

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

1. 원소와 화합물

원소는 1가지 성분으로 이루어진 순물질이고, 화합물은 2가지 이상의 성분으로 이루어진 순물질이다.

[정답맞히기] ② 철(Fe)과 수소(H_2)는 각각 1가지 성분으로 이루어져 있으므로 원소이다. 따라서 원소의 수는 2이다. **정답②**

[오답피하기] 일산화 탄소(CO), 산화 철(Fe_2O_3 , Fe_3O_4), 암모니아(NH_3)는 모두 화합물이다.

2. 톰슨의 원자 모형

톰슨은 음극선 실험을 통해 (-)전하를 띠는 입자인 전자를 발견하였고, 원자핵은 러더퍼드의 α 입자 산란 실험을 통해 발견되었다.

[정답맞히기] ② 톰슨의 원자 모형으로 (+)전하가 고르게 분포된 공에 (-)전하를 띤 전자가 박혀 있는 원자 모형이다. **정답②**

[오답피하기] ① 돌턴의 원자 모형으로 단단하고 더 이상 쪼갤 수 없는 구형의 모형이므로 전자의 존재를 설명할 수 없다.

③~⑤는 각각 러더퍼드의 원자모형, 보어의 원자모형, 현대적 원자 모형이다.

3. 원자량과 몰수

원자 1몰의 질량(g)은 원자량에 g을 붙인 값과 같다.

[정답맞히기] ㄱ. ^{12}C 1몰의 질량이 12.000 g이고, ^{12}C 1몰에는 아보가드로수 만큼의 ^{12}C 원자가 존재하므로 ^{12}C 1개의 질량은 $\frac{12.000}{\text{아보가드로수}}$ g이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 1 g에 있는 원자의 몰수는 $\frac{1}{\text{원자량}}$ 몰이므로 원자량이 클수록 원자의 몰수는 작다. 따라서 1 g에 있는 원자의 몰수는 ^{16}O 가 가장 작다.

ㄷ. ^{12}C 12.000 g에는 1몰의 ^{12}C 원자가 있다. $^{16}O_2$ 의 분자량은 (2×15.995) 이므로 $^{16}O_2$ 15.995 g에는 $\frac{1}{2}$ 몰의 $^{16}O_2$ 분자가 있다.

4. 용융액의 전기 분해 장치

염화 나트륨(NaCl)과 같은 이온 결합 화합물은 상온에서 대부분 고체로 존재하며, 이온 사이의 전기적 인력에 의해 결합되어 있으므로 녹는점이 높다.

[정답맞히기] ④ $NaCl(s)$ 의 녹는점이 높아 상온에서 고체 상태로 존재하므로 가열 장치로 열을 가하여 용융액으로 만들고 전기 분해하여야 한다. **정답④**

5. 분자의 구조와 성질

(가)는 CO_2 ($\text{O}=\text{C}=\text{O}$), (나)는 HCN ($\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$)의 화학 결합 모형을 나타낸 것이다.

[정답맞히기] ① (가)의 분자 구조가 직선형이고 중심 원자 C에는 결합된 원자가 모두 O이므로 (가)는 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이다. (나)의 분자 구조도 직선형이지만 중심 원자 C에 결합된 원자가 각각 H와 N이므로 (나)는 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아닌 극성 분자이다. 정답①

[오답피하기] ② (가)는 2개의 2중 결합이, (나)는 1개의 3중 결합이 있다.

③ (가)의 C는 O와, (나)의 C는 H, N와 각각 극성 공유 결합을 이루고 있다.

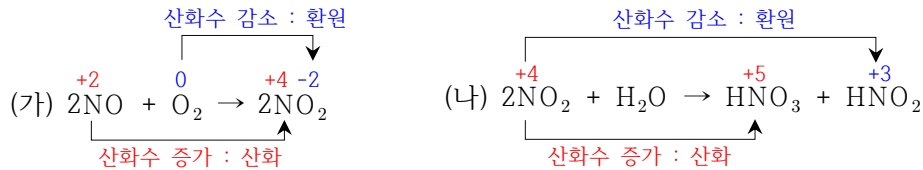
④ (가)와 (나)의 중심 원자인 C에는 비공유 전자쌍이 없으므로 (가)와 (나)의 분자 구조는 모두 직선형이다.

⑤ (가)는 2개의 2중 결합, (나)는 단일 결합과 3중 결합이 있으므로, (가)와 (나)는 모두 공유 전자쌍 수가 4이다.

