

2018학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 II]

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

1. [출제의도] 분자 사이의 인력과 끓는점의 관계 이해하기

ㄱ, ㄴ. 기준 끓는점은 $H_2O > Br_2 > HBr$ 이고, 분자 사이의 인력이 클수록 끓는점이 높으므로 분자 사이의 인력은 $H_2O > Br_2 > HBr$ 이다. ㄷ. 분자로 이루어진 모든 물질은 분자 사이에 분산력이 작용한다.

2. [출제의도] 온도에 따른 물의 표면 장력 비교하기

표면 장력이 클수록 동전 위 물의 모양이 구형에 가까워진다. 물의 온도가 높아질수록 표면 장력이 작아져 동전 밖으로 흘러내리기 직전까지 떨어뜨린 물의 부피가 감소한다.

3. [출제의도] 용액의 어는점 내림 실험 설계하기

용질의 종류가 용액의 어는점 내림에 미치는 영향을 알아보기 위해서 용질의 종류는 다르고, 용매의 종류와 용액의 몰랄 농도 등 다른 조건은 같아야 한다.

4. [출제의도] 고체의 결정 구조 파악하기

주어진 ZnS 결정에서 S^{2-} 은 면심 입방 구조이다. 단위 세포에 포함된 S^{2-} 의 수는 $\frac{1}{2}(\text{면심}) \times 6 + \frac{1}{8}(\text{꼭짓점}) \times 8 = 4$ 이며 Zn^{2+} 의 수는 4이므로 단위 세포에 포함된 전체 이온의 수는 8이다.

5. [출제의도] 액체의 가열 곡선 이해하기

ㄱ, ㄴ. 1기압에서 상태 변화(액체→기체)가 일어나는 온도는 $B > A$ 이므로 기준 끓는점은 $B > A$ 이고, 상태 변화(액체→기체)가 일어나는 구간의 길이는 $B > A$ 이므로 기화열은 $B > A$ 이다. ㄷ. 같은 질량의 액체를 각각 가열했을 때 가한 열량-온도 그래프에서 기울기가 클수록 비열은 작다. $t^\circ C$ 에서의 그래프의 기울기는 $A > B$ 이므로 비열은 $B > A$ 이다.

6. [출제의도] 결정성 고체 분류하기

ㄱ. Al(금속 결정), H_2O (분자 결정), KCl(이온 결정) 중 전성이 가장 좋은 것은 Al이고, 용융액의 전기 전도성은 KCl이 H_2O 보다 크므로 A는 Al, B는 KCl, C는 H_2O 이다. ㄴ. $H_2O(s)$ 은 분자 결정이다. ㄷ. 전기 전도성은 Al(s)가 $H_2O(s)$ 보다 크다.

7. [출제의도] 몰랄 농도, 퍼센트 농도 이해하기

용액의 몰랄 농도(m)는 $\frac{n_{\text{용질}}(\text{몰})}{W_{\text{용매}}(\text{kg})}$ 이고, 용액의 퍼센트 농도(%)는 $\frac{w_{\text{용질}}(\text{g})}{W_{\text{용액}}(\text{g})} \times 100$ 이며 용질의 몰분율은 $\frac{n_{\text{용질}}}{n_{\text{용매}} + n_{\text{용질}}}$ 이다. $w_{\text{용질}}$ 은 (나)가 (가)의 2배이지만 $W_{\text{용액}}$ 은 (나)가 (가)의 2배가 아니다. 따라서 몰랄 농도는 2배이고, 퍼센트 농도와 포도당의 몰분율은 2배가 아니다.

8. [출제의도] 실험으로 기체 상수(R) 구하기

$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ 에서 반응한 Mg이 0.01몰이므로 생성된 $H_2(g)$ 는 0.01몰이다.

실린더 속 $H_2(g)$ 의 부분 압력은 $(1-P)$ 기압이므로 이상 기체 방정식에서 $R = \frac{(1-P)\text{기압} \times 0.001VL}{0.01\text{몰} \times TK} = \frac{(1-P)V}{10T}$ 기압·L/몰·K이다.

9. [출제의도] 수용액의 ppm 농도 구하기

1% A 수용액 1g 속 $w_A = 1g \times 0.01 = 0.01g$ 이다. 이 용액에 증류수를 추가해 $W_{\text{용액}} = 100g$ 이 되었을 때, ppm 농도 = $\frac{w_{\text{용질}}(\text{g})}{W_{\text{용액}}(\text{g})} \times 10^6 = \frac{0.01g}{100g} \times 10^6 = 100\text{ppm}$ 이다.

