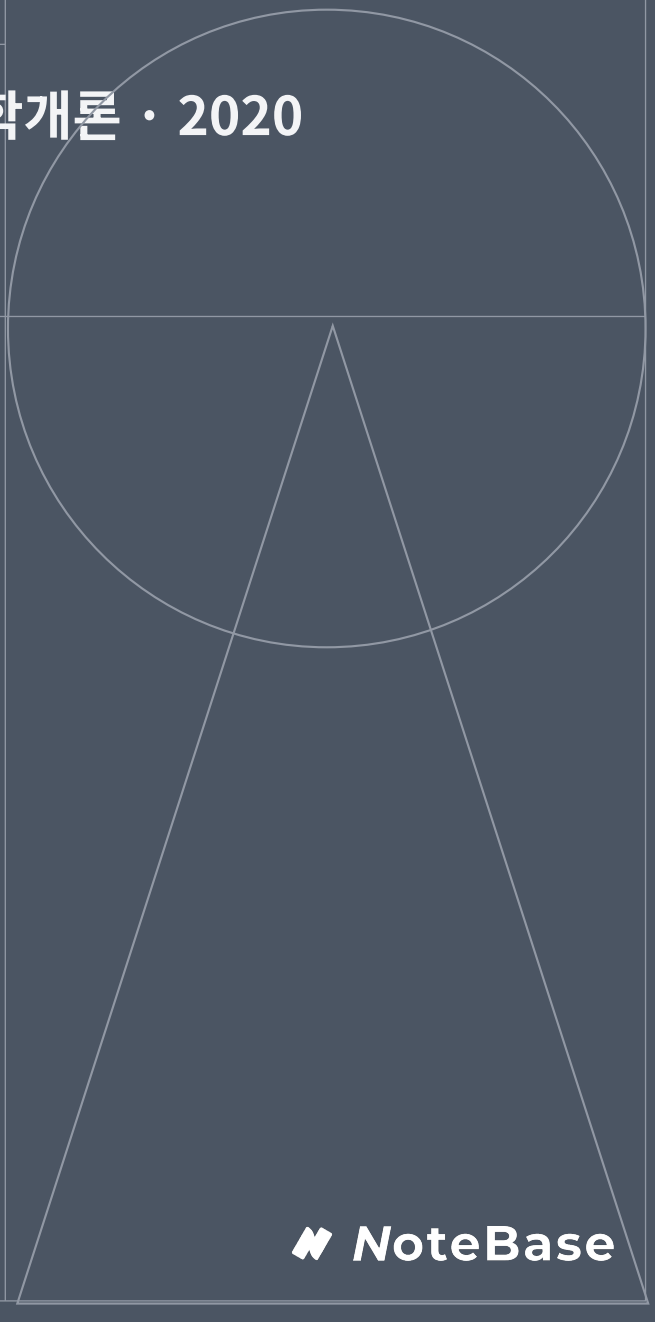
기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2020



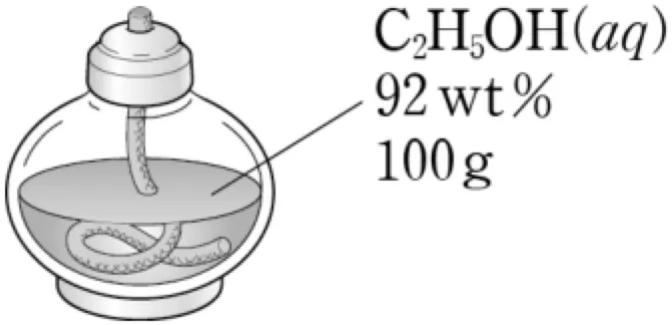
NoteBase

기출OX 해설집

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2020

공무원/소방/간부후보 · 화학개론 · 2020

문 1. 그림은 92wt% 에탄올(C_2H_5OH) 수용액 100g이 들어 있는 알코올램프이다. 알코올램프에 들어 있는 에탄올이 완전 연소되었을 때, 생성되는 이산화탄소(CO_2)의 질량(g)은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다.)



① 44

② 88

③ 132

④ 176

⑤ 352

정답 4번

출제 포인트

에탄올의 질량에서 몰수를 구한 뒤, 완전 연소 반응식의 계수를 이용하여 생성되는 이산화탄소의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

용액 100 g 중 에탄올은 92 wt%이므로 에탄올의 질량은 92 g이다. 에탄올 C_2H_5OH의 몰질량은 $2 \times 12 + 6 \times 1 + 16 = 46 g/mol$이고, 이산화탄소 CO_2의 몰질량은 $12 + 2 \times 16 = 44 g/mol$이다.

NoteBase

사용할 공식

완전 연소 반응식은

$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

이다. 에탄올 1 mol이 연소하면 CO_2 2 mol이 생성되므로, 먼저 에탄올의 몰수를 구하고 2배 하여 CO_2의 몰수를 구한다.

계산 과정

1. 에탄올의 몰수는

$92g \div 46g/mol = 2mol$

이다.

2. 반응식에서 에탄올 1 mol당 CO_2 2 mol이 생성되므로 CO_2의 몰수는

$2mol \times 2 = 4mol$

이다.

3. 생성되는 CO_2의 질량은

$4mol \times 44g/mol = 176g$

이다.

선지 판단

① X: 44 g은 CO_2 1 mol의 질량이다. ①의 '44 g' → 올바르게는 176 g이다.

② X: 88 g은 CO_2 2 mol의 질량으로, 에탄올 1 mol에서 생기는 양에 해당한다. ②의 '88 g' → 올바르게는 176 g이다.

③ X: 132 g은 CO_2 3 mol의 질량이다. 반응식에 따라 생성량은 4 mol이므로 ③의 '132 g' → 올바르게는 176 g이다.

④ O: 에탄올 2 mol에서 CO_2 4 mol이 생성되며, 그 질량은 176 g이다.

⑤ X: 352 g은 계산한 생성량 176 g의 2배이다. ⑤의 '352 g' → 올바르게는 176 g이다.

오답 포인트

92 wt%를 에탄올의 몰수나 질량비로 바로 쓰면 안 된다. 먼저 용액 100 g 중 에탄올이 92 g임을 구하고, 반응식의 계수에서 에탄올과 CO_2의 몰비가 1:2임을 반영해야 한다. 특히 88 g은 CO_2 2 mol의 질량이라서 탄소 원자 수에 따른 계수 2를 한 번만 적용한 경우에 나온다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량퍼센트 연소 문제는 용액 전체 질량에서 연료의 질량을 먼저 구하고, 질량→몰수→반응식의 몰비→질량 순서로 계산한다.

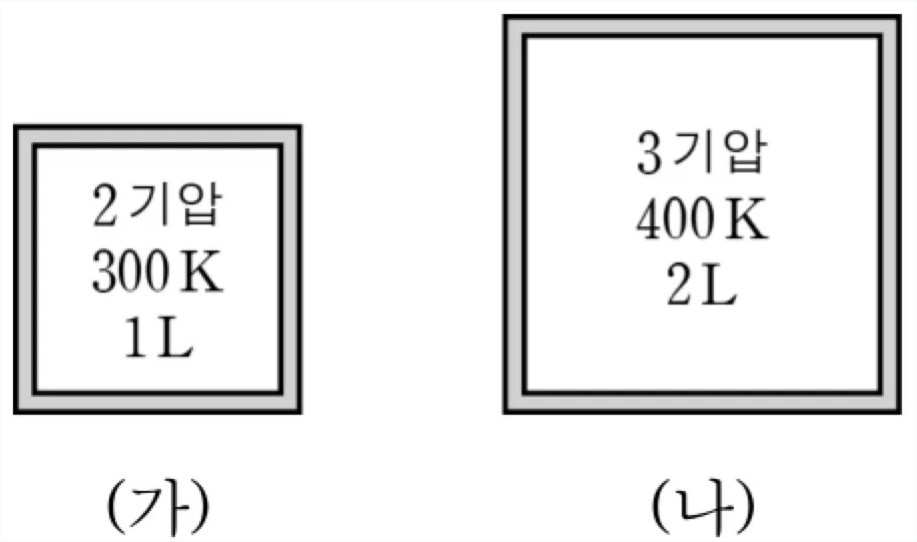
NoteBase

암기 포인트

에탄올 1 mol 46g 완전 연소 → CO_2 2 mol 88g 생성이다.

NoteBase

문 2. 그림은 강철 용기 (가)와 (나)에 각각 들어 있는 He의 압력, 온도, 부피를 나타낸다.



(가)에서 He의 밀도(나)에서 He의 밀도는? (단, He은 이상기체이다.)

① $\frac{1}{2}$
② $\frac{8}{9}$
③ 1
④ $\frac{9}{8}$
⑤ 2

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 같은 기체의 이상기체 밀도가 압력에 비례하고 절대온도에 반비례하는 관계를 이용해 밀도비를 구하는 문제이다.

조건 정리

(가): 압력 2기압, 온도 $300K$, 부피 $1L$이다.
(나): 압력 3기압, 온도 $400K$, 부피 $2L$이다.
두 용기 모두 He이며 이상기체이므로 몰질량 M은 같다. 밀도비에서는 부피가 직접 필요하지 않다.

사용할 공식

이상기체식 $PV = nRT$에서 $n = m/M$을 대입하면 $\rho = m/V = PM/(RT)$이다. 따라서 같은 기체에서는 ρ가 P/T에 비례한다.

NoteBase

계산 과정

(_(가))/(_(나))=(P_(가)/T_(가))/(P_(나)/T_(나))=(2/300)/(3/400)
$= \frac{2 \times 400}{300 \times 3} = \frac{800}{900} = \frac{8}{9}$
온도는 절대온도인 K 단위를 그대로 사용한다.

선지 판단

① X: 밀도비는 1/2가 아니라 8/9이다. 틀린 값 1/2는 압력과 부피만 보고 온도 효과를 무시한 판단에서 나올 수 있다. 올바르게는 _(가)/_(나)=8/9이다.
② O: 같은 He 기체에서 $\rho \propto P/T$이므로 계산값 8/9와 일치한다.
③ X: 밀도비는 1이 아니라 8/9이다. 두 용기의 압력과 온도가 서로 다르므로 밀도가 같지 않다. 올바르게는 (가)의 밀도가 (나)의 8/9배이다.
④ X: 밀도비는 9/8이 아니라 8/9이다. 9/8은 분자와 분모를 바꾸어 _(나)/_(가)를 구한 값이다. 올바르게는 _(가)/_(나)=8/9이다.
⑤ X: 밀도비는 2가 아니라 8/9이다. 부피비 1 : 2만으로 밀도비를 판단할 수 없다. 올바르게는 같은 이상기체의 밀도는 P/T로 비교한다.

오답 포인트

용기의 부피가 다르다는 점에 끌려 부피비를 밀도비로 사용하는 것이 함정이다. 이상기체의 밀도는 $\rho = PM/(RT)$이므로 같은 기체라면 부피가 아니라 압력과 절대온도를 비교한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 이상기체의 밀도비 문제에서는 먼저 $\rho \propto P/T$를 세운 뒤, 각 상태의 P/T를 비교한다. 온도는 반드시 절대온도 K를 사용한다.

암기 포인트

같은 기체의 밀도는 P가 클수록 크고, T가 높을수록 작다. 즉 $\rho \propto P/T$이다.

NoteBase

문 3. 다음 수용액 중 대기압에서 끓는점이 가장 낮은 것은? (단, 이온 결합 화합물은 수용액에서 완전히 이온화되고, m은 몰랄 농도(molality)이다.)

① $0.1mK_2SO_4(aq)$

② $0.1mNa_3PO_4(aq)$

③ $0.1mC_2H_5OH(aq)$

④ $0.2mKNO_3(aq)$

⑤ $0.2mLiBr(aq)$

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 묽은 용액의 끓는점 오름이 용질 입자 수에 비례한다는 성질을 이용하여, 각 용액의 유효 입자 몰랄농도 im를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

끓는점 오름은 $\Delta T_b = iK_bm$으로 나타내며, 같은 용매에서는 im이 작을수록 끓는점이 낮다. i는 용질 1개가 용액에서 만드는 입자 수를 뜻한다.
K_2SO_4는 3개 이온, Na_3PO_4는 4개 이온, KNO_3와 LiBr은 각각 2개 이온으로 완전 이온화된다. C_2H_5OH은 비전해질이므로 1개 입자로 존재한다.

선지별 해설

① X: 0.1 m K_2SO_4는 $2K^+ + SO_4^{2-}$로 나뉘어 $i = 3$이고, $im = 0.3$이다. ③의 $im = 0.1$보다 크므로 '가장 낮다'는 표현이 틀리다. 가장 낮은 것은 ③이다.
② X: 0.1 m Na_3PO_4는 $3Na^+ + PO_4^{3-}$로 나뉘어 $i = 4$이고, $im = 0.4$이다. '가장 낮다'가 아니라 입자 수 효과가 가장 커서 제시된 용액 중 끓는점이 가장 높다.
③ O: 0.1 m C_2H_5OH은 이온화하지 않는 비전해질이므로 $i = 1$, $im = 0.1$이다. 제시된 용액 중 유효 입자 몰랄농도가 가장 작아 끓는점이 가장 낮다.
④ X: 0.2 m KNO_3는 $K^+ + NO_3^-$로 나뉘어 $i = 2$이고, $im = 0.4$이다. '가장 낮다'는 표현이 틀리며, ③보다 끓는점이 높다.
⑤ X: 0.2 m LiBr은 $Li^+ + Br^-$로 나뉘어 $i = 2$이고, $im = 0.4$이다. '가장 낮다'는 표현이 틀리며, ③보다 끓는점이 높다.

