

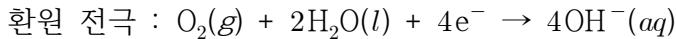
2024학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 화학Ⅱ 정답 및 해설

*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 ㉠으로 적절한 것은 ‘화학’이고, ㉡으로 적절한 것은 ‘H₂’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(H₂O₂)가 분해되는 반응에서 아이오딘화 이온(I⁻)은 반응 속도를 증가시켰으므로 정촉매이다. 따라서 ㉠으로 적절한 것은 ‘정촉매’이고, ㉡으로 적절한 것은 ‘활성화 에너지’이다. 정답③

3. 물의 특성

[정답맞히기] ㄱ. 1 atm, -4°C에서 H₂O는 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 H₂O(s), B는 0°C에서의 H₂O(l)이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. 밀도는 C에서가 B에서보다 크다. 밀도는 $\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$ 이므로 같은 부피에서 질량은 C에서가 B에서보다 크다. 따라서 1mL에 들어 있는 분자 수는 C에서가 B에서보다 크다.

ㄷ. H₂O(l)의 밀도는 C에서가 B(어는점)에서보다 크다.

4. 고체 결정 구조

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

[오답피하기] ㄱ. Li(s)의 단위 세포에서 정육면체의 8개의 꼭짓점과 단위 세포 중심에 각각 입자가 배열되어있으므로, Li(s)은 체심 입방 구조이다.

ㄷ. CO₂(s)는 CO₂ 분자 사이에 작용하는 힘에 의해 이루어진 결정이다. 따라서 CO₂

(s)는 분자 결정이다.

5. 반응 엔탈피

[정답맞히기] ㄱ. 반응 엔탈피(ΔH)는 생성물의 엔탈피 합에서 반응물의 엔탈피 합을 뺀 값이다. ΔH 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(ΔH)가 -184 kJ이므로 $HCl(g)$ 1 mol이 생성될 때의 반응 엔탈피(ΔH)는 -184 kJ의 $\frac{1}{2}$ 배인 -92 kJ이다. 정답③

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

6. 상평형 그림

[정답맞히기] ㄱ. P_1 atm에서 $t_1^\circ\text{C}$ 일 때의 안정한 상은 기체이고, $t_2^\circ\text{C}$ 일 때 안정한 상은 액체, 기체이므로 온도는 $t_1 > t_2$ 이다. 정답①

[오답피하기]

ㄴ. P_1 atm, $t_2^\circ\text{C}$ 에서 CO_2 의 안정한 상은 액체, 기체이므로 액체 상태의 상이 존재할 수 있는 $P_1 > 5.1$ 이다.

ㄷ. P_1 atm, $t_1^\circ\text{C}$ 에서 CO_2 의 안정한 상은 기체이고, P_2 atm, $t_1^\circ\text{C}$ 에서 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. $t_1^\circ\text{C}$ 에서 증기 압력은 $X(l) > Y(l)$ 이므로 분자 사이의 인력은 $Y(l) > X(l)$ 이다. 정답①

[오답피하기]

ㄴ. $t_2^\circ\text{C}$, 1 atm에서 Y의 안정한 상은 액체이다.

ㄷ. (나)로부터 P atm에서 $X(l)$ 의 끓는점이 $t_2^\circ\text{C}$ 임을 알 수 있고, (가)에서 $t_2^\circ\text{C}$ 에서 $X(l)$ 의 증기 압력이 1 atm보다 크므로 $P > 1$ 이다.

9. 완충 용액

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 CH_3COOH 의 양은 0.2 mol이고, NaOH 의 양은 0.1 mol이므로 (가)는 약산인 CH_3COOH 와 CH_3COO^- 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 CH_3COOH 가 반응하여 CH_3COO^- 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 CH_3COOH 과 CH_3COO^- 이 모두 0.5 M로 존재하는 완충 용액이므로 (가)에 1 M $\text{HCl}(aq)$ 1 mL를 넣으면 CH_3COO^- 과 반응하여 CH_3COOH 이 생성되는 쪽으로 평형이 이동한다. 따라서 평형에 도달했을 때 증가한 H_3O^+ 의 양은 반응 전에 넣은 H_3O^+ 의 양 0.001 mol보다 작다.

