

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

**1. 물의 수소 결합**

[정답맞히기] 물의 비열이 큰 이유는 분자간의 수소 결합 때문이다. **정답⑤**

[오답피하기] 물을 이루는 원자 간에는 공유 결합을 형성하지만 비열이 큰 이유는 분자간의 힘과 관련이 있다.

**2. 용해열과 반응 엔탈피**

[정답맞히기] ㄱ. 수산화 나트륨을 물에 넣었더니 온도가 올라가는 것으로 보아 주위로 열을 방출하는 발열 반응이다.

ㄷ. 계의 에너지는 전환되어 주위와 교환할 수 있지만, 새롭게 생기거나 없어지지 않는다. (열역학 제 1법칙) **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 발열 반응이므로 반응 엔탈피( )는 0보다 작다.

**3. 끓는점과 분자 사이의 인력**

[정답맞히기] ㄷ. 분자 사이의 인력은 끓는점이 가장 낮은 (가)가 가장 작다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)의 분자는 분자의 중심에 C=O의 결합을 가지므로 극성을 띤다.

ㄴ. (나)의 분자는 극성 분자이면서 -OH의 결합을 가지므로 분산력과 수소 결합력을 모두 갖는 분자이다.

**4. 용해 평형과 용해도 곡선**

[정답맞히기] ㄱ. (가)의  $KCl(aq)$ 은 포화 용액으로 평형 상태이므로 KCl의 용해 속도와 석출 속도는 같다.

ㄷ. 10°C의 물 50 g에 최대로 녹는 KCl의 질량은 15.5 g인데, 40°C로 온도를 높이면 20g이 녹을 수 있게 되므로 녹지 않은 고체 KCl의 질량은 15 g이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄴ. KCl을 첨가해도 평형에 도달한 수용액은 더 이상 KCl이 녹지 않으므로 용액의 농도는 일정하게 유지된다.

**5. 상태 변화와 자유 에너지**

[정답맞히기] ㄱ. 0°C, 1기압에서  $H_2O(l)$ 과  $H_2O(s)$ 가 평형 상태이므로  $\Delta G=0$ 이다.

ㄷ. (나)에서 물이 얼음으로 되는 과정은  $\Delta H < 0$ 이므로 주위의 엔트로피  $\Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 얼음이 물로 변화하는 흡열 반응이므로  $\Delta H_{\text{계}} > 0$ 이다.

## 6. 화학 평형의 법칙

화학 반응식에 따라 물질의 반응 전과 후의 몰수를 구하면 다음과 같다.

	$A(g) + 3B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$		
반응 전	0.02몰	0.04몰	
반응	-0.01몰	-0.03몰	+0.02몰
반응 후 (평형 상태)	0.01몰	0.01몰	0.02몰

[정답맞히기] 나. 반응 후 평형 상태에 있는 물질의 몰수를 몰농도로 나타내어 평형

상수를 구하면 
$$K_c = \frac{[C]^2}{[A][B]^3} = \frac{[0.02]^2}{[0.01][0.01]^3} = 4 \times 10^4 \text{이다.} \quad \text{정답②}$$

[오답피하기] 가. 반응 후 평형 상태에서 남아 있는 A의 몰수가 0.01몰이므로 반응 과정에서 소모된 A의 몰수는 0.01몰이다. 따라서 반응한 A는 0.01몰, B는 0.03몰이 되므로 평형 상태에서 B의 몰수는 0.01몰이다.

다. 평형 상태에서 용기 내의 전체 압력은 용기의 부피가 일정하므로 기체의 몰수에 의해 좌우되게 된다. 따라서 반응 후에는 용기 내에 0.04몰의 기체가 존재하고, 반응 전에는 0.06몰의 기체가 존재하였으므로 평형 상태에서 용기 내의 전체 압력은 반응 전의  $\frac{2}{3}$  배이다.

## 7. 화학 반응에서 반응 엔탈피와 반응 엔트로피

[정답맞히기] (가)에서는 결합 에너지 만큼의 에너지를 방출하므로  $\Delta H < 0$ 이고, 기체 분자의 분자 수가 감소하므로 반응 엔트로피  $\Delta S < 0$ 이다.

