

2023학년도 대학수학능력시험
과학탐구영역 화학Ⅱ 정답 및 해설

*최근 수정일 : 22.12.9(금)

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

1. 촉매와 반응속도

[정답맞히기] 초기 반응 속도는 Ⅱ > Ⅰ > Ⅲ 이므로 ㉠~㉡은 각각 없음, 정촉매, 부촉매이다. 정답②

2. 고체 결정의 구조

$\text{Li}(s)$ 은 체심 입방 구조, $\text{C}(s, \text{흑연})$ 은 공유 결정, $\text{Cu}(s)$ 는 면심 입방 구조이다.

[정답맞히기] ㄱ. X 는 공유 결정이므로 $\text{C}(s, \text{흑연})$ 이다.

- ㄴ. Y 의 단위 세포에 포함된 원자는 체심 1개와 꼭지점 1개($=8\text{개} \times \frac{1}{8}$)이므로 총 원자 수는 2이다.
ㄷ. Z 는 $\text{Cu}(s)$ 이므로 금속 결합으로 이루어진 결정이다. 정답⑤

3. 활성화 에너지

[정답맞히기] 정반응의 $\Delta H = 90 \text{ kJ}$ 이고, 활성화 에너지 $E_a = 250 \text{ kJ/mol}$ 이므로 역반응의 활성화 에너지는 $250 - 90 = 160 \text{ kJ/mol}$ 이다. 정답③

4. 분자 사이의 힘

[정답맞히기] ㄴ. NH_3 는 H 원자에 N 원자가 결합되어 있는 분자 구조이므로 $\text{NH}_3(l)$ 에서 분자 사이에는 수소 결합이 존재한다

- ㄷ. 액체 상태에서 분자 사이에 분산력은 모든 분자에 존재한다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. CH_4 에는 분산력이 작용하고, PH_3 는 CH_4 보다 분자량이 크고 쌍극자·쌍극자 힘이 작용하므로 $y > x$ 이다.

5. 화학 전지

전자가 $\text{B}(s)$ 전극에서 $\text{A}(s)$ 전극으로 이동하므로 금속의 반응성은 $\text{B} > \text{A}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. $\text{B}(s)$ 전극은 산화 반응이 일어나는 (-)극이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 전지 반응이 진행될 때 $\text{A}(s)$ 전극에서는 환원 반응이 일어나므로 $\text{A}^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow \text{A}(s)$ 의 반응이 일어난다.

- ㄷ. 전지 반응이 진행될 때 $\text{B}(s)$ 전극의 질량은 감소하고, $\text{A}(s)$ 전극의 질량은 증가한다. 따라서 $\frac{\text{A}(s) \text{ 전극의 질량}}{\text{B}(s) \text{ 전극의 질량}}$ 은 증가한다.

6. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. $C(s, \text{흑연}) \rightarrow C(s, \text{다이아몬드})$ 반응의 반응 엔탈피가 0보다 크므로 $C(s, \text{흑연}) 1\text{ mol}$ 의 엔탈피는 $C(s, \text{다이아몬드}) 1\text{ mol}$ 의 엔탈피보다 작다.

ㄴ. $C(s, \text{다이아몬드}) 1\text{ mol}$ 의 엔탈피는 $C(s, \text{흑연}) 1\text{ mol}$ 의 엔탈피의 엔탈피보다 $a\text{ kJ}$ 만큼 크므로 $C(s, \text{다이아몬드}) 1\text{ mol}$ 이 완전 연소되는 반응의 반응 엔탈피는 $(b-a)\text{ kJ}$ 이다. 따라서 $C(s, \text{다이아몬드}) 1\text{ mol}$ 이 완전 연소될 때 방출하는 열은 $|a-b|\text{ kJ}$ 이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. $C(s, \text{흑연}) \rightarrow C(s, \text{다이아몬드})$ 반응의 반응 엔탈피는 $C(s, \text{다이아몬드})$ 의 생성 엔탈피이므로 $C(s, \text{다이아몬드})$ 의 생성 엔탈피는 0보다 크다.

