2014학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가(화학Ⅰ)
정답 및 해설

<정답>

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

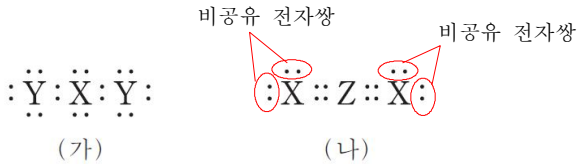
<해설>

1. <정답 맞히기> ④ 원소는 한 가지 성분으로 이루어진 순물질이며, 화합물은 2가지 이상의 원소가 결합하여 이루어진 순물질이다. N_2, H_2, O_2는 한 가지 성분으로 이루어진 원소이고, NH_3는 질소와 수소, CH_4은 탄소와 수소, CO_2는 탄소와 산소, H_2O은 수소와 산소의 2가지 원소로 이루어진 화합물이다. 따라서 두 화학 반응식에 있는 화합물은 모두 4가지이다.

2. <정답 맞히기> ③ 러더퍼드는 얇은 금박에 α입자를 충돌시키는 실험 결과, 대부분의 α입자는 금박을 그대로 통과하지만 극히 일부의 α입자가 튕겨 나오는 현상을 관찰하게 되었으며, 이를 바탕으로 원자의 대부분이 빈 공간이며 원자의 중심에 원자 질량의 대부분을 차지하면서 크기가 작은 (+)전하를 띤 입자가 있음을 발견하고, 이를 원자핵이라고 하였다.

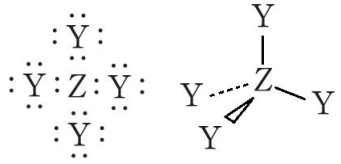
3. <정답 맞히기> ② DNA는 인산, 당, 염기로 이루어져 있으며, 모식도에서 (가)는 인산, (나)는 당, (다)는 염기이다. DNA 구조에서 사슬 가닥의 골격은 당과 ㉠ **인산**의 공유 결합(결합 a)으로 연결되어 있고 나선형 구조의 외부를 형성한다. 또한 당과 연결된 염기는 다른 가닥의 상보적인 염기와 수소 결합(㉡ **결합 b**)을 한다. 따라서 ㉠은 (가), ㉡은 결합 b이다.

4. <정답 맞히기> 원자의 원자가 전자 수는 (공유 전자쌍 수)+2×(비공유 전자쌍 수)와 같다. 따라서 각 원자의 원자가 전자 수는 X는 6개, Y는 7개, Z는 4개이다.
ㄱ. 비공유 전자쌍은 공유 결합에 참여하지 않는 전자쌍이다. 비공유 전자쌍은 (가)에는 8개, (나)에는 4개가 있다.



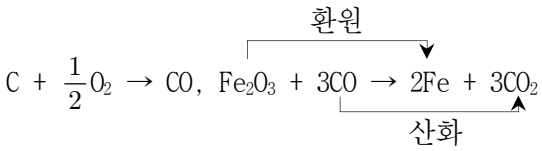
ㄴ. (가)의 중심 원자 X에 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍이 존재하므로 4개의 전자쌍이 전자쌍 반발 원리에 의해 사면체의 꼭짓점에 위치하게 되어 (가)는 굽은형의 분자 모양을 가진다. 반면 (나)의 중심 원자 Z에는 비공유 전자쌍이 존재하지 않으므로 (나)는 직선형의 분자 모양을 가진다. 따라서 결합각은 (나)>(가)이다.

ㄷ. ZY_4의 중심 원자 Z에는 4개의 공유 전자쌍만 존재하므로 전자쌍 반발 원리에 의해 4개의 전자쌍은 정사면체의 꼭짓점에 위치하게 된다. 따라서 ZY_4의 분자 모양은 정사면체형이다.

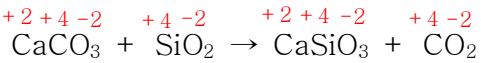


루이스 전자점식 구조식

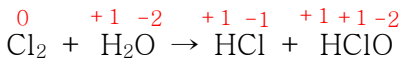
5. **<정답 맞히기>** ① 영희 : (가)에서 C는 산소를 얻었으므로 산화되었다.
<오답 피하기> 철수 : (나)에서 CO는 Fe_2O_3의 산소를 얻어 CO_2로 산화되고 Fe_2O_3은 Fe로 환원된다. 따라서 CO는 산화되면서 Fe_2O_3을 환원시켰으므로 환원제로 작용한다.



