

제 4 교시

과학탐구 영역 (화학 I)

정답

1	④	2	②	3	③	4	③	5	③
6	④	7	①	8	③	9	④	10	②
11	①	12	③	13	②	14	⑤	15	⑤
16	⑤	17	②	18	④	19	⑤	20	①

난이도 : 1~9 (숫자가 클수록 고난도 문제)

수능에서 가장 어려운 양적관계 문제의 난이도를 7.5 정도로 잡았을 때의 난이도입니다.

1. 수완 9강 5번 연계 (탄소의 동소체)

개념 이해 및 적용 능력

난이도 : 1

매우 쉬우므로 15초 이내로 해결했을 겁니다.

풀이

ㄱ. (가)와 (다)의 구성 성분은 탄소(C)이므로, 실험식은 C이다. (거짓)

ㄴ. 완전 연소 시 생성되는 물질은 (가)~(다) 모두 CO<sub>2</sub>이다. (참)

ㄷ. 고체 상태에서 (다)는 분자끼리 거리가 매우 가깝지만, (다)의 구조의 내부에는 (나)에 비해 빈 공간이 많으므로 밀도는 (다) < (나)이다. (참)

2. 수완 16강 9번 연계 (확장된 산 염기의 정의)

개념 이해 및 적용 능력

난이도 : 4

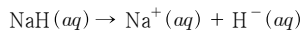
아마 ㄷ.에서 많은 분들이 틀렸을 거라 생각하는데요, 제가 언급하고 싶은 바는 아래 '참고' 부분입니다. 꼭 읽어주세요.

풀이

ㄱ. X : H<sub>2</sub>O(l), Y : H<sub>2</sub>(g), Z : H<sub>2</sub>O(l)이다. (거짓)

ㄴ. ㉠은 수용액에서 자신이 가지고 있던 H<sup>+</sup>를 받는 것이 아니라 OH<sup>-</sup>의 비공유 전자쌍을 받으므로 루이스 산으로 작용한다. (거짓)

ㄷ. ㉡은 물에 녹으면 다음과 같이 이온화된다.



그런데 수소 음이온은 매우 불안정한 물질이므로 H<sub>2</sub>O의 수소에게 전자를 주며 산화되어 H<sub>2</sub>가 된다. 이때, 생성되는 수소 음이온에는 비공유 전자쌍이 있다. 이 비공유 전자쌍을 물에서 떨어져 나온 수소 양이온에게 주어 H<sub>2</sub>가 되므로 ㉡의 수소 음이온은 루이스 염기 도로 작용한다. (참)

참고.

루이스 염기의 정의는 '비공유 전자쌍을 주는 물질'이므로 산화 환원 반응과는 아무런 관련이 없습니다. 이처럼 산화 환원 반응과 산 염기 반응이 동시에 일어나는 예로는 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>가 있습니다. MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>가 반응하는 산화 환원 반응식에서 환원 반쪽 반응식은 다음과 같습니다.



즉, MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>의 O<sup>2-</sup>는 H<sup>+</sup>를 받아(또는 H<sup>+</sup>에게 비공유 전자쌍을 주어) H<sub>2</sub>O가 되므로 브뢴스테드-로우리 염기(또는 루이스 염기)로 작용합니다. 따라서 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>는 산화제이면서 염기로 작용하는 물질입니다. (그 외에도 HCN와 황성산소(O)가 반응할 때, N의 비공유 전자쌍을 O에게 주므로 HCN은 루이스 염기이며 O는 루이스 산입니다. 또한, HCNO에서 C의 산화수는 +2에서 +4로 증가하고, O의 산화수는 0에서 -2로 감소하므로 O는 산화제이고, HCN은 환원제입니다.) 더 넓게 보면, 산화 환원 반응과 이온 결합 물질의 형성 반응도 루이스 정의에 의한 산 염기 반응으로 볼 수 있습니다. 특히, 전기 음성도 차이에 따른 결합의 이온성 백분율 그래프를 보면, 100% 공유결합 물질은 있어도(H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> 등), 100% 이온결합 물질은 없는데요, 그 이유 중 하나로 이온 결합 물질에서 음이온은 루이스 염기로, 양이온은 루이스 산으로 작용하여 전자쌍을 어느 정도 공유하기 때문입니다. 또는, 음이온의 전자들이 양이온의 핵과의 인력으로 인해 완전히 음이온 쪽으로 이동하지 않고 양이온 쪽에도 미약하게나마 치우쳐있기 때문이기도 합니다.

3. 수특 1강 3점 15번 연계 (화합물의 조성)

자료 분석 및 해석

난이도 : 5

직접 X, Y의 실험식을 처음부터 구하는 것이 아닌, 질량 백분위의 의미를 잘 생각하셨으면 비교적 쉽게 해결했을 겁니다.

풀이

ㄱ. 질량 백분율이란, 물질이 100g 있을 때의 각 구성 원소의 질량과 같은 의미이다. 따라서 같은 질량에 있는 C의 질량비는 X : Y = 37.5 : 40 =  $\frac{3}{8} : \frac{2}{5} = 15 : 16$ 이며, 같은 질량을 연소했을 때 발생하는 CO<sub>2</sub>의 질량비는 C의 질량 백분율의 비와 같다. (참)

ㄴ. X, Y에서 C, H, O의 질량비는 각각  $\frac{3}{8} : \frac{1}{8} : \frac{1}{2}$ ,  $40 : \frac{20}{3}$  :

$\frac{160}{3} \rightarrow 3 : 1 : 4$ ,  $6 : 1 : 8$ 이다. 따라서 X, Y의 실험식은 각각 CH<sub>4</sub>O, CH<sub>2</sub>O이다. (참)

ㄷ. ㄱ.과 같은 논리로 1g 연소할 때 나오는 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O의 질량은 X에서 각각  $\frac{3}{8} \times \frac{44}{12}$  (g),  $\frac{1}{8} \times \frac{18}{2}$  (g)이다.(C, H 1g을 연소할 때 생

성되는 CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O의 질량은 각각  $\frac{44}{12}$  g,  $\frac{18}{2}$  g이다.) 이때, 발생한 생성물의 총 질량에서 반응한 X의 질량을 빼면 연소에 소모된 O<sub>2</sub>의 질량입니다. X 1g 연소에 소모되는 O<sub>2</sub>의 질량은  $\frac{3}{8} \times \frac{44}{12} + \frac{1}{8} \times 9$

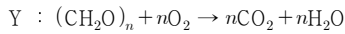
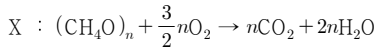
$- 1 = \frac{12}{8}$  (g)이다. 같은 논리로 Y 1g 연소 시 소모되는 O<sub>2</sub>의 질량

은  $\frac{16}{15}$  (g)이다. 그런데 소모되는 O<sub>2</sub>의 몰수 비는 질량비와 같으므로, 같은 질량 연소 시 소모되는 O<sub>2</sub>의 몰수 비는 X : Y = 45 : 32

이다. (거짓)

참고.

