

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

1. 수소 연료 전지

[정답맞히기] 수소 연료 전지는 수소(H_2)와 산소(O_2)의 산화 환원 반응으로 생성되는 화학 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치이다. 따라서 ㉠으로 가장 적절한 것은 산소(O_2)이다. **정답②**

2. 분자 사이의 힘

[정답맞히기] (가)는 NH_3 에만 존재하는 분자 사이의 힘이므로 수소 결합이다. H_2 는 무극성 분자, NH_3 , Cl_2O 는 극성 분자이고 쌍극자-쌍극자 힘은 NH_3 , Cl_2O 에만 존재하므로 (다)는 쌍극자-쌍극자 힘이다. (나)는 무극성 분자인 H_2 와 극성 분자인 Cl_2O 에 모두 존재하는 분자 사이의 힘이므로 분산력이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 수소 결합이다.

[오답피하기] ㄴ. 분산력은 모든 분자에 존재하는 분자 사이의 힘이므로 ㉠은 '○'이다.

ㄷ. 분자 사이에 수소 결합이 존재하는 NH_3 가 H_2 보다 기준 끓는점이 높다. **정답①**

3. 액체의 증기 압력

$X(l)$ 은 $45^\circ C$ 에서의 증기 압력이 P_{atm} 이고, I ~ III에서 $60^\circ C$ 보다 낮은 온도에서 증기 압력이 P_{atm} 인 것은 I 이므로 I 은 $X(l)$ 이다.

$60^\circ C$, P_{atm} 에서 안정한 상의 수는 II가 2, III이 1이므로 II는 $Z(l)$, III은 $Y(l)$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. I 은 $X(l)$ 이다.

ㄴ. 같은 온도에서 증기 압력이 높을수록 기준 끓는점은 낮다. $60^\circ C$ 에서 증기 압력은 $Z(l) > Y(l)$ 이므로 기준 끓는점은 $Y(l) > Z(l)$ 이다.

ㄷ. 기준 끓는점에서 증기 압력은 1 atm과 같으므로 $X(l)$ 와 $Z(l)$ 가 같다. **정답⑤**

4. 금속의 결정 구조

입방 결정 구조의 단위 세포에서 ab선에 위치한 원자의 중심을 점으로 표시한 것 중 (나)의 ab선 중간에 점이 표시되어 있으므로 (나)는 면심 입방 구조이고, (가)는 체심 입방 구조이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 체심 입방 구조이다.

ㄴ. 체심 입방 구조에서 단위 세포에 포함된 입자는 꼭지점에 있는 입자 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개와 체심에 있는 입자 1개로 총 2개이고, 면심 입방 구조에서 단위 세포에 포함된 입자는 꼭지점에 있는 입자 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개와 면의 중심에 있는 입자 $\frac{1}{2} \times 6 = 3$ 개로 총 4개이다.

따라서 단위 세포에 포함된 원자 수는 (나)에서가 (가)에서의 2배이다.

ㄷ. (나)는 면심 입방 구조이므로 단위 세포의 중심에 원자가 존재하지 않는다. 따라서 단위 세포에서 bc선에 위치한 원자의 중심을 점으로 표시하면 $\overset{b}{\bullet} \text{---} \overset{c}{\bullet}$ 이다.

정답⑤

5. 수용액의 증기 압력 내림

[정답맞히기] ㄱ. 탐구 과정과 결과에서 용질 X와 Y에 관계 없이 용질의 몰 분율과 수용액의 증기 압력 내림(ΔP)은 비례하고, 탐구과정과 결과의 결론이 타당하므로 ‘용질의 종류와 관계없이 용질의 몰 분율에 비례한다.’는 ㉠으로 적절하다.

ㄴ. $t^\circ\text{C}$, Ⅲ에서 물의 증기 압력(mmHg)은 $\frac{\text{수용액의 증기압력 내림}}{\text{용질의 몰 분율}} = \frac{1}{\frac{1}{101}} = 101$ 이다.