순희 : ㄱ. (다)에서 원자들의 산화수를 계산하여 비교해 보면 반응 전후 산화수의 변화가 없다. 따라서 (다)는 산화 환원 반응이 아니다.



6. **<정답 맞히기>** ㄱ. 물에 Cl_2를 녹였을 때 HCl와 HClO이 생성되는데 이 물질들은 각각 물에 녹아 H^+을 내놓는다. 따라서 물에 Cl_2를 녹인 수용액은 산성이다.
<오답 피하기> ㄴ. 반응 전후 H와 O의 산화수를 계산하여 비교해 보면 산화수 변화가 없다. 따라서 H_2O은 산화되거나 환원되지 않았다.



ㄷ. HClO에서 H의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2이고 화합물을 이루는 원자들의 산화수를 합한 값은 0이므로 Cl의 산화수는 +1이다.

7. **<정답 맞히기>** A^{2+}은 A가 전자 2개를 잃어 생성된 이온이므로 A의 원자가 전자는 2개이다. B^{2-}은 B가 전자 2개를 얻어 생성된 이온이므로 B의 원자가 전자는 6개이다. C_2는 C원자 사이에 전자 1개씩을 서로 공유하여 이루어진 분자이므로 C의 원자가 전자는 7개이다.
ㄱ. AB는 A^{2+}과 B^{2-}의 정전기적 인력에 의한 이온 결합으로 이루어진 이온 결합 화합물이다. 이온 결합 화합물은 액체 상태에서 이온 사이의 거리가 비교적 떨어져 있어 이온이 이동할 수 있으므로 전기 전도성을 가진다.
ㄷ. A는 전자 2개를 잃어 A^{2+}이 되고, C는 전자 1개를 얻어 C^-이 되므로 A^{2+}과 C^-은 1:2의 입자 수비로 결합하므로 A와 C의 안정한 화합물은 AC_2이다.

<오답 피하기>
ㄴ. B는 원자가 전자가 6개, C는 원자가 전자가 7개이므로 B_2는 2중 결합을, C_2는 단일 결합을 가진다. 따라서 B_2는 2개의 공유 전자쌍을, C_2는 1개의 공유 전자쌍을 가지고 있다.

8. **<정답 맞히기>** 전기 음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 커지고(단, 18족 제외), 같은 족에서 원자 번호가 증가할수록 작아진다.
ㄱ. A, B, C를 비교해 보면 주기가 증가할수록 전기 음성도가 작아짐을 알 수 있다. 같은 족에서 주기가 증가할수록 원자 번호가 크므로 같은 족의 원소에서 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도는 감소한다.
ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 전기 음성도가 커진다. 또한 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자도 많으므로 전기 음성도가 큰 B가 D보다 원자가 전자 수가 많다.
<오답 피하기> ㄷ. A_2는 무극성 공유 결합을 가지고 있으며 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다. BC는 전기 음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합인 극성 공유 결합을 이루므로 쌍극자 모멘트가 0보다 크다. 따라서 쌍극자 모멘트는 BC가 A_2보다 크다.

9. **<정답 맞히기>** ㄱ. 1몰의 (가)는 원자량이 a인 A 원자 $2a$ g과 원자량이 b인 B 원자 b g으로 이루어진 분자이다. 원자의 몰수=$\frac{\text{원자의 질량}}{\text{원자 1몰의 질량}}$이고, 원자 1몰의 질량=(원자량)g 이므로 A 원자 $2a$ g은 A 원자 2몰에 해당된다. 따라서 1몰의 (가)에는 2몰의 A 원자가 있다.
ㄴ. (다) 1몰의 질량은 원자량이 a인 A 원자 $2a$ g과 원자량이 b인 B 원자 $4b$ g의 합과 같다. 각 원자의 몰수를 구하면 A 원자 2몰, B 원자 4몰이 있다. 따라서 (다)의 분자식은 A_2B_4이다.
<오답 피하기> ㄷ. (가) 1몰의 질량은 $(2a+b)$ g이고 (나) 1몰의 질량은 $(a+2b)$ g 이며, $b>a$ 이므로 1몰의 질량은 (나)가 (가)보다 크다.

