

# 2021학년도 4월 고3 전국연합학력평가

## 정답 및 해설

### • 4교시 과학탐구 영역 •

#### [화학 II]

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

#### 1. [출제의도] 수소 결합에 의한 물의 특성 이해하기

수소 결합이 존재하는 물은 분자 사이의 인력을 끊는데 많은 에너지가 필요하므로 일반적으로 다른 액체에 비해 비열이 커서 온도 변화가 작다.

#### 2. [출제의도] 기체의 압력, 부피, 양(mol) 관계 파악하기

$T$ 가 일정할 때,  $PV \propto n$ 이고,  $n \propto w$ 이다.  $P \propto \frac{w}{V}$ 이므로 (나)에서의  $X(g)$ 의 압력(atm) =  $\frac{4w/2V}{w/V} = 2$ 이다.

#### 3. [출제의도] 결정의 종류 분류하기

γ, α,  $I_2(s)$ ,  $Li(s)$ ,  $NaCl(s)$ 은 각각 분자 결정, 금속 결정, 이온 결정이다. 따라서 (가)는  $Li(s)$ , (나)는  $NaCl(s)$ , (다)는  $I_2(s)$ 이다. α. 전기 전도성은  $Li(s) > NaCl(s)$ 이다.

#### 4. [출제의도] 화학 반응에서 열의 출입 파악하기

α. 소금이 물에 용해될 때 열을 흡수하므로 흡열 반응이다. α. 수증기가 물이 되는 과정은 열을 방출하므로  $\Delta H$ 는 0보다 작다.

#### 5. [출제의도] 액체의 증기 압력과 끓는점 관계 이해하기

기온 끓는점이 높을수록, 같은 온도에서 증기 압력이 작을수록 분자 간 인력이 크다. 따라서 분자 간 인력은  $A > B > C$ 이다.

#### 6. [출제의도] ppm 농도 이해하기

ppm 농도(ppm) =  $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 10^6$ 이다.

#### 7. [출제의도] 분자 간 인력과 끓는점의 관계 이해하기

물질	HF(l)	F <sub>2</sub> (l)	OF <sub>2</sub> (l)
분자력	있음	있음	있음
수소 결합	있음	없음	없음
쌍극자·쌍극자 힘	있음	없음	있음
결수의 합	6	1	4

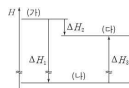
OF<sub>2</sub>는 F<sub>2</sub>보다 분자량이 크고, 쌍극자·쌍극자 힘이 존재하므로 기준 끓는점이 높다.

#### 8. [출제의도] 몰랄 농도 이해하기

몰랄 농도(m) =  $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이다. 포도당의 양은  $\frac{45g}{180g/mol} = 0.25\text{mol}$ 이고 물의 질량은 (x-45)g이므로  $\frac{0.25\text{mol}}{(x-45)/1000g} = 2.5\text{m}$ 이다. 따라서 x=145이다.

#### 9. [출제의도] 헤스 법칙 이해하기

주어진 3가지 반응의  $\Delta H$ 는 오른쪽 그림과 같다. 따라서 H는 (가) > (다) > (나)이다.



#### 10. [출제의도] 기체의 분자량 측정 실험 이해하기

$PV = \frac{w}{M}RT$ 이고, 실험으로부터  $M = \frac{(w_1 - w_2)RT}{(P_1 - P_2)V}$ 이다. γ, α, α.  $w_1$ 을 실제값보다 작게 측정한 경우 M은 이론값보다 작으며, V 또는  $P_1$ 을 실제값보다

작게 측정하면 M은 이론값보다 크다.