Ⅲ에서 증기 압력 내림(ΔP)이 1 mmHg이므로 수용액의 증기 압력은 100 mmHg이다. 따라서 $t^\circ\text{C}$ 에서 증기 압력은 물이 Ⅲ보다 1 mmHg만큼 크다.

[정답맞히기] ㄷ. Ⅱ에서 용질의 몰 분율은 $\frac{b}{100a+b} = \frac{2}{101}$ 이므로 $b = \frac{200}{99}a$ 이다. 따라서 $b < 2a$ 이다.

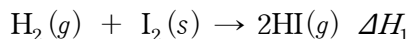
정답③

6. 생성 엔탈피

생성 엔탈피는 가장 안정한 상태의 원소로부터 화합물 1 mol이 생성될 때의 엔탈피 변화이다.

[정답맞히기] ㄱ. 제시된 반응의 $\Delta H < 0$ 이므로 발열 반응이다.

ㄷ. $\text{H}_2(g)$ 와 $\text{I}_2(s)$ 로부터 $\text{HI}(g)$ 가 생성되는 반응의 열화학 반응식은 다음과 같다.



또한 $\text{I}_2(g)$ 가 $\text{I}_2(s)$ 로 승화되는 반응의 열화학 반응식은 다음과 같다.



$\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightarrow 2\text{HI}(g) \quad \Delta H_3$ 에서 $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2$ 이므로 $\Delta H_1 - 62 \text{ kJ} = -9 \text{ kJ}$ 이고

$\Delta H_1 = 53 \text{ kJ}$ 이다. 따라서 $\text{HI}(g)$ 의 생성 엔탈피는 $\frac{53}{2} \text{ kJ/mol}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 반응 엔탈피(ΔH)는 생성물의 생성 엔탈피의 합에서 반응물의 생성 엔탈피의 합을 뺀 값과 같으므로 ΔH_2 는 -62 kJ 이다. $\text{I}_2(g)$ 가 $\text{I}_2(s)$ 로 승화되는 반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 -62 kJ 이다.

7. 보일 샤를 법칙

$PV = nRT$ 에서 $T = \frac{PV}{nR}$ 이다.

A(g)의 부피 비는 (가):(나)=2:3이므로 (가)에서 A(g)의 부피를 2V L라고 하면 (나)에서 A(g)의 부피는 3V L이고, A(g)의 압력은 (가)에서 0.5 atm, (나)에서 1 atm이다.

따라서 $T_1 = \frac{0.5 \times 2V}{nR}$, $T_2 = \frac{1 \times 3V}{2.5nR}$ 이므로 $\frac{T_2}{T_1} = \frac{6}{5}$ 이다. 정답④

8. 활성화 에너지

정반응이 반열 반응일 때, 정반응의 반응 엔탈피(ΔH)는 정반응의 활성화 에너지에서 역반응의 활성화 에너지를 뺀 값이다.

제시된 반응에서 정반응의 활성화 에너지를 m kJ/mol, 역반응의 활성화 에너지를 n kJ/mol이라고 하면 $m+n=y$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 반응 엔탈피(ΔH)는 생성물의 엔탈피에서 반응물의 엔탈피를 뺀 값이다. 따라서 $x=b-a$ 이다.

ㄴ. $x=m-n$ 이므로 $m=x+n$ 이고, $m+n=y$ 이므로 $2n=y-x$ 이다.

따라서 역반응의 활성화 에너지는 $\frac{y-x}{2}$ kJ/mol이다.

ㄷ. 정촉매를 첨가하면 정반응의 활성화 에너지와 역반응의 활성화 에너지가 모두 작아지므로 정반응의 활성화 에너지와 역반응의 활성화 에너지 합이 y kJ/mol보다 작아진다. 정답⑤

9. CO₂의 상평형

압력이 일정할 때 엔탈피는 $\text{CO}_2(g) > \text{CO}_2(l) > \text{CO}_2(s)$ 이므로 P_1 atm에서 상태에 따른 CO₂의 온도는 고체일 때가 가장 낮고 기체일 때가 가장 높다.