7. 용액의 농도

[정답맞히기] (가)의 밀도가 1.1 g/mL 이므로 용액의 질량은 110 g 이다. (가)의 농도가 1 M , 부피가 100 mL 이므로 용질의 양은 $0.1\text{ mol}(=10\text{ g})$ 이다. 따라서 용매의 질량은 0.1 kg 이다. (다)의 농도가 10% , 질량이 100 g 이므로 용질의 질량은 $10\text{ g}(=0.1\text{ mol})$ 이고 용매의 질량은 0.09 kg 이다. (나)의 용질의 양과 용매의 질량을 각각 $a\text{ mol}$, $b\text{ kg}$ 이라고 하면 $\frac{a}{b} = 0.5 \cdots \textcircled{7}$ 이다.

	농도	부피(mL)	질량(g)	밀도(g/mL)	용질의 양(mol)	용질의 질량(g)	용매의 질량(kg)
(가)	1 M	100	110	1.1	0.1	10	0.1
(나)	0.5 m				a		b
(다)	10%		100		0.1	10	0.09

(가)~(다)를 혼합한 용액의 몰랄 농도가 1 m 이므로 $\frac{0.2+a}{0.19+b} = 1 \cdots \textcircled{1}$ 이다. $\textcircled{7}$ 과 $\textcircled{1}$ 을 연립하면 $b = 0.02$, $a = 0.01$ 이다. (나)의 용매의 질량은 20 g , 용질의 질량은 1 g 이므로 x 는 21 이다.

정답②

8. 증기 압력

(가)와 (나)에서 $Y(g)$ 의 압력은 1 atm 으로 같다. 따라서 $\frac{10\text{ L}}{400\text{ K}} = \frac{9\text{ L}}{T_1\text{ K}}$ 이므로 $T_1 = 360$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. $Y(g)$ 는 $T_1\text{ K}$, 1 atm 에서 기체이므로 $Y(g)$ 의 기준 끓는점은 $T_1\text{ K}$ 보다 낮다. $X(g)$ 는 $T_1\text{ K}$ 에서 증기 압력이 0.6 atm 으로 증기 압력이 1 atm 이 될 때의 온도(기준 끓는점)는 $T_1\text{ K}$ 보다 높다.

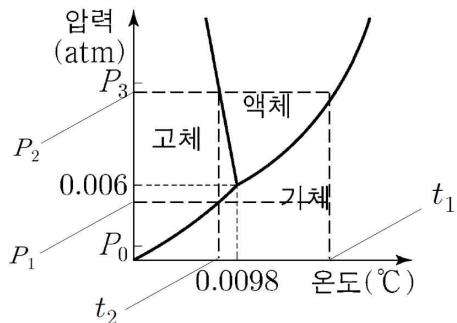
정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)를 보면, $T_1\text{ K}$ 에서 $X(g)$ 와 $X(l)$ 가 상평형을 이루고 있으며 이때 $X(g)$ 의 압력이 0.6 atm 으로 $T_1\text{ K}$ 에서 $X(l)$ 의 증기 압력은 0.6 atm 이다.

□. (가)와 (나)에서 $X(g)$ 의 부피는 같다. $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로 (가)와 (나)에서 $X(g)$ 의 몰비는 $\frac{5}{400R} : \frac{3}{360R} = 3:2$ 이다. (가)에서 $X(g)$ 의 양을 $3k\text{ mol}$ 이라고 하면, (나)에서 $X(g)$ 의 양은 $2k\text{ mol}$, $X(l)$ 의 양은 $k\text{ mol}$ 이다. 따라서 (나)에서 $\frac{X(g)\text{의 질량}}{X(l)\text{의 질량}} = 2$ 이다.

9. 상평형

t_2 °C, P_1 atm과 t_2 °C, P_2 atm에서 안정한 상의 수가 모두 2개이고, $P_2 > P_1$ 이므로 t_2 °C, P_2 atm에서는 고체와 액체가 상평형을 이루고 있으며, t_2 °C, P_1 atm에서는 고체와 기체가 상평형을 이루고 있다. 따라서 $t_2 < 0.0098$ 이다.



[정답맞히기] ㄱ. t_1 °C, P_1 atm과 t_1 °C, P_2 atm에서 안정한 상의 수가 각각 1과 2이므로 $t_1 > 0.0098$ 이다.

ㄴ. t_2 °C, P_1 atm에서 고체와 기체가 상평형을 이루고 있으므로 $P_1 < 0.006$ 이다.

ㄷ. t_2 °C에서 압력이 P_1 atm보다 크고, P_2 atm보다 작을 때 가장 안정한 상태는 고체이다.