다음 반응식으로 해결할 수도 있습니다.



$$\rightarrow X : Y = \frac{1}{32n} \frac{3}{2}n : \frac{1}{30n}n = 45 : 32$$

#### 4. 비연계 문제 (인류 문명과 화학)

문제 상황 인식 능력

난이도 : 3

국어 문제인 듯한 느낌입니다. 주어진 자료를 꼼꼼하게 읽지 않으면 틀리기 쉬운 유형이지요.

풀이

ㄱ. 석유, 공기, 철광물은 모두 혼합물이며, 자동차 연료의 연소 후 나오는 배기가스에는  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , 질소 산화물( $\text{N}_2\text{O}_y$ )이 혼합되어 있다. (참)

ㄴ. 철광물은 산화철로 이루어져 있으므로, 이를 순수한 철로 제련하는 과정은 철이 전자를 얻고 환원되는 과정이므로 산화 환원 반응이다. (참)

ㄷ. ㉔에는 공기의 성분인 N이 연소한 물질(질소 산화물)이 포함되어 있다. 이는 비에 녹아 강한 산인 질산, 아질산을 형성하므로, 산성비(pH 5.6 이하)의 원인이 된다. 하지만 ㉔에는 질소 산화물이 없고, 이산화탄소만 존재하므로 산성비의 원인 물질이 포함되어 있지 않다. (거짓)

참고.  $\text{CO}_2$ 도 물에 녹으면 산성( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )을 띠지만, 아무리 대기가 맑은 곳이라도  $\text{CO}_2$ 는 항상 존재하기 때문에, 자연 상태에서 내리는 비는 기본적으로 pH 5.6의 약산성을 띠니다. 제시문에 '넣어준 코크스만 완전 연소된' 배기가스가 배출된다고 주어졌으므로 ㉔에는 질소 산화물이 존재하지 않고 이산화탄소만 존재합니다. 물론 CO도 생성될 수 있고, 극성 분자이지만 이상하게도 CO는 물에 거의 녹지 않습니다. (0°C, 1기압에서 용해도 : 0.0044g/100mL)

#### 5. 수특 1강 2점 19번 연계 (화학 반응식)

결론 도출 및 평가 능력

난이도 : 3

일반적으로 발효는 산소가 없는 상황에서 일어나지만, 아세트산 발효의 경우에는 산소가 있어야 일어납니다. 자세한 것은 생2 선택자들에게 물어보시길....

풀이

ㄱ. 먼저 반응식의 좌변과 우변의 원자 수를 비교해 보면 X는 1개의 O를, Y는 2개의 H를 반드시 포함해야 한다. 그런데 Y는 3원자 분자이므로 Y의 분자식을  $\text{H}_2\text{A}$  (A는 임의의 원소 기호)이라 하면 X의 분자식은 OA이다. 이때, X는 원소이므로 A는 O이다. 따라서 X는  $\text{O}_2$ 이고, Y는  $\text{H}_2\text{O}$ 이다. 반응식의 양적관계에 의해  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 가 1몰 반응할 때 X, Y 1몰이 각각 소모, 생성되므로 질량의 합은  $32+18=50(\text{g})$ 이다. (참)

ㄴ. 0°C, 1기압에서 X 11.2L는 0.5몰이므로 X 0.5몰이 반응하면  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.5몰이 생성된다.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0.5몰의 질량은  $\text{CH}_2\text{O}$  1몰의 질량과 같으므로 30g이다. (참)

ㄷ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 는 수용액 상태이므로  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 와  $\text{O}_2$ 의 밀도비는  $1\text{g}/\text{cm}^3 : 32\text{g}/22.4\text{L} = 22.4 \times 10^3 : 32$ 이다. (거짓)

참고.

ㄷ. 선지는 솔직히 말하자면 기체와 액체의 밀도 비를 비교하는 것인데, 22.4 : 32 정도로 밀도가 비슷할 수 없지요. 계산하지 않아도 보자마자 틀렸다는 것을 알 수 있습니다.

#### 6. 수특 4강 2점 7번 연계 (화학 결합)

자료 분석 및 해석 능력

난이도 : 3

이 또한 쉬운 문제이므로 최대한 시간을 단축합니다.

풀이

ㄱ. 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 물질(A)은 제시된 세 물질 중 KF이며, KF은 이온 결합 물질로 이온간 결합력이 강하여 상온, 상압(25°C, 1기압)에서 고체로 존재한다. (참)

ㄴ. 물에 대한 용해성이 없는 물질(B)은 He이며(사실은 50°C, 1기압에서 물 100g에 0.158mg 정도 용해되나 나머지 두 물질에 비하면 용해되지 않는다고 보아도 된다.), He는 비활성 기체로 공유 결합을 형성하지 않고 단원자 분자 상태로 존재한다. (거짓)

ㄷ. 물에 대한 용해성은 있고, 액체 상태에서 전기 전도성이 없는 물질(C)은 HBr이며, HBr은 공유 결합 물질이고, 수용액 상태에서 전기 전도성이 있다. (참)

#### 7. 수완 6강 4번 연계 (수소 원자 모형)

결론 도출 및 평가 능력

난이도 : 4

약간의 낚시질이 있는 문제입니다. 특히, 물리와 화학에서 쓰이는 가시광선의 정의가 다르므로, 만약 문제에서 가시광선의 조건이 주어지면 조건대로 행하시고, 아니면 화학에서의 정의를 사용하시기 바랍니다. 그렇지만, 평가원에서는 이렇게 논쟁의 여지가 있는 문제는 잘 출제하려 하지 않기 때문에 큰 걱정은 안 하셔도 될 듯합니다.

ㄱ.  $a, b, c$ 에 해당하는 빛의 파장을 각각  $\lambda_a, \lambda_b, \lambda_c$ 라 하면,

$\Delta E = h \frac{c}{\lambda}$  ( $\Delta E$ : 에너지 변화량,  $h$ : 플랑크 상수,  $c$ : 빛의 속도,  $\lambda$ : 빛의 파장)이다.  $a, b, c$ 에 해당하는 빛은 주양자수의 변화가 각각  $2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 1$ 로, 에너지의 크기는 각각  $\frac{3}{4}k, \frac{5}{36}k, \frac{8}{9}k$ 이다.