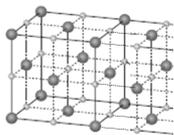
(나)에서는 고체 상태의  $CO_2$ 가 기체 상태로 변화하였으므로 무질서도는 증가하여 반응 엔트로피  $\Delta S > 0$ 이고, 에너지를 흡수하는 흡열 반응이므로  $\Delta H > 0$ 이다.

(다)는 연소 반응으로 발열 반응이므로  $\Delta H < 0$ 이고, 반응 후 기체의 분자 수는 감소하므로(연소 생성물 중 액체 상태의 물이 존재함) 반응 엔트로피  $\Delta S < 0$ 이다. 정답②

## 8. 고체 결정의 구조

[정답맞히기] 나. (나)는 탄소 원자들 사이의 공유 결합으로 이루어진 결정이다.

다. (다)에서 격자 구조를 연장하여  $Na^+$ 의 위치를 살펴보면 다음과 같다.



따라서  $Na^+$ 은 면심 입방 구조를 형성한다.

정답④

[오답피하기] 가. (가)에서 Cu원자는 12개의 원자와 인접해 있는 구조이다.

### 9. 화학 반응의 엔탈피 변화

[정답맞히기] ㄱ. 헤스의 법칙에 따라  $+ \Delta H_2 = -(\Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5)$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ.  $\text{CO}_2(\text{g})$ 의 생성 엔탈피는  $\text{C}(\text{s}, \text{연}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$  반응의 엔탈피 변화이어야 하므로  $-\frac{\Delta H_5}{6}$ 이다.

ㄷ. 주어진 자료로는 O-H의 결합 에너지를 구할 수 없다. O-H의 결합 에너지를 구하기 위해서는 O=O와 H-H의 결합 에너지를 알아야 한다.

### 10. 기체의 성질

[정답맞히기] (나)에서 측정한 30 mL의 부피를 갖는 A의 He기체의 압력이 0.4기압이었다. 꼭 a를 열어서 헬륨 기체가 시료 입자가 차지하지 않은 공간으로 확산되어 압력이 일정해 질 때까지 기다린 후에 측정한 압력이 0.2기압이므로, 기체의 압력은 0.5배로 감소한 것이 되고 부피는 2배가 된 것이된다. 따라서 V의 부피는 A의 부피와 같은 30 mL이다. 정답①

### 11. 화학 반응과 자유 에너지

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 (나)로의 변화는 정반응이 진행된 것이므로 자발적인 반응이 정반응인 자유 에너지의 변화  $\Delta G < 0$ 이다.

ㄷ.  $\Delta G < 0$ 인 반응에서 기체 분자 수가 감소하였으므로  $\Delta S < 0$ 이다.

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서  $\Delta H < 0$ 인 발열 반응이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)의 평형 상태에서 반응 지수  $Q = \frac{[2]^2}{[2][5]^2} = 0.08$ 이다.

### 12. 반응의 자발성과 자유 에너지

[정답맞히기] ㄴ.  $T_2$ 에서  $\Delta H$ 와  $T\Delta S$ 의 값이 같으므로  $\Delta G = 0$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄱ.  $T_1$ 에서  $\Delta H > T\Delta S$ 이므로  $\Delta G > 0$ 으로 비자발적인 반응이다.

ㄷ. 반응이 흡열 반응( $\Delta H > 0$ )이면서  $T_3$ 에서가  $T_1$ 에서보다 온도가 높고,  $T_3$ 에서는 정반응이 자발적이므로  $T_1$ 에서보다  $T_3$ 의 평형 상수( $K$ )가 더 크다.

### 13. 수용액의 농도

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 수용액은 부피 100 mL에 밀도를 곱하여 96 g임을 알 수 있고, 에탄올의 질량은 24 g이므로 질량 퍼센트 농도는  $\frac{24}{96} \times 100 = 25\%$ 이다.

