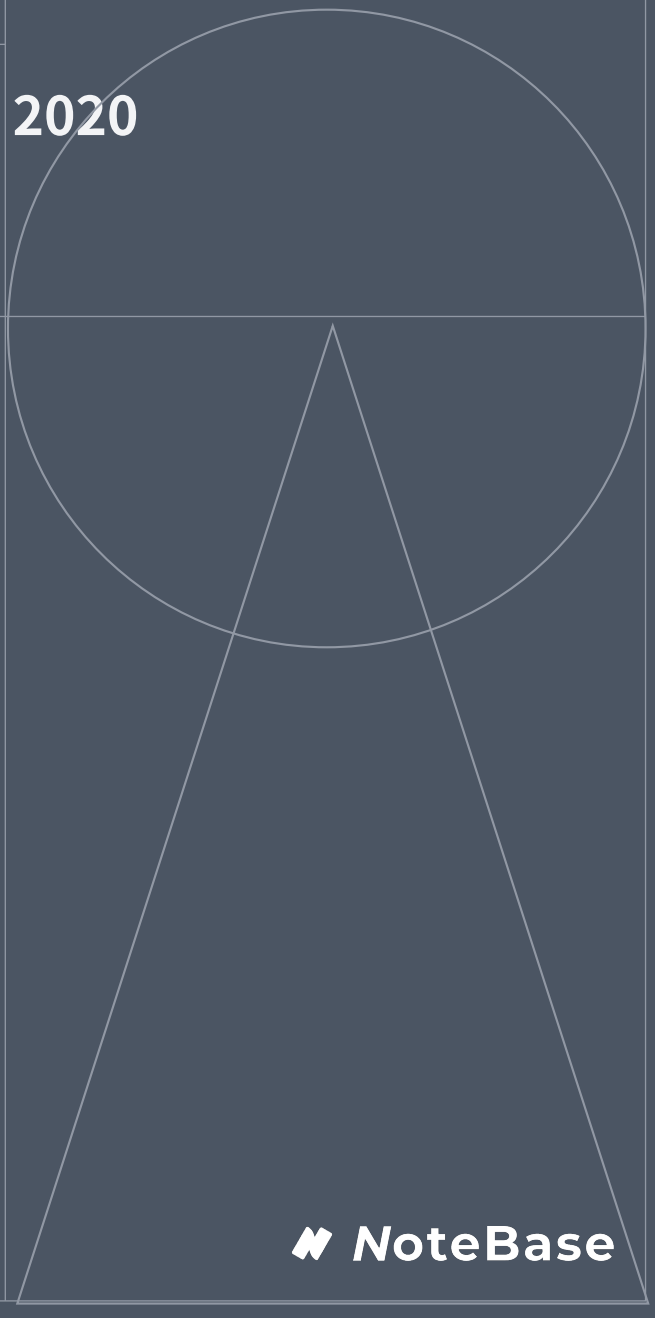
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2020

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2020

문 1. 25 °C에서 측정한 용액 A의 $[OH^-]$가 1.0×10^{-6} M일 때, pH값은? (단, $[OH^-]$는 용액 내의 OH^- 몰농도를 나타낸다)

① 6.0

② 7.0

③ 8.0

④ 9.0

정답 3번

간단한 해설

25 °C에서는 pH + pOH = 14.0이다. 주어진 수산화 이온 농도에서 pOH는 6.0이므로 **pH는 8.0**이다.

계산 과정

25 °C에서 물의 이온곱은 $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$이다. 이 관계의 양변에 음의 상용로그를 취하면 pH + pOH = 14.0이 된다. 이때 pH와 pOH는 각각 수소 이온과 수산화 이온의 몰농도에 음의 상용로그를 취한 값이다.

먼저 **수산화 이온 농도로 pOH를 계산**한다. 주어진 $[OH^-] = 1.0 \times 10^{-6}$M을 대입하면
$pOH = -\log(1.0 \times 10^{-6}) = 6.0$이다. 이 값은 pH가 아니라 pOH이다.

따라서 $pH = 14.0 - 6.0 = 8.0$이다. pH에는 단위가 없으며, 계산값 8.0은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 2. 32 g의 메테인(CH_4)이 연소될 때 생성되는 물(H_2O)의 질량[g]은? (단, H의 원자량은 1, C의 원자량은 12, O의 원자량은 16이며 반응은 완전연소로 100% 진행된다)

① 18

② 36

③ 72

④ 144

정답 3번

간단한 해설

메테인이 완전연소할 때 **메테인 1 mol당 물 2 mol**이 생성된다. 메테인 32 g은 2 mol이므로 물 4 mol이 생성되며, 그 질량은 72 g이다.

계산 과정

1. 반응식과 몰비: 메테인의 완전연소 반응식은 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$이다. 반응식의 계수는 **질량비가 아니라 몰비**를 나타내므로, 메테인 1 mol이 반응하면 물 2 mol이 생성된다. 반응이 100% 진행되므로 주어진 메테인 전량을 기준으로 계산한다.

2. 메테인의 물질량: 주어진 원자량으로 구한 메테인의 몰질량은 $12 + 4 \times 1 = 16$ g/mol이다. 물질량은 질량을 몰질량으로 나눈 값이므로, 메테인 32 g의 물질량은 $\frac{32\text{g}}{16\text{g/mol}} = 2\text{mol}$이다.

3. 생성되는 물의 물질량: 메테인과 물의 몰비가 1 : 2이므로, 메테인 2 mol이 완전연소하면 물은 $2 \times 2 = 4$ mol 생성된다.

4. 물의 질량: 물의 몰질량은 $2 \times 1 + 16 = 18$ g/mol이다. 물질량에 몰질량을 곱하면 질량이 되므로, 생성되는 물의 질량은 $4\text{ mol} \times 18\text{ g/mol} = 72$ g이다. 이는 ③의 72에 해당한다.

NoteBase

문 3. 원자 간 결합이 다중 공유결합으로 이루어진 물질은?

