

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

1. 풀러렌(C_{60})의 구조

탄소(C) 동소체인 풀러렌(C_{60})은 탄소 원자 60개가 정육각형과 정오각형으로 결합한 축구공 모양의 분자이다.

[정답맞히기] ④ 학생 A는 정이십면체를 이용하여 정육각형 20개와 정오각형 12개를 만들어 풀러렌(C_{60})의 분자 모형을 만든 것이다. 정육각형 20개와 정오각형 12개가 만나는 꼭짓점의 수는 60개이며, 이 꼭짓점에 탄소 원자가 존재한다. **정답④**

[오답피하기] ① 흑연은 탄소 원자 1개가 다른 탄소 원자 3개와 결합하여 정육각형 모양이 반복되어 있는 판을 이루고, 판이 쌓여 층상 구조를 이룬다.

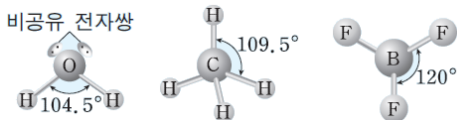
② 그래핀은 흑연의 한 층을 떼어낸 2차원 평면 구조이다.

③ 나노튜브는 육각형 모양이 반복되어 있는 얇은 탄소 층이 나선형으로 감겨 있는 구조이다.

⑤ 다이아몬드는 정사면체의 중심에 있는 탄소 원자가 정사면체의 꼭짓점에 있는 다른 탄소 원자 4개와 결합하고 있는 그물 구조이다.

2. 분자의 구조와 결합각

H_2O , CH_4 , BF_3 의 분자 모형은 다음과 같다.



[정답맞히기] ① H_2O 의 중심 원자 O에 있는 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍이 사면체의 꼭짓점에 배열되어 있으며, 결합각은 104.5° 이다. CH_4 의 중심 원자 C에 있는 4개의 공유 전자쌍은 정사면체의 꼭짓점에 배열되어 있으며, 결합각 109.5° 이다. BF_3 의 중심 원자 B에는 3개의 공유 전자쌍만 있으며, 3개의 전자쌍이 평면 삼각형의 꼭짓점에 배열되므로, 결합각은 120° 이다. 따라서 분자의 결합각은 $BF_3 > CH_4 > H_2O$ 이다. **정답①**

3. 원소와 화합물

㉠은 H_2 , ㉡은 O_2 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 과정 (가)에서 H_2O_2 가 성질이 다른 H_2O 과 O_2 로 분해되었으므로 화학 변화이다.

ㄴ. 반응에 제시된 물질 중 H_2O_2 와 H_2O 은 각각 2가지 원소로 이루어진 화합물이다.

ㄷ. ㉡은 O_2 이며, O원자 사이에 2중 결합을 이루고 있다. **정답⑤**

4. 물의 전기 분해

H_2O 은 2가지 원소로 이루어진 화합물이므로, 전기 분해와 같은 화학적 방법으로 분해하여 구성 원소의 비를 알아낼 수 있다.

[정답맞히기] ② H_2O 을 전기 분해할 때 생성되는 H_2 와 O_2 는 모두 무극성 분자이므로 물에 녹지 않는다. 유리관 양쪽에 수용액을 가득 채운 후, 코를 닫고 전원 장치를 사용하여 전류를 흘려주면 전기 분해가 되고, 생성된 $H_2(g)$ 와 $O_2(g)$ 가 각각 유리관에 모이게 된다. 전기 분해가 끝나면 유리관 내 수면의 높이 변화를 통해 포집된 $H_2(g)$ 와 $O_2(g)$ 의 부피를 측정한다. 따라서 (나)는 ㄴ, (다)는 ㄱ, (라)는 ㄷ이다. **정답②**

5. 원자의 산화수

공유 결합을 이루고 있는 두 원자 중 전기 음성도가 큰 원자가 공유 전자를 모두 가져간다고 가정하여 산화수를 계산한다. 일반적으로 공유 결합 화합물에서 H의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2이며, 화합물을 구성하는 원자의 산화수의 합은 0이다.