10. **<정답 맞히기>** ㄱ. (가) 16g의 몰수는 $\frac{\text{질량(g)}}{\text{1몰의 질량(g/mol)}}=\frac{16}{17}$mol로 1몰보다 작다. 아보가드로수는 1몰의 원자 또는 분자 수이므로 (가) 16g에 있는 분자 수는 아보가드로수보다 적다.
ㄴ. 1g의 몰수를 구하면 (가) $\frac{1}{17}$mol, (나) $\frac{1}{16}$mol이며, 분자에 포함된 원자의 몰수는 분자의 몰수×분자 1개를 구성하는 원자 수이다. 따라서 1g에 있는 원자 수는 (가) $\frac{4}{17}$, (나) $\frac{5}{16}$ 이므로 (나)가 (가)보다 많다.
ㄷ. 온도와 압력이 같을 때 기체 부피는 기체의 분자 수(몰 수)에 비례한다. 따라서 0℃, 1기압, 1g의 기체의 부피는 분자의 몰수가 큰 (나)가 (가)보다 크다.

11. **<정답 맞히기>** ② (가)의 탄소 원자는 비공유 전자쌍을 가지고 있지 않고 3개의 원자와 결합하고 있으므로 각 탄소 원자에 결합된 3개의 원자는 평면 삼각형의 꼭짓점에 위치하여 (가)의 탄소 원자들이 정육각형을 이룬다. 그러므로 결합각 α는 120° 이다.
(나)의 탄소 원자는 비공유 전자쌍을 가지고 있지 않고 4개의 원자와 결합하고 있으므로 각

탄소 원자에 결합된 4개의 원자는 사면체의 꼭짓점에 위치한다. 각 탄소 원자는 결합된 원자와 사면체의 모양을 이루므로 탄소 원자들은 동일 평면에 있지 않으며 결합각 β는 109.5° 에 가깝다. 따라서 결합각은 $\alpha>\beta$이다.

<오답 피하기> ① (가)는 정육각형의 분자 모양이므로 (가)를 이루는 모든 원자는 동일 평면에 있다.

③ 1g에 있는 탄소 원자의 전체 질량은 분자 1개에 포함된 탄소와 수소 원자 수의 질량 백분율로 구할 수 있다. (나)의 분자식은 C_6H_{12}, (다)의 분자식은 C_5H_{12}로 분자 1개에 포함된 수소 원자 수는 같으나 탄소 원자 수가 (나)가 (다)보다 많으므로 분자 1개에 포함된 탄소의 질량 백분율도 (나)가 (다)보다 크다. 따라서 1g에 있는 탄소 원자의 전체 질량도 (나)가 (다)보다 크다.

④ 탄화수소를 완전 연소시키면 탄화수소에 포함된 탄소는 산소와 결합하여 이산화 탄소를 생성하고, 수소는 산소와 결합하여 물을 생성한다.

탄화수소에 포함된 C의 몰수 = 생성된 CO_2의 몰수

탄화수소에 포함된 H의 몰수 = 2×생성된 H_2O의 몰수

따라서 (나)와 (다)에서 분자 1개에 포함된 수소 원자 수가 같으므로 1몰을 완전 연소시켰을 때 생성되는 H_2O 분자 수도 같다.

⑤ (가)와 (나)는 고리 모양 탄화수소이고, (다)는 사슬 모양 탄화수소이다.

12. **<정답 맞히기>** ㄴ. (나)의 전자 배치를 오비탈로 표현하면 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1 3s^1$이다. 따라서 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 6개이다.

<오답 피하기> ㄱ. 전자 껍질 L에는 2s, 2p 오비탈이 존재하며, 오비탈의 에너지는 2p 오비탈이 2s 오비탈보다 크다.

ㄷ. (가)가 바닥 상태 전자 배치이고, (나)가 들뜬 상태 전자 배치이다. 따라서 보다 안정한 (가)에서 전자 1개를 떼어 내는 데 필요한 최소 에너지가 더 많이 필요하다.

