

2023학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학 I 정답 및 해설

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

1. 탄소 화합물, 발열 반응

[정답맞히기] ㄱ. 에탄올(C_2H_5OH)은 살균 효과가 있으므로 의료용 소독제로 이용된다. 따라서 ‘의료용 소독제로 이용된다.’는 ㉠으로 적절하다.

ㄴ. $CaCl_2$ 을 물에 용해시키면 열이 발생하므로 $CaCl_2$ 이 물에 용해되는 반응은 발열 반응이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 탄소 화합물은 탄소(C)를 기본 골격으로 수소(H), 산소(O), 질소(N), 황(S), 인(P), 할로젠 등이 공유 결합하여 이루어진 화합물이다. 따라서 CH_4 은 탄소 화합물이지만 $CaCl_2$ 은 탄소 화합물이 아니다.

2. 루이스 전자점식

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 X에는 2개의 비공유 전자쌍이 있고 Y와 2중 결합을 형성 하였으므로 X의 원자가 전자 수는 6이다. 따라서 X는 2주기 16족 원소이므로 산소 (O)이다.

ㄷ. (가)에 있는 비공유 전자쌍 수는 4, (나)에 있는 비공유 전자쌍 수는 8이므로 비공 유 전자쌍 수는 (나)가 (가)의 2배이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 X와 Y는 2중 결합을, Y와 Z는 단일 결합을 형성하고 있으므로 (나)에서 단일 결합의 수는 2이다.

3. 화학 결합 모형

A_2B 를 형성할 때 A는 전자 1개를 잃고 B는 전자 2개를 얻으므로, A는 3주기 1족 원소인 나트륨(Na)이고 B는 2주기 16족 원소인 산소(O)이다. CBD에서 B는 C, D와 각각 단일 결합을 형성하므로 C는 1주기 1족 원소인 수소(H), D는 3주기 17족 원소인 염소(Cl)이다.

[정답맞히기] ㄱ. A(s)는 금속이므로 외부 힘에 의해 금속이 변형되어도 자유 전자가 이동하여 금속 결합을 유지할 수 있다. 따라서 A(s)는 전성(펴짐성)이 있다.

ㄴ. A는 원자가 전자 수가 1인 금속 원소이고 D는 원자가 전자 수가 7인 비금속 원소이므로 A와 D는 이온 결합을 통해 AD의 안정한 화합물을 형성한다.

ㄷ. C와 B는 모두 비금속 원소이므로 공유 결합을 통해 C_2B 를 형성한다. 따라서 C_2B 는 공유 결합 물질이다. 정답⑤

4. 극성 공유 결합과 부분 전하

두 원자가 공유 결합을 형성할 때 전기 음성도가 상대적으로 큰 원자는 부분적인 음전하(δ^-)를 띠고 전기 음성도가 상대적으로 작은 원자는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

[정답맞히기] ④ ㉠은 가설에 어긋나는 문자 쌍이므로 어떤 원자가 분자에 따라 부분적인 전하의 부호가 다른 문자 쌍이어야 한다. N의 전기 음성도는 H보다 크고 F보다 작으므로 NH₃에서 N은 부분적인 음전하(δ^-)를 띠고 NF₃에서 N은 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다. 따라서 NH₃와 NF₃는 가설에 어긋나는 문자 쌍이다. 정답④

[오답피하기] ① H의 전기 음성도는 O와 C보다 작으므로 H₂O과 CH₄에서 H는 모두 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

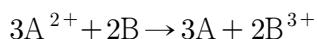
② O의 전기 음성도는 H와 C보다 크므로 H₂O과 CO₂에서 O는 모두 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

③ C의 전기 음성도는 O와 F보다 작으므로 CO₂와 CF₄에서 C는 모두 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

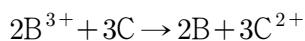
⑤ F의 전기 음성도는 N와 O보다 크므로 NF₃와 OF₂에서 F은 모두 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

5. 금속과 금속 이온의 반응(산화 환원 반응)

금속과 금속 이온의 반응에서 산화되는 물질이 잃은 전자 수와 환원되는 물질이 얻은 전자 수는 같다. (나)에서 B^{m+} 2Nmol이 생성되었으므로 반응한 B의 양은 2Nmol이다. 따라서 A²⁺ 3Nmol이 얻은 전자 수와 B 2Nmol이 잃은 전자 수는 같으므로 m=3이고, 이 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



또한 (다)에서 B³⁺ 2Nmol이 반응했을 때 생성되는 C²⁺의 양이 xNmol이므로 x=3이고, 이 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



[정답맞히기] ㉡. x=3이다. 정답②

[오답피하기] ㉠. m=3이다.

