



화학 II

1. 분자 사이의 힘

정답 ③

ㄷ. ①은 수소 결합, ②은 공유 결합, ③은 쌍극자 사이의 힘이다. 따라서 결합의 세기는 ①>②>③이다.

2. 기체의 확산

정답 ①

ㄱ. 온도가 같으므로 분자의 평균 운동 에너지는 같다.
ㄴ. $\frac{v_{He}}{v_{O_2}} = \sqrt{\frac{M_{O_2}}{M_{He}}} = \sqrt{\frac{32}{4}} = 2\sqrt{2}$ 이므로 분자의 평균 운동 속력은 He이 O₂의 2√2배이다.
ㄷ. 피스톤이 바닥에 닿을 때까지 걸리는 시간(t)은 평균 운동 속력(v)에 반비례하고 몰수(n)에 비례한다.

$$t_{He} : t_{O_2} = \frac{n_{He}}{v_{He}} : \frac{n_{O_2}}{v_{O_2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}} : \frac{0.5}{1} = 1 : \sqrt{2}$$

3. 이상 기체 방정식

정답 ⑤

ㄱ. II에서 산소의 압력은 대기압 - 수증기압 = 760 - 20 = 740(mmHg)이다.

$$\text{ㄴ. 산소의 몰 분율은 } \chi_{O_2} = \frac{P_{O_2}}{P_T} = \frac{740 \text{ mmHg}}{760 \text{ mmHg}} = \frac{37}{38}$$

ㄷ. $PV = \frac{w}{M}RT$ 에서 산소의 분자량은

$$M = \frac{wRT}{PV} = \frac{(w_1 - w_2) \times R \times 295}{\frac{740}{760} \times \frac{1}{2}} = \frac{38}{37} \times 590R(w_1 - w_2) \text{이다.}$$

4. 고체의 결정 구조

정답 ⑤

ㄱ. (가), (나)에서 Ti 이온과 인접한 O 이온 수는 6개이다.

ㄴ. (나)에서 단위 세포 모서리에 있는 O 이온 수는 $\frac{1}{4} \times 12 = 3$ 이다.

ㄷ. (가)에서 단위 세포에 포함된 이온 수는

$$Ca : \frac{1}{8} \times 8 = 1, Ti : 1, O : \frac{1}{2} \times 6 = 3 \text{이고}$$

(나)에서 단위 세포에 포함된 이온 수는 Ca : 1,

$$Ti : \frac{1}{8} \times 8 = 1, O : \frac{1}{4} \times 12 = 3 \text{이므로}$$

(가), (나)에서 X의 화학식은 CaTiO₃이다.

5. 농도의 환산

정답 ⑤

ㄴ. NaOH(aq)의 밀도가 1.0g/mL이므로 (가)의 부피는 100mL이고 (가)의 몰 농도는

$$\frac{\text{용질의 몰수(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}} = \frac{\frac{4}{40} \text{ mol}}{0.1L} = 1M \text{이다.}$$

ㄷ. 용액을 희석시켜도 용질의 몰수는 변하지 않으므로 $M_{(가)}V_{(가)} = M_{(나)}V_{(나)}$ 에서 $1M \times 100mL = 0.2M \times V_{(나)}$, $V_{(나)} = 500mL$ 이다.

6. 증기압 내림

정답 ②

ㄱ. 증기압 내림(ΔP)은 용질의 몰 분율(χ_{용질})에 비례한다. 용질의 몰수는 요소가 포도당보다 크므로 용질의 몰 분율, 증기압 내림도 요소 수용액이 포도당 수용액보다 크다. 따라서 A는 포도당 수용액이고, B는 요소 수용액이다.

ㄴ. 용질의 몰수는 요소가 포도당의 3배이지만 용질의 몰 분율은 요소가 포도당의 3배가 되지 못한다. 따라서 h₂는 3h₁보다 작다.

ㄷ. 용액의 끓는점 오름은 용액의 몰랄 농도에 비례하므로 끓는점은 B가 A보다 높다.