10. 1차 반응

이 반응은 A에 대한 1차 반응이므로 반감기가 일정하다. 반응 전 $A(g)$, $C(g)$ 의 양이 각각 2 mol, 1 mol이므로 반감기가 1번 지났을 때 $A(g) \sim C(g)$ 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. $A(g)$ 의 순간 반응 속도는 A의 몰 농도에 비례하므로

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

ㄷ. 0~ t 동안 감소한 A의 양은 1 mol이고, 0~ $2t$ 동안 감소한 A의 양은 1.5 mol이므로 $\frac{0 \sim t\text{ 동안 생성된 } B(g)\text{의 양(mol)}}{0 \sim 2t\text{ 동안 생성된 } B(g)\text{의 양(mol)}} = \frac{2}{3}$ 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 $A(aq)$ 25 g에 들어 있는 A의 질량을 w g이라고 하면, 몰랄 농도

$$2.5 m = \frac{\frac{w}{100}}{\frac{25-w}{1000}} \text{이므로 } w=5 \text{이다. 또한 } 10 \% A(aq) \text{ } 100 \text{ g에 들어 있는 A의 질량은}$$

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 $PV = nRT = \frac{w}{M}RT$ 이므로 X, Y의 분자량을 각각 M_X , M_Y 라고 하면 (가)에서 $4 = \frac{3w}{M_X}RT$, $3 = \frac{4w}{M_Y}RT$ 이므로 $M_X : M_Y = 9 : 16$ 이다. 같은 온도와 압력에서 기체의 밀도는 분자량에 비례하므로 (나)에서 \ominus 은 $Y(g)$, \oplus 은 $X(g)$ 이다. $PM = dRT$ 이고 (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 $[A] = 0.6$ M이고, $3 \times 10^{-4} \text{ M} \cdot \text{s}^{-1} = k \times 0.6 \text{ M}$ 에서 $k = 5 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ 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 $[B] = 0.6$ M이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. I 과 II에서 용기의 부피를 각각 V_I , V_{II} 라고 하면, $v = k[A]$ 이고, 초기 반응 속도 비가 $I : II = 2 : 1$ 이므로 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 $\frac{1}{4} \text{ M}$, $\frac{1}{4} \text{ M}$, $\frac{5}{4} \text{ M}$ 이

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

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

[오답피하기] ㄷ. I 에서 $Q>K$ 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. 따

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 $OH^-(aq)$ 의 농도를 x M라고 할 때, 양적 관계를 다음과 같다.

	$A^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HA(aq) + OH^-(aq)$		
반응 전(M)	0.1		
반응(M)	$-x$	$+x$	$+x$
반응 후(M)	$0.1-x$	x	x

$\frac{[A^-]}{[HA]} = \frac{0.1-x}{x} \simeq \frac{0.1}{x} = 300$ 이므로, $x = \frac{1}{3} \times 10^{-3}$ 이다. $K_b = \frac{K_w}{K_a}$ 이므로 $A^-(aq)$ 의 이온

화 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 에 $\frac{1}{3} \times 10^{-3}$ 을

대입하면 K_a 는 9×10^{-9} 이다. 정답④

17. 용액의 총괄성

[정답맞히기] ㄱ. $t_2^\circ C$ 에서 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 \times

용질의 몰 분율이므로 (가)에서 B의 몰 분율은 $\frac{1}{101}$ 이다.

ㄴ. $A(l)$ 의 증기 압력은 $t_2^\circ C$ 에서가 $t_1^\circ C$ 에서보다 크므로, $t_2 > t_1$ 이다. 용액 (가)의 $t_2^\circ C$ 에서 증기 압력이 1 atm이므로 $P < 1$ 이다.

ㄷ. $t_1^\circ C$ 에서 $A(l)$ 의 증기 압력이 1 atm이므로 $A(l)$ 의 끓는점은 $t_1^\circ C$ 이고, 용액 (가)의 $t_2^\circ C$ 에서 증기 압력이 1 atm이므로 용액 (가)의 끓는점은 $t_2^\circ C$ 이고, 끓는점 오름은 $(t_2 - t_1)^\circ C$ 이다. (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. $PV = nRT$ 이므로 $\frac{PV}{T} \propto n$ 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 Ne(g)의 밀도가 0.8 g/L이다. 강철 용기의 부피가 2 L이므로 Ne(g)의 질량은 1.6 g으로 0.08 mol이다. $x = 0.8$ 이므로 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 Ar(g)의 몰 분율은 $\frac{3}{4}$ 이므로 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 Ar(g)의 부분 압력도 (나)에서의 $\frac{3}{2}$ 배가 되므로 (다) 과정 이후 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, $\frac{PV}{nT} = R$ 이므로 $\frac{1 \times V}{(2n+2) \times T} = \frac{1 \times 2V}{x \times \frac{4}{3}T}$ 이고, $x = 3n+3$ 이다. (가)에서 $\text{He}(g)$ 의 양이 $\frac{7}{3}$ mol이므로

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