오답 포인트

용액의 몰랄농도만 비교하면 ①·②·③의 0.1 m가 모두 같아 보인다. 그러나 이온 결합 화합물은 완전 이온화되어 입자 수가 늘어나므로, 농도에 반트호프 인자 i를 곱해 비교해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

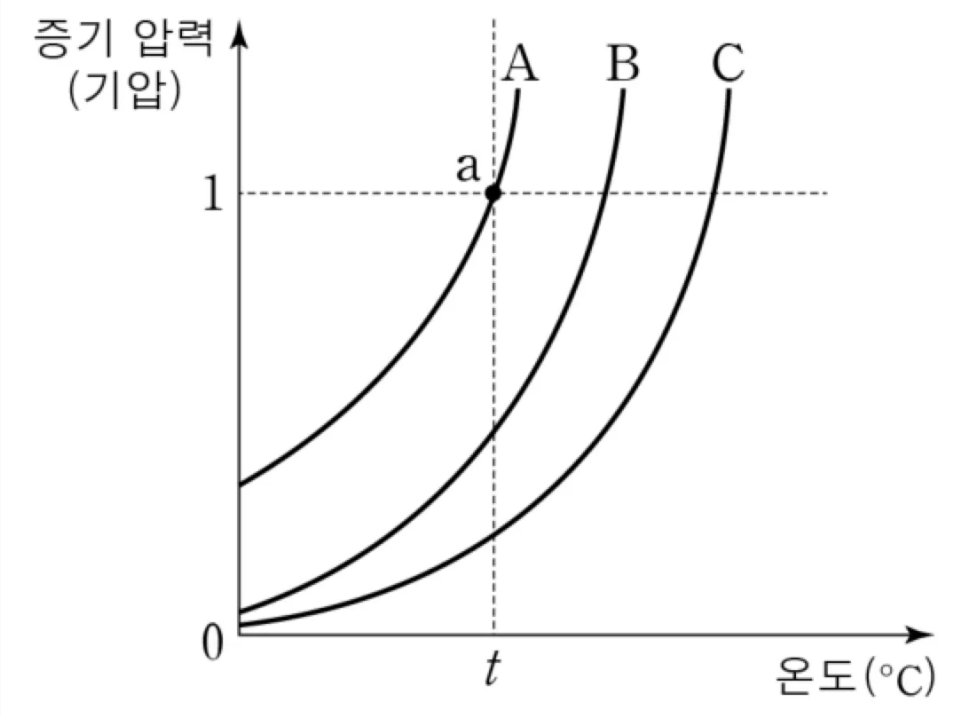
각 용질의 이온화 후 입자 수를 i로 정한 뒤 im을 계산한다. 끓는점은 im이 클수록 높으므로, 가장 낮은 끓는점은 im이 가장 작은 용액이다.

암기 포인트

끓는점 오름은 '입자 수 i × 몰랄농도 m'에 비례한다. 비전해질은 $i = 1$이다.

NoteBase

문 4. 그림은 3가지 순물질 A~C의 증기압 곡선이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?



<보기>

ㄱ. 액체 상태에서 분자 간 인력은 A가 B보다 크다.

ㄴ. 기준 끓는점(normal boiling point)은 C가 B보다 높다.

ㄷ. 점 a에서 A는 2가지 상으로 공존한다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 증기압 곡선에서 같은 온도에서의 증기압과 증기압이 1기압이 되는 온도를 읽어 분자 간 인력과 기준 끓는점을 판단하는 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. 세로축의 1기압 수평선과 각 곡선의 교점을 확인한다.
2. 1기압에 먼저 도달하는 물질일수록 기준 끓는점이 낮음을 판단한다.
3. 같은 온도에서는 증기압이 낮은 물질일수록 분자 간 인력이 큼을 판단한다.

핵심 근거

점 a에서 A의 증기압은 1기압이고 온도는 t이다. B와 C가 1기압에 도달하는 온도는 각각 t보다 높으며, C의 교점이 B보다 더 오른쪽에 있다. 따라서 기준 끓는점은 A < B < C이다. 또한 온도 t에서 A의 증기압이 B보다 크므로 A의 분자 간 인력은 B보다 작다. 점 a는 액체 A의 증기압이 외부 압력 1기압과 같아져 끓는 상태가 되는 점이지, 두 상의 평형만을 뜻하는 점이 아니다.

선지별 해설

① X: ①은 ㄱ만 옳다고 판단한 조합이다. ㄱ의 ‘A가 B보다 크다’는 표현이 틀리다. 온도 t에서 A의 증기압이 B보다 크므로 분자 간 인력은 A가 B보다 작다.
② X: ②는 ㄴ만 옳다고 판단한 조합이다. ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로 조합이 불완전하다.
③ X: ③은 ㄱ, ㄷ이 옳다고 판단한 조합이다. ㄷ은 옳지만 ㄱ은 틀리다. 틀린 표현 ‘A가 B보다 크다’ → 올바르게는 ‘A가 B보다 작다’이다.
④ O: ㄴ과 ㄷ이 모두 옳다. C의 1기압 교점이 B보다 오른쪽이므로 C의 기준 끓는점이 더 높고, a에서는 액체 A와 기체 A가 평형으로 공존한다.
⑤ X: ⑤는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다고 판단한 조합이다. ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ이 틀리다. 분자 간 인력은 A가 아니라 B가 더 크다.

오답 포인트

증기압이 큰 물질을 분자 간 인력이 큰 물질로 반대로 연결하기 쉽다. 같은 온도에서 증기압이 클수록 액체 분자가 기체로 더 쉽게 빠져나오므로 분자 간 인력은 더 작다. 또한 a를 단순한 ‘끓는점’으로만 보고 액체와 기체의 공존을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

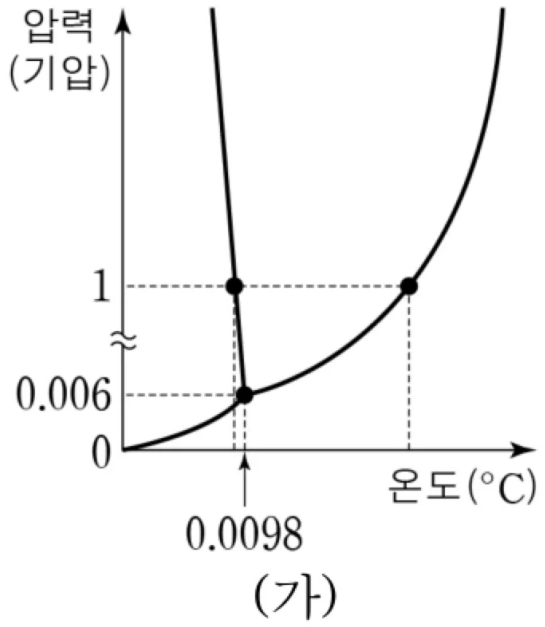
먼저 1기압 수평선과의 교점 위치를 비교하여 기준 끓는점을 판단한다. 그다음 같은 온도에서 곡선이 더 높은 물질은 증기압이 크고 분자 간 인력은 작다고 연결한다. 증기압과 외부 압력이 같아지는 점에서는 액체와 기체가 평형으로 공존한다.

암기 포인트

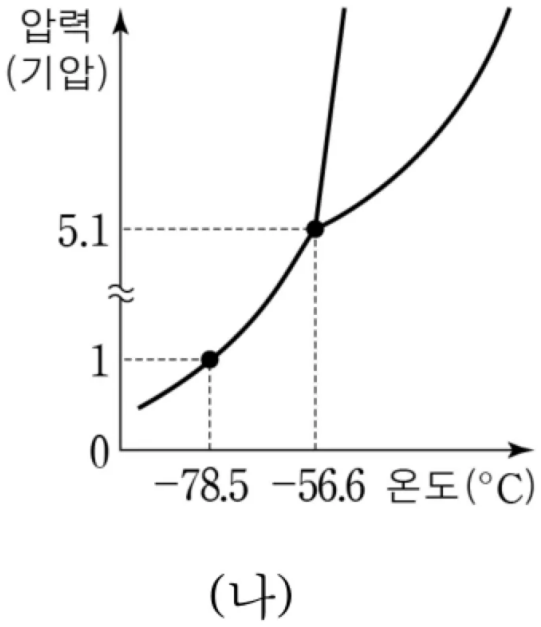
같은 온도에서 증기압↑ → 분자 간 인력↓, 1기압 도달 온도↑ → 기준 끓는점↑이다.

NoteBase

문 5. 그림 (가), (나)는 순물질의 상평형 곡선이며, 각각 CO_2와 H_2O 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?



(가)



(나)

① (가)는 H_2O의 상평형 곡선이다.

② $-60^\circ C$, 1 기압에서 CO_2는 기체이다.

③ 삼중점에서의 압력은 CO_2가 H_2O보다 높다.

④ 압력이 높아지면 H_2O의 어는점은 낮아진다.

⑤ (나)는 $-56.6^\circ C$에서 압력에 상관없이 고체, 액체, 기체의 3가지 상이 평형을 이룬다.

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 상평형 곡선의 삼중점과 고체-액체 평형선의 기울기를 이용하여 H_2O와 CO_2의 상태 변화를 판단하는 문제이다. (가)는 삼중점이 약 0.0098 °C, 0.006기압이고 고체-액체 평형선의 기울기가 음수이므로 H_2O이며, (나)는 삼중점이 -56.6 °C, 5.1기압인 CO_2이다.

NoteBase

선지별 해설

① O. (가)의 삼중점은 약 0.0098 °C, 0.006기압으로 물의 삼중점과 일치한다. 또한 고체-액체 평형선이 왼쪽으로 기울어 물의 특성을 보인다.

② O. CO_2의 1기압 승화점은 -78.5 °C이다. -60 °C는 이보다 높은 온도이므로 1기압에서 CO_2는 기체 상태이다.

③ O. (가)인 H_2O의 삼중점 압력은 약 0.006기압이고, (나)인 CO_2의 삼중점 압력은 5.1기압이므로 CO_2가 더 높다.

④ O. H_2O는 고체-액체 평형선의 기울기가 음수이다. 압력이 커지면 고체와 액체가 평형을 이루는 온도, 즉 어는점이 낮아진다.

⑤ X. -56.6 °C는 CO_2의 삼중점 온도이지만, 고체·액체·기체가 동시에 평형을 이루려면 압력도 5.1기압이어야 한다. 틀린 표현인 '압력에 상관없이'를 '5.1기압에서'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

⑤는 삼중점을 온도 하나로만 판단하게 만드는 선지이다. 삼중점은 온도와 압력이 동시에 정해진 한 점이므로, -56.6 °C라는 온도만 같다고 세 상이 평형을 이루는 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

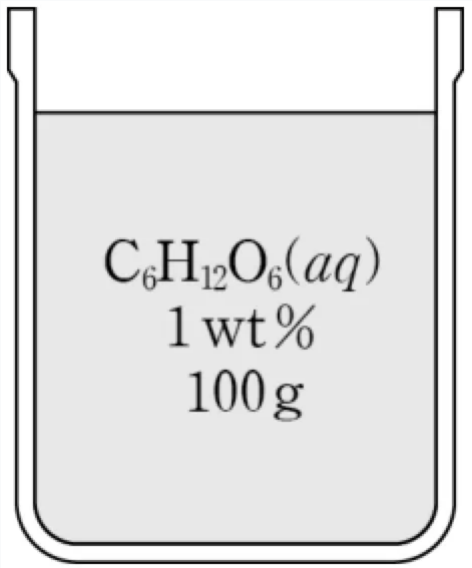
먼저 삼중점의 온도와 압력으로 물질을 구분한다. 다음으로 고체-액체 평형선의 기울기를 확인한다. 물은 이 선의 기울기가 음수여서 압력이 증가하면 어는점이 낮아지고, 삼중점은 반드시 특정 온도와 특정 압력이 함께 만족되어야 한다.

암기 포인트

H_2O: 삼중점 약 0.01 °C, 0.006기압·고체-액체선 음의 기울기 / CO_2: 삼중점 -56.6 °C, 5.1기압·1기압 승화점 -78.5 °C이다.

NoteBase

문 6. 그림은 1wt% 포도당($C_6H_{12}O_6$) 수용액 100g이 들어 있는 비커이다. 포도당의 분자량은 180g/mol이고, 수용액의 밀도는 dg/mL일 때, 몰 농도(M)는? (단, 온도는 일정하다.)



① $\frac{d}{18,000}$
② $\frac{d}{18}$
③ $18d$
④ $\frac{5,000}{9d}$
⑤ $1,800d$

정답 2번

출제 포인트

질량 백분율과 용액의 밀도로부터 포도당 수용액의 몰 농도를 구하는 문제이다. 몰 농도는 용질의 몰수를 용액의 부피(L)로 나눈 값이다.