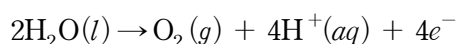
[정답맞히기] ㄱ. (가)와 (나)에서 압력이 P_1 일 때 CO₂의 상태에 따른 온도는 $\beta > \alpha > \gamma$ 이므로 α 는 액체, β 는 기체, γ 는 고체이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. P_1 atm에서 CO₂(s)의 온도를 높이면 액체 상태로 상태가 변한 후 온도를 더 높이면 기체 상태로 상태가 변한다. 따라서 $t_1 > t_2$ 이다.

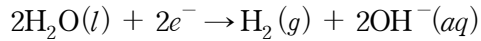
ㄷ. P_1 atm일 때 온도를 높이면 상태 변화가 두 번 일어나므로 $P_1 > 5.1$ 이다.

10. 전기 분해

산화되기 쉬운 경향이 $\text{H}_2\text{O}(l) > \text{SO}_4^{2-}(aq)$ 이므로 $\text{MgSO}_4(aq)$, $\text{NiSO}_4(aq)$ 을 각각 전기 분해했을 때 (+)극에서는 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이 산화되고 $\text{O}_2(g)$ 가 생성된다.



또한 환원되기 쉬운 경향이 $\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) > \text{H}_2\text{O}(\text{l}) > \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$ 이므로 $\text{NiSO}_4(\text{aq})$ 을 전기 분해했을 때 (-)극에서 $\text{Ni}(\text{s})$ 이 생성되지만, $\text{MgSO}_4(\text{aq})$ 을 전기 분해했을 때 (-)극에서는 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 이 환원되고 $\text{H}_2(\text{g})$ 가 생성된다.



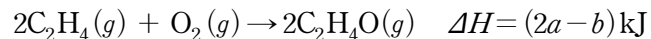
[정답맞히기] ㄱ. $\text{MgCl}_2(\text{l})$ 을 전기 분해하면 (+)극에서 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 가, (-)극에서 $\text{Mg}(\text{s})$ 이 생성되므로 (가)는 $\text{MgCl}_2(\text{l})$ 이고 ㉠은 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 이다.

ㄴ. (나)를 전기 분해하면 (-)극에서 $\text{H}_2(\text{g})$ 가 생성되므로 (나)는 $\text{MgSO}_4(\text{aq})$ 이다. 따라서 (다)는 $\text{NiSO}_4(\text{aq})$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (나)의 전기 분해 반응이 일어날 때 (+)극에서 $\text{O}_2(\text{g})$ 가, (-)극에서 $\text{H}_2(\text{g})$ 가 생성되므로 ㉡은 $\text{O}_2(\text{g})$ 이다. 따라서 생성된 기체의 양(mol)은 (-)극에서 생성된 $\text{H}_2(\text{g})$ 가 (+)극에서 생성된 ㉡의 2배이다.

11. 결합 에너지와 반응 엔탈피

[정답맞히기] 제시된 첫 번째 열화학 반응식에 2를 곱한 후 두 번째 열화학 반응식을 뺀 반응의 열화학 반응식은 다음과 같다.



반응 엔탈피는 반응물의 결합 에너지 총합에서 생성물의 결합 에너지 총합을 뺀 값과 같으므로 $2a - b = 2x + z - 2y$ 이다.

따라서 $z = 2(-x + y + a) - b$ 이다. 정답①

12. 산의 이온화 평형

(가)에서 0.1 mol의 HA와 0.1 mol의 NaA를 혼합했으므로 $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 1$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에 $\text{NaOH}(\text{s})$ 0.01 mol을 넣으면 HA와 반응하여 [HA]는 감소하고 $[\text{A}^-]$ 는 증가하므로 $[\text{A}^-] > [\text{HA}]$ 이다.

ㄴ. (가)는 완충 용액이므로 $\text{NaOH}(\text{s})$ 0.01 mol을 넣어 모두 녹여도 pH 변화가 작지만, (나)는 0.1 mol의 HA와 0.1 mol의 NaOH가 반응하여 중화점에 도달한 혼합 용액이므로 $\text{NaOH}(\text{s})$ 0.01 mol을 넣어 모두 녹이면 pH가 크게 변한다. 따라서 pH 변화는 (나)가 (가)보다 크다.

