

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

4. [출제의도] 화학 반응에서 열의 출입 파악하기

λ. 소금이 물에 용해될 때 열을 흡수하므로 흡열 반응이다. c. 수증기가 물이 되는 과정은 열을 방출하므로 ΔH 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	$HF(l)$	$F_2(l)$	$OF_2(l)$
분산력	있음	있음	있음
수소 결합	있음	없음	없음
쌍극자-쌍극자 힘	있음	없음	있음
결수의 합	6	1	4

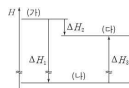
OF_2 는 F_2 보다 분자량이 크고, 쌍극자·쌍극자 힘이 존재하므로 기준 끓는점이 높다.

8. [출제의도] 몰랄 농도 이해하기

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

9. [출제의도] 헤스 법칙 이해하기

주어진 3가지 반응의 ΔH 는 오른쪽 그림과 같다. 따라서 H 는 (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, λ, c. w_1 을 실제값보다 작게 측정할 경우 M 은 이론값보다 작으며, V 또는 P_1 을 실제값보다

작게 측정하면 M 은 이론값보다 크다.

11. [출제의도] 어는점 내림 이해하기

γ. 어는점 내림(ΔT_f) = $K_f \times \text{몰랄 농도}(m)$ 이고 A, B의 분자량이 각각 M_A , M_B 일 때, 몰랄 농도는 $A(aq) : B(aq) = \frac{(4/M_A)mol}{0.1kg} : \frac{(8/M_B)mol}{0.2kg} = M_B : M_A$ 이다. $M_A > M_B$ 이므로 기준 어는점은 $A(aq) > B(aq)$ 이다. 따라서 (가)는 $A(aq)$ 이다. λ. ΔT_f 는 $A(aq) : B(aq) = 1:3$ 이므로 $M_A : M_B = 3:1$ 이다. c. $A(aq)$ 과 $B(aq)$ 의 혼합 용액은 $\frac{(4/M_A + 8/M_B)mol}{0.3kg} = \frac{280}{3M_A} m$ 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 $-\frac{7}{3}t^\circ C$ 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, $(\frac{90}{X \text{의 화학식량}})mol/0.15kg = 6m$ 이므로 X의 화학식량은 100이다. aM $X(aq)$ 의 밀도가 1.1g/mL이므로 수용액의 부피는 200mL이고, 몰 농도(M) = $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 $aM = \frac{0.7mol}{0.2L} = \frac{7}{2}M$ 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. λ. 면심 입방 구조에서 한 원자에 가장 인접한 원자 수는 12이다. c. 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 w g의 양(mol)을 각각 m , n 이라고 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

비휘발성 용질이 녹아 있는 용액의 끓는점은 순수한 용매의 끓는점보다 높다. 따라서 수용액의 끓는점은 $100^\circ C$ 보다 높으며, 물이 끓으면서 농도가 진해지므로 수용액의 끓는점은 점점 높아진다.

16. [출제의도] 반응 엔탈피로 평균 결합 에너지 구하기

반응 엔탈피(ΔH) = (반응물의 평균 결합 에너지 합 - 생성물의 평균 결합 에너지 합)이다. 두 번째 식에서 $\Delta H = 2 \times (O-H \text{의 평균 결합 에너지}) = b$ kJ이고, 세 번째 식에서 $\Delta H = (4 \times (O-H \text{의 평균 결합 에너지})) - ((2 \times (H-H \text{의 평균 결합 에너지})) + (O=O \text{의 평균 결합 에너지})) = c$ kJ이다. 따라서 $2 \times (H-H \text{의 평균 결합 에너지}) + (O=O \text{의 평균 결합 에너지}) = (2b - c)$ kJ이므로, (H-H의 평균 결합 에너지) = $\frac{-a+2b-c}{2}$ kJ/mol이다.

17. [출제의도] 삼투 현상 이해하기

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

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

18. [출제의도] 반응 엔탈피로 생성 엔탈피 구하기

반응 엔탈피(ΔH) = (생성물의 엔탈피 합 - 반응물의 엔탈피 합)이므로 첫 번째 식에서 $\Delta H = (2 \times (NO_2 \text{의 생성 엔탈피})) - (2 \times 90) = -110$ kJ이고, $(NO_2 \text{의 생성 엔탈피}) = 35$ kJ이다. 두 번째 식에서 $\Delta H = (4 \times 35) + (6 \times (-290)) - (4 \times x) = -1400$ kJ이므로, $x = -50$ 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 atm, P_2 atm라 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), (라)	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 $\frac{4}{5}$ atm일 때, 피스톤 왼쪽 실린더의 부피는 $\frac{15}{4}$ L이다. 오른쪽 실린더의 부피는 $\frac{5}{4}$ L가 되므로 Ar의 압력은 $\frac{8}{5}$ Patm이다. (나)에서 왼쪽 실린더의 전체 압력은 $\frac{12}{5}$ atm이므로 $\frac{12}{5} = \frac{8}{5}P$ 이다. 따라서 $P = \frac{3}{2}$ 이다. λ. 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 $5 / (3 + \frac{1}{b})L$ 이다. n, T가 일정할 때, PV는 일정하므로 Ar의 압력은 $3 \times ((3 + \frac{1}{b}) / 5) = 2atm$ 이다. 따라서 b = 3이다. c. (다) 과정 후 C(g)의 부분 압력(P_C) = $P_{\text{전체}} \times (\text{왼쪽 실린더에서 C의 몰 분율})$ 이므로 $P_C = 2 \times \frac{2}{7} = \frac{4}{7}$ atm이다.