

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

1. 물의 수소 결합

물 분자 사이의 결합 A는 수소 결합이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물 분자 사이에 작용하는 힘은 수소 결합이다.

ㄷ. 수소 결합으로 인해 분자 간의 인력이 크므로 물은 분자량이 비슷한 다른 물질에 비해 끓는점이 높다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. 물이 증발하면 분자 간의 인력이 끊어지므로 A의 수가 감소하게 된다.

2. 물의 광분해

물을 광분해하면 수소를 얻을 수 있는데 이 과정은 수소의 연소 반응의 역반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물의 광분해로는 수소와 산소를 얻을 수 있는데, (가)를 연소 시킨다고 하였으므로 (가)는 수소이다.

ㄴ. 수소를 연소 시켰을 때 생성되는 물질은 물이다. 따라서 수소는 친환경적인 에너지원이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 물의 광분해는 빛에너지로 에너지를 흡수하여 물을 분해하는 것이므로 흡열 반응이다.

3. CO₂의 분자량 구하기

(가)와 (나)의 질량 차이로부터 CO₂의 질량을 구할 수 있고, (다)로부터 CO₂의 부피를 구할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ, ㄴ. 실험 과정에서 CO₂의 질량(w)과 부피(V)를 구할 수 있으므로 이상 기체 방정식($PV = nRT$)으로부터 기체의 분자량(M)은 $M = \frac{wRT}{PV}$ 의 식으로 구할 수 있다. 따라서 더 측정해야 하는 값은 실험실의 온도(T), 실험실의 대기압(P)이다.

정답④

[오답피하기] ㄷ. 드라이아이스의 밀도는 실험 과정에서 이미 구해지는 값이다.

4. 분자간의 인력

(가)~(다)의 수소 화합물 XH_n의 X가 P, S, Cl중 하나이므로 수소 화합물은 PH₃, H₂S, HCl이고, 각 화합물의 분자량은 34, 34, 36.5이다. 이 중 분자량이 가장 큰 것은 (다)이므로 (다)는 HCl이다.

[정답맞히기] ㄱ. 분자 사이의 인력은 기준 끓는점이 높을수록 크므로 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. HF는 분자 간에 수소 결합을 형성하므로 HCl인 (다)보다 끓는점이 높다. **정답④**
[오답피하기] ㄴ. SiH_4 는 14족 원소의 수소 화합물이므로 무극성 분자이다. 따라서 극성 분자인 (나)보다 분자 간의 인력이 약하여 기준 끓는점이 낮다.

5. 엔트로피

(가)는 밀폐된 용기에서 물의 온도가 70°C 에서 25°C 로 감소한 것이므로 물질의 출입은 없고 주위로 열에너지가 방출된 것이다. (나)는 뚜껑이 열리면서 물의 증발이 일어난 것이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 물의 온도가 감소하면서 주위로 열에너지가 방출되므로 주위의 엔트로피는 증가하였다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 물질의 출입은 없고, 열에너지의 출입만 있으므로 닫힌계이다.

ㄷ. 엔트로피는 열에너지를 흡수하면 커지므로 증발한 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 가 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 보다 크다.

6. 분자 운동 에너지

[정답맞히기] ㄱ. 분자 운동 에너지 분포 곡선에서 T_I 이 T_{II} 보다 평균 운동에너지가 크므로 온도는 T_I 이 T_{II} 보다 크다.

ㄴ. 초기 반응속도가 II에서가 I에서의 2배이므로 활성화 에너지는 E_{II} 가 E_I 보다 작다.

ㄷ. 온도가 낮은 T_{II} 에서 첨가한 C가 활성화 에너지를 감소시킨 것이므로 C는 정촉매이다. **정답⑤**

7. 표준 전지 전위

산화 환원 반응식이 모두 $\Delta G^\circ < 0$ 이므로 자발적으로 일어나는 반응이다. 이를 통해 반응성을 나타내보면 $A > B > C$ 이다. 따라서 A와 C의 반쪽 전지를 전극으로 사용하면 A는 산화 반응이 일어나는 (-)극, C는 환원 반응이 일어나는 (+)극으로 작용하게 된다.

