

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

1. 화학의 유용성

메테인(CH_4)과 암모니아(NH_3) 중 탄소 화합물은 메테인이므로 (가)는 메테인, (나)는 암모니아이다.

[정답맞히기] ㄱ. 메테인의 연소 반응은 발열 반응이다.

ㄴ. 메테인은 액화 천연 가스(LNG)의 주성분이다.

ㄷ. 암모니아는 질소 비료의 원료로 이용된다.

정답⑤

2. 화학 결합

[정답맞히기] ㄱ. $\text{Na}(s)$ 는 금속 결합 물질로 전성(퍼짐성)이 있다.

ㄴ. F는 비금속 원소이므로 F_2 은 공유 결합 물질이다.

ㄷ. NaF 은 이온 결합 물질이므로 액체 상태의 NaF 은 전기 전도성이 있다. 정답⑤

3. 루이스 전자점식

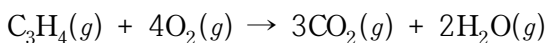
[정답맞히기] A. H의 원자가 전자수는 1이므로 점으로 나타내야 하는 전자 수는 1이다.

B. N_2 는 3중 결합을 하므로 두 N 원자가 공유하는 전자쌍 수는 3이다.

[오답피하기] C. CH_4 에서 C의 원자가 전자는 모두 결합에 참여하여 결합에 참여하는 전자쌍 수가 4이므로 결합에 참여하지 않는 전자쌍 수는 0이다. 정답③

4. 화학 반응의 양적 관계

[정답맞히기] $\text{C}_3\text{H}_4(g)$ 연소 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



생성된 $\text{CO}_2(g)$ 33g의 양은 $\frac{33}{44} = \frac{3}{4}$ mol이므로 반응한 $\text{O}_2(g)$ 의 양은 1 mol이다. 반응

전 넣어준 $\text{O}_2(g)$ 의 양이 2 mol이므로 남아 있는 O_2 의 질량은 32 g이다. 정답④

5. 동적 평형

[정답맞히기] ㄴ. t_3 일 때 동적 평형 상태이므로 설탕의 석출 속도와 용해 속도가 같다. 따라서 설탕의 $\frac{\text{석출 속도}}{\text{용해 속도}} = 1$ 이다.

[오답피하기] ㄱ. t_2 일 때 동적 평형에 도달하였으므로 남아 있는 고체 설탕의 질량은 t_2 에서와 t_3 에서가 같다. 따라서 $x = b$ 이다.

ㄷ. t_1 일 때는 동적 평형에 도달하기 전이므로 동적 평형 상태인 t_3 일 때와 비교하여 용해된 설탕의 질량은 작고, 남아 있는 고체 설탕의 질량은 크다. 따라서 $\frac{\text{용해된 설탕의 질량(g)}}{\text{남아 있는 고체 설탕의 질량(g)}}$ 는 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 크다. 정답②

6. 산화 환원 반응과 산화수

X와 Y는 H와 F 중 하나이므로, X_2O 와 Y_2O 에서 산소의 산화수는 +2 또는 -2이다. O의 산화수가 X_2O 에서 Y_2O 에서보다 크므로 X와 Y는 각각 F, H이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 X의 산화수는 0에서 -1로 감소하므로 X_2 는 자신은 환원되면서 다른 물질을 산화시키는 산화제로 작용한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. Y는 H이므로 Y_2O 에서 Y의 산화수는 +1이다.

ㄷ. (가)에서는 O의 산화수가 0에서 +2로 증가하고, (나)에서는 O의 산화수가 0에서 -2로 감소한다.

7. 물의 전기 분해

물을 전기 분해할 때 (-)극에서는 H_2 , (+)극에서는 O_2 가 발생한다. 그림에서 A는 (+)극, B는 (-)극이므로 A에서는 O_2 , B에서는 H_2 가 생성된다. 또한 같은 시간 동안 생성된 기체의 부피비는 $H_2 : O_2 = 2 : 1$ 이므로, 표의 ㉠은 O_2 , ㉡은 H_2 이다.