따라서  $\frac{\lambda_a + \lambda_b}{\lambda_a \lambda_b} = \frac{1}{\lambda_a} + \frac{1}{\lambda_b} = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{8}{9} \frac{k}{hc}$ 이다. (거짓)

ㄴ.  $d$ 에 해당하는 에너지의 크기는  $\frac{1}{4}k$ 이다. 그런데, 주양자수의 변화가  $4 \rightarrow 2$ 인 전자전이의 에너지의 크기는  $\frac{3}{16}k$ 이고, 해당하는 빛의 파장은 486nm이다. 따라서 비례식  $\frac{16}{3k} : \frac{4}{k} = 486 : \lambda_d$  ( $\lambda_d$ :  $d$ 에

해당하는 빛의 파장)에서  $\lambda_d = \frac{3}{4} \times 486 = \frac{3}{2} \times 243 = 364.5$ 이므로 자외선 영역에 해당하는 빛의 파장이며, 발머 영역의 빛이다. (참)

ㄷ. 자연수  $n$ 에 대하여 주양자수 변화가  $n+1$ 에서  $n$ 인 전자 전이의 에너지 변화는  $\Delta E = \frac{k}{n^2} - \frac{k}{(n+1)^2} = \frac{2n+1}{(n^2+n)^2} k$ 이므로  $n$ 이 줄어들수록 인접한 전자껍질 사이의 에너지 준위 차이는 늘어난다. (거짓)

참고.

물리에서의 가시광선은 파장이 380nm ~ 700nm인 빛이지만, 화학에서의 가시광선은 M 이상의 전자껍질에서 L 전자껍질로 전자가 전이할 때, 방출하는 빛의 파장 영역을 뜻합니다. 따라서 화학적으로는 발머 계열의 모든 선 스펙트럼은 가시광선의 영역에 속합니다.

또한, ㄱ.에서  $\Delta E = h \frac{c}{\lambda}$  를 모르는 것은 큰 문제가 되지 않지만,

$\Delta E = \frac{k'}{\lambda}$  ( $k'$ 은 상수)라는 것은 반드시 알아야 하는 내용입니다.

**8. 수특 2강 2점 8번 자료 및 수완 5강 개념설명 자료 활용 (원자의 구성 입자, 비연계)**  
개념 이해 및 적용 능력  
난이도 : 3

우리의 목적은 고난도 양적관계를 잡는 것이므로, 이런 문제에서 시간 낭비하시면 안 됩니다.

풀이

ㄱ. 실험 (가)는 원자핵을 발견한 러더퍼드의  $\alpha$ 입자 산란 실험을, 실험 (나)는 전자를 발견한 톰슨의 음극선 실험이다. 실험 (가)의 결과로 양전하를 띠는 원자핵 주위를 음전하를 띠는 전자가 돌고 있는 러더퍼드 원자 모형을 제안하였다. 이후, 수소 원자의 선 스펙트럼을 설명하기 위해 전자가 일정한 궤도를 따라 원운동을 한다는 보어 원자 모형으로 수정되었다. 보어 원자 모형은 이후 전자구름 모형으로 수정된다. (참)

ㄴ. 전자는 음전하(-)를 띤다. (거짓)

ㄷ. 원자를 구성하는 입자를 발견한 순서는 전자, 원자핵 순이므로 (나)의 입자가 발견된 후, (가)의 입자가 발견 되었다. (참)

**9. 수특 8강 3점 1번 연계 (아미노산, 뉴클레오타이드 성질 비교, 2015학년도 06월 평가원 응용)**  
개념 이해 및 적용 능력  
난이도 : 1

이번 회차에서 1번 문제와 더불어 매우 쉬운 문제로 10초 이내로 해결하셨을 겁니다.

풀이

ㄱ. (가)에서는 인산기 부분, (나)에서는 카복실기(카복실기)가 수용액에서 아레니우스 산으로 작용하고, (가)에서는 염기의 N 부분의 비공유 전자쌍이, (나)에서는 아미노기의 N 부분의 비공유 전자쌍이 수소 이온을 받거나 전자쌍을 줄 수 있으므로 브뢴스테드-로우리 염기 혹은 루이스 염기로 작용한다. (참)

ㄴ. (가)에는 인산이 확장된 옥텟을 적용받지만, (나)는 모두 2주기 이하의 원자로 구성되어 있으므로, 확장된 옥텟을 만족하는 원자는 없다. (거짓)

ㄷ. 두 분자 모두 대칭 구조가 아니며, 물에 잘 녹으므로 극성을 띤다. (참)

**10. 비연계 문제 (2016학년도 평가원 6월 응용, 원자의 주기성 + 분자의 구조)**  
자료 분석 및 해석 능력  
난이도 : 4

이번 2016학년도 6평에서 낸 유형의 문제를 바로 덩석 물어서 변형

출제된 문제입니다.

풀이

ㄱ. 2~3주기의 원소를 쓴 후 각각 바닥상태에서 전자가 들은 s 오비탈 수에 대한 최외각 전자가 들은 p 오비탈의 수의 비( $\frac{p}{s}$ )의 값을 구해 보면 A, B, C는 탄소(C), 인(P), 황(S), 염소(Cl), 아르곤(Ar) 중 하나이고, D는 리튬(Li), 베릴륨(Be), 나트륨(Na), 마그네슘(Mg) 중 하나이며, E는 질소(N), 산소(O), 플루오린(F), 네온(Ne) 중 하나이다. 그런데, E는 항상 2주기 원소이므로, A는 C(탄소)이다. 그러면 B는 항상 3주기 원소이므로 D는 Li, Be 중 하나이다. 이때, 홀전자 수가  $A > B > C$ 이므로 B는 Cl, C는 Ar이다. 홀전자 수가  $B \leq E \leq D$ 인데, Li, Be 중에 홀전자 수가 1개 이상인 원소는 Li이므로 D는 Li이며, E 또한 홀전자 수가 1개이므로 E는 F이다.(A-C(탄소), B-Cl, C-Ar, D-Li, E-F) 따라서 A~E 중 금속 원소의 개수는 1개이다. (거짓)

ㄴ. 안정한 이온의 반지름은 주기가 더 큰 B(Cl)이 E(F)보다 더 크다. (참)

ㄷ. E의 산소화합물은 분자식이  $OF_2$ 이며, 극성분자이고, 분자량은 자연계에 가장 많은 원소 기준으로 54이다. 그러나 C(Ar)는 비활성 기체로 무극성 단원자 분자이며, 분자량은 자연계에 가장 많은 원소 기준으로 40이다. 즉, 분자량은 어느 정도 비슷하지만,  $OF_2$ 가 극성 분자이므로 Ar보다 끓는점이 더 높다. (거짓)

참고.