ㄷ. (나)에 1 M $\text{HCl}(\text{aq})$ 10 mL를 첨가하면 A^- 이 반응하여 HA가 생성되므로 HA의 양(mol)은 증가한다. 정답⑤

13. 용액의 농도

몰랄 농도는 $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이다.

[정답맞히기] 20 % A(aq) 100 g은 H₂O(l) 80 g에 A(s) 20 g을 녹여 만든 것이고, A의 화학식량이 100이므로 20 % A(aq) 100 g에 들어 있는 A의 양은 0.2 mol이다.

(가)에 H₂O(l) x g을 추가한 (나)의 몰랄 농도는 $\frac{0.2 \text{ mol}}{\frac{80+x}{1000} \text{ kg}} = \frac{200}{80+x} m$ 이므로

$$\frac{200}{80+x} = 2 \text{이고 } x = 20 \text{이다.}$$

1.6 m A(aq)은 H₂O(l) 1000 g에 A(s) 1.6 mol을 녹여 만든 것이므로 이 용액의 질량은 1160 g이다. 따라서 1.6 m A(aq) y g에 녹아 있는 A의 양은 $\frac{16}{11600} y$ mol이고

H₂O(l)의 질량은 $\frac{100}{116} y$ g이다.

(가)에 1.6 m A(aq) y g을 추가한 (다)의 몰랄 농도는 $\frac{0.2 + \frac{16}{11600} y}{80 + \frac{100y}{116}} m$ 이므로

$$\frac{0.2 + \frac{16}{11600} y}{80 + \frac{100y}{116}} = 2 \text{이고, } y = 116 \text{이다. 따라서 } x + y = 136 \text{이다.}$$

정답②

14. 1차 반응

[정답맞히기] (가)에서 반응 초기 [B] = 1 M, $\frac{[B]}{[A]} = 1$ 이므로 넣어 준 [A] = 1 M이다. 3t 까지 반응한 [A]를 x M이라고 하면 용기에 들어 있는 [B] = (1 + 2x) M이고 3t일 때 $\frac{[B]}{[A]} = 4$ 이므로 $\frac{1+2x}{1-x} = 4$, $x = \frac{1}{2}$ 이다. 따라서 3t일 때 [A]가 초기의 $\frac{1}{2}$ 로 감소하였으므로 (가)에서 A의 반감기는 3t이다.

또한 12t일 때 반감기가 4번 지난 시점이므로 [A] = $\frac{1}{16}$ M이고 반응한 [A]는 $\frac{15}{16}$ M이므로 용기에 들어 있는 [B] = $\frac{46}{16}$ M이다. 따라서 12t일 때 $\frac{[B]}{[A]} = 46$ 이므로 a = 46이다.

(나)에서 반응 초기 [B] = 1 M, $\frac{[B]}{[A]} = 4$ 이므로 넣어 준 [A] = $\frac{1}{4}$ M이다.

(나)에서 반응이 진행될 때 [A]에 따른 [B]와 $\frac{[B]}{[A]}$ 를 구하면 다음과 같다.

[A] (M)	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$
[B] (M)	1	$\frac{10}{8}$	$\frac{22}{16}$	$\frac{46}{32}$
$\frac{[B]}{[A]}$	4	10	22	46

(나)에서 $\frac{[B]}{[A]} = 46$ 일 때 반감기가 3번 지난 시점이므로 A의 반감기는 $4t$ 이다.

