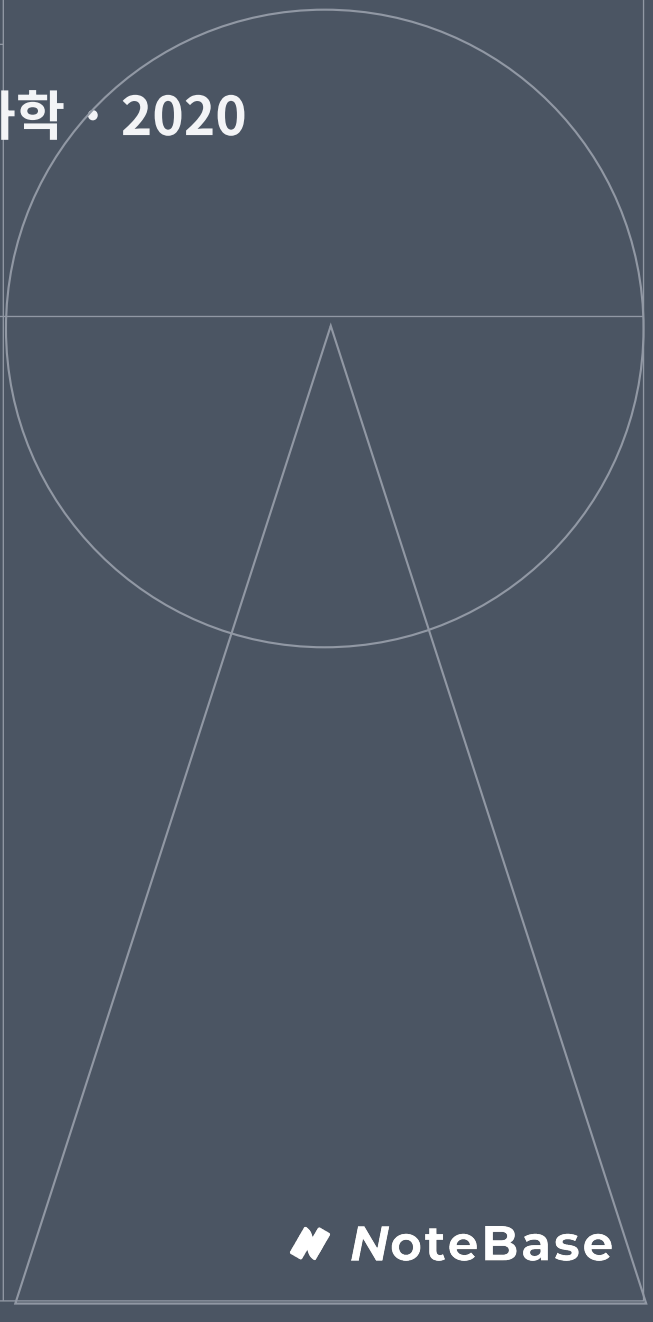
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2020



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2020

공무원/서울시/9급 경력 · 화학 · 2020

1. 물질의 양(몰, mol)에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이고, 0℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 22.4L, 아보가드로수는 6.02×10^{23}이다.)
   ① N_2H_4 5.6L에는 질소 원자 0.5몰이 포함되어 있다.
   ② CH_4 32g에는 탄소 원자 6.02×10^{23}개가 포함되어 있다.
   ③ H_2O 3몰에는 수소 원자 12.04×10^{23}개가 포함되어 있다.
   ④ 2몰의 포도당($C_6H_{12}O_6$)에 포함되어 있는 수소 원자의 질량은 12g이다.

정답 1번

출제 포인트

이 문제는 물질의 양과 입자 수, 기체 부피, 질량의 관계를 이용하여 각 물질에 포함된 특정 원자의 양을 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 0℃, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 22.4L이고, 아보가드로수는 6.02×10^{23}이다.
구해야 할 값: 각 물질에 들어 있는 특정 원자의 몰수, 개수 또는 질량이다.
주의할 조건: 화학식의 아래첨자는 분자 1개에 들어 있는 해당 원자의 개수이므로, 분자의 몰수에 아래첨자를 곱해 원자의 몰수를 구한다.

NoteBase

사용할 공식

$n = \frac{V}{22.4L/mol}$

$N = nN_A$

n(원자)=n(분자)×분자 1개 속 원자 수

$m = nM$

기체의 부피로 분자의 몰수를 구한 뒤 화학식의 아래첨자를 곱하면 원자의 몰수가 된다. 입자 개수는 몰수에 아보가드로수를 곱하고, 질량은 몰수에 몰질량을 곱해 구한다.

계산 과정

① N_2H_4의 몰수는 $5.6L \div 22.4L/mol = 0.25mol$이다. 질소 원자는 분자 1개당 2개이므로 $0.25mol \times 2 = 0.5mol$이다.

② CH_4의 몰질량은 $16g/mol$이므로 $32g$은 $2mol$이다. 탄소 원자도 $2mol$이므로 개수는 $2 \times 6.02 \times 10^{23} = 12.04 \times 10^{23}$개이다.

③ H_2O 3몰에는 수소 원자가 $3mol \times 2 = 6mol$ 들어 있으므로 개수는 $6 \times 6.02 \times 10^{23} = 36.12 \times 10^{23}$개이다.

④ 포도당 $C_6H_{12}O_6$ 2몰에는 수소 원자가 $2mol \times 12 = 24mol$ 들어 있다. 수소 원자의 몰질량은 $1g/mol$이므로 질량은 $24g$이다.

선지 판단

① O — N_2H_4 $5.6L$는 $0.25mol$이고 질소 원자가 분자당 2개이므로, 질소 원자는 $0.5mol$이다.

② X — '탄소 원자 6.02×10^{23}개'가 틀렸다. CH_4 $32g$은 $2mol$이고 탄소 원자도 $2mol$이므로, 올바르게는 탄소 원자 12.04×10^{23}개가 포함되어 있다.

③ X — '수소 원자 12.04×10^{23}개'가 틀렸다. 물 분자 1개에는 수소 원자가 2개 있으므로, 올바르게는 H_2O 3몰에 수소 원자 36.12×10^{23}개가 포함되어 있다.

④ X — '수소 원자의 질량은 $12g$'이 틀렸다. 포도당 1분자에는 수소 원자가 12개 있으므로 포도당 2몰에는 수소 원자가 $24mol$ 들어 있고, 올바르게는 그 질량이 $24g$이다.

계산 결과 옳은 것은 ①이므로 정답은 1번이다.

오답 포인트

분자의 몰수와 원자의 몰수를 같다고 보는 것이 핵심 함정이다. ②는 CH_4의 질량을 몰수로 바꿀 때 $32g = 2mol$임을 놓치기 쉽고, ③과 ④는 화학식의 수소 아래첨자 2와 12를 곱하지 않으면 오답이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 부피나 질량을 분자의 몰수로 바꾸고, 그다음 화학식의 아래첨자를 곱해 원자의 몰수를 구한다. 마지막으로 문제가 요구한 것이 몰수, 입자 개수, 질량 중 무엇인지 확인하여 각각 그대로 사용하거나 아보가드로수 또는 몰질량을 곱한다.

NoteBase

암기 포인트

분자의 몰수 × 화학식의 아래첨자 = 원자의 몰수이다. 입자 수는 nN_A, 질량은 nM으로 구한다.

2. 탄소 화합물에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 폼알데하이드 : 새집 증후군을 일으키는 물질이다.
② 아세트산 : 물에 녹으면 염기성을 나타내는 물질이다.
③ 아세톤 : 물에 잘 녹으며, 손톱칠을 지우는 데도 이용된다.
④ 에탄올 : 물에 잘 녹으며, 술의 주성분 및 소독제 등으로 이용된다.

정답 2번

출제 포인트

탄소 화합물인 폼알데하이드, 아세트산, 아세톤, 에탄올의 성질과 쓰임을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

폼알데하이드는 자극성이 있는 물질로 실내 오염과 새집 증후군의 원인이 될 수 있다.
아세트산은 식초의 신맛을 내는 산으로, 물에 녹아 수소 이온을 내므로 산성을 나타낸다.
아세톤은 물에 잘 녹고 여러 유기 물질을 녹이는 용매이며, 에탄올은 물과 잘 섞이고 술의 주성분 및 소독제로 쓰인다.

선지별 해설

① O — 폼알데하이드는 건축 자재 등에서 방출될 수 있는 자극성 물질로, 새집 증후군을 일으키는 원인 물질에 해당한다.
② X — 틀린 표현은 '물에 녹으면 염기성을 나타낸다'이다. 아세트산은 물에 녹으면 수소 이온을 내어 산성을 나타낸다. 따라서 올바르게는 '아세트산은 물에 녹으면 산성을 나타내는 물질이다'이다.
③ O — 아세톤은 물에 잘 녹는 용매이며, 손톱의 매니큐어 성분을 녹일 수 있어 손톱칠 제거제에 이용된다.
④ O — 에탄올은 물과 잘 섞이며, 술의 주성분이고 소독 작용이 있어 소독제로도 이용된다.

