

2016학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

[화학 II]

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

1. [출제의도] 상태 변화에서의 엔탈피 변화 이해하기
 $\text{CO}_2(s)$ 가 기체로 승화하는 과정에서 주변의 열에너지를 흡수하므로 CO_2 의 엔탈피는 증가한다. $\text{CO}_2(s)$ 위의 $\text{H}_2\text{O}(l)$ 은 응고하는 과정에서 주변으로 열에너지를 방출하므로 H_2O 의 엔탈피는 감소한다.

2. [출제의도] 분자 간 힘과 끓는점의 관계 이해하기
 F_2 , Cl_2 는 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이고 HF , HCl 는 분자의 쌍극자 모멘트가 0보다 큰 극성 분자이다. F_2 , Cl_2 는 무극성 분자이므로 분자량이 클수록 분산력이 증가하여 끓는점이 높아지므로 끓는점이 높은 Cl_2 가 F_2 보다 분산력이 크다. HF 는 HCl 보다 분자량이 작아 분산력은 작지만 분자 간 수소 결합을 하므로 끓는점이 높다. Cl_2 가 HCl 보다 분자 사이에 작용하는 힘이 클수록 끓는점이 높으므로 끓는점이 높은 Cl_2 가 HCl 보다 분자 사이에 작용하는 힘이 크다.

3. [출제의도] 고체의 특성 비교하기
 C 는 석영 유리는 원자의 배열이 불규칙한 비결정성 고체이다. D 는 다이아몬드는 원자 간 결합이 규칙적인 원자 결정(공유 결정)이므로 구성 원자 간 결합력이 일정하다. C 는 얼음은 분자 간 결합으로 이루어진 분자 결정으로 원자 결정의 원자 간 결합보다 결합력이 약하므로 1기압에서 녹는점은 다이아몬드보다 낮다.

4. [출제의도] 기체 분자 운동론 이해하기
 P , Q . $PV=nRT$ 에서 $P \propto \frac{nT}{V}$ 이다. 용기 (가)와 (나)에는 같은 질량의 Ne 이 들어 있어 $n_{(가)}=n_{(나)}$ 이고, 단위 부피당 입자 수가 (가)에서 (나)에서의 2배이므로, $2V_{(가)}=V_{(나)}$ 이다. 그리고 $2T_{(가)}=T_{(나)}$ 이므로, $\frac{n_{(가)}T_{(가)}}{V_{(가)}} = \frac{n_{(나)}T_{(나)}}{V_{(나)}}$ 에 의해 $P_{(가)}=P_{(나)}$ 이다. C 는 분자의 평균 운동 에너지는 T 에 비례하므로 (나)에서 (가)에서의 2배이다.

5. [출제의도] 묽은 용액의 증기 압력 구하기
 라울 법칙에 의해 일정한 온도에서 용액의 증기 압력=(용매의 증기 압력) \times (용매의 몰분율)이다. 콧을 열기 전 물의 증기 압력은 h mmHg이고, 콧을 연 후 새로운 평형에서 물의 몰분율은 $\frac{\text{물 } 99\text{몰}}{\text{물 } 99\text{몰} + \text{X } 1\text{몰}} = 0.99$ 이므로 $\text{X}(aq)$ 의 증기 압력은 $0.99h$ mmHg이다.

6. [출제의도] 물의 가열 곡선 이해하기
 H_2O 이 흡수한 열량(Q)=비열(c) \times 질량(m) \times 온도 변화(Δt)이고, m 이 같고 Δt 가 같을 때 흡수한 Q 은 $\text{H}_2\text{O}(l) > \text{H}_2\text{O}(s)$ 이므로 c 은 $\text{H}_2\text{O}(l) > \text{H}_2\text{O}(s)$ 이다. A 는 0°C 얼음, B 는 0°C 물이다. 얼음은 수소 결합으로 분자가 규칙적인 배열을 이루지만 물이 되면서 수소 결합 일부가 끊어지므로 분자당 평균 수소 결합 수는 $\text{A} > \text{B}$ 이다. C 는 액체 구간 BC 에서 물이 흡수한 에너지는 운동 에너지로 전환되거나 수소 결합을 끊는 데 이용된다.