ㄴ. (나) 수용액 110 g의 요소의 질량이 20 g이므로 용매인 물의 질량은 90 g이 된다. 따라서 몰랄 농도는  $\frac{20}{60} \text{몰} / \frac{90}{1000} \text{kg} = \frac{1}{3} / 0.09 = \frac{100}{27} \text{m}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 몰농도는  $\frac{\text{용질의 몰수(몰)}}{\text{수용액의 부피(L)}}$  이므로 (가)는 몰농도가  $\frac{0.5 \text{몰}}{0.1 \text{L}}$  이고, (나)

는 몰농도가 약  $\frac{0.33}{.1}$  이다. 따라서 몰농도(M)는 (가)가 (나)보다 크다.

#### 14. 기체의 성질

[정답맞히기] 아연과 염산의 화학 반응식은 다음과 같다.  $Zn + 2HCl \rightarrow H_2 + ZnCl_2$   
 $Zn$ 이 모두 반응하여 생성된 기체는  $H_2$ 이므로  $H_2$  0.24L의 몰수는 이상 기체 방정식을 활용하여  $n = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \times 0.24}{0.08 \times 300} = 0.01$ 몰이다. 반응 전 염산에 들어 있는  $H^+$ 의 몰수는 몰농도와 부피로부터  $n = MV = 0.2 \times 0.2 = 0.04$ 몰이므로 양적 관계로부터 반응한  $HCl$ 의 몰수는 0.02몰이 되고 남아 있는  $HCl$ 의 몰수도 0.02몰이다. 남은 용액이 0.2L이므로  $H^+$ 의 몰농도는  $\frac{0.02\text{몰}}{0.2L} = 0.1M$ 이다. 정답④

#### 15. 증기 압력 내림

[정답맞히기]  $\alpha$ . 증기압력이 작은 수용액 B의 농도가 A보다 크므로 끓는점은 B가 A보다 높다. 정답②

[오답피하기]  $\gamma$ . A의 증기 압력이 B보다 크므로  $a$  mmHg이다.

$\iota$ . 라울의 법칙은  $\Delta P = P_{\text{매}} \times x_{\text{용질}}$ 이므로 이를 각 수용액에 대입하면,  $P_{\text{용매}} - a = P_{\text{용매}} \times x$  와  $P_{\text{용매}} - b = P_{\text{용매}} \times x_B$ 의 관계가 성립한다. 또한  $P_{\text{용매}} - a$ 의 크기는 물기둥의 높이 차이  $2h$ 에 비례하고,  $P_{\text{용매}} - b$ 는  $h$ 에 비례하므로  
B에서 설탕의 몰분율 =  $\frac{P_{\text{물}} - b}{P_{\text{물}} - a} = \frac{2h}{h} = 2$ 이다.  
A에서 설탕의 몰분율 =  $\frac{P_{\text{물}} - a}{P_{\text{물}} - a} = 1$ 이다.

#### 16. 화학 평형의 이동

평형 I에서 X를 첨가하면 반응은 정반응으로 진행하는데, 이때 총 몰수가 증가하였으므로 화학 반응식의 계수는  $a < b$ 이다.

[정답맞히기]  $\gamma$ . 평형 II에서 온도를 내리면 발열 반응으로 반응은 진행하게 되고 이때 기체의 총 몰수가 감소하므로 이는 역반응으로의 반응의 진행을 의미하게 된다. 따라서 역반응이 발열 반응이므로 정반응은 흡열 반응인  $\Delta H > 0$ 이다.

$\alpha$ . 용기의 부피를 줄이면 압력이 증가하므로 분자 수가 감소하는 방향으로 반응이 진행하게 된다. 따라서 역반응으로 반응이 진행하여 X의 분자 수가 증가하므로 X의 몰분율이 증가한다. 정답④

[오답피하기]  $\iota$ . 평형 I에서 X를 첨가하였으므로 평형 상수는 변화가 없다.

### 17. CO 의 상평형

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 액체가 존재하므로 삼중점 이상의 온도로 는 217보다 크다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 고체와 기체가 평형을 이루고 있으므로 195 K, 1기압의 상태이다. 따라서  $P_2$ 는 1기압이다.