㉡. (다)에서 C(s)는 산화되고 B³⁺은 환원되므로 C(s)는 환원제이다.

6. 원소의 주기성

바닥상태 원자 W~Z의 원자 번호가 각각 8~14 중 하나이고, 모두 훌전자가 존재하므로 W~Z는 각각 O(산소), F(플루오린), Na(나트륨), Al(알루미늄), Si(규소) 중 하나이다.

전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 다음과 같다.

원자	O	F	Na	Al	Si
전자가 2개 들어 있는 오비탈 수	3	4	5	6	6

전자가 2개 들어 있는 오비탈 수의 비는 $X : Y : Z = 2 : 2 : 1$ 에서 X와 Y는 각각 Al, Si 중 하나이고, Z는 O이다.

전기 음성도는 W가 가장 크고 X가 가장 작으므로 W는 F이고, X는 Al이다. 따라서 Y는 Si이다.

[정답맞히기] ㄱ. Z(O)는 2주기 원소이다.

ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 크므로 $Y(\text{Si}) > X(\text{Al})$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 원자 번호가 작을수록 크다. 따라서 원자 번호는 $X(\text{Al}) > W(\text{F})$ 이므로 이온 반지름은 $W(\text{F}) > X(\text{Al})$ 이다.

7. 동적 평형

[정답맞히기] ㄱ. 밀폐된 진공 용기에서 동적 평형에 도달할 때까지 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 양(mol)은 증가하고, $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 양(mol)은 감소한다. (가)에서 t_2 일 때, 동적 평형에 도달하였으므로 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 양(mol)은 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 많다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 t_3 일 때, 동적 평형 상태에 도달하였으므로 $\text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(g)$ 의 정반응과 역반응은 가역적으로 일어난다.

ㄷ. 동적 평형 상태에 도달하기 전까지 H_2O 의 증발 속도 $>$ 응축 속도이고, 동적 평형 상태에 도달하였을 때 H_2O 의 증발 속도 = 응축 속도이다. (가)에서 t_2 일 때, 동적 평형 상태에 도달하였으므로 H_2O 의 $\frac{\text{증발속도}}{\text{응축속도}} = 1$ 이고, (나)에서 t_2 일 때, $\frac{\text{증발속도}}{\text{응축속도}} > 1$ 이다. 따라서 t_2 일 때, H_2O 의 $\frac{\text{증발속도}}{\text{응축속도}}$ 는 (나)에서가 (가)에서보다 크다.

8. 분자의 구조와 성질

$X \sim Z$ 는 2주기 원소이고, 수소 화합물에서 옥텟 규칙을 만족하므로 $X \sim Z$ 는 각각 C(탄소), N(질소), O(산소), F(플루오린) 중 하나이다.

(가)~(다)에서 공유 전자쌍 수는 각각 2, 3, 4이므로 (가)는 H_2O , (나)는 NH_3 , (다)는 CH_4 이다. 따라서 $X \sim Z$ 는 각각 O, N, C이다.

[정답맞히기] ㄴ. (나)의 분자 모양은 삼각뿔형, (다)의 분자 모양은 정사면체형이므로 결합각은 (다) $>$ (나)이다. 정답①

[오답피하기] ㄱ. (가)의 분자 모양은 굽은형이다.

ㄷ. (다)는 CH_4 이므로 무극성 분자이다. 따라서 (가)~(다)에서 극성 분자는 (가)와 (나) 2가지이다.