13. **<정답 맞히기>** X, Y는 임의의 2주기 원소이고, 수소화물을 이룰 때 X, Y는 옥텟 규칙을 만족하므로 전기 음성도는 F(플루오린) > O(산소) > Y(N, 질소) > X(C, 탄소) > H(수소)이다.

ㄴ. 화합물을 구성하는 원자들의 산화수의 합은 0이다. X의 플루오린 화합물 XF_4에서 전기 음성도가 큰 F의 산화수가 -1이므로 X의 산화수는 +4이다.

ㄷ. 화합물에서 산소의 산화수는 -2이므로 YO_2에서 Y의 산화수는 +4이고, YO에서 Y의 산화수는 +2이다. 따라서 $2YO_2 \rightarrow 2YO+O_2$의 화학 반응에서 Y의 산화수는 +4에서 +2로 2만큼 감소한다.

<오답 피하기> ㄱ. 전기 음성도가 X, Y가 H(수소)보다 크므로 XH_4에서 X의 산화수가 -4, H의 산화수는 +1이다. YH_3에서 H의 산화수가 +1, Y의 산화수는 -3이다. YF_3에서 전기 음성도가 큰 F의 산화수가 -1이므로 Y의 산화수는 +3이다. 따라서 a는 -3, b는 +3이다.

14. **<정답 맞히기>** ㄴ. 화합물 X를 분해했을 기체 A_2와 B_2가 생성되었으므로 A와 B는 비금속 원소이다. 화합물 X는 비금속 원소인 A와 B의 공유 결합으로 이루어져 있으며, A와 B의 전기 음성도가 다르므로 A와 B는 극성 공유 결합을 이룬다.

ㄷ. 생성된 기체의 몰수 비가 $A_2 : B_2 = 1 : 2$이므로 화합물 X에 포함된 원자 수의 비도 A : B = 1 : 2이다. 따라서 X에서 성분 원소의 비 $\frac{\text{B원자 수}}{\text{A원자 수}} = 2$이다.

<오답 피하기> ㄱ. 화합물을 전기 분해하면 (+)극에서 산화 반응이 일어난다.

15. <정답 맞히기> ㄱ. 탄화수소를 완전 연소시키면 탄화수소에 포함된 탄소 원자는 모두 이산화 탄소에 포함되며, 수소 원자는 모두 물에 포함된다.

탄화수소에 포함된 C의 몰수 = 생성된 CO_2의 몰수

탄화수소에 포함된 H의 몰수 = 2×생성된 H_2O의 몰수

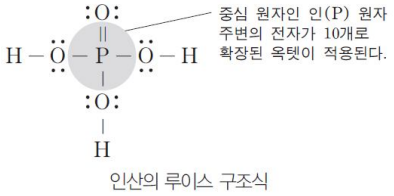
따라서 CO_2 2몰이 생성되었으므로 탄화수소에는 탄소 원자 2몰이 포함되어 있으며, m=2이다.

ㄷ. 온도와 압력이 같을 때 기체의 부피는 기체의 분자 수(몰 수)에 비례한다. 연소 전 기체의 몰수는 6몰, 연소 후 기체의 몰수는 6.5몰이므로 연소 전 부피는 $6V$, 연소 후 부피는 $6.5V$이다. 또한 반응 전과 후의 질량은 같고, 밀도=$\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$이므로 연소 전 기체의 밀도$\propto \frac{1}{6V}$, 연소 후 기체의 밀도$\propto \frac{1}{6.5V}$이다. 따라서 $\frac{\text{연소 후 기체의 밀도}}{\text{연소 전 기체의 밀도}} = \frac{12}{13}$이다.

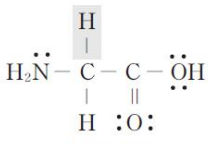
<오답 피하기> ㄴ. 질량 보존 법칙에 의해 반응 전후 원자의 수는 동일해야 한다. 반응 전 산소 원자 수는 10몰이고 반응 후 산소 원자 수는 $(4 + 2x + 2x)$몰이므로 x는 1.5이다.