[정답맞히기] ② 각 물질에서 산화수를 계산하면 표와 같다.(x : 양의 산화수, y : 음의 산화수)

	①	②	③	④	⑤
화합물	HCl	N_2H_4	H_2SO_4	OF_2	Cr_2O_3
원자의 산화수	H +1 Cl -1	H +1 N -2	H +1, S +6 O -2	O +2 F -1	Cr +3 O -2
X(x 의 최댓값)	1	1	6	2	3
Y($ y $ 의 최댓값)	1	2	2	1	2

따라서 $Y > X$ 인 것은 N_2H_4 이다.

정답②

6. 동위 원소

동위 원소는 양성자 수는 같으나 중성자 수가 달라 질량수가 다른 원소로, 화학적 성질은 같지만 물리적 성질이 다르다.

[정답맞히기] ㄱ. 존재 비율을 각각 aX 는 x , ${}^{a+2}X$ 는 y 라고 할 때, aX_2 의 존재 비율은 $x^2 = \frac{1}{4}$, ${}^{a+2}X_2$ 의 존재 비율은 $y^2 = \frac{1}{4}$ 이다. 따라서 aX 와 ${}^{a+2}X$ 의 존재 비율은 모두 $\frac{1}{2}$ 로 같다.

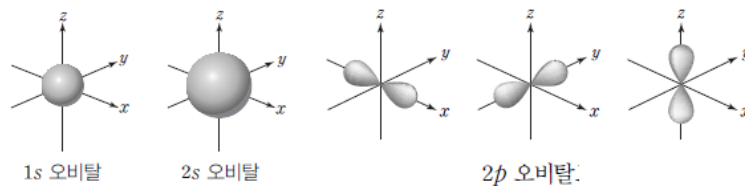
ㄷ. aX 와 ${}^{a+2}X$ 는 동위 원소로 화학적 성질이 같다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. aX 와 ${}^{a+2}X$ 는 동위 원소이므로 중성자 수가 다르다.

7. s 오비탈과 p 오비탈

그림은 1s, 2s, 2p 오비탈을 나타낸 것이다.



(가)와 (나)의 모양이 같으므로 (가)와 (나)는 1s 오비탈과 2s 오비탈 중 하나이다.

질소의 바닥상태 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^3$ 인데, (가)와 (다)에는 원자가 전자가 들어 있으므로 (가)는 $2s$ 오비탈, (다)는 $2p$ 오비탈이다. 따라서 (나)는 $1s$ 오비탈이다.

[정답맞히기] ㄱ. (다)인 $2p$ 오비탈은 방향성이 있어서 핵으로부터 거리와 방향에 따라 전자가 발견될 확률이 다르다.

ㄴ. $1s$ 오비탈은 K 전자껍질에, $2s$ 오비탈의 L 전자껍질에 있으므로 오비탈의 크기는 $2s > 1s$ 이다. 따라서 오비탈의 크기는 (가) > (나)이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 다전자 원자에서 오비탈의 에너지 준위는 $1s < 2s < 2p \dots$ 이다. 따라서 에너지 준위는 (다) > (가) > (나)이다.

8. 원자의 바닥상태 전자 배치와 원소의 주기적 성질

$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 1$ 인 2, 3주기 원소는 $O(1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1)$ 와 $Mg(1s^2 2s^2 2p^6 3s^2)$ 이다.

O와 Mg의 바닥상태 전자 배치에서 홀전자가 존재하는 원자는 O이므로 C는 O이다. 2, 3주기 원소 중 양성자 수(원자번호)의 비가 A:B=4:1인 원자의 조합은 ${}_3\text{Li}$ 과 ${}_{12}\text{Mg}$, ${}_4\text{Be}$ 과 ${}_{16}\text{S}$ 이다. 그런데 A~C 중에는 같은 족에 속하는 원자가 2개이므로 C(O)와 같은 족 원자인 ${}_{16}\text{S}$ 가 A이고, ${}_4\text{Be}$ 은 B이다.

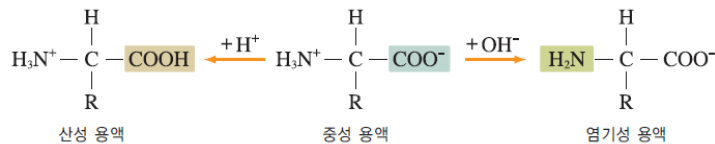
[정답맞히기] ㄱ. A~C 중 2주기 원자는 B(Be)와 C(O)이다.

