

2014학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 (화학 I)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. <정답 맞히기> 혼합물은 2가지 이상의 순물질이 섞여 있는 물질이다. 순물질에는 한 가지 성분으로만 이루어진 원소와 두 종류 이상의 원소가 결합하여 이루어진 화합물이 있다. 원소는 기본 성분의 의미로 많이 사용되기 때문에 원소를 홑원소 물질이라고도 한다.

구리(Cu)는 한 가지 성분으로 이루어진 순물질이므로 원소이며, 포도당($C_6H_{12}O_6$)은 탄소, 수소, 산소의 3가지 원소로 구성되어 있으므로 화합물이다. 석유는 여러 가지 탄화수소가 섞여 있는 혼합물이다. 따라서 (가)는 석유, (나)는 구리, (다)는 포도당이다.

2. <정답 맞히기> (가)는 흑연, (나)는 풀러렌, (다)는 탄소 나노 튜브이다.

ㄱ. 흑연은 동일 평면에 있는 탄소 원자들은 강한 결합을 하고 있지만, 층 사이의 인력은 약한 편이어서 탄소 층들은 잘 미끄러져 떨어진다. 이 성질을 이용하여 흑연을 연필심의 주성분으로 사용한다.

ㄴ. (가)~(다)를 구성하는 탄소는 비금속 원소이며, 원자가 전자를 공유하여 결합을 이룬다. 따라서 탄소 원자 사이의 결합은 공유 결합이다.

ㄷ. (나)는 탄소 원자 사이의 공유 결합으로 정오각형과 정육각형 고리를 형성하며, (다)는 탄소 원자 사이의 공유 결합으로 정육각형 고리를 형성한다. 따라서 (나)와 (다)에서 1개의 탄소 원자는 다른 탄소 원자 3개와 결합한다.

3. <정답 맞히기>

ㄱ. 화합물은 두 종류 이상의 원소가 결합하여 이루어진 순물질이다. 암모니아(NH_3)는 질소 원소와 수소 원소가 결합하여 이루어진 물질이므로 화합물이다.

ㄷ. 대기 중의 질소는 매우 안정한 물질이기 때문에 대기 중의 질소를 이용하여 암모니아를 대량으로 합성하는 것은 매우 어려운 일이다. 그런데 하버-보슈 법은 고온, 고압에서 철 촉매를 이용하여 암모니아를 대량으로 합성할 수 있게 하였고, 대량 생산된 암모니아를 이용하여 비료를 생산하게 됨으로써 식량 부족 문제를 해결하는 데 기여하였다.

<오답 피하기> ㄴ. 화학 반응식에서 계수의 비는 몰수의 비와 같으므로 기체의 몰수의 비는 $N_2 : H_2 : NH_3 = 1 : 3 : 2$ 이다. 따라서 반응 전 기체 몰수의 합은 4, 반응 후 기체의 몰수는 2이므로 전체 기체의 몰수는 반응 전이 반응 후보다 크다.

4. <정답 맞히기> ④ 원자 번호는 원자핵 속의 양성자수와 같다.

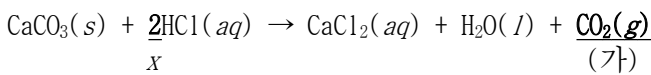
<오답 피하기> ① 원자핵은 양성자와 중성자로 구성된다. 단, 질량수가 1인 수소 원자의 원자핵은 양성자 1개로만 구성된다.

② 중수소의 원자핵은 양성자 1개와 중성자 1개로 구성되며, 삼중수소는 양성자 1개와 중성자 2개로 구성된다. 중수소(${}^2_1\text{H}$), 삼중수소(${}^3_1\text{H}$)와 같이 양성자수는 같으나 중성자수가 달라 질량수가 다른 원소를 동위 원소라고 한다.

③ 양성자수와 중성자수의 합을 질량수라고 한다.

⑤ 양성자는 (+)전하를 띠고 전자는 (-)전하를 띠므로 양성자와 전자 사이에는 정전기적 인력이 작용한다.

