

2017학년도 4월 고3 전국연합학력평가

정답 및 해설

• 4교시 과학탐구 영역 •

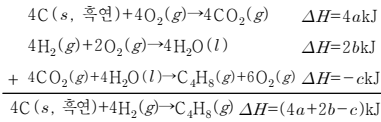
[화학 II]

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

1. [출제의도] 화학 반응에서 에너지 출입 파악하기
에탄올이 연소되면서 방출한 열을 I₂이 흡수하면 고체에서 기체로 승화되고, I₂ 기체가 고체로 승화되면서 방출한 열을 참물이 흡수한다. 따라서 에탄올의 연소 과정은 발열 과정이고, I₂ 고체가 기체로 승화되는 과정은 흡열 과정이며, I₂ 기체가 고체로 승화되는 과정은 발열 과정이다.
2. [출제의도] 공유 결합과 분자 사이의 인력의 세기 비교하기
자료에서 (가)는 분자 내 공유 결합이고, (나)와 (다)는 분자 사이의 인력이므로 (가)의 세기가 가장 세다. HF가 F₂보다 끓는점이 높으므로 분자 사이의 인력은 (나)>(다)이다.
3. [출제의도] 온도에 따른 농도의 변화 이해하기
용액의 몰농도 = $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용액의 부피}}$ 이고, 용액의 몰랄 농도 = $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량}}$ 이다. ㄱ. (가)에서 (나)로 될 때 용액의 부피는 감소하지만 용질과 용매의 질량이 변하지 않으므로 용액의 질량은 변하지 않는다. ㄴ. (가)에서 (나)로 될 때 용질의 몰수는 변하지 않고 용액의 부피는 감소하므로 몰농도는 증가한다. 따라서 몰농도는 (나)>(가)이다. ㄷ. (가)에서 (나)로 될 때 용질의 몰수와 용매의 질량이 모두 변하지 않으므로 몰랄 농도는 변하지 않는다. 따라서 몰랄 농도는 (가)=(나)이다.
4. [출제의도] 기체의 압력, 온도, 부피 관계 파악하기
기체의 압력을 P, 부피를 V, 몰수를 n, 절대 온도를 T, 기체 상수를 R라고 할 때, 이들의 관계를 나타내면 PV=nRT이고, n이 일정할 때 V ∝ $\frac{T}{P}$ 이다. (가)에서 (나)로 될 때 T가 $\frac{300\text{K}}{250\text{K}} = \frac{6}{5}$ 배, P가 $\frac{760+380}{760\text{mmHg}} = \frac{3}{2}$ 배가 되므로 V=30mL × $\frac{6}{5} \times \frac{2}{3} = 24\text{mL}$ 이다.
5. [출제의도] 용액의 삼투압을 이용한 분자량 비교하기
용액의 삼투압을 II, 몰농도를 C, 절대 온도를 T, 기체 상수를 R라고 할 때, 이들의 관계를 나타내면 II=CRT이고, 용질의 몰수를 n, 분자량을 M, 질량을 w, 용액의 부피를 V라고 할 때, C = $\frac{n}{V}$, n = $\frac{w}{M}$ 이므로 M = $\frac{wRT}{IV}$ 이다. ㄱ. (가)에서 A(aq), B(aq)의 부피가 같고 (나)에서 물이 B(aq)에서 A(aq)으로 이동하였으므로 C는 A(aq)>B(aq)이고, n은 A>B이다. ㄴ. (다)에서 A(aq)과 B(aq)의 수면 높이가 같으므로 II가 서로 같다. 따라서 C와 V가 같으므로 A(aq)과 B(aq)의 n이 서로 같다. A, B의 질량이 각각 1g, 3g이므로 분자량 비(A:B)는 1:3이다. ㄷ. 용액의 몰랄 농도를 m, 용매의 질량을

W라고 할 때, m = $\frac{n}{W}$ 이다. (나), (다)의 A(aq)에서 n은 같고, 물은 A(aq)에서 B(aq)으로 이동하였으므로 W는 (나)의 A(aq)이 (다)의 A(aq)보다 크다. 따라서 m은 (다)>(나)이다. 용액의 어는점 내림을 ΔT_f, 어는점 내림 상수를 K_f라고 하면 ΔT_f = K_fm이다. 1기압에서 물의 어는점이 0°C이므로 A(aq)의 어는점은 -ΔT_f이고, ΔT_f는 (다)>(나)이다. 따라서 기준 어는점은 (나)>(다)이다.

