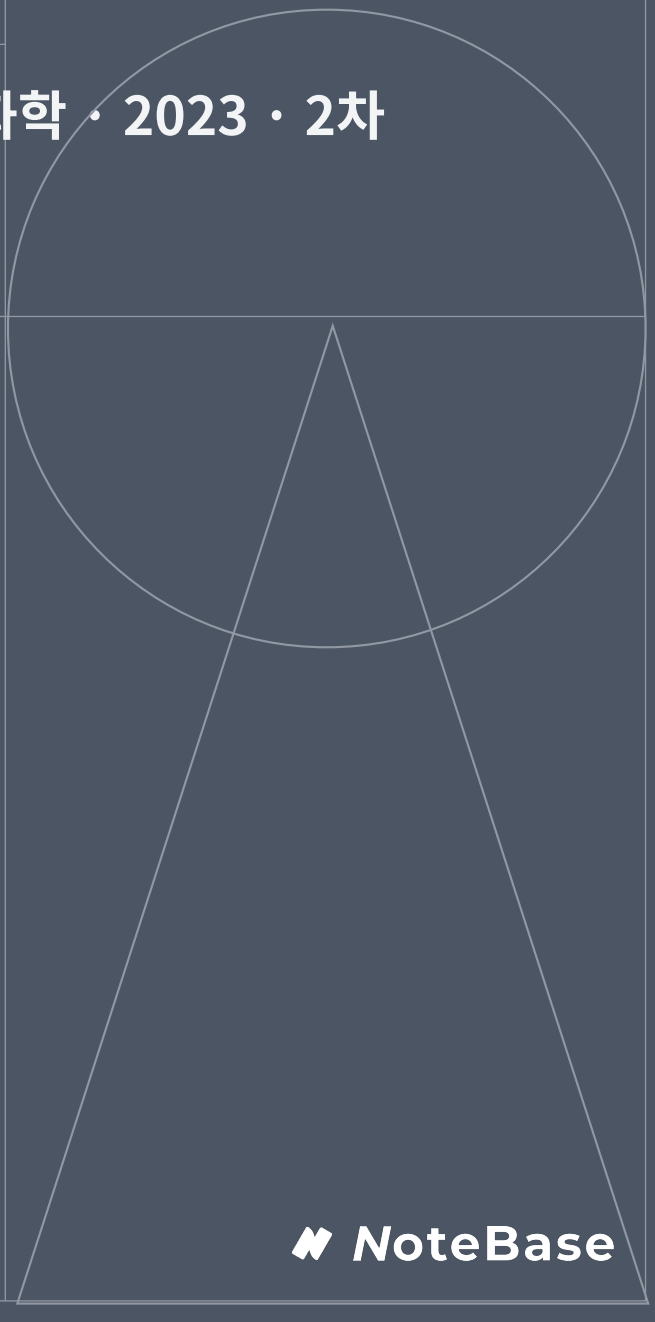
기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2023 · 2차



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2023 · 2차

공무원/해경/일반직 9급 · 화학 · 2023 · 2차

문 1. 다음 중 당량을 나타내는 것으로 가장 옳은 것은?

① 부피질량

② 무게길이×시간

③ 원자량원자가

④ 압력 × 부피

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 원소의 당량을 원자량과 원자가의 관계로 나타낼 수 있는지를 묻는다.

핵심 개념

당량은 어떤 물질이 일정한 반응 능력을 나타내는 양이다. 원소의 당량은 원자량을 원자가로 나눈 값이므로 당량=원자량원자가이다. 일반적으로는 몰질량을 반응에서 주고받는 전자 수나 수소 이온 수 등에 해당하는 당량인자 n으로 나누어 구한다.

선지별 해설

① X — 부피질량은 단위 질량당 부피인 비체적이며 밀도의 역수이다. 틀린 표현은 '부피/질량'이고, 원소의 당량은 '원자량/원자가'이다.
② X — 무게길이×시간은 당량의 정의와 무관한 차원을 가진다. 틀린 표현은 '무게/(길이×시간)'이고, 원소의 당량은 '원자량/원자가'이다.
③ O — 원자량원자가는 원소의 당량을 나타내는 식이다. 원자가가 클수록 같은 원자량을 더 큰 반응 능력으로 나누므로 당량은 작아진다.
④ X — 압력×부피는 일 또는 에너지와 같은 차원을 가지며 당량이 아니다. 틀린 표현은 '압력×부피'이고, 원소의 당량은 '원자량/원자가'이다.

오답 포인트

①은 밀도와 관련된 비율이고 ④는 기체 상태에서 자주 보는 압력과 부피의 곱이어서 화학량처럼 보이지만, 둘 다 반응 능력을 기준으로 질량을 환산하는 당량의 정의가 아니다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

당량을 묻는 선지에서는 먼저 질량에 해당하는 원자량 또는 몰질량이 분자에 있고, 반응 능력을 나타내는 원자가나 당량 인자 n이 분모에 있는지를 확인한다.

암기 포인트

원소의 당량은 원자량÷원자가이고, 일반식은 몰질량÷당량 인자이다.

NoteBase

문 2. 산소기체(O_2) 320 kg이 온도 200 K, 압력 10 atm인 탱크에 들어있다. 이때 압축인자가 0.5라고 할 때, 다음 중 탱크의 부피로 가장 가까운 값은?

① 4.1 m^3

② 8.2 m^3

③ 41 m^3

④ 82 m^3

정답 2번

출제 포인트

실제 기체 상태 방정식 $PV = ZnRT$에 압축인자 Z를 적용하여 탱크의 부피를 구하는 문제이다.

조건 정리

산소의 질량은 $320kg$, 몰 질량은 $32kg/kmol$이므로 물질량은 $n = 10kmol$이다. 온도는 $T = 200K$, 압력은 $P = 10atm$, 압축인자는 $Z = 0.5$이다. 기체 상수는 $R = 0.08206m^3 \cdot atm/(kmol \cdot K)$를 사용한다.

사용할 공식

실제 기체는 압축인자를 포함한 상태 방정식 $PV = ZnRT$를 따르므로 $V = ZnRT/P$이다. 압축인자가 주어졌으므로 이상 기체 상태 방정식에 Z를 반드시 반영한다.

계산 과정

1. 산소의 물질량은 $n = 320kg/(32kg/kmol) = 10kmol$이다.
2. 상태 방정식에 값을 대입하면
$V = \frac{(0.5)(10kmol)(0.08206m^3 \cdot atm/(kmol \cdot K))(200K)}{10atm}$
이다.
3. 계산하면 $V = 8.206m^3$이므로 가장 가까운 값은 $8.2m^3$이다.

선지 판단

① X — $4.1m^3$은 계산값 $8.206m^3$과 일치하지 않는다. 틀린 값 $4.1m^3$은 압축인자 0.5를 두 번 곱할 때 나올 수 있으며, 올바른 값은 약 $8.2m^3$이다.
② O — $8.2m^3$은 계산값 $8.206m^3$을 반올림한 값이다.
③ X — $41m^3$은 계산값보다 5배 크다. 올바르게 계산한 탱크의 부피는 약 $8.2m^3$이다.
④ X — $82m^3$은 계산값보다 10배 크다. 올바르게 계산한 탱크의 부피는 약 $8.2m^3$이다.

NoteBase

오답 포인트

산소의 질량을 물질량으로 바꿀 때 $320/32 = 10 kmol$로 환산해야 하며, 압축인자 $Z = 0.5$는 한 번만 곱한다. 또한 선택한 기체 상수의 단위에 맞추어 물질량을 $kmol$, 부피를 m^3로 일관되게 사용해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

압축인자가 주어진 기체 부피 문제는 질량을 물질량으로 환산한 뒤 $V = ZnRT/P$에 대입하고, R의 단위와 목표 부피 단위가 일치하는지 확인한다.

암기 포인트

실제 기체는 $PV = ZnRT$이며, 같은 n, T, P에서 부피는 압축인자 Z에 비례한다.

NoteBase

문 3. 다음 중 수소 원자의 선 스펙트럼으로 알 수 있는 정보로 가장 옳은 것은?