5. <정답 맞히기> ㄱ, ㄴ. 묶은 염산에 탄산 칼슘(CaCO_3)을 넣으면 이산화 탄소(CO_2)가 생성되며, 반응물과 생성물에 있는 원자의 종류와 총수가 같도록 계수를 맞추면 다음과 같다.

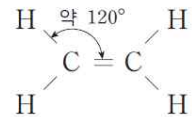


따라서 x는 2, (가)는 $\text{CO}_2(g)$ 이다.

<오답 피하기> ㄷ. 질량 보존 법칙에 의해 반응 전과 후 물질의 질량의 합은 같다.

6. <정답 맞히기> ㄱ. (가)를 기준으로 ‘예’쪽에 고리 모양의 사이클로헥세인이 있으므로 (가)에 ‘사슬 모양인가’를 사용할 수 없다. (다)를 기준으로 ‘예’쪽에 있는 C_2H_2 은 탄소 원자 사이에 삼중 결합($\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$)을 이루므로 (다)는 ‘삼중 결합이 있는가?’이다. 따라서 (가)는 ‘모두 단일 결합인가?’이고, (나)는 ‘사슬 모양인가?’이다.

ㄷ. ㄱ에서의 분류 기준으로 4가지 탄화수소를 분류하면 A는 C_2H_6 , B는 C_2H_4 이다. B는 탄소 원자 사이의 2중 결합을 가지고 있으며 각 탄소 원자를 중심으로 평면삼각형의 분자 모양을 가지므로 B는 평면 구조이다.



<오답 피하기> ㄴ. A는 탄소 원자 사이의 단일 결합을 가지고 있는 사슬 모양의 탄화수소이며, 사이클로헥세인은 탄소 원자 사이의 단일 결합을 가지고 있는 고리 모양의 탄화수소이다. 따라서 (나)는 ‘사슬 모양인가?’이다.

7. <정답 맞히기> ㄱ. C, H, O로 구성된 물질 X를 완전 연소시키면 물질 X에 포함된 H는 산소와 결합하여 H_2O 를 형성하고, C는 산소와 결합하여 CO_2 를 형성한다. 따라서 생성된 H_2O 은 A관에 흡수되므로 물질 X 46 mg 중 수소 원자의 질량은 A관의 증가한 질량으로부터 구할 수 있다.

ㄴ. 물질 X를 완전 연소시켰을 때 생성된 CO_2 는 B관에 흡수되므로 물질 X 46 mg 중 탄소 원자의 질량은 B관의 증가한 질량으로부터 구할 수 있으며, 1몰의 CO_2 에는 1몰의 C가 포함되어 있으므로 B관에 흡수된 CO_2 의 몰수는 물질 X에 포함된 C의 몰수와 같다.

ㄷ. 주어진 자료로부터 X의 실험식은 다음과 같이 구할 수 있다.

1) 물질 X에 포함된 H, C, O의 질량을 구한다.

$$\text{H의 질량} = 2 \times \text{A관의 증가한 질량} \times \frac{\text{H의 원자량}}{\text{H}_2\text{O의 분자량}} = 2 \times 54 \text{ mg} \times \frac{1}{18} = 6 \text{ mg}$$

$$\text{C의 질량} = \text{B관의 증가한 질량} \times \frac{\text{C의 원자량}}{\text{CO}_2\text{의 분자량}} = 88 \text{ mg} \times \frac{12}{44} = 24 \text{ mg}$$

$$\text{O의 질량} = \text{물질 X의 질량} - \text{H의 질량} - \text{C의 질량} = 46 \text{ mg} - 6 \text{ mg} - 24 \text{ mg} = 16 \text{ mg}$$

2) 물질 X를 구성하는 성분 원소의 몰수비를 구한다. (각 원소의 질량을 원자량으로 나누어 구한다.)

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{24}{12} : \frac{6}{1} : \frac{16}{16} = 2 : 6 : 1$$

3) 성분 원소의 몰수비로부터 물질 X의 실험식을 구한다.

