

8. 용액과 그 성질

1. 분자의 극성과 용해 : ②

요오드(I_2 , 아이오딘)는 무극성 분자로서 무극성 용매인 사염화 탄소(CCl_4)에 잘 녹지만, 강한 극성 분자인 물에는 잘 녹지 않는다. 과망간산 칼륨($KMnO_4$, 과망가니즈산 포타슘(칼륨))은 이온 결합 물질로서 물에 잘 녹는다. I_2 는 KI와 반응해 KI_3 를 형성하므로 KI 수용액에 잘 녹는다.

2. 기체의 용해 : ③

헨리 법칙은 극성 분자인 H_2O 에 용해하는 기체의 질량이나 몰 수가 그 기체의 부분 압력에 비례한다는 것이다. 헨리 법칙에 적용되는 기체는 무극성이거나 극성이 작은 것이다. CO_2 는 무극성 기체이므로 물에 대한 용해도가 작고, NH_3 나 HCl 의 용해도와 대기압은 무관하다. 기체의 부분압과 비례하는 것은 기체의 질량이나 몰 수이고 기체의 부피는 일정하다.

3. 헨리 법칙(1) : ⑤

기체의 부분 압력이 증가하면 물에 용해하는 기체의 양이 비례하여 증가하는 것이 헨리의 법칙으로, 극성이 매우 큰 물에 잘 녹지 않는 기체는 극성이 매우 작거나 무극성인 것에 적용된다.

4. 헨리 법칙(2) : ③

헨리 법칙에 따라 $P_{N_2} = K_H X_{N_2}$, $X_{N_2} = \frac{n_{N_2}}{n_{N_2} + n_{H_2O}} \simeq \frac{n_{N_2}}{n_{H_2O}}$ 이고, 헨리 법칙에 따라 $X_{N_2} = 10^{-5}$ 이다. 물 1 L에 들어 있는 물의 몰 수는 $n_{H_2O} = \frac{1000 \text{ g}}{20 \text{ g/mol}} = 50 \text{ mol}$ 이고 $n_{N_2} = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ 이므로 공기에 접한 물에 녹아 있는 질소의 농도는 0.00050 M이다.

5. 물질의 이온화와 어는점 내림 : ①

$\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$ 에서 물 100 mL가 100 g이므로 H_2Z 의 몰랄 농도(m)는 0.1이다.

$i = \frac{0.4}{0.1 \times 2}$ 이므로 이온화로 생기는 총 몰 수가 H_2Z 1 몰 당 2 몰이어야 한다.

6. 용해도 일반 : ③

온도가 높을수록 기체의 용해도는 감소(발열)하고, 고체의 용해도는 일반적으로 증가(흡열)한다. 액체나 고체의 용해는 외부 압력 영향을 거의 받지 않고, 기체의 부분 압력이 증가하면 기체의 용해도는 증가하며, 외부 압력과는 무관하다.

7. 흡열 반응 : ②

NH_4Cl 5.35 g은 0.1 mol이므로 흡수하는 에너지는 1.5 kJ(1500 J)이다. $q = cm\Delta t$ 에 적용해 계산하면 $\Delta t = 25 - t$ °C (t 는 최종 온도)에서 $t = 21.4$ °C 이다.

8. 오존층 : ④

이상 기체 상태 방정식을 이용해 $P = \frac{nRT}{V}$ 에서 같은 부피와 온도 조건이라면 기체의 질량이 압력과 비례 관계임을 알 수 있다. 성층권에서 전체 압력이 10 mmHg이고, 오존의 부분 압력이 1.2×10^{-6} mmHg이므로 $\frac{1.2 \times 10^{-6}}{10} = 0.12$ ppm이다.

9. 술의 몰랄 농도 : ④

에탄올의 분자량이 46 g/mol이므로 에탄올 1.0 몰이 물 0.200 kg에 녹아 있는 용액이다. 따라서 몰랄 농도는 $\frac{1.0}{0.200} = 5.0$ (m)이다.