조건 정리

용액 $100g$의 $1wt\%$이므로 포도당의 질량은 $1g$이다.
포도당의 몰질량은 $180g/mol$이다.
용액의 부피는 $100g \div dg/mL = \frac{100}{d}mL = \frac{0.1}{d}L$이다.

사용할 공식

몰 농도는 $M = \frac{n}{V}$이다.
용질의 몰수는 $n = \frac{m}{M_m}$이므로 질량을 몰질량으로 나누어 구한다. 용액의 질량과 밀도가 주어졌으므로 V=용액 질량밀도를 사용한다.

NoteBase

계산 과정

1. 포도당의 몰수는 $\frac{1g}{180g/mol} = \frac{1}{180}mol$이다.
2. 용액의 부피는 $\frac{100g}{dg/mL} = \frac{100}{d}mL = \frac{0.1}{d}L$이다.
3. 따라서 $M = \frac{1/180mol}{0.1/dL} = \frac{d}{18}mol/L$이다.

선지 판단

① X. $\frac{d}{18,000}$은 용액 부피 $\frac{100}{d}mL$를 L로 바꾸지 않고 그대로 대입할 때 나오는 값이다. 틀린 표현 $\frac{d}{18,000}$ → 올바르게는 $\frac{d}{18}M$이다.
② O. 계산한 몰 농도가 $\frac{d}{18}M$이므로 옳다.
③ X. $18d$는 계산값보다 324배 크며, 포도당 $1g$을 몰수로 바꿀 때 몰질량 180으로 나누는 과정을 반대로 처리한 결과와 맞지 않는다. 틀린 표현 $18d$ → 올바르게는 $\frac{d}{18}M$이다.
④ X. $\frac{5,000}{9d}$는 밀도가 분모에 있어 밀도가 커질수록 몰 농도가 작아진다고 본 식이다. 같은 $100g$의 용액에서는 밀도가 클수록 부피가 작아지므로 몰 농도는 d에 비례한다. 틀린 표현 $\frac{5,000}{9d}$ → 올바르게는 $\frac{d}{18}M$이다.
⑤ X. $1g$의 포도당은 $180mol$이 아니라 $\frac{1}{180}mol$이다. 몰질량 180을 곱하면 $1,800d$처럼 지나치게 큰 값이 나온다. 틀린 표현 $1,800d$ → 올바르게는 $\frac{d}{18}M$이다.
계산 결과가 $\frac{d}{18}M$이므로 정답은 2번이다.

오답 포인트

①의 $\frac{d}{18,000}$은 mL를 L로 환산하지 않은 함정이다. 또 ③과 ⑤처럼 몰질량은 질량을 몰수로 바꿀 때 나누는 값이며, 용액의 부피는 반드시 L 단위로 넣어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

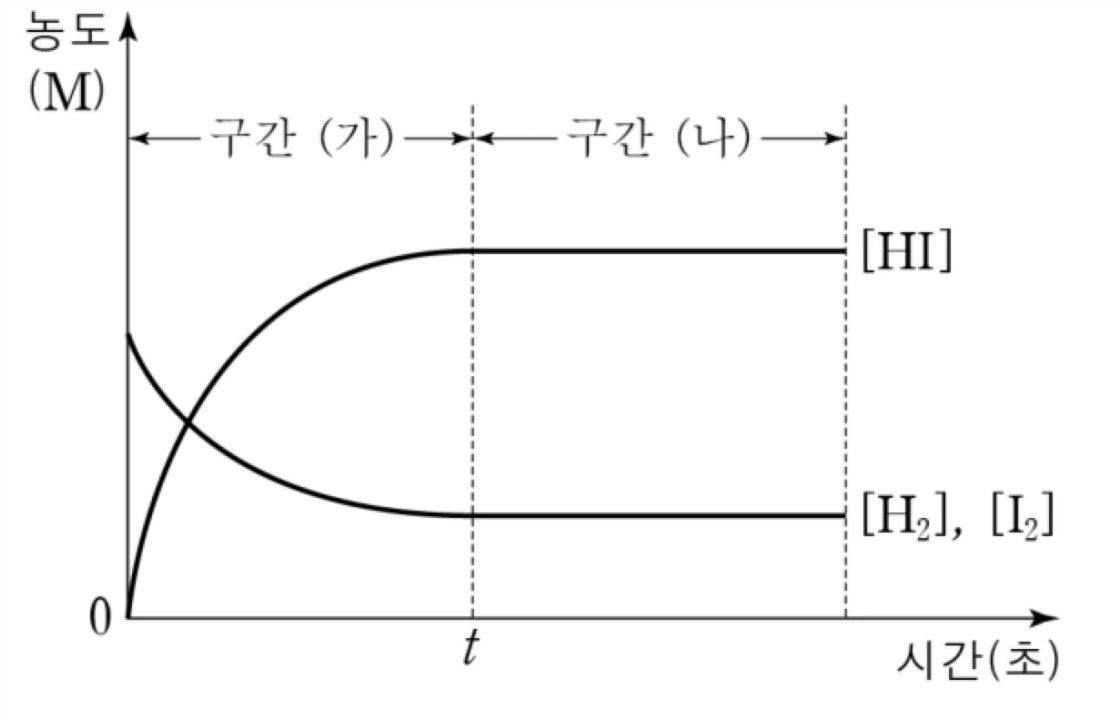
질량 백분율 문제에서는 먼저 기준 용액 질량에서 용질 질량을 구하고, 이를 몰수로 바꾼다. 이어서 부피=질량/밀도로 구한 부피를 L로 환산한 뒤 $M = n/V$를 적용한다.

암기 포인트

질량% → 용질 g, $g \div$ 몰질량 → mol, 용액 $g \div$ 밀도 → $mL \rightarrow L$, 마지막은 $M = \text{mol/L}$이다.

NoteBase

문 7. 그림은 일정한 온도에서 $H_2(g)$ 1몰과 $I_2(g)$ 1몰을 1L의 강철 용기에 넣고 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$ 반응이 일어날 때, 시간에 따른 물질의 농도를 나타낸다. t초일 때 최초로 평형에 도달하였다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 모든 기체는 이상기체이다.)



<보기>

ㄱ. 구간 (가)에서 평형 상수(K)는 반응 지수(Q)보다 크다.

ㄴ. 구간 (가)에서 반응이 진행될수록 전체 기체의 압력은 점점 증가한다.

ㄷ. 구간 (나)에서 정반응 속도와 역반응 속도는 모두 0이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

농도-시간 그래프에서 평형에 도달하기 전과 후를 구분하고, 반응 지수와 평형 상수의 관계 및 동적 평형의 성질을 판단하는 문제이다.

NoteBase

자료 읽는 순서

1. 구간 (가)에서는 [HI]가 증가하고 [H_2], [I_2]가 감소하므로 정반응이 진행된다.
2. t초 이후 구간 (나)에서는 세 물질의 농도가 일정하므로 평형 상태이다.
3. 반응식 $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$의 기체 몰수 계수 합은 반응물과 생성물에서 모두 2이다.

핵심 근거

처음에는 HI가 없으므로 $Q = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = 0$이다. 구간 (가)에서는 평형에 이르기 전이므로 $Q < K$이고, 따라서 K가 Q보다 크다.
강철 용기의 부피와 온도가 일정하며 반응 전후 전체 기체 몰수가 같으므로, 전체 기체의 압력은 반응이 진행되어도 변하지 않는다.
평형에서는 정반응 속도와 역반응 속도가 같지만, 두 반응은 계속 일어나므로 두 속도가 모두 0인 것은 아니다.

선지별 해설

① ㄱ: O. 구간 (가)는 평형 도달 전이며 처음의 Q는 0이다. 정반응이 진행되는 동안 Q는 K에 가까워지지만 평형 전에는 $Q < K$이므로 K가 Q보다 크다.
② ㄷ: X. '정반응 속도와 역반응 속도는 모두 0'이 틀린 표현이다. 평형에서는 두 속도가 서로 같고 0이 아닌 상태로 반응이 계속된다.
③ ㄱ, ㄴ: X. ㄱ은 옳지만 ㄴ이 틀리다. '전체 기체의 압력이 점점 증가한다'가 틀린 표현이며, 반응 전후 전체 기체 몰수가 2몰로 같으므로 온도와 부피가 일정할 때 전체 압력은 일정하다.
④ ㄴ, ㄷ: X. ㄴ과 ㄷ이 모두 틀리다. 전체 압력은 증가하지 않고 일정하며, 평형에서 정반응·역반응 속도는 모두 0이 아니라 서로 같다.
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ: X. ㄱ만 옳고 ㄴ, ㄷ은 틀리다. 따라서 옳은 것만 고른 선택지는 ①이다.

오답 포인트

그래프가 평평해진 구간 (나)를 '반응이 멈춘 상태'로 해석하기 쉽다. 농도가 일정한 것은 정반응과 역반응의 속도가 같기 때문이며, 양쪽 반응 자체는 계속 진행된다. 또한 생성물의 계수가 2라는 사실만 보고 압력이 증가한다고 판단하면 안 되며, 반응물과 생성물의 전체 기체 몰수 계수 합을 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

농도 변화가 있는 평형 전 구간에서는 증가하는 쪽이 진행 방향이다. 정반응이 진행되면 평형 전에는 $Q < K$, 역반응이 진행되면 $Q > K$이다. 일정한 온도와 부피에서 전체 압력은 반응 전후 기체 몰수 계수 합이 달라질 때만 변한다.

암기 포인트

평형은 '농도 일정·속도 같음'이지 '반응 속도 0'이 아니다. 기체 압력은 반응식의 전체 몰수 계수 합을 비교한다.

NoteBase

문 8. 다음은 X가 Y로 되는 반응 속도 실험이다. 20초일 때, T_2에서 Y의 농도는 T_1에서의 몇 배인가? (단, v: 반응 속도, k: 속도 상수, $[X]$: X의 몰 농도)

○ 화학 반응식 : $X(g) \rightarrow 2Y(g)$

[실험 과정]
(가) 강철 용기에 X를 넣고 온도 T_1과 T_2에서 각각 반응시킨다.
(나) 10초 간격으로 X의 농도를 각각 측정한다.

온도	X(g)의 몰 농도(M)				
	0초	10초	20초	30초	40초
T_1	8	4		1	
T_2	16		8		4

[실험 결과]
반응 속도 $v = k[X]$로 표현된다.

① $\frac{1}{4}$
② $\frac{3}{4}$
③ 1
④ $\frac{4}{3}$
⑤ 4

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 1차 반응식 $v = k[X]$에서 표의 반감기를 읽고, 반응식 $X(g) \rightarrow 2Y(g)$의 양론으로 20초일 때 생성된 Y의 농도 비를 구하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

주어진 반응식: $X(g) \rightarrow 2Y(g)$

주어진 속도식: $v = k[X]$, 즉 X에 대한 1차 반응이다.

T_1: $[X]$가 0초 8, 10초 4, 30초 1이므로 10초마다 절반이 된다.

T_2: $[X]$가 0초 16, 20초 8, 40초 4이므로 20초마다 절반이 된다.

구해야 할 값: 20초일 때 T_2에서의 $[Y]$가 T_1에서의 $[Y]$의 몇 배인지이다.

주의할 조건: 처음에는 X를 넣고 반응시키므로, 생성된 Y는 소모된 X의 2배이다.

사용할 공식

반응식 $X \rightarrow 2Y$에서 생성된 Y의 농도는 다음과 같다.

$\Delta[Y] = 2\{[X]_0 - [X]_t\}$

이 공식을 쓰는 이유는 X 1몰이 사라질 때 Y 2몰이 생기므로, X의 감소량에 2를 곱해야 Y의 생성량이 되기 때문이다.

계산 과정

1. T_1에서는 $[X]$가 10초마다 절반이 되므로 20초의 $[X]$는 $8 \rightarrow 4 \rightarrow 2$, 즉 2이다.
2. T_1에서 20초까지 소모된 X는 $8 - 2 = 6$이므로 생성된 Y는 $2 \times 6 = 12$이다.
3. T_2에서는 표에 20초의 $[X]$가 8로 주어져 있다.
4. T_2에서 20초까지 소모된 X는 $16 - 8 = 8$이므로 생성된 Y는 $2 \times 8 = 16$이다.
5. 따라서 20초일 때 T_2에서의 $[Y]$가 T_1에서의 $[Y]$의 몇 배인지는 $16/12 = 4/3$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- 실제 비는 4/3이므로 1/4이 아니다. 틀린 표현 1/4 → 올바르게는 4/3이다. Y의 생성량이 아니라 남은 X의 일부 비율을 잘못 비교하면 이런 작은 값으로 흐르기 쉽다.

② X

- 실제 비는 4/3이므로 3/4가 아니다. 틀린 표현 3/4 → 올바르게는 4/3이다. T_1의 $[Y] = 12$, T_2의 $[Y] = 16$인데 분자와 분모를 거꾸로 두면 12/16 = 3/4가 된다.

