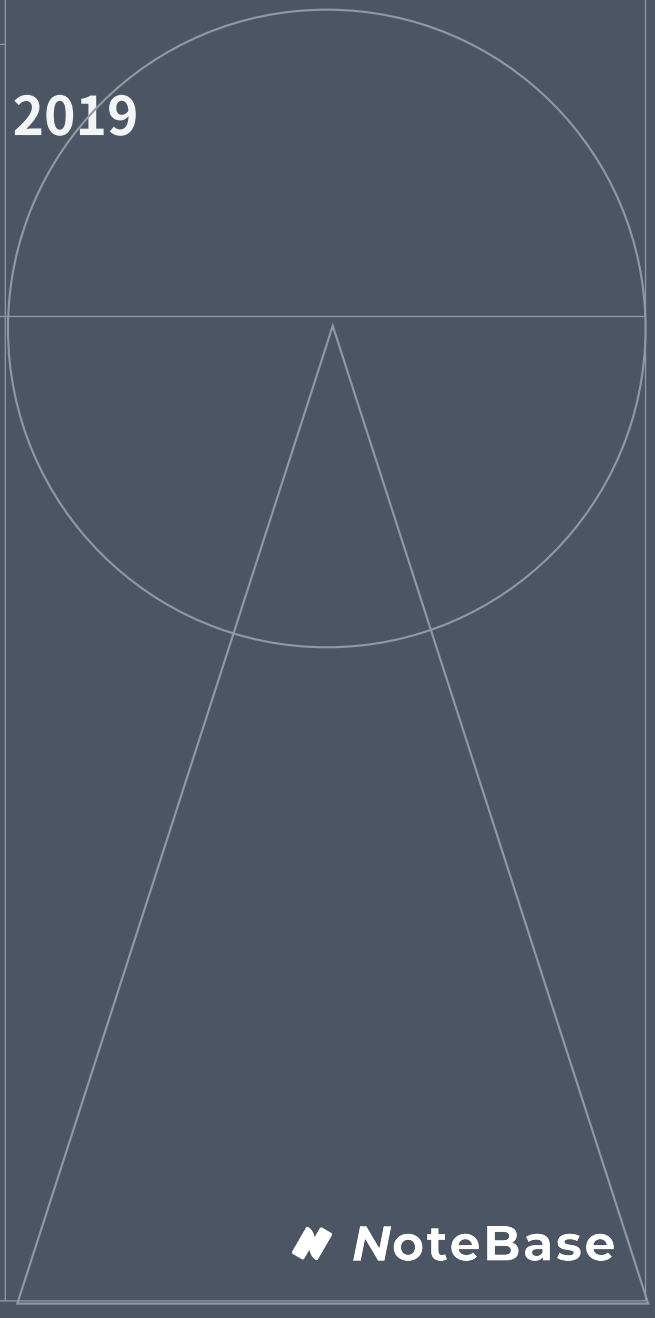
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2019



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2019

공무원/지방직/9급 · 화학 · 2019

문 1. 유효 숫자를 고려한 (13.59 × 6.3) ÷ 12의 값은?

① 7.1

② 7.13

③ 7.14

④ 7.135

정답 1번

간단한 해설

곱셈과 나눗셈의 결과는 주어진 수 중 **유효 숫자가 가장 적은 수**에 맞춘다. 6.3과 12가 각각 유효 숫자 2개이므로, 계산값 7.13475를 유효 숫자 2개로 나타내면 7.1이다.

계산 과정

1. 유효 숫자 결정: 곱셈과 나눗셈에서는 결과의 유효 숫자 개수를 계산에 쓰인 수 중 가장 적은 개수에 맞춘다. 13.59는 4개, 6.3과 12는 각각 2개이므로, 최종 결과는 **유효 숫자 2개**로 나타낸다.

2. 계산: $\frac{13.59 \times 6.3}{12} = \frac{85.617}{12} = 7.13475$이다. 85.617은 나누기 전의 중간 계산값이며, **중간에는 반올림하지 않고** 자릿수를 유지하여 최종 결과의 반올림 오류를 피한다.

3. 반올림: 7.13475에서 처음 두 유효 숫자는 7과 1이다. 그다음 숫자가 3이므로 소수 첫째 자리까지 남기면 7.1이 된다. 이는 ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 2. 다음 바닥상태의 전자 배치 중 17족 할로젠 원소는?

① $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

② $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$

③ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

④ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

정답 1번

간단한 해설

17족 할로젠 원자는 최외각 전자 배치가 ns^2np^5로, **최외각 전자가 7개**이다. 최외각이 $3s^2 3p^5$인 배치가 이 조건에 해당한다.

공통 해설

바닥상태의 중성 할로젠 원자는 최외각 전자 배치가 ns^2np^5이다. 즉, 최외각 껍질의 s 부껍질에 전자 2개, p 부껍질에 전자 5개가 있어 최외각 전자는 모두 7개이다. 여기서 최외각은 **주양자수 n이 가장 큰 전자껍질**이므로, 전자 배치를 적은 순서만으로 판단하지 않는다.

주어진 배치 중 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$는 가장 큰 주양자수가 3이고, 최외각이 $3s^2 3p^5$이므로 할로젠 원소에 해당한다. 나머지 세 배치의 최외각 전자 배치는 각각 $4s^2$, $4s^1$, $3s^2 3p^6$으로, 모두 **최외각의 p 부껍질에 전자가 5개 있는 조건**을 충족하지 않는다.

NoteBase

문 3. 결합의 극성 크기 비교로 옳은 것은? (단, 전기 음성도 값은 H = 2.1, C = 2.5, O = 3.5, F = 4.0, Si = 1.8, Cl = 3.0이다)

① C–F > Si–F

② C–H > Si–H

③ O–F > O–Cl

④ C–O > Si–O

정답 2번

간단한 해설

결합의 극성은 두 원자의 **전기 음성도 차이**로 비교한다. C–H의 차이는 0.4이고 Si–H의 차이는 0.3이므로, C–H 결합의 극성이 더 크다.