6. 산화 환원 반응

원자의 산화수가 증가하거나 감소하는 반응은 산화 환원 반응이다. 또한 대부분의 화합물에서 H의 산화수는 +1이고, O의 산화수는 -2이다.

[정답맞히기] ③ (가)와 (나)의 산화수 변화를 나타내면 다음과 같다.



따라서 (가)와 (나)는 산화 환원 반응이다. 정답③

[오답피하기] (다)는 원자의 산화수 변화가 없으므로 산화 환원 반응이 아니다.

7. 이온과 원자의 전자 배치

4가지 이온의 전자 배치로부터 원자 A~D의 바닥상태 전자 배치를 나타내면 다음과 같다.

A : $1s^2 2s^1$, B : $1s^2 2s^2 2p^5$, C : $1s^2 2s^2 2p^4$, D : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$

[정답맞히기] ㄱ. 원자가 전자는 바닥상태 전자 배치에서 가장 바깥 전자껍질에 있는 전자로 화학 결합에 관여한다. 원자가 전자 수는 A 1개, B 7개, C 6개, D 1개로 B가 가장 크다. ㄴ. A는 2주기 1족 원소, D는 4주기 1족 원소이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. B는 2주기 17족 원소인 플루오린(F), C는 2주기 16족 원소인 산소(O)이며, 비금속 원소인 F와 O는 공유 결합을 이루므로 $\text{CB}_2(\text{OF}_2)$ 는 공유 결합 물질이다.

8. 아미노산과 핵산의 구성 물질

(가)는 중심 탄소(C) 원자에 $-\text{NH}_2$ 와 $-\text{COOH}$ 가 결합되어 있으므로 아미노산 중 하나이며 단백질을 구성한다. (나)는 인산과 반복적으로 결합하여 DNA의 바깥쪽 골격을 형성한다. (다)는 염기 중 하나이다.

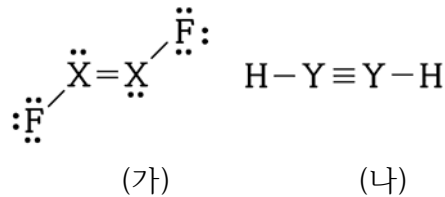
[정답맞히기] ㄱ. (가)~(다)는 각각 비금속 원소인 H, C, O, N으로 구성되어 있으므로 모두 공유 결합 물질이다.

ㄷ. CO₂ 분자 1개에는 C 원자 1개를 포함하므로, 분자 1몰을 완전 연소할 때 생성되는 CO₂의 몰수는 분자 1몰에 포함된 C 원자의 몰수와 같다. (가)~(다)의 분자 1개에는 각각 5개의 C 원자를 포함하므로 (가)~(다) 분자 1몰을 각각 완전 연소시킬 때 생성되는 CO₂의 몰수는 5몰로 모두 같다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. DNA를 구성하는 물질은 (나)와 (다)이다.

9. 분자의 성질

수소(H)와 플루오린(F)은 각각 1개의 공유 결합을 형성한다. (가)는 공유 전자쌍 수가 총 4개인데 X와 F 원자 사이에 1개의 전자쌍을 공유하고 있으므로, X 원자 사이에는 2개의 공유 전자쌍이 있다. (나)는 공유 전자쌍 수가 총 5개인데 Y와 H 원자 사이에 1개의 전자쌍을 공유하고 있으므로, Y 원자 사이에는 3개의 공유 전자쌍이 있다. 또한 X와 Y는 각각 옥텟 규칙을 만족하므로 X에는 1개의 비공유 전자쌍이 있고, Y에는 비공유 전자쌍이 없다. 따라서 (가)와 (나)의 구조식은 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ. X는 1개의 비공유 전자쌍과 3개의 공유 전자쌍이 있으므로 원자가 전자 수가 5이다. 따라서 2주기 15족 원소인 질소(N)이다.

ㄴ. (나)의 분자 구조는 직선형으로 분자의 쌍극자 모멘트는 0이고 무극성 분자이다.

