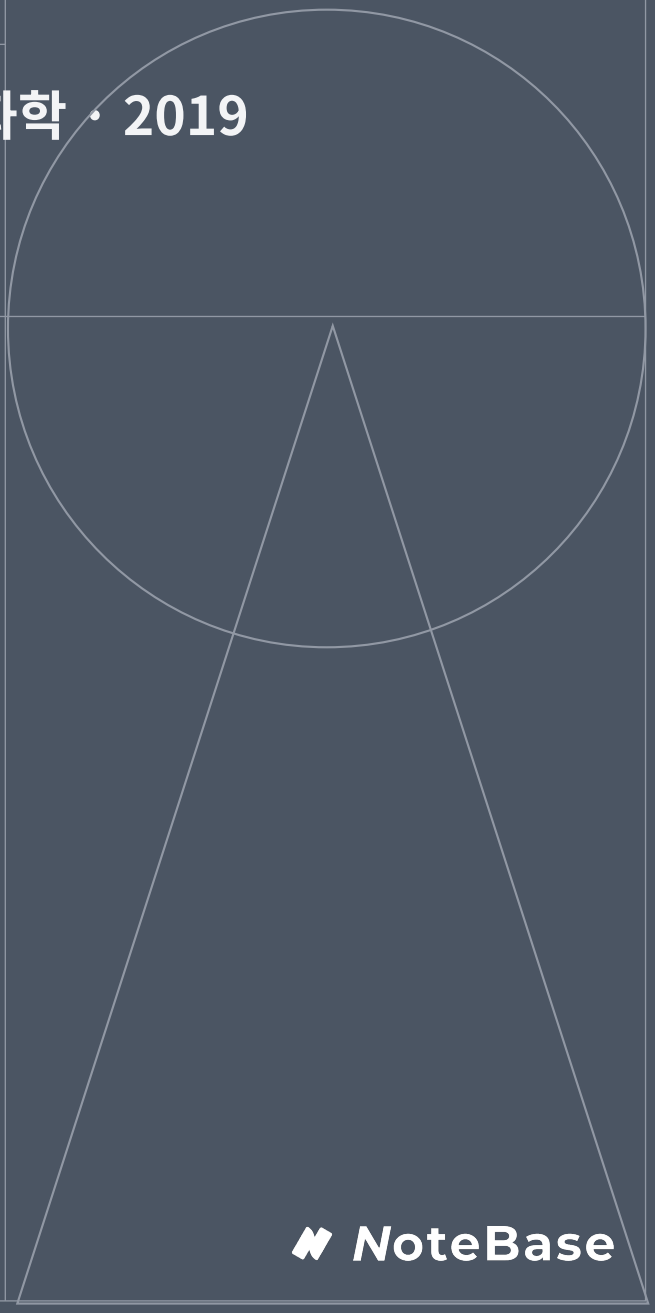
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2019



NoteBase

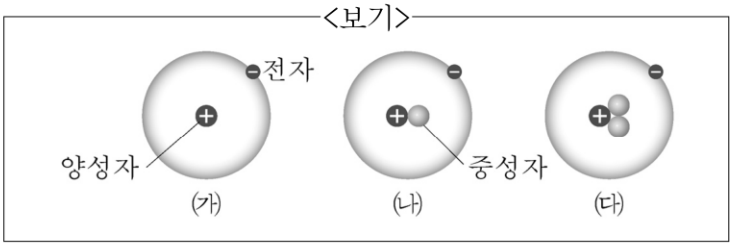
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2019

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2019

1. <보기>는 몇 가지 입자를 모형으로 나타낸 것이다. ㈎~㈐에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① ㈎는 양이온이다.
② ㈏의 질량수는 1이다.
③ ㈎와 ㈐의 물리적 성질은 같다.
④ ㈎~㈐는 서로 동위 원소 관계이다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 원자 모형에서 양성자 수, 중성자 수, 전자 수를 세어 전하, 질량수, 동위 원소 관계를 판단하는 문제이다. (가)~(다)는 모두 양성자 1개와 전자 1개를 가지지만 중성자 수가 각각 0개, 1개, 2개이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
(가)는 양성자 1개와 전자 1개를 가지므로 전체 전하가 0인 중성 원자이다. 틀린 표현 '양이온이다'는 '중성 원자이다'로 고쳐야 한다.

② X
질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다. (나)는 양성자 1개와 중성자 1개를 가지므로 질량수는 2이다. 틀린 값 '1'은 '2'로 고쳐야 한다.

③ X
(가)와 (다)는 중성자 수와 질량수가 달라 질량에 관련된 물리적 성질이 같지 않다. 틀린 표현 '물리적 성질은 같다'는 '물리적 성질은 다르다'로 고쳐야 한다.

④ O
(가)~(다)는 모두 양성자 수가 1이므로 같은 수소 원소이며, 중성자 수가 서로 다른 동위 원소 관계이다.

오답 포인트

전자 수만 보고 이온을 판단하거나, 질량수를 양성자 수와 혼동하기 쉽다. 또한 동위 원소는 양성자 수가 같아 같은 원소이지만 중성자 수와 질량수가 달라 물리적 성질은 서로 다를 수 있다는 점이 핵심 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 양성자 수와 전자 수를 비교해 전하를 판단하고, 양성자 수와 중성자 수를 더해 질량수를 구한다. 양성자 수는 같고 중성자 수가 다르면 같은 원소의 동위 원소로 판단한다.

암기 포인트

원소의 종류는 양성자 수, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합, 동위 원소는 양성자 수는 같고 중성자 수는 다르다.

NoteBase

2. 1족인 알칼리 금속의 성질에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 알칼리 금속은 반응성이 커서 기체 상태의 금속 원자가 전자를 방출하고 양이온이 되는 발열반응을 보인다.

② 주기가 큰 알칼리 금속일수록 핵전하들 사이의 반발력이 증가하여 원자반지름이 작아진다.

③ 같은 주기의 다른 원소들과 비교하여 원자반지름이 큰 것은 전자 간 반발력이 크기 때문이다.

④ 원자가 전자와 핵과의 거리가 먼 알칼리 금속일수록 이온화에너지 값이 감소한다.

정답 4번

출제 포인트

알칼리 금속의 원자 반지름과 이온화 에너지가 족과 주기에 따라 어떻게 달라지는지를 묻는 문제이다.

핵심 개념

이온화 에너지는 기체 상태의 원자에서 전자 하나를 떼어 내는 데 필요한 에너지이다.
알칼리 금속은 최외각 전자가 1개이므로 이를 잃어 양이온이 되기 쉽지만, 전자를 떼어 내는 이온화 과정 자체에는 에너지가 필요하다.
같은 족에서 아래로 갈수록 전자 껍질 수와 차폐 효과가 증가하여 원자 반지름은 커지고 이온화 에너지는 작아진다. 같은 주기에서는 알칼리 금속이 가장 왼쪽에 있어 최외각 전자가 느끼는 유효 핵전하가 상대적으로 작으므로 원자 반지름이 크다.

NoteBase

선지별 해설

① X
알칼리 금속의 반응성이 큰 것은 맞지만, 틀린 표현은 '전자를 방출하고 양이온이 되는 발열반응'이다. 기체 상태의 원자에서 전자를 떼어 내는 이온화 과정은 에너지를 흡수하는 과정이다.

② X
틀린 표현은 '핵전자들 사이의 반발력이 증가하여 원자반지름이 작아진다'이다. 알칼리 금속은 주기가 커져 족 아래로 갈수록 전자 껍질 수와 차폐 효과가 증가하므로 원자 반지름이 커진다.

③ X
틀린 표현은 '원자반지름이 큰 것은 전자 간 반발력이 크기 때문'이다. 같은 주기에서는 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 커져 원자 반지름이 작아지므로, 가장 왼쪽의 알칼리 금속은 최외각 전자가 느끼는 유효 핵전하가 상대적으로 작아 원자 반지름이 크다.

④ O
알칼리 금속은 족 아래로 갈수록 원자핵과 최외각 전자 사이의 거리가 멀어지고 차폐 효과도 커진다. 따라서 최외각 전자를 떼어 내기 쉬워져 이온화 에너지가 감소한다.

오답 포인트

①에서는 '반응성이 크다'는 사실과 '전자 하나를 떼어 내는 과정의 에너지 출입'을 혼동하기 쉽다. 또한 ②와 ④에서는 족 아래로 갈수록 원자 반지름은 커지고 이온화 에너지는 작아지는 반대 방향의 경향을 함께 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

족 아래로 이동할 때 전자 껍질 수 증가 → 원자 반지름 증가 → 핵과 최외각 전자의 인력 약화 → 이온화 에너지 감소의 순서로 판단한다. 같은 주기에서는 유효 핵전하가 커질수록 원자 반지름이 작아진다는 기준을 적용한다.