주어진 자료에서 '최외각 전자가 들은 p 오비탈의 수'가 아닌 '전자가 들은 p 오비탈의 수'로 구할 경우 B와 C만 각각 Na, Mg가 되도록 하여서 답을 ⑤로 고르게 설계하였습니다.

**11. 수특 3강 3점 10번 연계 (원소의 주기성과 이온화 에너지)**  
자료 분석 및 해석 능력  
난이도 : 5

제2 이온화 에너지부터 준 자료는 아마 처음 접하셨을 거라 생각합니다. ㄷ.의 경우는 약간의 말장난이 섞여 있는 보기이지만, 요즘에는 이런 유형의 선지로 낚으려는 시도(?)도 꽤 눈에 띄기 때문에 조심해야 합니다. 또, 제4 이온화 에너지가 존재하는 원소는 원자번호가 4번 이상인 원소로 당연히 Li은 A~D에서 제외해야 합니다. 이걸 생각해내지 못했다면 풀기 조금 어려웠을 겁니다.

풀이

ㄱ. 순차적 이온화 에너지를 보면, B, D는 각각 제4, 제3 이온화 에너지가 이전 단계의 이온화 에너지에 비해 약 4~5배 정도 급증하므로 B, D는 각각 13족, 2족 원소이다. 이때, 원자번호가 20번 미만인 금속원소 중 13족인 원소는 알루미늄(Al)뿐이다. 따라서 B는 Al이다. D는 원자번호가 20 미만이므로 베릴륨(Be)과 마그네슘(Mg)이 가능한데, 전기음성도는 Be, Mg가 각각 1.5, 1.2이고, Al은 1.5이므로 D는 Mg이다. A, C는 이전 단계의 이온화 에너지에 비해 4~5배 정도 급증하는 이온화 에너지가 없다. 이때, 원자번호가 20번 미만인 금속원소는 모두 1족, 2족, 13족만 존재하므로, A, C는 1족 원소임을 알 수 있다. 그런데 2주기의 리튬(Li)은 총 전자의 개수가 3개뿐이므로 제4 이온화 에너지가 존재하지 않는다. 또한, 순차적 이온화 에너지의 크기가 항상  $A < C$ 이므로 A의 주기는 C의 주기보다 크다. 즉, A는 칼륨(K)이고, C는 나트륨(Na)이다. 따라서 원자의 반지름의 크기를 비교해 보면 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣는 각각 C(Na), B(Al), D(Mg), A(K)이다. 바닥상태의 Na와 Mg에서 전자 배치는 각각  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ ,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ 이므로 전자가 채워진 오비탈

의 수는 6개로 같다 (참)

나. (나)는 Al이므로 13족 원소이다. (거짓)

다. 전기음성도는 Al이 1.5로 가장 크고 K가 0.8으로 가장 작다. 따라서 전기음성도의 최댓값과 최솟값의 차는 0.7이다. (거짓)

추가.

'~보다 크다(작다)'는 '~'를 포함하지 않습니다. 또한, A, C를 Na, Li으로 잘못 본 경우, 답을 ⑤로 고르도록 만들었습니다.

**12. 수특 5강 3점 3번, 5번 연계 (분자의 구조)**

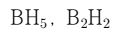
자료 분석 및 해석 능력

난이도 : 7

제 야심작 중 하나였지만, 검토 과정에서 (가)가 NOF임을 쉽게 알아차리는 분들이 많더군요. 원래 의도는 아래 풀이와 같이 논리적인 풀이를 원했는데 말이죠. 솔직히 아래 풀이처럼 논리적으로 풀기는 무리이고, '감'으로 맞춰야 하는 문제였습니다. 그런 건 차치하더라도 이번 수능 완성에 처음으로 NOF에 대한 언급이 있기 때문에 NOF에 대해 따로 정리해 두시기 바랍니다.

풀이

(라)에서 N, O, F는 화학 결합을 할 때, 항상 비공유 전자쌍이 있으므로 D, E가 될 수 없다.(배위 결합이 없기 때문.) 남은 비금속 원소는 H, B(붕소), C(탄소)이다. 이때, 분자 내 총 원자가 전자 수는 총 전자쌍(공유 전자쌍과 비공유 전자쌍의 합)의 두 배이므로 8개가 있다. 이때, B(붕소)와 C(탄소)는 동시에 (라)의 구성 원소가 될 수 없다.(만약 그렇다면, B와 C만으로는 원자가 전자 수의 총합을 8로 맞출 수 없으며, 이를 맞추기 위해 H를 포함시키면 구성 원소가 2개라는 조건에 어긋난다.) D가 B(붕소)인 경우, 원자가 전자의 수가 8개가 되기 위한 B와 H의 조합은 다음과 같다.

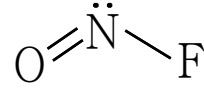


이때, BH<sub>5</sub>는 B가 13족 원소이므로 불가능한 조합이고, B<sub>2</sub>H<sub>2</sub>는 구성 원자 수가 홀수라는 조건에 어긋나므로 불가능하다. 따라서 D는 C(탄소)이며, E는 H가 된다.

(나)를 보면 구성 원소가 C(탄소), H와 새로운 B가 있다. 이때, 비공유 전자쌍이 1개로 가능한 원소는 N, B(붕소)(O, F는 비공유 전자쌍이 2개 이상 있음)이다. 그런데, B가 B(붕소)이면, (다)에서 B(붕소)가 중심 원자가 되는데,(만일 비공유 전자쌍이 B에 있다면 B는 결합이 하나만 가능하므로 중심 원소가 될 수 없다.) 이는 중심 원자에 3개의 원자(C)가 결합함을 의미한다. 하지만, 한 원자당 비공유 전자쌍의 개수 C가 F일 때 3개가 최대이므로 (2주기이기 때문) 3개의 원자(C)로 비공유 전자쌍 10개를 만들 수 없다. 따라서 B는 N이고, C는 F이다.

마지막으로 (가)에서 총 원자가 전자의 수가 18개이므로, N과 F는 1개씩 있으며, A가 가지는 원자가 전자의 총 수는 6개이다.(만약 F가 2개 이상 있으면 총 원자가 전자 수가 19개 이상이 되고, N이 2개일 때는 A가 H가 되어야 하고, 2개 이상이면 이 역시 총 원자가 전자 수가 19개 이상이 된다.) A로 가능한 원자는 B(붕소)와 O이다. 이때, A에서 비공유 전자쌍이 2개가 나와야 하는데, 만약 A가 B(붕소)이면, (가)는 화학식이 B<sub>2</sub>NF가 되어 정수배를 해도 구성 원자 수가 홀수가 될 수 없으므로 조건에 어긋난다. 따라서 A는 O이고, (가)의 분자식은 NOF가 된다.