10. [출제의도] 기체의 온도, 압력, 부피 관계 이해하기

$PV = \frac{w}{M}RT$ 이다. 각 과정 후 실린더 속 Ar(g)의 질량, 압력, 온도, 부피는 다음과 같다.

과정	질량(g)	압력(기압)	온도(K)	부피(L)
(가)	w	0.5	300	0.6
(나)	3w	1	300	0.9
(다)	3w	1	200	0.6

11. [출제의도] 용해 실험의 오차율 구하기

$Q_{\text{실험}}$ 은 용액의 비열×용액의 질량×온도 변화 = $4J/g \cdot ^\circ C \times 100g \times 9^\circ C = 3.6kJ$ 이므로 실험의 오차율(%)은 $\frac{Q_{\text{이론}} - Q_{\text{실험}}}{Q_{\text{이론}}} \times 100 = \frac{4.5kJ - 3.6kJ}{4.5kJ} \times 100 = 20\%$ 이다.

12. [출제의도] 퍼센트 농도를 몰농도로 환산하기

용액의 부피를 1000mL라고 할 때 63% $HNO_3(aq)$ 1000mL의 질량은 1000mL×용액의 밀도(1.4g/mL) = 1400g이고, 이 중에서 용질의 질량은 1400g×0.63 = 882g이다. 따라서 용액의 몰농도(M)는 $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 $\frac{882g/\text{몰}}{1L} = 14M$ 이다.

13. [출제의도] 표준 생성 엔탈피 비교하기

25°C에서 $CO_2(g)$, $CH_4(g)$, $H_2O(l)$ 의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)는 각각 다음과 같다.
 $C(s, \text{흑연}) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$, $\Delta H_f^\circ = -393kJ/\text{몰}$
 $C(s, \text{흑연}) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$, $\Delta H_f^\circ = -75kJ/\text{몰}$
 $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$, $\Delta H_f^\circ = -286kJ/\text{몰}$

14. [출제의도] 삼투압 이해하기

(가)에서 반투막 오른쪽의 수면이 왼쪽보다 높기 때문에 중력의 영향으로 오른쪽에서 왼쪽으로 물이 이동한다. 또한 물이 이동하면서 왼쪽 용액이 오른쪽보다 묽어지므로 삼투 현상이 일어나 오른쪽으로 물이 이동하게 된다. 오른쪽 수용액이 60mL를 넘는 경우는 오른쪽 용액이 더 묽어지게 되므로 일어날 수 없고, 50mL가 되는 경우도 양쪽 농도가 같아야 가능하지만 양쪽 용질의 질량이 다르므로 일어날 수 없다. 따라서 오른쪽 용액의 부피는 50mL보다는 크고 60mL보다는 작게 된다. (나)에서 양쪽 수면의 높이는 변함이 없다. (다)에서는 (가)에서와 반대의 상황이 되어 오른쪽 용액의 부피는 40mL보다는 크고 50mL보다는 작게 된다. 따라서 충분한 시간이 지났을 때 (가)~(다)에서 반투막 오른쪽에 들어 있는 설탕물의 부피는 (가) > (나) > (다)이고, 설탕의 몰수는 같으므로 설탕물의 몰농도는 (다) > (나) > (가)이다.

15. [출제의도] 헤스 법칙 적용하기

ㄱ. 헤스 법칙에 의해 $\Delta H_3 = -\Delta H_1 + \Delta H_2$ 이다. ㄴ. 25°C, 표준 상태에서 $CO_2(g)$ 의 분해 엔탈피는 $CO_2(g) \rightarrow C(s, \text{흑연}) + O_2(g)$ 반응의 반응 엔탈피이므로 ΔH_1 이다. ㄷ. 25°C, 표준 상태에서 $CaCO_3(s)$ 의 표준

생성 엔탈피는 $Ca(s) + C(s, \text{흑연}) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$ 반응의 반응 엔탈피이므로 ΔH_3 가 아니다.

16. [출제의도] 기체의 부분 압력 파악하기

ㄱ. (가), (나)에서 B가 모두 소모되었고, (가)에서 C(g)의 부분 압력(P_C)이 0.4이므로 A와 C의 몰수를 각각 6n, 4n이라고 하면 (가)의 반응에서 몰수 변화는 다음과 같다.