암기 포인트

알칼리 금속은 족 아래로 갈수록 원자 반지름은 커지고 이온화 에너지는 작아진다. 이온화는 전자를 떼는 과정이므로 에너지를 흡수한다.

NoteBase

3. <보기>의 물질에서 밑줄 친 원자의 산화수를 모두 합한 값은?

<보기>

$\underline{Li}_2\underline{C}O_3$ $Ca\underline{H}_2$ $\underline{K}_2O$ $H_2\underline{O}_2$ $Cu(\underline{N}O_3)_2$

① +7 ② +8

③ +9 ④ +10

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 화합물에서 원소별 산화수를 정한 뒤 밑줄 친 원자들의 산화수를 모두 합하는 문제이다.

조건 정리

주어진 물질과 밑줄 친 원자는 각각 Li_2CO_3의 C, CaH_2의 H, K_2O의 K, H_2O_2의 O, Cu(NO_3)_2의 N이다.

구해야 할 값은 이 다섯 원자의 산화수의 합이다.

주의할 조건은 금속 수소화물의 H와 과산화물의 O가 보통의 산화수와 다르다는 점이다.

사용할 공식

중성 화합물에서는 각 원자의 산화수에 원자 수를 곱한 값의 총합이 0이다.

Σ (원자의 산화수×원자 수)=0

이 원리를 각 화합물에 적용하면 밑줄 친 원자의 산화수를 구할 수 있다.

계산 과정

1. Li_2CO_3에서 Li는 +1, O는 −2이므로 C는 +4이다.

$2(+1) + x + 3(-2) = 0 \Rightarrow x = +4$

2. CaH_2는 금속 수소화물이므로 H의 산화수는 −1이다.

3. K_2O에서 알칼리 금속 K의 산화수는 +1이다.

4. H_2O_2는 과산화물이므로 O의 산화수는 −1이다.

5. $Cu(NO_3)_2$의 질산 이온 NO_3^-에서 O는 −2이므로 N은 +5이다.

$x + 3(-2) = -1 \Rightarrow x = +5$

6. 다섯 산화수를 합하면 다음과 같다.

$(+4) + (-1) + (+1) + (-1) + (+5) = +8$

NoteBase

선지 판단

① X — 제시된 합 +7은 계산 결과 +8과 다르다. 틀린 표현 +7은 올바르게는 +8이다.
② O — 밑줄 친 원자의 산화수 +4, −1, +1, −1, +5를 합하면 +8이다.
③ X — 제시된 합 +9는 계산 결과 +8과 다르다. 틀린 표현 +9는 올바르게는 +8이다.
④ X — 제시된 합 +10은 계산 결과 +8과 다르다. 틀린 표현 +10은 올바르게는 +8이다.

오답 포인트

CaH_2의 H를 보통 화합물처럼 +1로 보거나, H_2O_2의 O를 보통 산화물처럼 −2로 보면 합이 달라진다. 금속 수소화물의 H는 −1, 과산화물의 O는 −1이라는 예외를 적용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 알칼리 금속은 +1, 보통의 O는 −2 같은 기본값을 정한 뒤, 금속 수소화물과 과산화물의 예외를 확인한다. 그다음 각 화합물의 산화수 총합 조건으로 미지의 산화수를 구하고 마지막에 요구된 원자만 합한다.

암기 포인트

금속 수소화물의 H는 −1, 과산화물의 O도 −1이다.

NoteBase

4. 0.3M 황산(H_2SO_4) 수용액 200mL를 완전히 중화시키는 데 수산화칼륨(KOH) 수용액 300mL가 사용되었다. 사용된 수산화칼륨(KOH) 수용액의 몰 농도 값[M]은?

① 0.25M ② 0.3M
③ 0.35M ④ 0.4M

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 황산과 수산화칼륨의 중화 반응에서 반응 계수비를 이용해 수산화칼륨 수용액의 몰 농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 황산 수용액의 몰 농도는 $0.3 mol/L$, 부피는 $200 mL = 0.200 L$, 수산화칼륨 수용액의 부피는 $300 mL = 0.300 L$이다.
구해야 할 값: 수산화칼륨 수용액의 몰 농도이다.
주의할 조건: 황산 1몰은 수산화칼륨 2몰과 반응하므로 두 물질의 몰수를 1:1로 놓지 않는다.

사용할 공식

중화 반응식은 $H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$이다.
몰수는 $n = CV$로 구하며, 완전히 중화되었으므로 $n(KOH) = 2n(H_2SO_4)$이다. 황산과 수산화칼륨의 반응 계수비가 1:2이기 때문에 이 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 황산의 몰수는 $0.3 mol/L \times 0.200 L = 0.060 mol$이다.
2. 반응 계수비가 1:2이므로 필요한 수산화칼륨의 몰수는 $2 \times 0.060 mol = 0.120 mol$이다.
3. 수산화칼륨 수용액의 몰 농도는 $C = n/V = 0.120 mol / 0.300 L = 0.4 mol/L$이다.

선지 판단

① X — $0.25 mol/L$는 계산 결과 $0.4 mol/L$와 다르다. ①의 '$0.25 mol/L$'는 '$0.4 mol/L$'로 고쳐야 한다.
② X — $0.3 mol/L$는 황산의 몰 농도를 그대로 사용한 값으로, 황산과 수산화칼륨의 1:2 반응 계수비를 반영하지 못한다. ②의 '$0.3 mol/L$'는 '$0.4 mol/L$'로 고쳐야 한다.
③ X — $0.35 mol/L$는 수산화칼륨의 몰수 $0.120 mol$을 부피 $0.300 L$로 나눈 결과와 다르다. ③의 '$0.35 mol/L$'는 '$0.4 mol/L$'로 고쳐야 한다.
④ O — 수산화칼륨의 몰수 $0.120 mol$을 수용액의 부피 $0.300 L$로 나누면 $0.4 mol/L$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

황산과 수산화칼륨의 몰수를 1:1로 놓는 것이 핵심 함정이다. H_2SO_4는 1몰당 수소 이온 2몰을 내놓으므로 완전 중화에 KOH 2몰이 필요하다. 또한 *mL*를 *L*로 바꾼 뒤 몰 농도 식에 대입해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중화 반응식의 계수를 맞추고, $n = CV$로 한 물질의 몰수를 구한 뒤 계수비로 다른 물질의 몰수를 환산한다. 마지막으로 구한 몰수를 해당 용액의 부피로 나누어 몰 농도를 계산한다.

암기 포인트

황산과 수산화칼륨의 완전 중화 몰비는 $H_2SO_4 : KOH = 1 : 2$이다.

NoteBase

5. 암모니아(NH_3) 수용액에 염화암모늄(NH_4Cl)을 첨가하면, 첨가하기 전보다 그 양이 감소하는 분자(또는 이온)는? (단, 온도는 일정하다.)

① NH_3 ② NH_4^+
③ OH^- ④ H_3O^+

정답 3번

출제 포인트

암모니아의 염기 해리 평형에서 공통 이온인 NH_4^+를 첨가했을 때 평형이 이동하는 방향과 각 화학종의 양 변화를 묻는 문제이다.

핵심 개념

암모니아의 평형은 $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$이다. 염화암모늄은 물에서 NH_4^+와 Cl^-로 해리하며, 생성물인 NH_4^+가 늘어나면 공통 이온 효과에 의해 평형이 왼쪽으로 이동한다. 따라서 NH_3의 양은 증가하고 OH^-의 양은 감소한다. 온도가 일정하면 물의 이온곱 $K_w = [H_3O^+][OH^-]$가 일정하므로 OH^-가 감소할 때 H_3O^+는 증가한다.

선지별 해설

① X — NH_3는 평형이 왼쪽으로 이동하면서 생성되므로 그 양이 감소하지 않고 증가한다. 틀린 표현은 'NH_3가 감소한다'이며, 올바르게는 'NH_3가 증가한다'이다.
② X — NH_4Cl의 해리로 NH_4^+가 직접 공급되므로 NH_4^+의 양은 감소하지 않고 증가한다. 틀린 표현은 'NH_4^+가 감소한다'이며, 올바르게는 'NH_4^+가 증가한다'이다.
③ O — 공통 이온 NH_4^+의 첨가로 평형이 왼쪽으로 이동하므로 생성물인 OH^-의 양이 감소한다.
④ X — 온도가 일정하여 K_w가 일정하므로 OH^-의 감소에 따라 H_3O^+의 양은 증가한다. 틀린 표현은 'H_3O^+가 감소한다'이며, 올바르게는 'H_3O^+가 증가한다'이다.

오답 포인트

첨가된 NH_4^+가 평형의 왼쪽 이동 과정에서 일부 소모된다는 점만 보고 ②를 고르기 쉽다. 그러나 NH_4Cl이 NH_4^+를 직접 공급하므로 NH_4^+의 전체 양은 증가하며, 평형 이동으로 뚜렷하게 감소하는 종은 OH^-이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 약전해질의 평형식을 쓰고, 첨가한 공통 이온이 반응식의 어느 쪽에 있는지 확인한다. 생성물 쪽 공통 이온을 넣으면 평형은 반응물 쪽으로 이동하므로 반응물은 증가하고 공통 이온과 함께 생성되던 다른 생성물은 감소한다.