① KBr

② Cl_2

③ NH_3

④ O_2

정답 4번

간단한 해설

O_2에서는 두 산소 원자가 **전자쌍 두 쌍을 공유하는 이중결합**을 이루므로 다중 공유결합에 해당한다.

선지별 해설

공유결합은 원자들이 전자쌍을 공유하여 이루는 결합이다. 두 원자가 공유하는 전자쌍이 한 쌍이면 단일결합, 두 쌍이면 이중결합, 세 쌍이면 삼중결합이며, 이중결합과 삼중결합을 다중 공유결합이라고 한다.

① X: KBr은 칼륨이 전자를 잃어 생성된 K^+와 브로민이 전자를 얻어 생성된 Br^- 사이의 정전기적 인력으로 결합한 물질이다. 전자쌍을 공유하는 공유결합이 아니라 **이온결합**을 이룬다.

② X: Cl_2에서 각 염소 원자는 원자가 전자가 7개이므로 전자 하나씩을 내어 전자쌍 한 쌍을 공유하면 옥텟을 이룬다. 따라서 Cl–Cl은 **단일 공유결합**이며 다중 공유결합이 아니다.

③ X: NH_3에서 질소 원자는 수소 원자 세 개와 각각 전자쌍 한 쌍씩을 공유한다. N–H 결합이 세 개 있지만, **각 N–H 결합은 단일결합**이다. 서로 다른 세 수소 원자와 맺은 결합을 하나의 삼중결합으로 보지 않는다.

④ O: O_2에서 각 산소 원자는 원자가 전자가 6개이므로 전자 두 개씩을 내어 전자쌍 두 쌍을 공유하면 옥텟을 이룬다. 따라서 두 산소 원자 사이에는 **O=O 이중결합**이 형성되며, 이는 다중 공유결합에 해당한다.

NoteBase

문 4. N_2O **분해에 제안된 메커니즘은 다음과 같다. 위의 메커니즘으로부터 얻어지는 전체반응식과 반응속도 법칙은?**

N_2O(g)k_1N_2(g)+O(g) (느린 반응)
N_2O(g)+O(g)k_2N_2(g)+O_2(g) (빠른 반응)

① $2N_2O(g) \rightarrow 2N_2(g) + O_2(g)$, 속도 = $k_1[N_2O]$

② $N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + O(g)$, 속도 = $k_1[N_2O]$

③ $N_2O(g) + O(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$, 속도 = $k_2[N_2O]$

④ $2N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + 2O_2(g)$, 속도 = $k_2[N_2O]^2$

정답 1번

간단한 해설

두 단계를 더하면 생성되었다가 소모되는 **중간체 O가 소거**되어 전체반응식이 얻어진다. 반응속도는 **느린 첫 단계**가 결정하므로 속도 법칙은 $v = k_1[N_2O]$이다.

구성 요소별 해설

전체반응식: 첫 단계에서 생성된 O(g)는 둘째 단계에서 소모되는 **반응 중간체**이다. 두 반응식을 더하고 양변의 O(g)를 소거하면 $2N_2O(g) \rightarrow 2N_2(g) + O_2(g)$가 된다. 각 단계에서 N_2O가 하나씩 소모되고 N_2가 하나씩 생성되므로, 전체반응식의 계수는 각각 2이다. 어느 한 단계의 반응식만으로 전체반응을 나타낼 수 없다.

반응속도 법칙: 주어진 메커니즘에서 느린 첫 단계가 전체 반응의 진행을 제한하는 속도 결정 단계이다. 이 단계는 N_2O 한 분자가 분해되는 단일 단계 반응이므로 $v = k_1[N_2O]$이며, N_2O에 대한 1차 반응이다. **반응 차수는 전체반응식의 계수에서 정하지 않는다.** 따라서 전체반응식에서 N_2O의 계수가 2라고 하여 농도를 제곱하지 않으며, 빠른 둘째 단계의 속도 상수 k_2를 사용하지 않는다.

이 전체반응식과 1차 속도 법칙을 함께 제시한 조합은 ①이다.

NoteBase

문 5. 일정 압력에서 2몰의 공기를 40°C에서 80°C로 가열할 때, 엔탈피 변화(ΔH)[J]는? (단, 공기의 정압열용량은 20 J mol^{-1} °C^{-1}이다)

① 640

② 800

③ 1,600

④ 2,400

정답 3번

간단한 해설

일정 압력에서 엔탈피 변화는 **물질량 × 몰 정압열용량 × 온도 변화**로 구한다. 온도가 40°C 상승하므로 엔탈피는 1,600 J 증가한다.

계산 과정

일정 압력에서 몰 정압열용량이 일정하면 엔탈피 변화는 $\Delta H = nC_{p,m}\Delta T$이다. 여기서 n은 물질량, $C_{p,m}$은 몰 정압열용량, ΔT는 온도 변화이다. 주어진 20 J mol^{-1} °C^{-1}는 **공기 1몰의 온도를 1°C 높이는 데 필요한 열량**이므로, 2몰 전체의 정압열용량은 2 × 20 = 40 J °C^{-1}이다.

온도 변화는 나중 온도에서 처음 온도를 뺀 값이므로 ΔT = 80 − 40 = 40°C이다. 섭씨온도와 절대온도는 온도 차의 수치가 같으므로, 이 계산에서는 켈빈으로 바꿀 필요가 없다.

따라서 ΔH = 40 × 40 = 1,600 J이다. 가열하여 온도가 올라가므로 엔탈피 변화는 양수이며, 계산값은 ③의 1,600 J에 해당한다.

NoteBase

문 6. 다음은 원자 A⊠D에 대한 양성자 수와 중성자 수를 나타낸다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, A⊠D는 임의의 원소기호이다)

원자	A	B	C	D
양성자 수	17	17	18	19
중성자 수	18	20	22	20

① 이온 A^-와 중성원자 C의 전자수는 같다.

② 이온 A^-와 이온 B^+의 질량수는 같다.

③ 이온 B^-와 중성원자 D의 전자수는 같다.

④ 원자 A⊠D 중 질량수가 가장 큰 원자는 D이다.

