

● [화학 II]

1. 분자 사이의 힘 [2점] [정답] ⑤

ㄱ. (가)와 (나) 모두 무극성 분자이므로 분산력만 작용한다. 따라서 분자량이 작은 (가)의 끓는점은 (나)의 끓는점보다 낮다.

ㄴ. (나)는 무극성 분자이고, (다)는 극성 분자이므로 (다)가 (나)보다 끓는점이 높은 주된 이유는 쌍극자-쌍극자 힘 때문이다.

ㄷ. (라)는 분자 사이에 수소 결합을 하므로 (다)보다 끓는점이 높다.

2. 고체의 결정 구조 [2점] [정답] ①

ㄱ. 단위 세포 속에 포함된 입자 수는 (가)가 4개, (다)는 Na^+ 과 Cl^- 이 4개씩 총 8개이다.

ㄴ. (나)에서 Cl^- 는 단순입방구조를 이루고 있다.

ㄷ. (나)에서 Cs^+ 에 가장 인접한 Cs^+ 의 수는 6개이고, (다)에서 Na^+ 에 가장 인접한 Na^+ 의 수는 12개이다.

3. 물의 특성 [2점] [정답] ②

ㄱ. (가)는 얼음, (나)는 물이다. 얼음이 물로 될 때 분자 수는 변하지 않고 부피는 감소한다.

ㄴ. 얼음이 물로 될 때 계의 엔트로피는 증가한다.

ㄷ. 얼음에서는 분자 당 4개의 수소 결합이 형성되지만 물에서는 분자 당 수소 결합 수가 4개보다 작다.

4. 반응 속도에 영향을 주는 요인 [2점] [정답] ②

ㄱ, ㄷ. 반응 속도는 $\text{NO}_2(g)$ 의 농도(압력)에만 영향을 받으므로 $\text{CO}(g)$ 를 더 넣어주거나 생성된 $\text{NO}(g)$ 를 제거해도 반응 속도는 달라지지 않는다.

ㄴ. 온도를 높여주면 반응 속도가 빨라진다.

5. 생성열과 연소열 [3점] [정답] ③

ㄱ. $\text{C}(s) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}(g) \quad \Delta H_1 = b$, $\text{CO}(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) \quad \Delta H_2 = c$ 이다. 흑연의 연소 반응식이 $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g)$ 이므로 흑연의 연소열(ΔH)은 $b + c(\text{kJ/mol})$ 이다.

ㄴ. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l) + 3\text{O}_2(g) \longrightarrow 2\text{CO}_2(g) + 3\text{H}_2\text{O}(l) \quad \Delta H = d$ 이므로 $d = 2(b + c) + 3a - (-278) = 3a + 2b + 2c + 278$ 이다.

ㄷ. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 과 $\text{CH}_3\text{OCH}_3(g)$ 은 분자식이 같고, $\text{CH}_3\text{OCH}_3(g)$ 의 생성열이 93 kJ 크므로 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 의 연소열(ΔH)은 -1367 kJ/mol 이다. 따라서 1 g 을 완전 연소시켰을 때 발생하는 열에너지는 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 가 $\text{CH}_3\text{OCH}_3(g)$ 보다 작다.

6. 기체의 성질 [2점] [정답] ⑤

ㄱ. (나)의 몰수는 0.5 mol , (다)의 온도는 0°C 이다. 같은 부피에 들어 있는 He 의 몰수가 (다)가 가장 크므로 기체의 밀도는 (다)가 가장 크다.

ㄴ. 기체 분자의 평균 운동 에너지는 절대 온도에 비례한다.

ㄷ. 온도와 압력이 같을 때 기체의 부피는 몰수에 비례하므로, 0°C 에서 기체의 부피는 (가)가 (나)의 2배이다.

7. 자유 에너지의 변화와 반응의 자발성 [3점] [정답] ④

ㄱ. $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 이고, $\Delta G = \Delta H - T_1\Delta S < 0$ 이다. 따라서 $\frac{\Delta H}{T_1\Delta S} < 1$ 이다.

ㄴ. 흡열 반응이므로 $\Delta S_{\text{주위}} < 0$ 이고 $\Delta S_{\text{계}} > 0$ 이다.

ㄷ. $T_1\text{ K}$ 에서 $\Delta G < 0$ 이므로 $2T_1\text{ K}$ 에서도 $\Delta G < 0$ 이다.

8. 상평형 [2점] [정답] ①

ㄱ. $T_1(^\circ\text{C})$ 에서 $\text{X}(l)$ 와 $\text{X}(g)$ 가 평형을 이루므로 $x = P_1$ 이다.

ㄴ. $T_1(^\circ\text{C})$ 에서 (가)의 고정 장치를 풀면 액체가 모두 기체가 되므로 실린더 내부의 부피는 증가한다.

ㄷ. T_3 에서 새로운 평형에 도달하면 압력은 P_2 보다 작아진다.

