

화 학 II

1. ④	2. ⑤	3. ②	4. ⑤	5. ③
6. ①	7. ①	8. ④	9. ⑤	10. ①
11. ③	12. ②	13. ④	14. ②	15. ②
16. ①	17. ④	18. ②	19. ③	20. ③

- 이상 기체 상태 방정식( $PV=nRT$ )에서  $P=\frac{nRT}{V}$ 이므로  $V$ 가 같으면  $P$ 는  $nT$ 에 비례한다. 그러므로  $P_1:P_2=3:4$ 이다.
- 물(액체)이 얼음(고체)으로 변하는 과정은 발열 반응으로  $\Delta H_{\text{결}} < 0$ ,  $\Delta S_{\text{결}} < 0$ 이다.
- $\text{CH}_3\text{OH}(l) + \frac{3}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$  반응의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )가  $\text{CH}_3\text{OH}(l)$ 의 연소 엔탈피( $\Delta H$ )이다.  $\text{H}_2(g)$ 의 연소 엔탈피( $\Delta H$ )를  $\text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(l)$   $\Delta H=c\text{kJ}$ 라고 하면  $\text{CH}_3\text{OH}(l)$ 의 연소 엔탈피( $\Delta H$ )는 헤스 법칙에 의해  $-a + \frac{1}{2}b + 2c(\text{kJ})$ 이 된다.
- 광분해 전지는 산화 전극에서는 물이 산화되고, 환원 전극에서는 수소 이온이 환원된다.
  - 전지는 산화 전극에서 환원 전극으로 이동하므로 A에서는 산화 반응이 일어난다.
  - 액체 상태의 물이 분해되어 기체 상태의 수소와 산소가 생성되므로 물이 분해되는 반응은 엔트로피가 증가하는 반응이다.
  - B에서는 수소 이온이 환원되어 수소 기체가 발생한다. 수소 기체는 에너지원으로 사용할 수 있다.
- X가 16족 원소인 것은 1가지이므로 같은 주기에 속한 (나)와 (다) 중 하나의 X가 16족 원소이다. 4주기 17족 원소의 수소 화합물인 (라)는 3주기 17족 원소의 수소 화합물보다 분자량이 커서 끓는점이 높으므로 (라)의 X가 16족, (다)의 X가 17족 원소이다. 따라서 (가)는 HF, (나)는 H<sub>2</sub>S, (라)는 HCl, (다)는 HBr이다.
  - 액체 상태에서 분자 사이에 수소 결합이 존재하는 것은 (가)(HF) 1가지이다.
  - (라)(HCl)와 (다)(HBr)는 분자량이 큰 (라)가 분산력이 커서 끓는점이 더 높다.
- 결합 에너지를 다음과 같다고 하자.
 

결합	C-H	Cl-Cl	C-Cl	H-Cl	C-C
결합 에너지	a	b	c	d	e

 $\Delta H = (\text{반응물의 결합 에너지 합}) - (\text{생성물의 결합 에너지 합})$ 을 이용하여 각 반응의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )를 구해보면  $\Delta H_1 = (3a + c + b) - (2a + 2c + d) = (a + b - c - d)$ 이고,  $\Delta H_2 = (e + 6a + 6b) - (e + 6c + 6d) = 6(a + b - c - d)$ 이다. 따라서  $\frac{\Delta H_1}{\Delta H_2} = \frac{1}{6}$ 이다.
- 단위 세포당 이온 수는 (가)에서 A 이온이 꼭짓점에 8개로  $8 \times \frac{1}{8} = 1$ , B 이온이 모서리에 12개로  $12 \times \frac{1}{4} = 3$ 이다. (나)에서는 X 이온이 체심에 1, Y 이온이 면심에 6개로  $6 \times \frac{1}{2} = 3$ , Z 이온이 꼭짓점에 8개로  $8 \times \frac{1}{8} = 1$ 이다. 따라서 이온 수 비는 (가):(나)=4:5이다.
  - 체심 입방 격자 구조는 체심과 각 꼭짓점에 입자가 존재해야 하는데 X 이온은 체심에만 이온이 존재하므로 체심 입방 격자 구조가 아니다. 단위 세포 8개로 큰 정육면체를 만들고, 각 단위 세포의 모든 체심에 X 이온이 있는 것으로 생각하면 단순 입방 격자 구조임을 알 수 있다.
  - (가)의 결정에서 A 이온 하나에 가장 인접한 B 이온은 앞, 뒤, 위, 아래, 좌, 우에 있는 6개이고, (나)의 결

정에서 X 이온 하나에 가장 인접한 Y 이온의 수도 동일하게 6개로 같다.