선지별 해설

전기 음성도는 결합한 원자가 공유 전자쌍을 끌어당기는 정도이다. 이 문제에서는 두 원자의 **전기 음성도 차이가 클수록** 공유 전자쌍이 한쪽으로 더 치우쳐 결합의 극성이 커진다는 기준을 적용한다. 차이의 크기를 구할 때는 전기 음성도가 큰 값에서 작은 값을 뺀다.

① X: C–F의 전기 음성도 차이는 4.0 − 2.5 = 1.5이고, Si–F는 4.0 − 1.8 = 2.2이다. Si–F의 차이가 더 크므로 극성의 크기는 **C–F < Si–F**로 고쳐야 한다.

② O: C–H의 전기 음성도 차이는 2.5 − 2.1 = 0.4이고, Si–H는 2.1 − 1.8 = 0.3이다. C–H의 차이가 더 크므로 극성의 크기는 C–H > Si–H이다.

③ X: O–F의 전기 음성도 차이는 4.0 − 3.5 = 0.5이고, O–Cl은 3.5 − 3.0 = 0.5이다. 주어진 전기 음성도 값으로 비교하면 두 결합의 **극성 크기는 같다**. 따라서 O–F = O–Cl로 고쳐야 한다.

④ X: C–O의 전기 음성도 차이는 3.5 − 2.5 = 1.0이고, Si–O는 3.5 − 1.8 = 1.7이다. Si–O의 차이가 더 크므로 극성의 크기는 **C–O < Si–O**로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 4. 샤를의 법칙을 옳게 표현한 식은? (단, V, P, T, n은 각각 이상 기체의 부피, 압력, 절대온도, 몰수이다)

① V =상수/P

② V =상수×n

③ V =상수×T

④ V =상수×P

정답 3번

간단한 해설

샤를의 법칙은 **압력과 몰수가 일정할 때** 기체의 부피가 **절대온도에 비례**한다는 법칙이다. 따라서 $V = kT$로 나타내며, k는 비례 상수이다.

공통 해설

샤를의 법칙은 일정량의 기체를 일정한 압력에서 가열하거나 냉각할 때 부피와 온도가 어떻게 변하는지를 나타낸다. 이때 온도는 **절대온도(K)**를 사용하며, 부피와 절대온도의 비가 일정하므로 $\frac{V}{T} = k$, 즉 $V = kT$이다. 예를 들어 같은 조건에서 절대온도가 두 배가 되면 부피도 두 배가 된다.

이 관계에서 **압력과 몰수는 고정**하고 절대온도를 변화시킨다. 따라서 부피를 절대온도에 상수를 곱한 값으로 나타낸 식이 샤를의 법칙에 해당한다. 압력이나 몰수를 변화시키는 식은 이 법칙의 조건과 변수 관계를 표현하지 못한다.

NoteBase

문 5. 4몰의 원소 X와 10몰의 원소 Y를 반응시켜 X와 Y가 일정비로 결합된 화합물 4몰을 얻었고 2몰의 원소 Y가 남았다. 이때, 균형 맞춘 화학 반응식은?

① $4X + 10Y \rightarrow X_4Y_{10}$

② $2X + 8Y \rightarrow X_2Y_8$

③ $X + 2Y \rightarrow XY_2$

④ $4X + 10Y \rightarrow 4XY_2$

정답 3번

간단한 해설

처음 넣은 양에서 남은 양을 빼면 **실제로 반응한 양**은 X 4몰과 Y 8몰이다. 화합물 4몰이 생성되므로 반응물과 생성물의 몰비는 1 : 2 : 1이며, 반응식은 $X + 2Y \rightarrow XY_2$이다.

계산 과정

반응한 원소의 양: X는 4몰이 반응하였고, Y는 처음 10몰에서 남은 2몰을 뺀 10 − 2 = 8몰이 반응하였다.
반응하지 않고 남은 Y 2몰은 반응식의 계수비를 구할 때 포함하지 않는다.

화합물의 화학식: 화합물 4몰에 X 4몰과 Y 8몰이 들어 있으므로, 화합물 1몰당 X는 $\frac{4}{4} = 1$몰, Y는 $\frac{8}{4} = 2$몰이다. 따라서 구성 원자 수의 비가 X : Y = 1 : 2이므로 화학식은 XY_2이다.

반응식의 계수: 화학 반응식의 계수비는 **실제로 반응한 물질과 생성된 물질의 몰비**를 나타낸다. X : Y : XY_2 = 4 : 8 : 4를 가장 간단한 정수비로 줄이면 1 : 2 : 1이다. 따라서 균형 맞춘 반응식은 $X + 2Y \rightarrow XY_2$로, ③과 일치한다. 이 식은 양쪽의 원자 수가 X 1개, Y 2개로 같아 원자 수 보존도 만족한다.

NoteBase

문 6. 온실 가스가 아닌 것은?

① $CO_2(g)$

② $H_2O(g)$

③ $N_2(g)$

④ $CH_4(g)$

정답 3번

간단한 해설

질소 분자는 같은 원자 두 개로 이루어져 있어 진동해도 **쌍극자 모멘트가 변하지 않는다**. 따라서 지표가 방출하는 적외선을 분자 진동으로 흡수하지 못하므로 일반적인 온실 가스로 분류하지 않는다.

공통 해설

온실 가스는 지표에서 방출되는 적외선을 흡수하고 다시 방출하여 지구의 열이 우주로 빠져나가는 데 영향을 주는 기체이다. 분자 진동이 적외선을 흡수하려면 **진동하는 동안 쌍극자 모멘트가 변해야 한다**. 쌍극자 모멘트는 분자 안에서 양전하와 음전하가 분리된 정도를 나타낸다.