오답 포인트

②의 '염기성'이 함정이다. 아세트산의 이름에 '산'이 들어가며 식초의 신맛을 내는 산성 물질이라는 점을 놓치면 염기성으로 잘못 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

물질마다 대표 성질과 용도를 짝지어 판단한다. 특히 아세트산은 물에서 산성, 아세톤은 용매, 에탄올은 술의 주성분·소독제, 폼알데하이드는 새집 증후군 원인 물질로 구별한다.

NoteBase

암기 포인트

아세트산은 산성, 아세톤은 용매, 에탄올은 술·소독, 폼알데하이드는 새집 증후군이다.

NoteBase

3. <보기>는 바닥상태 원자 A~C에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

원자	A	B	C
s오비탈에 들어 있는 전자 수	3	5	8

① A의 홀전자 수는 3개이다.
② 원자 B와 원자 C의 전자 수 차이는 8이다.
③ B에서 전자가 들어 있는 오비탈의 개수는 6개이다.
④ 전자가 들어 있는 전자 껍질 수는 A와 B가 같다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 바닥상태 원자의 전자 배치에서 모든 s 오비탈에 들어 있는 전자 수를 이용해 원자를 추론하고, 홀전자 수·전체 전자 수·전자가 들어 있는 오비탈 수·전자 껍질 수를 판단하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 표의 값은 원자의 전체 전자 수가 아니라 s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 합임을 확인한다.
2. s 전자 수가 3인 A는 전자 배치가 $1s^2 2s^1$인 Li이고, s 전자 수가 5인 B는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$인 Na이다.
3. 각 선지에서 요구하는 홀전자 수, 전체 전자 수, 점유 오비탈 수, 전자 껍질 수를 전자 배치로 확인한다.

핵심 근거

B의 전자 배치 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$에서 전자가 들어 있는 오비탈은 1s 1개, 2s 1개, 2p 3개, 3s 1개이므로 모두 6개이다. 따라서 ③이 옳다.

선지별 해설

① X — A는 $1s^2 2s^1$인 Li이므로 홀전자는 2s 오비탈의 1개뿐이다. 틀린 표현 '홀전자 수는 3개'는 '홀전자 수는 1개'로 고쳐야 한다.

② X — B는 전자 수가 11인 Na이다. s 전자가 8개인 C는 $1s^2$, $2s^2$, $3s^2$, $4s^2$가 모두 채워져야 하므로 전체 전자 수가 적어도 20이며, B와의 차이는 적어도 9이다. 틀린 표현 '전자 수 차이는 8'은 '전자 수 차이는 8이 아니다'로 고쳐야 한다.

③ O — B의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$이다. 전자가 들어 있는 오비탈은 1s 1개, 2s 1개, 2p 3개, 3s 1개로 총 6개이다.

④ X — A는 전자가 두 번째 껍질까지 들어 있어 전자 껍질 수가 2이고, B는 세 번째 껍질까지 들어 있어 전자 껍질 수가 3이다. 틀린 표현 'A와 B가 같다'는 'A와 B는 다르다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

표의 ‘s 오비탈에 들어 있는 전자 수’를 원자의 전체 전자 수로 오해하기 쉽다. 또한 B의 2p에 전자가 6개 있다는 사실과 2p 오비탈이 3개라는 사실을 구분해야 한다. 점유 오비탈 수는 전자 수가 아니라 전자가 한 개 이상 들어 있는 오비탈의 개수이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 주양자수의 s 전자 수를 합산해 가능한 전자 배치를 찾는다. 그다음 홀전자는 홀로 들어 있는 전자의 수, 점유 오비탈은 전자가 한 개 이상 들어 있는 칸의 수, 전자 껍질은 전자가 들어 있는 가장 큰 주양자수로 판단한다.

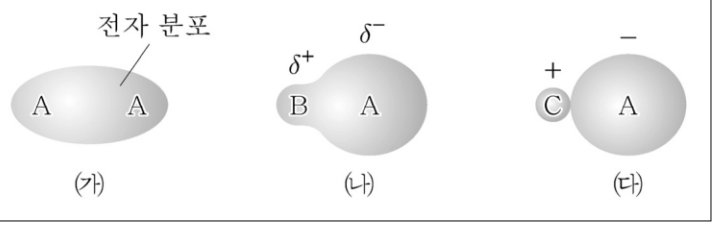
암기 포인트

전자 수와 오비탈 수를 구분한다. 가득 찬 p 오비탈은 전자 6개가 오비탈 3개에 나뉘어 들어간다.

NoteBase

4. <보기 1>은 원소 A, B, C로 이루어진 물질 (가)~(다)를 구성 원소의 전기음성도 차이에 따른 화학 결합 모형으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>



<보기 2>

ㄱ. 전기음성도는 A > B > C이다.
ㄴ. (다)는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.
ㄷ. (가)는 극성공유결합, (다)는 이온결합이다.
ㄹ. Cl_2는 (가)모형, NaCl은 (나)모형으로 나타낼 수 있다.

① ㄱ, ㄴ　② ㄴ, ㄷ
③ ㄷ, ㄹ　④ ㄱ, ㄴ, ㄹ

정답 1번

출제 포인트

전자 분포의 대칭성, 부분 전하와 이온 전하를 보고 결합의 종류와 전기음성도 차이를 판단하는 문제이다. (가)는 같은 원자 사이의 무극성 공유 결합, (나)는 전자 분포가 A 쪽으로 치우친 극성 공유 결합, (다)는 C^+와 A^- 사이의 이온 결합을 나타낸다.

선지별 해설

① O — ㄱ과 ㄴ이 모두 옳다. 같은 A를 기준으로 (나)의 A-B는 극성 공유 결합이고 (다)의 A-C는 전기음성도 차이가 더 큰 이온 결합이므로 전기음성도는 $A > B > C$로 판단한다. 또한 (다)와 같은 이온 결합 물질은 액체 상태에서 이온이 자유롭게 이동하므로 전기 전도성이 있다.
② X — ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. ㄷ의 '(가)는 극성 공유 결합'이 잘못된 표현이며, 올바르게는 '(가)는 무극성 공유 결합이고 (다)는 이온 결합이다'이다.
③ X — ㄷ과 ㄹ이 모두 틀렸다. ㄷ은 (가)를 무극성 공유 결합으로 고쳐야 한다. 또한 ㄹ의 'NaCl은 (나) 모형'이 잘못되었으며, 올바르게는 Cl_2는 (가), NaCl은 (다) 모형으로 나타낼 수 있다.
④ X — ㄱ과 ㄴ은 옳지만 ㄹ이 틀렸으므로 세 진술을 모두 고른 것은 옳지 않다. ㄹ은 'Cl_2는 (가) 모형, NaCl은 (다) 모형으로 나타낼 수 있다'로 고쳐야 하며, 옳은 진술의 조합은 ㄱ, ㄴ이다.

NoteBase

오답 포인트

(가)의 전자 분포가 원자 사이에 존재한다는 이유만으로 극성 공유 결합이라고 판단하기 쉽다. 극성 여부는 전자 분포가 한쪽 원자로 치우쳤는지를 보아야 한다. 또한 NaCl은 전자를 공유하는 (나)가 아니라 양이온과 음이온으로 이루어진 (다)에 해당한다.

다시 나오면 이렇게 판단

전자 분포가 대칭이면 무극성 공유 결합, 한쪽으로 치우치고 부분 전하가 표시되면 극성 공유 결합, 양전하와 음전하를 띤 입자가 분리되어 있으면 이온 결합으로 판단한다. 전자 분포가 치우친 쪽 또는 음이온이 된 원소의 전기음성도가 더 크며, 같은 원소 A를 기준으로는 결합의 이온성이 큰 상대 원소일수록 A와의 전기음성도 차이가 더 크다.

암기 포인트

대칭 공유는 무극성, 치우친 공유는 극성, 양이온·음이온은 이온 결합이다. 이온 결합 물질은 액체 상태에서 이동 가능한 이온 때문에 전류가 흐른다.

NoteBase

5. <보기 1>은 암모니아 합성 반응에 대한 설명이다. ㈎~㈐에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은?

<보기 1>

하버는 공기 중의 ㈎ 질소를 ㈏ 수소와 반응시켜 ㈐ 암모니아를 대량으로 합성하는 제조공정을 개발함으로써 질소 비료의 대량 생산을 가져왔다.

<보기 2>

ㄱ. ㈎~㈐ 중 화합물은 3가지이다.
ㄴ. ㈎는 이원자 분자로 존재한다.
ㄷ. 암모니아 분자 1개는 3개의 원자로 이루어져 있다.