그. 분자식은 (가)는 NOF, (나)는 HCN, (다)는 NF<sub>3</sub>, (라)는 CH<sub>4</sub>이다. 이때 NOF의 구조식을 옥텟규칙을 고려하면서 작성하면 다음과 같다.(중심 원자가 N이라 함. O와 F의 비공유 전자쌍은 표시 안함.)



중심의 원자에 비공유 전자쌍이 존재하므로 비공유 전자쌍도 원자가 연결된 하나의 전자쌍으로 보면 NOF의 중심의 N는 주위에 3개의 원자와 결합한 형태이므로 평면삼각형의 구조를 가진다. 이때, 비공유 전자쌍은 보이지 않으므로 결합한 원자만 고려하면 NOF는 직선형이 아니라 굽은 형(bent structure)이며, 모든 구성 원자가 같은 평면 위에 있다. 따라서 조건을 만족하는 화합물은 NOF, HCN로 2개이다. (참)

나. NOF, HCN, NF<sub>3</sub>는 모두 비공유 전자쌍으로 인해 극성을 띠고(쌍극자 모멘트의 합이 0이 아니고), CH<sub>4</sub>만 무극성 분자(쌍극자 모멘트의 합이 0)이다. (참)

다. A와 C의 화합물은 O와 F의 화합물로, 안정한 화합물의 분자식은 OF<sub>2</sub>이다. 이는 굽은 형의 극성 분자이다. (거짓)

추가.

조건을 보지 않고 A를 B(붕소)로 한 경우 답을 ⑤로 고르도록 설계 하였습니다.

**13. 수특 3강 3점 3번 연계 (원소의 주기적 성질)**

결론 도출 및 평가 능력

난이도 : 4

수특에 있던 유형으로 재미있어 보여서 바로 변형해 보았습니다. 보기의 설명이 맞아도 답을 'X'로 표시한 경우는 특점이 없습니다. 때문에 헛갈리기 쉬운 유형의 문제이지요. 차분하게 풀어야 합니다.

풀이

1. 유효핵전하는 O < F이지만, 제1 이온화 에너지를 가한 후 전자를 하나씩 떼어낸 상태라면, 전자 배치는 O가 N, F가 O와 같은데, 제 2 이온화 에너지의 경향은 이 상태의 전자배치를 따르므로 O > F가 된다. (오답)

2. 같은 주기의 원소 중 양이온이 되는 원소는 금속 원소, 음이온이 되는 원소는 비금속 원소이다. 금속 원소가 양이온이 되면 전자껍질 수가 감소하며, 비금속 원소가 음이온이 되면 전자간 반발력이 커지며, 금속 양이온보다 전자껍질 수가 많으므로, 같은 주기에서 이온 반지름은 금속 원소 < 비금속 원소이다. (정답)

3. 양성자 수가 Mg < K이지만, 전자껍질의 수도 Mg < K이다. 같은 족, 또는 같은 주기에서 원자가 전자(최외각 전자)가 받는 유효 핵전하는 각각 주기가 커질수록 작아지고, 원자 번호가 커질수록 커진다. 따라서 제1 이온화 에너지는 K < Na < Mg이다. 또한, Mg는 안정한 이온이 +2가 이온이므로 안정한 이온이 될 때까지 추가로 제2 이온화 에너지가 더해져야 한다. 따라서 안정한 이온이 될 때까지 필요한 이온화 에너지는 K < Mg이다. (정답)

4. 안정한 이온의 전자 배치가 <sup>10</sup>Ne와 같은 이온은 N<sup>-3</sup>, O<sup>-2</sup>, F<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Al<sup>+3</sup>이다. 총 전자의 수가 같으므로 이온반지름의 크기를 결정하는 요소는 유효핵전하, 즉 원자번호(양성자 수)이며, 이온반지름 ∝ 1/원자번호이다. 따라서 Al<sup>+3</sup>의 이온반지름이 가장 작다.

(정답)

∴ 총 6점 득점

**14. 수특 5강 3점 18번 연계 (탄화수소)**

자료 분석 및 해석 능력



난이도 : 5

탄화수소는 개정 교육과정으로 오면서 범위가 엄청나게 줄었기 때문에, 슬슬 소재의 고갈이 보이기 시작합니다. 아마 이보다 더 지저분한 문제가 나올 수도 있습니다.

풀이

탄소수와  $\frac{\text{총 단일 결합의 개수}}{\text{탄소수}}$  의 값으로부터 A~E는 각각 2, 9, 7, 5, 12개의 단일결합을 가지고 있다. 사슬 모양의 포화 탄화수소에서 단일 결합의 총 개수는 (수소 개수)+(탄소 개수)-1이며, 탄소간 이중결합을 추가할 때는 포화 탄화수소에 비해 수소가 2개 빠지고, 탄소간 단일결합이 하나 없어지므로 (수소 개수)+(탄소 개수)-2, 탄소간 삼중결합을 추가할 때는 포화 탄화수소에 비해 수소가 4개 빠지고, 탄소간 단일결합이 하나 없어지므로 (수소 개수)+(탄소 개수)-2이다. 또한 고리모양의 포화 탄화수소에서 단일결합의 총 개수는 (수소 개수)+(탄소 개수)이며, 탄소간 이중결합이 추가되면 같은 원리로 인해 (수소 개수)+(탄소 개수)-1이 된다.(수소가 빠지면 단일결합이 포화탄화수소에 비해 줄어들지만, 그만큼 수소 개수도 줄어들기 때문에 결국 위와 같은 식으로 계산하면 된다.) 이를 바탕으로 사슬 모양의 탄화수소별로 단일 결합의 개수를 구해보면, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>는 7개, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>는 4개, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>는 2개, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>은 10개, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>은 7개, C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>는 5개, C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>은 13개, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>은 10개이다. 또한 고리 모양의 탄화수소는 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>은 9개, C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>은 6개, C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>은 3개이다. 즉, A는 C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, B는 고리 모양의 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, C는 사슬 모양의 C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, D는 사슬 모양의 C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>, E는 고리 모양의 C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>이다.

