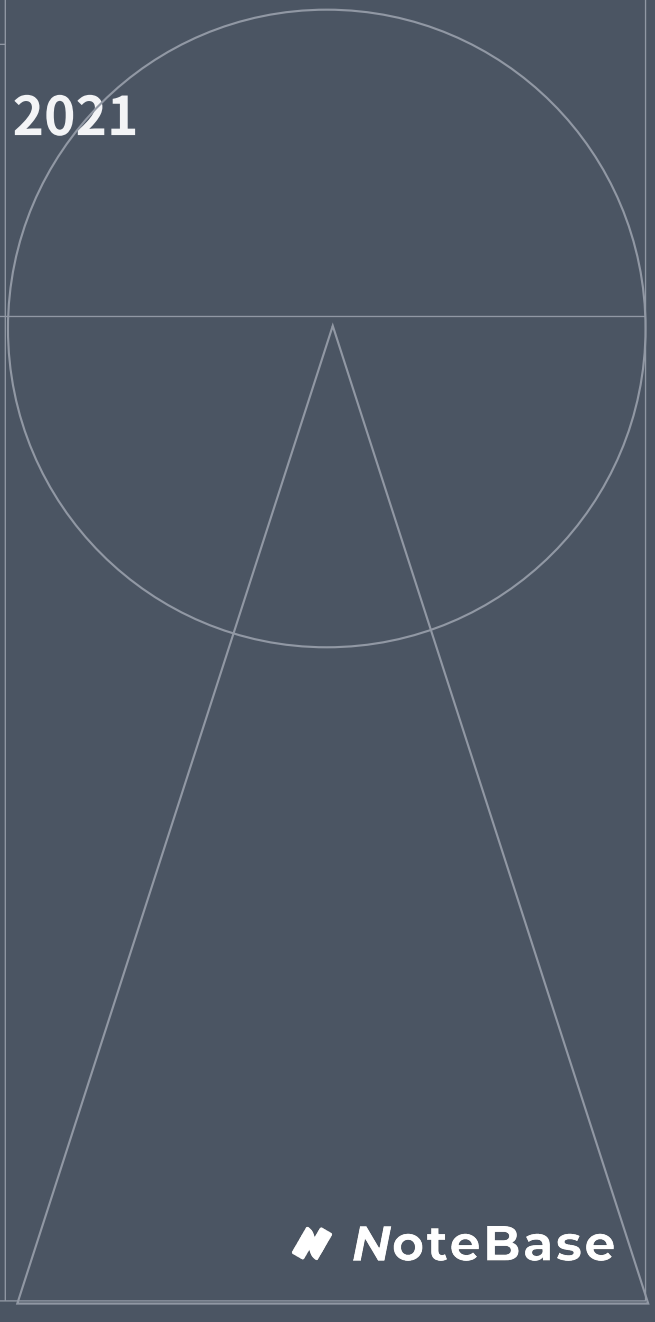
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2021

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2021

문 1. 다음 물질 변화의 종류가 다른 것은?

① 물이 끓는다.

② 설탕이 물에 녹는다.

③ 드라이아이스가 승화한다.

④ 머리카락이 과산화 수소에 의해 탈색된다.

정답 4번

간단한 해설

과산화 수소는 머리카락의 색소인 멜라닌을 **산화하여 다른 물질로 변화**시키므로, 탈색은 화학 변화이다.

선지별 해설

물질 변화는 새로운 물질이 생기는지를 기준으로 구분한다. 물리 변화는 물질의 종류가 유지되는 변화이고, 화학 변화는 화학 반응으로 다른 물질이 생기는 변화이다.

① 물이 끓는다: 액체 상태의 물이 기체 상태의 수증기로 바뀌는 **상태 변화**이다. 물 분자 자체는 변하지 않으므로 물리 변화이다.

② 설탕이 물에 녹는다: 설탕 분자가 물속에 고르게 퍼지지만 **설탕 분자 자체는 유지**된다. 새로운 물질이 생기지 않으므로 물리 변화이다.

③ 드라이아이스가 승화한다: 고체 이산화 탄소가 액체를 거치지 않고 바로 기체로 바뀐다. **고체와 기체 모두 이산화 탄소**이므로 물리 변화이다.

④ 머리카락이 과산화 수소에 의해 탈색된다: 과산화 수소가 머리카락의 멜라닌 색소를 산화하여 색을 내는 구조를 변화시킨다. 색소가 **다른 물질로 바뀌는 화학 반응**이므로 화학 변화이다.

①~③은 물질의 종류가 유지되는 물리 변화이고, ④는 다른 물질이 생기는 화학 변화이므로 변화의 종류가 다르다.

NoteBase

문 2. 용액의 총괄성에 해당하지 않는 현상은?

① 산 위에 올라가서 끓인 라면은 설익는다.

② 겨울철 도로 위에 소금을 뿌려 얼음을 녹인다.

③ 라면을 끓일 때 스프부터 넣으면 면이 빨리 익는다.

④ 서로 다른 농도의 두 용액을 반투막을 사용해 분리해 놓으면 점차 그 농도가 같아진다.

정답 1번

간단한 해설

산에서는 **기압이 낮아져 물의 끓는점이 내려가므로** 같은 시간 끓여도 면이 덜 익는다. 이는 용질을 녹여 생기는 총괄성이 아니라 외부 압력 변화에 따른 현상이다.

선지별 해설

총괄성은 묽은 용액에서 용질의 종류보다 용질 입자의 농도에 따라 나타나는 성질이다. 증기 압력 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림, 삼투압이 이에 속한다. 아래 O/X는 각 현상이 총괄성에 해당하는지에 대한 판정이다.

① X: 산에서는 **외부 기압이 낮아져** 물이 더 낮은 온도에서 끓는다. 끓는 동안의 물 온도가 낮아 같은 시간 조리하면 면이 덜 익는다. 이 현상은 용질 입자의 농도 변화가 아니라 기압 변화 때문이므로 총괄성에 해당하지 않는다.

② O: 소금이 얼음 표면의 물에 녹으면 **어는점이 내려간다**. 주변 온도가 소금물의 어는점보다 높으면 액체 상태가 유지될 수 있어 얼음이 녹는다. 이는 총괄성인 어는점 내림을 이용한 제설이다.

③ O: 스프의 소금 등 비휘발성 용질이 물에 녹으면 물의 증기 압력이 낮아진다. 같은 외부 압력에서 끓으려면 더 높은 온도가 필요하므로 **끓는점 오름**이 나타난다. 이 선지는 높아진 끓는 온도가 면을 익히는 데 유리하다는 원리를 가리킨다. 다만 실제 조리 시간은 용질 농도와 조리 조건에도 좌우되므로 스프를 먼저 넣으면 언제나 빨라진다고 일반화할 수는 없다.