이산화탄소 CO_2, 수증기 H_2O, 메테인 CH_4은 이 조건을 만족하는 진동 방식이 있어 적외선을 흡수하므로 온실 가스에 해당한다. 이산화탄소와 메테인은 평형 구조에서 무극성 분자이지만, 일부 진동에서는 쌍극자 모멘트가 변한다. 따라서 **무극성 분자라는 이유만으로 온실 가스에서 제외할 수는 없다**.

질소 N_2는 같은 원자 두 개가 결합한 분자로, 결합이 늘어나거나 줄어들어도 전하 분포가 대칭이어서 쌍극자 모멘트가 변하지 않는다. 따라서 일반적인 분자 진동에 의한 적외선 흡수가 일어나지 않아 온실 가스로 분류하지 않는다.

NoteBase

문 7. 용액의 총괄성에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 용질의 종류와 무관하고, 용질의 입자 수에 의존하는 물리적 성질이다.
ㄴ. 증기 압력은 0.1 M NaCl 수용액이 0.1 M 설탕 수용액보다 크다.
ㄷ. 끓는점 오름의 크기는 0.1 M NaCl 수용액이 0.1 M 설탕 수용액보다 크다.
ㄹ. 어는점 내림의 크기는 0.1 M NaCl 수용액이 0.1 M 설탕 수용액보다 작다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄹ
④ ㄷ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

NaCl은 물에서 이온으로 해리하므로 같은 0.1 M 설탕 수용액보다 **용질 입자 수가 더 많다**. 따라서 NaCl 수용액은 증기 압력이 더 낮고, 끓는점 오름과 어는점 내림의 크기는 더 크다.

NoteBase

보기별 해설

주어진 두 수용액은 묽은 용액으로 보고 비교한다. NaCl은 물에서 나트륨 이온과 염화 이온으로 해리하지만, 설탕은 이온으로 해리하지 않고 분자 상태로 녹는다. 따라서 같은 0.1 M 수용액이라도 NaCl 수용액에 들어 있는 용질 입자 수가 더 많다.

ㄱ. O: 총괄성은 묽은 용액에서 용질의 화학적 종류보다 **일정량의 용매에 녹아 있는 용질 입자 수**에 의해 결정되는 성질이다. 증기 압력 내림, 끓는점 오름, 어는점 내림 등이 이에 해당한다.

ㄴ. X: 같은 온도에서 비휘발성 용질을 녹이면 용매의 몰분율이 감소하여 증기 압력이 낮아진다. NaCl 수용액은 설탕 수용액보다 용질 입자가 많아 물의 몰분율이 더 작으므로, 증기 압력은 **NaCl 수용액이 더 낮다**. 따라서 '크다'를 '작다'로 고쳐야 한다.

ㄷ. O: 용액은 증기 압력이 외부 압력과 같아질 때 끓는다. 같은 외부 압력에서 비교하면, 용질 입자가 많아 증기 압력이 더 낮아진 NaCl 수용액은 그 압력에 도달하려면 더 높은 온도가 필요하다. 따라서 **끓는점 오름의 크기는 NaCl 수용액이 더 크다**.

ㄹ. X: 같은 용매의 묽은 용액에서는 용질 입자가 많을수록 순수한 용매에 비해 어는점이 더 많이 낮아진다. 따라서 어는점 내림의 크기는 **NaCl 수용액이 더 크다**. '작다'를 '크다'로 고쳐야 하며, 내림의 크기가 더 크다는 것은 실제 어는점은 더 낮다는 뜻이다.

옳은 보기는 ㄱ과 ㄷ이며, 이는 ②의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 8. 고분자(중합체)에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 폴리에틸렌은 에틸렌 단위체의 첨가 중합 고분자이다.
ㄴ. 나일론-66은 두 가지 다른 종류의 단위체가 축합 중합된 고분자이다.
ㄷ. 표면 처리제로 사용되는 테플론은 C-F 결합 특성 때문에 화학약품에 약하다.

① ㄱ
② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

간단한 해설

테플론의 C-F 결합은 강하여 **화학약품에 대한 저항성이 크다**. 따라서 ㄷ의 '화학약품에 약하다'는 설명은 반대이다.

보기별 해설

ㄱ. O: 에틸렌의 탄소 간 이중 결합이 열리면서 단위체들이 연속적으로 연결되어 폴리에틸렌이 생성된다. 이때 물과 같은 작은 분자가 빠져나오지 않으므로 **첨가 중합**에 해당한다.

ㄴ. O: 나일론-66은 헥사메틸렌다이아민과 아디프산이라는 두 종류의 단위체로 만든다. 아미노기와 카복실기가 반응하여 아마이드 결합을 형성하면서 **물이 빠져나오므로 축합 중합**에 해당한다.

ㄷ. X: 테플론은 폴리테트라플루오로에틸렌으로, 탄소 사슬에 플루오린 원자들이 결합한 고분자이다. C-F 결합이 강하고 플루오린 원자들이 탄소 사슬을 둘러싸 보호하므로 **많은 화학약품에 잘 견딘다**. 따라서 '화학약품에 약하다'를 '화학약품에 대한 저항성이 크다'로 고쳐야 한다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄴ이며, ②의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 9. 팔전자 규칙(octet rule)을 만족시키지 않는 분자는?

① N_2

② CO_2

③ F_2

④ NO

정답 4번

간단한 해설

NO는 원자가 전자가 5 + 6 = 11개인 **홀전자 분자**이다. 루이스 구조에서 질소 주위의 전자가 7개여서 팔전자 규칙을 만족시키지 못한다.