[정답맞히기] 표준 전지 전위는 $E_{\text{환원}}^\circ - E_{\text{산화}}^\circ$ 이므로 $c - a(-a + c)$ 이다. **정답④**

8. 반응 속도식

(가)는 A의 농도가 일정할 때, B의 농도에 따른 반응 속도가 비례함을 나타내므로 B에 관한 1차 반응임을 알 수 있고, (나)는 B의 농도가 일정할 때, A의 농도가 증가함에 따라 반응 속도가 이제 제곱 비례하여 증가함을 나타내므로 A에 관한 2차 반응임을 알 수 있다. 따라서 반응 속도식은 $v = k[A]^2[B]$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ. 반응 속도식이 $v = k[A]^2[B]$ 이므로 T_2 에서 어느 한 지점의 값을 대입하면 T_2 에서 반응 속도 상수(k)를 구할 수 있다. $[A]_0 = 0.1\text{M}$, $[B]_0 = 0.4\text{M}$ 일 때 반응

속도가 0.02M/초이므로 $0.02 = k(0.1)^2(0.4)$ 에서 $k = 5L^2/\text{몰}^2 \cdot \text{초}$ 이다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)에서 알 수 있듯이 A에 대한 2차 반응이다.

ㄷ. T_1 에서 반응 속도 상수를 구하면 $0.04 = k(0.2)^2(0.1)$ 이므로 $k = 10L^2/\text{몰}^2 \cdot \text{초}$ 이다. 온도가 높을수록 반응 속도 상수가 커지므로 온도는 $T_1 > T_2$ 이다.

9. 용액의 농도와 증기 압력

[정답맞히기] X 수용액은 라울 법칙을 따른다고 하였으므로 X포화 수용액의 증기 압력 $= x_{\text{용매}} \times \text{물의 증기 압력}(P_0)$ 이다. 따라서, $\frac{\text{X 포화수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$ 는 용매의 몰분율 ($x_{\text{용매}}$)이고, X는 온도가 높아질수록 용해도가 증가하므로 $x_{\text{용매}}$ 는 온도가 높아질수록 감소한다. 따라서 T_1 에서 T_2 로 가면서 온도가 증가할수록 $\frac{\text{X 포화수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$ 의 값은 감소하게 된다. 또한 T_1 에서 용해도 값이 0이 아니므로 X 포화 수용액의 증기 압력은 P_0 보다 작으므로 T_1 에서 $\frac{\text{X 포화수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$ 은 1보다 작다.

정답①

10. 어는점 내림

[정답맞히기] (다)에서 수용액의 어는점이 -0.93°C 이므로 이로부터 (다)의 수용액의 몰랄 농도를 구할 수 있다. $\Delta T_f = K_f \cdot m$ 이므로 $0.93 = 1.86 \times m$ 에서 $m = 0.5$ 이다. (나)의 수용액의 어는점을 측정한 것이므로 수용액의 부피는 500mL이고, 밀도가 1g/mL이므로 수용액의 질량은 500g이다. 수용액에서 A의 질량을 w 라고 하면

$$0.5m = \frac{\frac{w}{200}}{\frac{500-w}{1000}} \text{이므로 } w = \frac{500}{11} \text{이 된다. (가)의 수용액에는 } xM \text{ A수용액 } 100\text{mL가}$$

들어 있었으므로 (가)에 들어 있는 A의 질량(w)은 $x \times 0.1 \times 200 = \frac{500}{11}$ 이므로 $x = \frac{25}{11}$ 이다.

정답④

11. 녹는점, 끓는점, 비열

상변화로 보아 물질 A는 2~8분에서의 온도가 녹는점(80°C), 16~30분에서의 온도가 끓는점(220°C)이다.

[정답맞히기] ㄴ. 기화 엔탈피는 상태 변화가 일어나는 구간에서의 열량의 크기로 비교할 수 있으므로 14분간 가열해야 하는 기화 엔탈피가 6분간 가열해야 하는 용해 엔탈피보다 크다.

ㄷ. 비열은 물질 1g의 온도를 1°C 올리는 데 필요한 열량이므로 고체의 비열과 액체의

비열을 비교하려면 0~2분, 8~16분 구간에서 가해진 열량으로 온도 변화를 나누면 된다. 따라서 1분당 가해지는 열량을 Q 라고 하면 0~2분 동안 A는 40°C에서 80°C로 온도가 변하였으므로 고체의 비열은 $\frac{2Q}{40}$ 이라고 할 수 있고, 8~16분 동안의 A는 80°C에서 220°C로 온도가 변하였으므로 액체의 비열은 $\frac{8Q}{140}$ 이라고 할 수 있으므로

$$\frac{\text{액체의 비열}}{\text{고체의 비열}} = \frac{8}{7} \text{이다.} \quad \text{정답⑤}$$

[오답피하기] ㄱ. A의 온도는 t_1 과 t_2 에서 모두 끓는점에 해당하므로 같다.