④ O: 반투막이 용매만 통과시키면 용매는 묽은 용액에서 진한 용액 쪽으로 순이동한다. 이것이 **삼투**이며, 이러한 순이동을 막는 데 필요한 압력인 삼투압은 총괄성이다. 용매 이동은 두 용액의 농도 차이를 줄이는 방향으로 진행한다. 다만 액면 높이 차이 등으로 압력 차이가 생기면 농도가 같아지기 전에 평형에 도달할 수 있으므로, '농도가 같아진다'는 표현을 모든 경우에 성립하는 결론으로 보아서는 안 된다.

NoteBase

문 3. 강철 용기에서 암모니아(NH_3) 기체가 질소(N_2) 기체와 수소 기체(H_2)로 완전히 분해된 후의 전체 압력이 900 mmHg이었다. 생성된 질소와 수소 기체의 부분 압력[mmHg]을 바르게 연결한 것은? (단, 모든 기체는 이상 기체의 거동을 한다)

① 질소 기체: 200, 수소 기체: 700

② 질소 기체: 225, 수소 기체: 675

③ 질소 기체: 250, 수소 기체: 650

④ 질소 기체: 275, 수소 기체: 625

정답 2번

간단한 해설

암모니아가 완전히 분해되면 생성되는 질소와 수소의 **몰수비는 1:3**이다. 이상 기체 혼합물에서는 부분 압력도 이 비를 따르므로, 전체 압력 900 mmHg 중 질소는 225 mmHg, 수소는 675 mmHg를 차지한다.

계산 과정

생성 기체의 몰수비: 암모니아의 분해 반응식은 $2NH_3 \rightarrow N_2 + 3H_2$이다. 암모니아 2 mol이 분해될 때 질소 1 mol과 수소 3 mol이 생성되므로, 생성된 **질소와 수소의 몰수비는 1:3**이다.

부분 압력의 계산 기준: 부분 압력은 혼합 기체의 각 성분이 같은 온도에서 용기 전체를 홀로 차지할 때 나타내는 압력이다. 이상 기체는 같은 온도와 부피에서 압력이 몰수에 비례하므로, **부분 압력은 전체 압력에 몰 분율을 곱하여** 구한다. 암모니아가 완전히 분해되었으므로 남아 있는 기체는 질소와 수소뿐이며, 전체 몰수의 비례값은 1 + 3 = 4이다.

질소의 부분 압력: 전체 기체 중 질소의 몰 분율은 $\frac{1}{1+3} = \frac{1}{4}$이다. 따라서 질소의 부분 압력은 $900 \times \frac{1}{4} = 225$ mmHg이다.

수소의 부분 압력: 전체 기체 중 수소의 몰 분율은 $\frac{3}{1+3} = \frac{3}{4}$이다. 따라서 수소의 부분 압력은 $900 \times \frac{3}{4} = 675$ mmHg이다.

질소 225 mmHg와 수소 675 mmHg의 합은 전체 압력인 900 mmHg이며, 이 연결은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 4. 다음은 일산화 탄소(CO)와 수소(H_2)로부터 메탄올(CH_3OH)을 제조하는 반응식이다. 일산화 탄소 280 g과 수소 50 g을 반응시켜 완결하였을 때, 생성된 메탄올의 질량[g]은? (단, C, H, O의 원자량은 각각 12, 1, 16이다)

$$CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(l)$$

① 330

② 320

③ 290

④ 160

정답 2번

간단한 해설

일산화 탄소 10 mol이 모두 반응하는 데 필요한 수소는 20 mol로, 주어진 25 mol보다 적다. 따라서 **일산화 탄소가 생성량을 결정**하며, 메탄올 10 mol, 즉 320 g이 생성된다.

계산 과정

1. 몰질량과 계산 기준: 주어진 원자량으로 구하면 일산화 탄소의 몰질량은 12 + 16 = 28 g/mol, 수소는 1 × 2 = 2 g/mol, 메탄올은 12 + 1 × 4 + 16 = 32 g/mol이다. 반응식의 계수는 **질량비가 아니라 몰수비**를 나타내므로, 질량을 몰수로 바꾸어 비교한다. 몰수는 $n = \frac{m}{M}$으로 구하며, m은 질량, M은 몰질량이다.

2. 처음 넣은 반응물의 몰수: 일산화 탄소는 $n(\mathrm{CO}) = \frac{280\mathrm{g}}{28\mathrm{g/mol}} = 10\mathrm{mol}$, 수소는 $n(\mathrm{H_2}) = \frac{50\mathrm{g}}{2\mathrm{g/mol}} = 25\mathrm{mol}$이다.

3. 먼저 소모되는 반응물: 반응식에서 일산화 탄소 1 mol과 수소 2 mol이 반응하여 메탄올 1 mol이 생성된다. 일산화 탄소 10 mol에 필요한 수소는 10 × 2 = 20 mol이다. 수소는 25 mol 있으므로 충분하고, **일산화 탄소가 먼저 모두 소모**된다. 이처럼 생성물의 최대량을 제한하는 반응물을 한계 반응물이라고 한다.

4. 메탄올의 생성 질량: 일산화 탄소와 메탄올의 몰수비가 1:1이므로, 일산화 탄소 10 mol이 모두 반응하면 메탄올도 10 mol 생성된다. 질량은 몰수에 몰질량을 곱하여 구하므로 10 mol × 32 g/mol = 320 g이다. 이는 ②의 320에 해당한다.

NoteBase

문 5. 주족 원소의 주기적 성질에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 같은 족에 있는 원소들은 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 증가한다.
ㄴ. 같은 주기에 있는 원소들은 원자 번호가 커질수록 원자 반지름이 증가한다.
ㄷ. 전자친화도는 주기의 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 더 큰 양의 값을 갖는다.
ㄹ. He은 Li보다 1차 이온화 에너지가 훨씬 크다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄹ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

같은 족에서는 원자 번호가 커질수록 **전자껍질 수가 늘어나** 원자 반지름이 커진다. He의 전자는 핵 가까이에 강하게 묶여 있으므로, 바깥쪽 전자를 쉽게 잃는 Li보다 **1차 이온화 에너지가 훨씬 크다**.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. O: 같은 족에서 아래로 갈수록 원자 번호가 커지고 전자껍질 수가 증가한다. 최외각 전자가 핵에서 더 먼 전자껍질을 차지하고 안쪽 전자의 가림 효과도 커지므로, 원자 반지름은 대체로 **증가한다**.