NoteBase

암기 포인트

NH_4^+ 첨가 → 암모니아 평형은 왼쪽 → OH^- 감소, NH_3 증가이다.

6. <보기>는 주기율표의 일부를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

<보기>

주기 \ 족	1	2	13	14	15	16	17	18
1	A							
2			B				C	
3	D							

① 전기 음성도는 B가 C보다 크다.
② 끓는점은 화합물 AC가 DC보다 높다.
③ BC_3에서 B는 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.
④ C와 D는 공유 결합을 통해 화합물을 형성한다.

정답 3번

출제 포인트

주기율표의 위치에서 A는 수소(H), B는 붕소(B), C는 플루오린(F), D는 나트륨(Na)임을 찾고, 전기 음성도·화합물의 끓는점·옥텟 규칙·결합 종류를 판단하는 문제이다.

선지별 해설

① X — B는 붕소, C는 플루오린이다. 같은 2주기에서는 오른쪽으로 갈수록 전기 음성도가 커지므로 붕소보다 플루오린의 전기 음성도가 크다. 틀린 표현 'B가 C보다 크다'는 'B가 C보다 작다'로 고쳐야 한다.

② X — AC는 분자 화합물인 *HF*이고, DC는 이온 화합물인 *NaF*이다. 이온 사이의 강한 정전기적 인력을 끊어야 하는 *NaF*의 끓는점이 *HF*보다 훨씬 높다. 틀린 표현 'AC가 DC보다 높다'는 'AC가 DC보다 낮다'로 고쳐야 한다.

③ O — BC_3는 BF_3이다. 중심 원자인 붕소는 플루오린과 단일 결합 3개를 이루어 주위에 전자 6개만 가지므로 옥텟 규칙을 만족하지 않는다.

④ X — C는 비금속인 플루오린이고 D는 금속인 나트륨이다. 두 원소는 전자 이동으로 Na^+와 F^-가 되어 이온 결합 화합물 *NaF*를 형성한다. 틀린 표현 '공유 결합'은 '이온 결합'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

③에서 BF_3의 붕소 주위에 결합이 3개 있다는 이유만으로 안정한 옥텟이라고 판단하기 쉽다. 공유 전자쌍을 세면 붕소 주위 전자는 6개뿐이다. 또한 ②에서는 HF의 수소 결합만 보고 끓는점을 과대평가하지 않아야 하며, 이온 화합물 NaF의 강한 정전기적 인력과 비교해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 주기와 족으로 원소 기호를 확정한다. 전기 음성도는 같은 주기에서 오른쪽으로 갈수록 커지고, 금속과 비금속의 화합물은 주로 이온 결합을 이룬다. 옥텟 여부는 중심 원자 주위의 전자 수를 직접 세어 판단한다.

암기 포인트

A=H, B=B, C=F, D=Na이며, BF_3의 붕소는 전자 6개로 옥텟이 불완전하다.

NoteBase

7. <보기>와 같이 요소(NH_2CONH_2)는 물(H_2O)과 반응하여 암모니아(NH_3)와 이산화탄소(CO_2)를 생성한다. 암모니아 10몰이 생성되었을 때 반응한 요소의 질량[g]은? (단, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이다.)

<보기>

$$NH_2CONH_2 + H_2O \rightarrow 2NH_3 + CO_2$$

① 60g ② 150g
③ 300g ④ 600g

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 화학 반응식의 계수비로 생성된 암모니아의 몰수에서 반응한 요소의 몰수를 구한 뒤, 몰질량을 이용해 질량으로 환산하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 암모니아 10몰이 생성된다.
구해야 할 값: 반응한 요소의 질량이다.
주의할 조건: 반응식에서 요소와 암모니아의 몰비는 1:2이다.

사용할 공식

반응식의 계수비는 $NH_2CONH_2 : NH_3 = 1 : 2$이다.
요소의 몰질량은 $M(NH_2CONH_2) = 12 + 16 + (14 \times 2) + (1 \times 4) = 60 g/mol$이다.
따라서 $m = nM$을 사용한다. 반응식의 계수비로 요소의 몰수 n을 구할 수 있고, 몰질량 M을 곱하면 요소의 질량 m이 되기 때문이다.

계산 과정

1. 반응식에서 요소 1몰이 암모니아 2몰을 생성한다.
2. 암모니아 10몰을 생성하는 데 필요한 요소는 $10 mol \times \frac{1}{2} = 5 mol$이다.
3. 요소 5몰의 질량은 $5 mol \times 60 g/mol = 300 g$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 60g은 요소 1몰의 질량이므로 암모니아를 2몰만 생성한다. '60g'은 '300g'으로 고쳐야 한다.
② X — 150g은 요소 2.5몰의 질량이므로 암모니아를 5몰만 생성한다. '150g'은 '300g'으로 고쳐야 한다.
③ O — 요소 5몰의 질량이 300g이므로 계산 결과와 일치한다.
④ X — 600g은 요소 10몰의 질량이므로 암모니아를 20몰 생성한다. '600g'은 '300g'으로 고쳐야 한다.

오답 포인트

반응식의 계수 2를 놓치고 암모니아 10몰에 요소 10몰이 필요하다고 보면 ④의 600g이 나온다. 암모니아의 몰수를 먼저 요소의 몰수로 바꾼 뒤 질량을 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학 반응식 계산은 '계수비로 물질의 몰수 변환 → 몰질량 계산 → $m = nM$으로 질량 환산 → 단위 검산'의 순서로 판단한다.

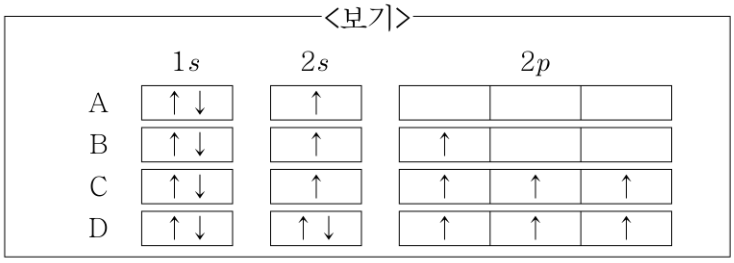
암기 포인트

요소 1몰은 암모니아 2몰을 만들며, 요소의 몰질량은 60g/mol이다.

NoteBase

8. <보기> 4가지 원자의 전자 배치 중 바닥 상태인 것을 옳게 짝지은 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

<보기>



① A, B ② A, D
③ B, C ④ C, D

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 오비탈 상자의 전자 수와 배치를 읽고, 낮은 에너지의 오비탈부터 채우는 쌓음 원리와 같은 에너지의 오비탈에 전자를 하나씩 평행하게 배치하는 훈트 규칙을 적용하여 바닥상태를 판별하는 문제이다. A는 Li의 $1s^2 2s^1$, D는 N의 $1s^2 2s^2 2p^3$로 바닥상태이다.

선지별 해설

① X — A는 바닥상태이지만 B는 전자 4개 중 하나가 2s보다 에너지가 높은 2p에 배치된 들뜬상태이다. B의 바닥상태는 $1s^2 2s^2$이므로, 바닥상태인 원자의 올바른 조합은 A, D이다.
② O — A는 $1s^2 2s^1$인 Li의 바닥상태이고, D는 세 2p 오비탈에 전자가 하나씩 같은 방향으로 들어간 $1s^2 2s^2 2p^3$인 N의 바닥상태이다.
③ X — B는 $1s^2 2s^1 2p^1$, C는 $1s^2 2s^1 2p^3$으로, 둘 다 2s 오비탈이 다 채워지기 전에 2p 오비탈에 전자가 들어간 들뜬상태이다. C의 바닥상태는 $1s^2 2s^2 2p^2$이며, 바닥상태인 원자의 올바른 조합은 A, D이다.
④ X — D는 바닥상태이지만 C는 들뜬상태이다. C의 바닥상태는 2s에 전자 2개를 채우고 2p의 서로 다른 두 오비탈에 전자를 하나씩 평행하게 배치한 $1s^2 2s^2 2p^2$이므로, 올바른 조합은 A, D이다.

오답 포인트

모든 전자가 파울리 배타 원리와 훈트 규칙에 어긋나지 않게 그려졌다고 해서 반드시 바닥상태인 것은 아니다. B와 C는 2p 전자의 모양만 보면 자연스러워 보이지만, 더 낮은 에너지의 2s 오비탈에 빈자리가 있으므로 들뜬상태이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전체 전자 수로 원자를 확인하고, $1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p$ 순서로 낮은 에너지 오비탈이 먼저 채워졌는지 살핀다. 그다음 같은 에너지의 p 오비탈에는 전자가 하나씩 평행하게 들어갔는지 확인한다.

