

2015학년도 대학수학능력시험  
과학탐구영역 화학II 정답 및 해설

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

1. 물의 광분해

[정답 맞히기] 물의 광분해 과정은 태양광 에너지를 이용하여 수소 기체를 얻는 방법이다.

정답 ③

2. 발열 반응

[정답 맞히기] ㉠에서 손난로가 뜨거워지므로 발열 반응이다. ㉡은 연소 반응이므로 발열 반응이다.

정답 ③

[오답 피하기] ㉢에서는 주위의 열을 흡수하므로 흡열 반응이다.

3. 이산화 탄소의 상평형

[정답 맞히기] (나)에서  $\text{CO}_2(s)$ 가 승화하여  $\text{CO}_2(g)$ 가 되는 과정이 자발적으로 일어나고, (다)에서는  $\text{CO}_2(s)$ 가 승화하여  $\text{CO}_2(g)$ 가 되었지만 외부로 빠져나가지 못하고 내부 압력을 증가시키게 되어  $\text{CO}_2(l)$ 가 생성되었으므로  $\text{CO}_2$  상평형에서 압력이 삼중점 이상으로 증가하게 된 것이다. 따라서 이때 압력  $P$ 는 대기압보다 크다.

정답 ④

4. 모세관 현상의 실험 조건

[정답 맞히기] 모세관 현상에 영향을 미치는 온도의 영향을 알아보기 위해서는 다른 조건은 같게 한 다음 온도만 다른 조건에서 실험을 해야 한다. 따라서 물질은 증류수, 유리 모세관의 안지름은 0.3mm로 같고 온도가 다른 A와 C의 실험 조건으로 실험해야 한다.

정답 ②

5. 활성화 에너지와 반응 속도

[정답 맞히기] 활성화 에너지의 크기는 반응 I에서가 II에서보다 크므로 반응 속도는 반응 II가 I보다 빠르다. 또한 촉매를 사용하여 반응 경로를 달리한 반응이 반응 II이지만 촉매를 사용하였다더라도 반응 후 생성물의 농도에는 변화가 없다. 따라서 A의 농도가 더 크게 감소하고, 반응이 모두 진행된 이후의 농도가 같은 ④가 가장 적절하다.

정답 ④

6. 기체 분자의 운동

[정답 맞히기] ㄱ. 기체 A가 간 거리인  $l_A$ 가  $l_B$ 보다 크므로 평균 분자 운동 속력은 A가 B보다 크다.

정답 ①

[오답 피하기] ㄴ.  $l_A$ 는  $v_A$ 에 비례하는 값이고, 분자 운동 속력  $v_A \propto \sqrt{\frac{1}{M_A}} \propto \sqrt{\frac{1}{d_A}}$ 이다. 따라서  $d_A : d_B = l_B^2 : l_A^2$ 이다. ㄷ.  $T$ 보다 높은 온도에서 실험하면 두 분자의 속력은 모두 증가하게 되므로  $l_A$ 의 값은 온도  $T$ 에서와 같이 일정하게 유지된다.

7. 분자 간의 인력

C와 Si는 14족, N과 P는 15족, O와 S는 16족 원소이다. 이들 원소의 수소 화합물 중 끓는점

이 가장 높은 e는 H<sub>2</sub>O이고, f는 e와 같은 족의 분자이므로 H<sub>2</sub>S이다. c는 끓는점이 a와 b보다 높으므로 NH<sub>3</sub>이고, d는 PH<sub>3</sub>이다. 가장 끓는점이 낮은 것은 14족 원소의 수소 화합물일 것이고 14족 원소는 무극성 분자로 분산력이 작용하므로 a는 SiH<sub>4</sub>이고, b는 CH<sub>4</sub>이다.

[정답 맞히기] ㄱ. c는 NH<sub>3</sub>이므로 수소 결합을 한다. ㄴ. f는 e와 같은 족의 수소 화합물인 H<sub>2</sub>S이다. ㄷ. 14족 원소인 a와 b는 분산력이 작용하는데 분산력은 a의 끓는점이 b보다 높으므로 분산력은 a가 b보다 크다. 정답 ⑤

### 8. 반응 지수와 평형 상수

[정답 맞히기] ㄱ. 그림에서 시간에 따른 반응 지수가 1로 수렴하므로 평형 상수(K)는 1인 반응이다. (가)의 농도를 평형 상수식에 대입하면 반응 지수  $Q = \frac{1^2}{1 \times 1} = 1$ 이므로 K와 같다. 따라서 (가)는 평형 상태의 농도이므로 정반응과 역반응의 속도가 같다. 정답 ①

[오답 피하기] ㄴ. (나)의 반응 지수  $Q = \frac{2^2}{1 \times 1} = 4$ 로 K보다 크다. 따라서 반응이 진행될수록 역반응이 진행하여 A의 농도가 증가한다. ㄷ. 그림은 반응 지수 Q가 K보다 큰 값을 나타내므로 (나)에 해당한다.