ㄴ. X: 같은 주기에서는 전자가 같은 주전자껍질에 채워지는 동안 핵의 양성자 수가 증가한다. 전자가 실제로 느끼는 핵의 인력인 유효 핵전하가 커져 전자들이 핵 쪽으로 더 끌리므로, 원자 반지름은 대체로 **감소한다**. '증가한다'를 '감소한다'로 고쳐야 한다.

ㄷ. X: 전자친화도를 기체 원자가 전자 하나를 얻을 때의 에너지 변화로 나타내면, 에너지를 방출하는 경우 음수이다. 같은 주기에서 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 증가하여 전자 첨가가 유리해지므로, 대체로 **더 음의 값**을 갖는 경향이 있다. 따라서 '더 큰 양의 값'이라는 설명은 잘못이다. 다만 2족·15족·18족 등에는 전자 배치에 따른 예외가 있어 이 경향이 모든 원소에 예외 없이 적용되지는 않는다.

ㄹ. O: 1차 이온화 에너지는 바닥상태의 기체 원자에서 전자 하나를 떼어 내는 데 필요한 에너지이다. He은 첫 번째 전자껍질이 채워져 있고 전자가 핵 가까이에 강하게 묶여 있다. Li에서 처음 제거되는 전자는 두 번째 전자껍질에 있으며 안쪽 전자들의 가림 효과를 받아 상대적으로 쉽게 떨어져 나온다. 따라서 **He의 1차 이온화 에너지가 Li보다 훨씬 크다**.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄹ이며, 이 조합은 ②에 해당한다.

NoteBase

문 6. 다음 화합물 중 무극성 분자를 모두 고른 것은?

SO_2, CCl_4, HCl, SF_6

① SO_2, CCl_4
② SO_2, HCl
③ HCl, SF_6
④ CCl_4, SF_6

정답 4번

간단한 해설

CCl_4와 SF_6는 각각 정사면체와 정팔면체 구조로, **결합 쌍극자 모멘트가 대칭적으로 상쇄**되어 무극성 분자이다. 극성 결합이 있어도 분자 전체의 쌍극자 모멘트는 0이 될 수 있다.

핵심 풀이

분자의 극성은 각 결합의 극성뿐 아니라 분자 구조에 의해 결정된다. 결합 쌍극자 모멘트는 방향을 가진 양이므로, 이를 모두 합한 분자 전체의 쌍극자 모멘트가 0이면 무극성 분자이다.

SO_2: 중심 S 원자에 비공유 전자쌍이 있어 **굽은형** 구조를 이룬다. 두 S–O 결합의 쌍극자 모멘트가 상쇄되지 않으므로 극성 분자이다.

CCl_4: 중심 C 원자 주위에 동일한 Cl 원자 4개가 **정사면체 구조로 대칭 배치**되어 있다. 각각의 C–Cl 결합은 극성이지만, 네 결합의 쌍극자 모멘트가 모두 상쇄되어 무극성 분자이다.

HCl: Cl이 H보다 전기음성도가 크므로 결합 전자쌍이 Cl 쪽으로 치우친다. 두 원자로 이루어져 **결합 쌍극자 모멘트를 상쇄할 다른 결합이 없으므로** 극성 분자이다.

SF_6: 중심 S 원자 주위에 동일한 F 원자 6개가 **정팔면체 구조로 대칭 배치**되어 있다. 서로 마주 보는 S–F 결합의 쌍극자 모멘트가 쌍을 이루어 상쇄되므로 무극성 분자이다.

따라서 무극성 분자는 CCl_4와 SF_6이며, 이 두 분자를 모두 포함한 것은 ④이다.

NoteBase

문 7. 탄소(C), 수소(H), 산소(O)로 이루어진 화합물 X 23 g을 완전 연소시켰더니 CO_2 44 g과 H_2O 27 g이 생성되었다. 화합물 X의 화학식은? (단, C, H, O의 원자량은 각각 12, 1, 16이다)

① HCHO

② C_2H_5CHO

③ C_2H_6O

④ CH_3COOH

정답 3번

간단한 해설

완전 연소로 생성된 이산화 탄소와 물에서 구한 탄소와 수소의 질량은 각각 12 g, 3 g이므로, X에 들어 있던 산소는 8 g이다. 이를 몰수로 바꾸면 **C : H : O의 원자 수 비가 2 : 6 : 1**이 되어 C_2H_6O에 대응한다.

계산 과정

탄소의 양: 완전 연소하면 X의 탄소는 모두 CO_2로 된다. CO_2의 몰질량은 $12 + 16 \times 2 = 44$ g/mol이므로, 생성된 양은 $\frac{44\text{g}}{44\text{g/mol}} = 1\text{mol}$이다. CO_2 한 분자에는 탄소 원자가 하나 있으므로, X에 들어 있던 탄소는 1 mol이고 그 질량은 $1 \times 12 = 12$ g이다.

수소의 양: X의 수소는 모두 H_2O로 된다. 물의 몰질량은 $1 \times 2 + 16 = 18$ g/mol이므로, 생성된 물은 $\frac{27\text{g}}{18\text{g/mol}} = 1.5\text{mol}$이다. **물 한 분자에는 수소 원자가 두 개** 있으므로, X에 들어 있던 수소는 $1.5 \times 2 = 3$ mol이고 그 질량은 $3 \times 1 = 3$ g이다.

산소의 양: X는 C, H, O만으로 이루어져 있으므로, **X의 질량에서 탄소와 수소의 질량을 뺀 값**이 X에 들어 있던 산소의 질량이다. 따라서 산소는 $23 - 12 - 3 = 8$ g이고, 몰수는 $\frac{8\text{g}}{16\text{g/mol}} = 0.5\text{mol}$이다. 생성물의 산소에는 연소에 사용된 산소도 포함되므로, 생성물의 산소 전체를 X의 산소로 계산하면 안 된다.

화학식 결정: 원소별 몰수의 비는 원자 수의 비와 같다. C : H : O = 1 : 3 : 0.5이며, 이를 가장 작은 값인 0.5로 각각 나누면 2 : 6 : 1이다. 따라서 가장 간단한 정수비를 나타내는 실험식은 C_2H_6O이다. 선택지 가운데 이 원자 수 비를 만족하는 화학식은 ③의 C_2H_6O이다.

NoteBase

문 8. 1기압에서 녹는점이 가장 높은 이온 결합 화합물은?