정답 1번

간단한 해설

A의 양성자 수는 17개이므로 전자를 1개 얻은 A^-의 전자 수는 18개이다. 중성원자 C도 양성자 수가 18개이므로 두 입자의 **전자 수는 18개로 같다**.

NoteBase

선지별 해설

중성원자는 양성자 수와 전자 수가 같다. 전하가 −1인 음이온은 중성원자보다 전자가 1개 많고, 전하가 +1인 양이온은 전자가 1개 적다. 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이며, 전자를 얻거나 잃어 이온이 되어도 원자핵은 변하지 않으므로 질량수는 그대로이다.

① O: 표에서 A의 양성자 수는 17개, C의 양성자 수는 18개이다. A^-는 전자를 1개 얻었으므로 전자 수가 17 + 1 = 18개이고, 중성원자 C의 전자 수는 18개이다. 따라서 두 입자의 전자 수는 같다.

② X: A의 질량수는 17 + 18 = 35이고, B의 질량수는 17 + 20 = 37이다. **이온이 되어도 질량수는 변하지 않으므로** A^-의 질량수는 35, B^+의 질량수는 37로 서로 다르다.

③ X: B의 양성자 수는 17개이므로 B^-의 전자 수는 17 + 1 = 18개이다. 중성원자 D의 전자 수는 양성자 수와 같은 19개이다. 따라서 B^-는 D보다 **전자가 1개 적다**.

④ X: 양성자 수와 중성자 수를 더하면 A, B, C, D의 질량수는 각각 35, 37, 40, 39이다. D는 양성자 수가 가장 많지만, **질량수가 가장 큰 원자는 C**이다.

NoteBase

문 7. 단열된 용기 안에 있는 25 °C의 물 150 g에 60 °C의 금속 100 g을 넣어 열평형에 도달하였다. 평형 온도가 30 °C일 때, 금속의 비열[J g^{-1} °C^{-1}]은? (단, 물의 비열은 4 J g^{-1} °C^{-1}이다)

① 0.5

② 1

③ 1.5

④ 2

정답 2번

간단한 해설

단열되어 외부와 열을 주고받지 않으므로 **금속이 잃은 열량과 물이 얻은 열량이 같다**. 물이 얻은 3000 J를 금속의 질량 100 g과 온도 감소량 30 °C로 나누면 비열은 1 J g^{-1} °C^{-1}이다.

계산 과정

열량 관계: 단열된 용기에서는 외부와 열을 주고받지 않는다. 용기가 흡수하는 열은 무시하고 물과 금속 사이의 열이동만 고려하면, **금속이 잃은 열량은 물이 얻은 열량과 같다**. 온도 변화에 따른 열량의 크기는 $Q = mc\Delta T$로 구한다. 여기서 m은 질량, c는 비열, ΔT는 온도 변화의 크기이다.

물이 얻은 열량: 물 150 g의 온도는 25 °C에서 30 °C로 올라가므로 온도 상승량은 30 − 25 = 5 °C이다. 물의 비열이 4 J g^{-1} °C^{-1}이므로 얻은 열량은 150 × 4 × 5 = 3000 J이다. 이 값은 금속에서 물로 전달된 열량이다.

금속의 온도 변화: 열평형에서는 물과 금속의 온도가 모두 30 °C이다. 따라서 금속 100 g의 온도는 60 °C에서 30 °C로 내려가며, **온도 감소량은 30 °C**이다. 물의 온도 상승량 5 °C와 구별해야 한다.

금속의 비열: 금속이 잃은 열량 3000 J를 금속의 질량과 온도 감소량의 곱으로 나누면 $c = \frac{3000}{100 \cdot 30} = 1$이다. 따라서 금속의 비열은 1 J g^{-1} °C^{-1}이며, 선택지 ②의 값에 해당한다.

NoteBase

문 8. 주기율표에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① O^{2-}, F^-, Na^+ 중에서 이온반지름이 가장 큰 것은 O^{2-}이다.

② F, O, N, S 중에서 전기음성도는 F가 가장 크다.

③ Li과 Ne 중에서 1차 이온화 에너지는 Li이 더 크다.

④ Na, Mg, Al 중에서 원자반지름이 가장 작은 것은 Al이다.

정답 3번

간단한 해설

③의 'Li이 더 크다'는 관계가 반대이다. Li은 가장 바깥 전자 1개를 쉽게 잃지만, Ne은 전자껍질이 가득 찬 안정한 상태여서 전자를 떼어 내기 어렵다. 따라서 **1차 이온화 에너지는 Ne이 더 크다**.

선지별 해설

① O: O^{2-}, F^-, Na^+는 모두 전자가 10개인 등전자 이온이다. **전자 수가 같으면 핵전하가 클수록** 전자를 더 강하게 끌어당겨 이온반지름이 작아진다. 원자번호는 O가 8, F가 9, Na가 11이므로 이온반지름은 $O^{2-} > F^- > Na^+$ 순서이며, O^{2-}가 가장 크다.

② O: 전기음성도는 원자가 공유결합의 전자쌍을 끌어당기는 정도이다. 주기율표에서 일반적으로 같은 주기에서는 오른쪽으로 갈수록, 같은 족에서는 위로 갈수록 커진다. **F는 전기음성도가 가장 큰 원소**이므로 O, N, S보다 전기음성도가 크다.

③ X: 1차 이온화 에너지는 기체 상태의 중성 원자에서 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 에너지이다. Li은 가장 바깥 전자껍질에 전자가 1개 있어 이를 비교적 쉽게 잃는다. 반면 Ne은 가장 바깥 전자껍질이 가득 찬 안정한 전자 배치를 이루며 전자를 강하게 붙잡고 있다. 따라서 **Li보다 Ne의 1차 이온화 에너지가 더 크다**.

④ O: Na, Mg, Al은 모두 3주기 원소이다. 같은 주기에서 오른쪽으로 갈수록 핵전하가 커지지만 전자껍질 수는 같고, 같은 껍질에 추가되는 전자의 가림 효과는 핵전하 증가를 충분히 상쇄하지 못한다. 따라서 바깥 전자가 느끼는 **유효 핵전하가 커져 원자반지름이 작아진다**. 원자반지름은 Na > Mg > Al 순서이므로 Al이 가장 작다.