NoteBase

암기 포인트

바닥상태 판별은 ‘낮은 오비탈부터 채우고, 같은 에너지 오비탈에는 하나씩 평행하게’로 정리한다.

NoteBase

9. <보기>는 질소 기체와 수소 기체가 만나 암모니아를 만드는 화학 반응식을 나타낸 것이다. 25℃, 1기압에서 암모니아 34g을 생성하기 위해 충분한 양의 수소(H_2)와 반응하는 질소(N_2) 기체의 최소 부피[L]는? (단, H, N의 원자량은 각각 1, 14이고 25℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 25L이다.)

<보기>

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

① 1L ② 12.5L
③ 25L ④ 50L

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 화학 반응식의 몰비와 기체 1몰의 부피를 이용해 필요한 질소 기체의 최소 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 암모니아의 질량은 $34g$이고, 암모니아의 몰질량은 $17g/mol$이다.
구해야 할 값: 암모니아를 만드는 데 필요한 질소 기체의 최소 부피이다.
주의할 조건: $25^\circ C$, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 $25L$이며, 수소는 충분한 양이므로 질소의 필요량만 계산한다.

사용할 공식

$n = \frac{m}{M}$
$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$
$V = n \times 25L/mol$
질량으로 주어진 암모니아를 먼저 몰수로 바꾸고, 반응식의 계수비 $N_2 : NH_3 = 1 : 2$로 질소의 몰수를 구한 뒤 주어진 몰부피를 적용한다.

계산 과정

1. 암모니아의 몰질량은 $14 + 3 \times 1 = 17g/mol$이다.
2. 생성되는 암모니아의 몰수는 $34g \div 17g/mol = 2mol$이다.
3. 반응식에서 질소 1몰이 암모니아 2몰을 생성하므로 필요한 질소는 $1mol$이다.
4. 질소의 부피는 $1mol \times 25L/mol = 25L$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 1L가 아니라 질소 1몰에 해당하는 25L가 필요하다. 올바른 값은 25L이다.
② X — 12.5L는 질소를 0.5mol로 잘못 계산한 값이다. 암모니아 2몰을 생성하려면 질소 1몰, 즉 25L가 필요하다.
③ O — 계산 결과 필요한 질소는 1몰이고, 그 부피는 25L이다.
④ X — 50L는 암모니아 2몰을 질소도 2몰이라고 잘못 대응한 값이다. 계수비 $N_2 : NH_3 = 1 : 2$를 적용한 올바른 값은 25L이다.

오답 포인트

암모니아 34 g을 바로 기체 부피로 바꾸거나, 반응식의 계수비를 반대로 적용하면 틀린다. 특히 암모니아 2몰을 만들 때 질소도 2몰이 필요하다고 생각하면 ④의 50L를 고르게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량을 몰수로 변환한 뒤 반응식의 계수비로 필요한 물질의 몰수를 구하고, 마지막에 문제에서 제시한 기체 1몰의 부피를 곱한다.

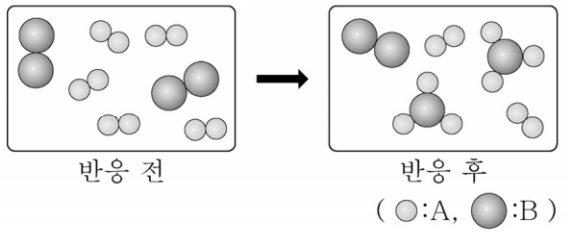
암기 포인트

질량 → 몰수 → 반응 계수비 → 기체 부피의 순서로 계산한다.

NoteBase

10. <보기 1>은 어떤 기체 A_2와 B_2가 반응하여 기체가 생성되는 것을 모형으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. 반응 후 분자의 총 수는 감소한다.
ㄴ. A_2와 B_2는 3:1의 분자 수 비로 반응한다.
ㄷ. 반응 후 생성된 화합물의 화학식은 AB_3이다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ　④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

모형에서 서로 붙어 있는 원자들을 하나의 분자로 세고, 반응 전후의 분자 수 변화와 실제로 소모된 반응물의 분자 수 비를 판단하는 문제이다. 작은 구가 A, 큰 구가 B이므로 생성물 한 분자는 A_3B이다.

선지별 해설

① O — 반응 전에는 A_2 5분자와 B_2 2분자로 총 7분자이고, 반응 후에는 남은 A_2 2분자와 B_2 1분자, 생성된 A_3B 2분자로 총 5분자이다. 따라서 ㄱ은 옳다. 또한 A_2는 3분자, B_2는 1분자가 소모되므로 반응한 분자 수 비는 3:1이고 ㄴ도 옳다. 그러므로 옳은 설명은 ㄱ, ㄴ이다.

② X — 'ㄱ, ㄷ'에서 ㄷ이 틀리고, 옳은 ㄴ이 빠져 있다. 생성물은 A 원자 3개와 B 원자 1개로 이루어진 A_3B이므로, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

③ X — 'ㄴ, ㄷ'에서 ㄷ이 틀리고, 옳은 ㄱ이 빠져 있다. 반응 후 총분자 수는 7에서 5로 감소하며 생성물은 A_3B이므로, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

④ X — 'ㄱ, ㄴ, ㄷ'에는 틀린 ㄷ이 포함되어 있다. 생성물의 화학식은 AB_3가 아니라 A_3B이므로, 올바르게는 'ㄱ, ㄴ'이다.

NoteBase

오답 포인트

생성물에서 큰 구 B의 개수만 먼저 보고 AB_3로 쓰기 쉽다. 실제로는 작은 구 A가 3개이고 큰 구 B가 1개이므로 원자 수를 기호별로 대응하면 A_3B이다. 또한 반응한 분자 수 비는 반응 전의 전체 개수 비가 아니라 반응 전후에 줄어든 개수로 구한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 반응 전후에 남아 있는 각 분자와 새로 생긴 분자를 종류별로 센다. 반응물의 감소량으로 반응한 분자 수 비를 구하고, 생성물에서는 각 원소 기호와 구의 크기를 대응시켜 원자 수만큼 아래첨자를 붙인다.

암기 포인트

반응한 비는 감소량으로, 생성물의 화학식은 원소별 실제 원자 수로 판단한다. 이 모형의 반응식은 $3A_2 + B_2 \rightarrow 2A_3B$이다.

NoteBase

11. <보기>의 실험 과정에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

㈎ $CuSO_4$ 수용액이 담긴 비커에 금속 A를 넣었더니 Cu가 석출되었다.
㈏ ㈎ 비커에서 금속 A를 꺼내고 금속 B를 넣었더니 Cu와 금속 A가 석출되었다.
㈐ ㈏ 비커에서 금속 B를 꺼내고 금속 C를 넣었더니 금속 A와 금속 B가 석출되었다.

① 과정 ㈎에서 금속 A는 산화제이다.
② 과정 ㈏에서 Cu와 금속 A의 이온은 환원된다.
③ 과정 ㈐에서 금속 B는 금속 C보다 금속의 반응성이 크다.
④ 과정 ㈎~㈐에서 가장 산화되기 쉬운 것은 금속 B이다.

정답 2번

출제 포인트

금속과 금속 이온 사이의 치환 반응에서 석출된 금속을 근거로 금속의 반응성, 산화·환원 여부, 산화제와 환원제를 판단하는 문제이다.

사례 정리

(가) 금속 A를 넣자 Cu가 석출되므로 A가 Cu보다 산화되기 쉽다.
(나) 금속 B를 넣자 Cu와 금속 A가 석출되므로 B가 A와 Cu보다 산화되기 쉽다.
(다) 금속 C를 넣자 금속 A와 금속 B가 석출되므로 C가 A와 B보다 산화되기 쉽다.
따라서 금속의 반응성 순서는 $C > B > A > Cu$이다.

핵심 개념

반응성이 큰 금속은 전자를 잃고 산화되기 쉬우며, 반응성이 작은 금속의 이온에 전자를 주어 그 이온을 금속으로 석출시킨다. 이때 산화되는 금속은 상대 물질을 환원시키므로 환원제이고, 환원되는 금속 이온은 상대 물질을 산화시키므로 산화제이다.

적용 기준

금속 X를 넣었을 때 금속 Y가 석출되었다면 X가 Y보다 반응성이 크고 산화되기 쉽다. 즉 $X > Y$로 판단한다. 이 기준을 (가), (나), (다)에 차례로 적용하면 $A > Cu$, $B > A$, $C > B$를 얻는다.

NoteBase

선지별 해설

① X — (가)에서 금속 A는 전자를 잃고 산화되면서 Cu^{2+}을 Cu로 환원시킨다. 따라서 '금속 A는 산화제이다'가 틀렸으며, 올바르게는 '금속 A는 환원제이다'이다.

