

01. ④ 02. ① 03. ② 04. ⑤ 05. ① 06. ③ 07. ① 08. ③ 09. ③ 10. ④
11. ② 12. ⑤ 13. ③ 14. ④ 15. ⑤ 16. ② 17. ② 18. ③ 19. ④ 20. ⑤

1. 발열 반응과 흡열 반응

연소 반응은 발열 반응이고, 얼음이 녹아서 물이 되는 상태 변화의 반응도 흡열 반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. 뷰테인의 연소 과정에서 열과 빛이 나오므로 ㉠은 발열 반응이다.

ㄴ. 얼음이 물이 되는 상태 변화에서는 열에너지가 흡수되므로 흡열 반응이다. 따라서 반응 ㉡의 $\Delta H > 0$ 이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. ㉡는 얼음이 물로 바뀌는 상태 변화이므로 새로운 물질이 생성되는 반응이 아니므로 물리 변화이다.

2. 반응열과 에너지 보존

(가)의 반응은 계로부터 주위로 열이 방출되므로 발열 반응이고, 방출된 열은 여러 가지 형태의 에너지로 전환되지만 에너지 보존 법칙에 따르면 전체(우주)의 에너지의 합은 일정하게 유지된다.

[정답맞히기] ① 열이 방출되는 반응이므로 (가)는 발열이고, (나)는 전환과 보존의 의미를 함께 표현할 수 있는 에너지이다. 정답①

3. 고체의 분류

[정답맞히기] ② (가)는 양이온과 음이온이 존재하는 이온 결합 물질인 염화 나트륨이다. (나)는 구성 입자가 물 분자로 이루어진 물이다. (다)는 이온 결합 물질도 아니고, 구성 입자가 분자가 아닌 탄소 원자인 흑연이다. 정답②

4. 기체의 분출 속도

[정답맞히기] ⑤ 초기에 같은 물수가 분출되는 데 걸린 시간은 X가 Y의 4배이므로 기체 분자의 운동 속력은 Y가 X의 4배이다. 기체 분자의 평균 운동 속력은 분자량의 제곱근에 반비례한다. ($v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$) 따라서 X의 분자량은 Y의 16배이다. H_2 , He, CH_4 , O_2 의 분자량은 각각 2, 4, 16, 32이므로 분자량의 관계가 16배가 성립하는 것은 H_2 와 O_2 이다. 따라서 X는 O_2 , Y는 H_2 이다. 정답⑤

5. 분자 간 힘

CH_4 는 무극성 분자이고, CH_3OH , CH_3F 는 극성 분자이므로 CH_4 의 분자간 힘이 가장 약하여 끓는점이 가장 낮다. CH_3OH 는 -OH가 있어서 수소 결합을 형성할 수 있지

만, CH_3F 는 수소 결합을 형성할 수 없으므로 분자 간 힘은 CH_3OH 이 CH_3F 보다 크다.

[정답맞히기] ㄱ, ㄷ는 끓는점이 가장 높으므로 분자 간 힘으로 수소 결합력이 작용하는 CH_3OH 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. X는 CH_4 이므로 쌍극자-쌍극자 힘이 작용하지 않고, 극성 분자인 Y는 쌍극자-쌍극자 힘이 작용한다. ㄷ. 수소 결합은 F, O, N에 결합된 H원자와 이웃하는 분자의 F, O, N 사이에 작용하는 힘이므로 CH_3F 에서는 F에 결합되어 있는 H원자가 없으므로 수소 결합력이 작용하지 못한다. 따라서 수소 결합을 하는 물질은 1가지이다.

6. 용해도

(가)에서는 물 100g에 X(s) 25g이 녹아서 평형에 도달한 상태이고, (나)에서는 (가)에 남은 5g과 추가로 넣은 X(s) 5g 중 4g이 녹아서 X(s) 34g이 녹아 있는 평형 상태를 나타낸 것이다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)는 용해 평형 상태이므로 X의 용해 속도와 석출 속도는 같다. ㄴ. (나)는 80°C에서 물 100g에 X(s) 34g이 녹아 있는 것이므로 용해도는 34이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (나)의 온도를 20°C로 낮추면 (가)의 상태(용해도 25)가 되므로 물 100g은 그대로 있고, X(s) 9g이 석출되어 수용액의 질량은 9g 감소할 것이다.