③ X

- 실제 비는 4/3이므로 1이 아니다. 틀린 표현 1 → 올바르게는 4/3이다. 두 온도에서 모두 절반이 되었다는 점만 보고 생성된 Y의 절대량 차이, 즉 초기 $[X]$가 8과 16으로 다르다는 점을 놓치면 1로 오판할 수 있다.

④ O

- T_1에서 20초의 $[Y]$는 $2(8 - 2) = 12$, T_2에서 20초의 $[Y]$는 $2(16 - 8) = 16$이다. 따라서 비는 16/12 = 4/3이므로 ④가 맞다.

⑤ X

- 실제 비는 4/3이므로 4가 아니다. 틀린 표현 4 → 올바르게는 4/3이다. 남은 $[X]$의 비 8/2 = 4를 그대로 답으로 쓰면 안 되고, 반드시 생성된 Y의 농도 비를 비교해야 한다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 남은 $[X]$의 비와 생성된 $[Y]$의 비를 혼동하게 만드는 것이다. 특히 ⑤의 4는 20초의 남은 $[X]$ 비 $T_2/T_1 = 8/2$를 계산한 값이지, 생성된 Y의 농도 비가 아니다. 또한 ②의 3/4는 정답 비 16/12의 분자와 분모를 뒤집은 값이다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응속도 표 문제가 나오면 먼저 표에서 각 온도의 시간별 $[X]$를 찾고, 그다음 반응식 계수로 생성물 농도를 환산한다. 생성물 Y를 묻는 문제에서는 남은 $[X]$가 아니라 $[X]_0 - [X]_t$에 계수 2를 곱한 값을 비교한다.

암기 포인트

$X \rightarrow 2Y$에서는 Y 생성량이 X 감소량의 2배이다. 남은 X 비가 아니라 소모된 X 비를 기준으로 생성물 농도를 계산한다.

NoteBase

문 9. 밀폐된 용기에서 질소(N_2)와 수소(H_2)로부터 암모니아(NH_3)를 생성하는 열화학 반응식이다. t°C에서 평형 상태에 도달한 후, NH_3가 생성되는 몰 수를 높이려고 한다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, 모든 기체는 이상기체이다.)

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad \Delta H = -92\text{kJ/mol}$

<보기>

ㄱ. $NH_3(g)$를 액화시킨다.

ㄴ. 온도를 높인다.

ㄷ. $H_2(g)$를 첨가한다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 발열 반응의 평형 이동과 생성물의 생성량을 묻는 문제이다. 평형 상태에서 생성물을 제거하거나 반응물을 더하면 정반응이 진행되어 NH_3의 생성량이 증가한다.

핵심 개념

화학 평형은 외부 변화에 의해 교란되면 그 변화를 줄이는 방향으로 이동한다. 이 반응의 정반응은 발열 반응이므로 열은 생성물처럼 작용한다. 따라서 온도를 올리면 열을 소비하는 역반응 쪽으로 평형이 이동한다. 생성물 NH_3를 액화하여 기체 상태의 NH_3를 줄이면 이를 보충하려고 정반응이 진행한다. 반응물 H_2를 첨가하면 첨가된 H_2를 소비하려고 정반응이 진행한다.

NoteBase

선지별 해설

① X — ㄱ만 고른 선택지이다. ㄱ은 옳지만, H_2를 첨가하는 ㄷ도 정반응을 촉진하므로 빠져 있다. 틀린 표현은 'ㄱ'만이라는 선택이며, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.

② X — ㄴ만 고른 선택지이다. 정반응은 발열이므로 온도를 높이면 평형이 역반응 쪽으로 이동하여 NH_3 생성량이 감소한다. 틀린 표현은 'ㄴ'이며, 온도를 낮추어야 NH_3 생성량이 증가한다.

③ O — NH_3를 액화하면 기체 NH_3가 제거되어 정반응으로 이동하고, H_2를 첨가하면 첨가된 반응물을 소비하는 정반응으로 이동한다. 따라서 ㄱ, ㄷ이 모두 옳다.

④ X — ㄷ은 옳지만 ㄴ이 틀리며, ㄱ도 빠져 있다. 틀린 표현은 'ㄴ, ㄷ'의 조합이고, 올바르게는 'ㄱ, ㄷ'이다.

⑤ X — ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ은 틀리다. 틀린 표현은 'ㄴ'이며, 발열 반응에서 NH_3 생성량을 늘리려면 온도를 높이는 것이 아니라 낮춘다.

오답 포인트

'온도를 높이면 반응이 빨라진다'는 사실과 평형에서의 생성물 양을 혼동하기 쉽다. 온도 상승은 반응 속도를 빠르게 할 수 있어도, 이 문제처럼 정반응이 발열이면 평형 자체는 역반응 쪽으로 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 이동은 변화가 생긴 성분을 줄이는 방향으로 판단한다. 생성물을 제거하면 생성물 쪽, 반응물을 첨가하면 생성물 쪽으로 이동한다. 온도는 반응열을 하나의 성분으로 보고, 발열 반응에서는 온도 상승 시 역반응 쪽으로 이동한다고 판단한다.

암기 포인트

발열 정반응에서는 열이 생성물이다. 생성물 제거·반응물 첨가·온도 하강은 정반응을 유리하게 한다.

NoteBase

문 10. 다음 3가지 분자의 공통점으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

CH_2Cl_2 CH_2O NF_3

<보기>
ㄱ. 평면 구조이다.
ㄴ. 다중 결합이 있다.
ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 0이 아니다.

① ㄱ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ
⑤ ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 루이스 구조와 VSEPR 모형으로 분자 모양, 다중 결합의 유무, 쌍극자 모멘트를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

CH_2Cl_2는 중심 C 주위에 결합 전자쌍 4개가 있어 정사면체 구조이다.
CH_2O는 C=O 이중 결합을 가지며, 중심 C 주위가 평면 삼각형이어서 분자 전체가 평면이다.
NF_3는 중심 N에 비공유 전자쌍 1개와 결합 전자쌍 3개가 있어 삼각뿔 구조이다.
세 분자는 결합의 극성이 완전히 상쇄되지 않으므로 모두 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X: ㄱ만 고른 선택지이다. CH_2O는 평면 구조이지만 CH_2Cl_2는 정사면체, NF_3는 삼각뿔 구조이므로 ㄱ은 공통점이 아니다. 틀린 표현 'ㄱ' → 올바르게는 'ㄷ'이다.
② O: ㄷ만 고른 선택지이다. CH_2Cl_2, CH_2O, NF_3는 모두 결합 쌍극자가 완전히 상쇄되지 않아 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다.
③ X: ㄱ, ㄴ을 고른 선택지이다. ㄱ은 세 분자의 공통점이 아니며, 다중 결합은 CH_2O의 C=O에만 있다. 틀린 표현 'ㄱ, ㄴ' → 올바르게는 'ㄷ'이다.
④ X: ㄱ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄱ은 CH_2O에만 해당하는 성질이다. 틀린 표현 'ㄱ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄷ'이다.
⑤ X: ㄴ, ㄷ을 고른 선택지이다. ㄷ은 맞지만 ㄴ은 CH_2O에만 해당하는 성질이다. 틀린 표현 'ㄴ, ㄷ' → 올바르게는 'ㄷ'이다.

오답 포인트

CH_2O가 평면 구조이고 C=O 이중 결합을 가진다는 사실을 세 분자의 공통 성질로 일반화하기 쉽다. CH_2Cl_2의 중심 C는 정사면체이고, NF_3의 중심 N은 비공유 전자쌍 때문에 삼각뿔이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 분자의 중심 원자 주위 전자쌍 수로 분자 모양을 판단한다. 다음으로 이중·삼중 결합의 존재를 확인하고, 마지막으로 결합 쌍극자가 대칭적으로 상쇄되는지를 비교한다. 공통점 문항에서는 모든 분자에 성립하는지 하나씩 대조한다.

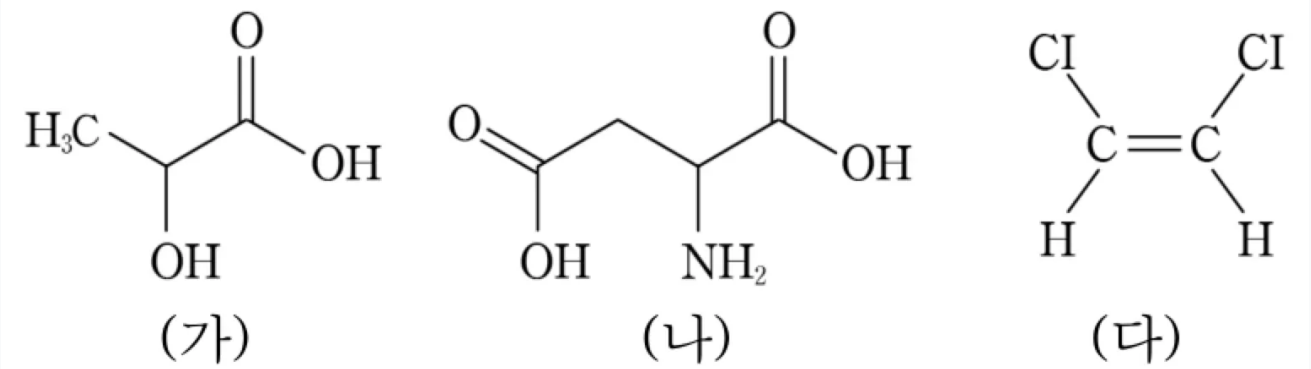
암기 포인트

CH_2Cl_2는 정사면체, CH_2O는 평면·C=O, NF_3는 삼각뿔이며, 세 분자의 공통점은 '쌍극자 모멘트 0 아님'이다.

NoteBase

문 11. (가)~(다) 중 거울상 이성질체(enantiomer)를 갖는 분자만을 모두 고른 것은?

(가)~(다)는 3가지 물질의 구조식이다.



① (가)

② (다)

③ (가), (나)

④ (나), (다)

⑤ (가), (나), (다)

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 분자 안에 서로 다른 네 원자단이 결합한 탄소 원자가 있어 거울상 이성질체를 만드는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

거울상 이성질체는 서로 포개어지지 않는 거울상 관계의 입체 이성질체이다. 보통 한 탄소 원자에 서로 다른 네 원자단이 결합하면 키랄 중심이 되어 거울상 이성질체를 갖는다.
(가)의 가운데 탄소에는 H, OH, CH_3, COOH가 결합한다. (나)의 NH_2가 결합한 탄소에는 H, NH_2, COOH, CH_2COOH가 결합한다. (다)의 두 이중 결합 탄소는 평면 구조이며 각각 H와 Cl만 결합하므로 키랄 중심이 아니다.

NoteBase

선지별 해설

① X: (가)는 키랄 중심을 가지므로 거울상 이성질체를 갖지만, (나)도 키랄 중심을 가진다. 틀린 표현은 '(가)'만 고른 부분이며, 올바르게는 '(가), (나)'이다.
② X: (다)는 이중 결합 때문에 시스·트랜스 이성질체는 가능하지만 거울상 이성질체는 갖지 않는다. 틀린 표현은 '(다)'이며, 올바르게는 '(가), (나)'이다.
③ O: (가)와 (나)는 각각 한 탄소에 서로 다른 네 원자단이 결합한 키랄 중심이 있으므로 거울상 이성질체를 갖는다. (가)의 키랄 탄소는 H, OH, CH_3, COOH를, (나)의 키랄 탄소는 H, NH_2, COOH, CH_2COOH를 각각 다르게 가진다.
④ X: (나)는 맞지만 (다)는 키랄하지 않고, (가)를 빠뜨렸다. 틀린 표현은 '(나), (다)'이며, 올바르게는 '(가), (나)'이다.
⑤ X: (가), (나)는 맞지만 (다)는 거울상 이성질체를 갖지 않는다. 틀린 표현은 '(가), (나), (다)'에서 '(다)'를 포함한 부분이며, 올바르게는 '(가), (나)'이다.

오답 포인트

(다)는 이중 결합의 양쪽에 H와 Cl이 있으므로 시스·트랜스 이성질체와 혼동하기 쉽다. 시스·트랜스 이성질체는 기하 이성질체일 뿐, 이 구조 자체가 거울상 이성질체를 갖는 것은 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

탄소 하나를 골라 결합한 네 원자단을 비교한다. 네 원자단이 모두 다르면 키랄 중심으로 판단한다. 이중 결합 탄소는 평면 구조이므로 네 원자단이 결합한 키랄 탄소로 세지지 않는다.

암기 포인트

서로 다른 네 원자단을 가진 탄소는 키랄 중심, 이중 결합의 시스·트랜스는 거울상 이성질체와 구별한다.

NoteBase

문 12. 다음은 석회석에 포함된 탄산칼슘($CaCO_3$)과 염산(HCl)의 화학 반응식이다. 석회석 100g을 충분한 양의 염산(HCl)과 모두 반응시켰더니 0.75몰의 CO_2가 생성되었다. 석회석에 포함된 $CaCO_3$의 함량(wt%)은? (단, $CaCO_3$의 몰 질량은 100g/mol이다.)

$CaCO_3 + aHCl \rightarrow CaCl_2 + bH_2O + cCO_2$
(단, a, b, c는 반응 계수이다.)