NoteBase

문 9. 화합물 A_2B의 질량 조성이 원소 A 60%와 원소 B 40%로 구성될 때, AB_3를 구성하는 A와 B의 질량비는?

① 10%의 A, 90%의 B

② 20%의 A, 80%의 B

③ 30%의 A, 70%의 B

④ 40%의 A, 60%의 B

정답 2번

간단한 해설

A_2B의 질량 조성에서 A는 원자 2개에 해당하므로, **원자량비 A : B는 3 : 4**이다. 따라서 AB_3의 질량비는 3 : 12 = 1 : 4로, A 20%, B 80%가 된다.

계산 과정

원자량비 구하기: A와 B의 원자량을 각각 M_A, M_B라 하면, 각 원소의 질량은 **원자 수와 원자량의 곱에 비례**한다. A_2B에는 A 원자 2개와 B 원자 1개가 있으므로 $2M_A : M_B = 60 : 40 = 3 : 2$이다. A 원자 1개를 기준으로 바꾸면 $M_A : M_B = 3 : 4$가 된다.

AB_3의 질량비 구하기: AB_3에는 A 원자 1개와 B 원자 3개가 있다. 따라서 원자량비 3 : 4에 **각 원자의 개수**를 반영하면 $M_A : 3M_B = 3 : (3 \cdot 4) = 3 : 12 = 1 : 4$이다. 이는 화합물 전체 질량을 5로 나누었을 때 A가 1, B가 4를 차지한다는 뜻이다.

질량 백분율 구하기: A의 질량 백분율은 $\frac{1}{1+4} \times 100 = 20\%$, B의 질량 백분율은 $\frac{4}{1+4} \times 100 = 80\%$이다. 따라서 A 20%, B 80%로, ②의 조성과 일치한다.

NoteBase

문 10. 25 °C 표준상태에서 다음의 두 반쪽 반응으로 구성된 갈바니 전지의 표준 전위[V]는? (단, E°는 표준 환원 전위 값이다)

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

① −0.76
② 0.34
③ 0.42
④ 1.1

정답 4번

간단한 해설

갈바니 전지에서는 표준 환원 전위가 더 큰 구리 쪽에서 환원이, 아연 쪽에서 산화가 일어난다. 전지 전위는 **환원극과 산화극의 표준 환원 전위 차**이므로 0.34 − (−0.76) = 1.10 V이다.

계산 과정

반응 방향: 25 °C 표준상태의 갈바니 전지는 자발적인 산화·환원 반응으로 전기 에너지를 만든다. 두 반쪽 반응 중 **표준 환원 전위가 더 큰 쪽에서 환원**이 일어나므로, 0.34 V인 구리 쪽이 환원극이다. 이곳에서는 $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ 반응이 일어난다. −0.76 V인 아연 쪽은 산화극이므로, 주어진 환원 반응의 역반응인 $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$이 일어난다.

전위 차: 표준 전지 전위 E^_전지는 두 전극의 전위 차이므로 E^_전지 = E^_환원극 - E^_산화극으로 구한다. 이 식에는 두 전극 모두 **표준 환원 전위**를 넣는다. 따라서 아연이 산화되더라도 산화극에 넣을 값은 주어진 −0.76 V이다.

계산 결과: 0.34 − (−0.76) = 1.10 V이다. 음수인 아연의 표준 환원 전위를 빼므로 두 전극 사이의 전위 차는 양수가 된다. 구한 1.10 V는 ④의 1.1 V와 같다.

NoteBase

문 11. 반응식 $P_4(s) + 10Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_5(s)$에서 환원제와 이를 구성하는 원자의 산화수 변화를 옳게 짝 지은 것은?

① 환원제: P_4(s), 반응 전 산화수: 0, 반응 후 산화수: +5
② 환원제: P_4(s), 반응 전 산화수: 0, 반응 후 산화수: +4
③ 환원제: Cl_2(g), 반응 전 산화수: 0, 반응 후 산화수: +5
④ 환원제: Cl_2(g), 반응 전 산화수: 0, 반응 후 산화수: −1

정답 1번

간단한 해설

환원제는 상대를 환원시키면서 **자신은 산화되는 물질**이다. 이 반응에서 P의 산화수는 0에서 +5로 증가하므로 P_4가 환원제이다.

공통 해설

환원제는 다른 물질에 전자를 주어 환원시키고, 자신을 구성하는 원자는 산화된다. 따라서 환원제를 찾는 공통 기준은 반응 전후에 **산화수가 증가하는 원자**를 확인하는 것이다.

P_4와 Cl_2는 각각 한 종류의 원소로 이루어진 홑원소 물질이므로 반응 전 P와 Cl의 산화수는 모두 0이다. 생성물 PCl_5에서 Cl은 P보다 전기음성도가 크므로 산화수가 −1이다. 전기적으로 중성인 화합물에서는 구성 원자의 산화수 합이 0이어야 하므로, Cl 5개의 산화수 합 −5를 상쇄하는 P의 산화수는 +5이다.

따라서 P는 산화수가 0에서 +5로 증가하여 산화되고, P_4는 환원제로 작용한다. Cl은 산화수가 0에서 −1로 감소하여 환원되므로 Cl_2는 산화제이다. 이 반응에서 요구하는 짝은 환원제 P_4와 이를 구성하는 P 원자의 산화수 변화 0 → +5이다.

NoteBase

문 12. 프로페인(C_3H_8)이 완전연소할 때, 균형 화학 반응식으로 옳은 것은?

① $C_3H_8(g) + 3O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(g)$

② $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 3H_2O(g)$

③ $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$

④ $C_3H_8(g) + 4O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(g)$

정답 3번

간단한 해설

화학 반응에서는 **원소별 원자 수가 보존**된다. 프로페인 1분자의 탄소 3개와 수소 8개에 맞춰 이산화 탄소 3분자와 물 4분자가 생성되며, 여기에 필요한 산소는 5분자이다.