6. [출제의도] 고체의 특성에 따른 결정의 종류 구분하기
철(Fe), 얼음(H₂O), 염화 나트륨(NaCl) 중 1기압에서 녹는점이 가장 낮은 것은 H₂O이다. 고체 상태에서 Fe은 전기 전도성이 크지만 NaCl은 전기 전도성이 거의 없다. 따라서 A~C는 각각 H₂O, Fe, NaCl이고, 각각 분자 결정, 금속 결정, 이온 결정이다.
7. [출제의도] 결합 에너지의 차 구하기
N₂H₄(g)이 생성되는 반응의 열화학 반응식은 다음과 같다.
N₂(g) + 2H₂(g) → N₂H₄(g) ΔH=95kJ/몰
이때 N₂H₄(g)의 표준 생성 엔탈피(ΔH) = {∑반응물의 결합 에너지} - {∑생성물의 결합 에너지} = {(N=N) + 2(H-H)} - {(N-N) + 4(N-H)} = (x + 2×440) - (y + 4×390) = 95kJ/몰이다. 따라서 x-y = 775이다.
8. [출제의도] H₂O의 상태에 따른 부피 비교하기
일반적으로 압력이 일정할 때 물질의 상태에 따른 1g의 부피는 기체>액체>고체이다. 하지만 물은 얼음이 될 때 수소 결합이 증가하면서 빈 공간이 있는 결정 구조를 형성하므로 부피가 커진다. 따라서 1기압에서 1g의 부피는 수증기>얼음>물이다. ㄱ. (가)-(다)는 각각 물, 얼음, 수증기이다. ㄴ. 밀도 = $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 같은 질량일 때 부피가 클수록 밀도가 작다. 따라서 밀도는 물>얼음>수증기이다. ㄷ. 얼음을 가열하여 물이 될 때 H₂O 사이의 수소 결합 수가 감소하므로 분자당 평균 수소 결합 수는 얼음>물이다.
9. [출제의도] 퍼센트 농도, 몰농도, 몰랄 농도 이해하기
용액 (가) 10%에는 용액 100g 중 용질 A가 10g 녹아 있으므로 x=10이다. 부피 = $\frac{\text{질량}}{\text{밀도}}$ 이고, (나)의 밀도가 1.1g/mL이므로 (나) 100g의 부피는 $\frac{100\text{g}}{1.1\text{g/mL}} = \frac{100}{1.1}\text{mL} = \frac{1}{11}\text{L}$ 이고, 용액의 몰농도(M) = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 $\frac{y}{\frac{1}{11}\text{L}} = 1\text{M}$ 이다. 따라서 y = $\frac{100}{11}$ 이다. 용액의 몰랄 농도(m) = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이므로 $\frac{\frac{z}{1000}}{\frac{100-z}{1000}\text{kg}} = 1\text{m}$ 이다. 따라서 z = $\frac{100}{11}$ 이다. 그러므로 x>y=z이다.
10. [출제의도] 열량계의 열용량을 이용하여 에탄올의 연소열 구하기
반응에서 발생한 열량을 Q, 열용량을 C, 온도 변화를 ΔT라고 할 때, 이들의 관계를 나타내면 Q=CΔT이다. ㄱ. 벤조산의 연소열이 26.4kJ/g이므로 5g이 연소될 때 Q=26.4kJ/g×5g=132kJ이다. ㄴ. 132kJ=C×6.6°C이므로 열량계의 C=20kJ/°C이다. ㄷ. 에탄올 3g이 연소될 때 발생한 Q=20kJ/°C×4.5°C=90kJ이므로 에탄올의 연소열은 30kJ/g이다.
11. [출제의도] 반응의 엔탈피(H) 관계 비교하기
2H₂(g)+2O₂(g), 2H₂O₂(g), 2H₂O(g)+O₂(g)를 각각 (가), (나), (다)라 하면 엔탈피(H)는 (가)가 (나)보다 272kJ만큼 크고 (다)보다 484kJ만큼 크므로, (나)가 (다)보다 212kJ만큼 크다. 따라서 H는 (가)>(나)>(다)이고, (가)와 (나)의 차(272kJ)가 (나)와 (다)의 차(212kJ)보다 크다.
