응식의 계수를 지수로 옮기는 방식은 메커니즘 속도식 작성법이 아니다. 전체 반응식 $2A + B \rightarrow C$는 여러 기초반응의 합이므로 계수만으로 속도지수를 정할 수 없고, 올바르게는 $k_1[A][B]$이다.

오답 포인트

전체 반응식의 계수 $2A + B \rightarrow C$를 보고 곧바로 $v \propto [A]^2[B]$로 쓰는 실수가 대표적 함정이다. 속도식은 전체 반응식이 아니라 속도결정단계의 기초반응에서 정한다는 점을 놓치면 ④ 같은 선지에 끌리기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

메커니즘 문제가 나오면 먼저 slow 표시가 있는 단계가 무엇인지 확인하고, 그 단계가 기초반응이면 그 반응물만으로 속도식을 쓴다. 전체 반응식의 계수와 중간체 농도는 바로 속도지수로 옮기지 않는다.

암기 포인트

속도결정단계가 보이면 전체 속도식은 그 느린 기초반응식으로 정해진다.

NoteBase

문 20. 가장 타당한 루이스 구조와 원자가 껍질 전자쌍 반발(VSEPR) 이론을 근거로, PF_3와 PF_5에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① PF_3와 PF_5의 P원자는 8개의 전자를 가진다.

② P의 형식 전하는 PF_3와 PF_5가 같다.

③ P의 비공유 전자쌍 수는 PF_3와 PF_5가 같다.

④ PF_3와 PF_5 모두 극성이다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 PF3와 PF5의 루이스 구조를 바탕으로 중심 원자의 형식 전하, 비공유 전자쌍 수, 전자 수, 분자 극성을 비교하는 문제이다.

핵심 개념

PF3는 중심 P에 결합 3개와 비공유 전자쌍 1개가 있는 AX3E형 분자로, 전자영역 배열은 정사면체이고 분자 모양은 삼각뿔형이다.
PF5는 중심 P에 결합 5개와 비공유 전자쌍 0개가 있는 AX5형 분자로, 전자영역 배열과 분자 모양이 모두 삼각쌍뿔형이다.
형식 전하는 원자가 전자 수에서 비공유 전자와 결합 전자의 절반을 뺀 값으로 계산하며, 중심 P는 PF3와 PF5에서 모두 0이다.

선지별 해설

① X. 틀린 부분은 "PF3와 PF5의 P원자는 8개의 전자를 가진다"이다. PF3의 P 주위에는 결합 전자 6개와 비공유 전자 2개가 있어 8전자이지만, PF5의 P 주위에는 결합 전자 10개가 있어 10전자이다. 올바르게는 PF3만 옥텟을 만족하고 PF5의 P는 확장 옥텟을 이룬다.
② O. PF3에서 중심 P의 형식 전하는 $5 - (2 + 3) = 0$이고, PF5에서 중심 P의 형식 전하는 $5 - 5 = 0$이다. 따라서 중심 P의 형식 전하는 두 분자에서 같다.
③ X. 틀린 부분은 "P의 비공유 전자쌍 수는 PF3와 PF5가 같다"이다. PF3의 P는 비공유 전자쌍 1개를 가지지만 PF5의 P는 비공유 전자쌍이 없다. 올바르게는 비공유 전자쌍 수는 PF3가 1개, PF5가 0개이다.
④ X. 틀린 부분은 "PF3와 PF5 모두 극성이다"이다. PF3는 삼각뿔형이라 결합 쌍극자가 상쇄되지 않아 극성이지만, PF5는 대칭적인 삼각쌍뿔형이라 전체 쌍극자 모멘트가 상쇄되어 무극성이다. 올바르게는 PF3만 극성이고 PF5는 무극성이다.

NoteBase

오답 포인트

옥텟 여부, 형식 전하, 비공유 전자쌍 수, 극성은 서로 다른 판단 기준인데 이를 한꺼번에 같은 개념으로 섞으면 오답이 된다. 특히 PF5의 확장 옥텟과 형식 전하 0을 함께 떠올리지 못하면 ①과 ②를 혼동하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

중심 원자의 결합 수와 비공유 전자쌍 수를 먼저 세어 VSEPR 모양을 정한 뒤, 형식 전하는 따로 계산하고, 마지막에 분자 대칭성을 보고 극성을 판단하면 된다.

암기 포인트

PF3는 AX3E 삼각뿔형 극성, PF5는 AX5 삼각쌍뿔형 무극성이며 중심 P의 형식 전하는 둘 다 0이다.

NoteBase