① ㄴ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

분자식으로 홑원소 물질과 화합물을 구분하고, 한 분자를 이루는 원자의 종류와 개수를 판단하는 문제이다.

핵심 개념

하버법의 반응은 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$이다. (가) 질소 N_2와 (나) 수소 H_2는 각각 한 종류의 원소로 이루어진 홑원소 물질이고, (다) 암모니아 NH_3는 질소와 수소로 이루어진 화합물이다. 또한 N_2는 원자 2개로 이루어진 이원자 분자이며, NH_3 한 분자는 질소 원자 1개와 수소 원자 3개, 합계 4개의 원자로 이루어진다. 따라서 ㄱ은 거짓, ㄴ은 참, ㄷ은 거짓이다.

선지별 해설

① O — ㄴ만 고른 선택지이다. 질소는 N_2인 이원자 분자로 존재하므로 옳다.
② X — ㄴ은 옳지만 ㄱ이 틀렸다. (가)~(다)가 모두 화합물이라는 표현은 잘못이며, 올바르게는 화합물은 (다) 암모니아 1가지뿐이다.
③ X — ㄱ과 ㄷ이 모두 틀리고, 옳은 ㄴ도 빠져 있다. 올바르게는 화합물은 암모니아 1가지이고, 암모니아 한 분자는 원자 4개로 이루어지므로 ㄴ만 골라야 한다.
④ X — ㄴ은 옳지만 ㄷ이 틀렸다. '암모니아 분자 1개는 3개의 원자로 이루어져 있다'는 표현은 잘못이며, 올바르게는 질소 원자 1개와 수소 원자 3개를 합한 4개의 원자로 이루어져 있다.

NoteBase

오답 포인트

화학식 NH_3의 아래첨자 3을 분자 전체의 원자 수로 착각하기 쉽다. 아래첨자 3은 수소 원자의 수만 나타내므로, 아래첨자가 생략된 질소 원자 1개까지 더해야 한다. 또한 분자로 존재한다고 해서 모두 화합물인 것은 아니며, N_2와 H_2처럼 한 종류의 원소로만 이루어진 분자는 홑원소 물질이다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학식에 들어 있는 원소 기호의 종류가 1개이면 홑원소 물질, 2개 이상이면 화합물로 판단한다. 한 분자의 전체 원자 수는 각 원소의 아래첨자를 모두 더하되, 아래첨자가 생략된 원소는 1개로 센다.

암기 포인트

N_2와 H_2는 이원자 분자인 홑원소 물질이고, NH_3는 원자 4개로 이루어진 화합물이다.

NoteBase

6. 0.1M 황산(H_2SO_4) 수용액 10mL를 완전히 중화시키는 데 필요한 0.05M 수산화나트륨(NaOH) 수용액의 부피의 값[mL]은?

① 10mL ② 20mL
③ 30mL ④ 40mL

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 황산이 1몰당 수소 이온 2몰을 내놓는 2가 산임을 반영하여 완전 중화에 필요한 수산화나트륨 수용액의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 황산 수용액의 농도는 $0.1M$, 부피는 $10mL = 0.010L$이다. 수산화나트륨 수용액의 농도는 $0.05M$이다.
구해야 할 값: 완전 중화에 필요한 수산화나트륨 수용액의 부피이다.
주의할 조건: H_2SO_4 1몰을 완전히 중화하려면 NaOH 2몰이 필요하다.

사용할 공식

중화 반응식은 다음과 같다.
$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$
몰수는 $n = CV$로 구한다. 반응식에서 황산과 수산화나트륨의 몰수비가 1 : 2이므로 이 공식을 이용해 황산의 몰수를 구한 뒤 필요한 수산화나트륨의 몰수를 계산한다.

계산 과정

1. 황산의 몰수는 $0.1mol/L \times 0.010L = 0.001mol$이다.
2. 필요한 수산화나트륨의 몰수는 $0.001mol \times 2 = 0.002mol$이다.
3. 수산화나트륨 수용액의 부피는 $V = n/C = 0.002mol \div 0.05mol/L = 0.040L = 40mL$이다.

선지 판단

① X — $10mL$는 계산 결과 $40mL$와 일치하지 않는다. 틀린 값 $10mL$ → 올바르게는 $40mL$이다.
② X — $20mL$는 황산을 1가 산처럼 보고 H_2SO_4와 NaOH를 1 : 1로 계산할 때 나오는 값이다. 틀린 값 $20mL$ → 올바르게는 몰수비 1 : 2를 적용한 $40mL$이다.
③ X — $30mL$는 반응식의 몰수비와 $n = CV$를 적용한 계산 결과가 아니다. 틀린 값 $30mL$ → 올바르게는 $40mL$이다.
④ O — 완전 중화에 필요한 수산화나트륨 수용액의 계산 결과가 $40mL$이므로 옳다.

NoteBase

오답 포인트

가장 큰 함정은 황산을 1가 산처럼 처리하여 ② 20mL를 고르는 것이다. 황산과 수산화나트륨의 계수비 1 : 2를 반영해야 하며, 부피를 mL에서 L로 바꾸어 몰수를 계산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

산·염기 중화 계산에서는 먼저 반응식을 맞추고 계수비를 확인한 다음, $n = CV$로 각 물질의 몰수와 부피를 계산하고 마지막에 부피 단위를 검산한다.

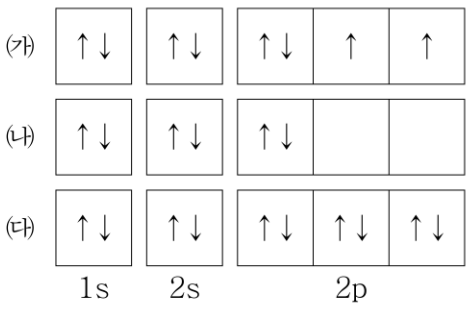
암기 포인트

황산 1몰의 완전 중화에는 수산화나트륨 2몰이 필요하다: H_2SO_4 : $NaOH$ = 1 : 2이다.

NoteBase

7. <보기>의 (가)~(다)는 각각 탄소(C), 산소(O), 마그네슘 이온(Mg^{2+})의 전자 배치를 순서없이 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, n=주 양자수, l=부 양자수(또는 방위 양자수)이다.)

<보기>



① (가)의 원자가 전자 수는 4개이다.
② (나)는 탄소의 바닥상태 전자 배치를 나타낸 것이다.
③ (가)~(다)의 전자 배치에는 홀전자가 없다.
④ $n=3$, $l=0$인 오비탈에서 전자를 잃어버린 것은 (다)이다.

정답 4번

출제 포인트

오비탈 상자의 전자 수와 배치를 읽어 탄소, 산소, Mg^{2+}을 구별하고, 원자가 전자·홀전자·훈트 규칙·이온 형성 때 빠지는 오비탈을 판단하는 문제이다. (가)는 $1s^2 2s^2 2p^4$, (나)는 $1s^2 2s^2 2p^2$, (다)는 $1s^2 2s^2 2p^6$이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- (가)는 산소 원자의 전자 배치이고, 가장 바깥 전자껍질인 $n = 2$에 $2s^2 2p^4$의 전자 6개가 있다. '원자가 전자 수는 4개'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '원자가 전자 수는 6개'이다.

② X

- (나)는 전자 수가 6개이므로 탄소에 해당하지만, 같은 에너지의 세 $2p$ 오비탈에 전자를 하나씩 평행하게 넣기 전에 한 오비탈에 두 전자를 짝지었다. 이는 훈트 규칙에 어긋난다. '탄소의 바닥상태 전자 배치'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '탄소의 바닥상태에서는 두 $2p$ 전자가 서로 다른 오비탈에 같은 방향의 스핀으로 하나씩 들어간다'이다.

③ X

- (가)의 $2p$ 오비탈에는 짝지어지지 않은 전자가 2개 있으므로 홀전자가 존재한다. '(가)~(다)의 전자 배치에는 홀전자가 없다'가 틀린 표현이며, 올바르게는 '(가)에는 홀전자가 2개 있고, 그림의 (나)와 (다)에는 홀전자가 없다'이다.

④ O

- (다)는 전자 10개의 $1s^2 2s^2 2p^6$ 배치이므로 Mg^{2+}이다. 중성 Mg의 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$이고, 양이온이 될 때 가장 바깥의 $3s$ 전자 2개를 잃는다. $3s$ 오비탈은 $n = 3, l = 0$이므로 옳다.

오답 포인트

①에서는 $2p$ 전자만 세어 4개라고 판단하기 쉽지만, 원자가 전자에는 같은 최외각 껍질의 $2s$ 전자도 포함된다. ②에서는 전체 전자 수만으로 탄소를 찾은 뒤, 축퇴된 $2p$ 오비탈의 채움 순서가 훈트 규칙을 따르는지 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 화살표를 세어 전체 전자 수로 원자나 이온을 식별한다. 다음으로 최외각의 ns와 np 전자를 합해 원자가 전자 수를 구하고, 홀전자 수와 훈트 규칙을 확인한다. 양이온은 중성 원자의 가장 큰 n을 가진 오비탈에서 전자가 빠진 것으로 판단한다.