12. [출제의도] 고체의 결정 구조 파악하기
X의 결정 구조는 면심 입방 구조이므로 단위 세포에 포함된 원자는 $\frac{1}{2}$ (면심)×6개 + $\frac{1}{8}$ (꼭짓점)×8개=4개이다. 단위 세포의 부피는 a³cm³이고 질량은 4wg이다. X(s) 1몰의 부피를 Vcm³라 할 때, 1몰의 질량은 Mg이므로 a³:4w = V:M에서 V = $\frac{M^3}{4w}$ 이다.
13. [출제의도] 용액의 농도 환산하기
ㄱ. 용질의 질량을 w라 하면 (나)의 몰랄 농도 = $\frac{\frac{w}{40}\text{몰}}{\frac{108-w}{1000}\text{kg}} = 2\text{m}$ 이므로 w=8g이고, (가)에 A(s) 4g을 녹여 만든 (나)의 질량이 108g이므로 (가)는 104g이며, (가)의 밀도는 1.04g/mL이다. 따라서 (가)에 용질 4g, 용매 100g이 들어 있고, (가)의 부피는 100mL이다. 용액의 몰농도 = $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 (가)의 몰농도는 $\frac{0.1\text{몰}}{0.1\text{L}} = 1\text{M}$ 이다. ㄴ. (나)의 퍼센트 농도 = $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 100 = \frac{8\text{g}}{108\text{g}} \times 100 < 8\%$ 이다. ㄷ. (다)에서 용질의 질량은 8g, 용매의 질량은 200g, 용액의 질량은 208g이고, 온도가 일정하므로 (가)와 농도가 같다. 따라서 (다)의 밀도 = 1.04g/mL이다.
14. [출제의도] 기체 상수(R)를 실험으로 구하기
기체의 압력을 P, 부피를 V, 몰수를 n, 절대 온도를 T, 기체 상수를 R라고 할 때, 이들의 관계를 나타내면 PV=nRT이고, 기체의 몰수를 n, 질량을 w, 분자량을 M이라고 할 때, n = $\frac{w}{M}$ 이므로 R = $\frac{PVM}{wT}$ 이다. 따라서 R = $\frac{P\text{기압} \times \frac{VL}{1000} \times Mg/\text{몰}}{wg \times TK} = \frac{PVM}{1000wT}$ 기압·L/몰·K이다.
15. [출제의도] 생활 속에서 ppm 농도 적용하기
1mg/kg = $\frac{10^{-3}\text{g}}{10^3\text{g}} = \frac{1\text{g}}{10^6\text{g}}$ 이고, 1ppm = $\frac{\text{용질의 질량(g)}}{\text{용액의 질량(g)}} \times 10^6 = \frac{1\text{g}}{10^6\text{g}} \times 10^6$ 이다. 따라서 1mg/kg은 1ppm에 해당한다. 그러므로 어린이 제품의 Cd 검출 허용 기준인 300mg/kg을 초과하는 제품은 (나), (마)로 2가지이다.
16. [출제의도] 헤스 법칙을 이용하여 반응 엔탈피 구하기
ㄱ. 1몰의 C(s, 흑연)가 완전 연소될 때 반응 엔탈피가 akJ이므로 C(s, 흑연)의 연소 엔탈피 ΔH=a kJ/몰이다. ㄴ. H₂O(l)이 분해되는 반응의 화학 반응식은 H₂O(l)→H₂(g)+ $\frac{1}{2}$ O₂(g)이므로 H₂O(l)의 분해 엔탈피 ΔH=- $\frac{1}{2}$ bkJ/몰이다. ㄷ. C₄H₈(g)가 생성되는 반응의 화학 반응식은 4C(s, 흑연)+4H₂(g)→C₄H₈(g)이므로 C₄H₈(g)의 표준 생성 엔탈피(ΔH)는 주어진 열화학 반응식과 헤스 법칙을 이용해 다음과 같이 구할 수 있다.