정답⑤

10. 전기 분해

$\text{NaCl}(l)$, $\text{NaCl}(aq)$, $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 전기 분해에 대한 각 전극 반응은 다음과 같다.

물질	극	전극 반응
$\text{NaCl}(l)$	(-)극	$2\text{Na}^+(l) + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Na}(l)$
	(+)극	$2\text{Cl}^-(l) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + 2\text{e}^-$
$\text{NaCl}(aq)$	(-)극	$2\text{H}_2\text{O}(l) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$
	(+)극	$2\text{Cl}^-(aq) \rightarrow \text{Cl}_2(g) + 2\text{e}^-$
$\text{H}_2\text{O}(l)$	(-)극	$2\text{H}_2\text{O}(l) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$
	(+)극	$2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{O}_2(g) + 4\text{H}^+(aq) + 4\text{e}^-$

(가)와 (나)의 (-)극에서 생성되는 물질이 같고, (나)와 (다)의 (+)극에서 생성되는 물질이 같으므로 (가)~(다)는 각각 $\text{H}_2\text{O}(l)$, $\text{NaCl}(aq)$, $\text{NaCl}(l)$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. ⑦은 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 과 $\text{NaCl}(\text{aq})$ 을 각각 전기 분해할 때 (-)극에서 생성되는 물질이므로 $\text{H}_2(g)$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 전자 2 mol이 이동할 때 (-)극에서 생성되는 $\text{H}_2(g)$ 의 양은 1 mol이고 (+)극에서 생성되는 $\text{Cl}_2(g)$ 의 양도 1 mol이다.

ㄷ. (다)는 $\text{NaCl}(l)$ 이다.

11. 완충 용액

HA의 이온화 상수를 K_a 라고 하면, $K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 이므로, $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)와 (나)의 pH가 같으므로 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 가 같다. 따라서 $a=0.2$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에 1 M $\text{NaA}(\text{aq})$ 10 mL를 첨가하면 HA의 양(mol)은 거의 변화가 없지만, A^- 의 양(mol)은 증가하므로 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 값이 커진다. 따라서 $\frac{K_a}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$ 에서 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 감소하므로 pH > 5.0이다.

ㄷ. (나)에 1 M $\text{HCl}(\text{aq})$ 1 mL를 첨가하면, HA의 양(mol)은 증가하고, A^- 의 양(mol)은 감소한다. 따라서 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 의 값은 작아지므로, $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} < 2$ 이고, $[\text{A}^-] < 2[\text{HA}]$ 이다.

12. 끓는점 오름

[정답맞히기] (가)와 (다)의 끓는점 오름이 같고, 용매의 질량이 같으므로 A와 B의 분자량을 각각 M_A , M_B 라고 두면, $\frac{a}{M_A} + \frac{9b}{M_B} = \frac{9a}{M_A} + \frac{b}{M_B}$ 이고, $\frac{a}{M_A} = \frac{b}{M_B}$ 이다. (나)와

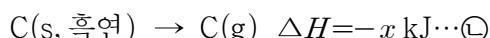
(라)의 용매의 질량이 같으므로 $\frac{y}{x} = \frac{\frac{10a}{M_A} + \frac{5b}{M_B}}{\frac{5a}{M_A} + \frac{5b}{M_B}}$ 이다. $\frac{a}{M_A} = \frac{b}{M_B}$ 이므로 $\frac{y}{x} = \frac{15}{10} = \frac{3}{2}$

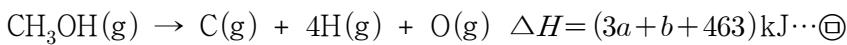
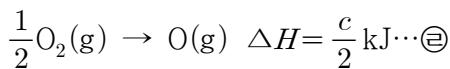
이다.

정답③

13. 결합 에너지

[정답맞히기] $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 의 생성 엔탈피가 -201 kJ/mol 이므로 $\text{C}(\text{s}, \text{흑연}) + 2\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \cdots \textcircled{7}$ 반응의 반응 엔탈피가 -201 kJ 이다.





$\textcircled{a} + \textcircled{b} + \textcircled{a} - \textcircled{b} = \textcircled{a}$ 이므로, $-x + 872 + \frac{c}{2} - 3a - b - 463 = -201$ 이다.

