

01. ⑤ 02. ② 03. ② 04. ④ 05. ② 06. ② 07. ⑤ 08. ④ 09. ② 10. ⑤
11. ④ 12. ① 13. ③ 14. ③ 15. ⑤ 16. ① 17. ① 18. ⑤ 19. ① 20. ③

1. 암모니아의 합성

암모니아의 합성 반응식은 $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 질소와 수소를 반응시켜 암모니아를 생성하므로 암모니아의 구성 원소는 질소와 수소이다.

ㄴ. 암모니아가 물에 녹으면 수산화 이온이 생성($NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$)되므로 암모니아 수용액은 염기성이며, 토양의 산성화 방지에 이용된다.

ㄷ. 질소를 수소와 반응시켜 암모니아를 대량으로 생산하는 공정을 고안함으로써 인공적으로 질소 비료를 생산할 수 있게 되어 농업 생산력이 비약적으로 발전하게 되었다. 정답⑤

2. 오비탈에 의한 전자 배치

바닥상태인 $_{14}Si$ 의 전자 배치를 쌓음 원리, 파울리 배타 원리, 훈트 규칙을 적용시켜 나타내면 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p_x^1 3p_y^1$ 이다.

[정답맞히기] ② $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3s & 3p_x & 3p_y & 3p_z \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \square \\ \hline \end{array}$ 은 에너지 준위가 같은 3개의 $3p$ 오비탈에 홀전자 수가 많게 1개씩 배치되었으므로 바닥상태 전자 배치이다. 정답②

[오답피하기] ①, ③ $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3s & 3p_x & 3p_y & 3p_z \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \square & \square \\ \hline \end{array}$ 과 $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3s & 3p_x & 3p_y & 3p_z \\ \hline \uparrow\downarrow & \square & \uparrow\downarrow & \square \\ \hline \end{array}$ 은 훈트 규칙에 위배된다.

④ $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3s & 3p_x & 3p_y & 3p_z \\ \hline \uparrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \square \\ \hline \end{array}$ 은 $3s$ 오비탈에 있는 전자 1개가 $3p$ 오비탈에 있으므로 쌓음 원리와 훈트 규칙에 위배된다.

⑤ $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 3s & 3p_x & 3p_y & 3p_z \\ \hline \square & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ 은 $3s$ 오비탈에 있는 전자 2개가 $3p$ 오비탈에 있으므로 쌓음 원리에 위배된다.

3. 풀러렌(C_{60})과 벤젠(C_6H_6)의 구조

[정답맞히기] ② 풀러렌은 1개의 탄소 원자가 다른 3개의 탄소 원자와 공유 결합을 이루며, 벤젠은 1개의 탄소 원자가 다른 2개의 탄소 원자, 1개의 수소 원자와 공유 결합을 이룬다. 따라서 풀러렌과 벤젠은 모두 공유 결합 물질이다. 정답②

[오답피하기] ① 풀러렌은 60개의 탄소 원자가 20개의 육각형과 12개의 오각형을 만드는 축구공 모양의 입체구조를 가지는 분자이다.

③ 풀러렌(C_{60})은 탄소 원자로만 이루어져 있지만, 벤젠(C_6H_6)은 탄소와 수소로 이루어져 있다.

④ 풀러렌에서 육각형을 이루는 탄소 원자들의 결합각은 120° , 오각형을 이루는 탄소 원자들의 결합각은 108° 이다. 벤젠에 있는 탄소 원자는 비공유 전자쌍이 없고 3개의 원자와 공유 결합하여 평면 삼각형 구조를 가지므로 탄소 원자들의 결합각은 120° 이다.

⑤ 풀러렌에 있는 탄소 원자는 다른 3개의 C와 공유 결합을 이루지만, 벤젠에 있는 탄소 원자는 다른 2개의 C, 1개의 H와 공유 결합을 이룬다.