7. 계와 반응의 자발성

고립계는 계와 주위 사이의 물질과 열에너지 교환이 이루어지지 않는 상태이고, 닫힌 계는 주위와 열에너지의 교환은 가능하지만 물질을 교환할 수는 없는 상태이며, 열린 계는 주위와 열에너지와 물질을 모두 교환할 수 있는 상태를 나타낸다.

[정답맞히기] ① 영희. 고립계에서는 주위와 열에너지 교환이 없으므로 ΔH 가 0이다. 따라서 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 엔트로피가 증가하면 $\Delta G < 0$ 이므로 항상 자발적이다. 정답①

[오답피하기] 철수. 닫힌계에서는 주위와 열에너지 교환이 있으므로 발열 반응이 자발적이라면 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta H < 0$ 이고 $\Delta G < 0$ 이다. 이때 ΔS 는 양의 값과 음의 값을 모두 가질 수 있으므로 계와 주위의 엔트로피 변화의 부호는 항상 반대인 것은 아니다.

민희. 열린계에서는 물질과 열에너지의 교환이 있으므로 $\Delta H < 0$ 인 반응에서 ΔS 의 크기에 따라 자발적, 비자발적 반응으로 나눌 수 있다.

8. 액체의 응집력

가설이 액체의 응집력이 작아질수록 유리판 위의 액체 방울이 더 넓게 퍼진다는 것이므로 (가)에와 응집력이 작아지는 탐구 과정을 나타낸 것을 선택해야 한다.

[정답맞히기] ㄱ. 25°C에서 보다 50°C에서 액체의 분자 운동이 활발하여 액체 사이의 응집력이 작아지므로 가설에 부합하는 탐구 과정이 된다.

ㄴ. 물 대신 비눗물을 사용하면 물 사이에 비누 분자가 섞이면서 물 분자 사이의 응집력이 줄어들게 되므로 가설에 부합하는 탐구 과정이 된다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 유리판 대신에 양초를 균일하게 바른 유리판을 이용하면 액체의 유리판에의 부착력이 작아지게 되는 것이므로 응집력이 작아지게 하는 탐구 과정에는 적절하지 않게 된다.

9. 수용액의 농도

(가)에는 0.5M A(aq) 100mL가 들어 있으므로 0.05몰의 A가 들어 있다. A의 화학식량이 40이므로 (가)에 들어 있는 A의 질량은 2g이다. 또한 밀도가 1.02g/mL이므로 수용액의 질량은 102g이므로 A는 2g, 물은 100g이 들어 있다. (나)에는 2% A(aq)이 100g 들어 있으므로 2g의 A와 98g의 물이 들어 있다.

[정답맞히기] ㄷ. (가)는 물 100g에 A가 2g이므로 물 98g을 추가하면 수용액 200g에 A 2g이 들어 있는 것이므로 퍼센트 농도는 1%이다. **정답③**

[오답피하기] ㄱ. (가)와 (나)에서 A의 질량은 2g으로 같지만 물의 양은 (가)가 100g, (나)가 98g이므로 A의 물분율은 (나)가 (가)보다 크다.

ㄴ. (가)와 (나)를 혼합하면 물 198g에 4g의 A가 들어 있으므로 물 200g에 4g의 A가 들어 있으면 되는 0.5m보다 몰랄 농도가 크다.

10. 삼투압

반투막에 들어 있는 물과의 높이 차이가 클수록 삼투압이 큰 수용액이다. 삼투압은 용액의 농도가 클수록 크므로 수용액의 농도는 설탕물 B가 A보다 크다.

[정답맞히기] ㄴ. 농도가 작을수록 증기 압력이 커지므로 25°C에서 증기 압력은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 삼투압($\Pi = CRT$)은 온도가 높아질수록 커지므로 50°C에서 물과 A의 수면 높이차는 h_1 보다 커진다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ. 끓는점은 농도가 높을수록 커지므로 농도가 큰 B가 A보다 높다.

11. 반응의 자발성

자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 일 때 자발적인 변화이다.

[정답맞히기] ㄴ. 물의 어는점은 273K이므로 300K에서 $H_2O(s) \rightarrow H_2O(l)$ 반응은 자발적으로 일어나게 된다. 자발적인 반응은 전체 엔트로피($\Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}}$)의 합이 증가하는 방향으로 일어나게 되므로 $|\Delta S_{\text{계}}| > |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. 아세트산의 어는점이 290K이므로 250K에서 $CH_3COOH(s) \rightarrow CH_3COOH(l)$ 반응은 비자발적($\Delta G > 0$)이다. 따라서 1몰의 자유 에너지(G)는 $CH_3COOH(l)$ 이 $CH_3COOH(s)$ 보다 크다.