① 20
② 25
③ 50
④ 75
⑤ 100

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 반응식의 계수를 맞춘 뒤 CO_2의 생성 몰수로부터 석회석 속 $CaCO_3$의 질량 백분율을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 석회석 질량 100 g, 생성된 CO_2의 양 0.75 mol, $CaCO_3$의 몰 질량 $100 g/mol$이다.
구해야 할 값: 석회석에 포함된 $CaCO_3$의 함량, 즉 $wt\%$이다.
주의할 조건: 충분한 양의 HCl과 모두 반응했으므로 $CaCO_3$가 모두 CO_2 생성에 반영된다.

사용할 공식

반응식은 $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$이므로 계수는 $a = 2$, $b = 1$, $c = 1$이다.
따라서 $CaCO_3$와 CO_2의 몰비는 1 : 1이다.
CaCO_3의 질량=CO_2의 몰수× CaCO_3의 몰 질량
wt\%=CaCO_3의 질량시료 질량× 100
이 공식을 쓰는 이유는 생성된 CO_2 1 mol이 반응한 $CaCO_3$ 1 mol에 대응하기 때문이다.

NoteBase

계산 과정

1. 생성된 CO_2가 0.75 mol이므로 반응한 $CaCO_3$도 0.75 mol이다.
$n(CaCO_3) = n(CO_2) = 0.75mol$
2. $CaCO_3$의 질량을 구한다.
$0.75mol \times 100g/mol = 75g$
3. 석회석 100 g 중 $CaCO_3$가 75 g이므로 함량은 다음과 같다.
$\frac{75g}{100g} \times 100 = 75wt\%$

선지 판단

① X
- 계산 결과는 75 wt%이다. 20 wt%가 아니라 75 wt%가 올바른 값이다.

② X
- 계산 결과는 75 wt%이다. 25 wt%가 아니라 75 wt%가 올바른 값이다.

③ X
- 계산 결과는 75 wt%이다. 50 wt%가 아니라 75 wt%가 올바른 값이다.

④ O
- CO_2 0.75 mol은 $CaCO_3$ 0.75 mol에 해당하고, 그 질량은 75 g이다. 석회석 100 g 중 75 g이므로 75 wt%가 맞다.

⑤ X
- 100 wt%가 되려면 석회석 100 g이 전부 $CaCO_3$이어야 하고, 이때 CO_2는 1 mol 생성되어야 한다. 실제 생성량은 0.75 mol이므로 100 wt%가 아니라 75 wt%가 올바른 값이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 반응 계수와 질량 백분율을 분리하지 못하게 하는 데 있다. $CaCO_3$와 CO_2는 1:1 몰비이므로 CO_2 0.75 mol을 바로 $CaCO_3$ 0.75 mol로 바꾸고, 마지막에 몰 질량 $100g/mol$을 곱해 질량으로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

탄산염이 산과 반응하여 CO_2를 만들면 먼저 반응식을 맞추고, CO_2 몰수로 반응한 탄산염의 몰수를 구한 뒤, 몰 질량을 곱해 질량 백분율을 계산한다.

NoteBase

암기 포인트

$CaCO_3 \rightarrow CO_2$는 1:1 몰비이다. CO_2 몰수 × $CaCO_3$ 몰 질량으로 석회석 속 $CaCO_3$ 질량을 구한다.

NoteBase

문 13. <보기>에서 전자가 가질 수 있는 양자수 조합n, l, m_l, m_s을 모두 고른다면 그 개수는? (단, n: 주양자수(principal quantum number), l: 각운동량 양자수(angular momentum quantum number), m_l: 자기 양자수(magnetic quantum number), m_s: 스핀 양자수(spin quantum number))

<보 기>

	n	l	m_l	m_s
ㄱ.	3	2	2	$-\frac{1}{2}$
ㄴ.	3	1	-1	$+\frac{1}{2}$
ㄷ.	3	1	-1	$-\frac{1}{2}$
ㄹ.	3	0	0	$+\frac{1}{2}$

① 0
② 1
③ 2
④ 3
⑤ 4

정답 5번

출제 포인트

이 문제는 전자의 네 양자수 n, l, m_l, m_s가 허용되는 범위를 동시에 만족하는지 판단하는 문제이다.

핵심 개념

주양자수 n는 전자껍질을 나타내는 양의 정수이고, 각운동량 양자수 l는 0부터 $n-1$까지이다.
자기 양자수 m_l는 주어진 l에 대하여 $-l$부터 $+l$까지의 정수이고, 전자의 스핀 양자수 m_s는 $+1/2$ 또는 $-1/2$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X: 보기의 허용 조합은 0개가 아니다. ㄱ은 $n=3, l=2, m_l=2, m_s=-1/2$로 모두 허용된다. 틀린 표현은 '0개'이며, 올바르게는 '4개'이다.
② X: 보기의 허용 조합은 1개가 아니다. ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ이 모두 조건을 만족한다. 틀린 표현은 '1개'이며, 올바르게는 '4개'이다.
③ X: 보기의 허용 조합은 2개가 아니다. $n=3$이면 $l=0, 1, 2$가 가능하고, 각 행의 m_l과 m_s도 허용 범위에 든다. 틀린 표현은 '2개'이며, 올바르게는 '4개'이다.
④ X: 보기의 허용 조합은 3개가 아니다. 특히 ㄹ은 $l=0$일 때 $m_l=0$이어야 한다는 조건까지 만족한다. 틀린 표현은 '3개'이며, 올바르게는 '4개'이다.
⑤ O: ㄱ은 $l=2$에서 $m_l=2$가 가능하고, ㄴ·ㄷ은 $l=1$에서 $m_l=-1$이 가능하며, ㄹ은 $l=0$에서 $m_l=0$이다. 네 조합 모두 $m_s=\pm 1/2$ 조건도 만족하므로 허용 조합은 4개이다.

오답 포인트

ㄱ의 $m_l=2$를 잘못된 값으로 보기 쉽다. 그러나 $l=2$이면 $m_l=-2, -1, 0, 1, 2$가 모두 가능하므로 ㄱ도 허용된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 행마다 먼저 $0 \le l \le n-1$을 확인하고, 다음으로 $-l \le m_l \le l$인 정수인지, 마지막으로 $m_s=\pm 1/2$인지 순서대로 확인한다.

암기 포인트

n이 l의 상한을 정하고, l이 m_l의 범위를 정하며, m_s는 항상 $\pm 1/2$이다.

NoteBase

문 14. 0.5M **설탕(**$C_{12}H_{22}O_{11}$**) 수용액 1L가 있다. 이 수용액에** xg**의 물질** A**를 혼합한 후, 수용액의 농도는 10wt%가 되었다. 추가한 물질** A**와 그 양** x(g)**는? (단, 0.5M 설탕 수용액의 밀도는** $1.2g/cm^3$**이고,** $C_{12}H_{22}O_{11}$**의 분자량은** 342g/mol**이다.)**

① A: $H_2O(l)$, x: 510

② A: $H_2O(l)$, x: 1,020

③ A: $C_{12}H_{22}O_{11}(s)$, x: 171

④ A: $C_{12}H_{22}O_{11}(s)$, x: 342

⑤ A: $C_{12}H_{22}O_{11}(s)$, x: 513

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 몰농도로 설탕의 질량을 구한 뒤, 질량백분율 용질 질량/용액 질량×100을 이용하여 첨가할 물의 질량을 구하는 문제이다.

조건 정리

설탕의 몰수는 $0.5mol/L \times 1L = 0.5mol$이다.
초기 설탕 질량은 $0.5mol \times 342g/mol = 171g$이다.
초기 용액 질량은 $1.2g/cm^3 \times 1000cm^3 = 1200g$이다.
목표 농도 10 wt%는 용액 전체 질량 중 설탕 질량이 10%가 되는 상태이다.

사용할 공식

질량백분율은 질량백분율=(용질 질량/용액 질량)×100이다. 물을 넣으면 설탕 질량은 171 g으로 일정하고, 용액의 전체 질량만 증가하므로 이 식을 사용한다.

계산 과정

물을 xg 넣으면 최종 용액 질량은 $(1200 + x)g$이다.
$\frac{171}{1200 + x} \times 100 = 10$
$171 = 0.10(1200 + x)$
$x = 510g$
따라서 물 $510g$을 넣어야 한다.

NoteBase

선지 판단

① O. 물 $510g$을 넣으면 전체 질량은 1710 g이고, $\frac{171}{1710} \times 100 = 10$ wt%이다.
② X. 물 $1020g$을 넣으면 농도는 $\frac{171}{2220} \times 100 \approx 7.7$ wt%가 된다. 틀린 표현은 $1020g$이며, 올바르게는 물 $510g$이다.
③ X. 설탕을 넣으면 용질 질량과 용액 질량이 함께 늘어나지만 초기 농도 14.25 wt%보다 농도가 더 커진다. 틀린 표현은 '설탕 $171g$'이며, 올바르게는 물 $510g$이다.
④ X. 설탕을 $342g$ 넣어도 설탕의 질량비는 증가하여 10 wt%가 될 수 없다. 틀린 표현은 '설탕 $342g$'이며, 올바르게는 물 $510g$이다.
⑤ X. 설탕을 $513g$ 넣어도 설탕의 질량비는 증가하여 10 wt%가 될 수 없다. 틀린 표현은 '설탕 $513g$'이며, 올바르게는 물 $510g$이다.

오답 포인트

초기 용액의 질량을 1 L이므로 1000 g으로 두면 안 된다. 밀도가 $1.2g/cm^3$이므로 초기 용액 질량은 1200 g이다. 또한 초기 농도는 $\frac{171}{1200} \times 100 = 14.25$ wt%이므로 10 wt%로 낮추려면 설탕이 아니라 물을 넣어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

몰농도에서 용질 질량을 먼저 구하고, 부피와 밀도로 용액 질량을 구한다. 목표 질량백분율이 초기값보다 작으면 용질 질량은 유지한 채 용매를 더하는 식 용질 질량/최종 용액 질량을 세운다.

암기 포인트

농도를 낮출 때는 용매를 더하고, 질량은 '부피 × 밀도'로 구한다.

NoteBase

문 15. 300°C**에서 A가 B로 변화하는 반응의 반응속도상수** (k)**는** $6.931 \times 10^{-3}s^{-1}$**이다. A의 농도가** 4.0M **에서** 0.5M**로 줄어드는 데까지 걸리는 시간**(s)**은? (단,** $\ln 2 = 0.6931$**이다.)**

① 50

② 100

③ 200

④ 300

⑤ 400

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 속도상수의 단위가 s^{-1}인 1차 반응에서 반감기를 구하고, 농도가 몇 번 반감되는지 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: $k = 6.931 \times 10^{-3}s^{-1}$, $\ln 2 = 0.6931$, 초기 농도 $[A]_0 = 4.0M$, 최종 농도 $[A] = 0.5M$이다.
구해야 할 값: $[A]$가 $4.0M$에서 $0.5M$까지 감소하는 시간이다.
주의할 조건: k의 단위가 s^{-1}이므로 1차 반응으로 판단한다.

사용할 공식

1차 반응의 반감기는 다음과 같다.
$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$
이 공식을 쓰는 이유: 1차 반응에서는 반감기가 초기 농도와 무관하고, 속도상수 k만으로 정해진다.

계산 과정

1. 반감기를 계산한다.
$t_{1/2} = \frac{0.6931}{6.931 \times 10^{-3}} = 100s$
2. 농도 변화 비율을 확인한다.
$4.0M \rightarrow 2.0M \rightarrow 1.0M \rightarrow 0.5M$
3. $4.0M$에서 $0.5M$가 되려면 반감기가 3번 지나야 한다.
$3 \times 100s = 300s$

NoteBase

선지 판단

① X

- 50s는 반감기 100s의 절반일 뿐이며, 농도가 4.0M에서 0.5M로 줄어드는 시간이 아니다. 틀린 표현 50 → 올바르게는 300이다.

② X

- 100s는 반감기 1회에 해당하여 4.0M가 2.0M가 되는 시간이다. 틀린 표현 100 → 올바르게는 300이다.

③ X

- 200s는 반감기 2회에 해당하여 4.0M가 1.0M가 되는 시간이다. 틀린 표현 200 → 올바르게는 300이다.

④ O

- 300s는 반감기 3회에 해당한다. $4.0M \to 2.0M \to 1.0M \to 0.5M$이므로 계산 결과와 일치한다.

⑤ X

- 400s는 반감기 4회에 해당하여 4.0M가 0.25M까지 줄어드는 시간이다. 틀린 표현 400 → 올바르게는 300이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 반감기 100s를 구한 뒤 바로 ②를 고르는 것이다. 문제는 반감기 자체가 아니라 4.0M에서 0.5M까지, 즉 1/8로 줄어드는 데 걸리는 시간을 묻고 있다.

다시 나오면 이렇게 판단

속도상수의 단위가 s^{-1}이면 1차 반응으로 보고 $t_{1/2} = \ln 2/k$를 먼저 계산한다. 그다음 초기 농도와 최종 농도의 비가 1/2의 몇 제곱인지 세어 반감기 횟수를 곱한다.

암기 포인트

1차 반응은 반감기 $t_{1/2} = 0.693/k$이고, $4.0 \to 0.5$는 3번 반감된 것이다.

