

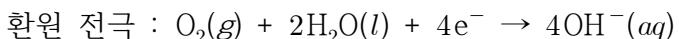
2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
과학탐구영역 **화학Ⅱ** 정답 및 해설

\*최근 수정일 : 2023.10.27.(금)

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

### 1. 수소 연료 전지

[정답맞히기] 수소 연료 전지는 화학 에너지를 전기 에너지로 전환시키는 장치로 전해질이 KOH인 수소 연료 전지의 산화, 환원 전극에서 일어나는 반응은 다음과 같다.



따라서 ⑦으로 적절한 것은 ‘화학’이고, ⑩으로 적절한 것은 ‘ $\text{H}_2$ ’이다. **정답④**

### 2. 반응 속도와 촉매

[정답맞히기] 촉매를 사용하면 반응 경로가 바뀌면서 활성화 에너지의 크기가 달라지므로 반응 속도가 달라진다. 정촉매는 활성화 에너지의 크기를 감소시켜 반응 속도를 빠르게 하며, 부촉매는 활성화 에너지를 증가시켜 반응 속도를 느리게 한다. 과산화수소( $\text{H}_2\text{O}_2$ )가 분해되는 반응에서 아이오딘화 이온( $\text{I}^-$ )은 반응 속도를 증가시켰으므로 정촉매이다. 따라서 ⑦으로 적절한 것은 ‘정촉매’이고, ⑩으로 적절한 것은 ‘활성화 에너지’이다. **정답③**

### 3. 물의 특성

[정답맞히기] ㄱ. 1 atm, -4°C에서  $\text{H}_2\text{O}$ 는 고체이다. 압력을 일정하게 하면서 온도를 점점 올릴 때 처음 상태 변화가 나타나는 온도는 어는점(녹는점)이고, 1 g당 부피는 A에서가 B에서보다 크므로 A는 0°C에서의  $\text{H}_2\text{O}(s)$ , B는 0°C에서의  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. 밀도는 C에서가 B에서보다 크다. 밀도는  $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$  이므로 같은 부피에 서 질량은 C에서가 B에서보다 크다. 따라서 1mL에 들어 있는 분자 수는 C에서가 B에서보다 크다.  
ㄷ.  $\text{H}_2\text{O}(l)$ 의 밀도는 C에서가 B(어는점)에서보다 크다.

### 4. 고체 결정 구조

[정답맞히기] ㄴ.  $\text{Li}(s)$ 은 금속 결정으로, 금속 양이온과 자유 전자 사이의 전기적 인력에 의한 금속 결합에 의해 이루어진 결정이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ.  $\text{Li}(s)$ 의 단위 세포에서 정육면체의 8개의 꼭짓점과 단위 세포 중심에 각각 입자가 배열되어 있으므로,  $\text{Li}(s)$ 은 체심 입방 구조이다.

ㄷ.  $\text{CO}_2(s)$ 는  $\text{CO}_2$  분자 사이에 작용하는 힘에 의해 이루어진 결정이다. 따라서  $\text{CO}_2$

---

(s)는 분자 결정이다.

## 5. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 반응 엔탈피( $\Delta H$ )는 생성물의 엔탈피 합에서 반응물의 엔탈피 합을 뺀 값이다.  $\Delta H$ 가 음수이므로 이 반응에서 반응물의 엔탈피 합이 생성물의 엔탈피 합보다 크다.

ㄷ.  $H_2(g)$ 와  $Cl_2(g)$  각각 1 mol로부터  $HCl(g)$  2 mol이 생성될 때의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )가 -184 kJ이므로  $HCl(g)$  1 mol이 생성될 때의 반응 엔탈피( $\Delta H$ )는 -184 kJ의  $\frac{1}{2}$ 배인 -92 kJ이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ.  $H_2(g)$ 와  $Cl_2(g)$ 로부터  $HCl(g)$ 이 생성될 때 열을 방출하므로, 그 역반응은 열을 흡수한다.

## 6. 상평형 그림

[정답맞히기] ㄱ.  $P_1$  atm에서  $t_1$  °C일 때의 안정한 상은 기체이고,  $t_2$  °C일 때 안정한 상은 액체, 기체이므로 온도는  $t_1 > t_2$ 이다.

정답①

### [오답피하기]

ㄴ.  $P_1$  atm,  $t_2$  °C에서  $CO_2$ 의 안정한 상은 액체, 기체이므로 액체 상태의 상이 존재할 수 있는  $P_1 > 5.1$ 이다.