	A(g)	+	2B(g)	→	2C(g)
반응 전	8n		4n		
반응	-2n		-4n		+4n
반응 후	6n		0		4n

따라서 동일 질량의 A와 B의 몰수비는 2:1이므로 분자량 비는 1:2이고, A와 C의 분자량 비는 2:5이다. ㄴ. (나)에서 반응에서 몰수 변화는 다음과 같다.

	A(g)	+	2B(g)	→	2C(g)
반응 전	6n		4n		4n
반응	-2n		-4n		+4n
반응 후	4n		0		8n

(나)에서 $P_C = \text{전체 압력} \times C$ 의 몰분율 = 1기압 × $\frac{8n}{12n} = \frac{2}{3}$ 기압이다. ㄷ. 온도, 압력이 일정할 때 혼합 기체의 부피 비($V_1 : V_2$) = 몰수비($10n : 12n$) = 5:6이다.

17. [출제의도] 몰농도 용액 만들기

1M $NaCl(aq)$ 1L에는 $NaCl$ ag이 들어 있다. (가)의 용액 1005mL에는 $NaCl$ ag이 들어 있으므로, 덜어낸 용액 15mL에 들어 있는 $NaCl$ 의 질량 ($= \frac{15mL}{1005mL} \times ag = \frac{1}{67} ag$)만큼 추가하여야 한다.

18. [출제의도] 결합 에너지로 반응 엔탈피 구하기

표준 생성 엔탈피로부터 구한 $CCl_4(g) + 2F_2(g) \rightarrow CF_4(g) + 2Cl_2(g)$ 의 ΔH 는 $\{-930kJ/\text{몰} - (-100kJ/\text{몰})\} = -830kJ/\text{몰}$ 이고, 결합 에너지로부터 구한 ΔH 는 $\{410kJ/\text{몰} \times 4 + 2 \times 200kJ/\text{몰} - (510kJ/\text{몰} \times 4 + 2 \times 200kJ/\text{몰})\} = -400kJ/\text{몰} + 2(\text{㉠} - \text{㉡})kJ/\text{몰}$ 로 서로 같으므로 $\text{㉠} - \text{㉡} = -215$ 이다.

19. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

용액의 증기 압력($P_{\text{용액}}$)이 99mmHg일 때 그래프의 기울기가 변하므로 $P_{\text{용액}}$ 이 99mmHg이 될 때까지 A를 녹이고, 이후에 B를 녹인 것이다. 증기 압력 내림(ΔP)은 용매의 증기 압력×용질의 몰분율이므로 $P_{\text{용액}}$ 이 99mmHg일 때의 ΔP 은 1mmHg = 100mmHg × $\frac{n_A}{99\text{몰} + n_A}$ 이므로 n_A 는 1몰이다. (가)에서 ΔP 은 2mmHg = 100mmHg × $\frac{n_A + n_B}{99\text{몰} + n_A + n_B}$ 이므로 n_B 는 $\frac{50}{49}$ 몰이다. 따라서 $\frac{n_A}{n_B} = \frac{49}{50}$ 이다.

20. [출제의도] 기체의 분출 속도 비교하기

ㄱ. (가)의 I, IV에서 같은 압력에서 같은 부피에 들어 있는 $w_A : w_B = 1:4$ 이므로 분자량(M) 비는 $M_A : M_B = 1:4$ 이다. 분출 속도(v)는 M의 제곱근에 반비례하므로 $v_A : v_B = 2:1$ 이다. ㄴ. (나)에서 II, III 속 $n_A : n_B = 2:1$ 이고, $M_A : M_B = 1:4$ 이므로 $w_A : w_B = n_A \times M_A : n_B \times M_B = 1:2$ 이다. ㄷ. $PV = nRT$ 에서 V, T가 일정할 때 $P \propto n$ 이고, (가)에서 I 속 A가 n몰이면 (나)에서 II 속 A는 $\frac{1}{100}n$ 몰이므로 압력은 $\frac{1}{100}$ 기압이다. (다)에서 II와 III의 부피비가 2:1이므로 $\frac{1}{100}$ 기압 × 1L = $P_A \times \frac{4}{3}L$ 에서 II 속 P_A 는 $\frac{3}{400}$ 기압이다.