

2020학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가  
과학탐구영역 **화학Ⅱ** 정답 및 해설

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

### 1. 물의 광분해

[정답맞히기] 수소 연료 전지로부터 전기 에너지를 얻으려면 수소와 산소를 반응시켜야 하고, 물의 광분해에서는 수소와 산소가 생성된다. 따라서 (가)는 산소이다. 정답②

### 2. 수소 결합

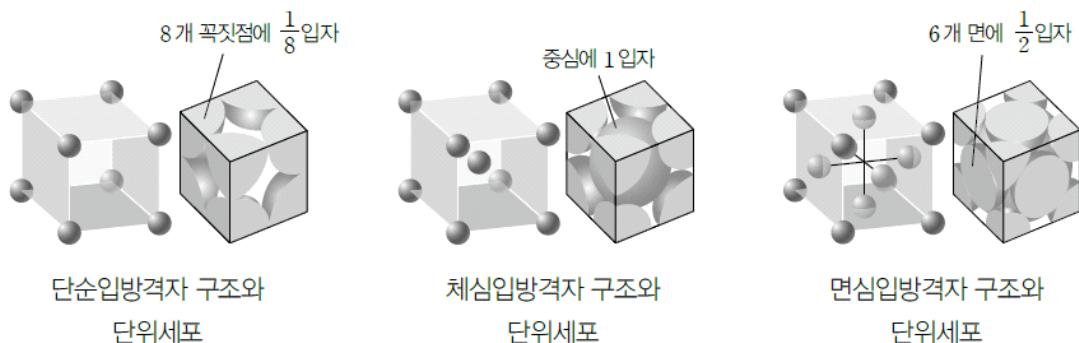
수소 결합은 전기 음성도가 큰 F, O, N에 결합된 H 원자와 이웃하는 분자의 F, O, N 원자 사이에 작용하는 강한 인력이다.

[정답맞히기] (나)와 (다)에는 O와 결합한 H 원자가 있으므로 수소 결합을 한다.

정답④

[오답피하기] (가)는 H원자가 C와 결합해 있으므로 수소 결합을 할 수 없다.

### 3. 고체 결정의 구조



[정답맞히기] ㄱ. (가)는 단위 세포의 꼭짓점에만 입자가 존재하는 구조이므로 단순 입방 격자 구조이다.

ㄴ. 면심 입방 격자 구조는 꼭짓점에  $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개, 면에  $\frac{1}{2} \times 6 = 3$ 개의 입자가 있으므로 총 4개의 입자가 있다. 체심 입방 격자 구조는 꼭짓점에  $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개, 체심에 1개의 입자가 있으므로 총 2개의 입자가 있다. 따라서 ㉠으로 ‘단위 세포에 포함된 입자 수가 3이상인가?’는 적절하다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 1개의 입자에 가장 인접한 입자 수는 (가)의 단순 입방 격자 구조가 6개, (나)의 체심 입방 격자 구조가 8개이므로 (가)에서가 (나)에서보다 작다.

### 4. 촉매와 반응 속도

[정답맞히기] 촉매의 유무 외에는 다른 조건은 모두 동일해야 하므로 A와 C를 비교하면 촉매가 반응 속도에 미치는 영향을 비교할 수 있다.

정답②

## 5. 자유 에너지 변화

[정답맞히기] A(g)와 B(g)가 자발적으로 반응한다고 하였으므로  $\Delta G < 0$ 이다. 반응 전과 후에 기체의 몰수가 감소하였으므로 엔트로피 변화  $\Delta S < 0$ 이다.  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이고,  $\Delta G < 0$ ,  $\Delta S < 0$ 이므로  $\Delta H < 0$ 이다. 정답⑤

## 6. 상평형

[정답맞히기] ㄱ. 온도  $T$ 에서  $H_2O(l)$ 의 양이 더 이상 변하지 않는 상태이므로 동적 평형 상태이다. 따라서  $H_2O(g)$ 의 압력은 변하지 않는다.

ㄴ. 동적 평형 상태이므로 증발 속도와 응축 속도는 같다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 용기 안 온도를  $T$ 보다 낮추면  $H_2O(g)$ 의 분자 수가 감소하게 되므로  $H_2O(g)$ 의 질량은 감소한다.