[정답맞히기] ㄴ. A에서 생성된 O_2 의 부피가 1 mL, B에서 생성된 H_2 의 부피가 2 mL이다. 같은 온도, 압력에서 기체의 부피비는 몰수비와 같으므로 O_2 의 양을 n mol이라 하면 H_2 의 양은 $2n$ mol이다. 따라서 질량은 각각 $32n$, $4n$ 이므로 $x > y$ 이다.

ㄷ. H_2O 을 이루는 H 원자와 O 원자 사이의 결합은 공유 결합이므로 전자가 관여한다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. ㉠은 A에서 생성된 기체이고, A는 (+)극이므로 생성된 기체는 O_2 이다.

8. 분자의 구조

H_2O , HCN , CO_2 , CF_4 의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 와 결합각은 다음과 같다.

분자	H_2O	HCN	CO_2	CF_4
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$	$\frac{2}{2}=1$	$\frac{1}{4}$	$\frac{4}{4}=1$	$\frac{12}{4}=3$
결합각	104.5°	180°	180°	109.5°

결합각이 같은 (가), (나)는 HCN , CO_2 이고, $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 가 더 작은 (가)는 HCN , (나)는 CO_2 이다. (다)는 H_2O , 남은 (라)는 CF_4 이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)는 HCN, (다)는 H₂O이다. HCN은 직선형이지만 분자의 쌍극자 모멘트가 0이 아니므로 극성 분자이고, H₂O는 굽은형 구조이므로 극성 분자이다.

ㄷ. (라)는 CF₄이므로 중심 원자 C 주위에 결합 전자쌍 4개가 배치되어 분자 모양은 정사면체형이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)는 HCN이므로 $b=180$, $a=1$ 이다. 따라서 $\frac{b}{a}=180$ 이다.

9. 원자의 전자 배치

바닥상태 염소(Cl) 원자의 전자 배치는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ 이므로, 전자가 들어 있는 오비탈은 각각 $1s$, $2s$, $2p$, $3s$, $3p$ 이다. 각 오비탈에 대해 $n+l$ 과 $\frac{n-l}{n}$ 을 구하면 다음과 같다.

오비탈	$1s$	$2s$	$2p$	$3s$	$3p$
$n+l$	1	2	3	3	4
$\frac{n-l}{n}$	1	1	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{2}{3}$

$n+l$ 의 비는 (가):(나)=3:4이므로 (가)는 $2p$ 또는 $3s$ 중 하나이고, (나)는 $3p$ 이다.

$\frac{n-l}{n}$ 의 비는 (가):(다)=2:1이므로 (가)는 $3s$, (다)는 $2p$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 $3s$ 이다.

ㄴ. (나)는 $3p$, (다)는 $2p$ 이므로 두 오비탈의 l 는 1로 같다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (가)와 (나)는 각각 $3s$, $3p$ 이므로 에너지 준위는 (나) > (가)이다.

10. 원자의 전자 배치

2~3주기 바닥상태 원자에서 홀전자 수가 2 또는 3인 원소는 C(2), O(2), Si(2), S(2), N(3), P(3)이다. C, N, O, Si, P, S의 p 오비탈에 들어 있는 전자 수와 홀전자 수는 다음과 같다.

원자	C	N	O	Si	P	S
p 오비탈에 들어 있는 전자 수	2	3	4	8	9	10
원자가 전자 수	4	5	6	4	5	6

W와 X는 C와 O 또는 O와 Si이 가능하고, Y와 Z는 각각 N과 P이다. 원자가 전자 수는 $Y>W$ 이므로 W는 C, X는 O이다.

[정답맞히기] ㄴ. X는 O, Y는 N이므로 같은 2주기 원소이다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. p 오비탈에 들어 있는 전자 수는 W와 X가 각각 2, 4이므로 $a=2$ 이

다.

ㄷ. s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 W와 Z가 각각 4와 6이다.