① 수소 원자의 밀도

② 수소 원자의 크기

③ 수소 원자의 이온화 에너지

④ 수소 원자의 반응성

정답 3번

출제 포인트

수소 원자의 선 스펙트럼이 전자의 불연속적인 에너지 준위와 준위 사이의 에너지 차이를 보여 준다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

수소 원자의 선 스펙트럼은 전자가 두 에너지 준위 사이를 전이할 때 특정 파장의 빛만 흡수하거나 방출하여 나타난다. 광자 에너지는 $E = h\nu = hc/\lambda$이므로 스펙트럼의 파장에서 에너지 준위 차이를 구할 수 있고, 계열의 수렴 한계에서는 바닥상태의 전자를 무한히 멀리 떼어 내는 데 필요한 이온화 에너지를 알 수 있다.

NoteBase

선지별 해설

① X
수소 원자의 밀도는 단위 부피당 질량에 관한 거시적 물성이므로 원자 내부의 에너지 준위 전이를 나타내는 선 스펙트럼만으로 알 수 없다. 틀린 표현은 '수소 원자의 밀도'이며, 올바르게는 선 스펙트럼으로 '수소 원자의 에너지 준위 차이'를 알 수 있다.

② X
수소 원자의 크기는 전자 분포의 공간적 범위에 관한 정보이며, 선 스펙트럼이 직접 제공하는 정보는 전이 에너지이다. 틀린 표현은 '수소 원자의 크기'이며, 올바르게는 선 스펙트럼으로 '전자 전이에 따른 에너지 준위 차이'를 알 수 있다.

③ O
수소 선 스펙트럼의 계열이 수렴하는 한계 파장은 바닥상태의 전자를 연속 상태로 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지에 대응하므로 수소 원자의 이온화 에너지를 구할 수 있다.

④ X
수소 원자의 반응성은 결합 상대, 반응 조건, 활성화 에너지 등과 관련된 화학적 성질이며 원자 선 스펙트럼이 직접 나타내는 정보가 아니다. 틀린 표현은 '수소 원자의 반응성'이며, 올바르게는 선 스펙트럼으로 '수소 원자의 에너지 준위와 이온화 에너지'를 알 수 있다.

오답 포인트

②의 '원자의 크기'와 ④의 '반응성'도 전자와 관련된 성질이어서 혼동하기 쉽다. 그러나 선 스펙트럼의 파장은 전자 전이의 에너지 차이를 나타내며, 수렴 한계가 이온화 에너지와 직접 연결된다는 점이 핵심이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자 선 스펙트럼 문제에서는 먼저 $\Delta E = hc/\lambda$로 파장과 에너지 준위 차이를 연결한다. 이어서 스펙트럼 계열의 수렴 한계가 제시되면 전자를 연속 상태로 보내는 이온화 에너지와 연결한다.

암기 포인트

선 스펙트럼은 에너지 준위의 지문이고, 수렴 한계는 이온화 에너지이다.

NoteBase

문 4. 다음 화합물 중 비공유 전자쌍을 가장 많이 가지고 있는 화합물은?

① CH_3OH

② CO_2

③ NH_3

④ SO_3

정답 4번

출제 포인트

이 문제는 각 화합물의 루이스 구조를 그려 분자 전체의 비공유 전자쌍 수를 비교하는 문제이다.

조건 정리

비공유 전자쌍은 결합에 참여하지 않고 한 원자에 남아 있는 원자가전자 한 쌍이다. 각 분자의 모든 원자에 있는 비공유 전자쌍을 합산한다.

사용할 원리

루이스 구조에서 결합선을 배치한 뒤 각 원자의 옥텟 또는 안정한 전자 배치를 완성하고, 점으로 남는 전자를 두 개씩 묶어 비공유 전자쌍을 센다.

계산 과정

CH_3OH에서는 산소에 2쌍, CO_2에서는 두 산소에 각각 2쌍씩 총 4쌍, NH_3에서는 질소에 1쌍이 있다. SO_3의 형식전하가 최소인 루이스 구조에서는 세 산소에 각각 2쌍씩 있어 총 6쌍이다. 따라서 비공유 전자쌍이 가장 많은 화합물은 SO_3이다.

선지 판단

① X — CH_3OH의 비공유 전자쌍은 산소의 2쌍뿐이므로 가장 많지 않다. 올바르게는 SO_3가 가장 많다.
② X — CO_2는 각 산소에 2쌍씩, 총 4쌍의 비공유 전자쌍을 가지므로 가장 많지 않다. 올바르게는 SO_3가 가장 많다.
③ X — NH_3는 질소에 비공유 전자쌍 1쌍을 가지므로 가장 많지 않다. 올바르게는 SO_3가 가장 많다.
④ O — SO_3는 세 산소에 각각 2쌍씩, 총 6쌍의 비공유 전자쌍을 가져 네 화합물 중 가장 많다.

오답 포인트

중심 원자의 비공유 전자쌍만 세거나 비공유 전자 자체의 수와 전자쌍의 수를 혼동하기 쉽다. 이 문항에서는 분자에 포함된 모든 원자의 비공유 전자쌍을 합해야 한다.

NoteBase

다시 나오면 이렇게 판단

각 분자의 루이스 구조를 완성한 뒤 모든 원자에 남은 비결합 전자를 두 개씩 한 쌍으로 세고, 그 합을 비교한다.

암기 포인트

비공유 전자쌍 비교는 중심 원자만이 아니라 분자 전체를 센다: NH_3 1쌍, CH_3OH 2쌍, CO_2 4쌍, SO_3 6쌍이다.

NoteBase

문 5. 다음은 5가지 물질과 이 물질을 분류하기 위한 표이다.
㉠, ㉡에 들어갈 물질의 개수로 가장 옳은 것은?

[물질]
O_2, Mg, Ar, NaCl, HNO_3

분류기준	예	아니오
공유결합 물질인가?	㉠	
원소인가?		㉡

① ㉠: 1, ㉡: 3
② ㉠: 2, ㉡: 2
③ ㉠: 2, ㉡: 3
④ ㉠: 3, ㉡: 2

정답 2번

출제 포인트

주어진 물질을 결합 종류와 원소·화합물 여부로 분류하여, 표의 '예' 또는 '아니오'에 해당하는 물질의 수를 세는 문제이다. 표에서 ㉠은 공유 결합 물질인 것의 수이고, ㉡은 원소가 아닌 것의 수이다.

NoteBase

선지별 해설

① X

- ㉠은 1이 아니라 2이고, ㉡은 3이 아니라 2이다. 공유 결합 물질은 O_2와 HNO_3의 2가지이고, 원소가 아닌 물질은 NaCl과 HNO_3의 2가지이다. 따라서 '㉠: 1, ㉡: 3'은 '㉠: 2, ㉡: 2'로 고쳐야 한다.

② O

- O_2와 HNO_3는 공유 결합 물질이므로 ㉠은 2이다. O_2, Mg, Ar은 원소이고 NaCl과 HNO_3는 화합물이므로 '원소인가?'에 아니오로 분류되는 ㉡도 2이다.

③ X

- ㉠은 2가 맞지만 ㉡은 3이 아니라 2이다. 원소가 아닌 것은 두 화합물인 NaCl과 HNO_3뿐이다. 따라서 '㉡: 3'은 '㉡: 2'로 고쳐야 한다.

④ X

- ㉡은 2가 맞지만 ㉠은 3이 아니라 2이다. Mg은 금속 결합 물질, Ar은 단원자 물질, NaCl은 이온 결합 물질이므로 공유 결합 물질에 포함되지 않는다. 따라서 '㉠: 3'은 '㉠: 2'로 고쳐야 한다.

오답 포인트

㉠을 셀 때 NaCl을 공유 결합 물질로 잘못 포함하거나, ㉡을 셀 때 분자로 존재하는 O_2를 화합물로 오해하기 쉽다. O_2는 두 원자가 공유 결합하지만 한 종류의 원소로만 이루어진 홑원소 물질이고, NaCl은 서로 다른 원소로 이루어진 이온 결합 화합물이다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 각 물질의 결합 종류를 판정하고, 이어 구성 원소의 종류가 하나이면 원소, 둘 이상이면 화합물로 분류한다. 그 뒤 표에서 기호가 놓인 열이 '예'인지 '아니오'인지 확인하여 해당 물질만 센다.