NoteBase

문 16. 다음은 25°C에서 반응하는 3가지 열화학 반응식이다. 위의 자료를 이용하여 다음 반응의 표준 반응열(kJ)을 구하면? (단, ΔH°는 표준 반응열이다.)

$2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g) \quad \Delta H^\circ = -428\text{kJ}$
$O_2(g) \rightarrow 2O(g) \quad \Delta H^\circ = +496\text{kJ}$
$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g) \quad \Delta H^\circ = -199\text{kJ}$

$NO(g) + O(g) \rightarrow NO_2(g) \quad \Delta H^\circ = ?$

① -267
② -233
③ -165
④ -133
⑤ +267

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 헤스 법칙을 이용해 주어진 열화학 반응식을 더하고 빼서 목표 반응 $NO(g) + O(g) \rightarrow NO_2(g)$의 표준 반응열을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응식은 다음과 같다.
$2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g), \Delta H^\circ = -428kJ$
$O_2(g) \rightarrow 2O(g), \Delta H^\circ = +496kJ$
$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g), \Delta H^\circ = -199kJ$
구해야 할 반응은 $NO(g) + O(g) \rightarrow NO_2(g)$의 ΔH°이다.
주의할 점은 반응식을 뒤집거나 계수를 곱하면 ΔH°의 부호와 크기도 함께 바뀐다는 것이다.

사용할 공식

헤스 법칙에 따라 여러 반응식을 더해 목표 반응을 만들면 전체 반응열도 같은 방식으로 더한다.
$\Delta H^\circ_{target} = \sum \Delta H^\circ_{used}$
열화학 반응식의 반응열은 상태함수인 엔탈피 변화이므로, 반응 경로가 달라도 처음과 끝의 물질이 같으면 반응열은 같다.

NoteBase

계산 과정

1. 세 번째 반응식은 그대로 사용한다.

$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g), \quad \Delta H^\circ = -199kJ$

2. 목표 반응에는 반응물 쪽에 $O(g)$가 필요하므로 $O(g) + O_2(g) \rightarrow O_3(g)$를 만들어 세 번째 반응식과 더한다.

3. 두 번째 반응식을 역반응으로 하여 절반 사용한다.

$O(g) \rightarrow \frac{1}{2}O_2(g), \quad \Delta H^\circ = -248kJ$

4. 첫 번째 반응식을 역반응으로 하여 절반 사용한다.

$\frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow O_3(g), \quad \Delta H^\circ = +214kJ$

5. 두 보조 반응식을 더하면 다음과 같다.

$O(g) + O_2(g) \rightarrow O_3(g), \quad \Delta H^\circ = -34kJ$

6. 이를 세 번째 반응식과 더하면 $O_3(g)$와 $O_2(g)$가 소거되어 목표 반응이 된다.

$NO(g) + O(g) \rightarrow NO_2(g)$

$\Delta H^\circ = -199 + (-34) = -233kJ$

선지 판단

① X

- 계산 결과는 $-233kJ$이므로 $-267kJ$이 아니다. 틀린 표현 -267은 올바르게는 -233이다.

② O

- 보조 반응 $O(g) + O_2(g) \rightarrow O_3(g)$의 반응열 $-34kJ$을 세 번째 반응의 $-199kJ$에 더하면 $-233kJ$가 된다.

③ X

- $-165kJ$는 보조 반응의 부호를 반대로 보아 $-199 + 34$처럼 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 표현 -165는 올바르게는 -233이다.

④ X

- $-133kJ$는 주어진 반응식의 절반 계수와 부호 처리를 잘못 섞은 값이며, 목표 반응을 만들었을 때의 합은 아니다. 틀린 표현 -133은 올바르게는 -233이다.

⑤ X

- 실제 반응열은 음수이므로 $+267kJ$처럼 흡열 반응으로 판단하면 안 된다. 틀린 표현 $+267$은 올바르게는 -233이다.

NoteBase

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 산소 원자 $O(g)$, 산소 분자 $O_2(g)$, 오존 $O_3(g)$ 사이의 변환 반응을 만들 때 반응식을 절반으로 줄이고 역반응으로 바꾸는 과정이다. 특히 $O_2(g) \rightarrow 2O(g)$를 뒤집어 절반 쓰면 $O(g) \rightarrow \frac{1}{2}O_2(g)$이고, 이때 반응열은 $-248kJ$가 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

헤스 법칙 문제는 먼저 목표 반응에서 남아야 할 물질을 정하고, 중간 물질이 양변에서 소거되도록 주어진 반응식을 그대로 쓰거나 뒤집거나 계수 배수로 조정한다. 마지막에는 소거 후 남은 반응식이 목표 반응과 정확히 같은지 확인한 뒤 반응열을 같은 계수로 합산한다.

암기 포인트

반응식을 뒤집으면 ΔH의 부호가 바뀌고, 반응식 계수를 n배 하면 ΔH도 n배가 된다. 헤스 법칙의 핵심은 물질 소거와 반응열 합산이다.

NoteBase

문 17. 다음은 4가지 화학 반응식이다.
이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

(가) $2N_2O(g) \rightarrow 2N_2(g) + O_2(g)$
(나) $2Al(s) + 3I_2(s) \rightarrow 2AlI_3(s)$
(다) $2NO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow HNO_2(aq) + HNO_3(aq)$
(라) $3PbO(s) + 2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2O(l) + 3Pb(s)$

① (가)에서 N의 산화수는 감소한다.
② (나)에서 I_2는 환원된다.
③ (다)에서 H_2O는 환원제이다.
④ (라)에서 PbO는 산화제이다.
⑤ (가)~(라)는 모두 산화 환원 반응이다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 각 반응에서 원소의 산화수 변화를 비교하여 산화·환원 여부와 산화제·환원제를 판별하는 문제이다.

핵심 개념

산화는 산화수가 증가하는 변화이고, 환원은 산화수가 감소하는 변화이다. 산화제는 자신이 환원되는 물질이며, 환원제는 자신이 산화되는 물질이다. 한 원소가 동시에 더 높은 산화수와 더 낮은 산화수로 변하면 disproportionation(불균등화) 반응이다.

선지별 해설

① O: (가)에서 N_2O의 N의 평균 산화수는 +1이고 생성물 N_2에서 N은 0이다. N의 산화수가 +1에서 0으로 감소하므로 N은 환원된다.
② O: (나)에서 I_2의 I는 0이고 AlI_3에서 I는 -1이다. I의 산화수가 0에서 -1로 감소하므로 I_2는 환원된다.
③ X: (다)에서 H_2O의 H는 +1, O는 -2로 반응 전후 산화수가 변하지 않는다. 따라서 H_2O는 환원제가 아니다. 틀린 표현은 '환원제'이며, 올바르게는 H_2O는 이 반응에서 산화제나 환원제가 아니다. NO_2의 N은 +4에서 HNO_2의 +3과 HNO_3의 +5로 각각 변하므로 NO_2가 산화와 환원을 함께 겪는다.
④ O: (라)에서 PbO의 Pb는 +2이고 생성물 Pb는 0이다. Pb가 환원되므로 PbO는 상대 물질을 산화시키는 산화제이다.
⑤ O: (가)는 N의 환원과 O의 산화, (나)는 Al의 산화와 I의 환원, (다)는 N의 불균등화, (라)는 Pb의 환원과 N의 산화가 일어나므로 모두 산화·환원 반응이다.

NoteBase

오답 포인트

③은 H_2O가 반응물로 들어간다는 사실만으로 환원제라고 판단하게 하는 선지이다. 산화·환원제 여부는 반응물인지가 아니라 그 물질 속 원소의 산화수가 실제로 변하는지로 판단한다.

다시 나오면 이렇게 판단

반응식의 각 원소에 산화수를 먼저 정하고 반응 전후를 비교한다. 산화수가 감소한 물질은 환원되어 산화제이고, 증가한 물질은 산화되어 환원제이다. 같은 원소가 한 반응에서 증가와 감소를 모두 하면 불균등화 반응이다.

암기 포인트

산화수 감소=환원=산화제, 산화수 증가=산화=환원제이다. NO_2의 N은 +4에서 +3과 +5로 갈라져 불균등화한다.

NoteBase

문 18. 다음 중 입자 수가 다른 것은? (단, 모든 기체는 이상기체이며, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이다.)

① 수소(H_2) 1g 속에 들어 있는 수소 원자의 수

② 0°C, 1기압에서 22.4L 용기 속에 들어 있는 수소(H_2) 기체의 분자 수

③ 메테인(CH_4) 8g을 완전 연소할 때 발생하는 물(H_2O) 분자의 수

④ 물(H_2O) 18g을 산소(O_2)와 수소(H_2)로 전기 분해할 때 발생하는 수소(H_2) 분자의 수

⑤ 과산화수소(H_2O_2) 34g을 물(H_2O)과 산소(O_2)로 분해할 때 발생하는 산소(O_2) 분자의 수

정답 5번

출제 포인트

질량·기체 부피·반응식으로 구한 물질량을 분자 또는 원자 수로 바꾸어, 각 경우가 아보가드로 수 N_A와 같은지 비교하는 문제이다.

조건 정리

분자 수 또는 원자 수는 물질량에 N_A를 곱해 구한다. 0 ° C, 1기압에서 기체 22.4L는 1몰이다. 반응식의 계수는 물질량의 비를 뜻한다.

사용할 공식

분자 수 또는 원자 수 = 물질량 $\times N_A$이다.

질량으로 주어지면 $n = \frac{m}{M}$을 사용하고, 반응물과 생성물의 물질량은 반응식 계수비로 연결한다.

계산 과정

① H_2 1g은 $\frac{1}{2}$몰이고, 수소 원자는 분자당 2개이므로 수소 원자는 1몰, 즉 N_A개이다.
② 0 ° C, 1기압의 22.4L H_2는 1몰이므로 분자 수는 N_A개이다.
③ CH_4 8g은 $\frac{8}{16} = \frac{1}{2}$몰이다. $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$에서 CH_4 1몰당 H_2O 2몰이 생기므로 물은 1몰, 즉 N_A개이다.
④ H_2O 18g은 1몰이다. $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$에서 물 1몰은 수소 1몰을 만들므로 수소 분자는 N_A개이다.
⑤ H_2O_2 34g은 1몰이다. $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$에서 과산화수소 1몰은 산소 $\frac{1}{2}$몰을 만들므로 산소 분자는 $\frac{1}{2}N_A$개이다.

NoteBase

선지 판단

① O. H_2 $\frac{1}{2}$몰에는 수소 원자가 $2 \times \frac{1}{2} = 1$몰 들어 있으므로 N_A개이다.
② O. 표준 상태에서 22.4L의 기체는 1몰이므로 H_2 분자도 N_A개이다.
③ O. CH_4 $\frac{1}{2}$몰의 완전 연소로 H_2O 1몰이 생성되므로 N_A개이다.
④ O. 물 1몰의 전기 분해에서는 H_2 1몰이 생성되므로 N_A개이다.
⑤ X. H_2O_2 1몰에서 O_2는 $\frac{1}{2}$몰만 생성되어 분자 수가 $\frac{1}{2}N_A$개이다. 틀린 표현인 '발생하는 산소 분자의 수'는 N_A개가 아니라 $\frac{1}{2}N_A$개로 고쳐야 한다.

오답 포인트

⑤에서 과산화수소의 질량 34g이 1몰이라는 사실만 보고 산소도 1몰 생성된다고 판단하기 쉽다. 그러나 반응식에서 $2H_2O_2$가 O_2 1몰을 생성하므로, 생성 산소의 물질량은 반으로 줄어든다.

다시 나오면 이렇게 판단

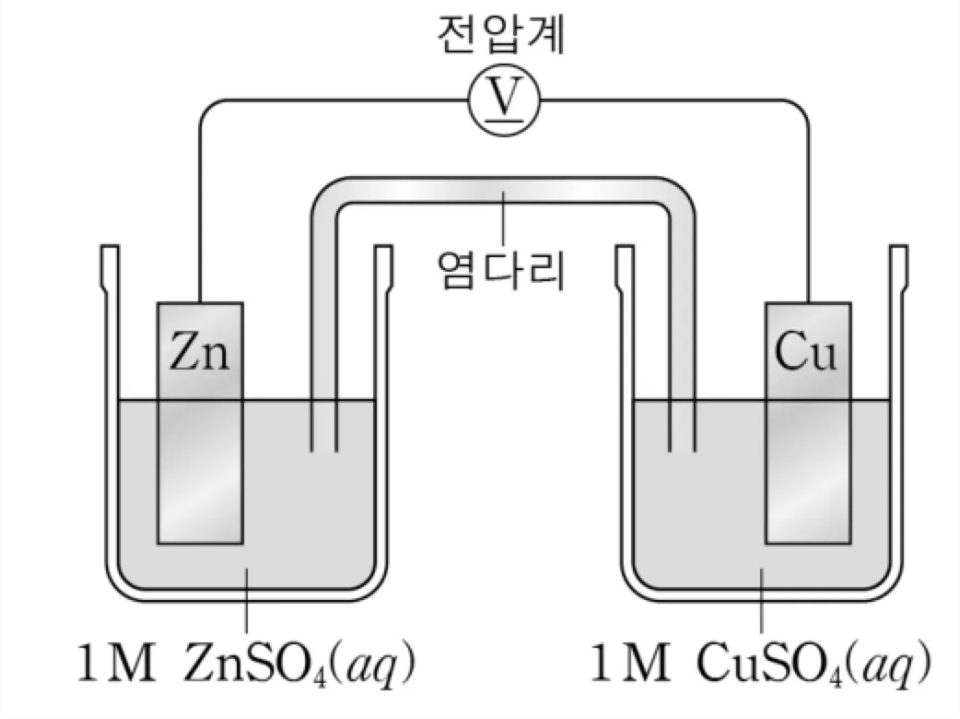
먼저 각 물질을 몰수로 통일한 뒤, 원자 수는 분자당 원자 개수를 곱하고 생성물의 몰수는 반응식 계수비로 구한다. 마지막에 모두 N_A의 몇 배인지 비교한다.