ㄷ. (가)의 X에는 비공유 전자쌍이 있으므로 F-X=X는 굽은 형의 구조를 이룬다. 따라서 결합각은 (나)가 (가)보다 크다. 정답⑤

10. 탄소 화합물의 성분 분석

아스코브산에 포함된 H, C, O의 질량과 실험식은 다음과 같이 구한다.

$$\text{H의 질량} = 2 \times \text{A관의 증가한 질량} \times \frac{\text{H의 원자량}}{\text{H}_2\text{O의 분자량}} = 2 \times 0.72 \times \frac{1}{18} = 0.08 \text{ g}$$

$$\text{C의 질량} = \text{B관의 증가한 질량} \times \frac{\text{C의 원자량}}{\text{CO}_2\text{의 분자량}} = 2.64 \times \frac{12}{44} = 0.72 \text{ g}$$

$$\text{O의 질량} = \text{아스코브산의 질량} - (\text{C의 질량} + \text{H의 질량}) = 1.76 - (0.72 + 0.08) = 0.96 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{아스코브산 분자를 구성하는 원자의 몰수 비} &= \frac{\text{C의 질량}}{\text{C의 원자량}} : \frac{\text{H의 질량}}{\text{H의 원자량}} : \frac{\text{O의 질량}}{\text{O의 원자량}} \\ &= \frac{0.72}{12} : \frac{0.08}{1} : \frac{0.96}{16} = 3 : 4 : 3 \text{이며, 실험식은 } \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 \text{이다.} \end{aligned}$$

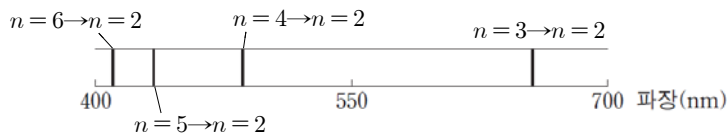
[정답맞히기] ㄱ. 1.76 g의 아스코브산에 H 0.08 g과 C 0.72 g이 들어 있으므로 아스코브산에는 0.96 g의 O가 들어 있다.

ㄷ. 실험식량은 구성 원자의 원자량의 합과 같다. 아스코브산의 실험식은 $C_3H_4O_3$ 이므로 실험식량은 $12 \times 3 + 1 \times 4 + 16 \times 3 = 88$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. C와 H의 몰수 비는 $\frac{C의 질량}{C의 원자량} : \frac{H의 질량}{H의 원자량} = \frac{0.72}{12} : \frac{0.08}{1} = 3 : 4$ 이다.

11. 수소 원자의 선 스펙트럼

수소 원자의 가시광선 영역의 선 스펙트럼은 전자가 $n = 3, 4, 5, 6$ 에서 $n = 2$ 로 전이될 때의 선 스펙트럼이며, 각 전자 전이에서 방출되는 빛의 파장은 다음과 같다.



그림에서 보면 알 수 있듯이 전자가 전이될 때 방출되는 빛의 파장은 전자껍질 사이의 에너지 준위 차이가 작을수록 길다. 또한 파장과 파장 사이의 간격은 전자가 전이 전 상태의 에너지 준위가 높은 전자껍질에서 $n = 2$ 인 전자껍질로 전이될수록 파장과 파장 사이의 간격은 좁아진다.

[정답맞히기] ① 수소 원자의 전자가 들뜬 상태($n = 2, 3, 4, 5$)에서 각각 바닥상태($n = 1$)로 전이할 때 방출되는 빛의 에너지는 가시광선 영역의 빛 에너지보다 크므로, 이 때 방출되는 빛의 파장은 가시광선 영역에 해당하는 빛의 파장보다 짧다. 또한 전자가 전이 전 상태의 에너지 준위가 높은 전자껍질에서 전이될수록 파장과 파장 사이의 간격은 좁아지므로 선지 ①과 같은 선 스펙트럼이 나타난다. 정답①

12. 산과 염기의 정의

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 CH_3COOH 은 물에 녹아 수소 이온(H^+)을 내놓았으므로 아레니우스 산이다.

ㄴ. (나)에서 BF_3 는 F^- 의 비공유 전자쌍을 받아 결합하였으므로 루이스 산이다.

ㄷ. (다)에서 HCO_3^- 은 HF 의 양성자(H^+)를 받아 H_2CO_3 이 되었으므로 브뢴스테드-로우리 염기이다. 정답⑤

13. 순차적 이온화 에너지

2주기 원소의 원자의 제1 이온화 에너지는 1족 < 13족 < 2족 < 14족 < 16족 < 15족 < 17족 < 18족이다. 또한 1족 원소의 원자는 전자 1개를 잃으면 18족과 같은 전자 배치를 갖게 되므로 두 번째 전자를 떼어내기가 매우 어려우므로 제2 이온화 에너지가 매우 크다.