7. 어는점 내림

정답 ⑤

$\Delta T_f = K_f \cdot m$ 이므로 $2.79 = 1.86 \times m$ 에서 $m = 1.5$ 이다. 포도당의 질량을 xg이라 하면

$$\frac{\left(\frac{x}{180} + \frac{120-x}{60}\right) \text{ mol}}{0.5 \text{ kg}} = 1.5m \text{에서 } x = 112.5 \text{이고, 요소의 질량은 } 120 - 112.5 = 7.5 \text{ (g)이다.}$$

8. 헤스의 법칙

정답 ②

ㄱ. (가)에서 N₂H₄(g) 1몰이 생성될 때 95kJ을 흡수하므로 N₂H₄(g) 1몰이 N₂(g)와 H₂(g)로 분해될 때 95kJ을 방출한다.

ㄷ. 2×(나) - 2×(가) + (다)를 하면 2H₂(g) + O₂(g) → 2H₂O(g)가 되므로 H₂O(g)의 생성 엔탈피는

$$\Delta H = \frac{2 \times (-92) - 2 \times 95 + (-110)}{2} = -242 \text{ (kJ/mol)이다.}$$

9. 엔트로피 변화와 반응의 자발성

정답 ④

ㄱ. 액체는 기체보다 에너지가 낮으므로 엔탈피 변화(ΔH)는 0보다 작다.

ㄴ. 기체가 액체로 될 때 무질서도가 감소하므로 엔트로피 변화(ΔS)는 0보다 작다.

ㄷ. 자발적인 과정은 전체 엔트로피가 증가하는 방향이므로 전체 엔트로피 변화(ΔS_{전체})는 0보다 크다.

10. 반응열과 결합 에너지

정답 ②

ㄱ. 반응 엔탈피(ΔH) = 반응물의 결합 에너지의 합 - 생성물의 결합 에너지의 합이고, (가)에서 ΔH < 0이므로 반응물의 결합 에너지의 합은 생성물의 결합 에너지의 합보다 작다.

ㄴ. HF(g)가 생성되는 반응은 H₂(g) + F₂(g) → 2HF(g)이므로 결합 에너지를 D라고 하면 반응 엔탈피는 ΔH = D_{H-H} + D_{F-F} - 2D_{H-F} = 436 + 154 - 2×565 = -540(kJ)이고, HF(g)의 생성 엔탈피(ΔH)는 -270kJ/mol이다.

ㄷ. (가)에서 ΔH = D_{F-F} + 2D_{H-Br} - D_{Br-Br} - 2D_{H-F} = 154 + 2D_{H-Br} - D_{Br-Br} - 2×565 = -443(kJ/mol)이므로

$$2D_{H-Br} - D_{Br-Br} = 533 \text{ (kJ/mol)이다.}$$

$$\text{(나)에서 } \Delta H = D_{H-H} + D_{Br-Br} - 2D_{H-Br} = 436 - 533 = -97 \text{ (kJ)이므로 } a \text{는 } -97 \text{이다.}$$

11. 화학 평형과 자유 에너지 변화

정답 ②

ㄱ. B의 몰 분율이 0인 지점은 순수한 반응물의 자유 에너지이고, B의 몰 분율이 1인 지점은 순수한 생성물의 자유 에너지이므로 반응물의 자유 에너지는 생성물의 자유 에너지보다 작다.

ㄴ. 평형 상태에서 몰 분율이 B : $\frac{1}{3}$, A : $\frac{2}{3}$ 이므로 A의 몰수는 B의 몰수의 2배이다. 평형 상태에서 전체 압력은 3기압이 되므로 A의 부분 압력은 2기압, B의 부분 압력은 1기압이다.

ㄷ. 기체의 농도 = $\frac{n}{V} = \frac{P}{RT}$ 이므로 평형 상수는

$$K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{\frac{1}{RT}}{\left(\frac{2}{RT}\right)^2} = \frac{RT}{4} \text{이다.}$$

12. 평형 상수

정답 ④

ㄱ. (가)에서 평형 (나)가 될 때 ●와 □ 각각 1개가 감소하고 △ 2개가 생성되므로 x=1, y=2이다.

ㄴ. 온도가 (나) 300K에서 (다) 500K로 증가할 때 반응물의 입자 수는 감소하고 생성물의 입자 수는 증가하여 정반응이 우세하게 일어나므로 정반응은 흡열 반응이고, ΔH > 0이다.