## 7. 계의 엔트로피

엔트로피는 무질서도의 척도로 기체 상태가 액체 상태보다 크며, 기체 분자 수가 클수록 엔트로피는 크다.

[정답맞히기] (가)에서  $A_2$ 는 액체 상태 1몰이고, (나)에서  $A_2$ 는 기체 상태 1몰이며, (다)에서는 (나)와 온도가 같으면서 분자 수가 2배이므로 계의 엔트로피는 (다)>(나)>(가)이다. 정답④

## 8. 엔탈피 변화

주어진 그림의  $\Delta H > 0$ 이므로  $a \sim d$ 는 모두 (+)값이다.

[정답맞히기] ㄱ. 반응  $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$ 의 엔탈피 변화  $\Delta H = d$  kJ이다. 정답①

[오답피하기] ㄴ.  $H_2O(l)$ 의 생성 엔탈피는 반응  $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$ 의 엔탈피 변화  $\Delta H = -(c+d)$  kJ/몰이다.

ㄷ. 결합 에너지는 기체 상태의 물질을 구성하는 두 원자 간의 공유 결합 1몰을 끊어 기체 상태의 원자로 만드는 데 필요한 에너지이므로 O-H의 결합 에너지는 반응  $H_2O(g) \rightarrow 2H(g) + O(g)$ 의 엔탈피 변화의 절반에 해당하므로  $\frac{(a+b+c)}{2}$  kJ/몰이다.

## 9. 물의 가열 곡선

[정답맞히기] ㄴ.  $H_2O$  1몰을 융해시키는 데 필요한 열량은 6 kJ, 기화시키는 데 필요한 열량은 40 kJ이다. 따라서  $\frac{H_2O \text{의 기화열}}{H_2O \text{의 융해열}} = \frac{40}{6} = \frac{20}{3}$  이다.

ㄷ. P에서 열량을 가하여 Q가 되므로 에너지를 흡수한 것이다. 따라서  $H_2O$  1몰의 엔트로피는 P에서가 Q에서보다 작다. 정답④

[오답피하기] ㄱ. 비열은 물질 1 g의 온도를 1 °C올리는 데 필요한 열량이다.  $H_2O(s)$

온 온도를 25 °C 높이는 데 1 kJ의 열량을 가했고, H<sub>2</sub>O(l)은 온도를 100 °C 높이는

데 8 kJ의 열량을 가했으므로  $\frac{\text{H}_2\text{O}(s)\text{의 비열}}{\text{H}_2\text{O}(l)\text{의 비열}} = \frac{\frac{1}{25}}{\frac{8}{100}} = \frac{1}{2}$  이다.

## 10. 상평형

70 °C, 0.5기압에서 A와 B의 안정한 상은 각각 액체와 기체이므로 증기 압력은 B>A이다.

[정답맞히기] ㄱ. 증기 압력은 B>A이므로 기준 끓는점은 A가 B보다 높다.

ㄴ. 70 °C, 0.5기압에서 A의 안정한 상은 액체이므로 A(g) → A(l) 반응은 자발적으로 일어난다. 따라서  $\Delta G < 0$ 이다.

ㄷ. 80 °C, 0.5기압에서 A는 액체와 기체가 공존하는 상태이고, B는 기체가 안정한 상이므로 안정한 상의 수는 A가 B보다 크다. 정답⑤

## 11. 자유 에너지 변화

$\Delta H$ 의 단위는 kJ이고,  $\Delta S$ 의 단위는 J/K임을 참고하여 계산시 두 값의 단위를 맞추어야 한다.

[정답맞히기] ㄴ.  $T = \frac{1000}{3} K$ 에서 A(α) → A(β)의  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = x - \frac{1000}{3}(3x) \cdot \frac{1}{1000} = 0$  kJ이므로 자유 에너지는 A(α)와 A(β)가 같다. 정답②

[오답피하기] ㄱ.  $T = 300 K$ 에서 반응 A(α) → A(β)의 자유 에너지 변화  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = x - 300(3x) \cdot \frac{1}{1000} = 0.1x$  kJ이므로 비자발적이다.

ㄷ.  $T = 350 K$ 에서 반응 A(α) → A(β)의 자유 에너지 변화  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = x - 350(3x) \cdot \frac{1}{1000} = -0.05x$  kJ이므로 자발적이다. 따라서 A의 안정한 상은 β이다.