11. 분자의 구조와 결합의 극성

부분적인 양전하를 띠는 원자로부터 전기 음성도의 대소를 알 수 있다. 부분적인 양전하를 띠는 원자는 (가)에서 X, (나)에서 W이므로 전기 음성도는 $Y > W > X$ 이다. 따라서 W는 F가 아니며, (가)와 (나)에서 모두 중심 원자이므로 W는 N 또는 O이다. W가 N이면 W보다 전기 음성도가 작은 X는 Cl이고 옥텟 규칙을 만족하는 분자는 NCl_3 이므로 비공유 전자쌍 수가 10이 되어 조건에 맞지 않는다. 따라서 W는 O, X는 Cl이고 (가)는 OCl_2 이다. W(O)보다 전기 음성도가 큰 Y는 F, 남은 Z는 N이다. (다)는 Z(N)가 중심 원자인 NF_3 이고, 비공유 전자쌍 수가 10으로 자료와 일치하므로 $b=3$ 이다. 즉 (가)는 OCl_2 , (나)는 OF_2 , (다)는 NF_3 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 OCl_2 이므로 $a=2$ 이고, (다)는 NF_3 이므로 $b=3$ 이다. 따라서 $\frac{b}{a} = \frac{3}{2}$ 이다.

ㄷ. Y는 F, W는 O, Z는 N이다. 같은 2주기에서 원자 번호가 클수록 전기 음성도가 커지므로 전기 음성도는 $Y(\text{F}) > W(\text{O}) > Z(\text{N})$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)는 OF_2 이다. OF_2 는 중심 원자 O의 비공유 전자쌍이 2개, F 2개의 비공유 전자쌍이 각각 3개씩 총 6개이므로 ㉠은 8이다.

12. 몰농도 용액의 제조

[정답맞히기] 용질의 양(mol)은 몰 농도(M) $\times$ 부피(L)로 구할 수 있고, (나)에서 NaOH(s) 을 넣어도 용액의 부피는 V mL로 일정하다. (가)에서 NaOH 의 양은 $1 \times \frac{V}{1000}$ mol이고, (나)에서는 $2 \times \frac{V}{1000}$ mol이므로, 추가로 녹인 NaOH(s) x g은 (나)와

(가)의 차이인 $\frac{V}{1000}$ mol에 해당한다. 따라서 $x = 40 \times \frac{V}{1000}$ 이고, $25x = V$ 이다.

(다) 과정 후 NaOH(aq) 의 몰 농도는 1.5 M, 부피는 $(V + 100)$ mL이므로 NaOH 의 양은 $1.5 \times \frac{V+100}{1000}$ mol이고, 이때 NaOH 의 질량이 $3x$ g이므로 그 양은 $\frac{3x}{40} = 3 \times \frac{V}{1000}$ mol이다. 위의 두 값이 같으므로 $1.5 \times \frac{V+100}{1000} = 3 \times \frac{V}{1000}$ 이고, $1.5V +$

$150 = 3V$ 에서 $V = 100$ 이다. 따라서 $x = 40 \times \frac{100}{1000} = 4$ 이다. (나) 과정 후 NaOH

의 양은 $2 \times (100/1000) = 0.2$ mol, (다) 과정 후 NaOH 의 양은 $1.5 \times (200/1000) = 0.3$ mol이므로, (다)에서 넣은 y M NaOH(aq) 100 mL에 들어 있는 NaOH 의 양은 0.1 mol이다. 즉 $y \times \frac{100}{1000} = 0.1$ 이므로 $y = 1$ 이다. 따라서 $x+y=5$ 이다. 정답⑤

13. 원자의 구성 입자

[정답맞히기] (가)의 전체 기체의 양은 $2a$ mol, (나)의 전체 기체의 양은 $(a + b)$ mol이며 부피비가 $2V : 3V = 2 : 3$ 이므로 $2a : (a + b) = 2 : 3$ 에서 $b = 2a$ 이다. (나)에 들어 있는 전체 기체의 전자 양이 3 mol이므로 $2(a + b) = 3$ 이고, $b = 2a$ 를 대입하면 $6a = 3$ 에서 $a = 0.5$, $b = 1$ 이다. 각 분자의 중성자수는 $^1\text{H}^1\text{H}$ 가 0, $^1\text{H}^2\text{H}$ 가 1, $^1\text{H}^3\text{H}$ 가 2, $^2\text{H}^3\text{H}$ 가 3이고, 양성자수는 모두 2이다. (가)에서 전체 중성자수는 $(0.5 \times 0) + (0.5 \times 1) = 0.5$ mol, 전체 양성자수는 $2 \times 1 = 2$ mol이므로 (전체 중성자수/전체 양성자수)는 0.25이다. 이 값의 상댓값이 3이므로 상댓값은 실제 비의 12배이다. (나)에서 전체 중성자수는 $(1 \times 2) + (0.5 \times 3) = 3.5$ mol, 전체 양성자수는 $2 \times 1.5 = 3$ mol이므로 (전체 중성자수/전체 양성자수)는 $3.5/3 = 7/6$ 이다. 따라서 $x = (7/6) \times 12 = 14$ 이고 $b \times x = 14$ 이다. 정답①