① NaF

② KCl

③ NaCl

④ MgO

정답 4번

간단한 해설

MgO는 **+2가 양이온과 -2가 음이온**으로 이루어져, 1가 이온으로 이루어진 나머지 화합물보다 이온 사이의 정전기적 인력이 강하다. 따라서 결정의 규칙적인 배열을 무너뜨리는 데 더 많은 열에너지가 필요하여 녹는점이 가장 높다.

선지별 해설

이온 결합 화합물은 양이온과 음이온 사이의 정전기적 인력으로 결정을 이룬다. 이온의 전하량이 클수록, 이온 사이의 거리가 짧을수록 인력이 강해지며, 일반적으로 녹는점도 높아진다. 같은 전하를 가진 이온끼리 비교할 때는 이온 반지름이 작을수록 이온 사이의 거리가 짧다.

① NaF: +1가 나트륨 이온과 -1가 플루오린화 이온으로 이루어진다. NaCl과 양이온이 같지만 **플루오린화 이온이 염화 이온보다 작으므로** 이온 사이의 인력이 더 강하고 녹는점이 높다. 다만 두 이온이 모두 1가이므로 MgO보다 녹는점이 낮다.

② KCl: +1가 칼륨 이온과 -1가 염화 이온으로 이루어진다. NaCl과 음이온이 같지만 **칼륨 이온이 나트륨 이온보다 크므로** 이온 사이의 거리가 더 길다. 따라서 이온 사이의 인력이 더 약하고 녹는점이 NaCl보다 낮다.

③ NaCl: +1가 나트륨 이온과 -1가 염화 이온으로 이루어진다. 이온 사이의 거리는 NaF보다 길고 KCl보다 짧으므로, 이 세 가지 1가 이온 화합물의 녹는점은 **NaF > NaCl > KCl** 순이다. NaCl의 이온 전하량은 MgO보다 작아 녹는점도 MgO보다 낮다.

④ MgO: **+2가 마그네슘 이온과 -2가 산화 이온**으로 이루어진다. 나머지 세 화합물의 이온은 모두 1가인 데 비해 양이온과 음이온의 전하량이 모두 크므로 정전기적 인력이 훨씬 강하다. 따라서 결정을 녹이는 데 필요한 열에너지가 더 크다.

같은 1기압에서 비교하면 네 화합물 중 녹는점이 가장 높은 것은 ④ MgO이다.

NoteBase

문 9. 다음 화학 반응식의 균형을 맞추었을 때, 얻어진 계수 a, b, c의 합은? (단, a, b, c는 정수이다)

$$a\mathrm{NO_2}(g) + b\mathrm{H_2O}(l) + \mathrm{O_2}(g) \rightarrow c\mathrm{HNO_3}(aq)$$

① 9

② 10

③ 11

④ 12

정답 2번

간단한 해설

화학 반응 전후에는 **각 원소의 원자 수가 보존**된다. 산소 기체의 계수가 1로 주어져 있으므로 이를 기준으로 맞추면 a = 4, b = 2, c = 4이며, 세 계수의 합은 10이다.

계산 과정

화학 반응식의 균형은 반응물과 생성물에 있는 각 원소의 원자 수를 같게 하여 맞춘다. 계수는 해당 화학식 전체에 곱해지며, 주어진 식에서 $\mathrm{O_2}$의 계수는 **1로 고정**되어 있다.

질소와 수소 원자 수: $\mathrm{NO_2}$와 $\mathrm{HNO_3}$에는 질소 원자가 각각 1개씩 있으므로 $a = c$이다. $\mathrm{H_2O}$에는 수소 원자가 2개, $\mathrm{HNO_3}$에는 1개 있으므로 $2b = c$이다. 따라서 $c = a$, $b = \frac{a}{2}$로 나타낼 수 있다.

산소 원자 수: 반응물 쪽은 $2a + b + 2$개, 생성물 쪽은 $3c$개이므로 $2a + b + 2 = 3c$이다. 앞에서 구한 관계를 대입하면 $2a + \frac{a}{2} + 2 = 3a$이고, 정리하면 $\frac{a}{2} = 2$이므로 a = 4이다. 이에 따라 b = 2, c = 4가 되어 세 계수 모두 정수 조건을 만족한다.

계수의 합: 4 + 2 + 4 = 10이다. 계수는 단위가 없는 수이며, 이 합은 ②의 10에 해당한다.

NoteBase

문 10. 다음 양자수 조합 중 가능하지 않은 조합은? (단, n은 주양자수, l은 각 운동량 양자수, m_l은 자기 양자수, m_s는 스핀 양자수이다)

① n: 2, l: 1, m□: 0, m□: $-\frac{1}{2}$

② n: 3, l: 0, m□: −1, m□: $+\frac{1}{2}$

③ n: 3, l: 2, m□: 0, m□: $+\frac{1}{2}$

④ n: 4, l: 3, m□: −2, m□: $+\frac{1}{2}$

정답 2번

간단한 해설

자기 양자수 m_l은 $-l$부터 $+l$까지의 정수만 가능하다. 따라서 ②처럼 $l = 0$이면 **자기 양자수는 0만 가능**하므로 $m_l = -1$인 조합은 성립하지 않는다.

선지별 해설

주양자수 n은 양의 정수이며, 각 운동량 양자수 l은 0부터 $n - 1$까지의 정수이다. 주어진 l에 대해 자기 양자수 m_l은 $-l$부터 $+l$까지의 정수이고, 스핀 양자수 m_s는 $+\frac{1}{2}$ 또는 $-\frac{1}{2}$이다. 네 선지의 스핀 양자수는 모두 이 조건을 만족하므로, 나머지 양자수 사이의 허용 범위를 확인한다.

① O: $n = 2$일 때 l은 0 또는 1이므로 $l = 1$이 가능하다. 이때 m_l은 −1, 0, 1 중 하나이므로 $m_l = 0$도 허용된다. 네 양자수가 모두 조건을 만족하는 조합이다.

② X: $n = 3$일 때 $l = 0$은 가능하지만, $l = 0$이면 **자기 양자수의 허용값은 0뿐**이다. 따라서 $m_l = -1$은 허용되지 않는다. $n = 3, l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$을 유지하려면 $m_l = 0$으로 고쳐야 한다.

③ O: $n = 3$일 때 l은 0, 1, 2 중 하나이므로 $l = 2$가 가능하다. 이때 m_l은 −2, −1, 0, 1, 2 중 하나이므로 $m_l = 0$도 허용된다. 스핀 양자수도 허용값이므로 가능한 조합이다.

④ O: $n = 4$일 때 l은 0, 1, 2, 3 중 하나이므로 $l = 3$이 가능하다. 이때 m_l은 −3부터 3까지의 정수이므로 **음수인 −2도 허용**된다. 스핀 양자수도 허용값이므로 가능한 조합이다.