#### 11. [출제의도] 어는점 내림 이해하기

γ. 어는점 내림( $\Delta T_f$ ) =  $K_f \times \text{몰랄 농도}(m)$ 이고 A, B의 분자량이 각각  $M_A$ ,  $M_B$ 일 때, 몰랄 농도는  $A(aq) : B(aq) = \frac{(4/M_A)\text{mol}}{0.1\text{kg}} : \frac{(8/M_B)\text{mol}}{0.2\text{kg}} = M_B : M_A$ 이다.  $M_A > M_B$ 이므로 기준 어는점은  $A(aq) > B(aq)$ 이다. 따라서 (가)는  $A(aq)$ 이다. α.  $\Delta T_f$ 는  $A(aq) : B(aq) = 1 : 3$ 이므로  $M_A : M_B = 3 : 1$ 이다. α.  $A(aq)$ 과  $B(aq)$ 의 혼합 용액은  $\frac{(4/M_A + 8/M_B)\text{mol}}{0.3\text{kg}} = \frac{280}{3M_A} \text{m}$ 이다.  $\Delta T_f \propto m$ 에서  $\frac{40}{M_A} : t = \frac{280}{3M_A} : x$ 이고,  $x = \frac{7}{3}t$ 이므로  $A(aq)$ 과  $B(aq)$ 을 혼합한 수용액의 기준 어는점은  $-\frac{7}{3}t^\circ\text{C}$ 이다.

#### 12. [출제의도] 농도 변환 이해하기

25% X(aq) 200g에는 X 50g, 물 150g이 있고, 몰랄 농도(m) =  $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이다. X 40g이 추가되었을 때,  $(\frac{90}{X \text{의 화학식량}})\text{mol}/0.15\text{kg} = 6\text{m}$ 이므로 X의 화학식량은 100이다. αM X(aq)의 밀도가 1.1g/mL이므로 수용액의 부피는 200mL이고, 몰 농도(M) =  $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 αM =  $\frac{0.7\text{mol}}{0.2\text{L}} = \frac{7}{2}\text{M}$ 이다.

#### 13. [출제의도] 고체의 결정 구조 이해하기

γ. 꼭짓점에 4개의 입자가 가운데 1개의 입자가 작은 면에 존재하는 X의 결정 구조는 체심 입방 구조이고, 한 면에 존재하는 Y의 결정 구조는 면심 입방 구조이다. α. 면심 입방 구조에서 한 원자에 가장 인접한 원자 수는 12이다. α. 체심 입방 구조와 면심 입방 구조에서 단위 세포에 포함된 원자 수는 각각 2, 4이다.

#### 14. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

용액의 증기 압력( $P_{\text{용액}}$ ) = 용매의 증기 압력( $P_{\text{용매}}$ ) × 용매의 몰 분율( $X_{\text{용매}}$ )이다. 물 100g, A wg의 양(mol)을 각각 m, n이라고 할 때, (가)에서  $X_{\text{용매}} = \frac{m}{m+n} = \frac{4}{5}$ 이므로  $m = 4n$ 이다. (나)에서  $X_{\text{용매}} = \frac{m}{m+2n} = \frac{2}{3}$ 이므로  $x = \frac{2}{3}P$ 이다.

#### 15. [출제의도] 용액의 끓는점 그래프 찾기

비열발성 용질이 녹아 있는 용액의 끓는점은 순수한 용매의 끓는점보다 높다. 따라서 수용액의 끓는점은 100°C보다 높으며, 물이 끓으면서 농도가 진해지므로 수용액의 끓는점은 점점 높아진다.

#### 16. [출제의도] 반응 엔탈피로 평균 결합 에너지 구하기

반응 엔탈피( $\Delta H$ ) = (반응물의 평균 결합 에너지 합 - 생성물의 평균 결합 에너지 합)이다. 두 번째 식에서  $\Delta H = 2 \times (\text{O-H의 평균 결합 에너지}) = b\text{kJ}$ 이고, 세 번째 식에서  $\Delta H = (4 \times (\text{O-H의 평균 결합 에너지})) - \{2 \times (\text{H-H의 평균 결합 에너지}) + (\text{O=O의 평균 결합 에너지})\} = ck\text{J}$ 이다. 따라서  $2 \times (\text{H-H의 평균 결합 에너지}) + (\text{O=O의 평균 결합 에너지}) = 2 \times (\text{H-H의 평균 결합 에너지}) + ak\text{J} = (2b - c)\text{kJ}$ 이므로, (H-H의 평균 결합 에너지) =  $\frac{-a + 2b - c}{2}\text{kJ/mol}$ 이다.

#### 17. [출제의도] 삼투 현상 이해하기

γ, α, (나)는 동적 평형 상태이다. 반투막은 용매만 이동할 수 있고, 평형 상태인 (나)에서 A(aq)과 B

(aq)의 물 농도는 서로 같으므로  $\frac{0.02M \times 3\text{L}}{4\text{L}} = \frac{xM \times 3\text{L}}{2\text{L}}$ 이고,  $x = 0.01$ 이다. α. A, B의 분자량이 각각  $M_A$ ,  $M_B$ 일 때, (가)에서 A와 B의 질량이 같으므로 분자량비는  $M_A : M_B = \frac{wg}{0.02M \times 3\text{L}} : \frac{wg}{0.01M \times 3\text{L}} = 1 : 2$ 이다.