공통 해설

균형 화학 반응식은 **각 원소의 원자 수가 반응 전후에 같은** 반응식이다. 계수는 분자 수를 나타내므로, 각 물질의 원자 수는 계수에 분자 하나에 들어 있는 해당 원자의 수를 곱해 센다. 균형을 맞출 때는 물질의 종류를 바꾸는 화학식의 아래 첨자가 아니라 계수를 조절한다. 어느 한 원소라도 양쪽 원자 수가 다르면 균형 반응식이 아니다.

프로페인 C_3H_8의 완전연소에서는 탄소가 이산화 탄소로, 수소가 물로 된다. 프로페인의 계수를 1로 두면 탄소 3개를 보존하기 위해 CO_2의 계수는 3, 수소 8개를 보존하기 위해 H_2O의 계수는 4가 되어야 한다. 이때 생성물의 산소 원자는 $3 \times 2 + 4 \times 1 = 10$개이므로, 산소 원자를 2개씩 가진 O_2의 계수는 5이다.

따라서 프로페인·산소·이산화 탄소·물의 계수는 각각 1, 5, 3, 4이다. 이 계수를 적용하면 반응물과 생성물의 탄소는 각각 3개, 수소는 각각 8개, 산소는 각각 10개로 모두 일치한다.

NoteBase

문 13. 중성원자를 고려할 때, 원자가전자 수가 같은 원자들의 원자번호끼리 옳게 짝 지은 것은?

① 1, 2, 9

② 5, 6, 9

③ 4, 12, 17

④ 9, 17, 35

정답 4번

간단한 해설

원자번호 9, 17, 35는 각각 플루오린(F), 염소(Cl), 브로민(Br)으로, 모두 **17족 할로젠 원소**이다. 세 중성원자는 가장 바깥 전자껍질에 전자가 7개씩 있어 **원자가전자 수가 7개**로 같다.

선지별 해설

중성원자의 전자 수는 원자번호와 같다. 원자가전자는 화학 결합에 관여할 수 있는 전자이며, 이 문항의 할로젠 원소에서는 가장 바깥 전자껍질의 전자 7개가 이에 해당한다.

① X: 원자번호 1, 2, 9는 각각 수소(H), 헬륨(He), 플루오린(F)이다. 수소의 원자가전자는 1개이고 플루오린의 원자가전자는 7개이므로, **세 원자의 원자가전자 수가 같지 않다**.

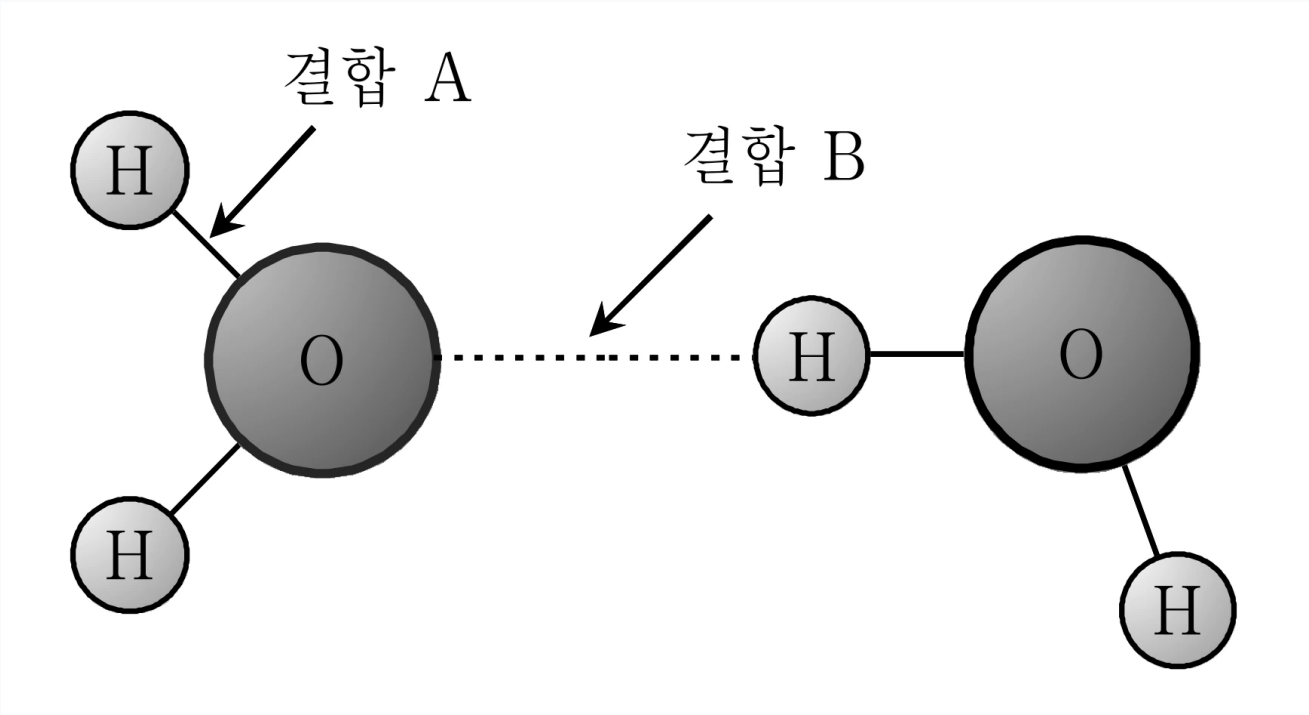
② X: 원자번호 5, 6, 9는 각각 붕소(B), 탄소(C), 플루오린(F)이다. 이들의 원자가전자 수는 각각 **3개, 4개, 7개**이므로 서로 다르다.

③ X: 원자번호 4, 12, 17은 각각 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 염소(Cl)이다. 베릴륨과 마그네슘은 2족 원소로 원자가전자가 2개씩이지만, **염소는 7개**이므로 세 원자가 모두 같은 것은 아니다.