공통 해설

팔전자 규칙은 원자가 결합하면서 그 주위에 전자 8개를 갖추는 경향이다. 루이스 구조에서 원자 주위의 전자를 셀 때는 **공유 전자쌍과 비공유 전자를 모두 포함**하며, 공유 전자쌍은 결합한 양쪽 원자에 각각 포함하여 센다.

N_2는 삼중 결합의 공유 전자 6개와 각 질소의 비공유 전자 2개를 합쳐 질소마다 전자 8개를 갖는다. CO_2의 루이스 구조는 $O = C = O$로, 탄소는 두 이중 결합의 공유 전자 8개를 갖는다. 각 산소도 이중 결합의 공유 전자 4개와 비공유 전자 4개를 합쳐 8개를 갖는다. F_2에서는 각 플루오린이 단일 결합의 공유 전자 2개와 비공유 전자 6개를 합쳐 8개를 갖는다. 따라서 이 세 분자는 팔전자 규칙을 만족시킨다.

NO의 전체 원자가 전자는 질소의 5개와 산소의 6개를 합한 11개로 **홀수**이다. 대표적인 루이스 구조에서는 질소와 산소가 이중 결합을 하고, 질소에 비공유 전자쌍 하나와 홀전자 하나, 산소에 비공유 전자쌍 두 개가 남는다. 산소 주위에는 전자가 8개이지만 질소 주위에는 공유 전자 4개와 비공유 전자 3개를 합쳐 7개만 있으므로 팔전자 규칙을 만족시키지 못한다.

NoteBase

문 10. 수용액에서 $HAuCl_4(s)$를 구연산(citric acid)과 반응시켜 금 나노입자 Au(s)를 만들었다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?

ㄱ. 반응 전후 Au의 산화수는 +5에서 0으로 감소하였다.
ㄴ. 산화-환원 반응이다.
ㄷ. 구연산은 환원제이다.
ㄹ. 산-염기 중화 반응이다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ

정답 3번

간단한 해설

금의 산화수는 **+3에서 0으로 감소**하므로 금은 전자를 받아 환원된다. 이때 금을 환원시키는 구연산은 자신이 산화되는 **환원제**로 작용한다.

보기별 해설

ㄱ. X: 중성 화합물 $HAuCl_4$에서 H의 산화수는 +1, Cl의 산화수는 −1이다. Au의 산화수를 x라 하면 $+1 + x + 4(-1) = 0$이므로 $x = +3$이다. 홑원소 물질인 Au(s)의 산화수는 0이므로, 금의 산화수는 +5가 아니라 **+3에서 0으로 감소**한다.

ㄴ. O: 금의 산화수가 +3에서 0으로 감소하는 것은 금 원자 1개당 전자 3개를 받아 환원된다는 뜻이다. 이 전자를 제공하는 구연산은 산화된다. 이처럼 **산화와 환원이 함께 일어나므로** 산화·환원 반응이다.

ㄷ. O: 환원제는 다른 물질에 전자를 주어 그 물질을 환원시키고, 자신은 산화되는 물질이다. 구연산은 금을 산화수 +3인 상태에서 Au(s)로 환원시키므로 **구연산은 환원제**이고, 금을 포함한 $HAuCl_4$는 산화제로 작용한다.

ㄹ. X: 산·염기 중화 반응은 산과 염기 사이의 양성자 전달로 설명한다. 주어진 금 나노입자 생성은 **전자 이동에 따른 산화·환원 반응**이다. 구연산이 산이라는 사실만으로 이 반응을 산·염기 중화 반응으로 분류할 수는 없다.

옳은 보기는 ㄴ, ㄷ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 11. 전해질(electrolyte)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 물에 용해되어 이온 전도성 용액을 만드는 물질을 전해질이라 한다.

② 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)을 증류수에 녹이면 전도성 용액이 된다.

③ 아세트산(CH_3COOH)은 KCl보다 강한 전해질이다.

④ $NaCl$ 수용액은 전기가 통하지 않는다.

정답 1번

간단한 해설

전해질은 물에 녹아 **자유롭게 이동할 수 있는 이온**을 만들어 용액이 전기를 통하게 하는 물질이다. 물에 녹는다는 사실만으로 전해질이 되는 것은 아니다.

선지별 해설

① O: 전해질이 물에 녹으면 양이온과 음이온이 생기고, 이들이 전기장에 따라 이동하면서 전하를 운반한다. 따라서 전해질 수용액은 **이온의 이동**으로 전류가 흐르는 용액이다.

② X: 설탕은 물에 녹아도 **이온으로 나뉘지 않고 분자 상태로 존재**하는 비전해질이다. 따라서 설탕을 증류수에 녹이는 것만으로 전도성 용액이 되지는 않는다. 용해 여부와 이온 생성 여부를 구별해야 한다.

③ X: 아세트산(CH_3COOH)은 물속에서 일부만 이온화하는 **약전해질**이다. 반면 KCl은 물에 녹은 부분이 거의 완전히 칼륨 이온과 염화 이온으로 해리되는 강전해질이다. 따라서 아세트산은 KCl보다 약한 전해질이다.

④ X: $NaCl$은 물에 녹으면 나트륨 이온(Na^+)과 염화 이온(Cl^-)으로 해리된다. 이 이온들이 용액 속에서 이동할 수 있으므로 $NaCl$ 수용액은 **전기가 통한다**.

NoteBase

문 12. $CH_2O(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ **반응에 대한** ΔH° **값 [kJ]은?**

$CH_2O(g) + H_2O(g) \rightarrow CH_4(g) + O_2(g)$: $\Delta H^\circ = +275.6$ kJ
$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$: $\Delta H^\circ = -890.3$ kJ
$H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$: $\Delta H^\circ = -44.0$ kJ

① −658.7

② −614.7

③ −570.7

④ −526.7

정답 4번

간단한 해설

주어진 첫째·둘째 반응을 더한 뒤, **액체 물 2몰을 기체로 바꾸는 과정**을 더해야 한다. 기화에 필요한 88.0 kJ를 반영하면 반응 엔탈피는 −526.7 kJ이다.