ㄷ. (나)에서 온도를 205 K으로 올리면 드라이 아이스가 승화하여 밀폐된 용기 내의 기체 분자 수가 증가하게 되어 압력이 증가하게 된다. 따라서 고체  $CO_2$ 는 사라지지 않고 일부만 승화하여 새로운 평형에 도달하게 된다.

### 18. 기체의 성질

[정답맞히기] ㄱ. 콕 c를 열었을 때 빠져나오는 기체의 종류가 2가지이므로 X와 Y 둘 중의 한 기체는 모두 반응하여 소모된 것을 나타낸다. 분자 수비  $X : Y = 3 : 2$ 이고 반응이 완결되기 위해서는 화학 반응식에 따라 Y의 몰수가 더 많이 필요하므로 위의 반응 과정에서는 Y가 모두 소모된 것이다. 이상 기체 방정식으로부터 반응 전 X의 몰수는  $\frac{1}{8}$  몰, Y의 몰수는  $\frac{1}{12}$  몰이므로 생성된 Z의 양은  $\frac{1}{12}$  몰이다.

ㄴ. 반응이 완결 된 후 용기 내에는 X가  $\frac{1}{12}$  몰, Z가  $\frac{1}{12}$  몰 존재하게 되므로

$$n = \frac{PV}{RT} \quad \text{서} \quad \frac{x \times 4L}{0.08 \times 300} = \frac{1}{6} \text{ 몰의 관계가 성립하므로 } x = 1 \text{ 기압이다.}$$

ㄷ. 콕 c를 통해서 빠져나오는 두 종류 기체는 X, Z이다. 그레이엄 법칙에 따라 분출 속도가 2:3인 기체의 분자량의 비는 9:4일 것이므로 이는 Z:X의 분자량의 비이다.

화학 반응식으로부터 Z의 분자량 =  $\frac{X \text{ 분자량} + 2(Y \text{ 분자량})}{2}$  이 성립함을 알 수 있으므로

로  $M_Y : M_Z = 7 : 9$ 이다. 정답⑤

### 19. 증기 압력과 화학 평형

[정답맞히기] ㄴ. 평형 II에서는 압력이 1기압이므로 평형 I보다 압력이 증가하게 되는데, 온도는 일정하여  $H_2O$ 의 증기 압력은 일정하므로  $H_2O$ 는 응축하게 된다. 따라서  $H_2O$  분자 수가 감소하게 되므로 He의 몰분율이 증가한다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. 평형 II에서 압력이 2배가 되면  $H_2O$ 의 응축이 일어나게 되어 분자 수가 감소하게 되므로 부피는 0.5L보다 작아진다.

ㄷ. 온도가 일정하므로 물의 증발 속도는 I 과 II에서 같다.

---

## 20. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. (가)의 고정 장치 왼쪽에 있는 평형계에 존재하는 물질의 몰수를 평형 상수 식에 대입하면  $x = 1$ 임을 알 수 있고, 이를 다시 오른쪽의 평형계의 평형 상

수 식에 대입하면  $12 = \frac{[x/2]}{[0.01/2][0.03/2]}$  이므로  $x = 0.06$ 이다.

ㄴ. 계수의 합이 반응물과 생성물이 같으므로 압력의 변화에 의한 평형 이동은 일어나지 않는다. (가)의 왼쪽에는 총 0.30몰이, 오른쪽에는 총 0.01몰의 기체가 들어있으므로 고정 장치를 풀면 (나)의 부피 비는 3:1의 부피비를 나타내게 된다.  $V_1$ 에서 2L

인 상태에서 (나)에서는  $P_2$ 에서  $\frac{3}{4}L$ 이므로  $P_1 \times 2 = P_2 \times \frac{3}{4}$ 로부터  $\frac{P_1}{P_2} = \frac{3}{8}$ 이다.

ㄷ. 피스톤을 제거한 상태의 반응 지수를 구하면  $Q = \frac{[0.24/3]^2}{[0.1/3][0.06/3]} = 9.6$ 으로 정반응

으로 반응이 진행하게 된다. C의 몰분율은 평형 이동 전  $\frac{3}{5}$ 보다 증가한다. 정답⑤