암기 포인트

O는 $2s^2 2p^4$라 원자가 전자 6개·홀전자 2개이고, Mg^{2+}는 중성 Mg의 $3s^2$ 전자 2개를 잃어 Ne형 배치가 된다.

NoteBase

8. 화학 반응 속도에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 정촉매를 사용하면 활성화 에너지가 감소한다.
② 온도를 높이면 활성화 에너지가 증가하여 반응 속도가 증가한다.
③ 반응물의 농도가 증가하면 유효 충돌수가 증가하여 반응 속도가 증가한다.
④ 일정 온도에서 활성화 에너지가 증가하면 활성화 에너지 이상의 운동 에너지를 가진 분자 수가 감소한다.

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 촉매, 온도, 농도 및 활성화 에너지가 반응 속도에 미치는 영향을 구분하는 문제이다.

핵심 개념

활성화 에너지는 반응이 일어나기 위해 반응물 입자가 넘어야 하는 최소 에너지 장벽이다. 촉매는 더 낮은 활성화 에너지를 갖는 새로운 반응 경로를 제공하고, 온도 상승은 분자들의 평균 운동 에너지와 활성화 에너지 이상의 에너지를 가진 분자의 비율을 증가시킨다. 반응물의 농도가 커지면 단위 부피당 입자 수가 늘어 유효 충돌 횟수가 증가한다.

선지별 해설

① O — 정촉매는 활성화 에너지가 더 낮은 반응 경로를 제공하므로 반응 속도를 증가시킨다.
② X — 틀린 표현은 '활성화 에너지가 증가하여'이다. 동일한 반응 경로에서 온도를 높여도 활성화 에너지 자체는 변하지 않는다. 올바르게는 온도가 높아지면 분자의 평균 운동 에너지가 커지고 활성화 에너지 이상의 에너지를 가진 분자 수가 증가하여 반응 속도가 증가한다.
③ O — 반응물의 농도가 증가하면 단위 부피당 반응 입자 수가 많아져 충돌 횟수와 유효 충돌 횟수가 증가하므로 반응 속도가 증가한다.
④ O — 일정한 온도에서는 분자들의 에너지 분포가 정해져 있다. 활성화 에너지가 증가하면 그 에너지 장벽을 넘는 분자 수가 감소하므로 활성화 에너지 이상의 운동 에너지를 가진 분자 수가 감소한다.

오답 포인트

②는 '온도가 높아지면 반응 속도가 증가한다'는 결론은 맞지만 그 원인을 활성화 에너지의 증가로 잘못 설명한다. 온도는 분자의 에너지 분포를 바꾸고, 활성화 에너지는 주로 촉매나 반응 경로가 바뀔 때 달라진다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

반응 속도 요인을 볼 때 촉매는 활성화 에너지를 낮추고, 온도는 활성화 에너지 이상의 에너지를 가진 분자의 비율을 높이며, 농도는 충돌 횟수를 늘린다고 구분한다. 선지의 결론뿐 아니라 제시된 원인까지 확인한다.

암기 포인트

촉매는 에너지 장벽을 낮추고, 온도는 장벽을 넘는 분자를 늘리며, 농도는 충돌을 늘린다.

NoteBase

9. <보기 1>의 (가)와 (나)는 분자량이 60인 A로 만든 수용액을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것을 <보기 2>에서 모두 고른 것은? (단, (가) 수용액의 밀도는 1.09g/mL, 물의 몰랄 내림상수(K_f)는 1.86℃/m이고, A는 비전해질, 비휘발성이다.)

<보기 1>

(가) 1.5M A 수용액 100mL
(나) 1.5m A 수용액 100g

<보기 2>

ㄱ. (나)의 어는점은 −2.79℃이다.
ㄴ. (가)를 몰랄농도로 표현하면 1.5m이다.
ㄷ. (가)와 (나)에 포함된 A의 몰수는 같다.

① ㄱ ② ㄱ, ㄴ
③ ㄴ, ㄷ ④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 2번

출제 포인트

몰농도와 몰랄농도의 정의를 이용하여 용질의 몰수와 용매의 질량을 구하고, 어는점 내림을 계산하는 문제이다.

조건 정리

(가): 1.5M A 수용액 100mL, 밀도 1.09g/mL이다.
(나): 1.5m A 수용액 100g이다.
A의 분자량은 60이고, A는 비전해질·비휘발성이므로 반트호프 인자는 1이다.

사용할 공식

몰농도는 M=용질의 몰수용액의 부피(L), 몰랄농도는 m=용질의 몰수용매의 질량(kg)이다.
비전해질의 어는점 내림은 $\Delta T_f = K_f m$이다.
(가)는 용액의 부피가 주어졌으므로 몰농도로 용질의 몰수를 구하고, 밀도로 용액의 질량을 구해 용매의 질량을 계산한다. (나)는 몰랄농도가 직접 주어졌으므로 어는점 내림을 바로 계산할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. (가)의 A의 몰수는 $1.5mol/L \times 0.100L = 0.150mol$이다. A의 질량은 $0.150mol \times 60g/mol = 9.0g$이다.
2. (가)의 용액 질량은 $1.09g/mL \times 100mL = 109g$이므로 물의 질량은 $109 - 9 = 100g = 0.100kg$이다. 따라서 (가)의 몰랄농도는 $\frac{0.150mol}{0.100kg} = 1.5m$이다.
3. (나)의 어는점 내림은 $\Delta T_f = 1.86^\circ C/m \times 1.5m = 2.79^\circ C$이므로 어는점은 $-2.79^\circ C$이다.
4. (나)에서 물의 질량을 wkg이라 하면 A의 몰수는 $1.5wmol$, A의 질량은 $90wg$이다. 용액 질량 조건에서 $1000w + 90w = 100$이므로 $w = \frac{100}{1090}kg$이고, A의 몰수는 약 $0.138mol$이다. 이는 (가)의 $0.150mol$과 다르다.

선지 판단

① X — ㄱ만 옳다고 하였으나 ㄴ도 옳다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ이 모두 옳다.
② O — (나)의 어는점은 $-2.79^\circ C$이고, (가)의 몰랄농도는 $1.5m$이므로 ㄱ과 ㄴ이 옳다.
③ X — ㄷ은 틀리고 ㄱ은 옳다. (가)의 A는 $0.150mol$, (나)의 A는 약 $0.138mol$이므로 두 몰수는 같지 않다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ이다.
④ X — ㄷ이 틀렸으므로 ㄱ, ㄴ, ㄷ이 모두 옳다는 조합은 성립하지 않는다. 올바르게는 ㄱ, ㄴ만 옳다.

오답 포인트

(가)의 $100mL$는 용액의 부피이고, (나)의 $100g$은 용액의 질량이다. 특히 (나)에서 $1.5m$를 곧바로 A $0.150mol$로 해석하면 ㄷ을 옳다고 판단하게 된다. 몰랄농도의 분모는 용액 질량이 아니라 용매 질량이다.

다시 나오면 이렇게 판단

몰농도에서는 용액의 부피를, 몰랄농도에서는 용매의 질량을 분모로 둔다. 밀도가 주어진 몰농도 용액은 부피에서 용액 질량을 구한 뒤 용질 질량을 빼서 용매 질량을 계산하고, 어는점 내림은 비전해질일 때 $\Delta T_f = K_f m$으로 판단한다.

암기 포인트

몰농도는 용액의 부피, 몰랄농도는 용매의 질량이며, 어는점은 $0^\circ C - K_f m$이다.

NoteBase

10. <보기>는 일정 온도와 압력에서 메테인(CH_4) 1몰이 연소될 때의 열화학반응식을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>

$CH_4(g)+2O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$, $\Delta H=-890.5kJ$

① 반응 후 주위의 온도가 감소한다.
② 산소 1몰이 반응할 때 890.5kJ의 열이 발생한다.
③ 생성물의 엔탈피 총합보다 반응물의 엔탈피 총합이 크다.
④ 반응물의 결합 에너지 총합이 생성물의 결합 에너지 총합보다 크다.

정답 3번

출제 포인트

발열 반응의 반응 엔탈피 부호와 양적 관계를 해석하고, 물질의 엔탈피와 결합 에너지를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

반응 엔탈피는 Δ H=H_생성물-H_반응물이다. $\Delta H < 0$인 발열 반응에서는 반응물의 엔탈피 총합이 생성물보다 크며, 그 차이만큼 열이 주위로 방출된다. 한편 결합 에너지로 반응열을 해석하면 Δ H≈ Σ E_끊는 결합- Σ E_형성하는 결합이므로, 발열 반응에서는 생성물의 결합을 형성할 때 방출되는 에너지가 반응물의 결합을 끊는 데 필요한 에너지보다 크다.