14. 원자의 주기적 성질

바닥상태 전자 배치에서 홀전자 수는 O가 2, F가 1, Mg가 0, Al이 1이므로 네 원자의 홀전자 수 합은 4이다. W~Y의 홀전자 수 합이 3이므로 Z의 홀전자 수는 1이고, Z는 F 또는 Al이다. Ne의 전자 배치를 갖는 이온의 반지름은 핵전하가 작을수록 크므로 $\text{O}^{2-} > \text{F}^- > \text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$ 이다. Z가 F라면 F^- 보다 이온 반지름이 큰 원소는 O 하나뿐이어서 $X > Y > Z$ 를 만족할 수 없다. 따라서 Z는 Al이고, X와 Y는 O, F, Mg 중 이온 반지름이 큰 순서대로 정해지며 W는 남은 원소이다. E_a 가 $X > Y > W$ 인 경우 $X = \text{F}$ ($W = \text{O}$, $Y = \text{Mg}$)이거나 $X = \text{O}$, $Y = \text{Mg}$ ($W = \text{F}$)인 경우에는 E_1 , E_2 , E_3 어느 것으로도 2주기 원소인 O, F가 3주기 원소인 Mg보다 작아지는 순서를 만들 수 없어 조건에 어긋난다. 따라서 X는 O, Y는 F, W는 Mg이다. 이때 E_1 는 $\text{F} > \text{O} > \text{Mg}$ 이므로 $X > Y > W$ 가 성립하지 않는다. 반면 E_2 는 2주기 원소인 O, F가 Mg보다 훨씬 크므로 E_2 는 $\text{O} > \text{F}$ 이다. 즉 E_2 가 $\text{O} > \text{F} > \text{Mg}$ 로 $X > Y > W$ 를 만족하므로 E_a 는 E_2 이고, $E_b > E_a$ 이므로 E_b 는 E_3 이다. 따라서 W는 Mg, X는 O, Y는 F, Z는 Al이고 $a = 2$, $b = 3$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. Y는 F, X는 O로 같은 2주기 원소이며, 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 크다. 따라서 유효 핵전하는 $Y > X$ 이다.

ㄷ. $\frac{E_b}{E_a}$ 는 $\frac{E_3}{E_2}$ 이다. W(Mg)는 2족 원소이므로 E_3 가 E_2 보다 매우 크다. 반면 Z(Al)는

13족 원소이므로 두 값의 차이가 크지 않다. 따라서 $\frac{E_3}{E_2}$ 는 $W > Z$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. E_a 가 E_1 이라면 E_1 가 $X > Y > W$ 여야 하는데, O, F, Mg의 E_1 는 $\text{F} > \text{O} > \text{Mg}$ 이므로 이온 반지름 조건($X > Y$)과 동시에 만족시킬 수 없다. E_a 는 E_2 이므로 $a = 2$ 이다.