암기 포인트

O_2는 공유 결합을 하는 원소이고, NaCl은 이온 결합 화합물이며, HNO_3는 공유 결합 화합물이다.

NoteBase

문 6. 다음은 일상생활에서 접할 수 있는 산·염기 반응과 관련된 내용이다.
이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

가) 벌에 쏘였을 때 ㉠벌침액을 중화하기 위해 암모니아수를 바른다.
나) 동물성 섬유로 만든 옷을 ㉡비눗물로 세탁하면 옷감이 상할 수 있다.
다) 생선 비린내를 ㉢레몬즙으로 없앤다.

① ㉠에 소량의 페놀프탈레인 용액을 넣으면 용액의 색이 변하지 않는다.
② ㉡이 금속 *Zn*과 반응하면 수소 기체가 발생한다.
③ 25°C에서 ㉢의 pH는 7보다 크다.
④ ㉡이 ㉢보다 pH가 작다.

정답 1번

출제 포인트

일상생활의 중화 반응을 이용하여 벌침액, 비눗물, 레몬즙의 산·염기성을 구분하고 지시약의 색과 금속의 반응을 판단하는 문제이다.

핵심 개념

㉠ 벌침액: 암모니아수로 중화하므로 산성으로 판단한다.
㉡ 비눗물: 지방산의 염이 물에서 가수분해되어 일반적으로 염기성을 띤다. 동물성 섬유는 단백질이 주성분이므로 염기성 세제에 손상될 수 있다.
㉢ 레몬즙: 시트르산 등의 산을 포함하므로 산성이다. 생선 비린내의 원인이 되는 염기성 아민을 중화하여 냄새를 줄인다.
페놀프탈레인은 산성·중성 용액에서 무색이고 염기성 용액에서 붉은 계열의 색을 나타낸다.

선지별 해설

① O. ㉠은 산성인 벌침액이므로 페놀프탈레인 용액을 소량 넣어도 무색인 상태가 유지되어 색이 변하지 않는다.
② X. 틀린 표현은 '㉡이 금속 Zn과 반응하면 수소 기체가 발생한다'이다. 아연은 산 또는 충분히 강한 염기와 반응하여 수소를 발생시킬 수 있지만, 약한 염기성을 띠는 일반적인 비눗물과는 그러한 반응을 하지 않는다. 올바르게는 '일반적인 조건에서 ㉡과 금속 Zn의 반응으로 수소 기체가 발생하지 않는다'이다.
③ X. 틀린 표현은 '㉢의 *pH*는 7보다 크다'이다. 레몬즙은 산성이므로 25 °C에서 $pH < 7$이다.
④ X. 틀린 표현은 '㉡이 ㉢보다 *pH*가 작다'이다. ㉡ 비눗물은 염기성이고 ㉢ 레몬즙은 산성이므로 ㉡의 *pH*가 ㉢보다 크다.

NoteBase

오답 포인트

②에서는 아연이 염기와도 반응할 수 있다는 사실을 모든 염기성 용액에 그대로 적용하기 쉽다. 아연이 수소를 발생시키며 반응하는 것은 충분히 강한 염기 조건이며, 일반적인 비눗물의 약한 염기성과 구분해야 한다.
④에서는 산성·염기성과 *pH*의 대소 관계를 반대로 판단하기 쉽다.

다시 나오면 이렇게 판단

무엇으로 중화하는지를 먼저 본다. 염기성 물질로 중화하면 대상은 산성이고, 산성 물질로 중화하면 대상은 염기성이다. 그다음 산성은 $pH < 7$, 염기성은 $pH > 7$이라는 기준을 적용하고, 금속 반응에서는 단순한 산·염기성뿐 아니라 반응에 필요한 산·염기의 세기도 함께 확인한다.

암기 포인트

벌침액은 산성, 비눗물은 염기성, 레몬즙은 산성이다. 페놀프탈레인은 산성에서 무색이며, 산성의 *pH*는 염기성보다 작다.

NoteBase

문 7. 다음 설명 중 가장 옳지 않은 것은?

① 원자번호란 원자핵의 양성자 수로서, 원자의 고유 번호이다.

② 원소의 질량수는 중성자 수와 양성자 수의 합과 같다.

③ 양성자 수는 같으나 중성자 수는 다른 원소를 동위원소라 한다.

④ 원자가 전자란 원자가 가지고 있는 전자의 수를 말한다.

정답 4번

출제 포인트

원자번호, 질량수, 동위원소, 원자가 전자의 정의를 정확히 구별하는 문제이다.

핵심 개념

원자번호는 원자핵 속 양성자 수이고, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합이다. 동위원소는 양성자 수는 같지만 중성자 수가 달라 질량수가 다른 같은 원소의 원자들이다. 원자가 전자는 원자의 전체 전자 수가 아니라 가장 바깥 전자껍질에 있으면서 주로 화학 결합에 관여하는 전자이다.

선지별 해설

① O — 원자번호는 원자핵에 들어 있는 양성자 수이며 원소의 종류를 결정한다.
② O — 질량수는 원자핵을 이루는 양성자 수와 중성자 수를 합한 값이다.
③ O — 동위원소는 양성자 수가 같아 같은 원소에 속하지만 중성자 수가 달라 질량수가 다른 원자들이다.
④ X — 틀린 표현은 '원자가 가지고 있는 전자의 수'이다. 이는 중성 원자라면 전체 전자 수를 뜻한다. 올바르게는 원자가 전자는 가장 바깥 전자껍질에 있으면서 주로 화학 결합에 관여하는 전자이다.

오답 포인트

④는 '원자가 전자'를 '원자가 가진 모든 전자'로 바꾸어 놓았다. '원자가'는 '원자가 가진'이라는 문장 성분이 아니라 화학 결합 능력과 관련된 용어라는 점이 함정이다.

다시 나오면 이렇게 판단

원자번호는 양성자 수, 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합으로 판단한다. 동위원소는 양성자 수가 같고 중성자 수가 다르며, 원자가 전자는 전체 전자가 아니라 가장 바깥 전자껍질의 결합 관련 전자이다.

암기 포인트

원자번호=양성자 수, 질량수=양성자 수+중성자 수, 동위원소=양성자 같고 중성자 다름, 원자가 전자=가장 바깥 결합 전자이다.

NoteBase

문 8. 다음 중 포화 탄화수소와 불포화 탄화수소가 가장 옳게 짝지어진 것은?

① (포화 탄화수소): C_2H_2, (불포화 탄화수소): C_2H_6

② (포화 탄화수소): C_3H_6, (불포화 탄화수소): C_3H_8

③ (포화 탄화수소): C_4H_{10}, (불포화 탄화수소): C_4H_4

④ (포화 탄화수소): C_5H_{12}, (불포화 탄화수소): C_8H_{18}

정답 3번

출제 포인트

탄소 원자 사이의 결합 종류와 탄화수소의 일반식을 이용하여 포화 탄화수소와 불포화 탄화수소를 구분하는 문제이다.

핵심 개념

포화 탄화수소는 탄소 원자 사이에 단일 결합만 있는 탄화수소이며, 사슬 모양 알케인의 일반식은 C_nH_{2n+2}이다. 불포화 탄화수소는 탄소 원자 사이에 이중 결합이나 삼중 결합을 하나 이상 가지며, 대표적으로 알켄은 C_nH_{2n}, 알카인은 C_nH_{2n-2}의 일반식을 갖는다.

선지별 해설

① X — C_2H_2는 탄소 사이에 삼중 결합이 있는 에타인이므로 불포화 탄화수소이고, C_2H_6는 에테인으로 포화 탄화수소이다. '포화: C_2H_2, 불포화: C_2H_6'가 서로 뒤바뀌었으며, 올바르게는 '포화: C_2H_6, 불포화: C_2H_2'이다.
② X — C_3H_8은 알케인의 일반식 C_nH_{2n+2}을 만족하는 프로페인으로 포화 탄화수소이다. 선지의 '불포화: C_3H_8'이 틀렸으며, 통상적인 사슬형 구조를 기준으로 올바르게는 '포화: C_3H_8, 불포화: C_3H_6(프로펜)'이다.
③ O — C_4H_{10}은 알케인의 일반식 C_nH_{2n+2}을 만족하는 포화 탄화수소이다. C_4H_4는 같은 탄소 수의 알케인보다 수소 수가 크게 부족하여 통상적인 구조에서 다중 결합을 가지는 불포화 탄화수소로 분류되므로 두 물질이 옳게 짝지어져 있다.
④ X — C_5H_{12}와 C_8H_{18}은 모두 알케인의 일반식 C_nH_{2n+2}을 만족하므로 둘 다 포화 탄화수소이다. 선지의 '불포화: C_8H_{18}'이 틀렸으며, 예를 들어 올바른 불포화 탄화수소로는 알켄인 C_8H_{16}을 들 수 있다.