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록, 같은 족에서 원자 번호가 작을수록 전기 음성도가 크다. 같은 주기인 B와 C중 C의 전기 음성도가 더 크고, 같은 족인 A와 C중 C의 전기 음성도가 더 크므로, 전기 음성도가 가장 큰 원자는 C이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 같은 주기에서 원자 번호가 작을수록, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 크다. 같은 주기인 B와 C중 원자 번호가 큰 C가, 같은 족인 A와 C 중에서 원자 번호가 작은 C의 원자 반지름이 더 작으므로, 원자 반지름이 가장 작은 원자는 C이다.

9. 아미노산의 성질

아미노산은 단백질을 구성하는 기본 단위이며, 산으로 작용할 수 있는 부분($-\text{COOH}$)과 염기로 작용할 수 있는 부분($-\text{NH}_2$)을 모두 가지고 있어, 산 또는 염기와 중화 반응한다.



[정답맞히기] ㄴ. 글라이신을 산성 용액인 (가)에 녹이면 $-\text{NH}_2$ 의 N에 있는 비공유 전자쌍을 H^+ 에게 주어 반응하므로 루이스 염기로 작용한다.

ㄷ. 글라이신을 염기성 용액인 (나)에 녹이면 $-\text{COOH}$ 에서 양성자(H^+)를 염기에게 주어 반응하므로 브뢴스테드-로우리 산으로 작용한다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 글라이신은 아미노산의 한 종류이며, 단백질의 구성 물질 중 하나이다.

10. 화학 반응과 양적 관계

실험을 통해 생성된 $\text{CO}_2(g)$ 의 부피를 측정했으므로 $\text{CO}_2(g)$ 의 부피로부터 $\text{CO}_2(g)$ 의 몰수를 구한 후, 화학 반응식의 계수 비로부터 M_2CO_3 1g의 몰수를 구한다.

$$\text{CO}_2 \text{의 몰수} = \frac{\text{CO}_2(g) \text{의 부피}}{25^\circ\text{C}, 1\text{기압에서 기체 1몰의 부피}}$$

화학 반응식의 계수 비는 반응 몰수 비와 같으므로 $\text{M}_2\text{CO}_3:\text{CO}_2=1:1$ 이며, 반응한

M_2CO_3 1g의 몰수($=\frac{1}{\text{M}_2\text{CO}_3 \text{ 화학식량}}$)는 생성된 CO_2 의 몰수와 같다. 따라서 M_2CO_3

의 화학식량을 구하면 M의 원자량을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄴ. M_2CO_3 의 화학식량으로부터 M의 원자량을 구하기 위해 C와 O의 원자량이 필요하다.

ㄷ. CO_2 의 몰수를 구하기 위해 25°C , 1기압에서 기체 1몰의 부피를 알아야 한다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 생성된 $\text{CO}_2(g)$ 의 부피를 이용하여 M_2CO_3 1g의 몰수를 구하였으므로 HCl 1몰의 질량은 필요하지 않다.

11. 핵전하와 유효 핵전하

원자가 전자의 유효 핵전하는 원자가 전자에 실제로 작용하는 핵전하인데, 안쪽 전자껍질에 있는 전자에 의해 원자핵이 가려지므로 유효 핵전하는 핵전하보다 작다. 또한 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 핵전하와 원자가 전자의 유효 핵전하는 모두 증가한다.

[정답맞히기] ㄴ. 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수가 2인 2주기 원자는 C, O이고, $Z-Z^*$ 가 $C>D$ 이므로 C는 산소(O), D는 탄소(C)이다. 홀전자 수가 3인 2주기 원자는 N이므로 E는 질소(N)이다. 따라서 제1 이온화 에너지는 $E(N)$ 가 $C(O)$ 보다 크다.

ㄷ. 바닥상태 전자 배치에서 전자가 들어 있는 오비탈의 수는 $B(\text{Li}:1s^2 2s^1)$ 2, $D(\text{C}:1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1)$ 4이므로 D가 B의 2배이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 원자 번호가 증가할수록 $Z-Z^*$ 가 커지므로 $Z-Z^*$ 가 가장 큰 원자는 플루오린(F)이다. 그런데 A의 $Z-Z^*$ 은 C, D, E보다 작으므로 플루오린(F)이 아니다. 2주기 원자 중 바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수가 1인 원자는 Li, B, F 중 하나인데 $Z-Z^*$ 은 $F>B>\text{Li}$ 이므로 A는 붕소(B)이다.