NoteBase

문 11. $_{29}Cu$에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 상자성을 띤다.

② 산소와 반응하여 산화물을 형성한다.

③ Zn보다 산화력이 약하다.

④ 바닥 상태의 전자 배치는 $[Ar]4s^1 3d^{10}$이다.

정답 3번

간단한 해설

③의 '산화력이 약하다'는 산화력과 환원력을 구별해야 하는 표현이다. Cu는 Zn보다 **환원력이 약하며**, 금속 이온의 산화력을 비교하면 Cu^{2+}가 Zn^{2+}보다 강하다.

선지별 해설

① O: 바닥 상태의 Cu 원자는 3d 오비탈에는 전자가 모두 짝지어져 있지만, 4s 오비탈에는 **홀전자 1개**가 있다. 홀전자는 짝을 이루지 않은 전자로, 외부 자기장에 끌리는 상자성의 원인이 된다. 여기서는 금속 덩어리가 아니라 Cu 원자의 전자 배치를 기준으로 판단한다.

② O: Cu는 **산소와 반응하여 산화물**을 형성한다. 예를 들어 구리를 공기 중에서 가열하면 검은색 산화 구리(Ⅱ)(CuO)가 생성된다. 이때 Cu는 전자를 잃어 산화되고 산소는 전자를 얻어 환원된다.

③ X: 산화력은 상대에게서 전자를 받아 상대를 산화시키는 능력이고, 환원력은 상대에게 전자를 주어 상대를 환원시키는 능력이다. Cu는 Zn보다 전자를 내놓기 어려우므로 **Zn보다 환원력이 약하다**고 고쳐야 한다. 금속 이온의 산화력을 비교할 때는 Cu^{2+}가 Zn^{2+}보다 강하다. 따라서 Zn을 구리(Ⅱ) 이온 수용액에 넣으면 Zn은 전자를 내놓고, 구리(Ⅱ) 이온은 그 전자를 받아 Cu로 석출된다.

④ O: 원자 번호가 29인 중성 Cu 원자는 전자 29개를 가진다. 바닥 상태의 전자 배치는 $[Ar]4s^1 3d^{10}$으로, Ar에 해당하는 전자 18개에 4s 전자 1개와 3d 전자 10개를 더하면 29개이다. 단순한 채움 순서만 적용한 $[Ar]4s^2 3d^9$가 아니라, **3d가 완전히 채워지고 4s에 전자 1개가 남는 배치**가 실제 바닥 상태이다.

NoteBase

문 12. 광화학 스모그 발생과정에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① NO는 주요 원인 물질 중 하나이다.

② NO_2는 빛 에너지를 흡수하여 산소 원자를 형성한다.

③ 중간체로 생성된 하이드록시라디칼은 반응성이 약하다.

④ O_3는 최종 생성물 중 하나이다.

정답 3번

간단한 해설

하이드록시라디칼(·OH)은 홀전자를 가진 **반응성이 매우 큰** 화학종이다. 휘발성 유기 화합물과 빠르게 반응하여 광화학 스모그를 만드는 산화 반응을 시작하므로, '반응성이 약하다'는 설명은 잘못되었다.

선지별 해설

① O: 일산화질소(NO)는 자동차 배기가스 등에서 배출되는 질소 산화물의 하나로, 광화학 스모그의 **전구 물질**이다. 대기 중에서 이산화질소로 전환되어 햇빛에 의한 오존 생성 과정에 참여한다.

② O: 이산화질소는 **빛 에너지를 흡수하여 광분해**되면서 일산화질소와 산소 원자를 생성한다. 이때 생긴 산소 원자는 산소 분자와 결합하여 오존을 만드는 데 쓰인다.

③ X: 하이드록시라디칼(·OH)은 짝을 이루지 않은 전자인 홀전자를 가지며, **반응성이 매우 크다**. 휘발성 유기 화합물에서 수소 원자를 떼어 내는 등의 반응으로 유기물의 산화를 시작하고, 이어지는 라디칼 연쇄 반응과 오존 생성에 관여한다. 따라서 '반응성이 약하다'를 '반응성이 매우 크다'로 고쳐야 한다.

④ O: 오존은 질소 산화물과 휘발성 유기 화합물이 햇빛 아래에서 반응할 때 생성되는 **2차 오염 물질**로, 광화학 스모그의 주요 생성물이다. 이산화질소의 광분해로 생긴 산소 원자가 대기 중 산소 분자와 결합하여 만들어진다.

NoteBase

문 13. 철(Fe) 결정의 단위 세포는 체심 입방 구조이다. 철의 단위 세포 내의 입자수는?

① 1개

② 2개

③ 3개

④ 4개

정답 2번

간단한 해설

체심 입방 구조에서는 꼭짓점의 원자들이 단위 세포 하나에 기여하는 몫을 합하면 1개이고, **세포 내부의 중심 원자 1개**가 더해져 입자수는 2개이다.

공통 해설

체심 입방 구조는 정육면체의 꼭짓점 8곳과 세포 중심에 원자가 놓인 구조이다. 단위 세포의 입자수는 원자가 놓인 위치의 수가 아니라, **각 원자가 해당 세포에 속하는 몫**을 합하여 센다. 꼭짓점 원자 하나는 이웃한 단위 세포 8개가 공유하므로 한 세포에는 1/8개만 기여한다. 반면 중심 원자는 세포 내부에 완전히 포함되어 1개가 모두 기여한다.

따라서 꼭짓점 원자 8개의 기여분과 중심 원자 1개를 합하면 $8 \times \frac{1}{8} + 1 = 2$이다. 철의 체심 입방 단위 세포에 포함되는 입자수는 2개이다.

NoteBase

문 14. 루이스 구조와 원자가 껍질 전자쌍 반발 모형에 근거한 ICl_4^- 이온에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 무극성 화합물이다.

② 중심 원자의 형식 전하는 −1이다.

③ 가장 안정한 기하 구조는 사각 평면형 구조이다.

④ 모든 원자가 팔전자 규칙을 만족한다.

정답 4번

간단한 해설

중심 I 원자 주위에는 결합 전자쌍 4개와 비공유 전자쌍 2개가 있어 총 **12개의 전자**가 배치된다. 따라서 Cl 원자들은 팔전자 규칙을 만족하지만, I 원자는 **확장된 옥텟**을 갖는다.