따라서 $a \times \frac{T_1 \text{ K에서 } A(g) \text{의 반감기}}{T_2 \text{ K에서 } A(g) \text{의 반감기}} = 46 \times \frac{3}{4} = \frac{69}{2}$ 이다. 정답④

15. 평형상태

평형 상태 I에서 기체의 전체 압력은 $2P_{\text{atm}}$, $C(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{3}{2}P_{\text{atm}}$ 이므로

실린더에 들어 있는 $A(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{1}{2}P_{\text{atm}}$ 이다. 초기 상태에서 I에 도달할 때까지 생성된 $C(g)$ 의 양을 $3y$ mol이라고 하면 반응한 $A(g)$ 의 양은 $3y$ mol이고 반응 후 남아 있는 $A(g)$ 의 양은 y mol이므로 $4y=8$ 에서 $y=2$ 이다. 따라서 I에서 실린더에 들어 있는 $A(g)$ 의 양은 2 mol, $C(g)$ 의 양은 6 mol이다.

[정답맞히기] ㄱ. 농도로 정의되는 평형 상수식에서 고체 상태의 물질은 제외되므로

이 반응의 평형 상수식은 $K = \frac{[C]^4}{[A]^4}$ 이다. I에서 $[A] = \frac{2}{V} \text{ M}$, $[C] = \frac{6}{V} \text{ M}$ 이므로

$a = \frac{6^4}{2^4} = 81$ 이다.

ㄷ. 반응한 $A(g)$ 의 양과 생성된 $C(g)$ 의 양은 같으므로 I에서 $Ne(g)$ n mol을 첨가하고 고정 장치를 풀어 도달한 평형 상태 II에서 압력 변화에 의한 평형 이동은 일어나지 않는다. II에서 전체 기체의 압력은 P_{atm} 이고 $C(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{3}{8}P_{\text{atm}}$ 이므로

$A(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{1}{8}P_{\text{atm}}$ 이고 $Ne(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{1}{2} \text{ atm}$ 이다. 따라서 첨가한 $Ne(g)$ 의 양은 8 mol이므로 $n=8$ 이다.

온도가 일정할 때 전체 기체의 양(mol)은 압력(atm)과 부피(L)의 곱에 비례하므로 전체 기체의 몰비는 $8:16=2PV:Px$ 이다. 따라서 $x=4V$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. $n=8$ 이다.

16. 1차 반응

온도가 일정하므로 (가)와 (나)에서 반감기는 같다.

(가)의 초기 상태에서 $A(g)$ n mol이 들어있다고 두면, $A(g) \rightarrow B(g) + C(g)$ 반응에서 1 mol의 $A(g)$ 가 반응하면 2 mol의 $B(g) + C(g)$ 가 생성되므로 $2t$ 에서 $A(g)$ k mol 반응했을 때 반응 후 전체 기체의 양(mol)은 $n+k$ 이다. 온도와 부피가 일정할 때 기체의 전체 압력은 기체의 전체 양(mol)에 비례하므로 $n:n+k=28:49$ 에서 $k=\frac{3}{4}n$ 이므로 이 반응의 반감기는 t 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 순간 반응 속도는 $[A]$ 에 비례한다. t 일 때 $A(g)$ 에 대한 반감기가 1번 지난 순간이고, $3t$ 일 때 $A(g)$ 에 대한 반감기가 3번 지난 순간이므로 (가)에서

$$\frac{t\text{일 때 } A(g)\text{의 순간반응속도}}{3t\text{일 때 } A(g)\text{의 순간반응속도}} = \frac{n \times \frac{1}{2}}{n \times (\frac{1}{2})^3} = 4\text{이다.}$$

ㄷ. 반응 질량비는 $A(g):B(g)=11:4$ 이고, 반응 몰비는 $A(g):B(g)=1:1$ 이므로 $\frac{A\text{의 분자량}}{B\text{의 분자량}} = \frac{11}{4}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 t 일 때 반감기가 1번 지난 순간이므로 기체의 전체 양(mol)은 $n + \frac{1}{2}n = \frac{3}{2}n$ 에서 $n:\frac{3}{2}n=28:x$ 이다. 따라서 $x=42$ 이다.