### 9. NaCl 수용액의 전기 분해

[정답 맞히기] ㄱ. NaCl 수용액을 전기 분해하면 (+)극에서는 Cl<sup>-</sup>이 산화되어 Cl<sub>2</sub>가, (-)극에서는 H<sub>2</sub>O가 환원되어 H<sub>2</sub>가 발생한다. 따라서 ㉠은 H<sub>2</sub>이다. 정답 ①

[오답 피하기] ㄴ. ㉠은 Cl<sup>-</sup>로 전자를 잃고 산화된다. ㄷ. 반응식의 계수비가 같으므로 t초에서 OH<sup>-</sup>의 양이 0.01몰이면 전자 0.01몰이 전기 분해 과정에서 소모된 것이다. 따라서 흘러준 전하량은 965C이다.

### 10. %농도와 몰랄 농도

[정답 맞히기] T<sub>2</sub>에서 포화된 KNO<sub>3</sub> 수용액 200g의 %농도가 60%이므로 KNO<sub>3</sub>의 질량은 120g, 물의 질량은 80g이다. T<sub>1</sub>으로 온도를 낮춰주었을 때 20%로 농도가 감소하므로 석출되는 KNO<sub>3</sub>의 질량을 ㉠이라고 하면,  $\frac{120 - \text{㉠}}{200 - \text{㉠}} \times 100 = 20$ 이고 ㉠=100이다. KNO<sub>3</sub>의 분자량을

M이라고 하면 T<sub>1</sub>에서의 몰랄 농도는  $\frac{20}{0.08} = a$ 이고, T<sub>2</sub>에서의 몰랄 농도는  $\frac{120}{0.08} = x$ 이다. 따라서  $x = 6a$ 이다. 정답 ④

### 11. 결합 에너지와 반응 엔탈피

[정답 맞히기] 반응 엔탈피(ΔH) = 응물의 결합 에너지의 합 - 생성물의 결합 에너지의 합으로 나타낼 수 있다. H<sub>2</sub> + F<sub>2</sub> → 2HF 반응의 ΔH = -546 kJ이므로 436 + (F-F 결합 에너지) - 2(H-F의 결합 에너지) = -546 kJ이다. 또한 a는 (F-F 결합 에너지) + (431 × 2) - 242 - 2(H-F의 결합 에너지)이고, 이를 계산하면 a = 862 - 242 - 982 = -362 kJ이다. 정답 ③

12. 자유 에너지 변화( $\Delta G$ )

[정답 맞히기] ㄴ. (나)에서  $\Delta G < 0$ 이므로  $\Delta G = -4a - T\Delta S < 0$ 이다. 따라서  $\Delta S > -\frac{4a}{T}$ 이다. ㄷ. (다)에서 A가 고체이므로  $\Delta S > 0$ 이고, (다)의  $\Delta H$ 는 ((가)의  $\Delta H \times 2$ ) + (나)의  $\Delta H$ 로부터 구할 수 있으므로 (다)의  $\Delta H = -2a$ 이다. 따라서  $b = -2a - T\Delta S$ 에서  $a > 0$ 이고,  $\Delta S > 0$ 이므로  $b < 0$ 이다. 정답 ⑤

[오답 피하기] ㄱ. (가)의 반응에서 A가 고체이므로  $\Delta S > 0$ 이고,  $\Delta G = 0$ 이므로  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 의 식에 이를 대입하면  $\Delta H > 0$ 이 되어  $a > 0$ 이다.