② O — (나)에서 Cu와 금속 A가 석출되었으므로 Cu 이온과 금속 A의 이온은 각각 전자를 받아 환원된다. 금속 B는 이들에게 전자를 주고 산화된다.

③ X — (다)에서 금속 C를 넣었을 때 금속 B가 석출되었으므로 C가 B보다 산화되기 쉽고 금속의 반응성이 크다. 따라서 '금속 B는 금속 C보다 반응성이 크다'가 틀렸으며, 올바르게는 '금속 C는 금속 B보다 반응성이 크다'이다.

④ X — 전체 반응에서 얻는 반응성 순서는 $C > B > A > Cu$이므로 가장 산화되기 쉬운 금속은 C이다. 따라서 '금속 B이다'가 틀렸으며, 올바르게는 '금속 C이다'이다.

오답 포인트

①에서는 산화되는 물질을 산화제로 착각하기 쉽다. 산화제는 자신이 환원되면서 상대를 산화시키는 물질이고, 금속 A처럼 자신이 산화되면서 금속 이온을 환원시키는 물질은 환원제이다. 또한 석출된 금속이 넣어 준 금속보다 반응성이 크다고 순서를 거꾸로 세우면 ③과 ④를 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

'넣은 금속 → 석출된 금속'의 방향으로 반응성의 부등호를 세운다. 각 단계의 부등호를 연결해 전체 반응성 순서를 만든 뒤, 전자를 잃는 쪽은 산화·환원제, 전자를 받는 금속 이온은 환원·산화제로 판단한다.

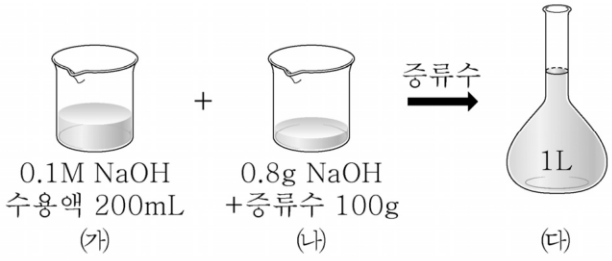
암기 포인트

큰 반응성의 금속이 산화되고, 작은 반응성의 금속 이온이 환원되어 석출된다. 이 문항의 순서는 $C > B > A > Cu$이다.

NoteBase

12. <보기>와 같이 농도가 서로 다른 NaOH(aq) ㈎와 ㈏를 같은 부피 플라스크에 넣은 후, 증류수를 가하여 1L의 수용액 ㈐를 만들었다. 수용액 ㈐의 몰 농도 값[M]은? (단, NaOH의 화학식량은 40이다.)

<보기>



① 0.01M ② 0.02M
③ 0.04M ④ 0.10M

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 서로 다른 농도의 NaOH에서 각각의 몰수를 구해 합한 뒤, 최종 수용액의 부피로 나누어 몰 농도를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: (가)는 농도 $0.1M$, 부피 $200mL = 0.200L$인 NaOH 수용액이다. (나)는 NaOH $0.8g$을 포함하며, NaOH의 몰 질량은 $40g/mol$이다.
구해야 할 값: 혼합 후 증류수를 가하여 전체 부피를 $1L$로 만든 수용액 (다)의 몰 농도이다.
주의할 조건: 같은 부피의 플라스크에 넣었다는 정보가 아니라, 최종 용액의 부피가 $1L$라는 정보가 농도 계산의 분모가 된다.

사용할 공식

용액 속 용질의 몰수는 $n = MV$, 질량으로 주어진 용질의 몰수는 $n = m/M_m$로 구한다. 혼합 후 몰 농도는 $M_{final} = n_{total}/V_{final}$이다.
(가)는 농도와 부피가 주어졌고, (나)는 NaOH의 질량과 몰 질량이 주어졌으므로 각각의 공식으로 몰수를 구한 뒤 합해야 한다.

NoteBase

계산 과정

1. (가)에 들어 있는 NaOH의 몰수는
n_(가)=(0.1 mol/L)(0.200 L)=0.020 mol
이다.
2. (나)에 들어 있는 NaOH의 몰수는
n_(나)=(0.8 g)/(40 g/mol)=0.020 mol
이다. 증류수의 질량은 NaOH의 몰수를 바꾸지 않는다.
3. 혼합한 NaOH의 총 몰수는
$n_{\text{total}} = 0.020 + 0.020 = 0.040 mol$
이다. 이를 최종 부피 $1L$로 묽혔으므로
M_(다)=(0.040 mol)/(1 L)=0.040 M
이다.

선지 판단

① X — $0.01M$는 총 NaOH 몰수 $0.040mol$을 반영하지 못한 값이다. '$0.01M$'는 틀린 표현이며, 올바르게는 $0.04M$이다.
② X — $0.02M$는 (가) 또는 (나) 한쪽의 NaOH $0.020mol$만 최종 부피 $1L$에 나눈 값이다. 두 용액의 몰수를 합해야 하므로 올바르게는 $0.04M$이다.
③ O — 두 용액에 들어 있는 NaOH가 각각 $0.020mol$이므로 총 $0.040mol$이고, 최종 부피가 $1L$이어서 몰농도는 $0.04M$이다.
④ X — $0.10M$는 (가)의 처음 농도를 그대로 사용한 값으로, (나)의 NaOH 몰수와 최종 부피를 반영하지 않는다. '$0.10M$'는 틀린 표현이며, 올바르게는 $0.04M$이다.

오답 포인트

(가)의 $0.1M$와 (나)의 NaOH $0.8g$을 곧바로 더할 수는 없다. 두 양을 모두 몰수로 바꾸어 합해야 한다. 또한 (나)의 증류수 $100g$은 용매의 양일 뿐 NaOH의 몰수에 더하지 않으며, 최종 농도의 부피는 문제에서 제시한 $1L$를 사용한다.

다시 나오면 이렇게 판단

혼합·희석 문제에서는 각 용액의 용질 몰수를 먼저 구해 모두 합하고, 마지막에 최종 용액의 부피로 나눈다. 질량이 주어지면 몰 질량으로 나누고, mL로 주어진 부피는 L로 환산한다.

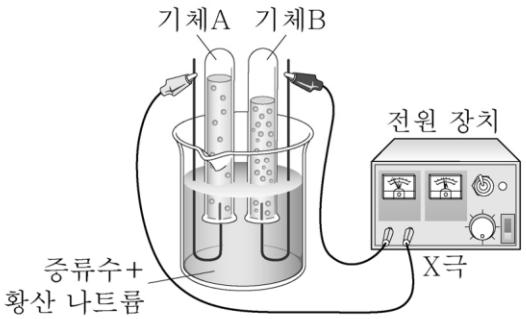
암기 포인트

혼합·희석 전후에 용질의 총 몰수는 보존되며, 최종 몰 농도는 '총 용질 몰수 ÷ 최종 용액 부피'이다.

NoteBase

13. <보기>는 황산 나트륨(Na_2SO_4)을 소량 녹인 증류수에 전류를 흘려주었을 때 전기 분해가 일어나 기체 A와 B가 발생한 것을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① X극은 (+)극이다.
② Na_2SO_4은 산화제이다.
③ 기체 A는 수소(H_2)이다.
④ X극에서 환원 반응이 일어난다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 전선의 연결과 포집된 기체의 부피를 함께 보고 물의 전기 분해에서 각 전극의 극성, 생성 기체, 산화·환원 반응을 판단하는 문제이다. 물이 전기 분해되면 수소와 산소의 부피비는 2:1이며, 그림에서 부피가 작은 기체 A는 산소, 부피가 큰 기체 B는 수소이다.

선지별 해설

① O — X극과 연결된 전극에서 부피가 작은 기체 A, 즉 산소가 생성된다. 산소가 생성되는 전극은 산화가 일어나는 (+)극이므로 X극은 (+)극이다.
② X — Na_2SO_4은 이 실험에서 산화제로 작용하지 않는다. 올바르게는 황산 나트륨이 물에 이온을 공급하여 전류가 잘 흐르게 하는 전해질이며, 주로 물이 산화·환원된다.
③ X — 그림에서 기체 A의 부피는 기체 B보다 작다. 물의 전기 분해에서 수소와 산소의 부피비는 2:1이므로 기체 A는 수소가 아니라 산소 O_2이다. 올바르게는 기체 B가 수소 H_2이다.
④ X — X극은 (+)극이며, (+)극에서는 전자를 내놓는 산화 반응이 일어난다. 올바르게는 X극에서 산화 반응이 일어나고, 반대편 (-)극에서 환원 반응이 일어난다.

NoteBase

오답 포인트

③에서 기체의 위치만 보고 수소를 고르면 틀리기 쉽다. 물의 전기 분해에서는 수소가 산소보다 2배 많이 생성되므로 기체의 부피를 먼저 비교해야 한다. 또한 전기 분해에서 (+)극은 산화, (-)극은 환원이라는 대응을 전지의 전극 명칭과 혼동하지 않아야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 기체의 부피비 2:1로 수소와 산소를 구분한다. 산소가 생기는 전극은 (+)극·산화, 수소가 생기는 전극은 (-)극·환원으로 연결하여 판단한다.