9. 용액의 몰 농도

A의 분자량은 a , A(l)의 밀도는 d_1 g/mL이므로 A(l) 10 mL의 양은 $\frac{10d_1}{a}$ mol이고,

(나)에서 만든 I의 몰 농도는 $\frac{\frac{10d_1}{a} \text{ mol}}{100 \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{100d_1}{a} \text{ M} = x \text{ M}$ 이다.

(다)에서 만든 II에서 A(l)의 밀도는 d_2 g/mL이므로 A(l) 100 g의 부피는 $\frac{100}{d_2}$ mL이고,

몰 농도는 $\frac{\frac{10d_1}{a} \text{ mol}}{\frac{100}{d_2} \times 10^{-3} \text{ L}} = \frac{100d_1 d_2}{a} \text{ M} = y \text{ M}$ 이다. 따라서 $\frac{y}{x} = \frac{\frac{100d_1 d_2}{a}}{\frac{100d_1}{a}} = d_2$ 이다. 정답③

10. 바닥상태 원자의 전자 배치

2, 3주기 13 ~ 15족 바닥상태 원자에 대한 자료는 다음과 같다.

원자	B	C	N	Al	Si	P
원자가 전자 수	3	4	5	3	4	5
홀전자 수 전자가 들어 있는 오비탈 수	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$
s 오비탈에 들어 있는 전자 수 홀전자 수	4	2	$\frac{4}{3}$	6	3	2

W와 X의 $\frac{\text{홀전자 수}}{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}$ 는 같으므로 W와 X는 각각 B와 P 중 하나이다.

$\frac{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{\text{홀전자 수}}$ 의 비는 X : Y : Z = 1 : 1 : 3이므로 X와 Y는 각각 C와 P 중 하나이고, Z는 Al이다. 따라서 X는 P, Y는 C이므로 W는 B이다.

[정답맞히기] ㄴ. 홀전자 수는 W(B)와 Z(Al)에서 모두 1로 같다.

ㄷ. s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비는 X(P) : Y(C) = 6 : 4 = 3 : 2이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. Y(C)는 2주기 원소이다.

11. 수소 원자 오비탈의 양자수

수소 원자의 오비탈에서 $n+l=1$ 인 오비탈은 2s 오비탈, 3인 오비탈은 2p, 3s 오비탈, 4인 오비탈은 3p, 4s 오비탈이므로 (가)는 2s 오비탈이다.

2s 오비탈의 $\frac{n+l+m_l}{n} = \frac{2+0+0}{2} = 1$ 이므로 (나) ~ (라)의 $\frac{n+l+m_l}{n}$ 는 각각 2, $\frac{3}{2}$,

$\frac{4}{3}$ 이다. 3s, 4s 오비탈의 $\frac{n+l+m_l}{n}$ 는 모두 1이고, 2p, 3p 오비탈의 m_l 는 -1, 0, +1

중 하나이므로 $\frac{n+l+m_l}{n}$ 는 $2p$ 오비탈이 $\frac{2+1+(-1)}{2} = 1$, $\frac{2+1+0}{2} = \frac{3}{2}$, $\frac{2+1+1}{2} = \frac{5}{2}$ 중 하나이고, $3p$ 오비탈이 $\frac{3+1+(-1)}{3} = 1$, $\frac{3+1+0}{3} = \frac{4}{3}$, $\frac{3+1+1}{3} = \frac{5}{3}$ 중 하나이다. 따라서 (나)는 $m_l = -1$ 인 $2p$, (다)는 $m_l = 0$ 인 $2p$, (라)는 $m_l = 0$ 인 $3p$ 오비탈이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)와 (다)는 각각 $2s$, $2p$ 오비탈이므로 에너지 준위는 (가)와 (다)가 같다.

ㄷ. (가)와 (라)는 각각 $2s$, $3p$ 오비탈이고, (가)와 (라)의 m_l 은 모두 0으로 같다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (나)는 $2p$ 오비탈이다.

12. 원소의 주기적 성질

W 와 X 의 $E_5 \gg E_4$ 이므로 W 와 X 는 14족 원소이다. E_5 는 $W > X$ 이므로 W 는 C, X 는 Si이다. 원자 반지름은 $X > Y$ 이므로 Y 가 O이면, Z는 P이지만 원자 반지름은 $P > O$ 이므로 자료에 부합하지 않는다. 따라서 Y 는 P, Z는 O이다.