10. 헨리 법칙(3) : ②

$C_A = K_H \cdot P_A$ 이므로(C_A 는 물에 용해한 A의 몰 농도, P_A 는 A의 부분 압력) 대기에 노출된 질소(N_2)의 몰 농도는 $6.0 \times 10^{-4} \times 0.80 = 4.8 \times 10^{-4}$ (mol/L)이다.

11. 반트 호프 인자 : ①

$\Delta T_f = K_f \cdot m \cdot i$ 에서 $i = \frac{5.4}{1.86 \times 1.5} = 1.93548 \dots$ 이다.

12. 끓는점 오름과 용질의 몰 수 : ②

에탄올의 끓는점이 1.22 °C 올랐으므로 용액의 농도는 1 m이고 citric acid가 이온화하지 않으므로 $i = 1$ 이다. $\Delta T_b = K_b \times m \times i$ 임을 이용해 계산한다.

13. 어는점과 강전해질, 약전해질 : ②

HF는 약산이므로 소량만 이온화하지만, HCl은 강산이므로 거의 완전히 이온화한다.

14. 용액의 총괄성과 어는점 내림 : ④

요소 질량이 x g이면 혼합물의 총 몰 수는 $\frac{120-x}{180} + \frac{x}{60} = \frac{4.96}{1.86} \times 0.500$ 에서 x 를 구한다.

15. 끓는점 오름과 어는점 내림 : ③

각 분자량(M_w g/mol)을 질량(W g)으로 나누면 몰 수가 되고 이것을 용매 질량(0.100 kg)으로 나눈 것이 몰랄 농도이므로 $\frac{\Delta T}{K}$ 으로 계산한 것과 비교하면 분자량이 A : 180, B : 60, C : 60, D : 90으로 분자량이 같은 것은 B, C이다.

16. 삼투압 : ⑤

민물보다 바닷물의 삼투압이 큰 것은 주로 바닷물에 들어 있는 Na^+ 와 Cl^- 때문인데, 크기는 Na^+ 보다 H_2O 분자가 더 크지만, Na^+ 의 수화로 H_2O 보다 커진다.

17. 액체 혼합물과 증기상 물 분율 : ③

온도-몰 분율 상평형 그림에서 아랫쪽은 액상(l)의 몰 분율, 윗쪽은 기상(g)의 몰 분율을 가리킨다. 클로로폼 60 %, 다이클로로메테인 40 %인 혼합 용액이 끓었을 때 그 온도에서 수평 점선을 따라 이동하면 대략 증기상에서 클로로폼 30 %, 다이클로로메테인 70 % 정도의 몰 분율이 나온다.

18. 진한 황산의 몰 농도 : ③

% 농도가 주어졌을 때는 100 g을 기준으로 계산한다. 용액 100 g 속에 H_2SO_4 98 g이 들어 있다는 뜻이므로 H_2SO_4 몰 수는 1.00 몰, 부피는 $V = \frac{100 \text{ g}}{d \text{ g/mL}} = \frac{100}{d} \text{ mL}$ 이므로 부피를 L 단위로 고친 다음 (몰 수 mol)÷(부피 L) 계산한다.

19. 용액의 삼투압 : ①

설탕 1몰이 가수분해하면 포도당과 과당이 각각 1몰씩 생긴다. 설탕 농도가 $\frac{0.01}{0.2} = 0.05 \text{ M}$ 이므로 용액의 삼투압은 $\pi = 0.05 \times RT \times 2 = 2.45 \text{ (atm)}$ 이다.

20. H^+ 몰 수 : ③

몰 농도(mol/L, M)와 부피(mL)를 곱해 용질의 mmol 수를 구한다.