성분 원소의 개수비가 C : H : O = 2 : 6 : 1이므로 실험식은 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 이다.

8. <정답 맞히기>

ㄱ. (가)의 A는 $n=1 \rightarrow n=\infty$ 의 전자 전이이며, 이 때 흡수하는 에너지는 수소의 이온화 에너지와 같다.

ㄴ. (가)의 B는 에너지 준위가 높은 $n=2$ 에서 에너지 준위가 낮은 $n=1$ 로 전자가 전이되므로 전자 전이가 일어날 때 자외선의 빛이 방출된다.

ㄷ. $2s$, $2p_x$ 오비탈은 $n=2$ 인 L 전자껍질에 있는 오비탈이며 수소 원자에서 에너지 준위가 같다.

$$9. \text{<정답 맞히기> } \text{ㄱ. A의 몰수(몰)} = \frac{\text{A(g)의 부피(L)}}{90^\circ\text{C, 1기압에서 기체 1몰의 부피(L/몰)}} = \frac{5\text{L}}{30\text{L/몰}} = \frac{1}{6} \text{ 몰}$$

ㄴ. 아보가드로 법칙에 의해 같은 온도, 같은 압력에서 같은 부피 속에는 같은 수의 분자 수가 존재하므로 온도와 압력이 같다면 기체의 부피는 기체의 분자 수(=몰수)에 비례한다. 또한 기체의 몰수는 $\frac{\text{기체의 질량(g)}}{\text{기체 1몰의 질량(g/몰)}}$ 이므로 A(g)와 B(g)의 질량이 13 g으로 같을 때 기체의 몰수는 기체 1몰의 질량 즉, 기체 분자의 분자량에 반비례한다. 따라서 기체의 몰수는 B가 A의 3배이므로 기체의 분자량은 A가 B의 3배이다.

$$\begin{aligned} \text{ㄷ. B의 몰수(몰)} &= \frac{\text{B(g)의 부피(L)}}{90^\circ\text{C, 1기압에서 기체 1몰의 부피(L/몰)}} = \frac{\text{B(g)의 질량(g)}}{\text{B 1몰의 질량(g/몰)}} \\ &= \frac{15\text{L}}{30\text{L/몰}} = \frac{13\text{g}}{\text{B(g) 1몰의 질량(g/몰)}}, \quad \text{B 1몰의 질량} = 26 \text{ g/몰} \end{aligned}$$

B 1몰의 질량은 분자량에 g을 붙인 값과 같으므로 B의 분자량은 26이다. C, H의 원자량이 각각 12와 1이므로 B의 분자식은 C_2H_2 이다.

10. <정답 맞히기> 원자 A가 전자 1개를 잃어 A^+ 이 되며, 원자 B가 전자 1개를 얻어 B가 되므로 원자 A와 B는 각각 전자 11개와 9개를 가지고 있다. 따라서 두 원자의 바닥 상태 전자배치는 A : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, B : $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^1$ 이다.

ㄱ. A는 $3s$ 오비탈에 전자 1개가 채워져 있고, B는 $2p$ 오비탈에 전자 5개가 채워져 있으므로 홀전자 수는 A와 B가 각각 1개이다.

ㄴ. 원자가 전자 수는 가장 바깥 전자 껍질에 채워져 있는 전자 수이다. A는 $3s$ 오비탈에 전자 1개가 채워져 있으므로 원자가 전자 수는 1개이며, B는 $2s$ 와 $2p$ 오비탈에 전자가 각각 2개와 5개가 채워져 있으므로 원자가 전자 수는 7개이다. 따라서 원자가 전자 수는 B가 A보다 6개 많다.

<오답 피하기> ㄷ. A의 원자가 전자는 주양자수가 3인 $3s$ 오비탈에, B의 원자가 전자는 주양자수가 2인 $2s$ 와 $2p$ 오비탈에 각각 채워져 있다.