15. 물의 자동 이온화와 pH

[정답맞히기] (가)의 $\text{pOH} - \text{pH} = b$ 이므로 pH는 $\frac{14-b}{2}$ 이고, (나)의 $\text{pOH} - \text{pH} = 2b$ 이므로 pH는 $7-b$ 이다. 한편 (가)와 (나)는 용질의 질량이 같고 부피가 $100V\text{ mL}$ 와 $V\text{ mL}$ 이므로 (나)의 몰농도는 (가)의 100배이다. 즉 (나)의 pH는 (가)의 pH보다 2만큼 작으므로 $7-b = \frac{14-b}{2} - 2$ 이고, 이를 풀면 $b=4$ 이다. 따라서 (가)의 pH는 5, (나)의 pH는 3이며, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (가)가 $1 \times 10^{-5} \text{ M}$, (나)가 $1 \times 10^{-3} \text{ M}$ 이다. 100 mL 의 (가)와 10 mL 의 (나)를 혼합하면 H_3O^+ 의 양은 $(0.1 \times 10^{-5}) + (0.01 \times 10^{-3}) = 1.1 \times 10^{-5} \text{ mol}$ 이고 부피는 110 mL 이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$, 즉 pH는 4이다. 이 값이 (다)의 pH와 같으므로 (다)의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 $1 \times 10^{-4} \text{ M}$ 이다. (다)의 몰 농도는 (가)의 10배이다. 용질의 질량과 부피를 이용하면 (다)와 (가)의 몰 농도비는 $\frac{aw}{5V} : \frac{w}{100V} = 10 : 1$ 이므로 $20a = 10$ 에서 $a = \frac{1}{2}$ 이다.

$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 10^{(\text{pOH} - \text{pH})}$ 이므로 (가)는 $\text{pOH} - \text{pH} = 4$ 이고 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 10^4$, (다)는 pH가 4이고 pOH 가 10이므로 $\text{pOH} - \text{pH} = 6$ 이고 $\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{OH}^-]} = 10^6$ 이다. (가)의 상댓값이 1이므로 $x = 100$ 이다. 따라서 $\frac{a \times x}{b} = \frac{\frac{1}{2} \times 100}{4} = \frac{25}{2}$ 이다. 정답④

16. 중화 적정

[정답맞히기] (라)에서 수용액 I과 II에 넣어준 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피가 각각 20 mL , 30 mL 이므로 I과 II에 들어 있는 CH_3COOH 의 양은 각각 2 mmol , 3 mmol 이고, 이는 수용액 A와 B 각각 2 mL 에 들어 있는 양(mol)과 같다. 따라서 몰 농도는 A가 1 M , B가 $1.5\text{ M}(\ominus)$ 이다. A와 B 각각 2 g 의 부피는 $\frac{2}{d_A}\text{ mL}$, $\frac{2}{d_B}\text{ mL}$ 이므로, 수용액 III, IV에 들어 있는 CH_3COOH 의 양은 각각 $\frac{2}{d_A}\text{ mmol}$, $\frac{3}{d_B}\text{ mmol}$ 이다. 따라서 넣어준 $0.1\text{ M NaOH}(aq)$ 의 부피(mL) x 와 y 의 비는 $x : y = \frac{2}{d_A} : \frac{3}{d_B}$ 이므로, $\frac{y}{x} = \frac{3d_A}{2d_B}(\ominus)$ 이다.

정답⑤

17. 기체의 양(mol)

[정답맞히기] 실린더 속 기체의 부피비가 (가):(나) = 5 : 6 = $2a + b = 3a + b$ 이므로 $3a = b$ 이다. 실린더 속 기체의 $\frac{X \text{ 원자 수}}{Z \text{ 원자 수}}$ 비가 (가):(나) = 4 : 13 = $1 : \frac{4a + bm}{4a}$ 이고, 여기에 $3a = b$ 을 대입하면 $m = 3$ 이다. 실린더 속 기체의 질량이 같고, 들어 있는 XY_2Z 의 양(mol)이 같으므로, (가)의 $X_2Y_4Z_2$ $3a$ mol의 질량은 (나)의 $X_2Y_4Z_2$ a mol의 질량과 X_3Y_4 $3a$ mol의 질량의 합과 같다. 따라서 $X_2Y_4Z_2$ $2a$ mol의 질량과 X_3Y_4 $3a$ mol의 질량이 같으므로 $\frac{X_3Y_4 \text{의 분자량}}{X_2Y_4Z_2 \text{의 분자량}} = \frac{2}{3}$ 이고, $m \times \frac{X_3Y_4 \text{의 분자량}}{X_2Y_4Z_2 \text{의 분자량}} = 2$ 이다. **정답③**