암기 포인트

H_2O 1몰 → H_2 1몰, H_2O_2 1몰 → O_2 $\frac{1}{2}$몰이다.

NoteBase

문 19. 25°C에서 아연(Zn)과 구리(Cu)를 전극으로 하는 화학 전지와 반쪽 반응의 표준 환원 전위(E°)를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?



- $Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Zn(s)$ $\quad E^\circ = -0.76V$
- $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ $\quad E^\circ = +0.34V$

<보기>

ㄱ. Zn 전극은 산화 전극이다.

ㄴ. 반응이 일어날 때, Cu 전극의 질량은 일정하다.

ㄷ. 표준 전지 전위(E_전지^)는 1V보다 크다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

출제 포인트

표준 환원 전위를 비교하여 산화 전극과 환원 전극을 정하고, 표준 전지 전위를 계산하는 문제이다.

NoteBase

조건 정리

Zn^{2+}/Zn의 표준 환원 전위는 $-0.76V$이고, Cu^{2+}/Cu의 표준 환원 전위는 $+0.34V$이다. 환원 전위가 더 큰 Cu^{2+}가 환원되므로 Cu 전극은 환원 전극이고, Zn 전극에서는 산화가 일어난다.

사용할 공식

표준 전지 전위는 E^_전지=E^_환원 전극-E^_산화 전극로 계산한다. 두 값이 모두 표준 환원 전위로 주어졌으므로, 환원 전극의 환원 전위에서 산화 전극의 환원 전위를 뺀다.

계산 과정

1. Cu^{2+}/Cu의 표준 환원 전위가 더 크므로 $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ 반응이 환원 전극에서 일어난다.
2. Zn 전극에서는 $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$의 산화가 일어난다.
3. E^_전지=+0.34 V-(-0.76 V)=+1.10 V이므로 표준 전지 전위는 $1V$보다 크다.

보기 판정

ㄱ. O: Zn 전극에서는 Zn이 Zn^{2+}로 산화되므로 산화 전극이다.
ㄴ. X: Cu^{2+}가 전자를 받아 Cu(s)로 석출되므로 Cu 전극의 질량은 증가한다. ‘질량은 일정하다’ → ‘질량은 증가한다’가 옳다.
ㄷ. O: 표준 전지 전위는 $1.10V$이므로 $1V$보다 크다.

선지 판단

① X: ㄱ만 고른 것은 옳은 ㄷ을 빠뜨렸다. ‘ㄱ’ → ‘ㄱ, ㄷ’이 옳다.
② X: ㄴ은 Cu 전극 질량이 증가한다는 점에서 틀렸다. ‘ㄴ’ → ‘ㄱ, ㄷ’이 옳다.
③ O: ㄱ과 ㄷ만 옳으므로 맞다.
④ X: ㄴ을 포함하고 ㄱ을 빠뜨렸다. ‘ㄴ, ㄷ’ → ‘ㄱ, ㄷ’이 옳다.
⑤ X: ㄴ을 포함한 것이 틀렸다. ‘ㄱ, ㄴ, ㄷ’ → ‘ㄱ, ㄷ’이 옳다.

오답 포인트

표준 환원 전위가 큰 Cu 전극을 산화 전극으로 잘못 판단하거나, 환원 전극에서 금속이 석출되어 전극 질량이 증가한다는 점을 놓치기 쉽다. 또한 두 전위를 단순히 더하는 대신, 환원 전위 기준으로 환원 전극에서 산화 전극을 빼야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 표준 환원 전위가 큰 쪽을 환원 전극으로 정한다. 다른 전극은 산화 전극이므로 금속이 녹아 질량이 감소하며, E^_전지=E^_환원 전극-E^_산화 전극로 전지 전위를 계산한다.

NoteBase

암기 포인트

환원 전위가 큰 금속 이온은 환원된다. 산화 전극은 금속 질량 감소, 환원 전극은 금속 질량 증가이다.

NoteBase

문 20. 표는 25°C, 1 기압에서 2가지 이상기체에 대한 자료이다. $\frac{x}{y}$는? (단, C, O의 원자량은 각각 12, 16이다.)

기체	$CO(g)$	$O_3(g)$
질량(g)	1	2
부피(L)	x	y

① $\frac{1}{2}$
② $\frac{2}{3}$
③ $\frac{4}{5}$
④ $\frac{6}{7}$
⑤ 2

정답 4번

출제 포인트

같은 온도와 압력에서 이상기체의 부피는 몰수에 비례한다는 아보가드로 법칙을 적용하여 x/y를 구하는 문제이다.

조건 정리

CO의 질량은 $1g$, 몰질량은 $12 + 16 = 28g/mol$이다. O_3의 질량은 $2g$, 몰질량은 $16 \times 3 = 48g/mol$이다. 두 기체는 모두 25°C, 1기압이므로 몰수의 비가 곧 부피의 비가 된다.

사용할 공식

$n = \frac{m}{M}$, 같은 온도·압력에서 $V \propto n$이다. 따라서 $\frac{x}{y} = \frac{n(CO)}{n(O_3)}$로 계산한다.

계산 과정

CO의 몰수는 $\frac{1}{28}mol$이다. O_3의 몰수는 $\frac{2}{48} = \frac{1}{24}mol$이다. 따라서 $\frac{x}{y} = \frac{1/28}{1/24} = \frac{24}{28} = \frac{6}{7}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X: 1/2는 계산값 6/7과 다르다. 틀린 값 1/2 → 올바르게는 6/7이다.
② X: 2/3은 계산값 6/7과 다르다. 틀린 값 2/3 → 올바르게는 6/7이다.
③ X: 4/5는 계산값 6/7과 다르다. 틀린 값 4/5 → 올바르게는 6/7이다.
④ O: CO와 O_3의 몰수비, 즉 부피비는 6/7이다.
⑤ X: 2는 계산값 6/7과 다르다. 틀린 값 2 → 올바르게는 6/7이다.

오답 포인트

질량 $1g$과 $2g$의 비만 보고 부피비를 판단하면 안 된다. 기체의 부피는 질량이 아니라 몰수에 비례하므로, 각 기체의 몰질량으로 나누어 몰수를 먼저 구해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

같은 온도와 압력의 기체 부피비 문제에서는 각 물질에 대해 질량÷몰질량으로 몰수를 구한 뒤, 그 몰수비를 부피비로 둔다.

암기 포인트

같은 T, P에서는 $V \propto n$이다. 질량비가 아니라 몰수비가 부피비이다.

NoteBase

문 21. 수소 연료 전지에서 일어나는 반응이다. TK, P 기압에서 $H_2(g)$ $10V$L가 소모되었을 때, 전체 반응에서 생성되는 $H_2O(l)$의 질량(g)은? (단, TK, P 기압에서 수소(H_2) 기체 1몰의 부피는 VL이고, H_2O의 분자량은 18g/mol이다.)

산화 전극 : $H_2(g) + 2OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + 2e^-$
환원 전극 : $O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^- \rightarrow 4OH^-(aq)$

① 45
② 90
③ 120
④ 180
⑤ 360

정답 4번

출제 포인트

수소 연료 전지의 두 반쪽 반응을 합쳐 전체 반응의 몰비를 구하고, 기체 부피로부터 생성 물의 질량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

소모된 H_2의 부피는 $10V$L이고, 같은 T, P에서 H_2 1몰의 부피는 VL이다. 따라서 H_2의 양은 $10V/V = 10$mol이다. 물의 몰질량은 18g/mol이다.

사용할 공식

산화 전극 반응을 2배 하면 $2H_2 + 4OH^- \rightarrow 4H_2O + 4e^-$이다. 이를 환원 전극 반응 $O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$과 더하면 $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$이다. 따라서 H_2와 생성 H_2O의 몰비는 1 : 1이다.

계산 과정

1. $n(H_2) = 10V\text{L}/(V\text{L/mol}) = 10$mol이다.
2. 전체 반응에서 $H_2 : H_2O = 1 : 1$이므로 $n(H_2O) = 10$mol이다.
3. $m(H_2O) = 10\text{mol} \times 18\text{g/mol} = 180$g이다.

NoteBase

선지 판단

① X. 계산 결과는 180g이므로 45 g은 맞지 않는다. 틀린 값 45 g → 생성된 H_2O의 질량은 180 g이다.
② X. H_2 10몰은 물 10몰을 생성하므로 90 g은 맞지 않는다. 틀린 값 90 g → 생성된 H_2O의 질량은 180 g이다.
③ X. 전체 반응의 1 : 1 몰비와 물의 몰질량 18g/mol을 적용하면 120 g은 맞지 않는다. 틀린 값 120 g → 생성된 H_2O의 질량은 180 g이다.
④ O. H_2 10몰과 H_2O 10몰이 대응하므로 물의 질량은 $10 \times 18 = 180$g이다.
⑤ X. H_2 10몰이 물 20몰을 만드는 것이 아니므로 360 g은 맞지 않는다. 틀린 값 360 g → 생성된 H_2O의 질량은 180 g이다.

오답 포인트

두 반쪽 반응의 계수를 그대로 비교하면 전자 수와 OH^-가 남아 몰비를 잘못 읽기 쉽다. 전자와 OH^-를 소거해 전체 반응을 만든 뒤 H_2와 H_2O의 1 : 1 몰비를 확인한다.

다시 나오면 이렇게 판단

연료 전지 계산에서는 두 반쪽 반응의 전자 수를 같게 맞춘 뒤 공통 종을 소거해 전체 반응을 쓴다. 이어 기체 부피를 몰수로 바꾸고, 전체 반응의 계수비와 몰질량을 차례로 적용한다.

암기 포인트

수소 연료 전지의 전체 반응은 $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$이며, H_2 1몰은 H_2O 1몰을 만든다.

NoteBase

문 22. 탄소(C)를 포함한 4가지 물질의 분자식이다. 4가지 물질에 포함된 탄소(C)의 산화수를 모두 더한 값은?

CO_2 HCN CH_4 CH_3Cl

① -4
② -2
③ 0
④ +2
⑤ +4

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 중성 분자에서 산화수의 합이 0이 되는 원리를 이용하여 탄소의 산화수를 구하는 문제이다.

핵심 개념

중성 분자에서는 모든 원소의 산화수 합이 0이다. H는 보통 +1, O는 보통 -2, 할로젠인 Cl은 보통 -1이며, HCN에서는 N을 -3으로 두어 탄소의 산화수를 구한다.
CO_2의 C는 +4, HCN의 C는 +2, CH_4의 C는 -4, CH_3Cl의 C는 -2이다.

선지별 해설

① X: 탄소 산화수의 합은 -4가 아니다. +4 +2 -4 -2를 더하면 0이다. 틀린 표현 '-4' → 올바르게는 '0'이다.
② X: 탄소 산화수의 합은 -2가 아니다. 틀린 표현 '-2' → 올바르게는 '0'이다.
③ O: CO_2, HCN, CH_4, CH_3Cl에서 탄소의 산화수를 각각 +4, +2, -4, -2로 구하면 합은 0이다.
④ X: 탄소 산화수의 합은 +2가 아니다. 틀린 표현 '+2' → 올바르게는 '0'이다.
⑤ X: 탄소 산화수의 합은 +4가 아니다. 틀린 표현 '+4' → 올바르게는 '0'이다.

오답 포인트

HCN과 CH_3Cl에서 탄소의 산화수를 잘못 정하기 쉽다. HCN은 H를 +1, N을 -3으로 두면 C가 +2이고, CH_3Cl은 H 3개의 합이 +3, Cl이 -1이므로 C가 -2이다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 분자에서 먼저 H, O, 할로젠처럼 산화수가 정해지는 원소를 정한 뒤, 중성 분자의 산화수 합이 0이라는 식으로 탄소의 값을 구한다. 마지막에 각 물질에서 구한 탄소 산화수를 더한다.

NoteBase

암기 포인트

CO_2의 C는 +4, CH_4의 C는 -4이며, HCN의 C는 +2, CH_3Cl의 C는 -2이다.

NoteBase

문 23. 다음 열화학 반응식에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, C, O의 원자량은 각각 12, 16이고, ΔH°는 $25^\circ C$에서의 표준 반응열이다.)

$$CO(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g), \quad \Delta H^\circ = -283 kJ/mol$$

① 이 반응은 흡열 반응이다.