오답 포인트

분자식의 탄소 수만 보고 판단하거나 포화·불포화의 위치가 뒤바뀐 ①과 ②를 놓치기 쉽다. 특히 ④의 C_8H_{18}은 탄소 수가 많아도 C_nH_{2n+2}을 만족하는 알케인이므로 불포화 탄화수소가 아니다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 사슬 모양 탄화수소의 분자식을 C_nH_{2n+2}와 비교한다. 이를 만족하면 알케인인 포화 탄화수소이고, 수소 수가 더 적으면 이중 결합·삼중 결합의 존재 가능성을 확인하여 불포화 탄화수소를 판별한다.

NoteBase

암기 포인트

알케인 C_nH_{2n+2}은 포화, 알켄 C_nH_{2n}과 알카인 C_nH_{2n-2}은 불포화이다.

NoteBase

문 9. 다음 반응은 수돗물 소독에 관한 반응이다. 이 반응식에서 염소의 작용으로 가장 옳은 것은?

$Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO + HCl$

① 산화제
② 침전제
③ 촉매
④ 발포제

정답 1번

출제 포인트

염소가 물과 반응하여 생성하는 차아염소산의 산화 작용이 수돗물을 소독한다는 점을 묻는 문제이다.

핵심 개념

염소는 물과 반응하여 차아염소산 *HClO*과 염산 *HCl*을 만든다. 이때 생성된 차아염소산은 미생물의 세포 성분을 산화하여 살균하므로, 수돗물 소독에서 염소는 산화제로 작용한다.

선지별 해설

① O — 염소가 물에서 생성한 차아염소산이 미생물의 세포 성분을 산화하여 소독하므로 산화제가 맞다.
② X — '침전제'가 틀린 표현이다. 침전제는 용액 속 성분과 반응하여 불용성 고체를 만드는 물질이며, 이 반응의 목적은 침전 형성이 아니라 산화에 의한 소독이다. 올바르게는 산화제이다.
③ X — '촉매'가 틀린 표현이다. 촉매는 반응 속도를 변화시키면서 반응 전후에 순소모되지 않는 물질인데, 염소는 물과 반응하여 차아염소산과 염산으로 변한다. 올바르게는 산화제이다.
④ X — '발포제'가 틀린 표현이다. 발포제는 기체나 거품을 발생시켜 다공성 구조 등을 만드는 물질이며, 염소 소독의 핵심은 거품 발생이 아니라 차아염소산의 산화 작용이다. 올바르게는 산화제이다.

오답 포인트

반응식에 여러 생성물이 나타난다는 사실보다 생성된 차아염소산이 미생물을 산화하여 살균한다는 소독 원리를 보아야 한다. 염소가 반응에 참여하므로 반응 속도만 바꾸는 촉매로 볼 수도 없다.

다시 나오면 이렇게 판단

수처리에서 염소, 차아염소산 또는 차아염소산염이 미생물을 제거하는 문제가 나오면 산화에 의한 소독 작용으로 판단한다.

NoteBase

암기 포인트

염소 + 물 → 차아염소산 생성 → 산화 살균이다.

NoteBase

문 10. 다음은 포도당(분자량: 180)을 완전 연소시킬 때의 화학 반응식이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, H, C, O의 원자량은 각각 1, 12, 16이다)

$C_6H_{12}O_6 + aO_2 \rightarrow bCO_2 + c$㉠

<보기>

ㄱ. ㉠은 H_2O이다.

ㄴ. 포도당 1몰을 완전 연소 시킬 때 필요한 O_2의 최소 몰수는 6몰이다.

ㄷ. 포도당 18 g이 완전 연소되면 이산화탄소 13.2 g이 생성된다.

① ㄱ, ㄴ

② ㄱ, ㄷ

③ ㄴ, ㄷ

④ ㄱ, ㄴ, ㄷ

정답 1번

출제 포인트

포도당의 완전 연소 반응식을 계수로 맞춘 뒤, 몰비와 몰질량을 이용하여 각 설명의 옳고 그름을 판단하는 문제이다.

조건 정리

포도당의 분자식은 $C_6H_{12}O_6$이고 분자량은 180이다. 완전 연소에서는 탄소가 CO_2, 수소가 H_2O가 되며, 반응식의 양변에서 원소별 원자 수가 같아야 한다.

사용할 공식

완전 연소 반응식은 다음과 같다.

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

질량과 몰수의 관계는 $n = \frac{m}{M}$이다. 반응식의 계수비가 물질 사이의 몰비를 나타내므로 이 두 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 탄소 원자 6개를 맞추면 CO_2의 계수는 6이고, 수소 원자 12개를 맞추면 H_2O의 계수는 6이다.
2. 생성물 쪽 산소 원자는 총 18개이다. 포도당이 산소 원자 6개를 가지므로 O_2에서 12개가 더 필요하고, 이에 따라 O_2의 계수는 6이다.
3. 따라서 ㉠은 H_2O이고, 포도당 1몰의 완전 연소에는 O_2 6몰이 필요하다.
4. 포도당 $18g$은 $18/180 = 0.1mol$이다. 반응식에서 포도당과 CO_2의 몰비는 1:6이므로 CO_2는 $0.6mol$ 생성된다. CO_2의 몰질량은 $44g/mol$이므로 생성 질량은 $0.6 \times 44 = 26.4g$이다.

NoteBase

선지 판단

보기 ㄱ O — 균형 반응식에서 ㉠은 H_2O이다.
보기 ㄴ O — 반응식의 계수비에 따라 포도당 1몰의 완전 연소에 필요한 O_2의 최소 몰수는 6몰이다.
보기 ㄷ X — 포도당 $18g$이 완전 연소하면 CO_2는 $13.2g$이 아니라 $26.4g$ 생성된다.
① O — 참인 설명인 ㄱ과 ㄴ만을 고른 조합이다.
② X — ㄷ을 포함하고 참인 ㄴ을 빠뜨린 조합이다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.
③ X — ㄷ을 포함하고 참인 ㄱ을 빠뜨린 조합이다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.
④ X — 거짓인 ㄷ까지 포함한 조합이다. 올바른 조합은 'ㄱ, ㄴ'이다.

오답 포인트

ㄷ의 $13.2g$은 반응식의 1:6 몰비를 정확히 적용하지 않은 값이다. 포도당의 질량을 몰수로 바꾸고, 계수비로 CO_2의 몰수를 구한 뒤, 다시 질량으로 환산해야 한다.

다시 나오면 이렇게 판단

완전 연소 문제는 먼저 C, H, O 순서로 반응식의 계수를 맞춘다. 그다음 질량을 몰수로 변환하고, 반응 계수비를 적용한 뒤, 필요한 경우 생성물의 몰수를 질량으로 환산한다.

암기 포인트

포도당 완전 연소의 계수비는 $C_6H_{12}O_6 : O_2 : CO_2 : H_2O = 1 : 6 : 6 : 6$이다.

NoteBase

문 11. 다음 <보기>에서 반응속도에 영향을 주는 요소는 모두 몇 개인가?

<보기>
온도, 압력, 농도, 촉매

① 1개
② 2개
③ 3개
④ 4개

정답 4번

출제 포인트

반응속도를 변화시키는 온도, 압력, 농도, 촉매를 모두 판별하는 문제이다.