4. 원소와 화합물

[정답맞히기] ㄱ. 염화 나트륨 수용액을 가열하면 염화 나트륨과 물로 분리할 수 있으므로 A는 물이다. A(물)가 수소와 산소로 분해되었으므로 A는 수소와 산소의 화합물임을 알 수 있다.

ㄴ. 화합물인 A(물)는 전기 분해와 같은 화학적 방법에 의해 구성 원소로 분해되므로 (가)는 화학 변화이다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. 염화 나트륨을 전기 분해하면 염소와 나트륨으로 분해되므로 B는 나트륨이다. 따라서 B는 금속 원소이다.

5. 아미노산과 뉴클레오타이드의 구조

[정답맞히기] ㄷ. (가)와 (나)에 있는 $-\text{NH}_2$ 는 수소 이온(H^+)을 받아 $-\text{NH}_3^+$ 이 될 수 있으므로 브뢴스테드-로우리 염기로 작용할 수 있다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 아미노산 중 하나인 (가)는 단백질을 구성하는 기본 단위이며, 뉴클레오타이드 중 하나인 (나)는 DNA를 구성하는 기본 단위이다.

ㄴ. (나)의 인산에 있는 인(P)은 공유 전자가 10개로 확장된 옥텟이 적용된다. 그러나 (가)에는 확장된 옥텟이 적용되는 원자가 없다.

6. 화학 반응식과 양적 관계

[정답맞히기] ② 주어진 화학 반응식의 계수를 구하여 최소 정수비로 나타내면 $3\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{Al} \rightarrow 6\text{Ag} + \text{Al}_2\text{S}_3$ 이다. 화학 반응식의 계수 비는 반응하는 물질의 몰수 비와 같으므로 계수비=몰수비= $\text{Ag}_2\text{S} : \text{Al} = 3 : 2$ 이고, 몰수 = $\frac{\text{질량}}{1\text{몰의 질량}}$ 이다.

반응하는 Al의 질량을 x 라고 할 때, $0.03 : \frac{x}{27} = 3 : 2$ 이므로 $x = 0.54\text{g}$ 이다. **정답②**

7. 산화 환원 반응

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 화학 반응식은 $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ 이다. (가)에서 Cu는 산화되고 산소를 환원시켰으므로 Cu는 환원제이다.

ㄴ. 화합물을 이루는 각 원자의 산화수의 총합은 0이다. CO에서 O의 산화수가 -2이므로 C의 산화수는 +2이다.

ㄷ. (나)의 화학 반응식은 $\text{CuO} + \text{CO} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$ 이다. 따라서 X는 CO_2 이다. **정답⑤**

8. 러더퍼드의 α 입자 산란 실험과 원자핵의 발견

[정답맞히기] ④ 민수는 러더퍼드의 α 입자 산란 실험에서 사용한 금($_{79}\text{Au}$)박 대신 원자핵의 전하량이 작은 알루미늄($_{13}\text{Al}$)박으로 실험하였고 그 결과 러더퍼드의 실험에서 보다 경로가 휘거나 튕겨 나온 α 입자의 수가 감소하였으므로, 민수는 원자핵의 전하량이 경로가 휘거나 튕겨 나온 α 입자의 수에 영향을 미칠 것이라는 가설을 세우고 실험을 한 것이다. **정답④**

[오답피하기] ① 음극선 실험과 관련이 있다.

② 불확정성의 원리와 관련이 있다.

③ 수소 원자의 선 스펙트럼과 관련이 있다.

⑤ 음극선에 대한 몇 가지 실험 결과를 통해 제시된 톰슨의 원자 모형과 관련이 있다.