ㄷ. 아세트산의 끓는점은 391K이므로 400K에서 기화는 자발적으로 일어난다.
 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta G < 0$ 이므로 $\Delta H - 400\Delta S < 0$ 이다. 따라서 $\frac{\Delta H}{\Delta S} < 400\text{K}$ 이다.

12. 반응의 자발성

반응 (나)는 평형 상태에 있으므로 $\Delta G = 0$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 300K에서 반응 (다)는 (나)보다 ΔH 는 크고 ΔS 는 작으므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta G > 0$ 이다.

ㄴ. 400K에서 반응 (가)는 (나)보다 ΔH 는 작고 ΔS 는 크다. 또한 온도도 400K으로 반응 (나)보다 크므로 $\Delta G < 0$ (자발적)이다.

ㄷ. 반응 (라)는 $\Delta H > 0$ 이고, $\Delta S < 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 T 에 관계없이 $\Delta G > 0$ (비자발적)이다. 정답⑤

13. 증기 압력

두 액체의 증기 압력을 비교하면 Y가 X보다 크다는 것을 알 수 있으므로 증기 압력 곡선에서 위쪽이 Y이고 아래쪽이 X이다.

[정답맞히기] ㄱ. 분자 간 인력은 X와 Y의 증기 압력의 크기로 비교할 수 있다. X와 Y의 증기 압력 차이는 X쪽으로 h_2 이므로 증기 압력은 Y가 X보다 크다. 증기 압력이 큰 분자가 분자 간 인력이 작으므로 분자 간 인력은 X(l)이 Y(l)보다 크다.

ㄴ. a는 50°C에서 Y의 증기 압력과 같다. 이 값은 30°C X의 증기 압력과 수은 기둥의 높이 차 h_2 와 같은데, X의 증기 압력은 대기압(760mmHg)에서 h_1 의 수은 기둥의 압력을 뺀 값과 같다. 이를 정리하면 $a = P_X + h_2 = (760 - h_1) + h_2$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. X(l)의 온도를 80°C로 높이면 X(l)의 증기 압력은 a가 되는데, 50°C Y(l)의 증기 압력도 이와 같으므로 수은 기둥의 높이 차는 없다.

14. 상평형

X의 상평형 그림에서 25°C에서는 액체와 기체 상태의 물질이 존재할 수 있음을 알 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 25°C로 평형 상태에 도달하였으므로 X는 기체와 액체 상태로 존재한다. 따라서 ㉠은 액체이다.

ㄷ. 기체와 액체 상태가 존재하는 평형 상태인 (나)에서 온도를 -56.6°C로 낮추면 상평형 그림을 따라 상태가 변하면서 삼중점에 도달하게 된다. 따라서 용기 내부의 압력은 5.1기압이 된다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 X는 2가지 상태로 존재하므로 25°C에서 존재할 수 있는 액체와 기체 상태의 평형을 이루게 될 것이다. 따라서 용기 내부에서는 기화가 일어나서 기체의 분자 수가 (가)보다 증가하게 되어 용기 내부의 압력은 (가)와 (나)에서 같다.

15. 화학 평형

$A(aq) \rightleftharpoons bB(aq) + cC(aq)$ 의 반응에서 평형 상수 $K = \frac{[B]^b[C]^c}{[A]}$ 이다. 실험 I 과 II 에서 평형 농도를 대입하여 반응 계수 b 와 c 를 구할 수 있다. 실험 I 과 II 에서 $\frac{[0.20]^b[0.20]^c}{[0.80]} = \frac{[0.15]^b[0.15]^c}{[0.45]}$ 이므로 $(\frac{0.20}{0.15})^{b+c} = \frac{0.80}{0.45}$ 이 되어 $(\frac{4}{3})^{b+c} = \frac{16}{9}$ 이다. 따라서 $b+c$ 는 2이고 b 와 c 는 반응 계수이므로 $b=c=1$ 이다. 실험 I 의 평형 상태의 농도를 통해서 평형 상수를 구하면 $K = \frac{(0.20)^2}{(0.80)} = 0.05$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 화학 반응식이 $A(aq) \rightleftharpoons B(aq) + C(aq)$ 이므로 실험 I 에서는 A가 0.20M 반응하여 B와 C가 각각 0.20M생성된 것이다. 따라서 $x=1.00$ 이다. 실험 II 에서는 A가 0.15M 반응하여 B와 C가 각각 0.15M 생성된 것이므로 $y=0.60$ 이다. 따라서 $x:y=5:3$ 이다.