ㄱ. C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>의 <HCC는 180°이며, 사슬 모양의 C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>의 <HCC의 최댓값은 역시 180°이다. (참)

ㄴ. C와 E의 실험식은 같으므로 연소 후 생성물의 질량은 같다. (참)

ㄷ. B의 구조식을 그려 보면 구성 원자가 모두 같은 평면에 있지 않다. (참)

15. 수특 4강 2점 14번 연계 (화학 결합 + 산화 환원)

결론 도출 및 평가 능력

난이도 : 4

ㄷ.의 Cl<sub>2</sub>가 산화제이면서 환원제인 경우를 잘 모르시는 분들이 많더군요. 그래서 출제하였습니다.

풀이

ㄱ. 반응식을 완성하면 X는 NaCl, Y는 HCl이다. 따라서 Y를 녹인 수용액인 염산에 Na만 녹인 수용액(NaOH)을 첨가하면 Na과 Cl이 반응하여 NaCl이 생성된다. (참)

ㄴ. 수용액 상태에서 NaCl은 Na<sup>+</sup>과 Cl<sup>-</sup>로 완전히 이온화되고, HCl은 많은 수의 분자가 H<sup>+</sup>와 Cl<sup>-</sup>로 이온화되어 두 수용액 모두 전기 전도성이 있다.(참)

ㄷ. 두 반응의 반응물과 생성물에서 Cl의 산화수 변화를 보면, (가)에서는 Na를 산화시키고 -1로 환원되고, (나)에서는 두 개의 Cl이 각각 +1과 -1로 산화, 환원되어 HClO(+1)과 HCl(-1)이 되었다. 즉, Cl<sub>2</sub>는 (가)에서는 산화제로, (나)에서는 자기 자신이 산화제이자 환원제로 작용한 것이다. (참)

16. 수완 2강 18번 연계 (기체 반응의 양적 관계)

탐구 설계 및 수행 능력

난이도 : 8

이번 수능완성의 완성도가 꽤 높아서 조금만 손봐도 이렇게 까다로운 문제가 만들어 지더군요. 이번 수능에선 아마 수능완성 연계문제가 꽤나 고난도 문제로 나올 듯합니다.

풀이

ㄱ. (가)의 A의 몰수를 N몰이라 하자. (나)의 반응에서 화학 반응식에 의하면, 생성물 C의 몰수는 최대 2N몰인데, (나)에는 3N몰의 기체가 들어 있으므로 X는 B이고, (나)에서 반응 후 실린더 내부에는 C가 2N몰, B가 N몰 있다. (참)

ㄴ. (가)→(나) 과정에서 넣어준 B의 몰수는 ㄱ.에 의해 (1+x)N몰이다. 또 (나) 과정에서 생성되는 C의 몰수는 2N몰이므로 (나)→(다) 과정에서 첨가해 주는 A, B의 몰수는 각각 N몰, (x-1)N몰이다. A, B, C의 분자량을 각각 M<sub>A</sub>, M<sub>B</sub>, M<sub>C</sub>라 하면, w<sub>1</sub>:w<sub>2</sub>=7:5=(1+x)M<sub>B</sub>:(M<sub>A</sub>+(x-1)M<sub>B</sub>)에서 7M<sub>A</sub>=(12-2x)M<sub>B</sub>이다. 또한, 같은 온도, 압력(t℃, 1기압)에서 기체의 밀도 비는 분자량 비와 같으므로 M<sub>A</sub>:M<sub>C</sub>=8:11이다. 그런데, 화학 반응식에 의

해  $M_C = \frac{M_A + xM_B}{2}$  이므로 대입하여 정리하면 4(M<sub>A</sub>+xM<sub>B</sub>)=11M<sub>A</sub>에서 7M<sub>A</sub>=4xM<sub>B</sub>이다. 따라서 x=2이며, 분자량의 비 M<sub>A</sub>:M<sub>B</sub>=8:7이다. (참)

ㄷ. ㉠은 B 3N몰, ㉡은 A, B가 각각 N몰이므로 ㉠+㉡을 반응시키면, 반응 전의 총 몰수는 5N몰이고, 반응 후에는 B가 2N몰 남고, C가 2N몰 생성되어 총 4N몰이 존재한다. 반응 전·후 총 질량은 보존되므로 밀도 비는  $\frac{1}{5} : \frac{1}{4} = 4 : 5$ 이다. (참)

17. 비연계 문제 (금속의 산화 환원 반응, 2016학년도 평가원 6월 응용)

탐구 설계 및 수행 능력

난이도 : 7

역시 2016학년도 6평 기출 유형의 변형입니다. 재빠르게 반응성과 수용액 C에 들어있는 총 이온 전하량을 구하는 것이 포인트입니다.

풀이

ㄱ. 먼저 (나)와 (다)를 비교해 보면, (나)에서는 수용액 C의 두 이온 X<sup>2+</sup>, Y<sup>+</sup>가 모두 반응하였으므로 반응성은 Z>X, Z>Y이며, (다)에서는 (나)에서 남은 Z가 먼저 Y<sup>+</sup>를 모두 환원시킨 후에 X<sup>2+</sup>와 반응(혹은 Y<sup>+</sup>에 의해 Z가 모두 소모)하였으므로 산화력은 Y<sup>+</sup>>X<sup>2+</sup>이다. 즉, 금속의 반응성은 Z>X>Y이다. (거짓)

ㄴ. (다)와 (라)를 비교해 보면, (다)는 금속 Z가 모두 반응하였으므로 수용액 C VmL를 더 넣어주면, X<sup>2+</sup>, Y<sup>+</sup>은 반응하지 않고 그대로 그 몰수가 더해진다. 즉, C VmL에는 X<sup>2+</sup>, Y<sup>+</sup>가 총 5N개 있다. 또한, 이들의 총 전하량은 (나)에서 반응한 Z의 총 전하량과 같아야 하므로 수용액 C VmL에 있는 X<sup>2+</sup>, Y<sup>+</sup>의 몰수를 각각 x, y라 하면 x+y=5N, 2x+y=9N에서 x=4N, y=N이다. 이때, A, B의 화학식에는 각각 X<sup>2+</sup>, Y<sup>+</sup>가 1, 2개씩 포함되어 있으므로 (가)에 녹인 A와 B의 몰수 비는 4×1:1× $\frac{1}{2}$ =8:1이다. (거짓)

ㄷ. (다)는 수용액 C를 2VmL 넣은 것과 같으므로 양이온의 총 전하량은 (가)의 2배이다. 따라서 Z<sup>3+</sup>(처음 Z)의 몰수를 z, X<sup>2+</sup>의 몰수를 w라 하면, z+w=7N, 3z+2w=18N이므로 z는 4N이다.