[정답맞히기] ㄱ. X 는 Si이다.

ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $N > Po$ 이고, $O > N$ 이므로 $Z(O) > Y(P)$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. W 는 C, Y 는 P이므로 서로 다른 주기 원소이다.

13. 화학 반응식에서의 양적 관계

반응 전과 후 화학 반응에서의 양적 관계는 다음과 같다.

	$XYZ_3(s)$	\rightarrow	$XZ(s)$	+	$YZ_2(g)$
반응 전(g)		w			
반응(g)	$-w$		$+0.56w$		$+0.44w$
반응 후(g)	0		$0.56w$		$0.44w$

t °C, 1기압에서 기체 1 mol의 부피는 24 L이고, 생성된 $YZ_2(g)$ 의 부피가 120 mL이므로 생성된 $YZ_2(g)$ 의 양은 $\frac{120 \times 10^{-3} \text{ L}}{24 \text{ L/mol}} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol}$ 이다.

생성된 $YZ_2(g)$ 의 질량이 $0.44w \text{ g}$ 이므로 YZ_2 의 화학식량은 $88w (= \frac{0.44w}{5 \times 10^{-3}})$ 이다.

원자량의 비는 $X : Z = 5 : 2$ 에서 X , Z 의 원자량을 각각 $5k$, $2k$ 라 두면, Y 의 원자량이 a 이므로 YZ_2 의 화학식량은 $a + 4k = 88w$ (...①)이다.

생성된 $XZ(s)$ 의 질량이 $0.56w \text{ g}$ 이고, 반응 몰비는 $XZ(s) : YZ_2(g) = 1 : 1$ 이므로 XZ 의 화학식량은 $112w (= \frac{0.56w}{5 \times 10^{-3}})$ 이다.

XZ 의 화학식량은 $5k + 2k = 7k = 112w$ (...②)이다.

①과 ②에서 $a = 24w$ 이다.

정답②

14. 산화 환원 반응과 산화수

반응 전과 후 X 원자 수는 같으므로 $2a = d$ 이다.

$Y^{(n-1)+} 3 \text{ mol}$ 반응할 때 생성된 X^{n+} 이 1 mol 이므로 $b : d = 3 : 1$ 에서 $b = 3d$ 이다.

$X_2O_m^{2-}$ 에서 X의 산화수를 x 라 두면, O의 산화수는 -2 이므로 $2x - 2m = -2$ 에서 $x = m - 1$ 이다.

반응 물에서 $\frac{X\text{의 산화수}}{Y\text{의 산화수}} = \frac{m-1}{n-1} = 3$ 이므로 $m = 3n - 2$ (...①)이다.

반응 전과 후 O와 H의 산화수는 변하지 않으므로 X의 감소한 총 산화수와 Y의 증가한 총 산화수는 같다.

X의 감소한 산화수를 k 라고 두면, X의 산화수는 $(m-1)$ 에서 n 으로 감소하므로 $m-1-k = n$ (...②)이다. ①과 ②에서 $k = 2n - 3$ 이므로 감소한 총 산화수는 $2a \times (2n - 3)$ 이다.

Y의 산화수는 $(n-1)$ 에서 n 으로 증가하므로 증가한 총 산화수는 b 이다.

따라서 $2a \times (2n - 3) = b$ 이고, $2a = d$, $b = 3d$ 에서 $n = 3$, ①에서 $m = 7$ 이므로 $n+m = 10$ 이다.

정답③

15. 동위 원소

원소 X에서 ^{35}X 와 ^{37}X 의 자연계에 존재하는 비율(%)은 각각 a , b 이고, 평균 원자량이 35.5이므로 $\frac{35 \times a + 37 \times (100-a)}{100} = 35.5$ 에서 $a = 75$ 이므로 $b = 25$ 이다.

원소 Y에서 ^{69}Y 와 ^{71}Y 의 자연계에 존재하는 비율(%)은 각각 c , d 이고, 평균 원자량이 69.8이므로 $\frac{69 \times c + 71 \times (100-c)}{100} = 69.8$ 에서 $c = 60$ 이므로 $d = 40$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. $\frac{d}{c} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3}$ 이다.