② 생성물보다 반응물이 더 안정하다.

③ $CO(g)$의 표준 연소열은 $-566 kJ/mol$이다.

④ $CO_2(g)$의 표준 생성열은 $-283 kJ/mol$이다.

⑤ $CO(g)$ 7g이 연소할 때는 70.75kJ의 열이 방출된다.

정답 5번

출제 포인트

표준 반응열의 부호가 뜻하는 열의 출입을 판단하고, 반응물의 몰수에 비례하여 방출 열량을 계산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 반응에서 CO 1 mol이 반응할 때 표준 반응열은 $-283 kJ/mol$이다. 음의 표준 반응열은 계가 열을 방출하는 발열 반응을 뜻한다. CO의 몰질량은 $12 + 16 = 28 g/mol$이다.

사용할 공식

물질의 양은 $n = m/M$이고, 방출 열량의 크기는 $q = n \times 283 kJ/mol$이다. 주어진 반응열이 CO 1 mol의 반응에 대응하므로 CO의 몰수에 283을 곱한다.

계산 과정

CO 7 g의 몰수는 $n = 7g/28 g/mol = 0.25 mol$이다.
따라서 방출 열량의 크기는 $q = 0.25 mol \times 283 kJ/mol = 70.75 kJ$이다.
반응열의 부호까지 쓰면 계의 열변화는 $-70.75 kJ$이고, 주변으로는 70.75 kJ의 열이 방출된다.

NoteBase

선지 판단

① X. 표준 반응열이 음수이므로 이 반응은 계가 열을 방출하는 발열 반응이며, 흡열 반응이 아니다.
② X. 발열 반응에서는 생성물의 엔탈피가 반응물보다 낮으므로, 반응물보다 생성물이 더 안정하다.
③ X. 표준 연소열은 물질 1 mol이 완전히 연소할 때의 표준 반응열을 뜻한다. 주어진 반응식이 바로 CO 1 mol이 연소하여 CO_2가 되는 과정이므로, CO(g)의 표준 연소열은 −566kJ/mol이 아니라 −283kJ/mol이다. −566kJ/mol은 CO 2 mol이 연소할 때의 열량에 해당하는 값이다.
④ X. 표준 생성열은 원소의 표준 상태로부터 물질 1 mol이 생성될 때의 반응열이다. $CO_2(g)$의 표준 생성열은 흑연 상태의 C와 $O_2(g)$로부터 CO_2 1 mol이 만들어지는 반응의 반응열이며, 그 값은 약 −393.5kJ/mol이다. 주어진 −283kJ/mol은 반응물이 원소가 아니라 CO이므로 $CO_2(g)$의 표준 생성열이 될 수 없다.
⑤ O. CO 7 g은 0.25 mol이므로 $0.25 \times 283 = 70.75$ kJ의 열이 방출된다. 따라서 옳은 설명은 ⑤이다.

오답 포인트

③은 표준 연소열의 기준 몰수를, ④는 표준 생성열의 정의를 혼동하게 하는 선지이다. 표준 연소열은 물질 1 mol이 완전 연소할 때의 값이고, 표준 생성열은 원소의 표준 상태에서 물질 1 mol을 만드는 반응에만 붙는다. 또한 ⑤에서는 음수 부호를 '열량의 크기'에 그대로 붙이지 않고, 방출된 열의 양은 양의 크기 70.75 kJ로 표현한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 ΔH의 부호로 발열·흡열을 판단한다. 이어서 반응식에서 기준이 되는 물질의 1 mol당 반응열인지 확인하고, 질량을 몰수로 바꾼 뒤 반응열을 곱한다. 연소열 선지는 기준 물질 1 mol이 연소하는 반응인지로, 생성열 선지는 반응물이 원소의 표준 상태인지로 판별한다.

암기 포인트

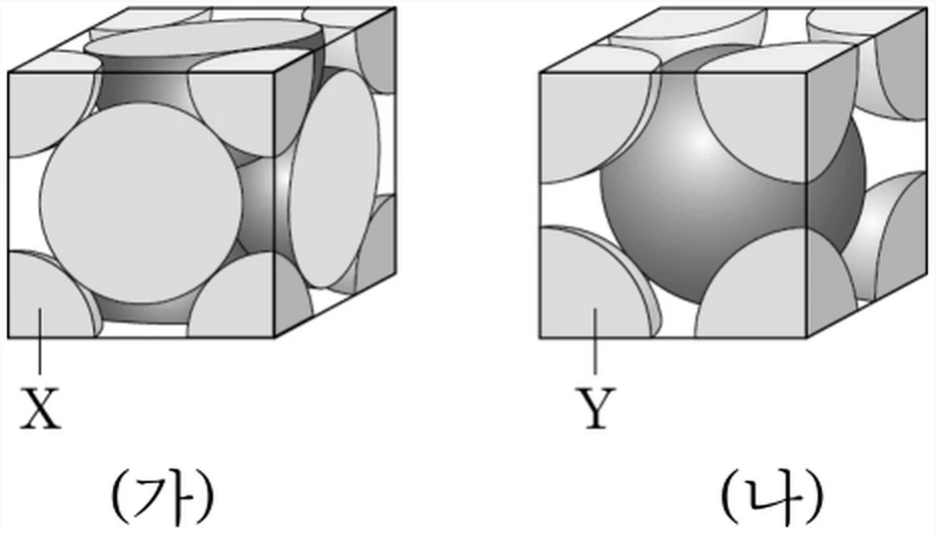
$\Delta H < 0$이면 발열·생성물이 더 안정, 열량은 '몰수 × 1 mol당 반응열의 크기'이다.

NoteBase

문 24. 금속 X와 Y의 단위 세포에 대한 자료이다.

빈칸에 들어갈 내용으로 옳은 것은?

• X와 Y의 단위 세포는 각각 (가)와 (나)이다.



• (가)에 들어 있는 입자 수는 ㄱ 이다.
• (나)는 ㄴ 입방 구조이다.

① ㄱ: 3, ㄴ: 면심
② ㄱ: 4, ㄴ: 체심
③ ㄱ: 4, ㄴ: 면심
④ ㄱ: 5, ㄴ: 체심
⑤ ㄱ: 5, ㄴ: 면심

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 단위 세포 그림에서 면 중심 원자와 체심 원자의 위치를 구분하여 단위 세포 안의 입자 수와 입방 구조 이름을 판단하는 문제이다. (가)는 면심 입방 구조, (나)는 체심 입방 구조이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- ㄱ의 3은 틀리다. (가)는 꼭짓점 8개와 면 중심 6개에 입자가 있는 면심 입방 구조이므로 단위 세포에 들어 있는 입자 수는 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$이다.
- ㄴ의 면심도 틀리다. (나)는 중심에 입자 1개가 들어 있는 체심 입방 구조이다.
- 틀린 표현 → ㄱ은 4, ㄴ은 체심이다.

② O
- ㄱ의 4는 맞다. (가)는 면심 입방 구조이므로 꼭짓점 입자 기여 1개와 면 중심 입자 기여 3개를 합해 총 4개이다.
- ㄴ의 체심도 맞다. (나)는 입방체의 중심에 입자가 있으므로 체심 입방 구조이다.

③ X
- ㄱ의 4는 맞지만 ㄴ의 면심이 틀리다. 면심 입방 구조는 각 면의 중심에 입자가 있어야 하는데, (나)는 입방체 내부 중심에 큰 입자가 그려져 있다.
- 틀린 표현 → ㄴ은 면심이 아니라 체심이다.

④ X
- ㄴ의 체심은 맞지만 ㄱ의 5가 틀리다. (가)의 면 중심 입자 6개는 각각 절반씩만 단위 세포에 포함되므로 3개로 계산하고, 꼭짓점 입자 8개는 각각 $\frac{1}{8}$씩만 포함되어 1개로 계산한다. 합은 5가 아니라 4이다.
- 틀린 표현 → ㄱ은 5가 아니라 4이다.

⑤ X
- ㄱ의 5가 틀리다. (가)의 입자 수는 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$이다.
- ㄴ의 면심도 틀리다. (나)는 면 중심이 아니라 입방체 중심에 입자가 있는 체심 입방 구조이다.
- 틀린 표현 → ㄱ은 4, ㄴ은 체심이다.

오답 포인트

출제자가 노린 함정은 그림에 크게 보이는 원을 그대로 모두 1개로 세는 것이다. 단위 세포 경계에 걸친 입자는 공유되므로 꼭짓점은 $\frac{1}{8}$, 면 중심은 $\frac{1}{2}$만 해당 단위 세포에 포함된다. 또 (나)의 큰 중심 입자를 면 중심 원자로 착각하면 ㄴ을 면심으로 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

단위 세포 문제에서는 먼저 입자의 위치를 본다. 꼭짓점만 있으면 단순 입방, 꼭짓점과 입방체 중심에 있으면 체심 입방, 꼭짓점과 각 면의 중심에 있으면 면심 입방으로 판단한다. 입자 수는 위치별 공유 비율을 곱해 더한다.

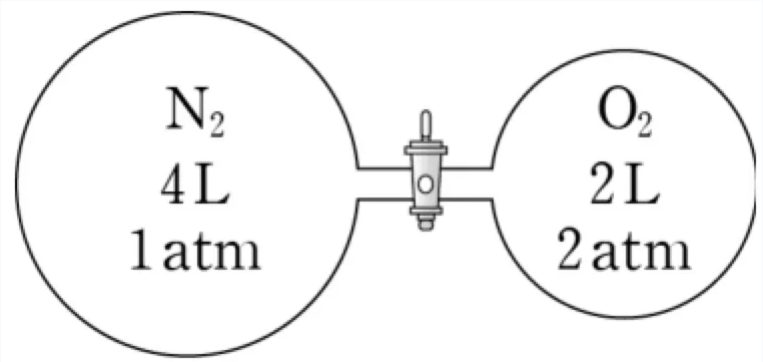
NoteBase

암기 포인트

면심 입방은 4개, 체심 입방은 2개이다. 면심은 면 가운데, 체심은 몸체 가운데에 입자가 있다.

NoteBase

문 25. 그림은 콕으로 연결한 두 플라스크에 각각 질소 (N_2) 기체와 산소(O_2) 기체를 넣은 것이다. 일정한 온도에서 콕을 열고 평형에 도달하였을 때, 전체 압력(atm)은? (단, N_2와 O_2는 이상기체이고, 서로 반응하지 않는다.)



① $\frac{5}{4}$
② $\frac{4}{3}$
③ $\frac{5}{3}$
④ 2
⑤ 3

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 일정한 온도에서 반응하지 않는 두 이상기체를 연결했을 때, 전체 기체의 몰수와 전체 부피로 평형 후 전체 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

질소는 $4L$, $1atm$이고 산소는 $2L$, $2atm$이다. 콕을 열면 두 기체는 반응하지 않고 전체 부피 $6L$를 차지한다. 온도는 일정하다.

사용할 공식

이상기체식 $PV = nRT$에서 $n = PV/RT$이다. 두 기체의 총몰수는 더해지므로, 평형 후 전체 압력은 P_전체=(P_1V_1+P_2V_2)/(V_1+V_2) 이다. 온도가 같고 기체가 반응하지 않으므로 각 기체의 PV/RT 값을 합산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 질소의 PV 값은 $1atm \times 4L = 4atm \cdot L$이다.
2. 산소의 PV 값은 $2atm \times 2L = 4atm \cdot L$이다.
3. 전체 PV 값은 $4 + 4 = 8atm \cdot L$, 전체 부피는 $4 + 2 = 6L$이다.
4. 따라서 평형 후 전체 압력은 $P = 8/6 = 4/3atm$이다.

선지 판단

① X. $5/4atm$은 계산 결과 $4/3atm$와 다르다. 틀린 표현인 '$5/4atm$'은 '$4/3atm$'으로 고쳐야 한다.
② O. 전체 PV 값 $8atm \cdot L$를 전체 부피 $6L$로 나누면 $4/3atm$이다.
③ X. $5/3atm$은 계산 결과보다 크다. 틀린 표현인 '$5/3atm$'은 '$4/3atm$'으로 고쳐야 한다.
④ X. $2atm$은 산소의 처음 압력을 그대로 전체 압력으로 본 값이다. 두 기체가 $6L$ 전체에 퍼진 뒤의 전체 압력은 $4/3atm$이다.
⑤ X. $3atm$은 처음 압력 $1atm$과 $2atm$을 부피를 고려하지 않고 더한 값이다. 틀린 표현인 '$3atm$'은 '$4/3atm$'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

처음 압력 $1atm$과 $2atm$을 단순히 더하면 안 된다. 각 기체가 처음 차지한 부피가 다르므로 $P \times V$로 몰수에 비례하는 양을 구한 뒤, 전체 부피로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

일정한 온도에서 반응하지 않는 기체를 연결하면 먼저 각 용기의 PV를 더하고, 그 값을 연결 후 전체 부피로 나누어 전체 압력을 구한다.

암기 포인트

같은 온도에서 혼합 후 전체 압력은 '각 기체의 PV 합 ÷ 전체 V'이다.

NoteBase