7. [출제의도] 온도와 상변화 관계 이해하기
 P , Q . 밀도(d)= $\frac{\text{질량}(w)}{\text{부피}(V)}$ 에서 w 이 같을 때 $d \propto$

$\frac{1}{V}$ 이다. 가열 전후 고체 벤젠의 $d_{\text{고체 벤젠}}$ 가 일정하고, $d_{\text{물}}$ 은 4°C 에서 0°C 물보다 크므로 $V_{\text{물}}$ 은 4°C 에서 0°C 물보다 작아져 $h_1 > h_2$ 이다. 가열 전후 $d_{\text{고체 벤젠}}$ 가 일정하므로 물의 $d_{\text{물}}$ 가 클수록 수면 위에 뜬 벤젠의 $V_{\text{고체 벤젠}}$ 는 증가하여 $V_2 > V_1$ 이다. C . 4°C 물에서 고체 벤젠은 용해되지 않았으므로 1기압에서 어는점은 벤젠이 얼음보다 높다.

8. [출제의도] 퍼센트 농도를 몰농도로 환산하기
 수용액 (가)의 퍼센트 농도는 34%이므로 (가) 100g에는 34g의 H_2O_2 가 들어 있다. (가) 100g에서 용질의 몰수는 $\frac{34\text{g}}{34\text{g/몰}}=1\text{몰}$ 이고 용액의 부피는 $\frac{100\text{g}}{1.2\text{g/mL}} = \frac{100}{1.2}\text{mL}$ 이므로 (가)의 몰농도는 $\frac{1\text{몰}}{\frac{100}{1.2}\text{mL} \times \frac{1\text{L}}{1000\text{mL}}} = 12\text{M}$ 이다. 수용액 (나)의 퍼센트 농도는 3.4%이므로 수용액 100g에는 3.4g의 H_2O_2 가 들어 있다. (나) 100g에서 용질의 몰수는 $\frac{3.4\text{g}}{34\text{g/몰}}=0.1\text{몰}$ 이고 용액의 부피는 $\frac{100\text{g}}{1.0\text{g/mL}}=100\text{mL}$ 이므로 (나)의 몰농도는 $\frac{0.1\text{몰}}{100\text{mL} \times \frac{1\text{L}}{1000\text{mL}}} = 1\text{M}$ 이다.

9. [출제의도] 이상 기체 상태 방정식 이해하기
 $PV=nRT$ 에서 $\frac{PV}{T} \propto n$ 이다. 따라서 $\text{A} \sim \text{C}$ 에서 기체 X 의 몰수 비($n_A:n_B:n_C$)= $2a:4a:2a=1:2:1$ 이다. A . n_B 는 n_A 의 2배이다. B 와 C 에서 V 는 같고 n_B 는 n_C 의 2배이므로 밀도는 B 에서 C 에서의 2배이다. C . $\frac{PV}{n} \propto T$ 이다. A 에서와 C 에서의 P 와 n 는 같고, V 는 C 에서 A 에서의 2배이므로 T 는 C 에서 A 에서의 2배이다.

10. [출제의도] 헤스 법칙 적용하기
 A . (가)는 $\Delta H > 0$ 이므로 흡열 반응이다. B . (나)에서 $\Delta H = b\text{kJ}$ 이므로 1몰의 $\text{N}_2\text{O}(g)$ 가 생성될 때의 표준 생성 엔탈피(ΔH_f°)는 $\frac{b}{2}\text{kJ/몰}$ 이다. C . $2\text{N}_2\text{O}(g) + 3\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_4(g)$ 의 반응 엔탈피(ΔH)는 헤스 법칙을 이용하여 다음과 같이 구한다.

$$\begin{aligned} 2\text{N}_2(g) + 4\text{O}_2(g) &\rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_4(g) & \Delta H = 2a\text{kJ} \\ 2\text{N}_2\text{O}(g) &\rightarrow 2\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) & \Delta H = -b\text{kJ} \\ \hline 2\text{N}_2\text{O}(g) + 3\text{O}_2(g) &\rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_4(g) & \Delta H = (2a-b)\text{kJ} \end{aligned}$$

11. [출제의도] 고체의 결정 구조 비교하기
 A . (가) Ca 의 결정 구조는 면심 입방 구조이다. B . (나)에서 단위 세포 중심의 Ca^{2+} 과 가장 인접한 거리에 있는 O^{2-} 은 정육면체 면의 중심에 있는 6개이다. C . (가)의 단위 세포에 포함된 Ca 의 수= $\frac{1}{2}$ (면의 중심에 있는 Ca) \times 6개 $+$ $\frac{1}{8}$ (꼭짓점에 있는 Ca) \times 8개 $=4$ 이고, (나)의 단위 세포에 포함된 Ca^{2+} 의 수= $[1(\text{중심에 있는 } \text{Ca}^{2+}) \times 1\text{개} + \frac{1}{4}(\text{모서리에 있는 } \text{Ca}^{2+}) \times 12\text{개}] = 4$ 이다.