ㄷ.  $P_1$  atm,  $t_1$  °C에서  $CO_2$ 의 안정한 상은 기체이고,  $P_2$  atm,  $t_1$  °C에서  $CO_2$ 의 안정한 상은 액체, 기체이므로  $P_2 > P_1$ 이다.  $CO_2$ 의 상평형 그림에서 고체, 액체가 공존하는 용해 곡선은 온도가 높아질수록 압력이 증가하는 값을 나타내고 있다. 따라서  $P_2 > P_1$ 이므로  $CO_2$ 의 녹는점은  $P_2$  atm에서가  $P_1$  atm에서보다 높다.

## 7. 전기 분해

[정답맞히기] ㄱ. 탐구 결과 금속이 석출되는 전극은 (-)극이고, 가설이 옳으므로 ㉠은 (-)극이다.

ㄴ. 전기 분해가 진행될 때 (가)와 (다)에서는 모두 (-)극에서 환원 반응이 일어나므로, 산화 반응이 일어나는 전극은 (+)극이다.

정답③

### [오답피하기]

ㄷ. 금속 1 mol이 석출될 때 얻는 전자의 양은 금속 양이온의 전하에 따라 달라지므로 (다)에서  $Cu^{+}$ 이 (가)에서  $Ag^{+}$ 의 2배이다.

## 8. 증기 압력과 분자 사이의 인력

### [정답맞히기]

ㄱ.  $t_1$  °C에서 증기 압력은  $X(l) > Y(l)$ 이므로 분자 사이의 인력은  $Y(l) > X(l)$ 이다. 정답①

### [오답피하기]

- 
- ㉡.  $t_2$  °C, 1 atm에서 Y의 안정한 상은 액체이다.
  - ㉢. (나)로부터 P atm에서 X(l)의 끓는점이  $t_2$  °C임을 알 수 있고, (가)에서  $t_2$  °C에서 X(l)의 증기 압력이 1 atm보다 크므로  $P > 1$ 이다.

## 9. 완충 용액

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 의 양은 0.2 mol이고,  $\text{NaOH}$ 의 양은 0.1 mol이므로 (가)는 약산인  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 와  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 의 양이 같은 완충 용액이다. (가)는 아직 중화점에 도달하기 전이므로 용액의 액성은 산성이다. 따라서 (가)에서  $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ 이다.

ㄷ. (가)는 산성 용액인데 (나)도 pH가 이와 같으므로 (나)도 산성 용액이다. 1 M  $\text{NaOH}(aq)$  1 mL를 넣었을 때 (가)에서는  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 가 반응하여  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 을 생성하므로 pH 변화가 거의 일어나지 않지만, (나)에서는 중화 반응만 일어나고 평형 이동이 일어나지 않기 때문에 pH 변화는 (가)가 (나)보다 작다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄴ. (가)는  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 과  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 이 모두 0.5 M로 존재하는 완충 용액이므로 (가)에 1 M  $\text{HCl}(aq)$  1 mL를 넣으면  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 과 반응하여  $\text{CH}_3\text{COOH}$ 이 생성되는 쪽으로 평형이 이동한다. 따라서 평형에 도달했을 때 증가한  $\text{H}_3\text{O}^+$ 의 양은 반응 전에 넣은  $\text{H}_3\text{O}^+$ 의 양 0.001 mol보다 작다.

## 10. 1차 반응

이 반응은 A에 대한 1차 반응이므로 반감기가 일정하다. 반응 전  $\text{A}(g)$ ,  $\text{C}(g)$ 의 양이 각각 2 mol, 1 mol이므로 반감기가 1번 지났을 때  $\text{A}(g) \sim \text{C}(g)$ 의 양은 각각 1 mol, 2 mol, 1.5 mol이고, B의 몰 분율은  $\frac{2}{4.5} = \frac{4}{9}$ 이다. 따라서 이 반응의 반감기는  $t$ 이다.

[정답맞히기] ㄴ.  $\text{A}(g)$ 의 순간 반응 속도는 A의 몰 농도에 비례하므로

$$\frac{t\text{일 때 } \text{A}(g)\text{의 순간 반응 속도}}{2t\text{일 때 } \text{A}(g)\text{의 순간 반응 속도}} = \frac{1}{0.5} = 2\text{이다.}$$

ㄷ. 0~ $t$  동안 감소한 A의 양은 1 mol이고, 0~ $2t$  동안 감소한 A의 양은 1.5 mol이므로  $\frac{0 \sim t \text{ 동안 생성된 } \text{B}(g)\text{의 양(mol)}}{0 \sim 2t \text{ 동안 생성된 } \text{B}(g)\text{의 양(mol)}} = \frac{2}{3}$ 이다. **정답④**

[오답피하기] ㄱ.  $2t$ 는 반감기가 2번 지난 시점이므로 B의 몰 분율은  $\frac{3}{5.25} = \frac{4}{7}$ 이다.