따라서 $-3a - b + \frac{c}{2} = x - 610$ 이므로, $6a + 2b - c = -2x + 1220$ 이다.

정답④

14. 기체 반응

[정답맞히기] $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로 반응 전, A(g)와 B(g)의 양(mol)을 $\frac{3}{RT}$, $\frac{2}{RT}$ 라고 두면 양적 관계는 다음과 같다.

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

He(g)의 양(mol)은 $\frac{2x}{RT}$ 이고, 반응 후 C(g)의 몰 분율이 $\frac{1}{5}$ 이므로 $\frac{1}{4+2x} = \frac{1}{5}$ 이고

$x = 0.5$ 이다. 반응 후 혼합 기체의 양(mol)은 $\frac{5}{RT}$ 이고, 혼합 기체의 압력은 1 atm이다.

기체의 부피 $V = \frac{nRT}{P}$ 이므로 혼합 기체의 부피는 5 L이다. 강철 용기의 부피가

2 L이므로 실린더 속 기체의 부피는 3 L이다. $y = 3$ 이므로 $x \times y = \frac{3}{2}$ 이다. 정답④

15. 1차 반응

반응 전과 후 질량은 보존되므로, C(g)의 질량 백분율에서 분모인 전체 질량은 일정하다. 전체 질량을 100 g이라고 두면 C(g)의 질량 백분율은 C(g)의 질량과 같다. 따라서 0 min에서 A(g)의 질량은 90 g, C(g)의 질량은 10 g이다. 1.5 min과 4.5 min에서 C(g)의 질량을 각각 m g, n g이라고 두면, 반응 시간에 따른 C(g)의 질량은 표와 같다.

반응 시간(min)	0	1.5	3	4.5	6
C(g)의 질량(g)	10	m	40	n	47.5

A(g)의 반감기를 1.5 min으로 가정하면, 반감기가 지날 때마다 생성되는 C(g)의 질량은 $\frac{1}{2}$ 배가 되어야 하므로 $(m-10) = 2 \times (40-m)$, $m = 30$ 이고 $(n-40) = 2 \times (47.5-n)$

$n = 45$ 이다. 반응 시간이 1.5 min이 지날 때마다 생성되는 C(g)의 질량이 $\frac{1}{2}$ 배가 되므로 이 반응의 반감기는 1.5 min이다.

반응 시간(min)	0	1.5	3	4.5	6
C(g)의 질량(g)	10	30	40	45	47.5
C(g)의 질량 변화(g)		20	10	5	2.5

A와 C의 반응 계수 비가 2:1이므로, A와 C의 분자량을 각각 M_A , M_C 라고 두면 반감기가 1번 지났을 때 감소한 A(g)의 질량이 45g, 생성된 C(g)의 질량이 20g이므로 $\frac{45}{M_A} : \frac{20}{M_C} = 2 : 1$ 이고, $M_A : M_C = 9 : 8$ 이다.

[정답맞히기] ↳ $M_A : M_C = 9 : 8$ 이고, 초기 상태에서 A(g)의 질량은 90 g, C(g)의 질량은 10 g이므로 $x = 10n$ 이라고 두면, $y = 1.25n$ 이다. 6 min은 반감기가 4번 지난 시점이므로 A(g)의 양(mol)이 초기의 $\frac{1}{16}$ 배가 된다. 6 min에서 양적 관계는 다음과 같다.

2A(g)	\rightarrow	2B(g)	+	C(g)
반응 전(mol)		10n		1.25n
반응(mol)		$-\frac{75}{8}n$	$+\frac{75}{8}n$	$+\frac{75}{16}n$
반응 후(mol)		$\frac{5}{8}n$	$\frac{75}{8}n$	$\frac{95}{16}n$

따라서 B의 몰 분율은 $\frac{10}{17}$ 이다.

ㄷ. 반감기가 1.5 min이므로 3 min일 때는 A(g)의 농도가 초기 농도의 $\frac{1}{4}$ 배, 6 min 일 때는 A(g)의 농도가 초기 농도의 $\frac{1}{16}$ 배이다. A(g)의 농도는 3 min일 때가 6 min 일 때의 4배이므로, 순간 반응 속도도 4배이다.

정답⑤

[오답피하기] ㄱ. $M_A : M_C = 9 : 8$ 이고, 초기 상태에서 A(g)의 질량은 90 g, C(g)의 질량은 10 g이므로 $x = 10n$ 이라고 두면 $y = 1.25n$ 이다. 따라서 $x = 8y$ 이다.