ㄴ. 1 g의 Y에 들어 있는 양성자수는 원자량에 반비례한다. ^{69}Y 와 ^{71}Y 의 양성자수는 같고, 원자량은 $^{71}\text{Y} > ^{69}\text{Y}$ 이므로 $\frac{1\text{g의 }^{69}\text{Y에 들어 있는 양성자수}}{1\text{g의 }^{71}\text{Y에 들어 있는 양성자수}} > 1$ 이다.

ㄷ. 자연계에 존재하는 X_2 의 존재 비율은 $^{35}\text{X}^{35}\text{X} : ^{35}\text{X}^{37}\text{X} : ^{37}\text{X}^{37}\text{X} = 9 : 6 : 1$ 이고, ^{35}X 와 ^{37}X 에 들어 있는 중성자수는 각각 18, 20이므로 $^{35}\text{X}^{35}\text{X}$, $^{35}\text{X}^{37}\text{X}$, $^{37}\text{X}^{37}\text{X}$ 에 들어 있는 중성자수는 각각 36, 38, 40이다. 따라서 $X_2 1 \text{ mol}$ 에 들어 있는 중성자의 양(mol)은

$$\frac{9}{16} \times 36 + \frac{6}{16} \times 38 + \frac{1}{16} \times 40 = 37$$

정답⑤

16. 물의 자동 이온화

$\text{HCl}(aq)$ 에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} > 1$, $\text{H}_2\text{O}(l)$ 에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 1$, $\text{NaOH}(aq)$ 에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} < 1$ 이다.

따라서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 는 $\text{HCl}(aq) > \text{H}_2\text{O}(l) > \text{NaOH}(aq)$ 이므로 (가)는 $\text{H}_2\text{O}(l)$, (나)는 $\text{NaOH}(aq)$, (다)는 $\text{HCl}(aq)$ 이다.

[정답맞히기] ↘. (가)는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이므로 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 1$ 이고, (가)의 부피는 10 mL,

$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ 이므로 H_3O^+ 의 양은 $1 \times 10^{-9} \text{ mol}$ 이다. 또한 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 의 비는 (가) : (나) = $10^8 : 1$ 이므로 (나)에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 1 \times 10^{-8}$ 이고 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-11} \text{ M}$ 이다.

따라서 H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (나)의 200배이므로 $1 \times 10^{-9} = 200 \times (1 \times 10^{-11} \times \frac{x}{1000})$ 에서 $x = 500$ 이다. **정답②**

[오답피하기] ↗. (가)는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다.

☞ $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]}$ 의 비는 (가) : (다) = $10^8 : 10^{14}$ 이므로 (다)에서 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 1 \times 10^6$ 이고 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$ 이다. (나)에서 $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이므로 (나)의 pOH는 3, (다)의 pH는 4이므로 $\frac{(\text{나})\text{의 pOH}}{(\text{다})\text{의 pH}} = \frac{3}{4} < 1$ 이다.

17. 중화 적정 실험

식초에 들어 있는 H^+ 의 양(mol)은 중화점까지 넣어 준 $a \text{ M KOH}(aq)$ 에 들어 있는 OH^- 의 양(mol)과 같다.

[정답맞히기] 식초 A에서 $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 의 몰 농도를 $x \text{ M}$ 이라고 할 때, (나)에서 (가)에서 만든 식초 A 50 mL 중 20 mL만 사용했으므로 $x \times 10 \times \frac{2}{5} = a \times 30$, $x = \frac{15a}{2}$ 이고, $\frac{15a}{2} \text{ M A } 10 \text{ mL}$ 에 들어 있는 CH_3COOH 의 양(mol)은 $\frac{15a}{2} \times 0.01 = \frac{3a}{40}$ 이다. 또한 $\frac{15a}{2} \text{ M A } 10 \text{ mL}$ 의 질량은 $10d \text{ g}$ 이고, CH_3COOH 의 양은 $\frac{3a}{40} \text{ mol}$ 이다. CH_3COOH $\frac{3a}{40} \text{ mol}$ 의 질량(g)은 $\frac{3a}{40} \times 60 = \frac{9a}{2}$ 이므로 $\frac{15a}{2} \text{ M A } 1 \text{ g}$ 에 들어 있는 CH_3COOH 의 질량은 $\frac{9a}{20d} = 0.05$ 이다. 따라서 $a = \frac{d}{9}$ 이다. **정답①**