[정답맞히기] ④ 제1 이온화 에너지가 그림의 X, Y, Z와 같은 경향성을 나타내는 경우는 X, Y, Z가 1족, 2족, 13족 원소의 원자이거나 14족, 15족, 16족 원소의 원자인 경우이다. 만일 X, Y, Z가 1족, 2족, 13족 원소의 원자라면 제2 이온화 에너지는 1족 원소의 원자가 가장 커야 하므로 주어진 그림과 맞지 않다. 따라서 X, Y, Z는 각각 14족, 15족, 16족 원소의 원자이므로 각각 X는 C, Y는 N, Z는 O이다. 정답④

14. 이온, 원자의 전자 배치와 홀전자 수

바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 0, 1, 2, 3 중 하나이며, $\frac{p\text{오비탈의 홀전자 수}}{p\text{오비탈의 총전자 수}} = 1$ 인 경우는 p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 1, 2, 3 중 하나이다. A^- 의 경우 A가 전자 1개를 얻었을 때 $\frac{p\text{오비탈의 홀전자 수}}{p\text{오비탈의 총전자 수}} = \frac{1}{2}$ 이므로 p 오비탈의 총 전자 수가 4개인 경우이다. B^+ 의 경우 B가 전자 1개를 잃어도 $\frac{p\text{오비탈의 홀전자 수}}{p\text{오비탈의 총전자 수}} = 1$ 이므로 p 오비탈의 총 전자 수가 3개 또는 2개인 경우이다. 이 때 B의 p 오비탈의 총 전자 수가 3개인 경우 A와 B가 같은 원소가 되므로 B의 p 오비탈의 총 전자 수는 2개이다.

입자	A	A^-	B	B^+
$\frac{p\text{오비탈의 홀전자 수}}{p\text{오비탈의 총전자 수}}$	1	$\frac{1}{2}$	1	1
p 오비탈의 홀전자 수	3	2	2	1
p 오비탈의 총 전자 수	3	4	2	1
바닥상태 전자 배치	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$	$1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$	$1s^2 2s^2 2p_x^1$

[정답맞히기] ㄴ. p 오비탈의 홀전자 수는 A가 3, B가 2로 A가 B보다 크다.

ㄷ. p 오비탈의 총 전자 수는 A가 3, B가 2로 A가 B보다 크다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. A는 바닥상태 전자 배치에서 p 오비탈의 총 전자 수가 3개이므로 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 인 2주기 15족 원소이다.

15. 원소의 주기적 성질

같은 주기에서 원자 번호가 작을수록 원자 반지름이 크고, 같은 족에서 원자 번호가 클수록 원자 반지름이 크다. 2주기 원소인 A의 원자 반지름이 3주기 원소인 B의 원자 반지름보다 크므로 A는 1족에 가까운 원소이고 B는 17족에 가까운 원소이다. 또한 주어진 그림에서 이온 반지름 $\ominus$ 은 A와 B의 원자 반지름보다 작고, 이온 반지름 $\ominus$ 은 A와 B의 원자 반지름보다 크므로 A는 금속 원소, B는 비금속 원소이다.

족 \ 주기	1	2	13	14	15	16	17
2	A는 1족, 2족 원소 중 하나이다.						
3					B는 15, 16, 17족 원소 중 하나이다.		

[정답맞히기] ㄱ. A는 2주기 금속 원소, B는 3주기 비금속 원소이므로 원자가 전자 수는 B가 A보다 크다.

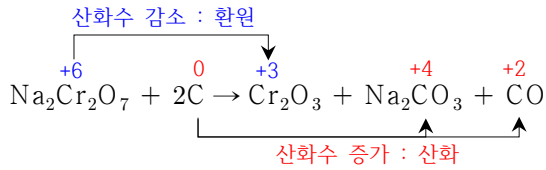
ㄷ. $\ominus$ 은 B의 이온 반지름이다.

정답④

[오답피하기] ㄴ. A는 2주기 금속 원소이므로 이온의 전자 배치는 헬륨(He)과 같고, B는 3주기 비금속 원소이므로 이온의 전자 배치는 아르곤(Ar)과 같다.

16. 산화 환원 반응

화합물에서 Na의 산화수는 +1, O는 -2이며, 주어진 반응의 산화수 변화는 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄴ. Cr의 산화수는 +6에서 +3으로 감소한다.