④ O: 원자번호 9, 17, 35는 각각 플루오린(F), 염소(Cl), 브로민(Br)이다. 안쪽부터 전자껍질별 전자 수를 쓰면 각각 2, 7 / 2, 8, 7 / 2, 8, 18, 7이다. 전체 전자 수와 전자껍질 수는 다르지만, **가장 바깥 전자껍질의 전자는 모두 7개**이므로 원자가전자 수가 같다.

NoteBase

문 14. 물 분자의 결합 모형을 그림처럼 나타낼 때, 결합 A와 결합 B에 대한 설명으로 옳은 것은?



① 결합 A는 결합 B보다 강하다.

② 액체에서 기체로 상태변화를 할 때 결합 A가 끊어진다.

③ 결합 B로 인하여 산소 원자는 팔전자 규칙(octet rule)을 만족한다.

④ 결합 B는 공유결합으로 이루어진 모든 분자에서 관찰된다.

정답 1번

간단한 해설

그림의 실선 A는 물 분자 내부의 O–H 공유결합이고, 점선 B는 서로 다른 물 분자 사이의 수소 결합이다. 원자들이 전자쌍을 공유하는 **공유결합 A가 수소 결합 B보다 강하다**.

NoteBase

선지별 해설

그림에서 A는 한 물 분자 안의 산소와 수소를 잇는 실선으로, 전자쌍을 공유하는 공유결합이다. B는 한 물 분자의 산소와 다른 물 분자의 수소를 잇는 점선으로, 분자 사이에 작용하는 수소 결합이다.

① O: 물 분자 내부의 O–H 공유결합 A는 분자 사이의 수소 결합 B보다 강하다. A를 끊으려면 원자 사이의 공유결합을 끊어야 하므로, B를 끊을 때보다 더 큰 에너지가 필요하다.

② X: 물이 액체에서 기체로 변할 때는 물 분자들이 서로 떨어지면서 **분자 사이의 수소 결합 B**가 끊어진다. 분자 내부의 공유결합 A는 유지되므로 수증기에서도 물 분자 자체는 그대로 존재한다.

③ X: 산소 원자가 팔전자 규칙을 만족하는 것은 수소 결합 B가 아니라 **공유결합 A에 의한 전자쌍 공유** 때문이다. 물 분자의 산소 주위에는 두 O–H 결합의 공유 전자쌍 두 쌍과 비공유 전자쌍 두 쌍이 있어, 총 8개의 원자가전자가 배치된다.

④ X: 수소 결합 B는 **모든 공유결합 분자에서 관찰되는 것은 아니다**. 일반적으로 수소가 N, O, F처럼 전기음성도가 큰 원자에 직접 결합하고, 이 수소와 상호작용할 비공유 전자쌍이 있어야 수소 결합을 형성할 수 있다. 예를 들어 메테인은 공유결합 분자이지만 분자 사이에 수소 결합을 형성하지 않는다.

NoteBase

문 15. 다음 중 산화-환원 반응은?

① $HCl(g) + NH_3(aq) \rightarrow NH_4Cl(s)$

② $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$

③ $Pb(NO_3)_2(aq) + 2KI(aq) \rightarrow PbI_2(s) + 2KNO_3(aq)$

④ $Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow 2Ag(s) + Cu^{2+}(aq)$

정답 4번

간단한 해설

④에서는 구리의 산화수가 0에서 +2로 증가하고, 은의 산화수가 +1에서 0으로 감소한다. 구리가 내놓은 전자를 은 이온이 받으므로 **산화와 환원이 동시에 일어나는 반응**이다.

선지별 해설

산화·환원 반응은 전자 이동에 따라 원소의 산화수가 변하는 반응이다. 산화수가 증가하면 전자를 잃는 산화, 감소하면 전자를 얻는 환원이다. 아래 O/X는 각 반응이 산화·환원 반응에 해당하는지를 나타낸다.

① X: 염화수소가 암모니아에 양성자 H^+를 주어 암모늄 이온을 만드는 **산·염기 반응**이다. 질소의 산화수는 NH_3와 NH_4^+에서 모두 −3이고, 수소는 +1, 염소는 −1로 유지된다. 양성자가 이동하지만 산화수 변화는 없으므로 산화·환원 반응이 아니다.

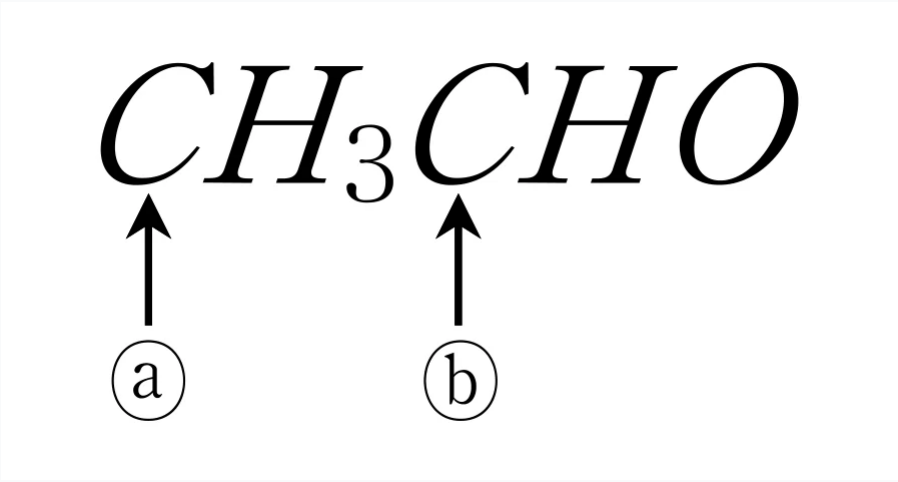
② X: 산과 염기가 반응하여 물과 염을 만드는 **중화 반응**이다. 핵심 변화는 수소 이온과 수산화 이온이 결합해 물을 만드는 것이다. 반응 전후 수소는 +1, 산소는 −2, 나트륨은 +1, 염소는 −1로 산화수가 모두 유지되므로 산화·환원 반응이 아니다.