## 11. 용액의 농도

[정답맞히기] 2.5 m  $\text{A}(aq)$  25 g에 들어 있는 A의 질량을  $w$  g이라고 하면, 몰랄 농도

$2.5 m = \frac{\frac{w}{100}}{\frac{25-w}{1000}}$  이므로  $w=5$ 이다. 또한 10 % A(aq) 100 g에 들어 있는 A의 질량은 10 g이므로 두 용액을 혼합하여 만든 수용액의 전체 질량은 125 g이고, 들어 있는 A의 질량은 15 g이므로 퍼센트 농도(%)  $x = \frac{15}{125} \times 100 = 12$ 이다. 정답①

## 12. 반응 엔탈피와 결합 에너지

[정답맞히기] 반응 엔탈피는 반응물의 결합 에너지 총합에서 생성물의 결합 에너지 총합을 빼서 구할 수 있다.  $H_2O(g)$ 의 생성 엔탈피는  $a$  kJ이므로  $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$ 에서 반응 엔탈피는  $2a$  kJ이다.  $H(g)$ ,  $O(g)$ 의 생성 엔탈피는 각각  $H_2(g)$ ,  $O_2(g)$ 의 결합 에너지와 같으므로  $2a = 4b + 2c - 4x$ 에서  $x = \frac{-a+2b+c}{2}$ 이다. 정답②

## 13. 기체의 성질

[정답맞히기] 이상 기체 방정식  $PV = nRT = \frac{w}{M}RT^\circ$ 으로 X, Y의 분자량을 각각  $M_X$ ,  $M_Y$ 라고 하면 (가)에서  $4 = \frac{3w}{M_X}RT$ ,  $3 = \frac{4w}{M_Y}RT^\circ$ 으로  $M_X : M_Y = 9 : 16$ 이다. 같은 온도와 압력에서 기체의 밀도는 분자량에 비례하므로 (나)에서 ㉠은  $Y(g)$ , ㉡은  $X(g)$ 이다.  $PM = dRT^\circ$ 고 (나)에서  $d \propto \frac{M}{T}$ 이므로  $b \propto \frac{16}{T}$ ,  $a \propto \frac{9}{2T}$ 에서  $\frac{b}{a} = \frac{32}{9}$ 이다. 정답②

## 14. 1차 반응

[정답맞히기] ㄴ. Ⅲ의 부피는 1 L이고 A의 양은 0.6 mol이므로  $[A] = 0.6 M$ 이고,  $3 \times 10^{-4} M \cdot s^{-1} = k \times 0.6 M$ 에서  $k = 5 \times 10^{-4} s^{-1}$ 이다.

ㄷ. 온도  $T$ 에서 반감기는  $t$  초이므로 Ⅲ에서  $t$  초일 때 A의 양은 0.3 mol이고, 생성된 B의 양은 0.6 mol이다. 용기의 부피는 1 L이므로  $[B] = 0.6 M$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. I 과 II에서 용기의 부피를 각각  $V_I$ ,  $V_{II}$ 라고 하면,  $v = k[A]$ 이고, 초기 반응 속도 비가 I : II = 2 : 1이므로 몰 농도 비는 I : II =  $\frac{0.2}{V_I} : \frac{0.4}{V_{II}} = 2 : 1$ 이다. 따라서  $V_I : V_{II} = 1 : 4$ 이다.

## 15. 반응 지수와 평형 상수

[정답맞히기] ㄱ. I에서 초기 상태  $A(g) \sim C(g)$ 의 몰 농도는 각각  $\frac{1}{4} M$ ,  $\frac{1}{4} M$ ,  $\frac{5}{4} M^\circ$

므로  $Q=20$ 이다. I에서  $\frac{Q}{K}=5$ 이므로  $K=4$ 이다.

∴ II에서  $Q=\frac{a}{1\times 1}$ 이므로  $\frac{Q}{K}=\frac{a}{4}=\frac{1}{2}$ 에서  $a=2$ 이다. 정답③

[오답피하기] ∴ I에서  $Q>K$ 이므로 반응이 진행되면 역반응 쪽으로 진행되는데 이

때 평형에 도달할 때까지 감소한 C(g)의 양을  $x$  mol이라고 하면  $\frac{\frac{5-x}{4}}{(\frac{1+x}{4})^2}=4$ 이다. 때  $\frac{5-x}{4}=(\frac{1+x}{4})^2$  라서  $x=1$ 이고, 평형에 도달하였을 때 C(g)의 양은 4 mol이다.