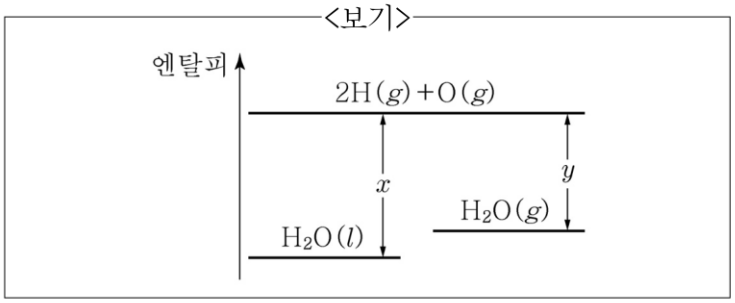
암기 포인트

물의 전기 분해: 수소 2, 산소 1 / (+)극 산화·산소, (-)극 환원·수소이다.

NoteBase

14. <보기>는 1기압에서 몇 가지 물질의 엔탈피를 나타낸 것이다. 산소(O)와 수소(H)의 결합 에너지(O−H)는?

<보기>



① $x-y$
② x
③ $0.5y$
④ $0.5(x+y)$

정답 3번

출제 포인트

기체 상태의 물 분자 1몰을 원자 상태로 완전히 분해하는 데 필요한 엔탈피와 O-H 결합 에너지의 관계를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: y는 $H_2O(g)$ 1몰이 $2H(g)+O(g)$로 분해될 때 필요한 엔탈피이다.
구해야 할 값: O-H 결합 1몰을 끊는 데 필요한 결합 에너지이다.
주의할 조건: H_2O 한 분자에는 같은 O-H 결합이 2개 있으므로 y는 O-H 결합 에너지 2몰분에 해당한다.

사용할 공식

$y = 2D(\mathrm{O-H})$
따라서
$D(\mathrm{O-H}) = \frac{y}{2} = 0.5y$
결합 에너지는 기체 분자의 결합을 끊는 과정에 대해 정의되므로, 액체 물에서 출발하는 x가 아니라 $H_2O(g)$에서 출발하는 y를 사용한다.

계산 과정

1. $H_2O(g)$ 1몰에는 O-H 결합이 2몰 들어 있다.
2. 이 두 결합을 모두 끊어 $2H(g)+O(g)$로 만드는 데 필요한 엔탈피가 y이다.
3. O-H 결합 1몰의 결합 에너지는 y의 절반인 $0.5y$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — $x - y$는 $H_2O(l)$와 $H_2O(g)$의 엔탈피 차이, 즉 물의 기화 엔탈피에 해당하므로 O-H 결합 에너지가 아니다. 올바른 값은 $0.5y$이다.
② X — x는 액체 물 1몰을 기체 원자들로 만드는 전체 엔탈피로서 기화 과정까지 포함하므로 O-H 결합 하나의 에너지가 아니다. 올바른 값은 $0.5y$이다.
③ O — y가 O-H 결합 2몰을 모두 끊는 데 필요한 엔탈피이므로 결합 1몰의 에너지는 $0.5y$이다.
④ X — $0.5(x + y)$는 액체와 기체에서 출발하는 서로 다른 엔탈피 차이를 불필요하게 더한 값이다. 올바르게는 기체 물의 분해 엔탈피만 사용한 $0.5y$이다.

오답 포인트

그림에서 가장 큰 차이인 x를 곧바로 결합 에너지로 보는 것이 함정이다. 결합 에너지는 기체 분자를 기체 원자로 분해할 때의 값이며, H_2O에는 O-H 결합이 2개이므로 y를 다시 2로 나누어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

결합 에너지를 묻는 경우 먼저 기체 분자에서 기체 원자로 가는 엔탈피 차이를 고르고, 그 값을 분자 1개에 포함된 해당 결합의 개수로 나눈다.

암기 포인트

기체 분자 → 기체 원자의 엔탈피는 모든 결합을 끊는 에너지이며, 물은 O-H 결합이 2개이므로 $D(\mathrm{O-H}) = y/2$이다.

NoteBase

15. <보기>의 물에 대한 설명으로 옳은 것을 모두 고른 것은?

<보기>

ㄱ. 이온화 상수 값이 $K_w=10^{-15}$인 물의 pH는 7보다 크다.
ㄴ. H^+를 만나면 비공유 전자쌍을 공유하여 H^+와 결합할 수 있다.
ㄷ. 순수한 물에는 H^+와 OH^-가 같은 수만큼 들어 있다.

① ㄱ, ㄴ
② ㄱ, ㄷ
③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 4번

출제 포인트

물의 이온화 상수와 중성 조건의 관계, 물 분자의 비공유 전자쌍에 의한 결합을 함께 판단하는 문제이다.

핵심 개념

물의 이온화 상수는 $K_w = [H^+][OH^-]$이다. 순수한 물에서는 $[H^+] = [OH^-]$이므로 $[H^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w}$가 된다. 따라서 중성 pH는 항상 7인 것이 아니라 $\text{pH} = \frac{1}{2}\text{p}K_w$로 정해진다. 또한 물 분자의 산소 원자는 비공유 전자쌍을 H^+에 제공하여 결합할 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X

ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄷ도 옳으므로, 'ㄱ, ㄴ만 옳다'는 조합이 틀렸다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

$K_w = 10^{-15}$이면 순수한 물에서 $[H^+] = \sqrt{10^{-15}} = 10^{-7.5}$이므로 pH는 7.5이고, $[H^+]$와 $[OH^-]$의 수도 같다.

② X

ㄱ과 ㄷ은 옳지만 ㄴ도 옳으므로, 'ㄱ, ㄷ만 옳다'는 조합이 틀렸다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다. 물 분자의 산소는 비공유 전자쌍을 H^+에 제공하여 결합할 수 있다.

③ X

ㄴ과 ㄷ은 옳지만 ㄱ도 옳으므로, 'ㄴ, ㄷ만 옳다'는 조합이 틀렸다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다.

$K_w = 10^{-15}$인 순수한 물의 pH는 7.5로 7보다 크다.

④ O

ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다. 순수한 물에서는 $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7.5}$이고 pH는 7.5이며, 물 분자는 산소의 비공유 전자쌍을 이용해 H^+와 결합할 수 있다.

오답 포인트

'중성인 물의 pH는 언제나 7이다'라고 생각하면 ㄱ을 틀렸다고 판단하기 쉽다. 중성의 기준은 $[H^+] = [OH^-]$이며, pH 7은 $K_w = 10^{-14}$일 때의 값이다. 이 문항에서는 $K_w = 10^{-15}$이므로 중성 pH가 7.5이다.

다시 나오면 이렇게 판단

순수한 물에서는 먼저 $[H^+] = [OH^-]$를 두고 $K_w = [H^+][OH^-]$에 대입한다. 그 결과 $[H^+] = \sqrt{K_w}$를 구한 뒤 pH를 판단한다. 물과 H^+의 결합은 산소의 비공유 전자쌍 제공 여부로 판단한다.

암기 포인트

중성은 pH 7이 아니라 $[H^+] = [OH^-]$이며, 중성 pH는 $\frac{1}{2}pK_w$이다.

NoteBase

16. <보기>는 같은 질량의 메테인(CH_4)과 산소(O_2)가 각각 두 용기에 들어있는 상태를 나타낸 것이다. $P_1 : P_2$는? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이고, $K = ℃ + 273$이며 메테인(CH_4)과 산소(O_2)는 이상기체이다.)

<보기>

CH_4	O_2
wg	wg
−73℃	27℃
P_1기압	P_2기압
1L	2L

① 8 : 3　② 2 : 1
③ 4 : 3　④ 2 : 3

정답 1번

출제 포인트

같은 질량의 서로 다른 이상기체에서 몰수, 절대온도, 부피를 반영하여 압력의 비를 구하는 문제이다.

조건 정리

메테인의 몰질량은 $16g/mol$, 산소의 몰질량은 $32g/mol$이다. 따라서 몰수는 각각 $n_{CH_4} = w/16mol$, $n_{O_2} = w/32mol$이다.
절대온도는 $T_1 = -73 + 273 = 200K$, $T_2 = 27 + 273 = 300K$이다.
부피는 각각 $V_1 = 1L$, $V_2 = 2L$이다.

사용할 공식

이상기체 상태 방정식 $PV = nRT$에서 $P = nRT/V$이다. 두 기체 모두 이상기체이므로 압력은 몰수와 절대온도에 비례하고 부피에 반비례한다.

계산 과정

압력의 비는 다음과 같다.
$P_1 : P_2 = \frac{(w/16) \times 200}{1} : \frac{(w/32) \times 300}{2}$
공통인 w를 약분하면
$P_1 : P_2 = \frac{200}{16} : \frac{300}{64} = \frac{25}{2} : \frac{75}{16} = 8 : 3$
따라서 $P_1 : P_2 = 8 : 3$이다.