③ X: 수용액의 납(II) 이온과 아이오딘화 이온이 결합하여 난용성 고체 PbI_2를 만드는 **침전 반응**이다. 납의 산화수는 +2, 아이오딘의 산화수는 −1로 유지되며, 칼륨 이온과 질산 이온도 산화수가 변하지 않는다. 고체가 생성되어도 전자 이동에 따른 산화수 변화가 없으므로 산화·환원 반응이 아니다.

④ O: 구리는 Cu에서 Cu^{2+}로 변하면서 산화수가 0에서 +2로 증가하므로 산화된다. 은은 Ag^+에서 Ag로 변하면서 산화수가 +1에서 0으로 감소하므로 환원된다. 구리 원자 하나가 전자 2개를 내놓고 은 이온 두 개가 각각 전자 1개씩 받으므로, **전자 이동을 통해 산화와 환원이 함께 일어난다**.

NoteBase

문 16. 아세트알데하이드(acetaldehyde)에 있는 두 탄소(ⓐ와 ⓑ)의 혼성 오비탈을 옳게 짝 지은 것은?



① ⓐ: sp^3, ⓑ: sp^2

② ⓐ: sp^2, ⓑ: sp^2

③ ⓐ: sp^3, ⓑ: sp

④ ⓐ: sp^3, ⓑ: sp^3

정답 1번

간단한 해설

탄소의 혼성화는 **전자 영역 수**로 판단하며, 이중 결합도 하나의 영역으로 센다. ⓑ는 산소와 이중 결합하지만 주변 전자 영역이 세 개이므로 sp^2 혼성이다.

대응 관계 해설

ⓐ: 그림에서 왼쪽 메틸기의 탄소이다. 수소 세 개 및 ⓑ 탄소와 각각 단일 결합하여 **σ 결합 네 개**를 형성하고 비공유 전자쌍은 없다. 따라서 전자 영역은 네 개이며, s 오비탈 하나와 p 오비탈 세 개가 섞인 sp^3 혼성 오비탈을 사용한다. 네 혼성 오비탈은 정사면체 방향으로 배열된다.

ⓑ: 그림에서 오른쪽 알데하이드기의 탄소이다. ⓐ 탄소 및 수소와 각각 단일 결합하고 산소와 이중 결합한다. C=O 이중 결합은 σ 결합 하나와 π 결합 하나로 이루어지지만, **전자 영역은 하나**로 센다. 따라서 ⓑ 주위에는 전자 영역이 세 개이고 비공유 전자쌍은 없으므로 sp^2 혼성이다. 세 혼성 오비탈이 평면 삼각형 방향으로 σ 결합을 형성하며, 혼성화에 참여하지 않은 p 오비탈은 산소의 p 오비탈과 옆으로 겹쳐 π 결합을 형성한다.

ⓐ는 sp^3, ⓑ는 sp^2이므로 ①의 짝과 일치한다.

NoteBase

문 17. 용액에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 용액의 밀도는 용액의 질량을 용액의 부피로 나눈 값이다.

② 용질 A의 몰농도는 A의 몰수를 용매의 부피(L)로 나눈 값이다.

③ 용질 A의 몰랄농도는 A의 몰수를 용매의 질량(kg)으로 나눈 값이다.

④ 1 ppm은 용액 백만 g에 용질 1 g이 포함되어 있는 값이다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '용매의 부피'는 **용액의 부피**로 고쳐야 한다. 몰농도는 용질의 몰수를 용질과 용매가 섞인 전체 용액의 부피(L)로 나눈 값이다.

선지별 해설

① O: 밀도는 단위 부피당 질량이다. 따라서 용액의 밀도는 **용액 전체의 질량**을 용액의 부피로 나눈 값이며, 용액의 질량에는 용질과 용매의 질량이 모두 포함된다.

② X: 몰농도는 용질 A의 몰수를 **용액의 부피(L)**로 나눈 값이며, 단위는 mol/L이다. 선지의 '용매의 부피'는 '용액의 부피'로 고쳐야 한다. 용매에 용질을 녹여 만든 최종 용액의 부피를 기준으로 한다.

③ O: 몰랄농도는 용질 A의 몰수를 **용매의 질량(kg)**으로 나눈 값이며, 단위는 mol/kg이다. 몰농도는 용액의 부피를 기준으로 하지만, 몰랄농도는 용질의 질량을 제외한 용매의 질량을 기준으로 한다.

④ O: ppm은 전체에 대한 비율을 백만분율로 나타낸 것이다. **질량을 기준으로 한 1 ppm**은 용액 1,000,000 g에 용질 1 g이 포함되어 있다는 뜻이다. 이때 기준 질량은 용매만의 질량이 아니라 용질을 포함한 용액 전체의 질량이다.

NoteBase

문 18. 바닷물의 염도를 1kg의 바닷물에 존재하는 건조 소금의 질량(g)으로 정의하자. 질량 백분율로 소금 3.5%가 용해된 바닷물의 염도[$\frac{g}{kg}$]는?

① 0.35

② 3.5

③ 35

④ 350

정답 3번

간단한 해설

질량 백분율 3.5%는 바닷물 100 g에 소금 3.5 g이 들어 있다는 뜻이다. 바닷물 **1 kg에는 소금 35 g**이 들어 있으므로 염도는 35 g/kg이다.

계산 과정

질량 백분율의 기준은 물만의 질량이 아니라 **소금을 포함한 바닷물 전체의 질량**이다. 따라서 질량 백분율이 3.5%이면 바닷물 100 g에 소금 3.5 g이 들어 있다.

문제의 염도는 바닷물 1 kg에 들어 있는 건조 소금의 질량으로 정의된다. 1 kg = 1000 g이므로 소금의 질량은 $1000\text{g} \times \frac{3.5}{100} = 35\text{g}$이다. 이 35 g은 바닷물 1 kg에 포함된 소금의 질량이다.

따라서 염도는 35 g/kg이며, ③의 35에 해당한다.

NoteBase

문 19. 25°C 표준상태에서 아세틸렌($C_2H_2(g)$)의 연소열이 −1,300 kJ mol^{-1}일 때, C_2H_2의 연소에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 생성물의 엔탈피 총합은 반응물의 엔탈피 총합보다 크다.