#### 18. [출제의도] 반응 엔탈피로 생성 엔탈피 구하기

반응 엔탈피( $\Delta H$ ) = (생성물의 엔탈피 합 - 반응물의 엔탈피 합)이므로 첫 번째 식에서  $\Delta H = (2 \times (\text{NO}_2 \text{의 생성 엔탈피})) - (2 \times 90) = -110\text{kJ}$ 이고, (NO<sub>2</sub>의 생성 엔탈피) = 35kJ이다. 두 번째 식에서  $\Delta H = (4 \times 35) + (6 \times (-290)) - (4 \times x) = -1400\text{kJ}$ 이므로,  $x = -50$ 이다.

#### 19. [출제의도] 이상 기체 방정식 이해하기

$PV = nRT$ 에서  $n \propto \frac{PV}{T}$ 이고, (가)에서 실린더 I과 II 속 기체의 압력을 각각  $P_1\text{atm}$ ,  $P_2\text{atm}$ 라 할 때, 각 과정 후 실린더와 강철 용기에 들어 있는 기체의 종류와 양(mol)은 다음과 같다.

과정 (가)	실린더 I He, $P_1N$	강철 용기 진공	실린더 II Ne, $P_2N$
(나)	He, $\frac{P_1N}{3}$	He, $\frac{2P_1N}{3}$	Ne, $P_2N$
(다)	He, $\frac{P_1N}{3}$	He + Ne, $\frac{2P_1N}{3} + P_2N$	

(라)에서 실린더 I에 들어 있는 He의 양(mol)은  $\frac{1 \times 2N}{2}$ 이다.  $N = \frac{P_1N}{3}$ 이므로  $P_1 = 3$ 이다. (라)에서 강철 용기와 실린더 II에 들어 있는 기체의 양(mol)은  $\frac{1 \times 5N}{2}$ 이고  $\frac{5}{2}N = 2N + P_2N$ 이므로  $P_2 = \frac{1}{2}$ 이다. (다) 과정 후 Ne의 부분 압력(atm)은  $\frac{P_2}{3} = \frac{1}{6}$ 이다.

#### 20. [출제의도] 기체의 부분 압력 이해하기

γ. n, T가 일정할 때, PV는 일정하므로 (나)에서 He의 부분 압력이  $\frac{4}{5}\text{atm}$ 일 때, 피스톤 왼쪽 실린더의 부피는  $\frac{15}{4}\text{L}$ 이다. 오른쪽 실린더의 부피는  $\frac{5}{4}\text{L}$ 가 되므로 Ar의 압력은  $\frac{8}{5}\text{Patm}$ 이다. (나)에서 왼쪽 실린더의 전체 압력은  $\frac{12}{5}\text{atm}$ 이므로  $\frac{12}{5} = \frac{8}{5}P$ 이다. 따라서  $P = \frac{3}{2}$ 이다. α. T가 일정할 때,  $PV \propto n$ 이고, A와 B의 반응의 계수비가 1:b이다. 반응하는 B의 양(mol)이 많으므로 B가 모두 반응하며 기체의 양(mol) 변화는 다음과 같다.

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

(다) 과정 후, He를 포함한 실린더 왼쪽과 오른쪽의 양(mol) 비는  $(6n + \frac{3}{b}n) : 3n = (2 + \frac{1}{b}) : 1$ 이다. T와 P가 일정할 때,  $V \propto n$ 이므로, (다)에서 Ar의 부피는  $5 / (3 + \frac{1}{b})\text{L}$ 이다. n, T가 일정할 때, PV는 일정하므로 Ar의 압력은  $3 \times ((3 + \frac{1}{b}) / 5) = 2\text{atm}$ 이다. 따라서 b = 3이다. α. (다) 과정 후 C(g)의 부분 압력( $P_C$ ) =  $P_{\text{전체}} \times (\text{왼쪽 실린더에서 C의 몰 분율})$ 이므로  $P_C = 2 \times \frac{2}{7} = \frac{4}{7}\text{atm}$ 이다.