9. 전자 배치와 화학 결합

[정답맞히기] L. $_{11}\text{B}$ 는 $3s$ 오비탈에 있는 전자 1개를 잃고 B^+ 이 되며, $_{12}\text{C}$ 는 $3s$ 오비탈에 있는 전자 2개를 잃고 C^{2+} 이 된다. 전자 수가 같은 이온은 원자핵의 전하량이 클수록 이온 반지름이 작아지므로, 이온 반지름은 $_{11}\text{B}^+$ 이 $_{12}\text{C}^{2+}$ 보다 크다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. CA 는 C^{2+} 과 A^{2-} 으로 이루어진 이온 결합 물질이다. $\text{CA}(s)$ 와 같은 이온 결합 물질이 고체 상태일 때에는 이온들이 자유롭게 움직일 수 없어 전기 전도성이 없다. 그러나 $\text{B}(s)$ 는 금속으로 자유 전자가 있어 전기 전도성이 있다.

ㄷ. A와 D는 비금속 원소의 원자이므로 AD_2 는 A와 D가 공유 결합을 이루어 형성되는 공유 결합 물질이다.

10. 원소의 기원

(가)는 우주에 많이 분포되어 있으면서 인체와 지각에도 분포되어 있으므로 수소이다. (나)는 우주에 많이 분포되어 있지만 인체나 지각에는 없으므로 헬륨이다. (다)는 산소이며, 산소는 SiO_2 등의 형태로 지각에도 많이 포함되어 있다.

[정답맞히기] ㄱ. 우주의 온도가 약 3000°C 로 낮아지면서 전자의 운동이 느려지고, 수소 원자핵에 붙잡혀 수소 원자가 가장 먼저 생성되었다.

L. (나)인 He은 비활성 기체로 인체나 지각에는 거의 존재할 수 없으며, 우주에 많이 분포되어 있다.

ㄷ. 우주가 식어감에 따라 수소와 헬륨이 모여 밀도가 증가하면서 별이 탄생하였고, 별의 내부에서 수소의 핵융합 반응을 시작으로 헬륨, 탄소, 산소, 네온, 규소, 철 등의 원소들이 생성되었다. **정답⑤**

11. 산화 환원 반응과 산성비의 생성

[정답맞히기] L. (나)의 화학 반응식을 완성하면 $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}$ 이다.(화학 반응식의 계수는 최소 정수비로 나타내었다.) 따라서 $a + b > c + d$ 이다.

ㄷ. HNO_3 은 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓으므로 아레니우스 산이다. **정답④**
[오답피하기] ㄱ. NO에서 N의 산화수는 +2이고, NO_2 에서 N의 산화수는 +4이다. 따라서 (가)의 반응이 일어날 때 N의 산화수는 +2에서 +4로 증가한다.

12. 원소 분석을 이용한 물질의 실험식 구하기

물질 X에 포함된 H, C, O의 질량을 구하면,

$$\text{H의 질량} = 2 \times \text{A관의 증가한 질량} \times \frac{\text{H의 원자량}}{\text{H}_2\text{O의 분자량}} = 2 \times 27\text{mg} \times \frac{1}{18} = 3\text{mg}$$

물질 X에 포함된 C의 질량을 x mg, O의 질량을 y mg라고 할 때,

실험식(CH_2O)으로부터 물질 X의 구성 원소의 몰수비= $\text{C}:\text{H}:\text{O}=1:2:1$ 이므로

$$\text{C}:\text{H}:\text{O} = 1:2:1 = \frac{x}{12} : \frac{3}{1} : \frac{y}{16} \text{이므로 } x=18, y=24 \text{이다.}$$

[정답맞히기] ㄱ. 물질 X에 포함된 C, H, O의 질량이 각각 3 mg, 18 mg, 24 mg이므로 물질 X의 질량은 45 mg이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. C의 질량 = B관의 증가한 질량 $\times \frac{\text{C의 원자량}}{\text{CO}_2\text{의 분자량}} = \text{㉠mg} \times \frac{12}{44}$ 이므로

$18\text{mg} = \text{㉠mg} \times \frac{12}{44}$ 이다. 따라서 ㉠은 66이다.

ㄷ. 물질 X의 실험식을 구하는 실험으로부터 분자량을 구할 수 없으며, 분자식을 구성하는 원자 수는 실험식을 구성하는 원자 수의 n 배이므로 분자량은 실험식량의 n 배이다. 따라서 물질 X의 분자량은 $30n$ 이다.