선지별 해설

ICl_4^-의 총 원자가전자 수는 $7 + 4 \times 7 + 1 = 36$개이다. I를 중심으로 I–Cl 단일 결합 4개를 만들면 전자 8개가 쓰이고, 각 Cl에 비공유 전자쌍 3개씩을 배치하면 24개가 더 쓰인다. 남은 전자 4개는 중심 I의 비공유 전자쌍 2개가 된다.

① O: 네 Cl 원자는 I를 중심으로 한 사각 평면의 꼭짓점에 놓인다. 각 I–Cl 결합은 극성을 띠지만, 서로 마주 보는 결합의 쌍극자 모멘트가 **크기는 같고 방향은 반대**여서 상쇄된다. 따라서 전체 결합 쌍극자 모멘트의 합이 0이므로 무극성으로 분류한다.

② O: 형식 전하는 결합 전자를 두 원자에 똑같이 나누어 주었을 때 각 원자에 남는 전하이다. I의 원자가전자는 7개이고, 비공유 전자는 4개이며, 단일 결합 4개에서 I에 배분되는 전자는 4개이다. 따라서 I의 형식 전하는 $7 - 4 - 4 = \mathbf{-1}$이다.

③ O: 중심 I에는 결합 전자쌍 4개와 비공유 전자쌍 2개가 있으므로 전자 영역은 총 6개이다. 전자 영역의 기본 배열은 정팔면체형이며, 반발이 큰 두 비공유 전자쌍은 **서로 반대쪽인 180° 위치**에 놓인다. 비공유 전자쌍을 제외한 네 Cl 원자의 배열은 사각 평면형이다. 전자 영역의 배열과 원자들의 기하 구조를 구별해야 한다.

④ X: Cl은 단일 결합 1개와 비공유 전자쌍 3개를 가지므로 주위 전자가 8개이다. 반면 I는 결합 전자쌍 4개에 해당하는 전자 8개와 비공유 전자 4개를 합쳐 주위 전자가 12개이다. 따라서 모든 원자가 팔전자 규칙을 만족하는 것이 아니라, **Cl은 팔전자 규칙을 만족하고 I는 확장된 옥텟을 갖는다**.

NoteBase

문 15. 0.1M $CH_3COOH(aq)$ 50 mL를 0.1M $NaOH(aq)$ 25 mL로 적정할 때, 알짜 이온 반응식으로 옳은 것은? (단, 온도는 일정하다)

① $H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l)$

② $CH_3COOH(aq) + NaOH(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l)$

③ $CH_3COOH(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$

④ $CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq)$

정답 3번

간단한 해설

아세트산은 약산이므로 **분자 형태로** 쓰고, 수산화 나트륨은 이온으로 나누어 쓴다. 아세트산이 수산화 이온과 반응하여 아세트산 이온과 물을 만들며, **나트륨 이온은 소거**한다.

공통 해설

알짜 이온 반응식은 수용액에서 실제로 변화하는 화학종만 나타낸 식이다. 물에 녹아 이온으로 존재하는 강전해질은 이온으로 나누어 쓰고, 약전해질은 분자 형태로 쓴 뒤 반응 전후에 변하지 않는 구경꾼 이온을 소거한다.

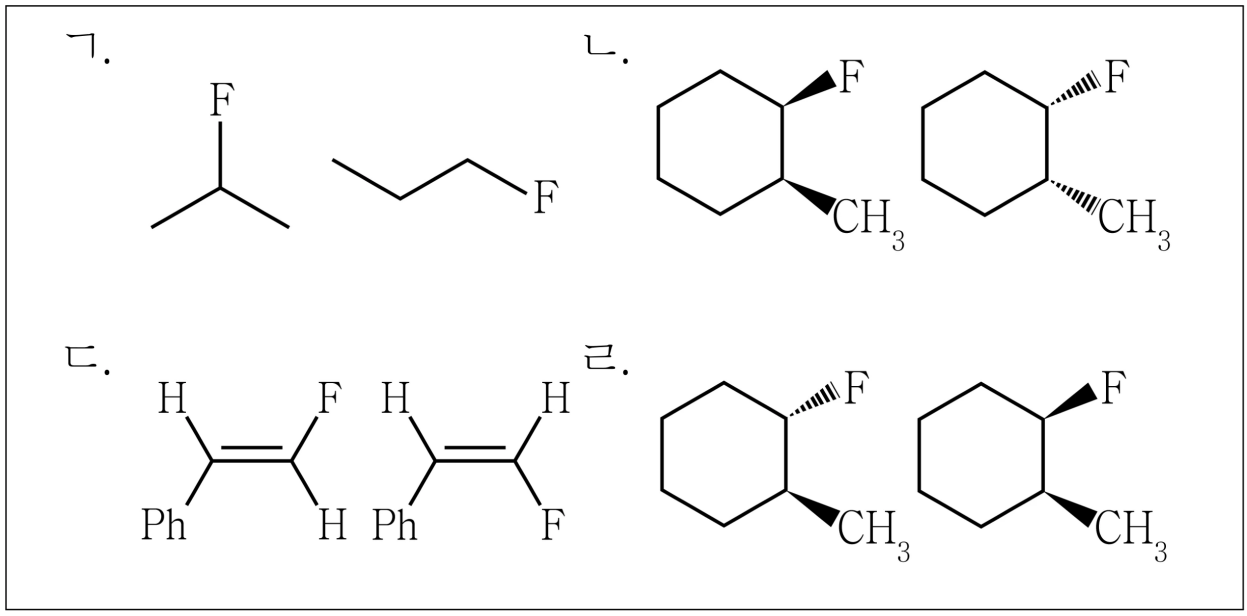
아세트산은 물에서 일부만 이온화하는 약산이므로 $CH_3COOH(aq)$로 쓴다. 이를 모두 $H_3O^+(aq)$로 바꾸어 쓰면 약산의 이온화 특성을 반영하지 못한다. 반면 수산화 나트륨은 강전해질이므로 $Na^+(aq)$와 $OH^-(aq)$로 나눈다. 생성되는 아세트산 나트륨도 수용액에서는 $Na^+(aq)$와 $CH_3COO^-(aq)$로 존재한다.

양쪽의 나트륨 이온을 소거하면 다음과 같다.
alignedCH_3COOH(aq)&+OH^-(aq) &→CH_3COO^-(aq)+H_2O(l)aligned
아세트산이 수산화 이온에 양성자를 주어 아세트산 이온과 액체 상태의 물을 만드는 반응이다.

분자식으로 쓴 중화 반응식은 전체 반응을 나타내지만, **구경꾼 이온을 제거한 알짜 이온 반응식**은 아니다. 또한 나트륨 이온과 아세트산 이온이 결합하여 수용액 속 분자가 되는 식도 적절하지 않다. 이 두 이온은 용액에서 이온으로 존재하며, 나트륨 이온은 이 중화 반응에 직접 참여하지 않는다.