선지별 해설

① X — $\Delta H = -890.5kJ$이므로 발열 반응이다. 반응계가 주위로 열을 방출하므로 주위의 온도는 감소하는 것이 아니라 증가한다.
② X — 반응식에서 산소 2몰이 반응할 때 890.5kJ의 열이 발생한다. 산소 1몰이 반응할 때 발생하는 열은 그 절반인 445.25kJ이다.
③ O — 발열 반응에서는 H_생성물-H_반응물<0이므로 반응물의 엔탈피 총합이 생성물의 엔탈피 총합보다 크다.
④ X — 틀린 표현은 '반응물의 결합 에너지 총합이 생성물의 결합 에너지 총합보다 크다'이다. 발열 반응에서는 생성물의 결합이 더 안정하며, 반응물의 결합을 끊는 데 필요한 에너지보다 생성물의 결합을 형성할 때 방출되는 에너지가 더 크다고 표현해야 한다.

NoteBase

오답 포인트

③의 '엔탈피 총합'과 ④의 '결합 에너지 총합'을 같은 의미로 보면 혼동하기 쉽다. 발열 반응에서는 반응물의 엔탈피가 더 높지만, 결합 에너지 관점에서는 생성물의 강한 결합이 형성될 때 더 큰 에너지가 방출된다. 또한 반응열은 반응식의 계수 전체에 대응하므로 산소 1몰과 2몰을 구분해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 ΔH의 부호로 발열·흡열을 판단한다. 발열이면 '반응물 엔탈피가 생성물보다 크다'와 '주위로 열이 방출된다'를 연결한다. 열량을 묻는 선지는 반응식의 몰수 계수에 비례시켜 계산하고, 결합 에너지는 끊는 결합과 형성하는 결합의 에너지 차이로 따로 판단한다.

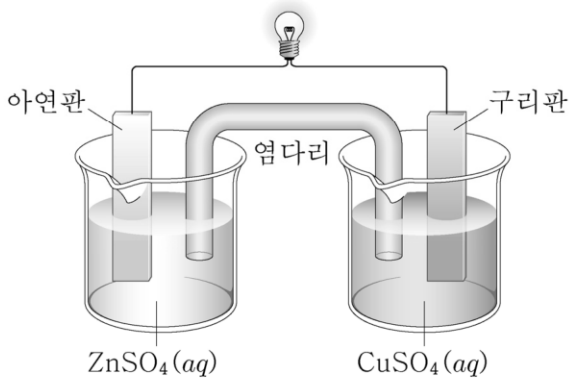
암기 포인트

발열 반응은 $\Delta H < 0$, 반응물 엔탈피가 더 높고 생성물 결합 형성에서 더 큰 에너지가 방출된다.

NoteBase

11. <보기>는 다니엘 전지를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

<보기>



① 전자는 아연판에서 구리판으로 이동한다.
② (−)극에 해당하는 판의 질량이 감소한다.
③ 음이온은 염다리를 따라 $CuSO_4$ 수용액으로 이동하여 전하의 균형을 이룬다.
④ (+)극에 해당하는 판에서는 $Cu^{2+}(aq)+2e^- \rightarrow Cu(s)$의 반응이 일어난다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 아연판-$ZnSO_4$ 수용액과 구리판-$CuSO_4$ 수용액으로 이루어진 다니엘 전지에서 전극 반응, 전자 이동, 전극의 질량 변화, 염다리 이온의 이동 방향을 판단하는 문제이다. 아연 전극은 산화가 일어나는 (-)극이고, 구리 전극은 환원이 일어나는 (+)극이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 아연 전극에서 $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$의 산화 반응이 일어나므로, 생성된 전자는 외부 회로를 따라 아연판에서 구리판으로 이동한다.

② O — (-)극인 아연판에서는 아연 원자가 Zn^{2+}으로 산화되어 수용액으로 녹아 나오므로 아연판의 질량이 감소한다.

③ X — '음이온은 $CuSO_4$ 수용액으로 이동한다'는 부분이 틀렸다. 아연 쪽에서는 Zn^{2+}이 증가하므로 염다리의 음이온이 $ZnSO_4$ 수용액 쪽으로 이동하고, 구리 쪽에서는 Cu^{2+}이 소모되므로 염다리의 양이온이 $CuSO_4$ 수용액 쪽으로 이동하여 전하의 균형을 이룬다.

④ O — (+)극인 구리판에서는 $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$의 환원 반응이 일어나 구리가 전극에 석출된다.

오답 포인트

염다리의 이온 이동 방향을 전자의 이동 방향과 같다고 생각하면 ③을 놓치기 쉽다. 전자는 외부 회로에서 아연판에서 구리판으로 이동하지만, 염다리에서는 음이온이 양이온이 증가하는 아연 전극 쪽으로, 양이온이 감소하는 구리 전극 쪽으로 이동한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 산화 전극과 환원 전극을 정한다. 산화 전극에서는 금속 이온이 생성되므로 전극 질량이 감소하고 염다리의 음이온이 이동한다. 환원 전극에서는 금속 이온이 소모되어 금속이 석출되므로 전극 질량이 증가하고 염다리의 양이온이 이동한다. 전자는 산화 전극에서 환원 전극으로 이동한다.

암기 포인트

다니엘 전지는 아연에서 산화·질량 감소·음이온 유입, 구리에서 환원·질량 증가·양이온 유입이 일어나며, 전자는 아연에서 구리로 이동한다.

NoteBase

12. 물의 특성에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?
① 0℃에서 얼음 1g의 부피는 0℃에서 물 1g의 부피보다 작다.
② 물의 밀도는 4℃일 때 최대이다.
③ 물은 수소 결합이 존재하므로 다른 액체 물질에 비해 표면 장력이 크다.
④ 물은 비열이 커서 쉽게 가열되지 않는다.

정답 1번

출제 포인트

물의 밀도와 얼음의 부피 관계, 수소 결합으로 나타나는 표면 장력과 비열의 특성을 묻는 문제이다.

핵심 개념

밀도는 같은 부피에 들어 있는 질량의 정도이며, 같은 질량에서는 밀도가 작을수록 부피가 크다. 물은 약 4 ° C에서 밀도가 최대이고, 얼음은 액체 물보다 밀도가 작아 같은 질량이라면 부피가 더 크다. 또한 물 분자 사이의 수소 결합은 물의 표면 장력과 비열을 크게 한다.

선지별 해설

① X
- 틀린 표현은 '0 ° C에서 얼음 1g의 부피는 0 ° C에서 물 1g의 부피보다 작다'이다.
- 얼음은 같은 온도의 액체 물보다 밀도가 작으므로, 같은 질량 1g의 부피는 얼음이 물보다 크다.

② O
- 물은 4 ° C 부근에서 밀도가 최대이다. 따라서 이보다 낮아지거나 높아지면 밀도가 감소한다.

③ O
- 물 분자 사이에는 강한 수소 결합이 작용하므로 분자들이 표면에서 서로 끌어당기는 힘이 커서 다른 많은 액체보다 표면 장력이 크다.

④ O
- 물은 수소 결합 때문에 온도를 올리는 데 많은 열이 필요한 비열이 큰 물질이므로 쉽게 가열되지 않는다.

오답 포인트

①에서 얼음이 물에 뜬다는 사실을 부피와 반대로 연결하기 쉽다. 얼음이 뜨는 이유는 얼음의 밀도가 액체 물보다 작기 때문이며, 같은 질량이라면 밀도가 작은 얼음의 부피가 더 크다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

같은 질량의 물과 얼음을 비교할 때는 $V = m/\rho$를 적용한다. 얼음은 물보다 밀도가 작으므로 부피가 크다고 판단한다. 물의 수소 결합은 큰 표면 장력과 큰 비열의 원인으로 연결한다.

암기 포인트

물은 4 ° C에서 밀도 최대, 얼음은 물보다 밀도는 작고 부피는 크며, 수소 결합 때문에 표면 장력과 비열이 크다.

NoteBase

13. <보기>는 4가지 질소 화합물이다. 이 화합물에 있는 질소(N)의 산화수를 모두 합한 값은?

<보기>

NH_3 NO_2 HNO_2 HNO_3

① 7 ② 9

③ 12 ④ 15

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 중성 화합물에서 각 원소의 산화수 총합이 0이라는 원리를 이용해 네 화합물 속 질소의 산화수를 구하고 합하는 문제이다.

조건 정리

주어진 화합물: NH_3, NO_2, HNO_2, HNO_3

구해야 할 값: 각 화합물에 있는 질소의 산화수를 모두 더한 값

주의할 조건: 일반적인 화합물에서 수소의 산화수는 $+1$, 산소의 산화수는 -2이며, 중성 화합물의 산화수 총합은 0이다.