ㄷ. 평형 반응식은 A(g) + B(g) ⇌ 2C(g)이다.

$$\text{(나)에서 평형 상수 } K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{2^2}{2 \times 2} = 1 \text{이고,}$$

$$\text{(다)에서 } K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{4^2}{1 \times 1} = 16 \text{이므로}$$

K는 (다)에서 (나)에서의 16배이다.

13. 증기압

정답 ③

T°C에서 각 액체의 증기압은 A : 25mmHg,

B : 65mmHg, C : 545mmHg이다.

③ 증기압은 액체와 증기가 동적 평형을 이루고 있는 상태에서 증기가 나타내는 압력이므로 액체 B는 증발 속도와 응축 속도가 같다.

14. 반응의 자발성

정답 ⑤

ㄱ. N₂O₄(g)가 NO₂(g)로 분해되기 위해서는 N와 N 사이의 공유 결합이 끊어져야 하므로 흡열 반응이고, 엔탈피 변화(ΔH)는 0보다 크다.

ㄴ. 기체 분자 수가 증가하는 반응이므로 엔트로피 변화(ΔS)는 0보다 크다.

ㄷ. 25°C에서 이 반응은 비자발적이므로

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = \Delta H - 298\Delta S > 0 \text{이다.}$$

따라서 25°C보다 낮은 온도에서도 ΔG > 0이므로 이 반응은 모두 비자발적이다.

15. 상평형 그림

정답 ①

ㄱ. (가)는 다이아몬드가 흑연과 평형을 이루는 온도와 압력이므로 C(다이아몬드) → C(흑연) 반응의 ΔG = 0이다.

ㄴ, ㄷ. 25°C, 1기압에서 탄소의 가장 안정한 상태는 흑연이고, 1기압에서 흑연을 가열하면 기체가 되므로 흑연은 승화된다.

16. 용해 평형

정답 ④

ㄱ. (가)는 용해 평형 상태이므로 Ca(OH)₂의 용해 속도와 석출 속도는 같다.

ㄴ. 온도가 높을수록 용해도가 감소하므로 정반응은 발열 반응이고 ΔH는 0보다 작다.

ㄷ. (가)에 염기인 NaOH(s)을 녹이면 OH⁻의 농도가 증가하므로 평형은 왼쪽으로 이동하고, Ca(OH)₂의 용해도는 감소한다.

17. 이온화 상수

정답 ③

ㄱ. CH₃COOH의 K_a는 매우 작으므로 역반응이 우세한 평형을 이룬다. 따라서 산의 세기는 H₃O⁺이 CH₃COOH보다 강하고, 염기의 세기는 CH₃COO⁻이 H₂O보다 강하다.

ㄴ. K_a는 평형 상수이므로 온도가 같으면 농도에 관계 없이 같은 값을 갖는다.

ㄷ. (나) CH₃COOH 0.02몰 중 0.01몰이 NaOH과 중화 반응하므로 CH₃COOH과 CH₃COO⁻의 농도가 같다.

$$\text{CH}_3\text{COOH의 } K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

$$= [\text{H}_3\text{O}^+] = 2.0 \times 10^{-5} \text{이므로 } \text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log(2.0 \times 10^{-5}) = 4.7 \text{이다.}$$

18. 화학 전지

정답 ④

ㄱ. A²⁺이 환원되고, B가 산화되는 반응이 자발적이므로 A는 (+)극이다.

ㄴ. A²⁺이 환원되므로 표준 환원 전위는 A²⁺의 환원 반응에서 더 크다.

ㄷ. ΔG° = -nFE°_{전지}이므로 자발적인 반응(ΔG° < 0)에서 표준 전지 전위(E°_{전지})는 0보다 크다.

19. 반응 속도식

정답 ①

ㄱ, ㄴ. 반감기가 일정하므로 H₂O₂에 대하여 1차 반응이며, H₂O₂의 분해 속도는 H₂O₂ 농도에 비례한다.

ㄷ. 온도가 일정하므로 반응 속도 상수는 (나)와 (다)에서 같다.

20. 촉매와 반응 속도

정답 ①

E₁은 활성화 에너지이고, E₂는 반응열이다.

ㄴ. 촉매를 사용해도 반응열은 변하지 않는다.

ㄷ. 촉매를 사용하면 반응 경로가 변하여 반응 속도가 달라진다. E₁은 (나)가 (다)보다 작으므로 반응 속도 상수는 (나)가 (다)보다 크다.