12. 분자의 구조와 성질

X와 Y가 옥텟 규칙을 만족하는 XH_3 , YOCl_2 분자는 각각 NH_3 , COCl_2 이다.



[정답맞히기] ㄱ. XH_3 는 삼각뿔형 구조로 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니며, YOCl_2 는 평면 삼각형 구조이지만, 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. YOCl_2 는 평면 삼각형 구조이지만, XH_3 는 삼각뿔형 구조의 입체 구조이다.

ㄷ. XH_3 는 공유 전자쌍이 3개이지만, YOCl_2 는 공유 전자쌍이 4개이다.

13. 원자량과 분자량

원자 1개의 질량에 아보가드로수를 곱하면 원자 1몰의 질량을 구할 수 있으며, 원자 1몰의 질량은 (원자량) g과 같으므로 각 원자의 원자량을 구할 수 있다. 따라서 원자량은 W 1, X 12, Y 14, Z 16이다.

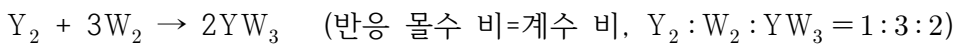
[정답맞히기] ㄱ. W 1 g에 포함된 원자 수는 $\frac{1 \text{ g}}{\frac{1}{6} \times 10^{-23} \text{ g/개}} = 6 \times 10^{23}$ 개이다. 따라서

W 1 g에 포함된 원자는 1몰이다.

ㄴ. XZ_2 와 Y_2Z 의 분자량은 모두 44로 같다.

정답③

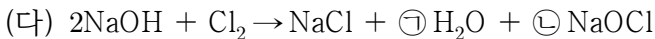
[오답피하기] ㄷ. Y_2 와 W_2 가 반응하여 YW_3 가 생성되는 화학 반응식은 다음과 같다.



Y_2 14 g은 0.5몰, W_2 2 g은 1몰이므로 Y_2 와 W_2 가 반응하여 생성되는 YW_3 의 몰수는 $\frac{2}{3}$ 몰이다. 따라서 생성된 YW_3 의 분자는 $\frac{2}{3} \times 6 \times 10^{23}$ 개다.

14. 산화 환원 반응

각 화학 반응식을 완성하면 다음과 같다.



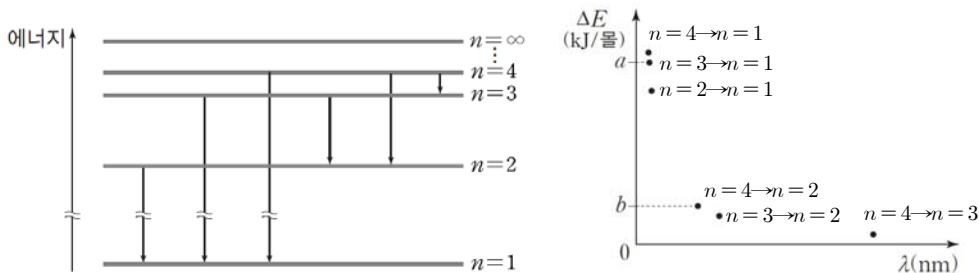
[정답맞히기] ㄱ. (가)는 중화 반응이므로 산화 환원 반응이 아니다. (나)는 N의 산화수가 $+4 \rightarrow +5$, $+4 \rightarrow +2$ 로 변화되므로 산화 환원 반응이다. (다)는 Cl의 산화수가 $0 \rightarrow -1$, $0 \rightarrow +1$ 로 변화되므로 산화 환원 반응이다.

ㄷ. ㉣은 NaOCl이며, 산화수는 Na +1, O -2이므로 Cl의 산화수는 +1이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. ㉡은 H_2O 이며, (나)에서 H_2O 에 포함된 H와 O의 산화수는 변하지 않으므로 H_2O 은 산화되거나 환원되지 않는다.

15. 수소 원자의 선 스펙트럼

들뜬 상태에 있는 수소 원자의 전자가 $n=x$ 이하에서 전자 전이할 때 방출되는 빛의 에너지가 6가지에 해당하는 경우는 $x=4$ 일 때이다. 또한 전자 전이가 일어나는 전자 껍질의 에너지 준위 차이가 클수록 방출되는 빛 에너지의 크기가 크고 파장은 짧다.