사용할 공식

중성 화합물에서는

Σ (원자의 개수 $\times$ 산화수)=0

이 성립한다. 네 물질이 모두 전하를 띠지 않는 중성 화합물이므로 이 관계를 사용한다.

계산 과정

1. NH_3: 질소의 산화수를 x라 하면 $x + 3(+1) = 0$이므로 $x = -3$이다.
2. NO_2: $x + 2(-2) = 0$이므로 $x = +4$이다.
3. HNO_2: $(+1) + x + 2(-2) = 0$이므로 $x = +3$이다.
4. HNO_3: $(+1) + x + 3(-2) = 0$이므로 $x = +5$이다.
5. 네 질소 산화수의 합은 $(-3) + (+4) + (+3) + (+5) = 9$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 7은 계산 결과와 다르다. 질소의 산화수를 모두 더한 값은 7이 아니라 9이다.
② O — 계산한 질소의 산화수 -3, $+4$, $+3$, $+5$를 모두 더하면 9이다.
③ X — 12는 계산 결과와 다르다. 질소의 산화수를 모두 더한 값은 12가 아니라 9이다.
④ X — 15는 계산 결과와 다르다. 질소의 산화수를 모두 더한 값은 15가 아니라 9이다.
계산 결과가 9이므로 정답은 ②이다.

오답 포인트

가장 큰 함정은 NH_3에서 질소의 산화수 -3을 부호 없이 $+3$으로 처리하는 것이다. 산화수는 원자가나 원자 수가 아니므로 각 화합물에서 부호까지 정확히 구한 뒤 합해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 수소를 $+1$, 산소를 -2로 두고 중성 화합물의 산화수 총합을 0으로 맞춘다. 각 화합물의 미지 산화수를 따로 구한 뒤 마지막에 부호를 유지하여 합한다.

암기 포인트

중성 화합물은 산화수의 총합이 0이며, NH_3 : -3, NO_2 : $+4$, HNO_2 : $+3$, HNO_3 : $+5$이다.

NoteBase

14. 평형 상수에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?
① 평형 상수는 온도와 압력에 따라 변한다.
② 정반응의 평형 상수가 K일 때 역반응의 평형 상수는 $\frac{1}{K}$이다.
③ 고체나 용매의 경우에도 평형 상수식에 포함하여 나타낸다.
④ 화학 반응식의 계수와 평형 상수식은 무관하다.

정답 2번

출제 포인트

평형 상수가 변하는 조건, 정반응과 역반응의 평형 상수 관계, 평형 상수식에 포함되는 물질과 계수의 의미를 묻는 문제이다.

핵심 개념

평형 상수는 일정한 온도에서 평형 상태에 있는 생성물과 반응물의 농도 또는 분압 관계를 나타내는 값이다. 정반응의 평형 상수가 K이면 역반응의 평형 상수는 $1/K$이다. 평형 상수식에서 각 물질의 농도나 분압은 화학 반응식의 계수만큼 거듭제곱하며, 순수한 고체와 순수한 액체는 활동도가 1이므로 식에서 제외한다.

선지별 해설

① X - 틀린 표현은 '온도와 압력에 따라 변한다'이다. 평형 상수는 온도에 따라 변하지만, 온도가 일정하면 압력을 바꾸어 평형 조성이 이동하더라도 평형 상수의 값은 변하지 않는다. 올바르게는 '평형 상수는 온도에 따라 변한다'이다.
② O - 반응식을 역으로 쓰면 평형 상수식의 분자와 분모가 서로 바뀐다. 따라서 정반응의 평형 상수가 K일 때 역반응의 평형 상수는 $1/K$이다.
③ X - 틀린 표현은 '고체나 용매의 경우에도 평형 상수식에 포함한다'이다. 순수한 고체와 순수한 액체인 용매의 활동도는 1로 일정하므로 평형 상수식에서 제외한다. 올바르게는 '순수한 고체나 순수한 액체인 용매는 평형 상수식에 포함하지 않는다'이다.
④ X - 틀린 표현은 '화학 반응식의 계수와 평형 상수식은 무관하다'이다. 평형 상수식에서 각 물질의 농도나 분압에 붙는 지수는 화학 반응식의 계수와 같다. 올바르게는 '화학 반응식의 계수는 평형 상수식의 지수가 된다'이다.

NoteBase

오답 포인트

①에서는 압력이 평형의 위치를 바꿀 수 있다는 사실을 평형 상수 자체가 변한다는 뜻으로 혼동하기 쉽다. ③에서는 모든 반응물을 식에 넣는다고 생각하기 쉽지만, 순수한 고체와 순수한 액체는 제외한다. ④에서는 반응식의 계수가 평형 상수식의 지수가 된다는 점을 놓치기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

평형 상수 문제에서는 먼저 온도가 바뀌었는지 확인한다. 이어 반응식을 뒤집으면 K를 역수로 바꾸고, 순수한 고체와 순수한 액체는 식에서 제외하며, 각 물질의 지수에는 반응식의 계수를 적용한다.

암기 포인트

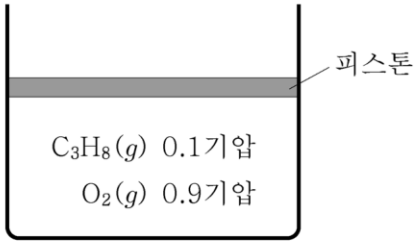
평형 상수는 온도에 따라 변하고, 역반응은 $1/K$, 계수는 지수, 순수 고체·순수 액체는 제외이다.

NoteBase

15. <보기>는 온도 T에서 프로페인($C_3H_8(g)$)의 연소 반응식과 실린더 속에 $C_3H_8(g)$과 $O_2(g)$가 들어 있는 초기 상태를 나타낸 것이다. 반응이 완결된 후, 남은 $O_2(g)$의 부분 압력의 값[기압]은? (단, 대기압은 1기압, 온도는 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

<보기>

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



① $\frac{1}{11}$기압 ② $\frac{3}{11}$기압

③ $\frac{4}{11}$기압 ④ $\frac{8}{11}$기압

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 반응 전 부분 압력으로 각 기체의 상대 몰수를 정하고, 반응식의 계수비로 반응 후 남은 산소의 몰분율과 부분 압력을 구하는 문제이다.

조건 정리

초기 전체 압력은 0.1 + 0.9 = 1atm이다. 같은 온도와 부피에서 기체의 몰수는 부분 압력에 비례하므로, 초기 프로페인과 산소의 상대 몰수를 각각 0.1, 0.9로 둘 수 있다. 반응식은 $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$이고, 피스톤이 자유롭게 움직이므로 반응 후 전체 압력은 대기압과 같은 1atm이다.

사용할 공식

반응 후 산소의 부분 압력은 돌턴의 부분 압력 법칙에 따라 $P_{O_2} = X_{O_2}P_{total}$이다. 여기서 $X_{O_2} = n_{O_2}/n_{total}$이다. 반응이 완결되면 제한 반응물인 프로페인이 모두 소모되므로 반응식의 계수비를 이용해 각 기체의 반응 후 몰수를 구할 수 있다.

NoteBase

계산 과정

1. 프로페인 0.1이 모두 반응할 때 산소는 $5 \times 0.1 = 0.5$만큼 소모된다. 따라서 남은 산소는 $0.9 - 0.5 = 0.4$이다.
2. 생성된 이산화 탄소는 $3 \times 0.1 = 0.3$, 생성된 수증기는 $4 \times 0.1 = 0.4$이다.
3. 반응 후 기체의 상대 총몰수는 $0.4 + 0.3 + 0.4 = 1.1$이므로 산소의 몰분율은 $0.4/1.1 = 4/11$이다.
4. 반응 후 전체 압력이 1atm이므로 $P_{O_2} = (4/11) \times 1 = 4/11$atm이다.

선지 판단

① X — 1/11atm은 계산 결과와 다르다. 올바른 산소의 부분 압력은 4/11atm이다.
② X — 3/11은 생성된 이산화 탄소의 몰분율에 해당한다. 산소는 반응 후 0.4만큼 남으므로 올바른 부분 압력은 4/11atm이다.
③ O — 남은 산소의 몰분율이 4/11이고 전체 압력이 1atm이므로 산소의 부분 압력은 4/11atm이다.
④ X — 8/11atm은 남은 산소의 상대 몰수 0.4를 잘못 두 배로 계산한 값이다. 올바른 산소의 부분 압력은 4/11atm이다.

오답 포인트

초기 산소의 부분 압력 0.9atm에서 산소 소비량에 해당하는 값을 단순히 빼서 최종 부분 압력을 정하면 안 된다. 반응으로 전체 몰수와 피스톤의 부피가 변하므로, 먼저 반응 후 각 기체의 몰수를 구한 뒤 산소의 몰분율에 최종 전체 압력 1atm을 곱해야 한다. 또한 3/11은 산소가 아니라 이산화 탄소의 몰분율이다.