18. 기체 반응

[정답맞히기] 실험 I에서 B(g)는 모두 반응하였고 반응 후 생성물의 전체 질량은

21w g이므로 반응한 A(g)와 B(g)의 질량은 각각 5w g, 16w g이다. 따라서 반응 후 남아 있는 A(g)의 질량은 10w g이다. A(g) 15w g의 양이 3a mol이라 할 때 반응한 A(g) 5w g의 양은 a mol이므로 반응한 B(g) 16w g의 양은 4a mol이고 반응 후 남은 A(g)의 양은 2a mol, 생성물의 전체 양은 5a mol이다.

따라서 $\frac{\text{생성물의 전체 양(mol)}}{\text{남아 있는 반응물의 양(mol)}} = \frac{5}{2}$ 이다.

또한 $\frac{\text{생성물의 전체 양(mol)}}{\text{남아 있는 반응물의 양(mol)}}$ 의 비는 I:II=3:2이므로 실험 II에서 $\frac{\text{생성물의 전체 양(mol)}}{\text{남아 있는 반응물의 양(mol)}} = \frac{5}{3}$ 이다. 실험 II에서 반응한 B(g)의 양이 b mol일 때 양적 관계를 나타내면 다음과 같다.

	A(g)	+	4B(g)	\rightarrow	3C(g)	+	2D(g)	
반응 전 (mol)	2a		b					
반응(mol)	$-\frac{1}{4}b$		-b		$+\frac{5}{4}b$			
반응 후(mol)	$2a - \frac{1}{4}b$		0		$\frac{5}{4}b$			

$\frac{\text{생성물의 전체 양(mol)}}{\text{남아 있는 반응물의 양(mol)}} = \frac{\frac{5}{4}b}{2a - \frac{1}{4}b} = \frac{5}{3}$ 이므로 $b = 2a$ 이다. 따라서 B(g) xw g의

양은 2a mol이므로 $x = 8$ 이다.

III에서 A(g) 10w g의 양은 2a mol, B(g) 48w g의 양은 12a mol이고, A(g) 2a mol이 모두 반응하므로 반응 후 남아 있는 B(g)의 양은 4a mol, 생성물의 전체 양은 10a mol이다.

III에서 $\frac{\text{생성물의 전체 양(mol)}}{\text{남아 있는 반응물의 양(mol)}} = \frac{5}{2}$ 이고, $\frac{\text{생성물의 전체 양(mol)}}{\text{남아 있는 반응물의 양(mol)}}$ 의 비는 I:III = $\frac{5}{2} : \frac{5}{2} = 3:y$ 이므로 $y = 3$ 이다. 따라서 $x = 8$, $y = 3$ 으로 $x+y = 11$ 이다. 정답①

19. 중화 반응의 양적 관계

[정답맞히기] (가)는 중성이므로 반응한 H⁺의 양(mol)과 OH⁻의 양(mol)은 같다. 따라서 $a \times 3V + 2 \times b \times V = \frac{5}{2}a \times 2V$ 이므로 $a = b$ 이다.

(가)에는 양이온이 Na⁺만 존재하므로 [Na⁺] = $\frac{5}{6}a$ M이고, 모든 양이온의 몰 농도(M)

합의 비는 (가):(나) = 5:9이므로 (나)에 존재하는 모든 양이온의 몰 농도 합은 $\frac{3}{2}a$ M

이다. 또한 (나)에서 혼합 전 H⁺의 전체 양은 $(aV + 2axV)$ mmol이고 OH⁻의 양은

$5axV$ mmol이다. 만일 (나)가 산성이라면 모든 양이온의 양(mol)은 혼합 전 H^+ 의 양(mol)과 같으므로 $\frac{3}{2}a \times (1+3x)V = aV + 2axV$ 이고 $x < 0$ 이다. 부피는 음의 값을 가질 수 없으므로 모순이다. 따라서 (나)는 중성 또는 염기성이고, (나)에는 양이온이 Na^+ 만 존재하므로 $[Na^+] = \frac{5axV}{(1+3x)V} = \frac{3}{2}a M$, $x = 3$ 이다.