(나)의 초기 상태에서 기체 전체의 질량(g)을 $100w$ 라고 두면, $C(g)$ 의 질량 백분율이 12%이므로 $C(g)$ 의 질량(g)은 $12w$ 이고, $A(g)$ 의 질량(g)은 $88w$ 이다. t 일 때 반감기가 1번 지난 순간이고, $A(g)$ 의 질량(g)은 $44w$, $C(g)$ 의 질량 백분율이 40%이므로 $C(g)$ 의 질량(g)은 $40w$ 이다. 생성된 $C(g)$ 의 질량(g)은 $28w$ 이며, $B(g)$ 의 질량(g)은 $16w(=100w-44w-40w)$ 이므로 반응 질량비는 $A(g):B(g):C(g)=44w:16w:28w=11:4:7$ 이다. $t \rightarrow 2t$ 가 될 때, 반응한 $A(g)$ 의 질량(g)은 $22w$ 이고 생성된 $C(g)$ 의 질량(g)은 $14w$ 이므로 $2t$ 일 때 $C(g)$ 의 질량(g)은 $54w(=40w+14w)$ 이다. 따라서 $C(g)$ 의 질량 백분율(%) = $\frac{54w}{100w} \times 100$ 이므로 $y=54$ 이다.

17. 약산의 이온화 평형

[정답맞히기] 0.1 M 약산 $HA(aq)$ 60 mL에 들어 있는 HA 의 양(mol)은 6×10^{-3} 이고, y M $NaOH(aq)$ 40 mL에 들어 있는 $NaOH$ 의 양(mol)은 $40y \times 10^{-3}$ 이다. $NaOH$ 은 강염기이므로 ㉠에서 $\frac{[A^-]}{[HA] + [A^-]} = \frac{40y}{(6-40y) + 40y} = \frac{2}{3}$ 에서 $y=0.1$ 이다.

x M 약산 $HB(aq)$ 40 mL에 들어 있는 HB 의 양(mol)은 4×10^{-3} 이고, $y(=0.1)$ M $NaOH(aq)$ 20 mL에 들어 있는 $NaOH$ 의 양(mol)은 2×10^{-3} 이다. $NaOH$ 은 강염기이므로

로 ㉠에서 $\frac{[B^-]}{[HB] + [B^-]} = \frac{2}{(40x-2)+2} = \frac{1}{6}$ 에서 $x=0.3$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. $x=3y$ 이다.

ㄴ. ㉡에서 $[HA]:[A^-]=1:2$ 이고, $pH=5.0$ 이므로 HA의 이온화 상수 $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$
 $= 1 \times 10^{-5} \times \frac{2}{1} = 2 \times 10^{-5}$ 이다.

㉢에서 $[HB]:[B^-]=5:1$ 이고, $pH=3.0$ 이므로 HB의 이온화 상수 $K_a = \frac{[H_3O^+][B^-]}{[HB]}$
 $= 1 \times 10^{-3} \times \frac{1}{5} = 2 \times 10^{-4}$ 이다.

따라서 25 °C에서 $\frac{HB의 이온화 상수(K_a)}{HA의 이온화 상수(K_a)} = \frac{2 \times 10^{-4}}{2 \times 10^{-5}} = 10$ 이다.

ㄷ. ㉣에서 중화점이므로 HA의 짝염기인 A^- 의 가수 분해 반응이 일어난다.

25 °C에서 HA의 이온화 상수 $K_a = 2 \times 10^{-5}$ 이므로 $K_a \times K_b = K_w$ 에서 A^- 의 이온화

상수 $K_b = 5 \times 10^{-10}$ 이다. 중화점에서 $[A^-] = \frac{0.1M \times 60 \times 10^{-3}L}{120 \times 10^{-3}L} = \frac{1}{20}M$ 이고,

$[HA] = [OH^-] = k M$ 이라고 두면, $K_b = \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{x^2}{\frac{1}{20}} = 5 \times 10^{-10}$ 에서 $[OH^-] =$

$5 \times 10^{-6} M$ 이다. 25 °C에서 $[H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이므로 $[H_3O^+] = 2 \times 10^{-9} M$ 이다.

정답㉤

18. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. I의 T K에서 $K=2$ 이고, $Q=\frac{5}{4}$ 에서 $K > Q$ 이므로 정반응이 우세하게 진행되어 평형 상태에 도달한다.