## 16. 염의 가수 분해

[정답맞히기] 0.1 M NaA(aq)에서 생성된 OH<sup>-</sup>(aq)의 농도를  $x$  M라고 할 때, 양적 관계를 다음과 같다.

$\text{A}^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{HA}(aq) + \text{OH}^-(aq)$			
반응 전(M)	0.1		
반응(M)	$-x$	$+x$	$+x$
반응 후(M)	$0.1-x$	$x$	$x$

$\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}=\frac{0.1-x}{x}\simeq\frac{0.1}{x}=300$ 이므로,  $x=\frac{1}{3}\times 10^{-3}$ 이다.  $K_b=\frac{K_w}{K_a}$ 이므로 A<sup>-</sup>(aq)의 이온화 상수  $K_b=\frac{1\times 10^{-14}}{K_a}=\frac{x^2}{0.1-x}\simeq\frac{x^2}{0.1}$ 이다.  $K_a=\frac{0.1\times 10^{-14}}{x^2}$ 이고,  $x\approx\frac{1}{3}\times 10^{-3}$ 을 대입하면  $K_a$ 는  $9\times 10^{-9}$ 이다. 정답④

## 17. 용액의 총괄성

[정답맞히기] ∴  $t_2$  °C에서 용액 (가)의 증기 압력이 1 atm, A(l)의 증기 압력이  $\frac{101}{100}$  atm이므로, 증기 압력 내림은  $\frac{1}{100}$  atm이다. 증기 압력 내림 = 용매의 증기 압력 × 용질의 몰 분율이므로 (가)에서 B의 몰 분율은  $\frac{1}{101}$ 이다.

∴ A(l)의 증기 압력은  $t_2$  °C에서가  $t_1$  °C에서보다 크므로,  $t_2 > t_1$ 이다. 용액 (가)의  $t_2$  °C에서 증기 압력이 1 atm이므로  $P < 1$ 이다.

∴  $t_1$  °C에서 A(l)의 증기 압력이 1 atm이므로 A(l)의 끓는점은  $t_1$  °C이고, 용액 (가)의  $t_2$  °C에서 증기 압력이 1 atm이므로 용액 (가)의 끓는점은  $t_2$  °C이고, 끓는점 오름은  $(t_2 - t_1)$  °C이다. (가)에서 B의 몰 분율은  $\frac{1}{101}$ 이므로, A와 B의 양을 각각 100 mol, 1

---

mol로 가정하고, A(l)의 몰랄 오름 상수를  $K_b$ 라고 하면  $(t_2 - t_1)^\circ\text{C} = K_b \times \frac{1}{6} m$   
( $= \frac{1 \text{ mol}}{6 \text{ kg}}$ )이므로  $K_b$ 는  $6(t_2 - t_1)^\circ\text{C}/m$ 이다. 정답⑤

## 18. 이상 기체 방정식

[정답맞히기] ㄱ.  $PV = nRT^\circ$ 으로  $\frac{PV}{T} \propto n$ 이다. (가)와 (나) 과정 후 총 기체의 양 (mol)은 일정하고 온도는 (나) 과정 후가 (가) 과정 후의 2배이며, (나) 과정 후의 혼합 기체의 압력과 부피는 각각 1 atm, 6.4 L이므로  $\frac{(0.4 \times 2) + (x \times 3)}{T} = \frac{1 \times 6.4}{2T}$ 이다. 따라서  $x = 0.8$ 이다.

ㄴ. (가) 과정 후  $\text{Ne}(g)$ 의 밀도가 0.8 g/L이다. 강철 용기의 부피가 2 L이므로  $\text{Ne}(g)$ 의 질량은 1.6 g으로 0.08 mol이다.  $x = 0.8$ 이므로  $\text{Ar}(g)$ 의 양은 0.24 mol로 9.6 g이다. 따라서 (나) 과정 후 혼합 기체의 부피는 6.4 L, 질량은 11.2 (= 1.6 + 9.6) g이므로, 밀도는  $\frac{7}{4}$  g/L이다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. (나) 과정 후 혼합 기체의 압력은 1 atm이고  $\text{Ar}(g)$ 의 몰 분율은  $\frac{3}{4}$ 이므로  $\text{Ar}(g)$ 의 부분 압력은  $\frac{3}{4}$  atm이다. (다)에서 고정 장치로 고정하였으므로 (다) 과정 후 혼합 기체의 부피는 (나)와 같으며 온도는 3T K로 (나) 과정 후의  $\frac{3}{2}$ 배가 된다. 따라서  $\text{Ar}(g)$ 의 부분 압력도 (나)에서의  $\frac{3}{2}$ 배가 되므로 (다) 과정 이후  $\text{Ar}(g)$ 의 부분 압력은  $\frac{9}{8}$  atm이다.