[정답맞히기] ㄴ. $n=4 \rightarrow n=2$, $n=3 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이가 일어날 때 방출되는 빛은 가시광선 영역에 해당되므로 그림의 점 중 2가지가 해당된다.

ㄷ. $n=3 \rightarrow n=1$ 의 전자 전이와 $n=4 \rightarrow n=2$ 의 전자 전이가 일어날 때 방출되는 빛 에너지(kJ/몰)를 구하면 다음과 같다.

$$\Delta E_{3 \rightarrow 1} = \left(-\frac{1}{3^2}k\right) - \left(-\frac{1}{1^2}k\right) = \frac{8}{9}k = a, \quad \Delta E_{4 \rightarrow 2} = \left(-\frac{1}{4^2}k\right) - \left(-\frac{1}{2^2}k\right) = \frac{3}{16}k = b$$

각각의 전자 전이가 일어날 때 방출되는 에너지로부터 k 를 구하면 각각 $k = \frac{9}{8}a$,

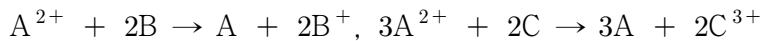
$$k = \frac{16}{3}b \text{이므로 } \frac{9}{8}a = \frac{16}{3}b \text{이다.}$$

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. $x=4$ 이다.

16. 금속과 금속 이온의 반응과 양적 관계

금속 A^{2+} 과 금속 B, C의 화학 반응식은 각각 다음과 같다.



[정답맞히기] ① I에서 A^{2+} 과 금속 B의 반응이 일어나면 수용액 속 총 이온 수는 증가하고, II에서 A^{2+} 과 금속 C의 반응이 일어나면 수용액 속 총 이온 수는 감소한다. 또한 일정량의 A^{2+} 에 금속 B와 C를 각각 넣어 반응시켰으므로 I과 II에서 생성되는 금속 A의 몰수는 모두 같다. 화학 반응식으로부터 일정량의 A^{2+} 과 반응하는 B와 C의 몰수 비를 구하면 $B:C=3:1$ 이다. 따라서 I과 II에서 반응이 일어날 때 넣어 준 금속의 몰수에 따른 총 이온 수는 ①과 같다.

정답①

17. 중화 반응과 양적 관계

(가)~(다)에서 2가지 염기 수용액을 사용했으므로 반응 후 H^+ 이 남아 있다면 혼합 용액 속에는 3종류의 양이온이 들어 있으며, H^+ 이 모두 반응했다면 혼합 용액 속에는 2종류의 양이온(Na^+ , K^+)이 들어 있다.

[정답맞히기] ④ 용액 (가)와 (나)에서 혼합 용액 내 양이온 수의 비가 1:2, 1:9중 하나이므로, (가)와 (나)에는 2종류의 양이온만 들어 있으며 $HCl(aq)$ 에 들어 있는 H^+ 은 모두 반응하였다. 따라서 (가)와 (나)에서 $HCl(aq)$ 에 들어 있는 H^+ 수는 생성된 H_2O 수와 같으므로 $HCl(aq)$ 10 mL에 들어 있는 H^+ 수는 $2N$ 이다.

㉠과 ㉡은 각각 1:2와 1:9 중 하나이므로 용액 (가)에 들어 있는 양이온 수비를 $Na^+:K^+=9:1$ 이라고 가정한다면 $NaOH(aq)$ 30 mL 속에 들어 있는 OH^- 수는 $9N$, $KOH(aq)$ 10 mL 속에 들어 있는 OH^- 수는 N 이라고 할 수 있다. 이를 바탕으로 각 용액의 이온 수를 나타내면 표와 같으며, 주어진 조건에 부합한다.