계산 과정

헤스 법칙에 따르면 반응 엔탈피는 경로와 무관하므로, 반응식을 더하면 각 반응의 ΔH°도 더한다. 이때 **물질의 종류뿐 아니라 상태와 계수도** 목표 반응에 맞춰야 한다. 구하려는 것은 $CH_2O(g)$가 산소와 반응하여 $CO_2(g)$와 $H_2O(g)$를 생성하는 반응의 엔탈피이다.

1. 첫째·둘째 반응을 더한다. 첫째 반응에서 생성된 $CH_4(g)$는 둘째 반응에서 소비되어 소거된다. 산소는 생성물 쪽 1몰과 반응물 쪽 2몰 중 1몰이 소거되어 반응물 쪽에 1몰이 남는다. 이 합성 반응은 기체 물 1몰을 소비하고 액체 물 2몰을 생성하며, 엔탈피는 275.6 − 890.3 = −614.7 kJ이다.

2. 생성물의 액체 물 2몰을 기체로 바꾼다. 셋째 반응은 응축 반응이므로 **방향을 뒤집으면 엔탈피의 부호도 바뀐다**. 따라서 $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$의 엔탈피는 +44.0 kJ이고, 2몰을 기화시키려면 $2 \times 44.0 = 88.0$ kJ가 필요하다. 이 과정을 더하면 생성물 쪽의 기체 물 2몰 중 1몰이 반응물 쪽의 기체 물 1몰과 소거되어, 목표대로 기체 물 1몰만 생성물에 남는다.

3. 목표 반응의 엔탈피는 −614.7 + 88.0 = −526.7 kJ이다. 음수이므로 발열 반응이며, 이 값은 ④의 −526.7 kJ에 해당한다.

NoteBase

문 13. 다음 열화학 반응식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

$2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s) \qquad \Delta H^\circ = -1204\ kJ$

① 발열 반응

② 산화-환원 반응

③ 결합 반응

④ 산-염기 중화 반응

정답 4번

간단한 해설

주어진 반응은 산과 염기의 중화가 아니라 **마그네슘과 산소의 산화·환원**으로 산화 마그네슘이 생성되는 반응이다.

선지별 해설

① O: 반응 엔탈피가 $\Delta H^\circ = -1204$kJ로 음수이므로, 반응 과정에서 계가 주위로 열을 방출하는 **발열 반응**이다. 반응식의 계수대로 마그네슘 2 mol이 산소 1 mol과 반응하여 산화 마그네슘 2 mol을 만들 때 1204 kJ의 열이 방출된다.

② O: 마그네슘의 산화수는 0에서 +2로 증가하고, 산소의 산화수는 0에서 −2로 감소한다. 마그네슘이 전자를 잃는 산화와 산소가 전자를 얻는 환원이 **동시에 일어나므로** 산화-환원 반응이다.

③ O: 결합 반응은 둘 이상의 반응물이 결합하여 **한 종류의 생성물**을 만드는 반응이다. 마그네슘과 산소가 반응하여 산화 마그네슘(MgO) 한 종류를 생성하므로 결합 반응에 해당한다.

④ X: 산-염기 중화 반응은 산과 염기가 반응하는 과정이며, 산의 수소 이온과 염기의 수산화 이온이 반응하여 물을 만드는 반응이 대표적이다. 주어진 반응에서는 금속 마그네슘과 산소가 반응하므로 산-염기 중화 반응에 해당하지 않는다. 이 반응은 **마그네슘이 산소와 결합하는 연소 반응**으로 설명해야 한다.

NoteBase

문 14. 화학 반응 속도에 영향을 주는 인자가 아닌 것은?

① 반응 엔탈피의 크기

② 반응 온도

③ 활성화 에너지의 크기

④ 반응물들의 충돌 횟수

정답 1번

간단한 해설

반응 엔탈피는 **생성물과 반응물 사이의 엔탈피 차이**이며, 반응 속도를 결정하는 에너지 장벽의 높이가 아니다. 반응 속도는 반응으로 이어지는 유효 충돌이 단위 시간에 얼마나 일어나는지에 달려 있다.

공통 해설

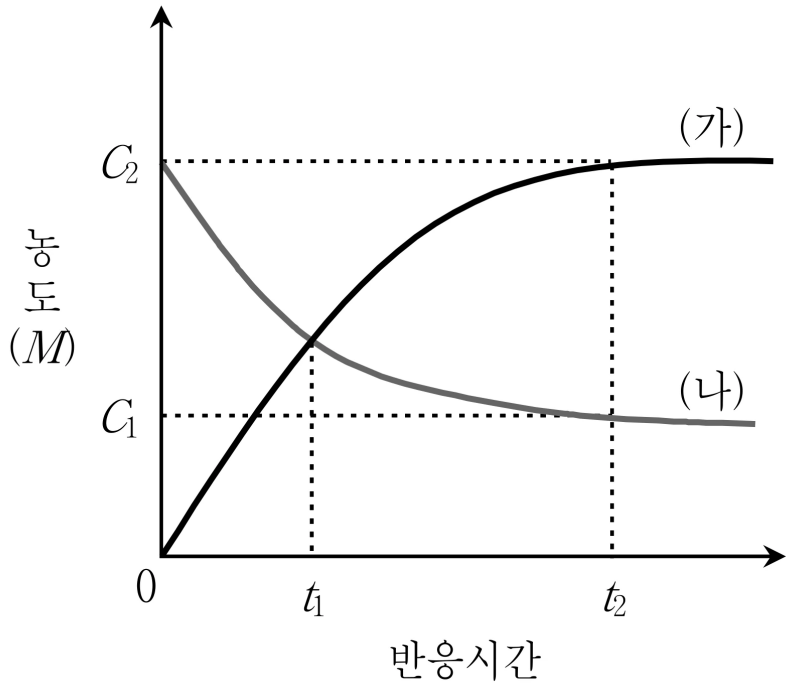
충돌 이론에서 화학 반응 속도는 **단위 시간당 유효 충돌 횟수**에 달려 있다. 유효 충돌은 반응 입자들이 활성화 에너지 이상의 에너지를 가지고 반응에 적합한 방향으로 충돌하는 것이다. 활성화 에너지는 반응이 일어나기 위해 넘어야 하는 에너지 장벽이다.