ㄷ. 실험 III의 반응 지수(Q)는 1이므로 T 에서 $K=0.05$ 보다 크다. 따라서 실험 III 에서는 역반응이 자발적일 것이다. 따라서 정반응의 자유 에너지 변화(ΔG)는 0보다 크다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 평형 상태에서 농도를 대입하여 구한 평형 상수(K)는 0.05이다.

16. 어는점 내림과 몰랄 농도

[정답맞히기] ② 묶은 용액의 어는점 내림(ΔT_f)은 몰랄 농도(m)에 비례한다. ㉠은 X와 Y의 혼합물 ag 이므로

X의 질량 + Y의 질량 = a(1)식

어는점 내림 ΔT_f 가 $0.2k$ 이므로 몰랄 농도가 $0.2m$ 임을 알 수 있다. 몰랄 농도의 정의에 따르면

$$\frac{X \text{의 질량}}{M_X} + \frac{Y \text{의 질량}}{M_Y} = 0.2 \dots\dots\dots (2) \text{식}$$

각각 추가한 질량을 통하여 X와 Y의 분자량인 M_X 와 M_Y 를 구하여 식을 연립하여야 한다. X를 bg 추가하였을 때 어는점 내림이 $0.1k$ 이므로 $\frac{b}{M_X} = 0.1$ 이다. 또한 Y를 bg

추가하였을 때 어는점 내림이 $0.3k$ 이므로 $\frac{b}{M_Y} = 0.3$ 이다. 따라서 $M_X = 10b$, $M_Y = \frac{10}{3}b$

이므로 이를 (2)식에 대입하면

$$\frac{X \text{의 질량}}{10b} + \frac{Y \text{의 질량}}{\frac{10}{3}b} = 0.2 \dots\dots\dots (3) \text{식}$$

(1)식과 (3)식을 연립하면 X의 질량 = $\frac{3a-2b}{2}$ 이고, Y의 질량 = $\frac{2b-a}{2}$ 이므로 ㉠에 들어

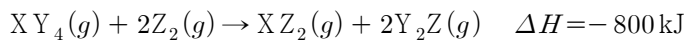
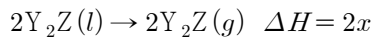
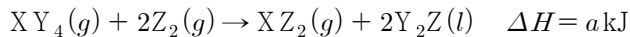
있는 $\frac{X \text{의 질량}}{Y \text{의 질량}} = \frac{3a-2b}{2b-a}$ 이다. 정답②

17. 결합 에너지와 반응열

[정답맞히기] ② 결합 에너지는 기체 상태의 물질을 구성하는 두 원자 간의 공유 결합 1몰을 끊어 기체 상태의 원자로 만드는 데 필요한 에너지이다. 결합 에너지를 이용하여 반응 엔탈피를 구할 수 있다.

$$\Delta H = (\text{반응물의 결합에너지 합}) - (\text{생성물의 결합에너지 합})$$

주어진 자료를 통하여 구한 반응 엔탈피(ΔH_1)는 생성물이 $Y_2Z(g)$ 일 때의 값 ($4b + 2c - 2(c + 300) - 4(b + 50) = -800 \text{ kJ}$)이므로 기화 엔탈피(x)를 이용하여 ΔH 를 구하는 반응식을 다시 세우면 다음과 같다.



따라서 $a + 2x = -800$ 이므로 기화 엔탈피 $x = -\frac{a+800}{2}$ 이다.

정답②

18. 이상 기체 방정식과 몰수

(가)~(라)의 과정에서 감소한 기체의 압력은 액화된 물질 때문이므로 (가)에서 B의 몰분율을 구하기 위해서는 (나)~(라) 과정에서 감소한 B의 몰수를 구해야 한다.

[정답맞히기] ③ 각 과정에서 혼합 기체의 몰수는 이상 기체 방정식으로부터 구할 수 있다. $PV = nRT$ 에서 $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로

$$\text{(가)에서의 몰수 } n_{\text{(가)}} = \frac{4.8 \times 1}{400R}$$

$$\text{(나)에서는 온도를 } 200\text{K} \text{으로 낮추었으므로 } n_{\text{(나)}} = \frac{0.8 \times 1}{200R}$$

$$\text{(라)에서는 온도를 } 100\text{K} \text{으로 낮추고, 부피를 } 2\text{L} \text{로 하였으므로 } n_{\text{(라)}} = \frac{0.1 \times 2}{100R} \text{이다.}$$

$$\text{(라)와 (나)의 몰수 차이가 B의 몰수이므로 B의 몰수} = \frac{0.2}{100R} \text{이다. (가)에서 혼합 기체}$$

$$\text{의 몰수는 } \frac{4.8}{400R} = \frac{1.2}{100R} \text{이므로 B의 몰분율은 } \frac{0.2}{1.2} = \frac{1}{6} \text{이다.}$$