용액		혼합 전 용액의 부피(mL)			생성된 물 분자 수	혼합 용액 내 양이온 수의 비
		HCl(aq)	NaOH(aq)	KOH(aq)		
(가)	부피	20	30	10	x $4N$	⊖ $\text{Na}^+:\text{K}^+$ $=9:1$
	이온 수	$\text{H}^+ 4N$	$\text{Na}^+ 9N$	$\text{K}^+ N$		
		$\text{Cl}^- 4N$	$\text{OH}^- 9N$	$\text{OH}^- N$		
(나)	부피	10	20	30	$2N$	⊖ $\text{Na}^+:\text{K}^+$ $=2:1$
	이온 수	$\text{H}^+ 2N$	$\text{Na}^+ 6N$	$\text{K}^+ 3N$		
		$\text{Cl}^- 2N$	$\text{OH}^- 6N$	$\text{OH}^- 3N$		
(다)	부피	30	10	20	$5N$	
	이온 수	$\text{H}^+ 6N$	$\text{Na}^+ 3N$	$\text{K}^+ 2N$		
		$\text{Cl}^- 6N$	$\text{OH}^- 3N$	$\text{OH}^- 2N$		

위 표에서 알 수 있듯이 (가)에서는 $\text{OH}^- 6N$, (나)에서는 $\text{OH}^- 7N$ 이 남고, (다)에서는 $\text{H}^+ N$ 이 남으므로 (가), (나), (다)를 모두 혼합한 용액에서 $\text{H}^+ N$ 과 $\text{OH}^- N$ 이 중화 중화 반응하므로 OH^- 수는 $12N$ 이다. 따라서 $x=4N$ 이므로 (가), (나), (다)를 모두 혼합한 용액에서 OH^- 수는 $3x$ 이다. 정답④

18. 탄화수소의 원소 분석 실험

탄화수소의 원소 분석 실험에서 A관은 CaCl_2 을 채운 관으로 H_2O 을 흡수하고, B관은 NaOH 을 채운 관으로 CO_2 를 흡수한다. 따라서 탄화수소를 완전 연소시킬 때 생성되는 H_2O 의 질량은 A관의 증가한 질량과 같고, CO_2 의 질량은 B관의 증가한 질량과 같다.

[정답맞히기] ② $\frac{x}{18}=a$, $\frac{y}{44}=b$ 라고 할 때, 탄화수소 $\text{X}(s)$ 에 포함된 H, C의 질량은

$$\text{H의 질량(mg)} = 2 \times \text{A관의 증가한 질량} \times \frac{\text{H의 원자량}}{\text{H}_2\text{O의 분자량}} = 2 \times x \times \frac{1}{18} = \frac{2x}{18} = 2a$$

$$\text{C의 질량(mg)} = \text{B관의 증가한 질량} \times \frac{\text{C의 원자량}}{\text{CO}_2\text{의 분자량}} = y \times \frac{12}{44} = \frac{12y}{44} = 12b \text{이다.}$$

연소시킨 $\text{X}(s)$ 의 질량이 160 mg이므로 $2a+12b=160$ 이다. -----①

또한 넣어 준 산소의 부피가 600 mL이고 반응 후 남은 산소의 부피가 240 mL이므로

반응한 산소의 부피는 360 mL이며, 산소(O_2) 360 mL는 $0.015\text{몰}(=\frac{0.36}{24}\text{몰})$ 이고, $480\text{mg}(= (0.015 \times 32) \times 1000)$ 이다.

연소 생성물에 포함된 산소(O)의 질량을 각각 구하면 다음과 같다.

$$\text{H}_2\text{O에 포함된 O의 질량(mg)} = \text{A관의 증가한 질량} \times \frac{\text{O의 원자량}}{\text{H}_2\text{O의 분자량}} = x \times \frac{16}{18} = \frac{16x}{18} = 16a$$

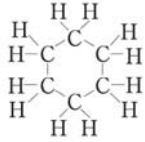
$$\text{CO}_2\text{에 포함된 O의 질량(mg)} = 2 \times \text{B관의 증가한 질량} \times \frac{\text{O의 원자량}}{\text{CO}_2\text{의 분자량}} = 2y \times \frac{16}{44} = \frac{32y}{44} = 32b$$

반응한 산소의 질량은 연소 생성물에 포함된 산소의 질량의 합과 같으므로 $16a+32b=480$ 이다. -----②

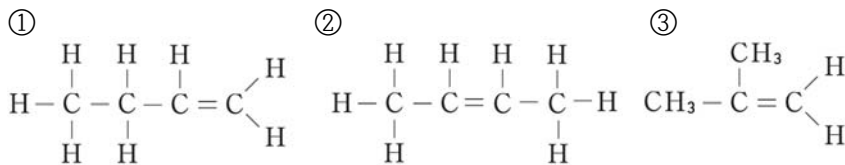
①과 ②를 풀면 $a=5$, $b=\frac{25}{2}$ 이므로 $a+b=\frac{x}{18}+\frac{y}{44}=5+\frac{25}{2}=\frac{35}{2}$ 이다. 정답②

19. 탄화수소 분자의 구조

Z는 H원자 2개와 결합한 C 원자 수가 6이므로 분자식이 $C_6H_{12}(C_6H_l)$ 인 고리모양 포화 탄화수소이다.