NoteBase

문 16. 다음 분자쌍 중 성질이 다른 이성질체 관계에 있는 것은?



① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄹ

정답 1번

간단한 해설

ㄱ은 F가 결합한 탄소의 위치가 달라 **원자의 연결 순서가 다른 구조 이성질체**이다. 다른 분자쌍은 연결 순서는 같고 공간 배열이 다른 입체 이성질체에 속한다.

NoteBase

선지별 해설

이 문항의 '성질이 다른'은 네 분자쌍 가운데 이성질체 관계의 종류가 다른 것을 묻는 뜻으로 해석한다. 구조 이성질체는 분자식이 같지만 원자의 연결 순서가 다르고, 입체 이성질체는 연결 순서가 같지만 공간 배열이 다르다. 입체 이성질체도 물리적 성질이 다를 수 있으므로, 물리적 성질의 차이 자체를 두 종류의 구별 기준으로 삼을 수는 없다.

① O: ㄱ의 왼쪽은 2-플루오로프로판, 오른쪽은 1-플루오로프로판이다. 왼쪽은 가운데 탄소에, 오른쪽은 끝 탄소에 F가 결합해 있다. 분자식은 같지만 **F가 어느 탄소에 연결되는지가 다르므로 구조 이성질체**이다. 나머지 세 분자쌍이 입체 이성질체인 것과 관계의 종류가 다르다.

② X: ㄴ은 두 분자 모두 이웃한 고리 탄소에 F와 메틸기가 같은 쪽으로 붙은 시스형이다. 왼쪽은 두 치환기가 모두 종이 면 앞으로, 오른쪽은 모두 뒤로 향하여 두 입체중심의 배치가 모두 반대이다. 서로 겹쳐지지 않는 거울상인 **거울상 이성질체**이며, 원자의 연결 순서는 같으므로 구조 이성질체가 아니라 입체 이성질체이다.

③ X: ㄷ에서 Ph는 페닐기이다. 왼쪽 분자는 이중결합을 기준으로 페닐기와 F가 반대쪽에 있고, 오른쪽 분자는 같은 쪽에 있다. 이중결합의 회전이 제한되므로 두 배치는 서로 다른 **기하 이성질체**이다. 원자의 연결 순서는 같으므로 구조 이성질체가 아니라 입체 이성질체이다.

④ X: ㄹ의 왼쪽은 F가 종이 면 뒤로, 메틸기가 앞으로 향한 트랜스형이고, 오른쪽은 두 치환기가 모두 앞으로 향한 시스형이다. 두 분자는 원자의 연결 순서는 같지만 치환기의 상대적 공간 배치가 다르며, 서로 거울상도 아니다. 따라서 **부분입체 이성질체**로서 입체 이성질체에 속한다.

NoteBase

문 17. 다음은 밀폐된 용기에서 오존(O_3)의 분해 반응이 평형 상태에 있을 때를 나타낸 것이다. 평형의 위치를 오른쪽으로 이동시킬 수 있는 방법으로 옳지 않은 것은? (단, 모든 기체는 이상 기체의 거동을 한다)

$$2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g), \quad \Delta H^\circ = -284.6\ \text{kJ}$$

① 반응 용기 내의 O_2를 제거한다.

② 반응 용기의 온도를 낮춘다.

③ 온도를 일정하게 유지하면서 반응 용기의 부피를 두 배로 증가시킨다.

④ 정촉매를 가한다.

정답 4번

간단한 해설

정촉매는 정반응과 역반응을 모두 빠르게 하지만 **평형의 위치를 바꾸지 않는다**. 따라서 평형 상태에서 정촉매를 넣어도 오존이 더 분해되는 방향으로 평형이 이동하지 않는다.

선지별 해설

① O: 생성물인 O_2를 제거하면 O_2의 농도와 부분 압력이 낮아진다. 평형은 **제거된 O_2를 보충하는 방향**으로 이동하므로, O_3가 분해되는 오른쪽으로 이동한다.

② O: 주어진 반응의 반응열은 −284.6 kJ이므로 정반응은 열을 방출하는 발열 반응이다. 온도를 낮추면 온도 감소의 영향을 줄이는 **열을 방출하는 정반응**이 유리해져 평형이 오른쪽으로 이동한다.

③ O: 온도를 일정하게 유지하면서 부피를 두 배로 늘리면 각 기체의 부분 압력이 낮아진다. 이때 평형은 **기체의 몰수가 더 많은 쪽**으로 이동한다. 반응식에서 O_3 2몰이 분해되어 O_2 3몰이 생성되므로, 오른쪽으로 이동하면 기체의 몰수가 증가하여 압력 감소의 영향을 줄일 수 있다.

④ X: 정촉매는 활성화 에너지가 낮은 반응 경로를 제공하여 정반응과 역반응의 속도를 모두 증가시킨다. 그러나 일정한 온도에서 **평형 상수와 평형 조성은 바꾸지 않는다**. 따라서 정촉매를 가하는 것은 평형을 오른쪽으로 이동시키는 방법이 아니며, 이미 평형 상태라면 촉매를 넣어도 평형의 위치는 그대로이다.

NoteBase

문 18. 약산 HA가 포함된 어떤 시료 0.5 g이 녹아 있는 수용액을 완전히 중화하는 데 0.15 M의 NaOH(aq) 10 mL가 소비되었다. 이 시료에 들어있는 HA의 질량 백분율[%]은? (단, HA의 분자량은 120이다)

① 72

② 36

③ 18

④ 15

정답 2번

간단한 해설

HA와 NaOH는 **1 : 1 몰비**로 중화하므로, 소비된 NaOH 0.0015 mol은 시료 속 HA 0.0015 mol에 해당한다. HA의 질량은 0.18 g이며, 전체 시료 0.5 g에 대한 질량 백분율은 36%이다.

계산 과정

1. 중화 반응의 몰비: HA는 분자당 수소 이온 하나를 내놓는 산이므로, 중화 반응은 HA + NaOH → NaA + H_2O이다. 따라서 완전 중화에 필요한 **HA와 NaOH의 몰비는 1 : 1**이다. 약산이라는 것은 물에서 일부만 이온화한다는 뜻이며, 완전히 중화될 때의 반응 몰비를 바꾸지는 않는다.