정답③

19. 농도와 평형 이동

[정답맞히기] ④ (나)의 실험 결과로부터 용기 I에서 C의 몰농도가 0.04M임을 알 수 있으므로 용기 I에는 C가 0.04몰, 용기 II에는 C가 0.12몰 들어 있음을 알 수 있다. 화학 반응에서 반응 전에 A가 0.2몰, B가 0.2몰 있었으므로 이를 나타내면,

반응식	A	+	B	→	2C	
반응 전(몰)	0.2		0.2			
반응(몰)	-0.08		-0.08		0.16	
반응 후(몰)	0.12		0.12		0.16	
반응 후(M)	0.03		0.03		0.04	(총 4L로 생각하면 된다.)

(다)에서는 콕 a를 닫고 콕 b를 열어 C를 추가하였으므로 용기 II에는 A와 B가 각각 0.09몰 씩 들어 있다. (다)에서의 반응을 나타내면

반응식	A	+	B	→	C	
반응 전(몰)	0.09		0.09		0.32	
반응(몰)	+x		+x		-2x	
반응 후(몰)	0.09+x		0.09+x		0.32-2x	
반응 후(M)	$\frac{0.09+x}{5}$		$\frac{0.09+x}{5}$		$\frac{0.32-2x}{5}$	(총 5L로 생각하면 된다.)

(나)와 (다)는 온도가 같으므로 평형 상수가 같다. 따라서 (나)에서 평형 상수 $K = \frac{(0.04)^2}{(0.03)^2} = \left(\frac{4}{3}\right)^2$ 는 (다)에서의 평형 상수 $K = \frac{(0.32-2x)^2}{(0.09+x)^2}$ 와 같으므로 $\frac{4}{3} = \frac{0.32-2x}{0.09+x}$ 가 되어 $x = 0.06$ 이다. 따라서 반응 후 C의 몰농도는 $\frac{0.32-0.12}{5} = 0.04\text{M}$ 이다. 정답④

20. 평형 이동

온도가 일정하면 압력과 부피의 변화를 통하여 평형 이동을 하더라도 평형 상수는 일정하게 유지된다. (가)에서 몰수 변화는 화학 반응식의 계수비와 같으므로 (나)에서 B가 (가)보다 2몰 감소하였으므로 A는 1몰 증가하여 x 는 3이다. (다)에서 A의 몰수가 4몰이므로 A는 1몰 증가하고, B는 2몰 감소하여 y 는 4몰이다.

[정답맞히기] ㄴ. 이상 기체 방정식에 따라 기체의 압력(P)은 $\frac{nRT}{V}$ 로 나타낼 수 있으

므로 (다)의 압력은 $\frac{8}{V_{(다)}}$, (가)의 압력은 $\frac{6}{V_{(가)}}$ 이다. (가)와 (다)에서는 평형 상수 K

가 같으므로 (가)에서의 평형 상수 $K = \frac{\left(\frac{4}{V_{(가)}}\right)^2}{\frac{2}{V_{(가)}}} = \frac{8}{V_{(가)}}$ 이고, (다)에서의 평형 상수

$K = \frac{\left(\frac{4}{V_{(다)}}\right)^2}{\frac{4}{V_{(다)}}} = \frac{4}{V_{(다)}}$ 에서 $V_{(가)} = \frac{8}{K}$, $V_{(다)} = \frac{4}{K}$ 이므로 (다)의 압력은 $2K$ 이고, (가)

의 압력은 $\frac{3}{4}K$ 이므로 기체의 압력은 (다)가 (가)의 $\frac{8}{3}$ 배이다.

ㄷ. 온도가 일정하므로 (가)~(다)의 평형 상수 K 가 모두 같다는 것을 이용하면

$V_{(가)} = \frac{8}{K}$, $V_{(나)} = \frac{4}{3K}$, $V_{(다)} = \frac{4}{K}$ 이므로 부피가 가장 큰 것은 (가)이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. 화학 반응식의 계수비에 따라 몰수도 변화하므로 $x = 3$, $y = 4$ 이다.