(참)

**18. 비연계 문제 (산화 환원 반응 + 양적 관계, 수완 14강 14번 반응식 참고)**

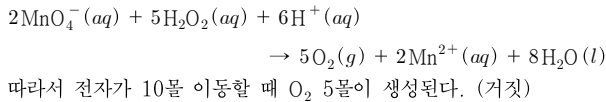
자료 분석 및 해석 능력

난이도 : 8

산화 환원 적정은 고교 교과과정에서는 다루지 않지만, 정말 평가원이 출제 거리가 다 떨어져서 갈 때까지 간 경우에는 출제할 가능성도 아주 약간 있습니다. 솔직히 말해서 양적관계만 잘 하면 풀 수 있는 문제입니다.

풀이

ㄱ. 먼저 산화 환원 반응식을 완성한다.  $MnO_4^-$ 의 Mn은 산화수가 +7이고,  $Mn^{2+}$ 의 산화수는 +2이므로  $MnO_4^-$ 는 전자를 5개 얻고 환원된다. 또한 산화제이자 환원제인 물질은 없으므로  $H_2O_2$ 는 환원제로만 작용하여, 전자를 2개 잃고 산화되어  $O_2$ 가 된다. 따라서 반응 계수는  $a=2, b=5$ 이며, 이를 토대로 질량 균형, 전하 균형을 맞추면 주어진 반응식은 다음과 같다.



ㄴ. 주어진 반응은 산화 환원 반응이지만 산 염기 중화 반응과 같이 생각한다. 넣어준  $H_2O_2$ 의 부피를 50mL로 맞추면 반응하는  $MnO_4^-$ 의 부피는 다음과 같다.

용액	$MnO_4^-(aq)$	생성되는 물 분자 수(몰)
I	20mL	16N
II	30mL	20N

I과 II를 비교해 보면  $MnO_4^-$ 의 양이 늘자  $H_2O$ 가 더 생성되었다. 따라서 반응 후 I에는  $H_2O_2$ 가 남아 있다. 반응한  $MnO_4^-$ 의 몰수는 생성된  $H_2O$ 의 몰수에  $\frac{1}{4}$ 배이므로  $MnO_4^-$ 의 농도는  $N/5mL$ 이다. 이를 II에 대입해 보면 넣어준  $MnO_4^-$ 의 몰수는 3N몰이므로 생성될 수 있는 물의 양은 최대 12N몰이다. 그런데 물이 10N몰만 생성되었으므로  $MnO_4^-$ 가 남고  $H_2O_2$ 가 모두 반응한다.  $H_2O_2$ 의 몰수는 생성되는 물의 몰수의  $\frac{5}{8}$ 배이므로, 물 10N몰이 생성되려면  $H_2O_2$ 는  $\frac{25}{4}N$ 몰 존재하며,  $H_2O_2$ 의 농도는  $\frac{5}{4}N/5mL$ 이다. 따라서 같은 부피에 녹아있는  $MnO_4^-$ 와  $H_2O_2$ 의 몰수 비는 4 : 5이다. (참)

ㄷ. III에서 반응 전  $MnO_4^-$ 와  $H_2O_2$ 의 몰수는 각각 2N, 5N몰이다. 따라서 생성되는  $O_2$ 의 몰수는 5N몰이며, 기체 5N몰의 부피는 120NL이다. (참)

**19. 비연계 문제 (산 염기 중화 반응)**

탐구 설계 및 수행 능력

난이도 : 7

간단한 방정식을 풀면 NaOH, KOH의 농도를 쉽게 구할 수 있습니다. 제가 하고 싶은 말은 '참고'에 있습니다.

풀이

총 이온의 개수는 (가) = (나) < (다) < (라)이므로 (나)는 산성 또는 중성, (다), (라)는 염기성이다. 이때, 단위 부피당  $Cl^-$ 의 몰수는 HCl을 더 첨가하지 않으므로 (나)~(라)에서의  $Cl^-$ 의 단위 부피당 몰수는 (가)의  $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$ 배이다. 따라서 HCl 10mL에 총 24N개의 이온이 있다고 하면, (나)~(라)에는 각각 총 24N, 36N, 48N개의 이온이 있다. NaOH, KOH의 10mL에 들은 금속 이온의 수를 각각 a, b라 하면, (다), (라)는 염기성이므로, 양이온은 금속 이온만 존재하므로,  $Na^+, K^+$ 의 농도의 합은 같다. 따라서  $\frac{1}{3}(a+b) = \frac{1}{4}b + \frac{1}{2}a$ 에서  $b=2a$ 이다. 그런데 (다)에서 생성된  $Na^+, K^+$ 의 몰수의 총 합은 (다)가 염기성이므로  $36 \times \frac{1}{2}N = a+b$ 이다. 따라서 NaOH, KOH의 농도는 각각 6N/10mL, 12N/10mL이다.

ㄱ. 같은 양의 NaOH, KOH를 완전히 중화시키는 데 필요한 HCl의 최소 부피의 비는 농도비와 같으므로 1 : 2이다. (참)

ㄴ. 과정 (나)에선 수용액에  $Cl^-$  12N몰,  $Na^+$  6N몰,  $H^+$  6N몰 있으므로 (나)의 수용액은 산성이다. 따라서 (가), (나)는 모두 산성 용액이고, (다), (라)는 모두 염기성 용액이므로 BTB 수용액을 떨어뜨렸을 때 나타나는 지시색은 노란색, 파란색으로 모두 2가지이다. (참)

ㄷ. 온도 변화량은  $\frac{\text{생성된 물의 양}}{\text{수용액 부피} \times \text{밀도}}$ 에 비례한다. 밀도가 일정하므로 처음 수용액에 비한 온도 변화량은 (나) : (다) = 3 : 4이다. (참)

참고.

(나), (다)에서 모두 반응한 수용액은 각각 NaOH, HCl이며, 온도 변화량은 단위 부피에 대한 모두 반응한 수용액에서의 구경꾼 이온의 수의 비와 같습니다. 즉, 단위 부피당 모두 소모되는 물질의 구경꾼 이온 수의 비에 부피 비를 곱해주면 생성된 물의 양의 비가 나오며, 이를 다시 부피 비로 나누면(즉, 혼합 수용액에서 단위 부피당 모두 반응하는 수용액의 구경꾼 이온의 몰수 비), 그 비는 온도 변화량의 비가 됩니다. 이를 이용하면, 단위 부피당 이온 모형을 준 경우에서 생성된 물의 양을 쉽게 비교할 수 있습니다.