다시 나오면 이렇게 판단

부분 압력으로 초기 상대 몰수를 설정하고, 제한 반응물을 확인한 뒤, 반응식의 계수비로 반응 후 각 기체의 몰수를 구한다. 마지막에 원하는 기체의 몰분율에 최종 전체 압력을 곱하면 부분 압력이 된다.

암기 포인트

움직이는 피스톤 문제에서는 반응 후 부분 압력을 초기 부분 압력의 단순 증감으로 구하지 않고, 반드시 반응 후 몰분율과 전체 압력으로 다시 계산한다.

NoteBase

16. 가역 반응과 비가역 반응을 화학 반응식으로 나타내려 한다. 역반응(←)을 표시할 수 있는 반응은? (단, 역반응이 정반응에 비해 무시할 수 있을 만큼 거의 일어나지 않는 반응을 비가역 반응이라 본다.)

① $Mg(s)+2HCl(aq) \rightarrow H_2(g)+MgCl_2(aq)$

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

③ $CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$

④ $CaCO_3(s)+H_2O(l)+CO_2(g) \rightarrow Ca(HCO_3)_2(aq)$

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 정반응의 생성물이 같은 조건에서 다시 반응물로 돌아갈 수 있는 가역 반응과, 역반응이 거의 일어나지 않는 비가역 반응을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

가역 반응: 정반응과 역반응이 모두 일어날 수 있는 반응이며, 화학 반응식에서 양방향 화살표로 나타낸다.
비가역 반응: 정반응에 비해 역반응을 무시할 수 있을 만큼 거의 일어나지 않는 반응이다.
탄산칼슘은 물과 이산화 탄소가 있을 때 수용성 탄산수소칼슘으로 변할 수 있고, 탄산수소칼슘은 이산화 탄소가 빠져나가면 다시 탄산칼슘으로 석출될 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow H_2(g) + MgCl_2(aq)$에서는 수소 기체가 발생하여 계를 벗어나기 쉽고, 생성물로부터 같은 조건에서 마그네슘과 염산이 다시 만들어지는 역반응은 거의 일어나지 않는다. 따라서 양방향 반응이 아니라 사실상 정반응만 일어나는 비가역 반응으로 고쳐야 한다.

② X

$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$는 산과 염기의 중화 반응이다. 물과 염화 나트륨이 같은 조건에서 다시 염산과 수산화 나트륨을 만드는 역반응은 거의 일어나지 않는다. 따라서 가역 반응이 아니라 비가역적인 중화 반응으로 고쳐야 한다.

③ X

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$는 메테인의 연소 반응으로, 많은 에너지를 방출하고 생성물인 이산화 탄소와 물이 같은 조건에서 메테인과 산소로 되돌아가지 않는다. 따라서 역반응을 표시하는 가역 반응이 아니라 비가역 반응으로 고쳐야 한다.

④ O

$CaCO_3(s) + H_2O(l) + CO_2(g) \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2(aq)$로 나타낼 수 있다. 탄산칼슘은 물과 이산화 탄소에 의해 탄산수소칼슘이 되고, 탄산수소칼슘은 이산화 탄소가 빠져나가면 다시 탄산칼슘, 물, 이산화 탄소로 되돌아갈 수 있으므로 역반응을 표시할 수 있다.

오답 포인트

모든 화학 반응에는 이론적으로 반대 방향을 생각할 수 있다는 점과, 시험에서 역반응을 표시할 수 있을 만큼 실제로 양방향 반응이 일어나는지를 혼동하기 쉽다. ①의 기체 발생, ②의 중화, ③의 연소는 생성물이 원래 반응물로 쉽게 돌아가지 않지만, ④는 이산화 탄소의 출입에 따라 양방향 변화가 가능하다.

다시 나오면 이렇게 판단

생성물이 같은 조건에서 원래 반응물로 다시 변할 수 있는지를 먼저 판단한다. 기체 발생 후 이탈, 강산·강염기의 중화, 연소처럼 역반응이 사실상 일어나지 않으면 비가역 반응이고, 조건 변화에 따라 두 방향이 모두 관찰되면 가역 반응이다.

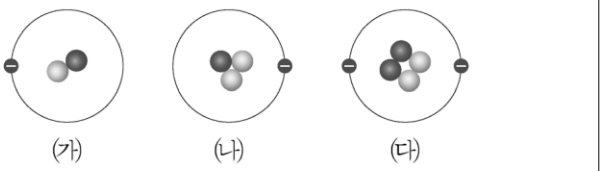
암기 포인트

탄산칼슘과 탄산수소칼슘의 전환은 이산화 탄소의 출입에 따라 양방향으로 일어나는 대표적인 가역 반응이다.

NoteBase

17. <보기>는 원자 (가)~(다)를 모형으로 나타낸 것으로, ○, ●, ⊖은 원자를 구성하는 입자이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

<보기>



① 원자 번호는 (나)가 (가)보다 크다.

② $\frac{\text{질량수}}{\text{전자 수}}$는 (다)가 (가)보다 크다.

③ (나)와 (다)는 동위 원소이다.

④ 중성자 수−양성자 수는 (나) > (가) = (다)이다.

정답 4번

출제 포인트

중성 원자에서는 양성자 수와 전자 수가 같고, 원자 번호는 양성자 수, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다. 전자 수를 핵 속 입자 수와 대조하면 검은 구는 양성자, 밝은 구는 중성자이다. 따라서 (가)는 양성자 1개·중성자 1개·전자 1개, (나)는 양성자 1개·중성자 2개·전자 1개, (다)는 양성자 2개·중성자 2개·전자 2개이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
원자 번호는 양성자 수이다. (나)와 (가)는 모두 양성자가 1개이므로 원자 번호가 같다. 틀린 표현인 '(나)가 (가)보다 크다'는 '(나)와 (가)가 같다'로 고쳐야 한다.

② X
질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다. (다)는 질량수 4, 전자 수 2이므로 비는 4/2 = 2이고, (가)는 질량수 2, 전자 수 1이므로 비는 2/1 = 2이다. 틀린 표현인 '(다)가 (가)보다 크다'는 '(다)와 (가)가 같다'로 고쳐야 한다.

③ X
동위 원소는 양성자 수는 같고 중성자 수가 다른 원자이다. (나)는 양성자가 1개이고 (다)는 2개이므로 서로 다른 원소이다. 틀린 표현인 '동위 원소이다'는 '서로 다른 원소이다'로 고쳐야 한다.

④ O
중성자 수에서 양성자 수를 빼면 (나)는 2 − 1 = 1, (가)는 1 − 1 = 0, (다)는 2 − 2 = 0이다. 따라서 (나)>(가)=(다)가 성립한다.

오답 포인트

구의 색을 바로 양성자와 중성자로 단정하거나, 질량수를 핵 속 전체 입자 수가 아닌 중성자 수로 착각하기 쉽다. 각 모형이 중성 원자이므로 먼저 전자 수와 같은 개수의 핵 속 입자를 양성자로 정해야 한다. 또한 동위 원소 여부는 질량수가 아니라 양성자 수가 같은지를 먼저 확인한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 전자 수와 같은 핵 속 입자의 개수로 양성자 기호를 판별한다. 그다음 원자 번호는 양성자 수, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합으로 계산하고, 동위 원소는 양성자 수가 같은 원자끼리만 비교한다.

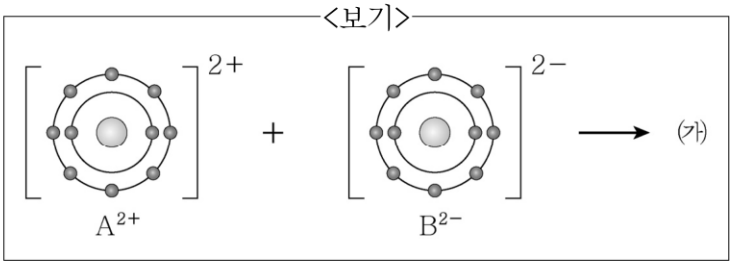
암기 포인트

중성 원자는 양성자 수와 전자 수가 같고, 원자 번호는 양성자 수, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다. 동위 원소는 양성자 수가 같고 중성자 수가 다르다.

NoteBase

18. <보기>는 이온 A^{2+}, B^{2-}이 화학 결합하여 화합물 (가)가 형성되는 것을 모형으로 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이다.)

<보기>



① A와 B는 같은 주기 원소이다.
② A와 B의 안정한 화합물 (가)는 A_2B_2이다.
③ 화합물 (가)는 고체 상태에서 전기 전도성이 있다.
④ 화합물 (가)의 결정은 외부에서 힘을 가하면 쉽게 부서진다.