## 12. 라울 법칙

[정답맞히기] ㄴ. (나)에서 같은 질량의 X를 넣었을 때 증기 압력이 같으므로 증기 압력이 감소한 정도는 A가 B보다 크다. 이는 X의 몰수는 같고 A의 몰수가 B보다 작기 때문이므로 분자량은 A>B이다.

ㄷ. (가)에서 B(g)의 압력은 순수한 B(l)의 증기 압력이고, (나)에서 B(g)의 압력은 용질 X가 용해된 B(l)의 증기 압력이므로 증기 압력 내림이 있다. 따라서 B(g)의 압력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 증기 압력은 A>B이므로 분자 사이의 인력은 B(l)>A(l)이다.

## 13. 화학 전지

[정답맞히기] ㄱ. X가 A인 전지의 반응이 진행되면 Cu 전극이 (-)극, A 전극이 (+)

극이 되므로 Cu는  $Cu^{2+}$ 으로 되고  $A^+$ 은 A로 석출될 것이다. 따라서  $[A^+]$ 는 감소한다.

정답①

**[오답피하기]** ㄴ. X가 B인 전지의 반응이 진행되면 B 전극은 (-)극 Cu 전극은 (+)극이 되므로 전자는 B에서 나와 도선을 통해 Cu로 이동하게 된다.

ㄷ. X가 A일 때  $E_{\text{전지}}^\circ = 0.80 - 0.34 = 0.46 \text{ V}$ 이고, X가 B일 때  $E_{\text{전지}}^\circ = 0.34 - (-0.76) = 1.10 \text{ V}$ 이므로 표준 전지 전위는 X가 B일 때가 A일 때보다 크다.

#### 14. 중화 적정

**[정답맞히기]** ㄱ. (가)는 강산과 강염기의 혼합 용액이므로 1.0M HA(*aq*) 100 mL에 들어 있는 0.1몰의  $H_3O^+$ 이 0.25 M NaOH(*aq*) 100 mL에 들어 있는 0.025몰의  $OH^-$ 과 반응하여 혼합 용액에는 0.075몰의  $H_3O^+$ 이 총 200 mL의 수용액에 들어 있는 것이다. 따라서  $[H_3O^+] = \frac{0.075 \text{ 몰}}{0.2 \text{ L}} = \frac{3}{8} \text{ M}$ 이다.

ㄷ. (다)는 약산 HB(*aq*)과 강산 NaOH의 혼합 용액으로 중화점에서  $[B^-] = \sqrt{C \times K_b}$ 에 서  $C = \frac{0.1 \text{ 몰}}{0.5 \text{ L}} = 0.2 \text{ M}$ ,  $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-7}} = \frac{1}{2} \times 10^{-7}$ 이므로  $[B^-] = [OH^-] = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$ 이 고,  $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-10} \text{ M}$ 이다. 따라서  $y < 2 \times 10^{-10}$ 이다. 정답③

**[오답피하기]** ㄴ. (나)에서는 HB 0.1몰과 NaOH 0.075몰이 반응한 것이므로 HB는 0.025몰  $B^-$ 은 0.075몰이 존재한다. 따라서  $\frac{[B^-]}{[HB]} = 3$ 이다.

#### 15. 용해도

**[정답맞히기]** 포화 수용액 A(*aq*)  $w_1$  g과 포화 수용액 B(*aq*)  $w_2$  g에 각각 넣어준 A(*s*) 와 B(*s*)의 질량이  $x$  g으로 같으므로 주어진 자료의  $T_2$ 와  $T_1$ 에서의 용해도 차를 같게 하여 초기 수용액을 정하면 된다.  $T_2$ 와  $T_1$ 에서의 용해도 차는 A(*s*), B(*s*)가 각각 90. 40이므로 A(*aq*)의 양은  $T_1$ 에서 4배, B(*aq*)의 양은  $T_1$ 에서 9배를 하면 넣어준 A와 B의 질량이 360 g으로 같아지게 된다. 따라서  $T_1$ 에서 A(*aq*)의 질량은  $(50+100) \times 4 = 600 \text{ g}$ , B(*aq*)의 질량은  $(100+100) \times 9 = 1800 \text{ g}$  이므로  $\frac{w_2}{w_1} = 3$ 이다.