- 압력을 가했을 때 기체 분자 수가 감소하는 방향으로 평형이 이동하므로  $P_2 < 2P_1$ 이다.
  - 평형이 이동하여 O<sub>3</sub>이 증가하고, 부피가 감소하였으므로 O<sub>3</sub>의 농도는 (가) < (나)이다.
  - 평형 상수는 온도에만 영향을 받으므로 (가)와 (나)에서 서로 같다.
- pH가 2.0이므로 수소 이온 몰농도는 0.01M로 HA(aq)의 몰농도와 같다. 그러므로 HA(aq)의 이온화도는 1이다.
  - $K_a = C\alpha^2$ 에서  $K_a = 4.0 \times 10^{-7}$ ,  $\alpha = 2.0 \times 10^{-3}$ 이므로 HB(aq)의 농도는 0.1M이다.
  - 몰농도는 HA(aq) 0.01M, HB(aq) 0.1M, COH(aq) 0.1M이다. 그러므로 COH(aq)의 부피를 V mL라 하면  $0.01 \times 100 + 0.1 \times 100 = 0.1 \times V$ ,  $V = 110(\text{mL})$ 이다.
- 활성화 에너지는 (가) > (나)이므로 (나)에서 H<sup>+</sup>은 정촉매이다.
  - 촉매가 사용되지 않은 (가)에서보다 정촉매가 사용된 (나)에서 정반응 속도와 역반응 속도가 모두 크다.
  - 온도가 같고, 촉매는 평형 상수에 영향을 주지 않으므로 평형 상수는 (가)와 (나)에서 서로 같다.
- ①은 질량이 감소하므로 산화 반응이 일어난다.
  - ㉠과 ㉡에서 석출된 몰수가 같은 것은 전하량이 같은 이온이 석출된 것이므로 B가 석출된 것이다. ㉢에서는 B가 산화되고, ㉣에서는 B가 석출되므로 두 전극의 질량 합은 일정하다.
  - B<sup>+</sup>(aq)과 C<sup>2+</sup>(aq)이 존재하는 상황에서 B<sup>+</sup>(aq)이 환원되었으므로 반응성은 C > B이다. 따라서  $\text{C}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{B}(\text{s}) \rightarrow \text{C}(\text{s}) + 2\text{B}^+(\text{aq})$  반응은 비자발적이므로  $\Delta G > 0$ 이다.
- 몰수가 일정하게 증가하므로 0차 반응이다.
  - t에서 A와 B의 몰수가 같으므로 A의 절반이 반응했다. 그러므로 2t에서는 A가 모두 반응하므로 a = 1.5이다.
  - 2t에서 A가 모두 반응했으므로 3t에서 몰수는 a (=1.5)몰이다.
- (가)를 완성하면  $2\text{A}_2(\text{g}) + \text{B}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{A}_2\text{B}(\text{g})$ 이므로 m은 2이다.
  - (가)는 기체 분자 수가 감소하는 반응이므로  $\Delta S_1 < 0$ 이다. 특정 온도에서 자발적이라면  $\Delta H_1 < 0$ 이고, 특정 온도는  $\Delta G = 0$ 이 되는 T<sub>1</sub>보다 낮아야 하므로 T<sub>1</sub> > T<sub>2</sub>이다.
  - 액체가 기체로 되는 반응이므로  $\Delta H_2 > 0$ ,  $\Delta S_2 > 0$ 이고,  $\Delta H_2 - T_1\Delta S_2 = 0$ 이므로 X(l)의 기준 끓는점은 T<sub>1</sub>K이다.
- 몰농도는 NaOH(aq)이 HA(aq)의 2배이지만 NaOH은 강염기이고, HA는 약산이므로 단위 부피당 이온 수는 NaOH(aq)이 HA(aq)의 2배보다 크다.
  - HA(aq)의 몰농도는 0.05M이고, 절반이 중화되었을 때의 pH가 5이므로 K<sub>a</sub>는  $1.0 \times 10^{-5}$ 이다. 약산의 경우  $K_a = C\alpha^2$ 이므로 이온화도는  $\sqrt{2} \times 10^{-2}$ 이다.
  - 중화 반응 전 HA의 수소 이온 농도는  $C\alpha = 0.05 \times \sqrt{2} \times 10^{-2}$ 로  $10^{-3}$ 보다 작으므로 pH인 a > 3이다.
- I, II에서 반응은 A에 대해 2차 반응이다. III, IV의 결과를 만족하기 위해서는 B에 대해 0차 반응이다.
  - 반응 속도식이  $v = k[A]^2$ 이므로 k<sub>1</sub> = 1.3L/몰·초, k<sub>2</sub> = 3.9L/몰·초이다.
  - k<sub>2</sub>가 k<sub>1</sub>보다 크므로 T<sub>2</sub> > T<sub>1</sub>이다.
- 포도당의 분자량이 요소의 분자량의 3배이고, 수용액에서 용매의 몰분율이 모두 같으므로 (가)~(다)의 몰리량은

표와 같다.