핵심 개념

반응속도는 단위 시간 동안 반응물이나 생성물의 농도가 변하는 정도이다. 온도가 높아지면 유효 충돌이 증가하고, 반응물의 농도가 커지면 입자 사이의 충돌 횟수가 증가한다. 기체 반응에서는 압력이 커질수록 단위 부피당 입자 수가 많아져 충돌 횟수가 증가한다. 촉매는 활성화 에너지를 낮추는 새로운 반응 경로를 제공하여 반응속도를 변화시킨다. 따라서 보기의 네 요소는 모두 반응속도에 영향을 준다.

선지별 해설

① X — '1개'가 틀렸다. 온도, 압력, 농도, 촉매가 모두 반응속도에 영향을 주므로 올바른 개수는 4개이다.
② X — '2개'가 틀렸다. 온도와 농도뿐 아니라 기체 반응의 압력과 촉매도 반응속도에 영향을 주므로 올바른 개수는 4개이다.
③ X — '3개'가 틀렸다. 촉매도 활성화 에너지를 낮추어 반응속도를 변화시키므로 올바른 개수는 4개이다.
④ O — 온도, 압력, 농도, 촉매의 네 요소가 모두 반응속도에 영향을 주므로 4개가 맞다.

오답 포인트

압력은 특히 기체 반응에서 부피와 농도를 바꾸어 반응속도에 영향을 준다. 또한 촉매는 평형의 위치를 바꾸지는 않지만 정반응과 역반응의 속도를 모두 변화시키므로 반응속도 영향 요인에 포함된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 요인이 입자의 충돌 횟수, 유효 충돌의 비율 또는 활성화 에너지를 바꾸는지 확인한다. 이 셋 중 하나라도 바꾸면 반응속도에 영향을 주는 요인이다.

NoteBase

암기 포인트

온도·농도·기체의 압력은 충돌 조건을 바꾸고, 촉매는 활성화 에너지를 바꾼다.

NoteBase

문 12. 다음 중 마그네슘 6 g을 완전연소시켜 산화마그네슘이 되게 할 때 필요한 산소의 질량은? (단, 원자량은 O=16, Mg=24)

① 4 g
② 8 g
③ 16 g
④ 24 g

정답 1번

출제 포인트

마그네슘의 완전연소 반응식을 이용하여 마그네슘과 산소의 질량비를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 마그네슘의 질량은 $6g$이다.
구해야 할 값: 완전연소에 필요한 산소의 질량이다.
원자량: Mg = 24, O = 16이다.

사용할 공식

완전연소 반응식은 $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$이다.
반응식에서 마그네슘 $2mol$과 산소 $1mol$이 반응하므로 질량비는 48 : 32 = 3 : 2이다. 이 반응식의 계수비가 반응하는 물질의 몰비를 나타내므로 이 질량비를 사용한다.

계산 과정

마그네슘 $48g$이 완전연소할 때 산소 $32g$이 필요하다. 따라서 마그네슘 $6g$에 필요한 산소의 질량은
$6g \times \frac{32}{48} = 4g$
이다.

선지 판단

① O — 계산 결과 필요한 산소의 질량은 $4g$이므로 옳다.
② X — $8g$은 필요한 산소의 질량이 아니다. 틀린 표현 '$8g$'은 '$4g$'으로 고쳐야 한다.
③ X — $16g$은 산소 원자 1몰의 질량을 그대로 고른 값으로, 반응에 필요한 산소의 양이 아니다. 틀린 표현 '$16g$'은 '$4g$'으로 고쳐야 한다.
④ X — $24g$은 마그네슘 원자 1몰의 질량을 그대로 고른 값으로, 필요한 산소의 질량이 아니다. 틀린 표현 '$24g$'은 '$4g$'으로 고쳐야 한다.

NoteBase

오답 포인트

반응식의 계수비 2 : 1을 곧바로 질량비로 사용하면 안 된다. 계수비는 몰비이므로 각 물질의 몰질량을 곱하여 48 : 32의 질량비로 바꾸어야 한다. 또한 산소는 반응식에서 O_2로 나타나므로 몰질량은 $32 g/mol$이다.

다시 나오면 이렇게 판단

화학량론 문제는 반응식을 맞춘 뒤 계수비로 몰비를 정하고, 몰질량을 이용해 질량비로 변환하여 계산한다.

암기 포인트

$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$: 마그네슘과 산소의 질량비는 3 : 2이다.

NoteBase

문 13. 다음은 아미노산 X의 화학식과 이를 이용한 탐구이다.
이 실험과 관련된 내용으로 가장 옳지 않은 것은?

[X의 화학식]
H_2NCH_2COOH
[가설]
아미노산 X는 ㉠
[실험과정과 결과]
(가) 고체 아미노산 X를 HCl(aq)에 넣어 녹인다.
(나) (가)의 용액에 전류를 흘렸더니 X가 (-)극으로 이동하였다.
[결론]
가설은 타당하다.

① ㉠은 “산성용액에서 (+)전하를 띤다.”이다.
② (가)에서 X는 루이스 염기로 작용한다.
③ (가)에서 X의 전체 전자쌍 수는 감소한다.
④ X를 NaOH(aq)에 녹인 후 전류를 흘리면 X는 (+)극으로 이동한다.

정답 3번

출제 포인트

이 문제는 아미노산이 산성·염기성 용액에서 양성자를 주고받아 전하가 달라지는 성질과, 양성자 첨가 전후의 전체 전자쌍 수 변화를 묻는다.

핵심 개념

아미노산은 분자 안에 염기성인 아미노기와 산성인 카복실기를 함께 가지므로 용액의 산성도에 따라 양이온 또는 음이온이 될 수 있다.
산성 용액: 아미노기의 질소가 비공유 전자쌍을 제공하여 H^+와 결합하고, X는 $H_3N^+CH_2COOH$가 된다.
염기성 용액: 카복실기가 H^+를 내놓고, X는 $H_2NCH_2COO^-$가 된다.
루이스 염기는 전자쌍을 주는 물질이다. X가 H^+와 결합할 때 질소의 비공유 전자쌍이 결합 전자쌍으로 바뀌지만, 전체 전자쌍 수는 변하지 않는다.

NoteBase

선지별 해설

① O — (가)의 산성 용액에서 X는 H^+를 받아 $H_3N^+CH_2COOH$가 된다. 양전하를 띠므로 전류를 흘리면 음극으로 이동하며, 실험 결과와 가설의 결론에 부합한다.
② O — (가)에서 X의 아미노기 질소는 비공유 전자쌍을 H^+에 제공한다. 전자쌍을 제공했으므로 X는 루이스 염기로 작용한다.
③ X — 틀린 표현은 '전체 전자쌍 수는 감소한다'이다. H^+는 전자를 가지고 들어오지 않으며, 질소의 비공유 전자쌍 하나가 N-H 결합 전자쌍 하나로 전환된다. 따라서 X의 전체 전자쌍 수는 감소하지 않고 그대로이다.
④ O — NaOH 수용액에서는 X의 카복실기가 H^+를 내놓아 $H_2NCH_2COO^-$가 된다. 음전하를 띤 X는 양극으로 이동한다.

오답 포인트

③에서 비공유 전자쌍이 없어지는 것을 전체 전자쌍이 없어지는 것으로 오해하기 쉽다. 양성자와 결합할 때 비공유 전자쌍은 사라지는 것이 아니라 결합 전자쌍으로 바뀐다.