정답④

#### 16. 농도의 변환

**[정답맞히기]** (가)에서 NaOH(*s*)의 질량은 6 g이고 물의 질량은 54 g이다. (나)에서 NaOH(*aq*)의 밀도는 1.02 g/mL이므로 100 mL의 질량은 102 g이다. 몰랄 농도가 0.50M이므로 NaOH(*s*)의 질량은 2 g 물의 질량은 100 g이다. (가)와 (나)의 수용액을 혼합하면 NaOH(*s*)의 질량은 8 g이므로 0.2몰이고, 수용액의 질량은  $60 + 102 = 162 \text{ g}$  이다. 1.2M NaOH(*aq*)의 부피를  $V \text{ L}$ 라고 하면 NaOH의 질량은 변하지 않으므로

---

$\frac{8}{40} = 0.2$  몰로  $\frac{0.2}{V} = 1.2M$  이고,  $V = \frac{500}{3}$  mL이다. 밀도가 1.05 g/mL이므로 (다)에서 수용액의 질량은  $1.05 \times \frac{500}{3} = 175$  g이다. 따라서  $x = 175 - 162 = 13$ 이다.

정답①

## 17. 반응 속도

[정답맞히기] ㄱ. 반응 전  $P = 5.0$ 기압이었고, 반응이 일어나서 A가 모두 소모되었을 때  $P = 10$ 기압이다. 따라서 반응 후 분자 수가 반응 전보다 2배이어야 하므로  $b = 3$ 이다.

ㄷ. 5분일 때  $P = 9$ 기압이므로 반응한 A의 압력을  $2x$ 라고 하면



반응 전	5		
반응	- $2x$	$+3x$	$+x$
반응 후	$5-2x$	$3x$	$x$

반응 후 기체의 압력  $P = 5 + 2x = 9$ 이므로  $x = 2$ 이다. 따라서 반응 후 A(g)는 1기압, B(g)는 6기압, C(g)는 2기압이므로 C의 몰 분율은  $\frac{2}{9}$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. 1분일 때는 반응 전보다 0.6기압 압력이 증가하였으므로 반응 후 기체의 압력  $P = 5 + 2n = 5.6$ 기압에서  $n = 0.3$ 이다. 따라서 A는 0.6기압이 감소한 것이다. 4분일 때는 3분일 때보다 1.0기압 증가하였으므로 A는 1.0기압이 감소한 것이다. 따라서  $\frac{\text{1분일 때의 순간 반응 속도}}{\text{4분일 때의 순간 반응 속도}} = \frac{3}{5}$ 이다.

## 18. 평형 이동

[정답맞히기] 화학 반응식이  $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 이므로 (가)와 (나)에서 부피가 감소하고, 온도가 증가하여도 기체의 몰수에는 변화가 없다. (가)에서 A(g)가  $x$ 몰, B(g)가  $y$ 몰 있다고 하면 평형 상수  $K = \frac{2^2}{x \times y} = \frac{16}{5}$ 이므로  $xy = \frac{5}{4}$ 이다. (나)에서는 (가)에서보다 온도가 2배, 부피가 0.5배이므로  $PV = nRT$ 에서 압력은 4기압이다. (나)에서 C는 1몰이 감소하였으므로 A는  $(x+0.5)$ 몰, B는  $(y+0.5)$ 몰이 존재하는 것이고 평형 상수  $K = \frac{1^2}{(x+0.5)(y+0.5)} = \frac{1}{3}$ 이다. 식을 풀면  $xy + \frac{1}{2}(x+y) + \frac{1}{4} = 3$ 이고,  $x+y=3$ 이다. (나)에서 전체 압력은 4기압이고 A와 B의 몰수 합은  $x+y+1 = 4$ 몰이고, C는 1몰이므로 C의 부분 압력은  $4 \times \frac{1}{5} = \frac{4}{5}$ 기압이다. 정답⑤

## 19. 반응 속도

[정답맞히기] Ne의 몰수는 반응이 지나도 변하지 않으므로 실험 I에서  $t = 1$ 분일 때



$\text{Ne}(g)$ 의 몰 분율이  $\frac{1}{7}$ 이므로 전체 기체의 몰수는 14몰이고, A와 B의 몰수 합은 12몰이다. 실험 I에서 시간에 따른 기체 A와 B의 몰수 합을 나타내면 다음과 같다.