16. <정답 맞히기> 인산과 아데닌은 핵산의 구성 성분이며, 글라이신은 가장 간단한 아미노산이다. 또한 인산은 물에 H^+을 주므로 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다. 따라서 (가)는 인산, (나)는 아데닌, (다)는 글라이신이다.

ㄱ. 인산의 구조식은 아래와 같으며 중심 원자 P은 10개의 전자를 가지므로 확장된 옥텟이 적용된다.



인산의 루이스 구조식


글라이신

ㄴ. 아데닌의 N는 비공유 전자쌍을 가지고 있어 물 속에서 비공유 전자쌍을 H^+에게 주므로 루이스 염기로 작용한다.

ㄷ. 글라이신에 있는 산소 원자는 2개의 비공유 전자쌍을, N에는 1개의 비공유 전자쌍을 가지므로 총 5개의 비공유 전자쌍이 있다.

17. <정답 맞히기>

ㄴ. c는 n=2→n=1로의 전자 전이로 방출되는 에너지는 $\Delta E \propto \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} = \frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} = \frac{3}{4}$에 비례한다. d는 n=3→n=2로의 전자 전이로 방출되는 에너지는 $\Delta E \propto \frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_3^2} = \frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} = \frac{5}{36}$에

비례한다. 빛의 파장은 방출되는 에너지에 반비례하므로 방출되는 에너지가 작은 d에서가 방출되는 빛의 파장이 c에서보다 길다.

<오답 피하기> ㄱ. a는 n=1 → n=4로의 전자 전이이며, 수소의 이온화 에너지와 같은 에너지를 방출하는 전자 전이는 n=1 → n=∞로의 전자 전이이다.

ㄷ. 656nm의 빛은 가시광선 영역의 선 스펙트럼 중 가장 파장이 긴 빛이며, 이것은 n=3 → n=2로의 전자 전이인 d에 해당한다.

18. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 BOH는 물에 녹아 OH^-을 내놓았으므로 아레니우스 염기이다.

<오답 피하기> ㄴ. (가)의 입자모형을 보면 HA와 BOH는 물에 녹아 100% 이온화 되며, HA(*aq*) 250mL에는 H^+이 3개가 들어 있고, BOH(*aq*) 250mL에는 OH^-이 2개가 들어 있으므로 물에 녹인 HA와 BOH의 몰수 비 $x : y = 3 : 2$ 이다. 따라서 (나)에서 취한 HA(*aq*) 10mL와 BOH(*aq*) 10mL에 들어 있는 H^+과 OH^-의 몰수 비도 H^+:OH^-=3:2이다. (다)에서 두 용액을 모두 혼합하였을 때 중화 반응이 일어나지만 혼합 용액 속에는 H^+이 남아 있게 되므로 혼합 용액의 액성은 산성을 띠며, 색깔은 무색이다.

ㄷ. HA(*aq*) 250mL 속에는 H^+ x몰, A^- x몰, BOH(*aq*) 250mL 속에는 B^+ y몰, OH^- y몰이 들어 있으며, 두 수용액을 모두 혼합하면 H^+ x몰과 OH^- y몰이 반응하므로 H^+은 남아 있고 OH^-은 모두 반응한다. 그런데 혼합 용액 속 전체 양이온 수는 전체 음이온 수와 같으므로 혼합 용액 500mL 속에는 들어 있는 전체 양이온 수는 x몰이 된다. 또한 (다)에서 (가)에서와 같은 농도의 HA(*aq*) 10mL와 BOH(*aq*) 10mL를 사용하였으므로 혼합 용액의 총 부피에 대한 중화 반응 후 남아 있는 양이온 수의 비는 HA(*aq*)와 BOH(*aq*)을 각각 250mL씩 혼합 했을 때와 같다.

(다)의 혼합 용액 속에 존재하는 전체 양이온의 몰 수(n)는 다음과 같이 구할 수 있다.

HA와 BOH의 몰수 비 $x : y = 3 : 2$, $x = \frac{3}{2}y$ ------- ①

500mL : x몰 = 20mL : n, $n = \frac{20}{500}x$몰 -------- ②

①과 ②를 풀면, 전체 양이온의 몰 수(n)=$\frac{3y}{50}$몰이다. 따라서 (다)에서 혼합 용액에 들어 있는 전체 양이온 수는 $\frac{N_A \times 3y}{50}$이다.