**20. 수완 2강 17번 연계 (기체 반응 및 양적관계)**

탐구 설계 및 수행 능력

난이도 : 9

이상하게도 요즘 들어 화학 I이 점점 화학 II스러워지는 것 같습니다. 화학 II하는 친구에게 물어보니, 역으로 화학 II는 화학 I 수준의 양적 관계를 자주 내는 등 점점 화학 I스러워지고 있다고 하네요. 보통 피스톤에 넣고 반응시키거나 하는 등의 부피와 압력이 변하는 실험의 경우, 화학 II에서 자주 출제되었는데, 이번 EBS 교재를 보니 화학 I에서도 그런 실험을 자주 물어보더군요. 특히, 밀도와 관련시켜서 물어보는 경우에는 정말 어려워질 수도 있습니다.

풀이.

ㄱ. (가)에서 A에 X wg이 들어가고, A, B의 두 기체 X, Y의 밀도가 같으므로 Y는 2wg를 넣었다. (나)에서 A, B에 들은 기체 몰수 비는 2 : 11이다. (∵ 온도와 압력이 동일.)  $C_mH_n$ 의 분자량을 M이라 하자. 그러면 다음과 같이 두 가지 경우를 생각할 수 있다.

i) Y가  $C_mH_n$ 인 경우

X와 Y의 몰수 비가  $X : Y = 2 : 11 = \frac{w}{16} : \frac{2w}{M}$ 에서  $M = \frac{64}{11}$ 이다.

m, n이 자연수이므로 M도 자연수인데, 이는 모순이다.

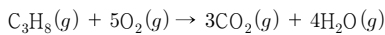
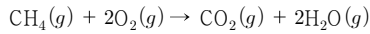
ii) Y가 CH<sub>4</sub>인 경우

X : Y = 2 : 11 =  $\frac{w}{M} : \frac{2w}{16}$  에서 M=44이다. 따라서 Y는 CH<sub>4</sub>이다. (참)

ㄴ. Y 2wg의 총 몰수는  $\frac{1}{8}w$ 몰, 부피는 11VL이므로 t°C, 1기압에서 기체 1몰의 부피는  $\frac{88}{w}$ VL이다. (거짓)

ㄷ. C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>의 분자량은 12m+n=44이다. 이러한 자연수 (m, n)의 순서쌍은 (1, 32), (2, 20), (3, 8)인데 탄화수소의 특징상 n ≤ 2m+2이므로 C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>은 C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>이다.

(다)에서 첨가한 O<sub>2</sub>의 몰수를 y몰이라 하면  $y = \frac{x}{32}$ 이다. 이때, CH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>의 연소 반응식은 다음과 같다.



즉, CH<sub>4</sub>는 반응 전·후 총 기체의 몰수가 유지된다. 따라서 (라)에서 B에 들은 기체의 총 몰수는  $\frac{1}{8}w+y$ 몰이다. 반응 전의 A에는 C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>가  $\frac{w}{44}$ 몰 있었다. 이때, y값에 따라 다음과 같이 두 경우로 나눌 수 있다.

i)  $y < \frac{5w}{44}$ 인 경우

A에서 생성물의 총 몰수는  $\frac{1}{44}w - \frac{1}{5}y + \frac{7}{5}y = \frac{1}{44}w + \frac{6}{5}y$ 몰이다. 이때, (라)에서 A, B의 압력이 같으므로 A, B에 들은 기체의 몰수비는 부피비와 같다. 따라서  $(\frac{1}{44}w + \frac{6}{5}y) : (\frac{1}{8}w + y) = 5.2 : 7.8 = 2 : 3$ 에서  $y = \frac{5}{44}w$ 이다. (모순)

ii)  $y \geq \frac{5w}{44}$ 인 경우

A에서 생성물의 총 몰수는  $y - \frac{5}{44}w + \frac{7}{44}w = y + \frac{1}{22}w$ 몰이다. 따라서  $(y + \frac{1}{22}w) : (\frac{1}{8}w + y) = 2 : 3$ 에서  $y = \frac{5}{44}w$ 이다. 따라서  $x = \frac{5}{44}w \times 32 = \frac{40}{11}w(g)$ 이다. (거짓)

참고.

사실 C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>의 연소 반응은 기체의 몰수가 증가하는 반응이므로, O<sub>2</sub>가 모두 소모될 때(즉,  $y < \frac{5}{44}w$ 일 때)는 O<sub>2</sub>의 양이 증가할수록 생성되는 기체의 양이 반응 전에 비해 증가하며, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>가 모두 소모될 때(즉,  $y > \frac{5}{44}w$ 일 때)에도 O<sub>2</sub>의 양이 증가할수록 생성되는 기체의 양이 반응 전에 비해 증가합니다. 따라서 y를 어떤 값을 기준으로 경우를 나눴을 때, y값이 딱 그 기준 값으로 나오면 y의 값은 그 기준 값입니다.(이 문제에선  $y = \frac{5}{44}w$ 이지요.) 물론, 꼭 반응 전에 비해 반응 후에 기체의 몰수가 증가하지 않더라도 나누는 기준 값으로 구하고자 하는 값이 나오면 더 계산할 필요 없이 무조건 나온 값이 구하고자 하는 값입니다. (이는 x축을 O<sub>2</sub>의 양으로, y축을 생성물의 양으로 하는 그래프에서, 기체의 몰수가 증가하는 반응이면 기준점에서 꺾이는(혹은 그대로 일직선일 수도 있는) 일대일 대응 그래프로 그려지고, 기체의 몰수가 감소하는 반응이면, 기준점을 기준으로 그보다 O<sub>2</sub>의 양이 작으면 감소하는 직선으로, O<sub>2</sub>의 양이 많으면 증가하는 직선으로 그려지므로, 기준점과 같은 양의 기체를 생성하는 또

다른 O<sub>2</sub>의 양은 없기 때문입니다.)

추가.

이 문제의 범위가 화학 II 아니냐는 의의제기가 있을 수 있는데, 정확히 화학 I 범위에서 출제하였습니다. PV=nRT로 푸신 분들도 계시겠지만, 이 문제는 '아보가드로 법칙'의 정의만 정확하게 이해하고 있으면 풀 수 있는 문제입니다. 아보가드로 법칙은 '같은 온도, 같은 압력에서는 기체의 종류에 상관없이 일정 몰수의 기체가 차지하는 부피는 일정하다'입니다. 때문에 문제의 상황에서 피스톤이 움직이지 않는다는 것과 온도가 양쪽 모두 같다고 준 것은 양쪽에 들은 기체의 몰수는 부피에만 비례한다는 것을 암시하는 것입니다.