13. 전기 음성도 차이와 쌍극자 모멘트

H는 1주기 1족 원소, F은 2주기 17족 원소, Cl는 3주기 17족 원소이다. 원자의 반지름은 $\text{Cl} > \text{F} > \text{H}$ 이므로 화합물의 결합 길이로부터 A~C의 원소의 종류를 알아 낼 수 있다. 결합 길이가 가장 짧은 화합물이 AC이고, 결합 길이가 가장 긴 화합물이 BC이므로 C는 F이며, A는 H, B는 Cl이다.

[정답맞히기] ㄱ. A(H), B(Cl), C(F)는 모두 비금속 원소이므로 AC(HF)는 각각 전자 1개를 공유하여 공유 결합을 이룬다. 따라서 AC는 공유 결합 화합물이다.

ㄴ. 쌍극자 모멘트의 크기는 부분 전하의 크기와 결합 길이의 곱과 같다. 쌍극자 모멘트의 크기를 각각 구하면 AB는 약 $0.2 \times 128 = \text{약 } 25.6$ 이고, AC는 약 $0.4 \times 93 = \text{약 } 37.2$ 이므로 쌍극자 모멘트는 AC가 AB보다 크다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. AC의 전기 음성도 차이가 가장 크고, AB의 전기 음성도 차이가 가장 작으므로 전기 음성도는 $\text{C(F)} > \text{B(Cl)} > \text{A(H)}$ 이다.

14. 원소의 주기적 성질

[정답맞히기] ㄱ. 제1 이온화 에너지는 주기율표에서 오른쪽 위로 갈수록 커지므로 원자 번호 2번인 He의 제1 이온화 에너지가 가장 크다.

ㄷ. 원자 번호 36인 원소 A의 밀도가 거의 0에 가까우므로 기체 상태임을 알 수 있으며, 원자 번호 20번 이후의 원소에서는 1원자 분자로 존재하는 18족 원소가 기체 상태이다. 따라서 A는 비활성 기체이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 원자 번호 1~40 사이에 있는 17족 원소는 ${}^9\text{F}$, ${}^{17}\text{Cl}$, ${}^{35}\text{Br}$ 이며, ${}^{35}\text{Br}$ 은 상온에서 액체이다. 그림에서 원자 번호 9와 17인 원소의 밀도가 0에 가까운 반면, 35인 원소의 밀도는 3 g/cm^3 보다 조금 크다는 사실로부터 기체가 아님을 확인할 수 있다.

15. 분자의 구조와 극성

분자를 구성하는 H는 1개의 공유 전자쌍을, C는 4개의 공유 전자쌍을, N는 3개의 공유 전자쌍과 1개의 비공유 전자쌍을, O는 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍을 가진다. 비공유 전자쌍 수가 (가)는 1개이고 (나)는 2개이므로, X는 비공유 전자쌍을 가질 수 없다. 따라서 W는 N, X는 H, Y는 O, Z는 C이며, (가)는 $\text{WX}_3(\text{NH}_3)$, (나)는 $\text{X}_2\text{Y}(\text{H}_2\text{O})$, (다)는 $\text{ZY}_2(\text{CO}_2)$, (라)는 $\text{XZW}(\text{HCN})$ 이다.

[정답맞히기] ⑤ 분자 당 구성 원자 수는 (가)가 4개로 가장 많다. **정답⑤**

[오답피하기] ① (가)의 중심 원자 W는 3개의 원자와 결합되어 있고 비공유 전자쌍 1개를 가지고 있으므로 WX_3 의 분자 구조는 삼각뿔형이다.

② (라)의 중심 원자 Z는 2개의 원자와 결합되어 있고 비공유 전자쌍은 없으므로 $\text{WZX}(\text{X}-\text{Z}\equiv\text{W})$ 의 분자 구조는 선형이다.

③ (나)의 분자 구조는 굽은형이므로 결합각이 104.5° 로 가장 작다.