12. 중화 적정

I에서 0.1M HA(aq) 10mL의 pH=3.0에서 $[H^+] = C\alpha^2 = 1.0 \times 10^{-3}M$ 이고 $C=0.1$ 이므로 $\alpha=0.01$ 이다. HA는 약산이므로 $K_a = C\alpha^2$ 이고 $K=1.0 \times 10^{-5}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. 이온화도(α)는 농도가 진해지면 감소하므로 0.2M HA(aq)의 $[H^+]$ 는 $2 \times 10^{-3}M$ 보다 작다.

ㄴ. II에서 pH=5.0이므로 $K_a = 1.0 \times 10^{-5} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{10^{-5} \times [A^-]}{[HA]}$ 이다. 따라서

[HA]와 $[A^-]$ 인 상태이므로 중화점의 절반에 해당하는 지점이다. 가해진 NaOH(aq)의 부피가 5mL이므로 NaOH(aq)의 농도는 HA(aq)과 같은 0.1M이다. 따라서 x 는 0.1이다.

ㄷ. II에 xM NaOH(aq) 5mL를 추가한 수용액은 중화점에 도달한 것이고 이는 약산과 강염기의 중화점이므로 염기성이다. 정답⑤

13. 화학 평형의 원리

반응물 $\bullet\bullet$, $\bullet\bullet$ 를 각각 A_2 , B_2 라고 하면, II에서 반응하지 않고 남아 있는 반응물을 제거하고 반응물과 생성물을 이용하여 화학 반응식을 나타내면 $A_2 + B_2 \rightarrow A_2B_2$ 이다. 이 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로 $\Delta G < 0$ 이다. 또한 반응의 결과 기체 분자 수가 감소하므로 $\Delta S < 0$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta G < 0$ 이고, $\Delta S < 0$ 이면 $-T\Delta S > 0$ 이므로 $\Delta H < 0$ 이어야한다. 따라서 이 반응은 발열 반응이다.

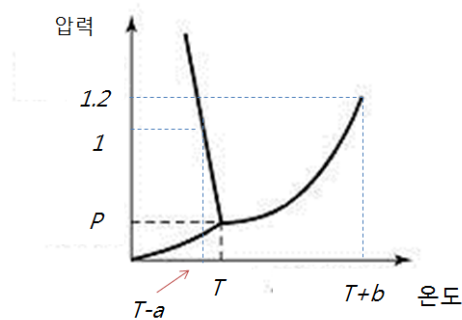
ㄴ. $-T\Delta S = \Delta G - \Delta H > 0$ 이므로 $\Delta G > \Delta H$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 화학 반응식이 $A_2 + B_2 \rightarrow A_2B_2$ 이므로 $K = \frac{[A_2B_2]}{[A_2][B_2]}$ 이다. I과 II에서 기체의 부피 비는 10:7이므로 부피를 10V, 7V라고 가정하면 I에서의 반응 지수

(Q)는 $\frac{(\frac{1}{10V})}{(\frac{4}{10V})(\frac{5}{10V})} = \frac{1}{2}V$ 이고, II에서의 평형 상수(K)는 $\frac{(\frac{4}{7V})}{(\frac{1}{7V})(\frac{2}{7V})} = 14V$ 이다. 따라서 $\frac{\text{II에서의 평형 상수}(K)}{\text{I에서의 반응 지수}(Q)} = \frac{14V}{\frac{1}{2}V} = 28V$ 이다.

14. 상평형 그림

(가)는 X의 가장 안정한 상이 고체, 액체, 기체이므로 삼중점이다. (나)는 고체와 액체가 가장 안정한 상이므로 용해 곡선 위의 점인데 a가 양의 값이므로 삼중점보다 온도가 낮은 상태에서 용해 곡선의 한 지점이 나타남을 알 수 있다. (다)는 액체와 기체가 안정한 사이므로 증기 압력 곡선 위의 점인데 b가 양의 값이므로 삼중점보다 온도가 높고, 압력도 높은 지점을 나타낸다. 이에 따라 X의 상평형 그림을 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ, X의 상평형 그림이 위와 같으므로 삼중점의 압력인 P는 1보다 작다.

ㄴ, 기준 끓는점과 기준 어는점은 1기압에서의 값이므로 (기준 끓는점-기준 어는점)은 1.2기압에서의 끓는점과 녹는점의 온도 차이에 해당하는 $b - (-a) = a + b$ 의 값보다 작다.

정답③

[오답피하기] ㄷ, (가)에서는 3가지 상태의 물질이 모두 존재하므로 삼중점의 평형 상태에 해당한다. 따라서 (가)에서 $\Delta G = 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\frac{\Delta H_1}{\Delta S_1}$ 의 값과 $\frac{\Delta H_2}{\Delta S_2}$ 의 값은 모두 T로 같다.