실험 I	$t = 1\text{분}$	$t = 2\text{분}$	$t = 3\text{분}$	$t = 4\text{분}$
A와 B의 몰수 합	12	14		15.5

화학 반응식이  $\text{A}(g) \rightarrow 2\text{B}(g)$ 이므로 1분마다 반응이 진행하면서 A의 몰수는 감소하는데 일정한 간격으로 전체 몰수가 증가하는 양이 감소하므로 A의 농도에 반응 속도가 비례함을 알 수 있다. 따라서 반응이 A에 대한 1차 반응이고, A의 반감기가  $t = 1\text{분}$ , 강철 용기를 1 L라고 하여 A의 초기 농도를  $x = 8\text{M}$ 이라고 하면, A와 B의 양적 관계는 다음과 같이 되어 주어진 자료를 만족하게 된다.

$\text{A}(g) \rightarrow 2\text{B}(g)$		
반응 전(M)	8	
반응	-4	+8
1분 후	4	8 (A+B=12)
반응	-2	+4
2분 후	2	12 (A+B=14)
반응	-1	+2
3분 후	1	14
반응	-0.5	+1
4분 후	0.5	15 (A+B=15.5)

따라서 실험 II에서는  $3x = 24\text{몰}$ 의 A가 반응하여 2번의 반감기를 거친  $t = 2\text{분}$ 에서 양적 관계는 다음과 같다.

$\text{A}(g) \rightarrow 2\text{B}(g)$		
반응 전(M)	24	
반응	-12	+24
1분 후	12	24 (A+B=36)
반응	-6	+12
2분 후	6	36 (A+B=42)

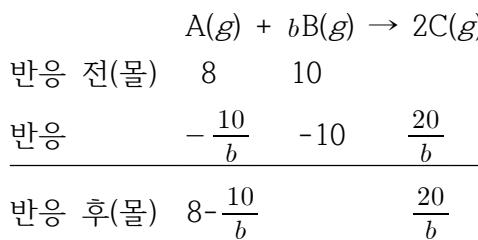
따라서  $\text{Ne}(g)$ 의 몰 분율은  $\frac{2}{42+2} = \frac{1}{22}$ 이다.

정답⑤

## 20. 기체의 성질

[정답맞히기]  $PV \propto n$ 이므로 (가)에서  $\text{A}(g)$  10몰,  $\text{Ar}(g)$  10몰이 들어 있다고 가정하면 (나)에서 콕을 동시에 잠깐 열었다가 닫았더니  $P_1 V_1 = 8\text{i}$ 므로  $\text{A}(g)$ 는 8몰이 들어 있고, 실린더의 부피는 2 L이므로  $\text{Ar}(g)$ 의 부피는  $\frac{6}{7}\text{ L}$ 이고 압력은 7기압이므로  $\text{Ar}(g)$ 은 6몰임을 알 수 있다. 따라서 감소한 기체의 몰수는 A가 2몰, Ar은 4몰이고, 분자

운동 속력은 Ar이 A보다 2배 큼을 알 수 있다. 그레이엄 법칙에 따르면 분자량이 4 배이면 분자 운동 속력이 2배이므로 A의 분자량은 Ar의 4배이다. 따라서  $x = 160$ 이다. (가)에서 B(g)의 몰수는  $4 \times \frac{5}{2} = 10$ 몰이므로 (다)에서 A가 모두 소모되면 양적 관계가 성립이 되지 않고 B가 모두 반응해야만 반응의 양적 관계가 성립하게 된다. 따라서 (다)에서는 B(g)가 모두 반응한 것이다.



(다)에서 Ar의 몰수는 6몰이므로 C의 몰 분율은  $\frac{\frac{20}{b}}{8 + \frac{10}{b} + 6} = \frac{1}{4}$ 이므로  $b = 5$ 이다.

(다)에서 전체 기체의 몰수는 16몰이고, 용기의 부피는 실린더와 강철 용기를 합해  $\frac{9}{2} \text{ L}$ 이므로  $P_2 = y = \frac{32}{9}$  기압으로  $\frac{x}{y} = \frac{160}{\frac{32}{9}} = 45$ 이다. 정답②