다른 조건이 같을 때 반응물들의 충돌 횟수가 많아지면 유효 충돌의 기회도 늘어난다. 활성화 에너지가 작을수록 에너지 조건을 충족하는 입자의 비율이 커진다. 또한 보통 반응 온도가 높아지면 입자의 운동이 활발해지고 활성화 에너지 이상의 에너지를 가진 입자의 비율도 커져 반응 속도가 빨라진다. 따라서 충돌 횟수, 활성화 에너지의 크기, 반응 온도는 모두 유효 충돌 횟수에 영향을 주는 인자이다.

반면 반응 엔탈피는 생성물의 엔탈피에서 반응물의 엔탈피를 뺀 값으로, 반응 전후의 에너지 차이를 나타낸다. 이는 반응 도중 넘어야 하는 **활성화 에너지와 구별**된다. 반응 엔탈피의 크기만으로 유효 충돌 횟수나 반응 속도를 결정할 수 없으므로, 이 문항에서 반응 속도의 영향 인자에 해당하지 않는 것은 반응 엔탈피의 크기이다.

NoteBase

문 15. 다음 그림은 $NOCl_2(g) + NO(g) \rightarrow 2NOCl(g)$ 반응에 대하여 시간에 따른 농도 $[NOCl_2]$와 $[NOCl]$를 측정한 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



ㄱ. (가)는 $[NOCl_2]$이고 (나)는 [NOCl]이다.
ㄴ. (나)의 반응 순간 속도는 t_1과 t_2에서 다르다.
ㄷ. $\Delta t = t_2 - t_1$ 동안 반응 평균 속도 크기는 (가)가 (나)보다 크다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄷ
④ ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

(나)는 시간이 지날수록 곡선이 완만해지므로 접선 기울기의 절댓값으로 구하는 **순간 속도가 감소한다**. 또한 NOCl은 $NOCl_2$가 소모되는 양의 2배만큼 생성되므로, 같은 시간 동안 (가)의 **평균 농도 변화 속도 크기는 (나)의 2배**이다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. X: 반응물은 소모되어 농도가 감소하고, 생성물은 생성되어 농도가 증가한다. 따라서 증가하는 (가)는 **생성물 NOCl의 농도**이고, 감소하는 (나)는 **반응물 $NOCl_2$의 농도**이다. 보기에서는 두 물질의 대응을 서로 바꾸었다.

ㄴ. O: 순간 속도는 농도–시간 곡선의 해당 시점에서 그은 접선의 기울기로 구한다. (나)는 농도가 감소하므로, 소모 속도의 크기는 접선 기울기의 절댓값이다. 그림에서 t_1일 때가 t_2일 때보다 하강 곡선이 더 가파르다. 따라서 **소모 속도는 앞 시점에서 더 크며**, 두 시점의 순간 속도는 다르다.

ㄷ. O: 같은 시간 구간의 평균 농도 변화 속도 크기는 농도 변화량의 절댓값을 경과 시간으로 나눈 값이다. 반응식에서 $NOCl_2$ 1몰이 소모될 때 NOCl 2몰이 생성되므로, 같은 부피에서 **NOCl의 농도 증가량은 $NOCl_2$의 농도 감소량의 2배**이다. $\Delta t = t_2 - t_1$ 동안 두 물질의 농도 변화를 각각 $\Delta[NOCl]$, $\Delta[NOCl_2]$라 하면 $\Delta[NOCl] = -2\Delta[NOCl_2]$이다. 이를 같은 시간으로 나누면 $\frac{|\Delta[NOCl]|}{\Delta t} = 2\frac{|\Delta[NOCl_2]|}{\Delta t}$이므로, (가)의 평균 농도 변화 속도 크기가 (나)보다 크다.

옳은 보기는 ㄴ, ㄷ이며, 이를 모두 포함한 조합은 ④이다.

NoteBase

문 16. 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

① CO_2는 선형 분자이며 C의 혼성오비탈은 sp이다.
② XeF_2는 선형 분자이며 Xe의 혼성오비탈은 sp이다.
③ NH_3는 삼각뿔형 분자이며 N의 혼성오비탈은 sp^3이다.
④ CH_4는 사면체 분자이며 C의 혼성오비탈은 sp^3이다.

정답 2번

간단한 해설

XeF_2는 선형이지만, Xe에는 결합 전자쌍 2쌍과 비공유 전자쌍 3쌍이 있어 **전자 영역이 5개**이다. 따라서 이 문항의 혼성오비탈 모형에서는 sp가 아니라 sp^3d **혼성**으로 설명한다.

선지별 해설

중심 원자 주위의 전자 영역은 결합 방향과 비공유 전자쌍을 각각 하나씩 세며, 이중 결합도 전자 영역 하나로 센다. 혼성오비탈 모형에서는 이 전자 영역 수를 기준으로 혼성을 판단한다. 분자 모양은 비공유 전자쌍을 제외한 원자들의 배치로 정하므로, 전자 영역의 배치와 분자 모양이 다를 수 있다.