15. 상변화와 반응의 자발성

(가)에서 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$ 임을 알 수 있다. 따라서 발열 반응으로 상태 변화는 액화, 응고, 승화에 해당하게 된다.

[정답맞히기] ㄱ, (나)에서 T_1 일 때 1기압에서 X의 상은 액체 상태이므로 자발적인 변화는 액체로의 변화이므로 X(β)의 상은 액체이다.

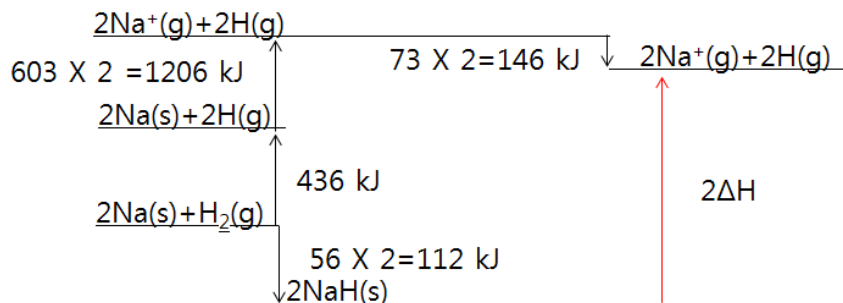
정답①

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 T_1 K일 때 $\Delta G < 0$ 이고, 기체에서 액체로의 상태 변화 반응이므로 반응 엔트로피 $\Delta S < 0$ 이다.

ㄷ. T_2 K, 1기압에서는 기체 상태로 X가 존재하므로 역반응이 자발적이다. 또한 (나)에서 T_1 에서 T_2 로 온도가 높아지면서 기화 곡선을 지나므로 $\Delta G = 0$ 인 상태를 지나게 되는데 이때 (가)를 통해 T_2 는 $\Delta G = 0$ 이후의 상태임을 알 수 있으므로 T_2 에서 $\Delta G > 0$ (비자발적)이다.

16. 반응 엔탈피

[정답맞히기] 주어진 자료에서 $\text{NaH}(s)$ 의 표준 생성 엔탈피가 음의 값이므로 발열 반응임을 알 수 있다. 주어진 자료에서 H_2 의 결합 에너지를 제시하고 있으므로 표준 생성 엔탈피를 반응의 중심으로 하여 엔탈피 관계를 나타내면 다음과 같다.



따라서 $\text{NaH}(s) \rightarrow \text{Na}^+(g) + \text{H}^-(g)$ 의 반응 엔탈피(ΔH)의 2배가 $112 + 436 + 1206 - 146 = 1608$ 에 해당하게 되어 $\Delta H = 804 \text{ kJ}$ 이다. 정답②

17. 평형 이동의 법칙

(가)에서 (나)로의 변화는 온도가 T_1 로 일정한 상태에서 압력을 증가시키는 변화이었지만 평형의 이동의 결과 압력은 2배, 부피는 0.5배가 되었으므로 (가)와 (나)는 기체의 몰수가 변화 없다. 따라서 화학 반응식에서 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수의 합이 같게 되어 $a = 2$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ. A는 몰수가 변하지 않았지만 (나)에서가 (가)에서보다 압력이 2배이므로 부분 압력도 2배이다.

ㄷ. (다)에서는 온도가 T_2 로 변하여 평형이 이동한 것인데 압력과 부피의 곱이 (가)보다 크므로 $T_2 > T_1$ 이다. $\Delta H > 0$ 이므로 온도가 높아지면 정반응으로 반응이 진행하게 되어 (다)에서 (가)보다 A의 몰수는 감소하게 되고, 부피도 증가하였으므로 A의 몰농도는 (가) > (다)이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 이상 기체 방정식으로부터 $2 \times 1 = nRT_1$ 이므로 $2T_1 = \frac{4}{nR}$ 이고,

$T_2 = \frac{4.2}{nR}$ 이다. 따라서 $2T_1 < T_2$ 이다.

18. 반응속도

화학 반응식이 $2A(g) \rightarrow B(g)$ 이므로 1몰의 $A(g)$ 가 1기압을 나타냈다고 하면 시간이 t 일 때는 A 가 $\frac{6}{8}$ 몰 반응하여 B 가 $\frac{3}{8}$ 몰 생성되고, A 가 $\frac{2}{8}(\frac{1}{4})$ 몰 남아 있는 것이다. $2t$ 에서는 A 가 $\frac{3}{16}$ 몰 반응하여 B 가 $\frac{3}{32}$ 몰 생성되어 A 가 $\frac{1}{16}$ 몰, B 가 $\frac{15}{32}(\frac{3}{8} + \frac{3}{32})$ 몰 존재하게 되어 압력은 $\frac{17}{32}$ 기압이 된다.