12. [출제의도] 삼투압 이해하기
 삼투압(Π)=몰농도(C) \times 기체 상수(R) \times 절대 온도(T)= $\frac{nRT}{V} = \frac{wRT}{MV}$ 이므로 분자량(M)= $\frac{wRT}{\Pi V}$ 이다. A . 용액 (가)에서 X 의 분자량은 $\frac{0.18 \times 0.08 \times 300}{0.24 \times 0.1} = 180$ 이다. B . 같은 T 에서 C 는 (나)가 (가)의 2배이므로

Π 은 (나)가 (가)의 2배이다. 따라서 C 는 0.48이다. C . (가)와 (나)의 C 는 같고, $\Pi \propto T$ 이므로 $0.24:0.28=300:\text{C}$ 이다. 따라서 C 는 350이다.

13. [출제의도] 반응열을 이용해 물의 온도 구하기
 열량(Q)=열용량(C) \times 온도 변화(Δt)=연소열 \times X 의 몰수이므로 $1\text{kJ/}^\circ\text{C} \times (t-10)^\circ\text{C} = 720\text{kJ/몰} \times \frac{2\text{g}}{32\text{g/몰}}$ 이다. 따라서 t 는 55이다.

14. [출제의도] 기체의 부분 압력 이해하기
 $PV=nRT$ 에서 V , T 가 일정할 때 $P \propto n$ 이므로 반응 전 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}(g)$ 가 $2n$ 몰이라면 $\text{O}_2(g)$ 는 $5n$ 몰, 반응 후 $\text{O}_2(g)$ 는 $2n$ 몰이다. 따라서 반응하는 $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}$ 와 O_2 의 몰수 비는 2:3이다.

$$2\text{C}_x\text{H}_y\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2x\text{CO}_2 + y\text{H}_2\text{O}$$

반응 전	$2n$	$5n$		
반응 후	$-2n$	$-3n$	$+2xn$	$+yn$
반응 후	0	$2n$	$2xn$	yn

$2x=a$, $y=2a$ 이므로 $y=4x$ 이고, 반응 전후 O 의 몰수는 같으므로 $8=4x+y$ 이다. 따라서 $x=1$, $y=4$ 이다. 반응 전 O_2 5n몰의 부분 압력은 5기압이므로 반응 후 O_2 는 2기압(2n몰), CO_2 는 2기압(2n몰), H_2O 는 4기압(4n몰)이다. 따라서 반응 후 전체 압력은 8기압이고, CO_2 의 몰분율은 $\frac{\text{CO}_2 \text{의 몰수}}{\text{전체 몰수}} = \frac{2n\text{몰}}{8n\text{몰}} = \frac{1}{4}$ 이다.

15. [출제의도] 0.1M 탄산수소 나트륨 수용액 만들기
 A . 0.1M의 $\text{NaHCO}_3(aq)$ 을 만들 때 사용하는 실험기구 C 는 부피 플라스크이다. B . 표준 용액을 만드는 순서는 다음과 같다. ① 필요한 용질의 질량을 측정한다. ② 소량의 증류수가 들어 있는 비커에 용질을 녹인 후 부피 플라스크에 넣는다. ③ 증류수로 비커에 남아 있는 수용액을 씻어 부피 플라스크에 넣는다. ④ 부피 플라스크의 표선까지 증류수를 넣고 잘 섞는다. 따라서 실험 과정을 순서대로 옳게 배열하면 (다) \rightarrow (나) \rightarrow (가)이다. C . 0.1M $\text{NaHCO}_3(aq)$ 은 용액 1L에 NaHCO_3 0.1몰이 녹아 있는 용액이므로 필요한 NaHCO_3 의 질량은 $0.1\text{몰} \times 84\text{g/몰} = 8.4\text{g}$ 이다.

16. [출제의도] 몰랄 농도 이해하기
 1m X 수용액에서 용질, 용매, 용액의 질량 관계는 다음과 같다.

1m X 수용액	용액의 질량(g)	용매의 질량(g)	용질의 질량(g)
용액이 1000g인 경우	1000	$1000-x$	x
용매가 1000g인 경우	$1000+M$	1000	M

표에 따라 1m 의 X 수용액 1000g에 녹아 있는 용질 X 의 질량 x 를 구할 때 용매 1000g을 기준으로 비례식을 세우면 용매:용질= $1000:M=(1000-x):x$ 이고, 용액 ($1000+M$)g을 기준으로 비례식을 세우면 용액:용질= $(1000+M):M=1000:x$ 이다. 따라서 $x = \frac{1000M}{1000+M}$ 이다. 용매의 질량은 일정하므로 용액의 몰랄 농도를 2배로 만들기 위해서는 처음 용질과 같은 질량인 $\frac{1000M}{1000+M}$ g만큼 추가로 녹여야 한다.