NoteBase

선지 판단

① O — 계산 결과 $P_1 : P_2 = 8 : 3$이므로 옳다.
② X — 2 : 1은 같은 질량에서 메테인의 몰수가 산소의 2배라는 점만 반영하고 온도와 부피의 영향을 빠뜨린 값이다. 올바르게는 $P_1 : P_2 = 8 : 3$이다.
③ X — 4 : 3은 몰수 차이를 반영하지 않고 온도와 부피만 반영할 때 나오는 값이다. 같은 질량이라도 몰질량이 다르므로 몰수가 다르며, 올바르게는 $P_1 : P_2 = 8 : 3$이다.
④ X — 2 : 3은 절대온도의 비 200 : 300만 반영한 값으로 몰수와 부피의 영향을 빠뜨렸다. 올바르게는 $P_1 : P_2 = 8 : 3$이다.

오답 포인트

같은 질량을 같은 몰수로 착각하면 안 된다. 몰수는 질량을 몰질량으로 나누어 구하며, 섭씨온도는 반드시 절대온도로 바꾸어야 한다. 또한 압력은 부피에 반비례하므로 $1L$와 $2L$의 차이도 함께 반영한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 기체의 몰질량으로 몰수를 구하고, 섭씨온도를 절대온도로 변환한 뒤, $P \propto nT/V$에 몰수·온도·부피를 모두 대입하여 비를 약분한다.

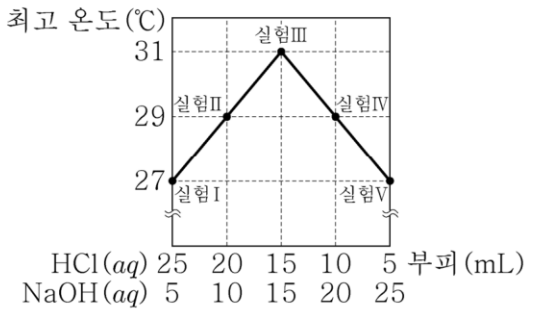
암기 포인트

같은 질량에서는 몰질량이 작을수록 몰수가 많다. 이상기체의 압력 비교는 $P \propto nT/V$이다.

NoteBase

17. <보기>는 같은 온도에서 $HCl(aq)$과 $NaOH(aq)$의 부피에 변화를 주면서 혼합 용액의 최고 온도를 측정한 결과이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>



① 실험 Ⅲ에서 중화점에 도달하였다.

② 단위 부피당 이온 수 비는 $HCl(aq) : NaOH(aq) = 1:1$이다.

③ 실험 Ⅰ과 실험 Ⅳ에서 남은 용액을 혼합하면 산성 용액이 된다.

④ 중화 반응에 의해 생성된 물 분자 수는 실험 Ⅲ이 실험 Ⅱ의 2배이다.

정답 4번

출제 포인트

같은 온도에서 강산인 HCl 수용액과 강염기인 NaOH 수용액을 섞을 때, 최고 온도가 가장 높은 지점을 중화점으로 판단하고 각 실험의 과량 반응물과 물 생성량을 비교하는 문제이다.

조건 정리

각 실험에서 HCl 수용액과 NaOH 수용액의 전체 부피는 $30mL$로 같다. 최고 온도는 실험 III에서 $31\,^{\circ}C$로 가장 높고, 이때 두 용액의 부피는 각각 $15mL$이다. 따라서 실험 III에서 중화점에 도달하며 두 용액의 몰 농도는 같다.

사용할 공식

중화 반응은 $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$이고, 반응하는 물질의 양은 $n = CV$로 구한다. 여기서 V는 L 단위로 환산한다. HCl과 NaOH는 1:1로 반응하므로 생성되는 물의 양은 두 반응물 중 몰수가 작은 쪽과 같다.

NoteBase

계산 과정

1. 실험 III에서 같은 부피의 두 용액이 완전히 중화되므로 $C_{HCl} = C_{NaOH} = C$이다.
2. 농도가 같으므로 각 실험에서 반응 전 몰수는 부피에 비례한다. 예를 들어 $10mL$는 $C \times 0.010L$, $15mL$는 $C \times 0.015L$에 해당한다.
3. 실험 II의 물 생성량은 $C \times 0.010L$, 실험 III의 물 생성량은 $C \times 0.015L$이다. 따라서 실험 III과 실험 II의 물 생성량의 비는 15 : 10 = 3 : 2이다.

선지 판단

① O — 실험 III에서 최고 온도가 가장 높으므로 중화 반응으로 방출된 열이 가장 많다. HCl과 NaOH가 각각 $15mL$일 때 서로 남지 않고 완전히 반응하므로 실험 III은 중화점이다.
② O — 실험 III에서 같은 부피가 중화되므로 두 용액의 몰 농도는 같다. HCl과 NaOH는 각각 단위 화학식당 2개의 이온으로 완전히 이온화하므로 단위 부피당 전체 이온 수의 비도 HCl 수용액:NaOH 수용액 = 1:1이다.
③ O — 실험 I에서는 HCl이 $20mL$에 해당하는 양만큼 남고, 실험 IV에서는 NaOH가 $10mL$에 해당하는 양만큼 남는다. 두 남은 용액을 섞으면 HCl이 $10mL$에 해당하는 양만큼 과량이므로 산성 용액이 된다.
④ X — '실험 III이 실험 II의 2배'가 틀렸다. 물 생성량은 제한 반응물의 몰수로 정해지므로 실험 II에서는 NaOH $10mL$에 해당하는 양, 실험 III에서는 각 용액 $15mL$에 해당하는 양의 물이 생긴다. 올바르게는 실험 III의 물 분자 수는 실험 II의 3/2배이다.

오답 포인트

최고 온도 $31\,^{\circ}C$와 $29\,^{\circ}C$ 같은 온도값 자체를 물 생성량으로 보면 안 된다. 최고 온도는 중화점을 찾는 단서이고, 각 실험의 물 생성량은 1:1 반응에서 더 적은 몰수의 반응물로 결정된다.

다시 나오면 이렇게 판단

전체 부피와 처음 온도가 같은 중화 실험에서는 먼저 최고 온도 지점으로 중화점을 찾는다. 그 지점의 부피비로 농도 관계를 정한 뒤, 각 실험에서 제한 반응물과 과량 반응물을 구분하여 물 생성량과 혼합 후 액성을 판단한다.

암기 포인트

중화점은 최고 온도, 물 생성량은 제한 반응물, 혼합 후 액성은 남은 H^+와 OH^-의 양으로 판단한다.

NoteBase

18. <보기>는 수소 원자의 몇 가지 전자 전이를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은? (단, $E_n = \frac{-1312}{n^2}$ kJ/mol이다.)

<보기>

구분		방출선				
		a	b	c	d	e
주양자수 (n)	전	∞	3	2	1	∞
	후	1	2	1	3	2

① 방출선 c의 파장은 방출선 a의 파장보다 짧다.
② b에서 방출되는 빛은 가시광선 영역에 속한다.
③ c에서 984kJ/mol의 에너지가 방출된다.
④ d에서는 에너지가 흡수된다.

정답 1번

출제 포인트

수소 원자의 에너지 준위 차로 전자의 전이 에너지를 구하고, 방출·흡수 여부와 빛의 파장 영역을 판단하는 문제이다.

조건 정리

수소 원자의 에너지 준위는 $E_n = -\frac{1312}{n^2} kJ/mol$이다. 전자가 높은 준위에서 낮은 준위로 이동하면 빛을 방출하고, 낮은 준위에서 높은 준위로 이동하면 에너지를 흡수한다. 방출 에너지가 클수록 $E = hc/\lambda$에 따라 파장은 짧아진다.

사용할 공식

방출 전이에서는 Δ E_방출=E_전-E_후, 흡수 전이에서는 Δ E_흡수=E_후-E_전를 사용한다. 빛의 파장은 $\lambda = \frac{hcN_A}{\Delta E_{mol}}$이며, 따라서 파장은 전이 에너지에 반비례한다. 이 문제는 각 방출선의 전이 전후 주양자수가 주어졌으므로 에너지 준위 차를 계산해 판단한다.

계산 과정

a는 $n = \infty \rightarrow 1$이므로 $\Delta E_a = 0 - (-1312) = 1312 kJ/mol$이다.
c는 $n = 2 \rightarrow 1$이므로 $\Delta E_c = -328 - (-1312) = 984 kJ/mol$이다. 따라서 $\Delta E_a > \Delta E_c$이므로 $\lambda_a < \lambda_c$이다.
b는 $n = 3 \rightarrow 2$이므로 Δ E_b=1312(14-19)≈182.2 kJ/mol이고, $\lambda_b \approx 656 nm$로 가시광선 영역에 해당한다.
d는 $n = 1 \rightarrow 3$의 상향 전이이므로 에너지를 흡수한다.