9. 중화 반응 [3점] [정답] ③

ㄱ. a에서 $[\text{HA}] = [\text{A}^-]$ 이고, $\text{pH} = 6$ 이므로 HA 의 $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = 10^{-6}$ 이고, 마찬가지로 HB 의

$K_a = 10^{-5}$ 이다. 적정 전 HA 의 $\text{pH} = 3$ 이고, $K_a = 10^{-6} = C\alpha^2$, $[\text{H}^+] = C\alpha = 10^{-3}$ 이므로 $\alpha = 10^{-3}$ 이고, 같은 방법으로 HB 의 $\alpha = 10^{-2}$ 임을 알 수 있다.

ㄴ. HA 의 $\alpha = 10^{-3}$ 이므로 $[\text{H}^+] = 10^{-3} = C\alpha$ 에서 $C = 1(\text{M})$ 이다. 적정 전 $\text{HA}(aq)$ 의 부피를 x 라 하면 $1 \times x = 0.1 \times 100$ 에서 $x = 10$ 이다.

ㄷ. 중화점에서 $\text{B}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HB} + \text{OH}^-$ 의 반응이 일어난다. 중화점에서 $[\text{B}^-] = 0.05\text{ M}$ 이고, $[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \times C} = \frac{10^{-5}}{\sqrt{2}}$ 이다. 따라서 $\text{pOH} = 5 + \log \sqrt{2}$ 이고, $\text{pH} = 9 - \log \sqrt{2}$ 이다.

10. 염기의 이온화 [2점] [정답] ③

ㄱ. 정반응이 진행되므로 NH_3 의 이온화도가 커진다.

ㄴ. 역반응이 일어나 $[\text{OH}^-]$ 가 감소하므로 pH 는 감소한다.

ㄷ. 이온화 상수는 온도에 의해서만 변한다.

11. 용액의 끓는점 오름 [3점] [정답] ④

ㄱ. 용매의 끓는점이 $A < B$ 이고 A의 끓는점이 $t_1^\circ\text{C}$ 이므로 $t_1^\circ\text{C}$ 에서 증기 압력은 $A > B$ 이다.

ㄴ, ㄷ. (가)의 몰랄 농도가 $2am$ 일 때 끓는점 오름이 $(t_3 - t_1)$ 이다. 몰랄 농도가 am 일 때 (가)의 끓는점 오름은 $\frac{t_3 - t_1}{2}$ 이므로 am 일 때 (가)의 끓는점은 $\frac{t_1 + t_3}{2}^\circ\text{C}$ 이다. 또한, am 일 때 (나)의 끓는점 오

름은 $\frac{t_3 + t_1}{2} - t_2$ 이므로 몰랄 오름 상수는 A가 B보다 $\frac{t_2 - t_1}{a} (^\circ\text{C}/m)$ 만큼 크다.

12. 평형 상수 [3점] [정답] ②

ㄱ, ㄴ. (가)에서 $\text{A}(g)$ 의 몰수는 3몰이고, (나)에서 기체의 전체 몰수는 6몰이므로 반응한 $\text{A}(g)$ 의 몰수를 x 몰이라 하면 $(3 - x) + (4 - x) + x = 6$ 에서 $x = 1$ 이다. 따라서 (나)에서 $\text{A}(g)$ 2몰, $\text{B}(g)$ 3몰, $\text{C}(g)$ 1몰이 존재하므로 $\text{B}(g)$ 의 부분 압력은 $\frac{1}{2} \times$

$6 = 3(\text{기압})$ 이고, 평형 상수(K) = $\frac{1}{2 \times 3} = \frac{1}{6}$ 이다.

ㄷ. $[\text{A}] = [\text{B}] = [\text{C}] = 2\text{ M}$ 일 때 반응 지수(Q) = $\frac{1}{2}$ 이므로 역반응이 우세하다. 따라서, 자유 에너지(G)는 반응물이 생성물보다 작다.

13. 용해 평형 [2점] [정답] ⑤

ㄱ. 수증기의 물 분율은 (가) $\frac{20}{760}$, (나) $\frac{20}{1520}$ 이다.

ㄴ. 물의 부피는 (나)가 (가)의 2배이고, 질소의 부분 압력은 (가) 740 mmHg , (나) 1500 mmHg 이므로 (나)가 (가)의 2배보다 크다. 따라서 물에 용해된 N_2 의 분자 수는 (나)에서가 (가)에서의 4배보다 크다.

ㄷ. (나)에 헬륨 기체를 0.1 mol 넣으면 $\text{N}_2(g)$ 의 부분 압력이 작아져 $\text{N}_2(aq) \longrightarrow \text{N}_2(g)$ 의 반응이 자발적으로 일어난다. 따라서, 반응의 자유 에너지 변화(ΔG)가 0보다 작아진다.

14. 화학 전지 [3점] [정답] ③

ㄱ, ㄴ. CH_4 은 산화되고 O_2 는 환원되므로 $x < 1.23$ 이고, 전극 B는 환원 반응이 일어나는 (+)극이다.