④ (다)의 중심 원자 Z는 2개의 원자와 결합되어 있고 비공유 전자쌍은 없으므로 구조식은 $:\text{Y}=\text{Z}=\text{Y}:$ 이다. 따라서 (다)에는 2중 결합이 있다.

16. 탄화수소의 분자 구조

분자식이 C_4H_{10} 인 분자와 C_4H_8 인 분자의 가능한 분자 구조는 다음과 같다.

분자식	가능한 분자 구조			
C_4H_{10}		(가)		
C_4H_8	(나)			(다)

[정답맞히기] ㄱ. (다)는 $-\text{CH}_3$ 의 수가 없으므로 고리모양 탄화수소이며, 탄소 사이의 단일 결합수는 4개이다. 따라서 ㉠은 4이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 탄소 원자 사이의 결합이 모두 단일 결합인 탄화수소를 포화 탄화수소라고 한다. 포화 탄화수소는 (가)와 (다)의 2가지이다.

ㄷ. H 원자 1개와 결합된 C 원자(표의 파란색 동그라미)를 가진 탄화수소는 (가)와 (나)의 2가지이다.

17. 수소 원자의 선 스펙트럼 계열

[정답맞히기] L. B에서 방출되는 빛은 자외선 영역의 빛 중 파장이 가장 긴 빛이다. 따라서 B에서 방출되는 빛의 파장은 λ_1 이다. 정답①

[오답피하기] K. A에서 방출되는 빛은 가시광선 영역의 빛 중 파장이 가장 긴 빛이다. 따라서 A에서 방출되는 빛의 파장은 λ_3 이다.

ㄷ. λ_1 은 전자가 $n=2$ 에서 $n=1$ 인 전자껍질로 전이될 때 방출되는 빛의 파장이고, λ_3 은 전자가 $n=3$ 에서 $n=2$ 인 전자껍질로 전이될 때 방출되는 빛의 파장이다. 따라서 λ_1 과 λ_3 에 해당하는 에너지의 합은 전자가 $n=3$ 에서 $n=1$ 인 전자껍질로 전이될 때 방출되는 빛의 에너지와 같으며, $n=\infty$ 에서 $n=1$ 인 전자껍질로 전이될 때 방출되는 빛의 에너지가 수소 원자의 이온화 에너지와 같다.

18. 성분 원소의 질량비와 양적 관계

화합물 X와 Y의 분자 당 구성 원자 수가 3개이므로 X와 Y의 분자식은 각각 AB_2 와 A_2B 중 하나이다. 성분 원소의 질량비가 화합물 X에서 $A:B=7:4$ 이고, Y에서 $A:B=7:16$ 이므로 원소 A에 결합한 원소 B의 질량비가 $X:Y=1:4$ 이다. 따라서 화합물 X의 분자식은 A_2B 이고, Y의 분자식은 AB_2 이다. 또한 Y의 분자식 AB_2 에서 A 1개와 B 2개의 질량비가 $A:B=7:16$ 이므로 원자 1개의 질량비는 $A:B=7:8$ 이다.

[정답맞히기] L. 성분 원소의 질량비가 화합물 X에서 $A:B=7:4$ 이고, Z에서 $A:B=7:12$ 이므로 원소 A에 결합한 원소 B의 질량비가 $X:Z=1:3$ 이다. X의 분자식이 A_2B 이므로 Z의 분자식은 A_2B_3 일 때, 원소 A에 결합한 원소 B의 질량비 $X:Z=1:3$ 이 성립하므로 Z의 분자식은 A_2B_3 이다.

ㄷ. X와 Y의 분자량 비는 $X:Y=22:23$ 이고, 분자에 포함된 원자의 몰수는 (분자의 몰수) $\times$ (분자 1개를 구성하는 원자 수)와 같다. 따라서 X 1g에 있는 A 원자 수는 $\frac{2}{22}$, Y 1g에 있는 B 원자 수는 $\frac{2}{23}$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] K. 원자량 비는 원자 1개의 질량비와 같으므로 원자량은 B가 A보다 크다.