	(가)	(나)	(다)
용질 질량 (g)	a	3a	3a
용질 몰수 (몰)	n <sub>용질</sub>	3n <sub>용질</sub>	n <sub>용질</sub>
용매 몰수 (몰)	n <sub>용매</sub>	3n <sub>용매</sub>	n <sub>용매</sub>
용매 질량 (g)	b	3b	b
용액 질량	a+b	3(a+b)	3a+b
몰랄 농도 (m)	$\frac{n_{\text{용질}}}{b}$	$\frac{3n_{\text{용질}}}{3b}$	$\frac{n_{\text{용질}}}{b}$
퍼센트 농도(%)	$\frac{a}{a+b} \times 100$	$\frac{3a}{3a+3b} \times 100$	$\frac{3a}{3a+b} \times 100$

- 몰랄 농도는 (가)~(다)가 모두 같고, 기준 끓는점도 (가)~(다)가 모두 같다.
  - 용질의 질량은 (나)와 (다)가 같고, 용액의 질량은 (나)가 (다)보다 크므로 퍼센트 농도는 (다)가 (나)보다 크다.
- 기체 X의 몰수는 (가)에서  $n_{\text{가}} = \frac{PV}{RT} = \frac{(1-0.05) \times 2.1}{25}$ , (나)에서  $n_{\text{나}} = \frac{PV}{RT} = \frac{(2-0.05) \times 1}{25}$ 이다. X의 분자량을 M이라 하면 n<sub>가</sub>와 n<sub>나</sub>의 차이가 용해된 몰수의 차이인  $\frac{0.39w - 0.19w}{M}$ 와 같으므로  $M = \frac{25 \times 0.2w}{0.95 \times 2.1 - 1.95} = \frac{1000w}{9}$ 이다.
- I과 II는 질소와 산소의 질량이 같으므로 압력이 같다면 평형을 이루었을 때 NO<sub>2</sub>(g)와 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(g)의 질량은 같다. 그러나 I은 압력이 크므로 정반응 쪽으로 평형이 이동하여 NO<sub>2</sub>(g)의 질량은 I < II이다.
  - II에서는 역반응이 우세하게 일어나다가 평형에 도달하므로 일정한 압력에서 전체 부피가 증가한다.
  - 고정 장치를 풀어 평형을 이루었을 때 I에서 일어나는 정반응에 의해 감소하는 부피와 II에서 증가하는 부피는 같으므로 I과 II의 부피의 합은 12L이다.
- $n = \frac{PV}{RT}$ 이고, RT는 일정하므로  $\frac{1}{RT}$ 을 k라고 하면  $n = PVk$ 이다. 초기 상태에서 n<sub>He</sub>은 1기압 × 2L × k = 2k(몰), n<sub>A</sub>은 x기압 × 2L × k = 2xk(몰)이다. (나)에서 He의 부분 압력이 0.4기압이므로 A의 부분 압력은 0.6기압이다. 일정한 온도와 부피에서 부분 압력의 비는 기체의 몰수 비와 일치하므로 2xk : 2k = 0.6 : 0.4, x = 1.5이다.
  - He 0.4기압 2L, A 0.6기압 2L, B 0.5기압 2L가 (나) 과정을 통해 혼합 기체 0.75기압, 4L로 변했으므로 반응에서 기체의 몰수 변화가 없었음을 알 수 있고, 따라서 m = 1이다.
  - (나)의 II 속 기체의 전체 압력이 0.75기압이므로 0.75기압 × 2L × k = 1.5k(몰)의 기체가 존재한다. (나)에서 실린더 속에는 3k몰의 기체가 존재하므로 전체 기체의 몰수는 1기압 × 4.5L × k = 4.5k(몰)이 되고, II와 실린더의 전체 부피는 4.5L이다. 따라서 실린더의 부피는 2.5L가 된다.
- 몰농도는 (나) 과정 후 A와 B가 같고, (다) 과정 후 A와 C가 같다. (나) 과정 후 A 속 설탕의 몰수가 0.15몰이면, B에는 0.3몰의 설탕이 들어 있고, (다) 과정 후 A 속 설탕의 몰수도 0.15몰이므로 C에는 0.03몰이 들어 있다. 따라서 x는 0.2, y는 0.02로 x = 10y이다.
  - (나) 과정 후 B는 (다) 과정 후 C보다 설탕의 몰수가 10배, 설탕물의 부피는 4배이므로 몰농도는 (나) 과정 후의 B가 (다) 과정 후 C의 2.5배이다. (나)와 (다) 과정 후 A의 부피 비를 통해서도 알 수 있다.
  - (다)에서 P보다 큰 압력을 가해도 용질인 설탕 분자가 반투막을 통과하는 것이 아니라 용매인 물 분자가 반투막의 왼쪽에서 오른쪽으로 이동한다.