17. [출제의도] 용액의 증기 압력 내림 이해하기

용매의 분자량을 M 이라 하면 용질 X의 분자량은 $3M$ 이고, 용액의 증기 압력을 $P_{\text{용액}}$, 용매의 증기 압력을 $P_{\text{용매}}$, 용매의 몰분율을 $X_{\text{용매}}$ 라고 할 때, $P_{\text{용액}} = P_{\text{용매}} X_{\text{용매}}$ 이다. 용액의 증기 압력 내림을 ΔP , 용질의 몰분율을 $X_{\text{용질}}$ 이라고 할 때, $\Delta P = P_{\text{용매}} X_{\text{용질}}$ 이므로 (가)에서 $X_{\text{용매}} = \frac{7}{8}$ 이고, $X_{\text{용질}} = \frac{1}{8}$ 이다. X의 몰수 = $\frac{X \text{의 질량}}{X \text{의 분자량}} = \frac{w}{3M}$ 이고, 용매의 몰수 = $\frac{100-w}{M}$ 이므로 $X_{\text{용질}} = \frac{\frac{w}{3M}}{\frac{w}{3M} + \frac{100-w}{M}} = \frac{1}{8}$ 이다. 따라서 $w=30$ 이다. (나)에서 $X_{\text{용매}} = \frac{\frac{200-w}{M}}{\frac{w}{3M} + \frac{200-w}{M}} = \frac{17}{18}$ 이므로 $P_{\text{용액}} = \frac{17}{18} P_0$ 이다.

18. [출제의도] 기체의 확산 속도 비를 이용한 분자량 비 예측하기

(다)에서 반응 후 용기 II 속 생성된 Z의 몰수와 남아 있는 X의 몰수가 같으므로 이를 각각 n 몰이라고 하면 화학 반응 전후 물질의 몰수는 다음과 같다.

	X(g)	+ 2Y(g)	→	2Z(g)
반응 전	1.5n	n		0
반응	-0.5n	-n		+n
반응 후	n	0		n

ㄱ. (다)에서 II 속 X의 몰수는 반응 전이 반응 후의 1.5배이다. ㄴ. 확산된 몰수 비는 확산 속도 비와 같으며 분자의 평균 운동 속도 비와 같다. (나)에서 용기 II 속으로 확산된 몰수 비 $X:Y=1.5n:n=3:2$ 이므로, 평균 운동 속도 비 $X:Y=3:2$ 이다. ㄷ. 일정한 온도에서 분자의 평균 운동 속력은 분자량의 제곱근에 반비례하므로 분자량 비 $X:Y=4:9$ 이고, X, Y의 분자량을 각각 $4M, 9M$ 이라 할 때 질량 보존 법칙에 의해 $4M+2 \times 9M=2 \times Z$ 의 분자량이다. 따라서 Z의 분자량=11M이다.

19. [출제의도] 기체의 부분 압력 이해하기

[해설 1]
기체 A의 몰수를 n_A , B의 몰수를 n_B , 전체 기체의 몰수를 $n_T (=n_A+n_B)$, A의 몰분율을 X_A , B의 몰분율을 X_B , A의 부분 압력을 P_A , B의 부분 압력을 P_B , 혼합 기체의 전체 압력을 P_T 라고 하면, 두

$$\text{기체의 부분 압력의 비 } \frac{P_B}{P_A} = \frac{P_T X_B}{P_T X_A} = \frac{\frac{n_B}{n_T}}{\frac{n_A}{n_T}} = \frac{n_B}{n_A}$$