2. NaOH와 HA의 몰수: 몰농도 C는 용액 1 L에 들어 있는 용질의 몰수이므로, 부피 V를 L로 나타내면 $n = CV$이다. NaOH 용액의 부피는 10 mL = 0.010 L이므로, 소비된 NaOH의 몰수는 0.15 mol/L × 0.010 L = 0.0015 mol이다. 반응 몰비가 1 : 1이므로 시료에 들어 있던 HA도 0.0015 mol이다.

3. HA의 질량: HA의 분자량이 120이므로 몰질량은 120 g/mol이다. HA의 몰수에 몰질량을 곱하면 질량은 0.0015 mol × 120 g/mol = 0.18 g이다. 이는 0.5 g의 시료 중 HA가 차지하는 질량이다.

4. 질량 백분율: **전체 시료의 질량 0.5 g**을 분모로 하여 HA의 질량 비율을 구한다. 질량 백분율은 $\frac{0.18\ \text{g}}{0.5\ \text{g}} \times 100 = 36\%$이므로, ②의 36에 해당한다.

NoteBase

문 19. 다음은 원자 A ~ D에 대한 원자 번호와 1차 이온화 에너지(IE_1)를 나타낸다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, A ~ D는 2, 3주기에 속하는 임의의 원소 기호이다)

	A	B	C	D
원자 번호	n	$n+1$	$n+2$	$n+3$
$IE_1[kJ\ mol^{-1}]$	1,681	2,088	495	735

① A_2 분자는 반자기성이다.

② 원자 반지름은 B가 C보다 크다.

③ A와 C로 이루어진 화합물은 공유 결합 화합물이다.

④ 2차 이온화 에너지(IE_2)는 C가 D보다 작다.

정답 1번

간단한 해설

A는 플루오린(F)이므로 A_2는 F_2이다. 바닥상태의 F_2는 **홀전자가 없어** 반자기성을 나타낸다.

NoteBase

선지별 해설

표에서 B의 1차 이온화 에너지는 2,088 kJ/mol로 높지만, 바로 다음 원소 C에서는 495 kJ/mol로 급감한다. 원자 번호가 연속인 2·3주기 원소에서 이는 닫힌 전자껍질을 가진 네온(Ne) 다음에 새 전자껍질이 시작되는 나트륨(Na)이 오는 경우이다. 따라서 A는 F(원자 번호 9), B는 Ne(10), C는 Na(11), D는 Mg(12)이다.

① O: A_2는 F_2이다. F 원자는 홀전자 1개를 가지지만, 두 F 원자가 결합하면 이 전자들이 전자쌍을 이루어 공유 결합을 형성한다. 바닥상태의 분자에서는 **모든 전자가 쌍을 이루므로** 반자기성을 나타낸다.

② X: B는 2주기의 Ne이고 C는 3주기의 Na이다. Na는 Ne보다 전자가 차지하는 전자껍질이 하나 더 많아 원자가 더 크다. 따라서 원자 반지름은 **B가 C보다 작다**.

③ X: A는 비금속인 F이고 C는 금속인 Na이다. Na가 전자 1개를 잃어 Na^+이 되고 F가 전자 1개를 얻어 F^-이 되면, 두 이온 사이의 정전기적 인력으로 결합한다. 따라서 NaF는 **이온 결합 화합물**이다.

④ X: 2차 이온화 에너지는 기체 상태의 1가 양이온에서 전자 1개를 더 떼어 내는 데 필요한 에너지이다. C인 Na는 첫 전자를 잃으면 Ne과 같은 닫힌 전자껍질을 이루므로, 두 번째 전자는 핵에 강하게 끌리는 안쪽의 2p 오비탈에서 떼어 내야 한다. 반면 D인 Mg는 첫 전자를 잃은 뒤에도 바깥쪽 3s 오비탈에 전자 1개가 남아 있어 이를 떼어 낸다. 따라서 2차 이온화 에너지는 **C가 D보다 크다**.

NoteBase

문 20. 다음은 철의 제련 과정과 관련된 화학 반응식이다. 이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

(가) $2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$
(나) $Fe_2O_3(s) + 3CO(g) \rightarrow 2Fe(s) + 3CO_2(g)$
(다) $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$
(라) $CaO(s) + SiO_2(s) \rightarrow CaSiO_3(l)$

① (가)에서 C의 산화수는 증가한다.
② (가) ~ (라) 중 산화-환원 반응은 2가지이다.
③ (나)에서 CO는 환원제이다.
④ (다)에서 Ca의 산화수는 변한다.

정답 4번

간단한 해설

(다)에서 탄산 칼슘이 산화 칼슘과 이산화 탄소로 분해되어도, Ca의 산화수는 **반응 전후 모두 +2**이다. 물질의 종류가 달라졌다고 해서 원소의 산화수가 반드시 변하는 것은 아니다.

NoteBase

선지별 해설

산화수는 원소의 산화·환원 여부를 판단하는 값으로, 증가하면 산화, 감소하면 환원이다. 홑원소 물질의 산화수는 0이고, 제시된 화합물에서 O의 산화수는 −2이다. 중성 화합물에서는 각 원자의 산화수를 모두 더한 값이 0이 되도록 나머지 원소의 산화수를 구한다.

① O: (가)의 C(s)는 홑원소 물질이므로 C의 산화수가 0이다. 생성물 CO에서는 O의 산화수가 −2이므로 C는 +2이다. 따라서 C의 산화수는 **0에서 +2로 증가**하며, C는 산화된다.

② O: (가)는 C의 산화수가 0에서 +2로 증가하고 O의 산화수가 0에서 −2로 감소하는 산화·환원 반응이다. (나)도 Fe의 산화수가 +3에서 0으로 감소하고 C의 산화수가 +2에서 +4로 증가하는 산화·환원 반응이다. 반면 (다)는 Ca가 +2, C가 +4, O가 −2로 유지된다. (라)도 Ca가 +2, Si가 +4, O가 −2로 유지된다. 따라서 산화수가 변하는 반응은 **(가)와 (나)의 2가지**이다.

③ O: (나)에서 CO의 C는 산화수가 +2에서 CO_2의 +4로 증가하여 산화된다. 이때 산화 철(III)의 Fe는 +3에서 0으로 감소하여 환원된다. CO는 **자신은 산화되면서 상대를 환원**시키므로 환원제이다.

④ X: (다)의 $CaCO_3$에서 탄산 이온의 전하는 −2이므로 Ca의 산화수는 +2이다. 생성물 CaO에서도 O의 산화수가 −2이므로 Ca는 +2이다. 따라서 Ca의 산화수는 **+2로 일정하다**. 이 반응은 탄산 칼슘의 분해 반응이며, 어느 원소의 산화수도 변하지 않는 비산화·환원 반응이다.

NoteBase