21. 고체의 용해도 : ④

X(s)의 용해도가 30이라는 것은 물 100 g에 최대 30 g까지 녹아 포화 용액을 만든다는 뜻이다. 고체의 용해도는 압력과 무관하고, 가열에 의해 용해도가 높아지려면 용해 과정이 흡열이어야 한다. 용매인 물 50이 추가되면 최대 15 g이 더 녹을 수 있으므로 포화 용액을 만들려면 최대 45 g까지 녹을 수 있다. 보통은 과포화 용액은 포화 용액을 넘은 용액이다.

22. 액체의 증기압 : ③

A, B라는 액체가 섞인 용액에서 A의 증기압은 $P_A = X_A \cdot P_A^\circ$ 와 같이 나타내는데, X_A 는 A의 몰 분율을 나타낸다. 전체 증기압은 $P = P_A + P_B$ 이고 두 액체의 몰 분율이 각각 $\frac{2}{3}, \frac{1}{3}$ 이므로 증기압(mmHg)은 $\frac{2}{3} \times 30 + \frac{1}{3} \times 60 = 40$ 이다.

23. 끓는점 오름과 어는점 내림 : ④

$\Delta T_b = K_b \cdot m \cdot i$ 이므로 몰랄 농도(m)와 반트 호프 인자(i) 곱이 클수록 끓는점이 높다.

24. 전해질의 삼투압 : ③

$XY_2 \rightarrow X^{2+} + 2Y^-$
 $1-\alpha \quad \alpha \quad 2\alpha$ 이므로 $i = 1 - \alpha + \alpha + 2\alpha = 1 + 2\alpha$ 이고 이온화도($\alpha = 0.80$)이다.
 $\pi = CRT \cdot i$ 에서 삼투압을 계산하면 $\pi = 1 \text{ M} \cdot R \cdot 300 \text{ K} \cdot 2.6 = 780R$ 이다.

25. 콜로이드 용액의 응집 : ①

(+) 콜로이드는 (-) 전해질에 의해 응집하는데, (-) 전하가 클수록 효과가 크므로 (-) 전하 수를 확인한다. 음이온 전하는 순서대로 $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$, SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Cl^- , SO_4^{2-} 이다.

26. 혼합 용액의 몰 분율 : ⑤

A의 몰 분율은 $X_A = \frac{n_A}{n_A + n_B}$ 이고, $n_A = \frac{120 \text{ g}}{60 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$, $n_B = \frac{80 \text{ g}}{80 \text{ g/mol}} = 1 \text{ mol}$ 이므로
 $X_A = \frac{2}{2+1} = \frac{2}{3}$ 이다.

27. 재결정 : ①

재결정으로 분리할 수 있는 고체 결정의 혼합물은 가열에 따라 용해도 변화가 큰 고체와 용해도 변화가 완만한 물질이 섞인 혼합물이다. 이 혼합물을 물에 녹여 불포화 용액으로 만들고 냉각해 결정을 분리하면 용액 속에는 용해도 변화가 온도에 따라 완만한 용질이 남아 있다.

28. 헨리 법칙(3) : ⑤

물에 녹는 질소의 몰 농도는 $C_{\text{N}_2} = k_H \cdot P_{\text{N}_2}$ 관계가 성립하므로, 물에 녹는 질소(N_2)의 농도는 헨리 상수(k_H)와 질소 분압(0.78 atm)의 곱으로 나타난다.

29. 용혈 현상 : ①

세포막은 반투막이므로 저농도에서 고농도로 물 분자가 알짜 이동하는 삼투 현상이 일어난다.

30. %와 몰 농도(mol/L) : ⑤

% 농도를 다룰 때는 100 g을 기준으로 한다. $p\%$ 는 100 g 속에 용질이 p g이며 몰 농도는 용질의 몰 수(mol)를 부피(L)로 나눈다. 용질의 화학 식량이 W 이므로 몰 수는 (용질의 질량)÷(용질의 화학 식량)이다($\frac{p}{W}$ mol). 부피는 $V = \frac{100}{d} \text{ mL}$ 이므로 1000으로 나눈다.