① O: CO_2의 중심 C에는 이중 결합 2개가 있고 비공유 전자쌍은 없다. 따라서 **전자 영역은 2개**이며 서로 반대 방향으로 배치되어 결합각이 180°인 선형 분자가 된다. C의 혼성오비탈은 sp이다.

② X: XeF_2의 중심 Xe에는 결합 전자쌍 2쌍과 비공유 전자쌍 3쌍이 있어 전자 영역이 5개이다. 전자 영역은 삼각쌍뿔형으로 배치되고, 비공유 전자쌍 3쌍은 90°로 마주하는 전자쌍 수를 줄일 수 있는 적도 위치를 차지한다. 두 F는 양쪽 축 위치에 남으므로 분자 모양은 선형이다. 그러나 Xe의 혼성오비탈은 이 모형에서 **sp가 아니라 sp^3d**이다.

③ O: NH_3의 중심 N에는 결합 전자쌍 3쌍과 비공유 전자쌍 1쌍이 있어 전자 영역이 4개이다. 전자 영역은 사면체형으로 배치되지만, **비공유 전자쌍을 제외한 원자들의 배치**는 삼각뿔형이다. N의 혼성오비탈은 sp^3이다.

④ O: CH_4의 중심 C에는 결합 전자쌍 4쌍이 있고 비공유 전자쌍은 없다. 전자 영역 4개가 서로의 반발을 줄이도록 사면체형으로 배치되며, **네 영역 모두에 H가 결합**하므로 분자 모양도 사면체형이다. C의 혼성오비탈은 sp^3이다.

NoteBase

문 17. $KMnO_4$에서 Mn의 산화수는?

① +1

② +3

③ +5

④ +7

정답 4번

간단한 해설

$KMnO_4$에서 K의 산화수는 +1이고 O의 산화수는 −2이다. **중성 화합물의 산화수 합은 0**이므로, K 1개와 O 4개의 산화수 합 −7을 상쇄하는 Mn의 산화수는 +7이다.

계산 과정

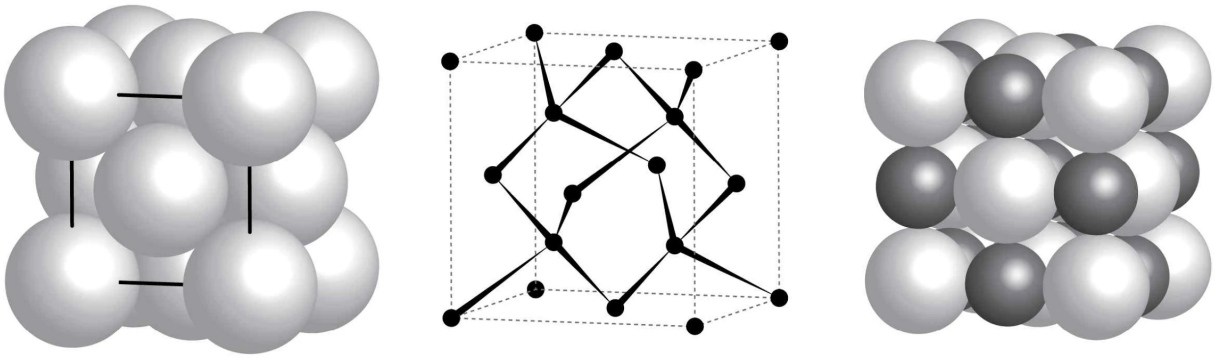
K와 O의 산화수: $KMnO_4$에서 1족 금속인 K의 산화수는 +1이고, O의 산화수는 −2이다. 따라서 K 1개와 O 4개의 산화수 합은 $+1 + 4 \times (-2) = -7$이다.

산화수 합의 관계: Mn의 산화수를 x라 두면, $KMnO_4$는 **전기적으로 중성인 화합물**이므로 각 원자의 산화수를 모두 더한 값이 0이다. 이에 따라 $(+1) + x + 4 \times (-2) = 0$이 성립한다.

Mn의 산화수: 위 식을 정리하면 $x = 8 - 1 = +7$이다. 즉, K와 O의 산화수 합 −7을 Mn의 +7이 상쇄하며, 이는 ④의 +7에 해당한다.

NoteBase

문 18. 구조 (가) ~ (다)는 결정성 고체의 단위 세포를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면?



Cu (가)　　C (나)　　NaCl (다)

ㄱ. 전기 전도성은 (가)가 (나)보다 크다.

ㄴ. (나)의 탄소 원자 사이의 결합각은 CH_4의 H-C-H 결합각과 같다.

ㄷ. (나)와 (다)의 단위 세포에 포함된 C와 Na^+의 개수 비는 1:2이다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 3번

간단한 해설

단위 세포의 경계에 놓인 입자는 이웃 세포와 나누어 센다. (나)의 C는 8개, (다)의 Na^+는 4개이므로 개수 비는 **2:1**이며, ㄷ의 '1:2'는 비를 거꾸로 쓴 것이다.

NoteBase

보기별 해설

그림의 (가)는 구리의 금속 결정, (나)는 다이아몬드의 공유 결합 결정, (다)는 염화 나트륨의 이온 결정이다. (나)는 탄소 원자 하나가 이웃한 탄소 원자 네 개와 결합한 구조이다.

ㄱ. O: 구리에서는 **자유롭게 이동할 수 있는 전자**가 전하를 운반하므로 전기가 잘 통한다. 반면 다이아몬드에서는 탄소의 원자가 전자 네 개가 모두 공유 결합에 참여하여 자유롭게 이동할 전자가 거의 없다. 따라서 전기 전도성은 (가)가 (나)보다 크다.