## 19. 1차 반응

[정답맞히기] ㄱ. 강철 용기 I ( $T_1$ )에서 2t에서의 [A]는  $\frac{1}{4}$  M로 초기 농도인 2 M의  $\frac{1}{8}$  배이다. 따라서 2t는 반감기가 3번 지난 시점이므로 강철 용기 I ( $T_1$ )에서 이 반응의 반감기는  $\frac{2t}{3}$ 이다. t는 반감기가 1번 지난 시점 이후이므로  $a < 1$ 이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 강철 용기 II ( $T_2$ )에서 3t에서의 [A]는 초기 농도의  $\frac{1}{6}$ 배로 반감기가 3번 지난 시점에서의  $\frac{1}{8}b$ 보다 크다. 즉, 강철 용기 I ( $T_1$ )에서는 2t에서 반감기가 3번 지났고, 강철 용기 II ( $T_2$ )에서는 3t에서 반감기가 3번 지나기 전이므로 반응 속도는

강철 용기 I ( $T_1$ )에서가 강철 용기 II ( $T_2$ )에서 보다 빠르다. 따라서 반감기는  $T_2$ 에서가  $T_1$ 에서보다 길다.

ㄷ. 강철 용기 I, II에서 모두  $t$ 에서 농도가  $a$  M로 같다. 반응 속도는  $T_1 > T_2$ 이므로, 감소한 A의 농도는 I에서가 II에서보다 크다. 따라서 A의 초기 농도도 I에서가 II에서보다 크므로  $b < 2$ 이다.

## 20. 화학 평형

[정답맞히기] 반응 전후 기체의 양(mol) 변화가 없으므로 (가)에서 평형 상수를  $K_1$ 이

라고 하면,  $K_1 = \frac{4}{n^2}$ 이다. (나)에서 평형 상수를  $K_2$ 이라고 하면  $\frac{K_2}{K_1} = \frac{16}{9}$ 이므로  $K_2 =$

$\frac{16}{9} \times \frac{4}{n^2}$ 이다. (가)의 실린더에 들어 있는 혼합 기체의 양은  $(2n+2)$  mol이다. (나)의

실린더와 강철 용기에 들어 있는 혼합 기체의 양을  $x$  mol이라고 하면,  $\frac{PV}{nT} = R^\circ$ 이

로  $\frac{1 \times V}{(2n+2) \times T} = \frac{1 \times 2V}{x \times \frac{4}{3}T}$ 이고,  $x = 3n+3$ 이다. (가)에서 He( $g$ )의 양이  $\frac{7}{3}$  mol이

로, (나)에서 A( $g$ )의 양(mol)과 B( $g$ )의 양(mol)과 C( $g$ )의 양(mol)의 합은  $(3n + \frac{2}{3})$

mol이고, 이 값은 (가)에서 같으므로  $2n+2 = 3n + \frac{2}{3}$ 이고  $n = \frac{4}{3}$ 이다. 따라서  $K_2 = 4$

이다.  $K_2 > K_1$ 이므로 (가)에서 (나)로 갈 때 정반응이 우세하게 일어났으며, 이때 감소한 A( $g$ )의 양을  $y$  mol이라고 하면 양적 관계는 다음과 같다.

	A( $g$ )	+	B( $g$ )	$\rightleftharpoons$	2C( $g$ )
반응 전(mol)	$\frac{4}{3}$		$\frac{4}{3}$		2
반응(mol)	$-y$		$-y$		$+2y$
반응 후(mol)	$\frac{4}{3} - y$		$\frac{4}{3} - y$		$2 + 2y$

$\frac{(2+2y)^2}{(\frac{4}{3}-y)^2} = 4$ 이므로,  $\frac{2+2y}{\frac{4}{3}-y} = 2$ ,  $y = \frac{1}{6}$ 이다. 따라서 C( $g$ )의 양은  $\frac{7}{3}$  mol이다. 정답②