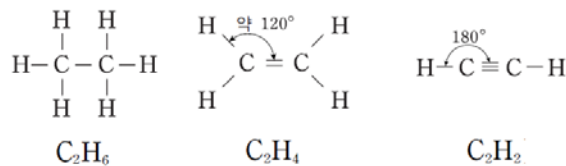
정답②

[오답피하기] ㄱ. ㉠ C는 자신은 산화되면서 Cr을 환원시켰으므로 환원제이다.

ㄷ. Na_2CO_3 에서 Na의 산화수는 +1, O의 산화수는 -2이고 화합물을 구성하는 원자의 산화수의 합은 0이므로 $(+1 \times 2) + (\text{C의 산화수}) + (-2 \times 3) = 0$ 이므로 ㉡ C의 산화수는 +4이다. ㉢ C의 산화수는 +2이므로 ㉠과 ㉢의 산화수는 같지 않다.

17. 탄화수소와 분자 구조

실험식이 CH_3 인 탄화수소의 분자식은 C_2H_6 이다. X와 Z의 탄소 원자 수는 같으므로 Z의 분자식은 C_2H_2 이다. 또한 실험식이 CH_2 인 탄화수소 중에서 분자의 구조가 평면 구조인 분자는 C_2H_4 이다.



[정답맞히기] ④ 분자식이 X는 C_2H_6 , Y는 C_2H_4 이므로 X와 Y의 수소 원자 수비는 3:2이다.

정답④

[오답피하기] ① X를 구성하는 C원자에는 4개의 다른 원자가 결합되어 있으며, 이 4개의 원자가 사면체 꼭짓점에 위치하므로 X의 구조는 입체 구조이다.

② Y에는 2중 결합이 있다.

③ Z의 구조는 직선형이므로 결합각은 180° 이다.

⑤ X, Y, Z의 탄소 수는 각각 2이므로 탄소 원자의 총합은 6이다.

18. 산과 염기의 중화 반응

혼합 용액의 전체 이온 수는 혼합 용액이 산성이면 혼합 전 HCl(aq) 의 전체 이온의 몰수, 염기성이면 혼합 전 염기 수용액의 전체 이온의 몰수와 같다.

혼합 전 용액 속에 있는 이온 수를 계산하면 다음과 같다.

혼합 용액	혼합 전 용액의 부피(mL)			총 부피(mL)	단위 부피당 이온 수 ㉠	총 이온 수 ㉠×㉡
	HCl(aq)	NaOH(aq)	KOH(aq)			
(가)	10 60N	0	10 20N	20	3N	60N
(나)	10 60N	10 100N	0	20	5N	100N
(다)	10 60N	10 100N	10 20N	30	4N	120N

[정답맞히기] ㄱ. 단위 부피당 이온 수는 HCl(aq) 이 $\frac{60N}{10}=6N$, KOH(aq) 이 $\frac{20N}{10}=2N$

이므로 HCl(aq) 이 KOH(aq) 보다 크다.

ㄴ. (가)에서 H^+ 30N과 OH^- 10N이 반응하였으므로 H^+ 20N이 남아 있다. 또한 NaOH(aq) 10mL 속에는 OH^- 이 50N이므로 NaOH(aq) 4mL 속에 있는 OH^- 은 20N이다. 따라서 (가)에 NaOH(aq) 4mL를 넣어 주면 남아 있던 H^+ 이 모두 반응하므로 혼합 용액은 중성이다.

ㄷ. (가)에는 H^+ 20N이 남아 있고, (나)에서 H^+ 30N과 OH^- 50N이 반응하였으므로 OH^- 20N이 남아 있다. 따라서 (가)와 (나)를 혼합한 용액은 중성이다. **정답⑤**

19. 기체 반응과 양적 관계

화학 반응식에서 계수 비는 몰수 비와 같으며, 기체의 경우 부피비와 같다.

㉠과 ㉡에서 생성된 C의 질량이 같으므로 ㉠에서 A 12L와 넣어준 B w g이 모두 반응하여 반응이 완결되었다.

[정답맞히기] ① ㉠에서 반응이 완결되었으므로 A 12 L와 넣어준 B w g이 모두 반응하였으며, 실린더에는 기체 C만 존재하므로 생성된 C의 부피는 24L이다. ㉠과 ㉡에서 추가로 B w g을 넣었을 때 증가한 부피가 12L이므로 B w g의 부피는 12L임을 알 수 있다.