17. [출제의도] 반응 엔탈피와 결합 에너지 관계 이해하기
 반응 엔탈피(ΔH)=(반응물의 결합 에너지 합)-(생성물의 결합 에너지 합)이다. $4 \times (\text{C}-\text{H})=a$ 이고, $[(\text{C}=\text{C})+4 \times (\text{C}-\text{H})] - [(\text{C}\equiv\text{C})+2 \times (\text{C}-\text{H})]=b$

이므로 $[(C \equiv C) - (C = C)] = \frac{a}{2} - b$ 이다.

18. [출제의도] 끓는점 오름 비교하기

몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이고, 끓는점 오름 (ΔT_b) = 몰랄 오름 상수(K_b) $\times m$ 이다. ㄱ. 용액 (가)

의 $m = \frac{(\frac{6.4g}{128g/몰})}{0.2kg} = 0.25m$ 이므로 용매 A의 끓는점이 t 일 때, $80.83 - t = 2.52^\circ C/m \times 0.25m$ 이고 t 는 $80.20^\circ C$ 이다. ㄴ. 용액 (나)의 $\Delta T_b = 81.46^\circ C - 80.2$

$0^\circ C = 2.52^\circ C/m \times \frac{(\text{㉠g})}{0.1kg}$ 이므로 ㉠은 6.4이다.

ㄷ. 용액 (가)와 (나)의 퍼센트 농도(%)는 각각 $\frac{6.4}{206.4} \times 100(\%)$, $\frac{6.4}{106.4} \times 100(\%)$ 이므로 (나)의 퍼센트 농도는 (가)의 2배보다 작다.

19. [출제의도] 기체의 압력과 부피의 관계 이해하기

$PV = nRT$ 에서 n, T 가 일정할 때 $P \propto \frac{1}{V}$ 이다. 실린더 I 속 He은 (가)에서 $P=1$ 기압, $V=4L$ 이고 (나)에서 고정 장치를 풀었을 때 $V=2L$ 이므로 $P=2$ 기압이다. 콕을 열고 충분한 시간이 흐른 후 I, II 속 기체의 P 은 모두 2기압으로 같다. 콕을 열기 전 II 속 Ar은 $P=1$ 기압, $V=1L$ 이고 콕을 닫았을 때 II 속 Ar의 $P=2$ 기압이므로 $V=0.5L$ 이다. II의 전체 V 가 $2L$ 이므로 II 속 He의 $V=2L - 0.5L = 1.5L$ 이다. $PV = nRT$ 에서 T, P 이 일정할 때 $V \propto n$ 이므로 He과 Ar의 몰수 비(He:Ar) = $1.5:0.5 = 3:1$ 이다.

20. [출제의도] 기체의 확산 속도와 분자량의 관계 이해하기

$PV = nRT$ 에서 P, T 가 일정할 때 $V \propto n$ 이므로 (가)에서 기체 X, Y의 몰수는 같다. ㄱ. (가)에서 X, Y가 각각 n 몰이라면 (나)에서 용기 I, II에 남아 있는 X, Y는 각각 $\frac{3}{4}n$ 몰, $\frac{15}{16}n$ 몰이고, V, T 가 일정할 때 $n \propto P$ 이므로 용기의 압력은 $II > I$ 이다. ㄴ. 같은 시간 동안 이동한 기체의 몰수(n) \propto 확산 속도(v)이다. 진공 용기로 이동한 X, Y는 각각 $\frac{1}{4}n$ 몰, $\frac{1}{16}n$ 몰이므로 확산 속도 비는 $\frac{1}{4} : \frac{1}{16} = 4:1$ 이고, v 는 분자량(M)의 제곱근에 반비례하므로 확산 속도 비는 $\frac{v_X}{v_Y} = \frac{4}{1} = \sqrt{\frac{M_Y}{M_X}}$ 에서 $16M_X = M_Y$ 이다. ㄷ. (나)에서 I, II에 존재하는 X, Y는 각각 $\frac{3}{4}n$ 몰, $\frac{15}{16}n$ 몰이고, $M_X : M_Y = 1:16$ 이므로 $w_X : w_Y = \frac{3}{4} \times 1 : \frac{15}{16} \times 16 = 1:20$ 이다. X와 Y의 부피는 같고 질량은 Y가 X의 20배이므로 밀도는 Y가 X의 20배이다.