[정답맞히기] ㄱ, 반응 전 1몰의 A 를 넣었을 때 1기압을 나타내므로, t 일 때 B 는 $\frac{3}{8}$ 몰 존재하여 B 의 부분 압력은 $\frac{3}{8}$ 기압이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. A 의 농도는 t 시간이 지날 때마다 $\frac{1}{4}$ 씩 감소하고 있으므로, $3t$ 일 때 기체 A 는 $\frac{1}{64}$ 몰, B 는 $\frac{63}{128}(\frac{3}{8} + \frac{3}{32} + \frac{3}{128})$ 몰이 존재하므로 전체 기체의 양은 $\frac{65}{128}$ 몰이다.

ㄷ. A 의 농도가 $\frac{1}{4}$ 이 되는데 걸리는 시간이 t 로 일정하므로 즉 농도가 $\frac{1}{2}$ 이 되는데 걸리는 시간이 $\frac{t}{2}$ 인 A 에 관한 1차 반응이다. 따라서 반응 속도식은 $v = k[A]$ 가 되어 $\frac{t\text{일 때의 반응 속도}}{2t\text{일 때의 반응 속도}} = 4$ 이다.

19. 평형의 이용

[정답맞히기] 화학 반응식으로부터 평형 상수(K)를 구하는 식은 $\frac{[CO]}{[CO_2]}$ 임을 알 수 있다. 반응 후 평형 상태에서 CO_2 는 0.44g이 $C(s)$ 이 들어 있는 부피를 제외한 공간에 들어 있으므로 $C(s)$ 의 질량이 440g이고 밀도가 2.2g/mL이므로 $C(s)$ 의 부피는 0.2L이다. 따라서 반응 후 CO_2 의 부피는 1.8L이다. 이를 평형 상수식에 대입하면

$$K = \frac{[CO]^2}{(\frac{0.01}{1.8})} = 1.8 \text{이 되어 } [CO] = 0.1M \text{이다. } CO \text{의 부피는 } 1.8L \text{이므로 } CO \text{의 몰수는}$$

0.18몰이다. 화학 반응식에서 CO 의 생성된 몰수는 반응한 CO_2 몰수의 2배이므로 반응한 CO_2 의 몰수는 0.09몰이다. T_2 에서 존재하는 CO_2 의 몰수는 0.01몰이므로 반응 전 CO_2 의 몰수는 0.1몰이다. 반응 전 CO_2 의 기압인 P 는 이상 기체 방정식으로부터 구할 수 있으므로 $P \times 2 = 0.1 \times RT_1 = 2$ 가 되어 P 는 1이다. 정답②

20. 끓는점 오름

[정답맞히기] ㄱ, 용액의 끓는점 오름은 용액의 몰랄 농도에 비례한다. (가)는 용매가

A이고 끓는점이 80°C 이므로 $\Delta T_b = 2$ 이고 이로부터 A의 분자량을 구하면 $2 = \frac{\frac{2a}{M_X}}{0.1}$ 에

서 $M_X = 10a$ 이다. (나)에서 $\Delta T_b = 3$ 이고, $3 = \frac{\frac{a}{M_Y}}{0.1}$ 로부터 $M_Y = \frac{10}{3}a$ 이다. 따라서 분
자량은 X가 Y의 3배이다.

ㄴ. P와 Q에서는 용질의 질량은 같은 상태에서 ΔT_b 가 다른 것이므로 용매가 증발하
여 농도가 증가하게 된 것이다. ΔT_b 는 $P : Q = 2 : 6 = 1 : 3$ 이므로 몰랄 농도는 Q가 P
의 3배이고, 용매의 질량비는 $P : Q = 3 : 1$ 이다.

ㄷ. (다)에서 Y의 몰수는 $\frac{\frac{2a}{10}}{\frac{10}{3}a} = 0.6$ 몰이고, B의 질량이 300g 이므로 몰랄 농도는

$\frac{0.6}{0.3} = 2m$ 이고, $\Delta T_b = 4$ 이다. 따라서 (라)의 수용액의 몰랄 농도를 통해 기준 끓는점을
구할 수 있다. (라)에서 X의 몰수는 $\frac{3a}{10a} = 0.3$ 몰이고, B의 질량은 200g 이므로 몰랄농
도는 $\frac{0.3}{0.2} = 1.5m$ 이다. 따라서 $\Delta T_b = 3$ 이 되어 기준 끓는점은 83°C 이다. 정답⑤