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 전자 배치 도식에서 중성 원자의 주기와 이온 화합물의 조성·전기 전도성·취성을 판단하는 문제이다. 도식의 A^{2+}와 B^{2-}는 모두 전자가 10개이지만, 중성 원자 A는 전자 12개로 3주기이고 B는 전자 8개로 2주기이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- 두 이온은 같은 전자 배치를 가지지만, 중성 원자의 전자 수는 A가 12개, B가 8개이므로 각각 3주기와 2주기이다. ‘A와 B는 같은 주기 원소이다’가 틀렸으며, 올바르게는 ‘A는 3주기 원소이고 B는 2주기 원소이다’이다.

② X
- A^{2+}와 B^{2-}의 전하량의 크기가 같으므로 전기적으로 중성이 되는 결합 비는 1:1이다. ‘안정한 화합물은 A_2B_2이다’가 틀렸으며, 이온 화합물의 조성식은 가장 간단한 정수비로 나타내므로 올바르게는 AB이다.

③ X
- 고체 상태에서는 양이온과 음이온이 결정 격자에 고정되어 이동할 수 없으므로 전류가 흐르지 않는다. ‘고체 상태에서 전기 전도성이 있다’가 틀렸으며, 올바르게는 ‘고체 상태에서는 전기 전도성이 없고, 용융 상태나 수용액에서 이온이 이동할 수 있을 때 전기 전도성이 있다’이다.

④ O
- 이온 결정에 외부 힘이 가해져 이온층이 어긋나면 같은 전하의 이온끼리 가까워져 강한 반발력이 생긴다. 따라서 결정이 쉽게 갈라지거나 부서지는 취성이 나타난다.

오답 포인트

이온의 전자 수가 같다는 사실을 원소의 주기가 같다는 뜻으로 혼동하기 쉽다. 또한 이온 화합물은 고체일 때가 아니라 이온이 자유롭게 이동할 수 있는 용융 상태나 수용액에서 전류가 흐르며, 조성식은 전하를 상쇄하는 가장 간단한 정수비로 나타낸다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 이온의 전자 수에 전하를 반영하여 중성 원자의 전자 수를 복원하고 주기를 판단한다. 이어 양이온과 음이온의 총전하가 0이 되는 최소 정수비로 조성식을 정한 뒤, 고체에서는 이온이 고정되고 용융 상태나 수용액에서는 이동한다는 기준으로 전도성을 판단한다.

암기 포인트

이온 결정은 ‘최소 전하비, 고체는 부도체, 녹이거나 물에 풀면 전도, 충격에는 취성’으로 정리한다.

NoteBase

19. <보기>는 5가지 분자의 분자식이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은? (단, H, C, N, O의 원자량은 각각 1, 12, 14, 16이다.)

<보기>

CO_2 HCHO HCN CH_4 H_2O

① 끓는점은 H_2O가 CH_4보다 높다.
② 분자의 구조가 직선형인 분자는 3가지이다.
③ H_2O의 결합각이 HCHO의 결합각보다 크다.
④ 중심 원자가 비공유 전자쌍을 가지는 분자는 2가지이다.

정답 1번

출제 포인트

분자의 입체 구조와 결합각은 중심 원자 주위의 전자 영역으로 판단하고, 끓는점은 분자 사이에 작용하는 힘의 종류와 세기로 비교하는 문제이다.

핵심 개념

전자 영역의 배열: 중심 원자 주위의 결합 전자쌍과 비공유 전자쌍은 서로의 반발이 작아지는 방향으로 배열된다.
분자 구조: CO_2와 HCN은 직선형, $HCHO$는 중심 탄소 주위가 평면 삼각형, CH_4는 정사면체형, H_2O는 굽은형이다.
분자 간 힘: H_2O는 분자 사이에 수소 결합이 작용하지만, CH_4에는 주로 분산력이 작용한다.

선지별 해설

① O — H_2O 분자 사이에는 강한 수소 결합이 작용하고, CH_4 분자 사이에는 주로 약한 분산력이 작용하므로 H_2O의 끓는점이 더 높다.
② X — 틀린 표현은 '직선형인 분자는 3가지'이다. CO_2와 HCN만 직선형이므로, 올바르게는 '직선형인 분자는 2가지'이다.
③ X — 틀린 표현은 'H_2O의 결합각이 $HCHO$의 결합각보다 크다'이다. H_2O는 비공유 전자쌍의 강한 반발 때문에 결합각이 약 104.5 °이고, $HCHO$의 중심 탄소 주위 결합각은 평면 삼각형에 가까워 더 크다. 올바르게는 'H_2O의 결합각은 $HCHO$의 결합각보다 작다'이다.
④ X — 틀린 표현은 '중심 원자가 비공유 전자쌍을 가지는 분자는 2가지'이다. 다섯 분자 중 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 것은 중심 산소에 비공유 전자쌍 2개가 있는 H_2O뿐이다. 올바르게는 '중심 원자가 비공유 전자쌍을 가지는 분자는 1가지'이다.

NoteBase

오답 포인트

②에서는 $HCHO$가 한 평면에 놓일 수 있다는 사실을 '직선형'으로 혼동하기 쉽다. ③에서는 비공유 전자쌍이 결합 전자쌍보다 더 강하게 반발하여 H_2O의 결합각을 줄인다는 점이 핵심이다. ④에서는 말단 원자의 비공유 전자쌍이 아니라 중심 원자의 비공유 전자쌍만 세어야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 중심 원자의 전자 영역 수와 비공유 전자쌍 수로 분자 구조와 결합각을 정한다. 끓는점 비교에서는 수소 결합, 쌍극자·쌍극자 힘, 분산력의 존재와 세기를 차례로 확인한다.

암기 포인트

직선형은 CO_2·HCN, 중심 원자에 비공유 전자쌍이 있는 것은 H_2O, 수소 결합으로 끓는점이 높은 것도 H_2O이다.

NoteBase

20. 원자 번호 1~20번 원소의 주기적 성질에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 최초의 주기율표는 멘델레예프가 원자량 순으로 배열하여 만든 것이다.

② 금속 원소의 원자가 양이온이 되면 양이온의 반지름은 원자 반지름보다 작아진다.

③ 같은 족에서는 원자 번호가 증가할수록 전자 껍질 수가 증가하여 원자 반지름이 증가한다.

④ 전자 수가 같은 이온(등전자 이온)은 원자 번호가 커질수록 이온 반지름이 커진다.

정답 4번

출제 포인트

원자의 주기적 성질과 원자·이온 반지름의 변화 방향을 구별하는 문제이다.

핵심 개념

주기적 성질: 원소를 원자 번호순으로 배열할 때 일정한 간격으로 되풀이되는 성질이다.
같은 족에서는 아래로 갈수록 전자 껍질 수가 늘어나 원자 반지름이 커진다.
원자가 양이온이 되면 전자를 잃어 전자 사이의 반발이 감소하고, 경우에 따라 가장 바깥 전자 껍질이 사라지므로 반지름이 작아진다.
전자 수가 같은 이온끼리는 원자 번호, 즉 양성자 수가 클수록 전자를 더 강하게 끌어당기므로 이온 반지름이 작아진다.

선지별 해설

① O — 멘델레예프는 원소를 원자량이 증가하는 순서로 배열하고 성질이 비슷한 원소가 같은 세로줄에 오도록 주기율표를 만들었다.
② O — 금속 원자가 전자를 잃어 양이온이 되면 전자 사이의 반발이 감소하고 유효 핵인력이 커지므로 양이온의 반지름은 원자 반지름보다 작다.
③ O — 같은 족에서 원자 번호가 증가하면 아래 주기로 내려가면서 전자 껍질 수가 증가하므로 원자 반지름이 커진다.
④ X — 틀린 표현은 '원자 번호가 커질수록 이온 반지름이 커진다'이다. 전자 수가 같은 이온에서는 원자 번호가 커질수록 핵전하가 커져 같은 수의 전자를 더 강하게 끌어당기므로 이온 반지름은 작아진다.

NoteBase

오답 포인트

④에서 원자 번호가 커지는 것을 전자 껍질 수의 증가로 오해하기 쉽다. 그러나 등전자 이온은 전자 수와 전자 배치가 같으므로 핵전하의 크기만 비교해야 하며, 핵전하가 클수록 반지름은 작다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 비교 대상이 같은 족의 원자인지, 원자와 그 양이온인지, 전자 수가 같은 이온인지 구분한다. 같은 족의 원자는 아래로 갈수록 커지고, 양이온은 원자보다 작으며, 등전자 이온은 원자 번호가 클수록 작다.

암기 포인트

같은 족은 아래로 갈수록 크게, 양이온은 원자보다 작게, 등전자 이온은 핵전하가 클수록 작게 본다.

NoteBase