18. 산화 환원 반응

[정답맞히기] 산화물에서 O의 산화수가 -2이므로 XO_2^{2+} 에서 X의 산화수는 +6, YO_4^- 에서 Y의 산화수는 +7이다. 산화 환원 반응에서 증가한 산화수의 총 합과 감소한 산화수의 총 합은 같으므로 $a(6 - m) = b(7 - n)(\cdots \textcircled{A})$ 이다. II에서 반응 후 남은 이온의 종류가 2가지이므로 남은 이온은 XO_2^{2+} 와 Y^{n+} 이고, X^{m+} 와 YO_4^- 는 모두 반응하였다. 따라서 $a : b$ 는 5 : 3 또는 3 : 5이다. $a : b = 3 : 5$ 인 경우, I에서 생성된 XO_2^{2+} 와 Y^{n+} 을 각각 3 mol, 5 mol이라고 두면 초기의 X^{m+} 와 YO_4^- 는 각각 8 mol, 5 mol이므로 반응한 X^{m+} 는 3 mol이다. II에서는 X^{m+} 8 mol이 반응하므로 이때 반응한 H^+ 의 양(mol)은 II에서가 I에서의 $\frac{8}{3}$ 배이다. 이는 주어진 조건에 모순이므로, $a : b$ 는 5 : 3이다. 이를 $\textcircled{A}$ 에 대입하면 $9 = 5m - 3n$ 이다. m 과 n 은 자연수이고 $m < 6$, $n < 7$ 이므로 $m = 3$, $n = 2$ 이다. 따라서 $\frac{b}{a} \times \frac{n}{m} = \frac{3}{5} \times \frac{2}{3} = \frac{2}{5}$ 이다. **정답④**

19. 화학 반응의 양적 관계

[정답맞히기] 용기 I에서 넣어 준 $B(g)$ 의 질량이 $5w$ g이고, 전체 기체의 질량이 $\frac{33}{4}w$ g이므로 용기에 들어 있는 $A(g)$ x mol의 질량이 $\frac{13}{4}w$ g이다. II에서 반응 후 남은 반응물의 질량이 $4w$ g이므로, 남은 반응물은 $B(g)$ 이고 $10w$ g이 반응하였으며 $\frac{13}{4}w$ g의 $A(g)$ 는 모두 반응하였다. 따라서 반응 질량비는 $A(g) : B(g) = 13 : 40$ 이다. 이로부터 I에서 반응한 $A(g)$ 의 질량을 구하면 $\frac{13w}{8}$ g이다. I에서 반응 후 용기 속 $D(g)$ 의 질량(g) = $\frac{9}{13}$ 이므로 $D(g)$ 의 질량은 $\frac{9}{8}w$ g이다. II에서 반응한 $B(g)$ 의 양(mol)이 I에서의 2배이므로 생성된 $D(g)$ 의 질량은 $\frac{9}{4}w$ g이다. 전체 기체의 질량으로부터

I 과 II 에서 생성된 C(g)의 질량을 각각 구하면 $\frac{11}{2}w$ g, $11w$ g이다. I 과 II 에서 진행된 반응의 반응 전과 후 질량 관계를 반응식에 나타내면 다음과 같다.

I	$2A(g) + bB(g) \rightarrow cC(g) + 2D(g)$				II	$2A(g) + bB(g) \rightarrow cC(g) + 2D(g)$			
반응 전	$\frac{13}{4}w$	$5w$			반응 전	$\frac{13}{4}w$	$14w$		
반응	$-\frac{13}{8}w$	$-5w$	$+\frac{11}{2}w$	$+\frac{9}{8}w$	반응	$-\frac{13}{4}w$	$-10w$	$+11w$	$+\frac{9}{4}w$
반응 후	$\frac{13}{8}w$	0	$\frac{11}{2}w$	$\frac{9}{8}w$	반응 후	0	$4w$	$11w$	$\frac{9}{4}w$