ㄴ. O: 다이아몬드에서 각 탄소 원자에 결합한 네 탄소 원자는 **정사면체 방향**에 놓이므로 C-C-C 결합각은 약 109.5°이다. CH_4도 중심 탄소에 수소 네 개가 정사면체 모양으로 결합하므로 H-C-H 결합각이 약 109.5°로 같다.

ㄷ. X: 단위 세포의 꼭짓점에 있는 입자는 여덟 세포가, 면 중심의 입자는 두 세포가, 모서리 중심의 입자는 네 세포가 공유한다. 따라서 한 세포에 속하는 몫은 각각 1/8, 1/2, 1/4이며, 세포 내부의 입자는 온전히 센다. (나)의 C는 꼭짓점 8개, 면 중심 6개, 내부 4개이므로 $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4 = 8$개이다. (다)의 Na^+는 모서리 중심 12개와 세포 중심 1개이므로 $12 \times \frac{1}{4} + 1 = 4$개이다. 따라서 C와 Na^+의 개수 비는 8:4, 즉 **2:1**이며, 1:2가 아니다.

옳은 보기는 ㄱ, ㄴ이며, 이 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 19. 아세트산(CH_3COOH)과 사이안화수소산(HCN)의 혼합 수용액에 존재하는 염기의 세기를 작은 것부터 순서대로 바르게 나열한 것은? (단, 아세트산이 사이안화수소산보다 강산이다)

① $H_2O < CH_3COO^- < CN^-$
② $H_2O < CN^- < CH_3COO^-$
③ $CN^- < CH_3COO^- < H_2O$
④ $CH_3COO^- < H_2O < CN^-$

정답 1번

간단한 해설

산이 강할수록 **그 짝염기는 약하다**. 아세트산이 HCN보다 강한 산이므로 CH_3COO^-는 CN^-보다 약한 염기이며, H_2O는 이 두 음이온보다 약한 염기이다.

올바른 순서

$H_2O < CH_3COO^- < CN^-$

H_2O: 염기는 H^+를 받아들이는 물질이다. H_2O는 H^+를 받아 H_3O^+가 되므로 H_3O^+의 짝염기이다. 같은 용매에서 **짝산이 강할수록 짝염기는 약하다**. H_3O^+는 아세트산과 HCN보다 강한 산이므로, H_2O는 두 산의 짝염기인 CH_3COO^-와 CN^-보다 약한 염기이다.

CH_3COO^-: 아세트산 CH_3COOH에서 H^+가 하나 떨어져 나간 짝염기이다. 주어진 조건에서 아세트산은 HCN보다 강한 산이므로, 그 짝염기인 CH_3COO^-는 **CN^-보다 약한 염기**이다. 따라서 H_2O와 CN^- 사이에 놓인다.

CN^-: HCN에서 H^+가 하나 떨어져 나간 짝염기이다. HCN은 아세트산보다 약한 산이므로, CN^-는 CH_3COO^-보다 H^+를 받아들이는 경향이 크다. 따라서 세 물질 중 **염기의 세기가 가장 크다**.

NoteBase

문 20. 팔면체 철 착이온 $[Fe(CN)_6]^{3-}$, $[Fe(en)_3]^{3+}$, $[Fe(en)_2Cl_2]^{+}$에 대한 설명으로 옳은 것만을 모두 고르면? (단, en은 에틸렌다이아민이고 Fe는 8족 원소이다)

ㄱ. $[Fe(CN)_6]^{3-}$는 상자기성이다.
ㄴ. $[Fe(en)_3]^{3+}$는 거울상 이성질체를 갖는다.
ㄷ. $[Fe(en)_2Cl_2]^{+}$는 3개의 입체이성질체를 갖는다.

① ㄱ
② ㄴ
③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

간단한 해설

입체이성질체의 수를 셀 때는 cis/trans 구별뿐 아니라 거울상 이성질체도 포함한다. $[Fe(en)_2Cl_2]^{+}$는 **cis형의 거울상 이성질체 2개**와 trans형 1개를 합쳐 총 3개의 입체이성질체를 갖는다.

보기별 해설

ㄱ. O: $[Fe(CN)_6]^{3-}$에서 각 CN^-의 전하가 −1이므로 Fe의 산화수는 +3이다. Fe는 8족이므로 Fe^{3+}의 d 전자 수는 8 − 3 = 5이다. 강한 장 리간드인 CN^-는 팔면체 착이온에서 큰 결정장 갈라짐을 만들어 저스핀 배치를 이룬다. 전자 배치는 $t_{2g}^5 e_g^0$이며, 낮은 에너지의 세 궤도에 전자가 2개·2개·1개씩 들어간다. 따라서 **홀전자 1개가 남아 상자기성**을 나타낸다.

ㄴ. O: en은 두 질소 원자로 금속에 결합하는 두 자리 리간드이다. $[Fe(en)_3]^{3+}$에서는 en 3개가 각각 팔면체의 인접한 두 배위 자리를 차지하며, 금속 주위에 나선형으로 배열된다. 이 배열에는 오른쪽으로 감긴 Δ형과 왼쪽으로 감긴 Λ형이 있다. 두 구조는 **서로 거울상이지만 회전시켜도 겹쳐지지 않으므로** 거울상 이성질체이다.

ㄷ. O: $[Fe(en)_2Cl_2]^{+}$에서 두 Cl 리간드가 이웃하여 90°를 이루면 cis형이고, 서로 마주 보아 180°를 이루면 trans형이다. **cis형은 서로 겹쳐지지 않는 거울상 구조 2개**를 갖는다. trans형은 거울상과 겹쳐지므로 별도의 거울상 이성질체가 없으며 1개로 센다. 따라서 입체이성질체는 cis형 2개와 trans형 1개를 합쳐 3개이다.

ㄱ·ㄴ·ㄷ이 모두 성립하므로 세 보기를 모두 포함한 ④에 해당한다.

NoteBase