11. <정답 맞히기> 원자 반지름은 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 작아지며, 같은 족에서 원자 번호가 증가할수록 커진다. 2주기 원소인 N, O, F의 원자 반지름은 $N > O > F$ 이고, 3주기 원소인 Na, Mg, Al의 원자 반지름은 $Na > Mg > Al$ 이다. 또한 원자 반지름은 2주기 원소보다 3주기 원소가 크므로 원자 반지름의 크기는 $Na > Mg > Al \gg N > O > F$ 이며 (가)와 같은 그래프를 얻을 수 있다.

유효 핵전하는 같은 주기와 같은 족에서 원자 번호가 증가할수록 각각 커진다. 따라서 (나)와 같은 그래프를 얻을 수 있다.

Ne의 전자 배치를 갖는 이온은 각각 N^{3-} , O^{2-} , F^{-} , Na^{+} , Mg^{2+} , Al^{3+} 으로 이 이온들은 전자 껍질수와 전자 수가 같으며 원자 번호가 증가할수록 유효 핵전하량이 증가하므로 이온 반지름이 작아진다. 따라서 (다)와 같은 그래프를 얻을 수 있다.

$\underbrace{{}_7N^{3-} > {}_8O^{2-} > {}_9F^{-}}_{\text{2주기 원소의 음이온}} > \underbrace{{}_{11}Na^{+} > {}_{12}Mg^{2+}}_{\text{3주기 원소의 양이온}} \Rightarrow \text{모두 } 1s^2 2s^2 2p^6 \text{의 전자 배치를 한다.}$

(가)는 원자 반지름, (나)는 유효 핵전하, (다)는 이온 반지름이다.

12. <정답 맞히기> 그림의 값은 원소 A~D의 $E_1 \sim E_4$ 를 각각의 E_1 에 대한 비로 나타낸 것이므로 각각의 값에 다시 E_1 를 곱하면 각 차수의 이온화 에너지와 같아진다. 따라서 E_1 에 대한 비는 각 차수의 이온화 에너지에 비례하므로 그림의 값을 그대로 각 차수의 이온화 에너지라 생각하고 문제를 풀면 된다.

ㄴ. B는 E_2 와 E_3 사이에서 순차적 이온화 에너지가 급격히 증가하였으므로 B의 원자가 전자 수는 2개이며 2족 원소인 Mg이다. C는 E_3 와 E_4 사이에서 순차적 이온화 에너지가 급격히 증가하였으므로 C의 원자가 전자 수는 3개이며 13족 원소인 Al이다. B(Mg)와 C(Al)는 3주기 금속 원소이므로 전자를 잃어 안정한 이온이 되면 2주기 18족 원소인 Ne과 같은 전자 배치를 가진다.

ㄷ. 기체 상태의 중성 원자에서 전자를 1개씩 차례로 떼어내면 원자가 전자 수가 감소하면서 전자 사이의 반발력이 감소하고 유효 핵전하가 증가하므로 전자를 떼어내기가 어려워진다. 따라서 이온화 에너지는 순차적으로 증가하므로 D에서 E_3 가 E_2 보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. A는 E_1 와 E_2 사이에서 순차적 이온화 에너지가 급격히 증가하였으므로 A의 원자가 전자 수는 1개이다. 따라서 A는 1족 원소이다.

13. <정답 맞히기> 수소는 원자가 전자가 1개이므로 다른 원자와 1개의 전자쌍을 공유하여 결합한다. 따라서 수소화물에서 중심 원자가 가지는 공유 전자쌍의 수는 중심 원자에 결합된 수소 원자의 수와 같으며, A는 CH_4 , B는 NH_3 , C는 H_2O 이다.

ㄱ. A는 중심 원자에 공유 전자쌍만 4개가 있으므로 분자의 모양은 정사면체형이다.

<오답 피하기> ㄴ. C는 중심 원자에 공유 전자쌍 2개와 비공유 전자쌍 2개가 있으므로 분자의 모양은 굽은형이다. 따라서 C는 쌍극자 모멘트의 합이 0이 아닌 극성 분자이다.