② C_2H_2 1몰의 연소를 위해서는 1,300 kJ이 필요하다.

③ C_2H_2 1몰의 연소를 위해서는 O_2 5몰이 필요하다.

④ 25°C의 일정 압력에서 C_2H_2이 연소될 때 기체의 전체 부피는 감소한다.

정답 4번

간단한 해설

25°C에서 연소로 생성되는 물은 **액체**이므로 기체 몰수에 포함하지 않는다. 완전 연소 반응에서 아세틸렌 2몰을 기준으로 기체가 7몰에서 4몰로 줄어들어, **온도와 압력이 일정하면 기체의 전체 부피도 감소**한다.

선지별 해설

25°C 표준상태에서 아세틸렌의 완전 연소 반응식은 다음과 같다.
$2C_2H_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(l)$
물은 이 조건에서 액체이므로 기체 몰수에 포함하지 않는다.

① X: 연소열이 −1,300 kJ mol^{-1}이라는 것은 아세틸렌 1몰이 연소할 때 계의 엔탈피가 1,300 kJ 감소한다는 뜻이다. 따라서 생성물의 엔탈피 총합은 반응물의 엔탈피 총합보다 **작다**.

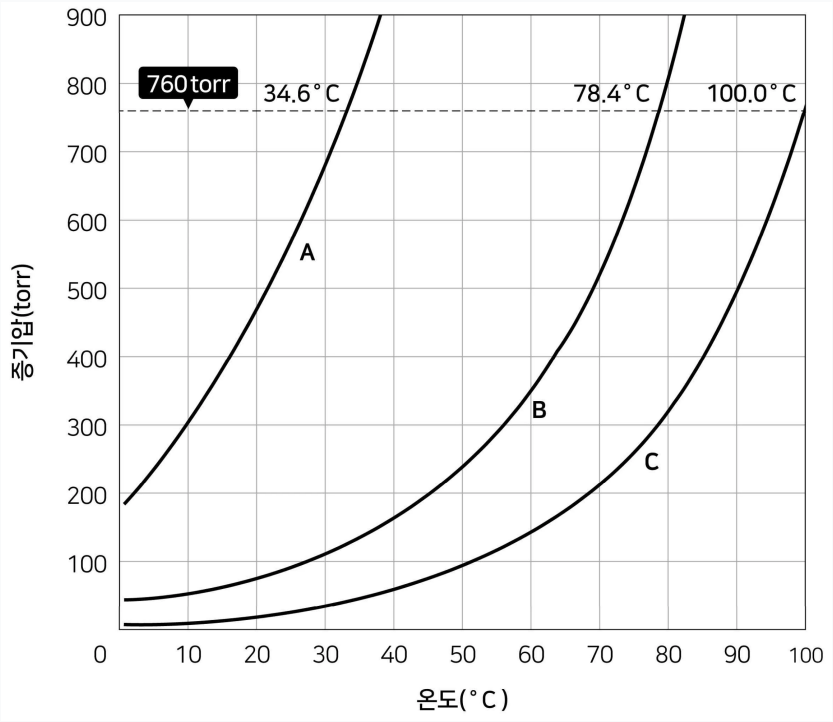
② X: 아세틸렌의 연소는 연소열이 음수인 **발열 반응**이다. 아세틸렌 1몰이 완전 연소하면 열 1,300 kJ을 흡수하는 것이 아니라 주위로 방출한다. 반응을 시작하는 데 필요한 점화 에너지와 반응 전체에서 출입하는 열은 구별해야 한다.

③ X: 반응식의 계수비에서 아세틸렌 2몰에 산소 5몰이 필요하다. 따라서 아세틸렌 1몰에 필요한 산소는 $\frac{5}{2} = 2.5$ 몰이다. **산소 5몰은 아세틸렌 2몰을 연소시키는 양**이다.

④ O: 아세틸렌 2몰이 완전 연소하면 반응 전 기체는 아세틸렌 2몰과 산소 5몰을 합한 7몰이고, 반응 후 기체는 이산화 탄소 4몰이다. 생성된 물 2몰은 액체이므로 제외한다. 이상 기체 관계식 $PV = nRT$에서 **온도와 압력이 일정하면 부피는 기체 몰수에 비례**하므로, 기체 몰수가 7몰에서 4몰로 줄어들면 전체 부피도 감소한다.

NoteBase

문 20. 물질 A, B, C에 대한 다음 그래프의 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. 30 °C에서 증기압 크기는 C < B < A이다.

ㄴ. B의 정상 끓는점은 78.4 °C이다.

ㄷ. 25 °C 열린 접시에서 가장 빠르게 증발하는 것은 C이다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

간단한 해설

같은 온도에서 증기압이 가장 높은 A가 **가장 쉽게 증발**한다. B의 증기압이 **1기압인 760 torr**에 도달하는 온도는 78.4 °C이므로, 이것이 B의 정상 끓는점이다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 그래프의 가로축은 온도, 세로축은 증기압이다. 30 °C에서 각 곡선의 높이를 비교하면 A가 가장 높고 C가 가장 낮으므로, 증기압의 크기는 **C < B < A**이다.

ㄴ. O: 액체는 증기압이 외부 압력과 같아질 때 끓는다. 정상 끓는점은 **외부 압력이 1기압일 때의 끓는점**이며, 1기압은 760 torr이다. 그래프에서 B 곡선과 760 torr 점선이 만나는 온도가 78.4 °C이므로 B의 정상 끓는점은 78.4 °C이다.

ㄷ. X: 같은 온도에서 증기압이 높은 액체일수록 휘발성이 커 쉽게 증발한다. 25 °C에서 증기압은 A > B > C이므로, 표면적과 공기 흐름 등 다른 조건이 같다면 열린 접시에서 가장 빠르게 증발하는 것은 **C가 아니라 A**이다. 증발은 액체 표면에서 일어나므로 끓는점보다 낮은 온도에서도 가능하다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄴ이며, 이 조합은 ①에 해당한다.

NoteBase