다시 나오면 이렇게 판단

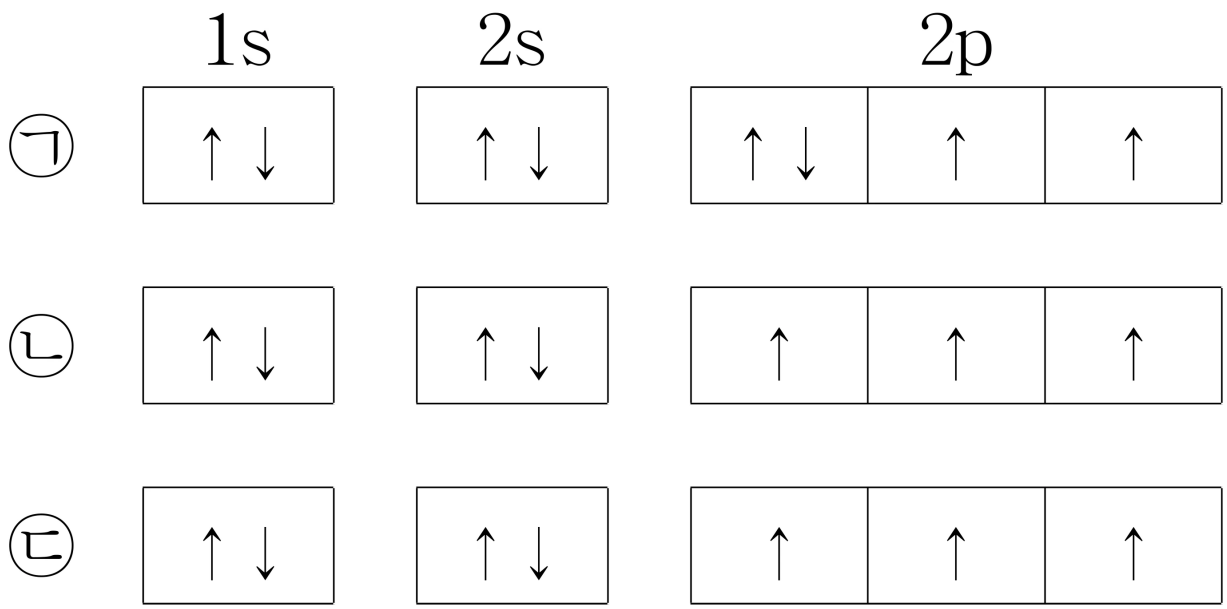
먼저 용액이 산성인지 염기성인지 확인한다. 산성 용액에서는 아미노산이 H^+를 받아 양이온이 되어 음극으로 이동하고, 염기성 용액에서는 H^+를 내놓아 음이온이 되어 양극으로 이동한다. 전자쌍 수는 비공유 전자쌍과 결합 전자쌍을 합하여 판단한다.

암기 포인트

산성에서는 양이온·음극 이동, 염기성에서는 음이온·양극 이동이다. 양성자와의 결합은 비공유 전자쌍을 결합 전자쌍으로 바꿀 뿐 전체 전자쌍 수를 줄이지 않는다.

NoteBase

문 14. 그림 ㉠~㉢는 각각 A, A^+, B^{2+}의 전자배치를 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?



① A는 B보다 전기 음성도가 크다.

② B의 원자가 전자 수는 5이다.

③ 바닥상태인 B^+의 홀전자 수는 2이다.

④ ㉠의 배치를 갖는 A(g) 1몰에서 전자 1몰을 떼어 ㉡의 배치를 갖는 $A^+(g)$ 1몰을 만드는데 필요한 에너지는 B의 1차 이온화 에너지와 같다.

정답 3번

출제 포인트

오비탈 상자의 화살표 수로 전자 수를 세고, 원자와 이온의 전자 수 차이로 원소를 식별하는 문제이다. ㉠은 $1s^2 2s^2 2p^4$인 A, ㉡은 $1s^2 2s^2 2p^3$인 A^+, ㉢은 $1s^2 2s^2 2p^3$인 B^{2+}이므로 A는 산소(O), B는 플루오린(F)이다.

NoteBase

선지별 해설

① X
- A는 산소, B는 플루오린이며 같은 주기에서는 대체로 오른쪽으로 갈수록 전기 음성도가 커진다. 따라서 'A는 B보다 전기 음성도가 크다'는 틀리고, 올바르게는 'B는 A보다 전기 음성도가 크다'이다.

② X
- B는 플루오린이므로 바닥상태 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p^5$이고 원자가 전자 수는 7이다. 따라서 '5이다'가 틀리고, 올바르게는 '7이다'이다.

③ O
- B^+는 플루오린 원자에서 전자 1개를 잃은 종이므로 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p^4$이다. 훈트 규칙에 따라 $2p^4$에는 홀전자 2개가 존재한다.

④ X
- ㉠의 A(g)에서 전자 1몰을 떼어 ㉡의 $A^+(g)$를 만드는 데 필요한 에너지는 A, 즉 산소의 1차 이온화 에너지이다. 'B의 1차 이온화 에너지와 같다'가 틀리고, 올바르게는 'A의 1차 이온화 에너지와 같다'이다. 같은 주기에서 플루오린의 1차 이온화 에너지는 산소보다 크므로 두 값은 같지 않다.

오답 포인트

㉡과 ㉢의 전자배치가 같아도 이온의 전하가 다르므로 원소는 다르다. ㉡은 전자 7개를 가진 A^+이므로 A의 원자번호는 8이고, ㉢은 전자 7개를 가진 B^{2+}이므로 B의 원자번호는 9이다. 또한 ④의 이온화 에너지는 전자를 실제로 떼는 대상인 A에 귀속된다.

다시 나오면 이렇게 판단

각 도식의 전자 수를 먼저 센 뒤, 양이온은 전하량만큼 전자를 잃었다는 관계 $Z = N_e + q$를 적용해 원자번호를 구한다. 원소를 정한 다음 주기율과 훈트 규칙을 각각 적용한다.

암기 포인트

양이온의 원자번호는 전자 수에 양전하 수를 더하며, p^4의 홀전자 수는 2이다.

NoteBase

문 15. S, Cl, F를 원자 반지름이 작은 것부터 증가되는 순서로 가장 옳게 배열한 것은?

① Cl < S < F

② Cl < F < S

③ F < S < Cl

④ F < Cl < S

정답 4번

출제 포인트

같은 족과 같은 주기에서 원자 반지름이 변하는 방향을 함께 적용하여 F, Cl, S의 크기를 비교하는 문제이다.

핵심 개념

원자 반지름은 같은 족에서 아래로 갈수록 전자 껍질 수가 늘어나 커지고, 같은 주기에서 오른쪽으로 갈수록 유효 핵전하가 커져 작아진다.
F와 Cl은 17족이므로 아래쪽에 있는 Cl이 F보다 크다. S와 Cl은 3주기이며 S가 Cl보다 왼쪽에 있으므로 S가 Cl보다 크다. 따라서 작은 것부터 배열하면 $F < Cl < S$이다.

선지별 해설

① X — $Cl < S < F$는 F를 가장 크게 둔 점이 틀리다. F는 2주기이고 Cl은 3주기이므로 F가 Cl보다 작다. 올바른 순서는 $F < Cl < S$이다.
② X — $Cl < F < S$는 Cl과 F의 크기 관계가 틀리다. 같은 17족에서는 아래쪽 원소의 원자 반지름이 더 크므로 $F < Cl$이다. 올바른 순서는 $F < Cl < S$이다.
③ X — $F < S < Cl$는 같은 3주기인 S와 Cl의 크기 관계가 틀리다. 주기에서 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름이 작아지므로 $Cl < S$이다. 올바른 순서는 $F < Cl < S$이다.
④ O — F와 Cl을 비교하면 같은 족에서 아래쪽의 Cl이 더 크고, Cl과 S를 비교하면 같은 주기에서 왼쪽의 S가 더 크다. 따라서 $F < Cl < S$가 옳다.

오답 포인트

같은 족의 세로 경향만 보고 F와 Cl을 비교한 뒤, 같은 주기의 가로 경향을 반대로 적용하면 ③을 고르기 쉽다. S는 Cl보다 왼쪽에 있으므로 S의 원자 반지름이 더 크다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 같은 족인 원소는 아래로 갈수록 커진다는 기준으로 비교하고, 같은 주기인 원소는 왼쪽으로 갈수록 커진다는 기준으로 연결한다. 이 문항에서는 $F < Cl$, $Cl < S$를 차례로 얻어 전체 순서를 정한다.

NoteBase

암기 포인트

원자 반지름은 주기율표에서 왼쪽 아래로 갈수록 커진다.

NoteBase

문 16. 일정한 온도에서 1 atm의 A 기체 2 L, 2 atm의 B 기체 3 L, 3 atm의 C 기체 4 L를 20 L의 밀폐된 용기에 넣었을 때의 전체 압력(atm)은? (단, 세 기체는 서로 반응하지 않는 이상 기체라고 가정한다.)