ㄷ. $A(g)$ 와 $B(g)$ 의 분자량을 각각 M_A , M_B 라고 두면, $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$ 반응에서 반응 전과 후 질량은 보존되므로 $M_B = 2M_A$ (...①)이다. II에서 $A(g)$ 의 양(mol)을 n_A' 라고 두면, $B(g)$ 의 양(mol)은 0.4이고, 실린더 속 기체의 전체 질량은 I에서와 II에서가 같으므로 $0.6 \times M_A + 0.3 \times M_B = n_A' \times M_A + 0.4 \times M_B$ (...②)이며, ①과 ②에서 $n_A' = 0.4$ 이다. 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피비는 기체의 몰비와 같으므로 II에서 실린더 속 기체의 부피(L)를 V_2 이라고 두면, $0.9mol : \frac{3}{2}L = 0.8mol : V_2 L$ 에서 $V_2 = \frac{4}{3}L$ 이다.

$$\text{따라서 II에서 } Q = \frac{\frac{0.4}{\frac{4}{3}}}{\frac{0.4}{\frac{4}{3}} \times \frac{0.4}{\frac{4}{3}}} = \frac{10}{3} \text{이므로 } a = \frac{10}{3} \text{이다.}$$

[오답피하기] ㄴ. I에서 초기 상태에서 B(g)의 양(mol)은 0.3이고, 실린더 속 A(g)의
와 B(g)의 질량은 같으므로 실린더 속 A(g)의 양(mol)을 n_A 라고 두면 $n_A \times M_A =$
 $0.3 \times M_B$ 에서 $n_A = 0.6$ 이다. I에서 실린더 속 기체의 부피(L)를 V_1 이라고 두면,

$$Q = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{\frac{0.3}{V_1}}{(\frac{0.6}{V_1})^2} = \frac{5}{4} \text{에서 } V_1 = \frac{3}{2} \text{이다.} \quad \text{정답④}$$

19. 1차 반응의 반감기

[정답맞히기] $2A(g) \rightarrow 4B(g) + C(g)$ 반응은 1차 반응이므로 온도가 일정할 때 반감기는 일정하다.

(가)에서 $t = a \text{ min}$ 일 때 $[A] = \frac{1}{2}M$, $t = 2a \text{ min}$ 일 때 $[A] = \frac{1}{16}M$ 이고, $t = 2a \text{ min} \rightarrow$

$$t = a \text{ min에서 } \frac{\frac{1}{16}}{\frac{1}{2}} = (\frac{1}{2})^3 \text{이므로 } TK \text{에서 이 반응의 반감기는 } \frac{1}{3}a \text{ min이다.}$$

ㄱ. (가)에서 용기의 부피는 1 L이므로 초기 상태에서 A(g)의 양(mol)은 $\frac{1}{2} \times 2^3 = 4$ 이고,
 $t = a \text{ min}$ 일 때 반응 계수비는 $A(g) : C(g) = 2 : 1$ 이므로 C(g)의 양(mol)은
 $(4 - \frac{1}{2}) \times \frac{1}{2} = \frac{7}{4}$ 이다.

$t = 2a \text{ min}$ 일 때 C(g)의 양(mol)은 $(4 - 4 \times (\frac{1}{2})^6) \times \frac{1}{2} = \frac{63}{32}$ 이므로 (가)에서

$$\frac{t = 2a \text{ min일 때 } C(g) \text{의 양(mol)}}{t = a \text{ min일 때 } C(g) \text{의 양(mol)}} = \frac{\frac{63}{32}}{\frac{7}{4}} = \frac{9}{8} \text{이다.}$$

ㄴ. (나)에서 A(g)의 초기 농도를 $\ominus M$ 이라고 두면, 초기 반응 반응 속도는 초기 [A]
에 비례하므로 $2 : 3 = 4 M : \ominus M$ 에서 $\ominus = 6$ 이고, (나)의 부피는 $\frac{1}{2} L$ 이므로 초기 A(g)
의 양(mol)은 3이다. (나)에서 $t = a \text{ min}$ 일 때, A(g)의 양(mol)은 $3 \times (\frac{1}{2})^3 = \frac{3}{8}$ 이므로

$$[A] = \frac{\frac{3}{8} \text{ mol}}{\frac{1}{2} \text{ L}} = \frac{3}{4} \text{ M에서 } x = \frac{3}{4} \text{ 이다.}$$