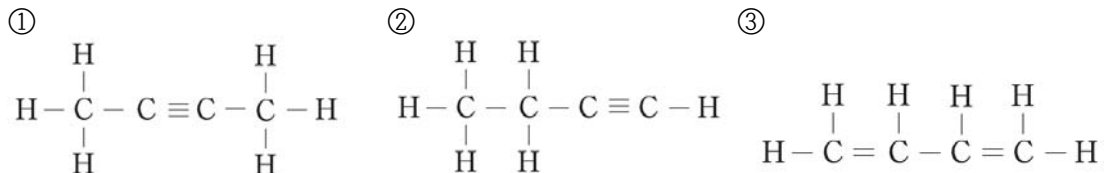


실험식이 같은 탄화수소는 2가지이므로 C_mH_6 와 C_nH_{12-n} 중 하나는 C_6H_{12} 와 실험식이 같은 탄화수소인 데, C_mH_6 가 C_3H_6 라면 H원자 2개와 결합한 C 원자 수가 1이므로 제시된 조건에 맞지 않는다. 따라서 C_nH_{12-n} 가 C_6H_{12} 과 실험식(CH_2)이 같은 탄화수소이며, 분자식은 C_4H_8 이다. 사슬 모양 탄화수소인 C_4H_8 의 가능한 분자식은 아래의 3가지이다.

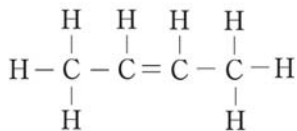


이 중 H원자 2개와 결합한 C 원자 수가 0인 탄화수소의 구조식은 ②이며, ②의 C_4H_8 에서 $\frac{\text{H원자 1개와 결합한 C원자 수}}{\text{H원자 3개와 결합한 C원자 수}} = 1$ 이므로 C_4H_8 는 X이다.

C_mH_6 에서 $m=3$ 이면 실험식이 CH_2 인 탄화수소의 가짓수가 3이므로 조건에 맞지 않고, $m=5$ 인 탄화수소(C_5H_6)도 조건에 맞지 않으므로 $m=4$ 이며, 가능한 구조식은 다음과 같다. 이 중 H원자 2개와 결합한 C 원자 수가 0인 탄화수소의 구조식은 ①이므로, Y는 C_4H_6 이다.



[정답맞히기] ㄱ. X의 구조식은 다음과 같다.



2중 결합을 이루고 있는 C원자에 결합된 원자들은 평면 삼각형의 꼭짓점에 배열되므로 평면 구조를 이룬다. 따라서 4개의 C원자는 동일 평면에 있다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. Y는 C_4H_6 이며, 3중 결합이 있다.

ㄷ. Z는 C_6H_{12} 이며, 고리 모양 탄화수소로 C원자를 중심으로 결합된 4개의 원자가 사면체형의 배열을 하고 있으므로 탄소 사이의 결합각은 약 109.5° 이다.

20. 기체의 반응과 양적 관계

반응 전 실린더 I 에서 $\frac{A \text{의 몰수}}{B \text{의 몰수}} > 2$ 이므로 (나)에서 반응 후 실린더 I 에 A(g)가 남는다. 또한 (다)에서 콕을 열었을 때 반응이 일어났으므로 반응 후 (나)의 실린더 II 에는 B(g)가 남는다.