㉠에서 반응한 기체 A, B, C의 부피 비는 화학 반응식의 계수 비와 같으므로 $A:B:C = 1:b:c = 12L:12L:24L$, $b=1$, $c=2$ 이다.

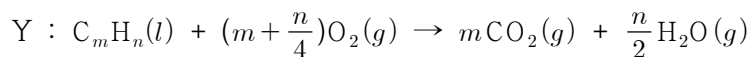
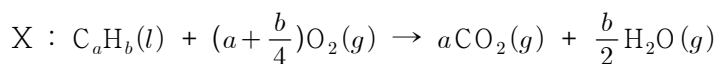
㉠과 ㉡에서 B 0.5몰(=12L)의 질량이 w g이므로 B 1몰의 질량은 $2w$ g이며, B의 분자량은 $2w$ 이다.

따라서 $(b-c) \times (\text{B의 분자량}) = (1-2) \times 2w = -2w$ 이다.

정답①

20. 탄화수소의 연소 반응과 양적 관계

탄화수소 X, Y의 분자식을 각각 C_aH_b , C_mH_n 이라고 한다면 연소 반응의 화학 반응식을 각각 다음과 같이 나타낼 수 있다.



실험 I에서 X를 완전 연소시키기 전 실린더에 있는 기체는 O_2 5L이고, 연소 후 실린더에 있는 기체는 $\text{CO}_2(g)$ 와 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 6L이다. 기체의 부피 비는 화학 반응식의 계수 비와 같으므로 $5:6 = (a + \frac{b}{4}) : (a + \frac{b}{2})$ 이고, $a=b$ 이다. 따라서 X의 실험식은 CH 이다.

실험 II에서 Y를 완전 연소시키기 전 실린더에 있는 기체는 O_2 17L이고, 연소 후 실린더에 있는 기체는 $\text{CO}_2(g)$ 와 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 22L이다. $17:22 = (m + \frac{n}{4}) : (m + \frac{n}{2})$ 이고, $5m=3n$ 이다. 따라서 X의 실험식은 C_3H_5 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 탄소의 질량 백분율은 $X(CH)$ 는 $\frac{12}{13}$ 이고, $Y(C_3H_5)$ 는 $\frac{36}{41}$ 이므로 X 가 Y 보다 크다.

ㄷ. 실험 I의 (나)에서 $CO_2(g)$ 와 $H_2O(g)$ 6L가 들어 있는 실린더에 O_2 2.5L를 더 넣었을 때

i. 반응할 X 가 없는 경우 실린더의 부피는 8.5L이다.

ii. O_2 2.5L가 모두 반응했다면 추가로 생성된 $CO_2(g)$ 와 $H_2O(g)$ 의 부피가 3L이므로 실린더의 부피는 9L이다. 따라서 실린더의 부피(V)는 $8.5L < V \leq 9.0L$ 이다. 정답③

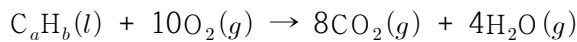
[오답피하기] ㄴ. X 의 실험식이 CH 이므로 X 를 완전 연소시키면 생성되는 기체의 부피 비는 $CO_2(g):H_2O(g)=2:1$ 이다. 실험 I의 (나)에서 실린더의 부피가 6L이므로

$CO_2(g)$ 와 $H_2O(g)$ 의 몰수의 합이 $\frac{6}{32}$ 몰이고, 기체의 부피 비는 $CO_2(g):H_2O(g)=2:1$ 이

므로 $CO_2(g)$ 가 $\frac{4}{32}$ 몰, $H_2O(g)$ 가 $\frac{2}{32}$ 몰이 있다. 실험 I에서 반응한 X 가 $\frac{1}{64}$ 몰일 때

반응한 O_2 가 $\frac{5}{32}$ 몰이고, 반응 후 $CO_2(g)$ 가 $\frac{4}{32}$ 몰, $H_2O(g)$ 가 $\frac{2}{32}$ 몰이므로 화학 반응

식에서의 계수 비는 $X:O_2:CO_2:H_2O = \frac{1}{64}:\frac{5}{32}:\frac{4}{32}:\frac{2}{32}=1:10:8:4$ 이다.



따라서 $a=8$, $b=8$ 이므로 X 의 분자식은 C_8H_8 이고, 분자량은 104이다.