ㄷ. 비공유 전자쌍 사이의 반발력이 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 크므로 2주기 수소화물에서 중심 원자가 가지는 전자쌍의 수가 4개로 같을 때 비공유 전자쌍이 많을수록 결합각은 작아진다. A는 정사면체형으로 결합각이 109.5° 이고, B는 삼각뿔형으로 107° 이며, C는 굽은형으로 104.5° 이다.

14. <정답 맞히기> 전기음성도는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 커지고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 작아진다. 또한 금속 원소보다 비금속 원소의 전기음성도가 크다. 따라서 A는 Na, B는 Mg, C는 O, D는 F이다.

ㄱ. A(Na)는 1족 원소로 전자 1개를 잃어 +1가의 이온이 되며, D(F)는 17족 원소로 전자 1개를 얻어 -1가의 이온의 되므로 A와 D는 1:1의 입자 수비로 이온 결합 화합물을 만든다. 따라서 A와 D가 결합한 화합물의 화학식은 AD이다.

<오답 피하기> ㄴ. B(Mg)는 금속 원소, D(F)는 비금속 원소이므로 B와 D가 결합한 화합물은 이온 결합 화합물이다.

ㄷ. C(O)는 16족 원소로 원자가 전자 수가 6개이다. 따라서 C₂는 2중 결합을 가지므로 2개의 공유 전자쌍이 있다.

15. <정답 맞히기> ㄱ. 아레니우스 염기는 수용액에서 수산화 이온(OH⁻)을 내놓는 물질이다. (가)에서 NaOH이 물에 녹아 OH⁻을 내놓았으므로 NaOH은 아레니우스 염기이다.

ㄷ. (다)에서 HCl가 내놓은 수소 이온(H⁺)을 H₂O이 받아들였으므로 H₂O은 브뢴스테드-로우리 염기이다.

<오답 피하기> ㄴ. (나)에서 NH₃와 HCl가 반응할 때 NH₃는 OH⁻을 내놓지 않았으므로 아레니우스 염기가 아니다. NH₃는 HCl가 내놓은 H⁺을 받아들였으므로 NH₃는 브뢴스테드-로우리 염기이다.

16. <정답 맞히기> ㄱ. 극성 공유 결합은 전기음성도가 다른 두 원자 사이의 공유 결합이다. (가)에서는 전기음성도가 다른 C와 O가 극성 공유 결합을, (나)에서는 전기음성도가 다른 B와 F이 극성 공유 결합을 이룬다.

ㄷ. (가)와 (나)는 각각 극성 공유 결합을 가지고 있지만 CO₂는 직선형, BF₃는 평면삼각형의 분자 모양을 가지므로 각 분자의 쌍극자 모멘트의 합은 0이다. 따라서 (가)와 (나)는 무극성 분자이다.

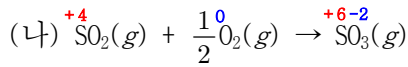
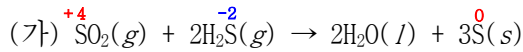
<오답 피하기> ㄴ. (가)의 중심 원자 C는 2개의 2중 결합을 형성하고 있어 C는 8개의 전자를 가지므로 옥텟 규칙을 만족하지만, (나)의 중심 원자 B는 3개의 단일 결합을 형성하고 있어 B는 6개의 전자를 가지므로 옥텟 규칙을 만족하지 못한다.

17. <정답 맞히기> ㄷ. 반응이 일어나면 Ag⁺ 2개가 감소하고 Fe²⁺ 1개가 증가하므로 수용액 속 이온 수는 감소한다. 따라서 수용액 속 이온의 총 수는 반응 전이 반응 후보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. 그림의 반응은 철(Fe)과 은 이온(Ag⁺)의 반응으로 질산 이온(NO₃⁻)은 구경꾼 이온이다. 따라서 NO₃⁻은 반응에 관여하지 않으며, Ag⁺을 환원시킨 물질은 Fe이다.