16. 화학 평형

[정답맞히기] (나)에서 왼쪽과 오른쪽 강철 용기에서의 양적 관계는 다음과 같다.

	원쪽 강철 용기			오른쪽 강철 용기		
	A(g) + B(g) → C(g)			A(g) + B(g) → C(g)		
반응 전(mol)	5	6		3	3	
반응(mol)	-2x	-2x	+2x	-x	-x	+x
반응 후(mol)	5-2x	6-2x	2x	3-x	3-x	x

강철 용기의 부피는 원쪽이 30 L, 오른쪽이 20 L이므로 평형 I에서 다음과 같은 관계가 만족한다.

$$\frac{\left(\frac{2x}{30}\right)}{\left(\frac{5-2x}{30}\right)\left(\frac{6-2x}{30}\right)} = \frac{\left(\frac{x}{20}\right)}{\left(\frac{3-x}{20}\right)\left(\frac{3-x}{20}\right)} \text{이므로 } \frac{3}{5-2x} = \frac{2}{3-x} \text{이고, } x=1 \text{이다. 오른쪽 강}$$

철 용기에서 A(g)~C(g)의 농도(M)가 각각 0.1, 0.1, 0.05이므로 이 반응의 평형 상수 $a=5$ 이다. (나)에서 고정 장치를 풀었을 때 A(g)~C(g)의 양(mol)은 각각 6, 6, 3이고 전체 기체의 부피가 60 L이므로 A(g)~C(g)의 농도(M)는 0.1, 0.1, 0.05이고, 반응 지수(Q)=5이므로 평형 상태이다. $P = \frac{nRT}{V}$ 이므로 $P_1 : I$ 에서 P_2 는 $\frac{15RT}{60} : \frac{9RT}{30}$ 이다. 따

$$\text{라서 } a \times \frac{I\text{에서 } P_2}{P_1} = 5 \times \frac{\frac{9}{30}}{\frac{15}{60}} = 6 \text{이다.} \quad \text{정답①}$$

17. 산 염기 평형

[정답맞히기] $\frac{[X]}{[X]+[XH^+]}$ 는 $\frac{\text{혼합후 X의 양(mol)}}{\text{혼합전 X의 양(mol)}}$ 과 같다. (가)에서 $\frac{[X]}{[X]+[XH^+]} = \frac{4}{5}$ 이

므로 $\frac{10-40x}{10} = \frac{4}{5}$, $x=0.05$ 이다. 따라서 Y(aq)의 농도는 0.05 M, HCl(aq)의 농도는

0.1 M이다. $\frac{[Y]}{[Y]+[YH^+]} = \frac{5-2}{5} = \frac{3}{5} = y$ 이다. (나)에서 pH가 9이므로 pOH=5이고, 따

라서 $\alpha = \frac{5 \times 10^{-5}}{(10-5)} = 10^{-5}$ 이다. (라)에서 혼합 전 Y의 양은 5 mmol이고 넣어준 HCl의

양도 5 mmol이므로 먼저 모든 Y는 YH^+ 가 된다. (라)에서 $[YH^+] = \frac{5}{150} = \frac{1}{30} M$ 이고,

YH^+ 는 다음과 같이 가수 분해한다.

	$\text{YH}^+(\text{aq})$	+	$\text{H}_2\text{O(l)}$	\rightarrow	Y(aq)	+	H_3O^+
반응 전(mol)	$\frac{1}{30}$						
반응(mol)	$-x$				$+x$		$+x$
반응 후(mol)	$\frac{1}{30} - x$				x		x

YH^+ 의 이온화 상수는 $\frac{1 \times 10^{-14}}{\beta}$ 이므로 $\frac{1 \times 10^{-14}}{\beta} \approx \frac{(1 \times 10^{-5})^2}{\frac{1}{30}}$, $\beta = \frac{1}{3} \times 10^{-5}$ 이다.