NoteBase

선지 판단

① X — c의 방출 에너지 $984kJ/mol$은 a의 방출 에너지 $1312kJ/mol$보다 작으므로 c의 파장이 더 길다. 틀린 표현인 'c의 파장은 a의 파장보다 짧다'는 'c의 파장은 a의 파장보다 길다'로 고쳐야 한다.
② O — b는 $n = 3 \rightarrow 2$ 전이이며 파장이 약 $656nm$이므로 가시광선 영역의 빛을 방출한다.
③ O — c는 $n = 2 \rightarrow 1$ 전이이므로 $(-328) - (-1312) = 984kJ/mol$의 에너지를 방출한다.
④ O — d는 $n = 1 \rightarrow 3$의 상향 전이이므로 원자가 에너지를 흡수한다.

오답 포인트

①은 파장과 에너지의 관계를 같은 방향으로 생각하게 만드는 함정이다. 방출 에너지가 클수록 파장은 짧으므로, 에너지가 더 작은 c의 파장이 a보다 길다. 또한 전이의 화살표가 아래쪽이면 방출, 위쪽이면 흡수라는 방향도 함께 확인해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전이 방향으로 방출과 흡수를 구분하고, 에너지 준위 차의 절댓값을 계산한 뒤, $\lambda \propto 1/\Delta E$로 파장의 대소를 판단한다. 가시광선 여부는 계산한 파장이 대략 $380 \sim 750nm$ 범위인지 확인한다.

암기 포인트

아래로 전이하면 방출, 위로 전이하면 흡수이며, 큰 에너지 차는 짧은 파장에 해당한다. 수소 원자의 $n = 3 \rightarrow 2$ 전이는 약 $656nm$의 가시광선이다.

NoteBase

19. 이상 기체 상태 방정식에 잘 맞는 기체 일정량을 부피가 변하지 않는 밀폐된 용기에 담고 절대 온도를 2배로 올렸다. 이 기체에서 일어나는 변화로 가장 옳지 않은 것은?

① 기체의 압력이 2배로 증가한다.
② 기체의 분자 간 평균거리가 1/2로 줄어든다.
③ 기체의 평균운동에너지가 2배로 증가한다.
④ 기체 분자의 평균운동속도는 증가한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 분자 수와 부피가 일정한 이상 기체에서 압력, 평균운동에너지, 평균운동속도가 절대온도에 따라 어떻게 변하는지 판단하는 문제이다.

조건 정리

주어진 조건: 밀폐된 용기이므로 기체의 분자 수 N과 몰수 n이 일정하고, 부피가 변하지 않으므로 V도 일정하다.
온도 변화: $T_2 = 2T_1$이다.
주의할 조건: 문제는 변화 중 가장 옳지 않은 것을 묻는다.

사용할 공식

이상 기체 상태 방정식은 $PV = nRT$이다. n과 V가 일정하므로 $P \propto T$이다.
분자 1개의 평균 병진 운동에너지는 $\overline{E_k} = \frac{3}{2}kT$이므로 절대온도에 비례한다.
분자의 평균적인 운동속도는 $v \propto \sqrt{T}$이므로 절대온도의 제곱근에 비례한다.
또한 평균 분자 간 거리는 분자 수 밀도 N/V에 의해 결정되므로 N과 V가 일정하면 변하지 않는다.

계산 과정

1. n과 V가 일정하므로 $P_2/P_1 = T_2/T_1 = 2$이다.
2. $\overline{E_k} \propto T$이므로 $\overline{E_{k,2}}/\overline{E_{k,1}} = 2$이다.
3. $v \propto \sqrt{T}$이므로 $v_2/v_1 = \sqrt{2}$이며 평균운동속도는 증가한다.
4. N/V가 일정하므로 평균 분자 간 거리는 그대로이다.

NoteBase

선지 판단

① O — $P \propto T$이고 절대온도가 2배가 되었으므로 기체의 압력도 2배로 증가한다.
② X — 평균 분자 간 거리가 1/2로 줄어든다는 표현이 틀렸다. 분자 수와 용기 부피가 모두 일정하므로 평균 분자 간 거리는 변하지 않는다.
③ O — 분자의 평균운동에너지는 절대온도에 비례하므로 2배로 증가한다.
④ O — 평균운동속도는 $\sqrt{T}$에 비례하므로 $\sqrt{2}$배가 되어 증가한다. 따라서 가장 옳지 않은 것은 ②이다.

오답 포인트

온도가 오르면 분자가 더 빠르게 움직이므로 분자 간 거리도 줄어든다고 생각하기 쉽다. 그러나 평균 분자 간 거리는 속도가 아니라 분자 수 밀도 N/V에 의해 정해진다. 또한 평균운동에너지는 온도에 비례하지만 평균운동속도는 온도의 제곱근에 비례한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 밀폐 여부로 분자 수가 일정한지, 용기의 부피가 일정한지 확인한다. 그다음 $P \propto T$, $\overline{E_k} \propto T$, $v \propto \sqrt{T}$, 평균 분자 간 거리의 기준은 N/V라는 관계를 각각 적용한다. 마지막으로 문제의 긍정형·부정형을 확인한다.

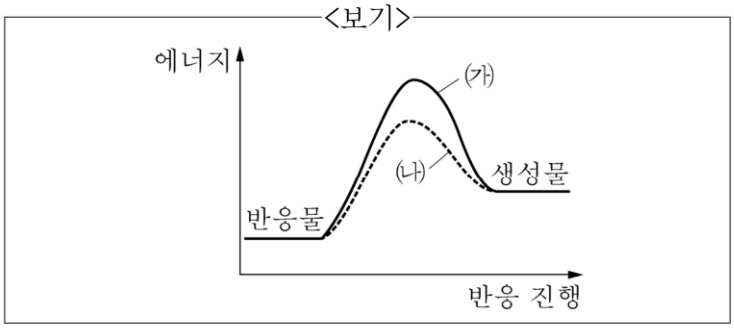
암기 포인트

정적 밀폐 용기에서 T가 2배이면 P와 평균운동에너지는 2배, 평균운동속도는 $\sqrt{2}$배가 되며 평균 분자 간 거리는 변하지 않는다.

NoteBase

20. <보기>에서 ㈎는 25℃에서 기체 반응 $2A(g) \rightarrow B(g)$의 진행에 따른 에너지를 나타낸 것이다. ㈎에서 ㈏로 변화시킬 수 있는 요인으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① A(g) 추가 ② 온도 상승
③ 부피 증가 ④ 촉매 사용

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 반응 진행에 따른 에너지 도식에서 활성화 에너지의 변화를 해석하는 문제이다. 활성화 에너지는 반응물의 에너지 준위에서 에너지 곡선의 꼭대기까지의 차이이며, (나)는 (가)보다 곡선의 꼭대기가 낮으므로 활성화 에너지가 더 작다.

선지별 해설

① X — A(g)를 추가하면 반응물의 농도와 충돌 횟수가 달라질 수 있지만, 반응 경로의 활성화 에너지가 낮아지지는 않는다. 틀린 표현은 'A(g) 추가'이며, 올바르게는 '촉매 사용'이다.
② X — 온도를 높이면 활성화 에너지 이상의 에너지를 가진 입자의 비율이 커져 반응 속도가 빨라지지만, 해당 반응 경로의 활성화 에너지 자체가 낮아지는 것은 아니다. 틀린 표현은 '온도 상승'이며, 올바르게는 '촉매를 사용하면 활성화 에너지가 낮아진다'이다.
③ X — 부피를 증가시키면 기체의 농도와 충돌 빈도가 감소할 수 있으며, 새로운 반응 경로가 생겨 활성화 에너지가 낮아지는 것은 아니다. 틀린 표현은 '부피 증가'이며, 올바르게는 '촉매 사용'이다.
④ O — 촉매는 활성화 에너지가 더 낮은 새로운 반응 경로를 제공한다. 따라서 (가)의 높은 봉우리가 (나)의 낮은 봉우리로 바뀐 도식과 일치한다.

오답 포인트

온도, 농도, 부피의 변화도 반응 속도에 영향을 줄 수 있으므로 촉매와 혼동하기 쉽다. 그러나 그림에서 반응물과 생성물의 에너지 준위는 그대로이고 봉우리만 낮아졌다는 점은 반응 조건의 단순한 변화가 아니라 활성화 에너지를 낮추는 촉매의 사용을 뜻한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

에너지 도식에서 반응물과 생성물의 에너지 준위는 같고 봉우리 높이만 낮아지면 촉매가 사용된 것으로 판단한다. 촉매는 활성화 에너지를 낮추지만 반응물과 생성물의 에너지 차이는 바꾸지 않는다.

암기 포인트

촉매는 출발점과 도착점은 그대로 두고 에너지 장벽만 낮춘다.

NoteBase