19. 산과 염기의 중화 반응과 양적 관계

[정답맞히기] ① (가)와 (나)에 존재하는 양이온 중 H^+ 은 수산화 이온과 반응하지만, Na^+ 과 K^+ 은 반응하지 않는다. (가)와 (나)에 존재하는 양이온의 종류를 비교해 보면 (가)에는 ▲가 있지만 (나)에는 없으므로 ▲가 H^+ 이다.

또한 용액에서 양이온의 총 수와 음이온의 총 수가 같아야 하므로 용액 (가)에서는 H^+ 이 남아 있는 것으로 보아 OH^- 이 모두 반응하였음을 알 수 있으며, (나)는 H^+ 이 존재하지 않고 Na^+ 과 K^+ 만 존재하므로 H^+ 과 OH^- 이 모두 반응하였음을 알 수 있다.

단위 부피 속에 있는 양이온의 수와 용액의 총 부피를 고려하여 각 용액 속에 들어 있는 이온의 개수를 구하면 다음과 같다.

용액	(가)		(나)	
단위 부피 속에 있는 양이온 수	▲ : 2, ■ : 3 ● : 3		■ : 2 ● : 6	
총 부피(mL)	40		80	
혼합 후 용액에 존재하는 양이온 수	▲ : 80, ■ : 120 ● : 120		■ : 160 ● : 480	
혼합 전 용액에 존재하는 이온 수	▲(H ⁺) : 320 Cl ⁻ : 320	■ : 120 ● : 120 OH ⁻ : 240	▲(H ⁺) : 640 Cl ⁻ : 640	■ : 160 ● : 480 OH ⁻ : 640
혼합 후 생성된 물 분자의 수	240		640	

따라서 $\frac{\text{(가)에서 생성된 물의 몰수}}{\text{(나)에서 생성된 물의 몰수}} = \frac{240}{640} = \frac{3}{8}$ 이다.

정답①

20. 화학 반응식과 양적 관계

[정답맞히기] ㄷ. 화학 반응식에서 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수가 같으므로 기체 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 반응에서 반응 전과 후의 전체 몰수는 변하지 않는다. 또한 기체의 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피는 기체의 몰수에 비례하므로 실험I과 실험II의 반응 후 전체 기체의 부피 비는 반응 전 반응물의 총 몰수 비와 같다.

따라서 다음과 같은 식이 성립한다.(A의 분자량은 2이고, M_B 는 B의 분자량이다.)

(실험I에서 A의 몰수+B의 몰수) : (실험II에서 A의 몰수+B의 몰수) = 8 : 6

$$(0.2 + \frac{22.8}{M_B}) : (0.4 + \frac{7.6}{M_B}) = 8 : 6 \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

①의 식을 풀면 B의 분자량(M_B)은 38이다.

화학 반응식에서 반응하는 물질의 몰수 비는 A : B = 1 : 1이고, 실험II에서 반응 전 넣어 준 기체의 몰수가 A는 0.4몰, B는 0.2몰($= \frac{7.6}{38}$)이므로 A를 모두 반응시키는 데 추가로 필요한 B는 최소 0.2몰이다. 따라서 추가로 필요한 B의 최소 질량은 7.6g이다.

정답③

[오답피하기] ㄱ. 실험I에서 A 0.4 g(=0.2몰)과 반응하는 B의 질량은 7.6 g(=0.2몰)이므로 반응 후 남아 있는 B의 질량(x)은 15.2 g이다.

ㄴ. 반응 전과 후에 질량은 보존되므로 A 1몰의 질량과 B 1몰의 질량의 합은 C 2몰의 질량의 합과 같다. 즉, (A의 분자량)+(B의 분자량)=2×(C의 분자량)이다. 따라서 C의 분자량은 $\frac{(A의 분자량)+(B의 분자량)}{2} = \frac{(2+38)}{2} = 20$ 이다.