(다)에서 혼합 전 H^+ 의 전체 양은 $9aV$ mmol이고 OH^- 의 양은 $\frac{15a}{2}V$ mmol이므로

(다)는 산성이고, 모든 양이온의 양(mol)은 혼합 전 H^+ 의 양(mol)과 같으므로 (다)에 존재하는 모든 양이온의 양은 $9aV$ mmol이다. (다)에서 모든 양이온의 몰 농도(M) 합은 $\frac{9aV}{9V} = a$ 이므로 모든 양이온의 몰 농도(M) 합의 비는 (가):(다) = $\frac{5}{6}a : a = 5 : y$,

$y = 6$ 이다. 따라서 $x = 3$, $y = 6$ 으로 $\frac{y}{x} = 2$ 이다.

정답②

20. 기체의 양(mol)

일정한 온도와 압력에서 기체의 부피는 기체의 양(mol)에 비례하고, 혼합 기체의 부피가 같을 때 혼합 기체의 밀도는 혼합 기체의 질량에 비례한다. (가)와 (나)의 부피가 같을 때 전체 기체의 밀도 비는 (가):(나) = 9:8이므로 (가)에 들어 있는 전체 기체의 질량이 $9w g$ 이라면 (나)에 들어 있는 전체 기체의 질량은 $8w g$ 이다.

[정답맞히기] (가)에서 기체의 질량비는 $X_aY_{2b} : X_bY_c = 1:2$ 이므로 X_aY_{2b} 의 질량은 $3w g$, X_bY_c 의 질량은 $6w g$ 이고, (나)에서 기체의 질량비는 $X_aY_{2b} : X_bY_c = 3:1$ 이므로 X_aY_{2b} 의 질량은 $6w g$, X_bY_c 의 질량은 $2w g$ 이다. 또한 (가)에 들어 있는 X_aY_{2b} 와 X_bY_c 의 양이 각각 $m mol$, $3n mol$ 이라면 (나)에 들어 있는 X_aY_{2b} 와 X_bY_c 의 양은 각각 $2m mol$, $n mol$ 이고, (가)와 (나)에 들어 있는 전체 기체의 부피는 같다고 가정하였으므로 $m+3n=2m+n$, $m=2n$ 이다. 따라서 X_aY_{2b} 와 X_bY_c 의 분자량을 각각 M_1 , M_2 라고 하

면 $\frac{3w}{M_1} : \frac{6w}{M_2} = m : 3n = 2 : 3$ 이므로 $\frac{M_2}{M_1} = \frac{4}{3}$ 이다.

(가)에서 X_aY_{2b} 와 X_bY_c 의 양은 각각 $2n mol$, $3n mol$ 이므로 (가)에 들어 있는 X 원자의 양은 $(2a+3b)n mol$ 이고 Y 원자의 양은 $(4b+3c)n mol$ 이므로 $\frac{X \text{ 원자 수}}{Y \text{ 원자 수}} = \frac{2a+3b}{4b+3c} = \frac{13}{24}$ (①식)이다. (나)에서 X_aY_{2b} 와 X_bY_c 의 양은 각각 $4n mol$, $n mol$ 이므로 (나)에 들어 있는 X 원자의 양은 $(4a+b)n mol$ 이고 Y 원자의 양은 $(8b+c)n mol$ 이므로 $\frac{X \text{ 원자 수}}{Y \text{ 원자 수}} = \frac{4a+b}{8b+c} = \frac{11}{28}$ (②식)이다. ①식과 ②식을 풀면 $\frac{c}{a} = 2$ 이다.

따라서 $\frac{M_2}{M_1} = \frac{4}{3}$, $\frac{c}{a} = 2$ 이므로 $\frac{X_bY_c \text{의 분자량}}{X_aY_{2b} \text{의 분자량}} \times \frac{c}{a} = \frac{8}{3}$ 이다.

정답④