① 1 atm

② 2 atm

③ 3 atm

④ 4 atm

정답 1번

출제 포인트

서로 반응하지 않는 이상 기체들을 같은 온도의 한 용기에 모을 때, 각 기체의 최종 부분 압력을 구해 더하는 문제이다.

조건 정리

A 기체: $P_A = 1atm,\ V_A = 2L$

B 기체: $P_B = 2atm,\ V_B = 3L$

C 기체: $P_C = 3atm,\ V_C = 4L$

최종 용기 부피: $V_f = 20L$

온도가 일정하고 세 기체가 서로 반응하지 않으므로 각 기체의 몰수는 보존된다.

사용할 공식

이상 기체식 $PV = nRT$에서 온도가 일정하므로 각 기체에 대해 $P_iV_i = P'_iV_f$이다. 따라서 최종 전체 압력은 돌턴의 부분 압력 법칙에 따라

$P_{\text{total}} = \sum_i P'_i = \frac{P_AV_A + P_BV_B + P_CV_C}{V_f}$

로 구한다.

계산 과정

각 기체의 압력과 처음 부피의 곱을 더하면

$(1atm)(2L) + (2atm)(3L) + (3atm)(4L) = 20atm \cdot L$

이다. 이를 최종 부피 $20L$로 나누면

$P_{\text{total}} = \frac{20atm \cdot L}{20L} = 1atm$

이다.

NoteBase

선지별 해설

① O — 계산한 전체 압력이 $1atm$이므로 옳다.
② X — '$2atm$'은 계산 결과와 다르다. 올바르게는 전체 압력이 $1atm$이다.
③ X — '$3atm$'은 계산 결과와 다르다. 올바르게는 전체 압력이 $1atm$이다.
④ X — '$4atm$'은 계산 결과와 다르다. 올바르게는 전체 압력이 $1atm$이다.

오답 포인트

처음 압력만 단순히 더하거나, 처음 부피의 합을 최종 용기 부피로 착각하면 안 된다. 각 기체는 모두 $20L$의 용기를 차지하므로 P_iV_i를 합한 뒤 반드시 최종 부피 $20L$로 나눈다.

다시 나오면 이렇게 판단

온도가 일정한 이상 기체 혼합 문제에서는 각 기체의 P_iV_i를 합하고 최종 용기 부피로 나눈다. 계산 뒤 $atm \cdot L/L = atm$으로 단위도 검산한다.

암기 포인트

일정 온도에서 반응 없는 이상 기체의 혼합 압력은 $P_{\text{total}} = \sum P_iV_i/V_f$이다.

NoteBase

문 17. 에테인(C_2H_6) 30 g이 완전 연소 시 생성되는 이산화탄소의 부피로 가장 옳은 것은? (단, 0℃, 1기압이며, 원자량은 H=1, C=12, O=16이다.)

$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$

① 11.2 L

② 22.4 L

③ 33.6 L

④ 44.8 L

정답 4번

출제 포인트

에테인의 질량을 몰수로 바꾸고, 반응식의 계수비로 이산화탄소의 몰수를 구한 뒤 표준 상태의 몰 기체 부피를 적용하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 에테인 $30g$, 몰 질량 $M(C_2H_6) = 2 \times 12 + 6 \times 1 = 30g/mol$
구해야 할 값: 생성되는 CO_2의 부피
주의할 조건: 반응식에서 $C_2H_6 : CO_2 = 2 : 4 = 1 : 2$이고, $0^\circ C$, 1기압에서 기체 1몰의 부피는 $22.4L$이다.

사용할 공식

$n = \frac{m}{M}$
$n(CO_2) = n(C_2H_6) \times \frac{4}{2}$
$V = n \times 22.4L/mol$
질량으로 주어진 에테인을 먼저 몰수로 환산해야 반응 계수비를 적용할 수 있고, 문제의 온도와 압력이 표준 상태이므로 몰 기체 부피 $22.4L/mol$를 사용한다.

계산 과정

1. 에테인의 몰수는 $30g \div 30g/mol = 1mol$이다.
2. 반응식에서 에테인 1몰은 이산화탄소 2몰을 생성하므로 $n(CO_2) = 1 \times 2 = 2mol$이다.
3. 이산화탄소의 부피는 $2mol \times 22.4L/mol = 44.8L$이다.

NoteBase

선지 판단

① X — 11.2L는 계산 결과 44.8L와 다르다. 틀린 값이며, 올바르게는 44.8L이다.
② X — 22.4L는 에테인과 이산화탄소의 계수비를 1:1로 잘못 적용할 때 나오는 값이다. 올바르게는 이산화탄소 2몰의 부피인 44.8L이다.
③ X — 33.6L는 이산화탄소의 몰수를 1.5mol로 잘못 계산한 값이다. 반응 계수비는 1:2이므로 올바르게는 2mol, 즉 44.8L이다.
④ O — 계산 결과 생성되는 이산화탄소의 부피가 44.8L이므로 옳다.

오답 포인트

에테인 1몰이 연소한다고 해서 이산화탄소도 1몰이라고 판단하면 안 된다. 반응식의 계수비 2 : 4를 약분하면 에테인 1몰당 이산화탄소 2몰이 생성된다.

다시 나오면 이렇게 판단

질량을 몰수로 환산한 뒤 반응 계수비로 생성물의 몰수를 구하고, 마지막에 주어진 온도와 압력에 맞는 몰 기체 부피를 곱한다.

암기 포인트

질량 → 몰수 → 계수비 → 기체 부피의 순서로 계산한다.

NoteBase

문 18. 다음 반응에 대한 평형상수(K_{eq})로 가장 옳은 것은?

$2CO(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + C(s)$

① $K_{eq} = [CO]^2/[CO_2]$
② $K_{eq} = [CO_2][C]/[CO]^2$
③ $K_{eq} = [CO_2]/[CO]^2$
④ $K_{eq} = [CO]^2/[CO_2][C]$

정답 3번

출제 포인트

평형상수 식은 생성물의 활동도를 화학양론계수만큼 거듭제곱한 값을 반응물의 해당 값으로 나누어 나타내며, 순수 고체의 활동도는 1이므로 식에서 제외한다.

조건 정리

주어진 반응은 $2CO(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + C(s)$이다. 기체인 CO와 CO_2는 평형상수 식에 포함하지만, 순수 고체인 $C(s)$는 포함하지 않는다. 또한 CO의 화학양론계수가 2이므로 농도 항의 지수는 2이다.

사용할 공식

농도로 나타낸 평형상수는 $K_{eq} = \frac{[CO_2]}{[CO]^2}$ 이다. 생성물 항을 분자에, 반응물 항을 분모에 두고 각 농도를 화학양론계수만큼 거듭제곱한다. $C(s)$의 활동도는 1이므로 별도의 $[C]$ 항을 쓰지 않는다.

선지별 해설

① X — $K_{eq} = [CO]^2/[CO_2]$는 생성물과 반응물의 위치를 뒤바꾼 역수이다. 올바르게는 $K_{eq} = [CO_2]/[CO]^2$이다.
② X — $K_{eq} = [CO_2][C]/[CO]^2$에서 순수 고체 $C(s)$를 $[C]$로 포함한 부분이 틀렸다. 올바르게는 고체 탄소 항을 제외하여 $K_{eq} = [CO_2]/[CO]^2$로 쓴다.
③ O — 생성물인 CO_2를 분자에, 반응물인 CO를 계수 2에 따라 제곱하여 분모에 두었고, 순수 고체 $C(s)$는 제외했으므로 옳다.
④ X — $K_{eq} = [CO]^2/[CO_2][C]$는 생성물과 반응물의 위치를 뒤바꾸었고 순수 고체의 $[C]$도 포함하였다. 올바르게는 $K_{eq} = [CO_2]/[CO]^2$이다.

NoteBase

오답 포인트

①과 ④는 정반응의 평형상수가 아니라 분자와 분모를 바꾼 형태라는 점이 함정이다. ②와 ④처럼 반응식에 적힌 모든 물질을 기계적으로 넣으면 안 되며, 순수 고체 $C(s)$와 순수 액체는 활동도가 1이어서 평형상수 식에서 제외한다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 생성물을 분자, 반응물을 분모에 배치한 뒤 화학양론계수를 지수로 붙인다. 마지막으로 순수 고체와 순수 액체의 항을 제외하면 된다.