ㄷ. CH_4 1몰과 O_2 2몰이 반응하므로 CH_4 2몰이 소모될 때 반응한 O_2 의 몰수는 4몰이다.

15. 용해도 [3점] [정답] ③

① 60°C 의 X의 포화 수용액 210 g 의 온도를 20°C 로

낮추면 78 g 의 $\text{X}(s)$ 가 석출되므로, 포화 수용액 105 g 의 온도를 20°C 로 낮추면 39 g 의 $\text{X}(s)$ 가 석출된다.

②, ④ 온도가 높을수록 $\text{X}(s)$ 의 용해도가 증가하므로 $\text{X}(s) \longrightarrow \text{X}(aq)$ 는 흡열 반응이다. $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$ 이므로 주위의 엔트로피 변화는 0보다 작다.

③ (가)와 (다)에서 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0$ 이다. 따라서 $\frac{\Delta H}{\Delta S} = T$ 이므로 $\frac{\Delta H}{\Delta S}$ 는 (가)에서가 (다)에서보다 크다.

⑤ (나)에서 $\text{X}(s) \longrightarrow \text{X}(aq)$ 의 반응이 자발적이므로 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 작다.

16. 용액의 증기 압력 내림 [3점] [정답] ⑤

ㄱ. 포도당 수용액의 증기 압력 내림이 3 mmHg 이므로 포도당의 몰 분율은 0.01 이고 포도당 수용액의 농도(%) = $\frac{180}{99 \times 18 + 180} \times 100 = \frac{1000}{109} \%$ 이다.

ㄴ. 포도당 1몰이 물 99몰(= $99 \times 18\text{ g}$)에 녹아 있으므로 포도당 수용액의 몰랄 농도는 $\frac{1(\text{mol})}{1.782(\text{kg})} =$

$\frac{500}{891}(m)$ 이다. 따라서 포도당 수용액의 어는점은 $-\frac{500}{891} \times K_f(^\circ\text{C})$ 이다.

ㄷ. 온도가 높아질수록 물과 포도당 수용액의 증기 압력 차이는 커진다.

17. 용액의 농도 [2점] [정답] ①

염산 1 L 의 질량이 $1000d\text{ g}$ 이므로 염산 1 L 에 들어 있는 용질의 질량은 $10cd\text{ g}$ 이다. 따라서 용액 1 L 에 들어 있는 용질의 몰수는 $\frac{10cd}{M}$ 이다. 필요한

염산의 부피를 x 라 하면 $\frac{10cd}{M} \times x = 0.1 \times 500$ 에서 $x = \frac{5M}{cd}$ 이다.

18. 전기 분해 [2점] [정답] ⑤

ㄱ. 전극 A에서는 $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ 의 반응이 일어나므로 주변 용액의 pH 는 감소한다.

ㄴ. 전극 B에서는 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ 의 반응이 일어나고, 전극 C에서는 $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ 의 반응이 일어난다. 따라서 전극 B와 C에서 발생한 기체의 몰수 비는 $1 : 1$ 이다.

ㄷ. 전극 D에서는 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$ 의 반응이 일어나므로 Cu 1몰이 생성될 때 이동한 전자의 몰수는 2몰이다.

19. 화학 평형 [3점] [정답] ②

ㄱ. 평형 상태에서 전체 기체의 몰수가 15 mol 이고, A의 몰 분율이 $\frac{1}{3}$ 이므로 A의 몰수는 5 mol , B의 몰수는 10 mol 이다. A의 초기 몰수가 7 mol 이고, B의 초기 몰수가 6 mol 이므로 $a = 1$, $b = 2$ 이다. A 1몰이 B 2몰이 되므로 분자량은 A가 B의 2배이다.

ㄴ. 평형 상수(K) = $\frac{[\text{B}]^2}{[\text{A}]} = \frac{\left(\frac{10}{5}\right)^2}{\left(\frac{5}{5}\right)^2} = 4$ 이다.

ㄷ. 반응 지수(Q) = $\frac{1^2}{1} < K$ 이므로 정반응이 우세하다.

20. 반응 속도에 영향을 주는 요인 [3점] [정답] ④

①, ⑤ (가)는 1차 반응이다. 반감기는 T_1 에서 200 초 , T_2 에서 100 초 이므로 농도가 같을 때 반응 속도는 T_2 에서가 T_1 에서의 2배이다, 온도는 $T_2 > T_1$ 이므로 분자의 평균 운동 에너지는 $T_2 > T_1$ 이다.

② 농도는 a점이 b점의 2배이므로 a점과 b점에서의 반응 속도는 같다.

③, ④ (나)는 0차 반응이므로 반응 속도식 $v = k$ 이다, T_1 과 T_2 에서의 반응 속도와 반응 속도 상수 비는 $\frac{4}{400} : \frac{4}{300} = 3 : 4$ 이다.