ㄴ. 원자량이 Ag이 Fe보다 크고 Fe 1개가 산화될 때 Ag⁺ 2개가 Ag으로 환원되므로, 은의 질량 증가량이 철의 질량 감소량보다 크다. 따라서 못의 질량은 반응 후가 반응 전보다 크다.

18. <정답 맞추기> (가)와 (나)에서 산화와 환원이 되는 각 원자의 산화수는 다음과 같다.



ㄱ. (가)에서 H_2S 의 S 산화수는 -2에서 0으로 증가하므로 H_2S 는 산화된다.

<오답 피하기> ㄴ. (가)에서 H_2S 는 산화되고, SO_2 은 환원되었으므로 SO_2 은 산화제이고, (나)에서 O_2 는 환원되고, SO_2 은 산화되었으므로 SO_2 은 환원제이다.

ㄷ. (가)와 (나)에서 S의 산화수가 제일 작은 것은 -2, 제일 큰 것은 +6이므로 가장 큰 산화수와 가장 작은 산화수의 차이는 8이다.

19. <정답 맞추기> ㄱ. (가)는 염기로 DNA에서 당과 결합하며, 당은 인산과 결합하여 2중 나선의 바깥쪽 골격을 형성한다.

ㄴ. 결합수는 각 원자가 가지는 공유 전자쌍의 수와 같다. (나)에서 H는 결합수가 1개이므로 1개의 공유 전자쌍을 가지며, N는 결합수가 3개이므로 3개의 공유 전자쌍을, O는 결합수가 2개이므로 2개의 공유 전자쌍을 가진다. 이 때, N와 O는 옥텟 규칙을 만족하므로 각각 1개와 2개의 비공유 전자쌍을 가진다. 따라서 (나)에는 5개의 비공유 전자쌍이 있다.

ㄷ. 구아닌(G)과 사이토신(C)은 DNA의 이중 나선 구조에서 짝을 지어 3개의 수소 결합을 이룬다.

20. <정답 맞추기> 묶은 염산(HCl) x mL에 수산화 나트륨(NaOH) 수용액의 부피를 달리하여 넣었을 때 용액 (가)와 (나)의 액성이 염기성이므로

① 반응 후 용액 (가)와 (나) 속에 수소 이온은 남아 있지 않으므로 Na^+ 의 수는 Cl^- 의 수와 OH^- 의 수의 합과 같다고 할 수 있다.

② 그러므로 용액 (가)와 (나)의 이온 수의 비율에서 $\frac{1}{2}$ 을 차지하는 이온은 Na^+ 이다.

③ 또한 용액 (가) ~ (다)에서 $HCl(aq)$ 의 부피가 같으므로 용액 (가)~(다) 중 Cl^- 의 수도 같다.

① ~ ③을 고려하고 $NaOH(aq)$ 30 mL에 들어 있는 Na^+ 과 OH^- 의 수를 각각 3N개라고 가정하여 각 용액 속에 들어 있는 이온 수를 계산하면 다음과 같다.

			용액 (가)	용액 (나)	용액 (다)
반응 전	HCl	부피	x mL	x mL	x mL
		이온 수	H^+ 2N, Cl^- 2N	H^+ 2N, Cl^- 2N	H^+ 2N, Cl^- 2N
	NaOH	부피	30 mL	60 mL	10 mL
		이온 수	Na^+ 3N, OH^- 3N	Na^+ 6N, OH^- 6N	Na^+ N, OH^- N
반응 후	이온 수		Cl^- 2N Na^+ 3N, OH^- N	Cl^- 2N Na^+ 6N, OH^- 4N	H^+ N, Cl^- 2N Na^+ N
	이온 수의 비율		Cl^- $\frac{1}{3}$ Na^+ $\frac{1}{2}$, OH^- $\frac{1}{6}$	Cl^- $\frac{1}{6}$ Na^+ $\frac{1}{2}$, OH^- $\frac{1}{3}$	H^+ $\frac{1}{4}$, Cl^- $\frac{1}{2}$ Na^+ $\frac{1}{4}$

따라서 용액 (다)에서 이온 수의 비율을 나타내면 ②와 같다.