13. 반응 속도에 영향을 주는 요인

[정답 맞히기] ㄱ. 입자 모형에서 ●가 반응물이므로 0~a초 동안의 평균 반응 속도는 (가)에서  $\frac{4}{a}$ , (나)에서  $\frac{2}{a}$ , (다)에서  $\frac{3}{a}$ 이다. 따라서 평균 반응 속도가 가장 큰 것은 (가)이다. ㄴ. (가)에서 ●의 입자 수가 절반이 되는 시간은 a이고, (나)에서도 a이므로 A의 반감기는 (가)와 (나)에서 같다. ㄷ. (가)에서 반응의 반감기가 일정한 것으로 보아 반응 속도는 A에 대한 1차 반응임을 알 수 있다. 따라서 (다)의 반응은 반감기가 2번 지나간 반응이므로 온도가 (가)보다 높아서 반응 속도가 빠른 반응이다. 정답 ⑤

14. 반응의 자발성

●를 A, ○를 B라고 하면, 반응 전에 존재하는 분자의 종류는  $A_2$ 와  $A_2B$ 이고, 반응 후에 생성되는 분자는  $A_3B$ 이다. 따라서 화학 반응식은  $A_2(g) + 2A_2B(g) \rightarrow 2A_3B(g)$ 가 되고 반응 후에는 기체의 분자 수가 감소함을 알 수 있다.

[정답 맞히기] 화학 반응식을 통하여 반응 후에 기체의 분자 수가 감소함을 알 수 있으므로 반응 후에 기체의 분자 수는 감소할 것이고 결국 실린더의 부피는 처음보다 감소하게 된다. 따라서  $\Delta V < 0$ 이고,  $\Delta S < 0$ 이다. 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로  $\Delta G < 0$ 이다.  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 식에 대입하면  $-T\Delta S$ 가 (+)부호를 갖게 되어  $\Delta H < 0$ 이어야 한다. 정답 ②

[오답 피하기] 반응 과정에서 소모된 기체의 몰수를 x라고 하면

	$A_2$	$A_2B$	$A_3B$
반응 전	3	6	
반응 전 단위 부피당 몰수	$\frac{3}{9}$	$\frac{6}{9}$	
반응 후	$3-x$	$6-2x$	$2x$
반응 후 단위 부피당 몰수	$\frac{3-x}{9-x}$	$\frac{6-2x}{9-x}$	$\frac{2x}{9-x}$

$A_2$ 의 분자 수 비를 비교하면  $\frac{3}{9} : \frac{3-x}{9-x} = 3:1$ 이므로  $x = \frac{9}{4}$ 가 되어 반응 후 단위 부피당 몰수는  $A_2 : A_2B : A_3B = \frac{3}{4} : \frac{6}{4} : \frac{18}{4}$ 로 모형과 같은 비율이 된다. 따라서 단위 부피당 몰수 비는 변화가 없는 것처럼 보이지만 실제로는 분자 수가 감소하여 부피가 감소한 반응이다.

15. 어는점 내림

[정답 맞히기] ㄴ. 어는점 내림은 (다)가 (나)의 2배이므로 몰랄 농도가 (다)가 (가)의 2배이다.

따라서 용질의 몰수는 (다)가 (가)의 2배가 되어 용매 A의 몰분율은 (가)에서가 (다)에서보다 크다. 정답 ②

[오답 피하기] ㄱ. 용매 A의 질량이 같으므로 (가)와 (나)의 어는점 내림은 X와 Y의 몰수 합에 비례하게 된다.  $\frac{9}{M_X} + \frac{1}{M_Y} = a$ ,  $\frac{3}{M_X} + \frac{7}{M_Y} = 2a$  두식을 연립하면  $M_X : M_Y = 3 : 1$ 임을 알 수 있다. 따라서 화학식량은 X가 Y보다 크다.

ㄷ. X, Y의 분자량을 각각  $3k$ ,  $k$ 라고 하면,  $\frac{9}{3k} + \frac{1}{k} = a$ 에서  $\frac{4}{k} = a$ 이므로 (나)에서  $\frac{5}{3k} + \frac{5}{k} = \frac{40}{3k} = \frac{5}{3}a$ 가 된다. 따라서  $x$ 는  $1.5a$ 보다 크다.

### 16. 0차 반응

반응 과정에서 소모되는 A와 생성되는 B의 농도를 나타내면 다음과 같다.