따라서 $y \times \frac{\beta}{\alpha} = \frac{3}{5} \times \frac{\frac{1}{3} \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-5}} = \frac{1}{5}$ 이다. 정답②

18. 기체 반응

[정답맞히기] 전체 기체의 질량은 40 g으로 일정하므로 기체의 밀도(g/L)가 $\frac{4}{5}$, $\frac{6}{7}$,

$\frac{9}{10}$ 일 때 기체의 부피(L)는 각각 50 , $\frac{140}{3}$, $\frac{400}{9}$ 이다. 기체의 부피가 50 L일 때는

$\frac{400}{9}$ L일 때 보다 생성된 B(g)의 질량이 2배이므로, 반응한 A의 양(mol)도 2배이다.

초기 A(g)의 양을 y mol, 기체의 부피가 $\frac{400}{9}$ L일 때 반응한 A(g)의 양을 x mol이라

고 하면 기체의 부피가 50 L일 때와 $\frac{400}{9}$ L일 때 양적 관계는 다음과 같다.

	50L			$\frac{400}{9}$ L		
	$\text{A(g)} \rightarrow \text{B(g)} + 2\text{C(g)}$			$\text{A(g)} \rightarrow \text{B(g)} + 2\text{C(g)}$		
반응 전(mol)	y			y		
반응(mol)	$-2x$	$+2x$	$+4x$	$-x$	$+x$	$+2x$
반응 후(mol)	$y-2x$	$2x$	$4x$	$y-x$	x	$2x$

기체의 부피가 50 L일 때 전체 기체의 양(mol)이 $y+4x$, $\frac{400}{9}$ L일 때 전체 기체의 양

(mol)이 $y+2x$ 므로 $y+4x : y+2x = 50 : \frac{400}{9}$, $y=14x$ 이다. 기체의 부피가 $\frac{140}{3}$ L

가 될 때까지 반응한 A(g)의 양을 k mol이라고 하면, 반응 후 전체 기체의 양(mol)은 $14x+2k$ 이다. 따라서 $18x : 14x+2k = 50 : \frac{140}{3}$, $k=1.4x$ 이다. 반응 후 전체 기체의 양

$\text{O}_2(\text{mol})$ 은 $14x + 2k$, A(g) 의 양(mol)은 $14x - k$ 이므로 A 의 몰 분율 $\frac{14x - k}{14x + 2k} = \frac{3}{4}$ 이다.

정답②

19. 일차 반응

[정답맞히기] (가)에 초기에 들어 있는 A(g) 의 질량을 $w \text{ g} (=x \text{ mol})$ 이라고 두고, $T_1 K$ 에서 A(g) 의 반감기를 5 min이라고 가정하면 10 min은 반감기가 2번, 30 min은 반감기가 6번 지났으므로 10 min, 30 min일 때 양적 관계는 다음과 같다.

	10 min	30 min
	$\text{A(g)} \rightarrow 2\text{B(g)}$	$\text{A(g)} \rightarrow 2\text{B(g)}$
반응 전(g)	w	w
반응(g)	$-\frac{3w}{4}$	$+\frac{3w}{4}$
반응 후(g)	$\frac{w}{4}$	$\frac{3w}{4}$

반응 전(g)	w	w
반응(g)	$-\frac{3w}{4}$	$+\frac{3w}{4}$
반응 후(g)	$\frac{w}{4}$	$\frac{3w}{4}$

10 min일 때 $\frac{\text{B의 질량}}{\text{A의 질량}} = 3$ 이므로, $a = 3$ 이다. 30 min에서 $\frac{\text{B의 질량}}{\text{A의 질량}} = 63 = 21a$ 이므로 조건을 만족한다. 따라서 $T_1 K$ 에서 A(g) 의 반감기는 5 min이다. (가)에서 A(g) 의 초기 양이 $x \text{ mol}$ 이므로 20 min일 때 A(g) 의 양은 $\frac{x}{16} \text{ mol}$ 이고, B(g) 의 양은 $\frac{30x}{16} \text{ mol}$ 이다.