19. <정답 맞히기> 각 원자의 바닥상태 전자 배치는 다음과 같다.

Li : $1s^2 2s^1$, C : $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$, N : $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$, O : $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$, F : $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$

ⅰ. 바닥상태 전자 배치의 홀전자 수가 같은 원자((가)=(나))는 Li와 F 또는 C와 O이다.

ⅱ. 원자가 전자 수((다)>(가)>(나))는 F(7개) > O(6개) > N(5개) > C(4개) > Li(1개)이다.

ⅲ. 제1 이온화 에너지의 크기((마)>(가))는 : F > N > O > C > Li이다.

(가)가 F, (나)가 Li이라면, ⅱ에서 F보다 원자가 전자 수가 많은 (다)가 존재해야 한다. 그러나 F보다 원자가 전자 수가 많은 원자가 존재하지 않으므로 (가)는 O, (나)는 C이다. O보다 원자가 전자가 많은 F이 (다)이고, (마)는 N, (라)는 Li이다.

ㄴ. (라) Li은 전자 1개를 잃으면 He과 같은 전자 배치를 가지므로 두 번째 전자를 떼어낼 때 매

우 큰 이온화 에너지가 필요하다. 따라서 Li의 $\frac{\text{제2 이온화 에너지}}{\text{제1 이온화 에너지}}$ 값이 (다)의 F보다 크다.

ㄷ. (마) N의 안정한 음이온은 N^{3-}이고, (가) F의 안정한 음이온은 F^-이며 두 이온의 전자 배치는 모두 Ne과 같다. 전자 수가 같은 이온의 경우 전자를 많이 받을수록 전자 간 반발력이 커지므로 이온 반지름이 크다. 따라서 이온의 반지름은 (마)가 (가)보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. (나)는 C이다.

20. **<정답 맞히기>** ④ 이 문제는 질량 보존 법칙과 일정 성분비의 법칙을 이용하여야 한다.

실험 I에서 반응 전과 후의 질량비를 이용하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

	2A	+	B	→	2C	
반응 전 질량	a		2a		0	⇒ A:B의 질량비 A:B=1:2
반응한 질량	-a		$-m_1$		11c	
반응 후 남은 질량	0		10c(=2a-m_1)		11c	⇒ B:C의 질량비 B:C=10:11

질량 보존 법칙에 의해 반응 전 총 질량과 반응 후 남은 물질의 총 질량은 같아야 한다.

3a=21c ----- ①

반응한 B의 질량 m_1은 반응 전 질량과 반응 후 남은 질량의 차이로 구할 수 있다.

m_1=2a-10c ------- ②

①과 ②를 이용하여 반응한 A와 B의 질량비를 구하면 a : m_1 = a : 2a-10c = 7 : 4가 된다.

즉, 화합물 C를 구성하는 A와 B의 질량비는 7 : 4이다.

실험 II에서 반응 전과 후의 질량비를 이용하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

	2A	+	B	→	2C	
반응 전 질량	wx		wy		0	⇒ A:B의 질량비 A:B=x:y
반응한 질량	$-m_2$		$-wy$		2z	
반응 후 남은 질량	z(=wx-m_2)		0		2z	⇒ A:C의 질량비 A:C=1:2

질량 보존 법칙에 의해 반응 전 총 질량과 반응 후 남은 물질의 총 질량은 같아야 한다.

$wx+wy$=3z ----- ③

반응한 A의 질량 m_2은 반응 전 질량과 반응 후 남은 질량의 차이로 구할 수 있다.

$m_2=wx-z=wx-\frac{(wx+wy)}{3}=\frac{2wx-wy}{3}$ ------- ④

③과 ④를 이용하여 화합물 C를 구성하는 A와 B의 질량비를 구하면 $m_2:wy=\frac{2wx-wy}{3}:wy$가 되고, 일정 성분비 법칙에 의해 $\frac{2wx-wy}{3}:wy$= 7 : 4가 된다.

이 식을 풀면 $25y=8x$가 되므로 x : y = 25 : 8이다.