I 과 II 에서 반응 후 $\frac{C(g)의 양(mol)}{전체기체의 양(mol)} = \frac{1}{2}$ 로 같고 반응 후 C(g)와 D(g)의 양(mol) 모두 II 에서가 I 에서의 2배이므로 A(g) $\frac{13}{8}w$ g의 양(mol)은 B(g) $4w$ g의 양(mol)의 $\frac{1}{2}$ 배이다. 따라서 A(g) ~ D(g)의 분자량을 각각 $M_A \sim M_D$ 라고 두면 $M_A : M_D = 13 : 16$ 이다. 따라서 $\frac{\frac{13}{8}w}{13} : \frac{5w}{16} = 2 : b$ 이고 $b = 5$ 이다. I 에서 A(g)와 D(g)의 반응 질량비와 반응 계수비로부터 $M_A : M_D = 13 : 9$ 이다. I 에서 반응 후 A(g)의 양을 $\frac{1}{8}n$ mol이라고 두면 D(g)의 양도 $\frac{1}{8}n$ mol이므로 C(g)의 양은 $\frac{1}{4}n$ mol이다. 생성된 C(g)의 양(mol)이 D(g)의 2배이므로 $c = 4$ 이다. 따라서 $\frac{b}{c} \times \frac{B의 분자량}{D의 분자량} = \frac{5}{4} \times \frac{16}{9} = \frac{20}{9}$ 이다. 정답①

20. 중화 반응의 양적 관계

[정답맞히기] (가) ~ (다)에서 반응 후 이온의 양(mol)은 다음과 같다.

혼합 용액		(가)	(나)	(다)
반응 후 이온의 양 (mol)	H^+	$100a - 2aV_1$	$100a - 2aV_2$	
	X^-	$100a$	$100a$	$100a$
	Y^{2+}	aV_1	aV_2	$\frac{5}{2}aV_1$
	OH^-			$5aV_1 - 100a$

(다)에서 이온 수가 가장 큰 이온이 Y^{2+} 이면, $\frac{5}{2}aV_1 > 100a$, $\frac{5}{2}aV_1 > 5aV_1 - 100a$ 이므로
 모순이다. 따라서 이온 수가 가장 큰 이온은 X^- 이다. (가)와 (나)에서 이온 수가 가장
 큰 이온이 Y^{2+} 이면 $aV_1 > 100a$, $aV_2 > 100a$ 이고, 이때 H^+ 의 양(mol)이 음수이므로 모
 순이다. 따라서 (가)와 (나)에서 이온 수가 가장 큰 이온은 X^- 로 (다)와 같다. 따라서
 이온 수가 가장 작은 이온의 양(mol)은 (가)~(다) 모두 $5aV_1 - 100a$ 으로 같다. (가)에서
 이온 수가 가장 작은 이온이 H^+ 이면, $100a - 2aV_1 = 5aV_1 - 100a$ 이고, $V_1 = \frac{200}{7}$ 이다.
 이를 (가)에 대입하였을 때 이온 수가 가장 작은 이온이 Y^{2+} 가 되므로 모순이다. 따라
 서 (가)에서 이온 수가 가장 작은 이온은 Y^{2+} 이고 $aV_1 = 5aV_1 - 100a$ 이므로 $V_1 = 25$ 이
 고, $V_3 = \frac{5}{2}V_1$ 이므로 $V_3 = 62.5$ 이다. 이로부터 $\frac{\text{이온 수가 가장 큰 이온의 양(mol)}}{\text{이온 수가 가장 작은 이온의 양(mol)}}$ 을
 구하면 4이다. $V_1 < V_2 < V_3$ 이므로 (나)에서 이온 수가 가장 작은 이온은 H^+ 으로 양
 은 $25a$ mol이므로 $V_2 = 37.5$ 이다. (나)에서 모든 양이온의 양(mol)은 $100a - 37.5a =$
 $62.5a$ 이고, (다)에서 모든 양이온의 양(mol)= Y^{2+} 의 양(mol)= $\frac{5}{2}aV_1=62.5a$ 이므로

$$\frac{V_3}{V_2} \times \frac{\text{(다)에서 모든 양이온의 양(mol)}}{\text{(나)에서 모든 양이온의 양(mol)}} = \frac{62.5}{37.5} \times \frac{62.5a}{62.5a} = \frac{5}{3} \text{이다.} \quad \text{정답②}$$