[오답피하기] ㄷ. (가)와 (나)에서 반응 전 기체의 전체 양(mol)은 모두 5이므로 (가)와 (나)에서 $B(g)$ 의 양(mol)은 각각 1, 3이고, $[B]$ 는 각각 1 M, 6 M이다. (가)와 (나)의 온도가 일정하고, (가)와 (나)에서 이 반응의 반감기는 같으므로 $t = \frac{1}{2}a \text{ min}$ 일 때, $[B]$ 는 (나)에서가 (가)에서보다 크다. 정답③

20. 기체 반응

[정답맞히기] (가)에서 각 용기에 들어 있는 기체의 양(mol)을 I에서 $B(g)$ $3n$, II에서 $A(g)$ $2n$, III에서 $A(g)$ xn , IV에서 $D(g)$ $4n$ 이라고 두면, (나) 과정 후 $A(g)$ 의 몰분율은 0이 아니므로 I과 II에서 모두 반응하는 기체는 $B(g)$ 이고, 화학 반응의 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + bB(g) \rightarrow 2C(g)$		
반응 전(mol)	$2n$	$3n$	
반응 (mol)	$-\frac{3n}{b}$	$-3n$	$+\frac{6n}{b}$
반응 후(mol)	$2n - \frac{3n}{b}$	0	$\frac{6n}{b}$

II와 III의 부피(L)는 $3V$ 이고, (나) 과정 후 기체의 부피는 III에서가 II에서의 2배이므로 II와 III의 부피(L)는 각각 V , $2V$ 이고, I과 II의 부피의 합 : III과 IV의 부피의 합 = $V + V : 2V + 2V = 1 : 2$ 이다.

III과 IV에서 $A(g) + D(g) \rightarrow 2E(g)$ 반응의 반응 전과 후 계수의 합은 같으므로 반응 전과 후 전체 기체의 양(mol)은 일정하고, 온도와 압력이 일정할 때 기체의 부피비는 기체의 몰비와 같으므로 $2n + \frac{3n}{b} : xn + 4n = 1 : 2$ 에서 $x = \frac{6}{b}$ 이다.

$2n - \frac{3n}{b} > 0$ 에서 $b > \frac{3}{2}$ 이고, $x < 4$ 이므로 III과 IV에서 $A(g) + D(g) \rightarrow 2E(g)$ 반응에서 모두 반응하는 기체는 $A(g)$ 이며, 화학 반응의 양적 관계는 다음과 같다.

	$A(g) + D(g) \rightarrow 2E(g)$		
반응 전(mol)	xn	$4n$	
반응 (mol)	$-xn$	$-xn$	$+2xn$
반응 후(mol)	0	$4n - xn$	$2xn$

(나) 과정 후 $\frac{\text{IV에서 E(g)의 몰 분율}}{\text{I에서 A(g)의 몰 분율}} = \frac{\frac{2xn}{4n+xn}}{\frac{2n-\frac{3n}{b}}{2n+\frac{3n}{b}}} = 2$ 에서 $b=3$ 이므로, $x=2$ 이다.

(다)의 III과 IV에서 전체 기체의 부피(L)는 $4V$, E(g)의 양(mol)은 $4n$ 이고, 이상기체 상태 방정식에서 (가)의 IV에서 D(g)와 (다)의 III과 IV에서 E(g)의 $\frac{PV}{nT}$ 는 같으므로

$$\frac{2\text{atm} \times 2VL}{4n\text{mol} \times TK} = \frac{y\text{atm} \times 4VL}{4n\text{mol} \times 2TK}$$

이다. 따라서 $y=2$ 이므로 $b \times \frac{y}{x} = 3 \times \frac{2}{2} = 3$ 이다. 정답②