[정답맞히기] ⑤ 일정한 온도와 압력에서 기체의 몰수는 기체의 부피에 비례하므로, (가)에서 실린더 I 과 II 의 부피가 각각 10 L 일 때, 실린더 속에 들어 있는 혼합 기체의 몰수를 각각 n 몰이라고 가정할 수 있다. 또한 (가)에서 실린더 I 에 들어 있는 B(g)의 몰수를 x 몰, 실린더 II 에 들어 있는 A(g)의 몰수를 y 몰이라고 할 때, 기체 반응에서의 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

[실린더 I]				[실린더 II]			
	$A(g) + bB(g) \rightarrow 2C(g)$				$A(g) + bB(g) \rightarrow 2C(g)$		
반응 전 몰수	$n-x$	x	0	반응 전 몰수	y	$n-y$	0
반응 몰수	$-\frac{x}{b}$	$-x$	$+\frac{2x}{b}$	반응 몰수	$-y$	$-by$	$+2y$
반응 후 몰수	$n-x-\frac{x}{b}$	0	$\frac{2x}{b}$	반응 후 몰수	0	$n-y-by$	$2y$

i) $b=1$ 이라면 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수가 같으므로 반응 전 후 혼합 기체의 부피는 같아야 하는데, (나)에서 반응 후 부피가 8L로 감소하였으므로 $b \neq 1$ 이다.

ii) $b=2$ 라면 일정한 온도와 압력에서 기체의 부피 비는 기체의 몰수 비와 같으므로 실린더 I 에서 반응 전:반응 후=10:8= $n:n-x+\frac{x}{b}$, $x=\frac{2}{5}n$ 이다. 실린더 I 에서 반응 전

A(g)의 몰수는 $\frac{3}{5}n$ 몰, B(g)의 몰수(x)는 $\frac{2}{5}n$ 몰이므로, $\frac{A \text{의 몰수}}{B \text{의 몰수}} = \frac{3}{2}$ 이다. 따라서

$\frac{A \text{의 몰수}}{B \text{의 몰수}}$ 가 제시된 조건에 맞지 않으므로 $b \neq 2$ 이다.

iii) $b=3$ 이므로 $10:8=n:n-x+\frac{x}{b}$, $x=\frac{3}{10}n$ 이고, $10:8=n:n+y-by$, $y=\frac{1}{10}n$ 이다.

이 값을 대입하여 풀면

[실린더 I]				[실린더 II]			
	$A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g)$				$A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g)$		
반응 전 몰수	$\frac{7}{10}n$	$\frac{3}{10}n$	0	반응 전 몰수	$\frac{1}{10}n$	$\frac{9}{10}n$	0
반응 몰수	$-\frac{1}{10}n$	$-\frac{3}{10}n$	$+\frac{2}{10}n$	반응 몰수	$-\frac{1}{10}n$	$-\frac{3}{10}n$	$+\frac{2}{10}n$
반응 후 몰수	$\frac{6}{10}n$	0	$\frac{2}{10}n$	반응 후 몰수	0	$\frac{6}{10}n$	$\frac{2}{10}n$

반응 후 실린더 I 과 II 의 혼합 기체의 몰수가 각각 $\frac{4}{5}n$ 이므로 제시된 조건과 부합한다.

(다)에서 콕을 열어 반응시켰을 때의 양적 관계는 다음과 같다.

[실린더 I]

$$A(g) + 3B(g) \rightarrow 2C(g)$$

반응 전 몰수	$\frac{3}{5}n$	$\frac{3}{5}n$	$\frac{2}{5}n$
반응 몰수	$-\frac{1}{5}n$	$-\frac{3}{5}n$	$+\frac{2}{5}n$
반응 후 몰수	$\frac{2}{5}n$	0	$\frac{4}{5}n$

혼합 기체의 몰수는 $\frac{6}{5}n$ 몰이고, 실린더 I 과 II의 부피는 같으므로 실린더 I에는 혼합 기체 $\frac{3}{5}n$ 몰이 들어 있으며, 부피(L)는 $V=6$ 이다.

따라서 (나)의 실린더 I에서 $C(g)$ 의 몰수는 $\frac{1}{5}n$ 몰, 부피는 8 L이고, (다)의 실린더 I

에서 $C(g)$ 의 몰수는 $\frac{2}{5}n$ 몰, 부피는 6 L이므로, 밀도는 각각 $d_1 = \frac{\frac{1}{5}n}{8} = \frac{1}{40}n$,

$d_2 = \frac{\frac{2}{5}n}{6} = \frac{2}{30}n$ 이며, $\frac{d_1}{d_2} = \frac{\frac{1}{40}n}{\frac{2}{30}n} = \frac{3}{8}$ 이다.

정답⑤