암기 포인트

평형상수는 생성물/반응물, 계수는 지수, 순수 고체·순수 액체는 제외이다.

NoteBase

문 19. C가 CO_2로 연소할 때의 반응 엔탈피는 −393.5 kJ/mol이고, CO가 CO_2로 연소할 때의 반응 엔탈피는 −283.0 kJ/mol이다. 이 자료를 이용하여 C가 CO로 연소할 때의 반응 엔탈피로 가장 옳은 것은?

(가) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -393.5\text{kJ/mol}$
(나) $CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO_2(g) \quad \Delta H = -283.0\text{kJ/mol}$

① −676.5 kJ/mol
② −110.5 kJ/mol
③ 110.5 kJ/mol
④ 676.5 kJ/mol

정답 2번

출제 포인트

이 문제는 헤스 법칙을 이용하여 주어진 두 연소 반응식으로부터 탄소가 일산화탄소로 연소할 때의 반응 엔탈피를 구하는 문제이다.

조건 정리

주어진 값: 탄소의 완전 연소 엔탈피는 -393.5kJ/mol, 일산화탄소의 연소 엔탈피는 -283.0kJ/mol이다.
구해야 할 값: $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$의 반응 엔탈피이다.
주의할 조건: 반응식을 역으로 바꾸면 반응 엔탈피의 부호도 반대로 바뀐다.

사용할 공식

헤스 법칙에 따라 여러 단계 반응의 반응 엔탈피는 각 단계 반응 엔탈피의 합과 같다.
Δ H_목표=Δ H_(가)-Δ H_(나)
목표 반응 뒤에 일산화탄소의 연소 반응 (나)를 더하면 탄소의 완전 연소 반응 (가)가 되므로 이 관계를 사용한다.

계산 과정

1. 반응 (나)를 역으로 바꾸면 $CO_2(g) \rightarrow CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g)$이고, $\Delta H = +283.0\text{kJ/mol}$이다.
2. 이 역반응을 반응 (가)에 더하면 CO_2와 산소가 소거되어 $C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow CO(g)$가 된다.
3. 따라서 $\Delta H = -393.5 + 283.0 = -110.5\text{kJ/mol}$이다.

NoteBase

선지 판단

① X

- −676.5kJ/mol은 반응 (나)를 역으로 바꾸면서 엔탈피 부호를 바꾸지 않고 두 음수를 더한 값이다. 올바르게는 −393.5 + 283.0 = −110.5kJ/mol이다.

② O

- 헤스 법칙으로 구한 목표 반응의 엔탈피 −110.5kJ/mol과 일치한다.

③ X

- 110.5kJ/mol은 목표 반응의 방향을 반대로 본 값이다. 주어진 목표 방향에서는 발열 반응이므로 올바르게는 −110.5kJ/mol이다.

④ X

- 676.5kJ/mol은 두 반응 엔탈피의 절댓값을 더하고 양의 부호를 붙인 값으로, 반응식의 가감 관계와 맞지 않는다. 올바르게는 두 번째 반응을 역으로 하여 −393.5 + 283.0 = −110.5kJ/mol로 계산한다.

오답 포인트

핵심 함정은 반응 (나)를 역으로 사용할 때 ΔH의 부호도 함께 바꾸는 것이다. −393.5 − 283.0처럼 두 음수를 그대로 더하면 ①이 되고, 올바른 계산값의 부호를 뒤집으면 ③이 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 목표 반응이 되도록 주어진 반응식의 방향을 맞추고, 역으로 바꾼 반응은 ΔH의 부호를 바꾼다. 그다음 반응식을 더해 중간 물질이 소거되는지 확인하고 엔탈피도 같은 방식으로 합산한다.

암기 포인트

반응을 뒤집으면 ΔH의 부호가 바뀌고, 반응식을 더하면 ΔH도 더한다.

NoteBase

문 20. 표는 바닥상태 원자 A와 B에 대한 자료이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.)

원 자	A	B
전자가 들어 있는 P 오비탈 수	3	6
원자가 전자 수	1	7

<보기>

㉠ 원자 반지름은 A가 B보다 크다.

㉡ AB에서 구성 입자는 모두 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.

㉢ $AB(aq)$를 전기 분해하면 (−)극에서 $A(s)$가 생성된다.

① ㉠

② ㉡

③ ㉠, ㉡

④ ㉠, ㉢

정답 1번

출제 포인트

표의 원자가 전자 수와 전자가 들어 있는 p 오비탈 수로 A와 B를 찾은 뒤, 원자 반지름·이온의 전자 배치·수용액 전기 분해를 판단하는 문제이다.

자료 읽는 순서

1. 원자가 전자가 1개이고 전자가 들어 있는 p 오비탈이 3개인 A는 *Na*이다. *Na*의 바닥상태 전자 배치는 $[Ne]3s^1$이므로 전자가 들어 있는 p 오비탈은 $2p$의 3개이다.
2. 원자가 전자가 7개이고 전자가 들어 있는 p 오비탈이 6개인 B는 *Cl*이다. *Cl*의 바닥상태 전자 배치는 $[Ne]3s^2 3p^5$이므로 $2p$와 $3p$에서 각각 3개씩, 모두 6개의 p 오비탈에 전자가 들어 있다.
3. 따라서 AB는 *NaCl*이며, 각 보기의 원자·이온·수용액 조건을 구분하여 판단한다.

NoteBase

핵심 근거

A와 B는 각각 Na, Cl이다. 같은 3주기에서는 유효 핵전하가 커지는 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 원자 반지름이 작아지므로 Na의 원자 반지름이 Cl보다 크다. $NaCl$의 구성 입자인 Na^+는 Ne과 같은 10전자 배치이지만, Cl^-는 Ar과 같은 18전자 배치이다. 또한 $NaCl(aq)$의 음극에서는 물이 환원되어 수소 기체가 생성된다.

선지별 해설

① O — ㉠만 고른 선지이다. 표에서 A는 Na, B는 Cl이고, 같은 3주기에서 Na가 Cl보다 왼쪽에 있으므로 A의 원자 반지름이 B보다 크다.
② X — ㉡은 틀리다. AB인 $NaCl$의 구성 입자 중 Na^+만 Ne과 같은 전자 배치를 가지며, Cl^-는 Ar과 같은 전자 배치를 가진다. 틀린 표현 '구성 입자는 모두 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다'는 'Na^+는 Ne과, Cl^-는 Ar과 같은 전자 배치를 갖는다'로 고쳐야 한다.
③ X — ㉠은 옳지만 ㉡이 틀리므로 ㉠과 ㉡을 함께 고른 선지는 옳지 않다. 올바르게는 ㉠만 선택한다.
④ X — ㉠은 옳지만 ㉢이 틀리다. $NaCl(aq)$의 음극에서는 Na^+보다 물이 먼저 환원되어 $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$ 반응으로 수소 기체가 생성된다. 틀린 표현 '$A(s)$가 생성된다'는 '$H_2(g)$가 생성된다'로 고쳐야 하므로 올바르게는 ㉠만 선택한다.

오답 포인트

'전자가 들어 있는 p 오비탈 수'를 p 전자 수로 읽으면 원소를 잘못 찾기 쉽다. 또한 중성 원자가 아니라 Na^+와 Cl^-의 전자 수를 각각 확인해야 하며, 용융염의 전기 분해와 수용액의 전기 분해를 혼동하면 음극에서 금속 Na가 생성된다고 잘못 판단하게 된다.

다시 나오면 이렇게 판단

먼저 원자가 전자 수와 전자가 점유한 오비탈 수로 원소를 확정한다. 다음으로 원자 반지름은 주기율표의 위치로, 이온의 전자 배치는 전자를 잃거나 얻은 뒤의 총전자 수로 판단한다. 전기 분해에서는 반드시 수용액인지 용융 상태인지 구분하며, $NaCl$ 수용액의 음극에서는 물의 환원으로 수소가 생성된다.

암기 포인트

A=Na, B=Cl: 반지름은 $Na > Cl$, 이온 배치는 $Na^+ = Ne \cdot Cl^- = Ar$, $NaCl(aq)$의 음극 생성물은 H_2이다.

NoteBase