다. 따라서 추가한 B의 질량이 1g일 때, $\frac{P_B}{P_A} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{1}{2}$ 에서 $n_A:n_B=2:1$ 이다. n_A, n_B 를 각각 $2n$ 몰, n 몰이라 하고, 추가한 B의 질량이 3g일 때, $\frac{P_B}{P_A} = \frac{n_B}{n_A} = 1$ 에서 $n_A:n_B=1:1$ 이고, n_A 는 변하지 않으므로 $n_B=2n$ 몰이다. 따라서 B n 몰에 해당하는 질량=3-1=2g이고, B 1g의 몰수는 0.5n몰이다. 처음 혼합 기체에 B 1g을 추가할 때 B의 몰수가 n몰이 되기 위해서는 처음 B는 0.5n몰이므로 1g이다. 따라서 처음 혼합 기체 4g에는 B 0.5n몰(1g), A 2n

몰(3g)이 있다. A, B의 분자량을 각각 M_A, M_B 라고 할 때, 분자량= $\frac{\text{질량}}{\text{몰수}}$ 이므로 $M_A:M_B = \frac{3}{2n} : \frac{2}{n} = 3:4$ 이다.

[해설 II]
처음 실린더에 들어 있는 A, B의 질량은 각각 $wg, (4-w)g$ 이다. 추가한 B의 질량이 1g일 때, $\frac{P_B}{P_A} =$

$$\frac{n_B}{n_A} = \frac{\frac{5-w}{M_B}}{\frac{w}{M_A}} = \frac{1}{2} \text{에서 } \frac{M_B}{M_A} = \frac{10-2w}{w} \text{이고, 추가한 B}$$

의 질량이 3g일 때, $\frac{P_B}{P_A} = \frac{n_B}{n_A} = \frac{\frac{7-w}{M_B}}{\frac{w}{M_A}} = 1$ 에서 $\frac{M_B}{M_A} = \frac{7-w}{w}$ 이다. 따라서 $w=3$ 이므로 $\frac{M_B}{M_A} = \frac{4}{3}$ 이다.

20. [출제의도] 끓는점 오름 이해하기

용액의 끓는점 오름을 ΔT_b , 끓는점 오름 상수를 K_b , 몰랄 농도를 m 이라고 할 때 $\Delta T_b = K_b m$ 이다. 100.5°C에서 수용액이 끓기 시작하고, 101.0°C에서 용질 B가 더 녹으면 수용액의 끓는점이 높아져 끓지 않다가 101.5°C에서 수용액이 다시 끓는다. ㄱ. t_2 분일 때 수용액은 끓지 않으므로 증기 압력은 외부 압력인 1기압보다 작다. ㄴ. 1기압에서 순수한 물의 끓는점은 100°C이므로 A(aq)의 $\Delta T_b = 0.5^\circ\text{C}$ 이고, t_1 분일 때 $\Delta T_b = 1.0^\circ\text{C}$ 이므로 ΔT_b 가 2배로 되었다. 따라서 m 이 2배가 되었고, 물은 끓는 동안 기화하여 절반인 $\frac{W}{2}$ g이 되었으며, t_2 분일 때 용질은 $2wg$

이므로 수용액의 질량은 $\frac{W+4w}{2}$ g이다. ㄷ. A, B의 몰수를 각각 n_A, n_B 라 하면, t_1 분(100.5°C)일 때 $\Delta T_b = K_b^\circ\text{C}/m \times \frac{n_A \text{몰}}{\frac{W}{1000} \text{kg}} = 0.5^\circ\text{C}$, t_3 분(101.5°C)일

$$\text{때 } \Delta T_b = K_b^\circ\text{C}/m \times \frac{(n_A+n_B) \text{몰}}{\frac{W}{2 \times 1000} \text{kg}} = 1.5^\circ\text{C} \text{이므로,}$$

$n_A:2(n_A+n_B)=1:3$ 이다. 따라서 $n_A:n_B=1:0.5=2:1$ 이다. A, B의 질량이 같고, 분자량= $\frac{\text{질량}}{\text{몰수}}$ 이므로 분자량은 B가 A의 2배이다.