(나)에서 10 min일 때 A(g) 의 양(mol) $= \frac{1}{2}$ 이므로 (나)에서 10 min일 때 A(g) 의 양은 $\frac{15x}{16}$ mol이다. $T_2 K$ 에서 A(g) 의 반감기를 10 min이라고 가정하면, 10 min은 반감기가 1번 지난 시점이므로 (나)의 초기 상태에서 A(g) 의 양은 $\frac{15x}{8} \text{ mol} (= \frac{15w}{8} \text{ g})$ 이다. (나)의 초기 상태에서 B(g) 의 질량을 $k \text{ g}$ 이라고 하면 $\frac{k}{\frac{15w}{8}} = b$, $k = \frac{15wb}{8}$ … ㉠이다. 10 min은

반감기가 1번 지난 시점이므로 $\frac{\text{B의 질량}}{\text{A의 질량}} = \frac{k + \frac{15w}{16}}{\frac{15w}{16}} = 4b$ … ㉡이다. ㉠을 ㉡에 대입하면

면 $b = 0.5$ 이고, $k = \frac{15w}{16}$ 이다. 20 min은 반감기가 2번 지난 시점이므로

$\frac{\text{B의 질량}}{\text{A의 질량}} = \frac{\frac{15w}{16} + \frac{45w}{32}}{\frac{15w}{32}} = 5 = 10b$ 이므로 조건을 만족한다. 따라서 $T_2 K$ 에서 A(g) 의 반

감기는 10 min이다. A 의 분자량은 B 의 분자량의 2배이므로 (나)에서 반응 초기 B(g) 의 양은 $\frac{15x}{8} \text{ mol}$ 이다. 따라서 (가)에서 15 min일 때와 (나)에서 30 min일 때의 양적

관계는 다음과 같다.

	(가) 15min A(g) → 2B(g)	(나) 30min A(g) → 2B(g)
반응 전(mol)	x	$\frac{15x}{8}$ $\frac{15x}{8}$
반응(mol)	$-\frac{7x}{8}$ $+\frac{14x}{8}$	$-\frac{105x}{64}$ $+\frac{105x}{32}$
반응 후(mol)	$\frac{x}{8}$ $\frac{14x}{8}$	$\frac{15x}{64}$ $\frac{165x}{32}$

$$PV = nRT \text{에서 } \frac{P}{T} = \frac{nR}{V} \text{이므로 } \frac{P_{(나, 30\text{min})}}{T_2} \times \frac{T_1}{P_{(가, 15\text{min})}} = \frac{345}{64} \times \frac{8}{15} = \frac{23}{8} \text{이다. 정답④}$$

20. 평형 이동

(나)의 초기 상태에서 B(g) 4g의 부피가 10L이므로 (가)의 초기 상태에서 기체의 몰 분율은 B(g)가 $\frac{1}{3}$, C(g)가 $\frac{2}{3}$ 이다. 따라서 초기 (가)에 들어 있는 B(g), C(g)의 양(mol)을 각각 10, 20이라고 할 수 있다.

[정답맞히기] 평형 II에서의 부피가 VL라면 $\frac{28}{V} = \frac{49}{80}$ 이므로 $V = \frac{320}{7}$ L이다. 평형 II에서의 A(g)~C(g)의 양(mol)을 각각 $2n$, $20+n$, $20-2n$ 이라고 하면 기체의 총 양(mol)은 $40+n = \frac{320}{7}$ 이라고 할 수 있으므로 $n = \frac{40}{7}$ 이고, 평형 상수 $K = a =$

$\frac{(\frac{20-2n}{V})^2}{(\frac{2n}{V})^2 \times \frac{20+n}{V}}$ 이므로 $a = 1$ 이다. 꼭지를 열기 전 (가)에서 기체의 양(mol)은 B(g), C(g)가 각각 10, 20이므로 평형 I에서 A~C의 양(mol)을 각각 $2m$, $10+m$, $20-2m$ 이라고 하면, 기체의 총 부피는 $(30+m)L$ 이고, 온도 T에서 $K = 1$ 이므로

$\frac{(\frac{20-2m}{30+m})^2}{(\frac{2m}{30+m})^2 (\frac{10+m}{30+m})} = 1$ 에서 $m = 6$ 이므로 $x = \frac{24}{36} = \frac{2}{3}$ 이다. 평형 III에서 기체의 밀도

(g/L)가 $\frac{1}{2}$ 이므로 기체의 부피는 56L이어야 한다. 이때 온도는 $\frac{7}{6}T$ K이므로 기체의

총 양(mol)은 $56 \times \frac{6}{7} = 48$ 이다. 따라서 평형 III에서 평형 상수 $K = b = \frac{(\frac{4}{56})}{(\frac{16}{56})^2 \frac{28}{56}} = \frac{1}{8}$ 이

고, $\frac{a}{x \times b} = \frac{1}{\frac{2}{3} \times \frac{1}{8}} = 12$ 이다.

정답 ①