	몰농도(M)		
	A	B	A+B
초기	4	0	4
2분후	-1	+2	3+2
4분후	-1	+2	2+4

[정답 맞히기] ㄱ. A의 농도가 매 2분마다 1M씩 감소하므로 반응은 A에 대한 0차 반응이다. 따라서 반응 속도 식은  $v = k$ 이고, 반응 속도 상수는  $k = \frac{1M}{2}$ 가 된다. ㄴ. 2분일 때 A의 농도는 1M이 감소해야 하므로 A의 농도는 3M이다. 정답 ③

[오답 피하기] ㄷ. A의 초기 농도가 8M이어도 반응 속도는 같으므로 4분일 때 A의 농도는 2M감소하여 6M이다.

### 17. 증기 압력 내림

[정답 맞히기] ㄱ. 왼쪽 두 용기에 들어 있는 용매의 증기 압력을 비교하면  $P_B - P_A = 5h \text{ mmHg}$ 임을 알 수 있다. A의 증기 압력이 B보다 작으므로 X용액의 용매로 A를 사용하면 5h보다 더 큰 증기압 차이를 보여야 하므로 X용액의 용매는 B이다. ㄴ. X용액의 증기 압력이 B보다 작으므로 기준 끓는점은 X용액이 B보다 높다. ㄷ.  $P_B - P_A = 5h \text{ mmHg}$ 이고, 라울의 법칙에 따라 증기 압력 내림( $\Delta P$ )은 용질의 몰분율과 용매의 증기 압력의 곱으로 나타낼 수 있으므로  $P_B - P_X = \frac{1}{20}P_B = 2h \text{ mmHg}$ 이다. 따라서  $P_B = 40h \text{ mmHg}$ ,  $P_A = 35h \text{ mmHg}$ 가 되어  $P_A : P_B = 7 : 8$ 이다. 정답 ⑤

### 18. 화학 평형

(나)에서 이상 기체 방정식으로부터 B의 몰수를 구할 수 있다.  $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로  $n = \frac{1.5 \times 10}{25} = 0.6$ 몰이다. 따라서 (나)에 존재하는 B의 몰수  $x = 0.4$ 이다. 이는 A 1몰을 넣어 A가 0.8몰 감소하고, B가 0.4몰 증가한 것을 나타내므로 화학 반응식에서 계수 비를 알 수 있게 되어 화학 반응식은  $2A \rightleftharpoons B$ 이다.

[정답 맞히기] ㄴ. B의 몰수가 0.4몰에서 0.3몰로 감소하므로 반응은 역반응으로 진행한 것이

다. 역반응이 흡열 반응이므로 온도는 증가한 것이 되고 따라서  $T_2 > T_1$ 이다.  $c$ . (다)에서  $y$ 는 0.4몰이므로 용기의 압력은  $P = \frac{nRT_2}{V} = \frac{0.7 \times RT_2}{10}$ 이다. 이중 A의 부분 압력은

$$P_A = \frac{0.7RT_2}{10} \times \frac{4}{7} = \frac{RT_2}{25} \text{ 이고, } RT_2 > RT_1 \text{ 이므로 1기압보다 크다.} \quad \text{정답 ⑤}$$

[오답 피하기]  $\gamma$ . (나)에서 용기의 부피가 10L이므로 평형 상수식에 대입하여 평형 상수를 구하면  $K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{(0.04)}{(0.02)^2} = 100$ 이다.

### 19. 산의 이온화 상수

[정답 맞히기]  $\gamma$ . HX와 HY가 약산이므로 이온화도( $\alpha$ )는 pH 또는  $K_a$ 를 통하여 구할 수 있다. HX의  $[H^+]$ 는 농도( $C$ )  $\times$  이온화도( $\alpha$ )로부터 구할 수 있고 pH가 3이므로  $[H^+] = 10^{-3}M$ 가 되어  $\alpha$ 는  $10^{-2}$ 이다. HY의  $K_a = C\alpha^2 = 1 \times \alpha^2 = 2 \times 10^{-4}$ 이므로 HY의 이온화도( $\alpha$ )는  $\sqrt{2} \times 10^{-2}$ 이다. 따라서 산의 이온화도는  $HX < HY$ 이다.  $c$ . HY(aq)의 몰수가 0.15몰이므로 1M NaOH(aq) 150mL를 넣으면 중화점에 도달하게 되고  $[Y^-] = 0.5M$ 가 된다.



초기 농도(M)	0.5		$10^{-7}$
가수 분해한 농도(M)	$-x$	$+x$	$+x$
평형 농도(M)	$0.5-x$	$x$	$x$

평형 상수는  $K = \frac{[HY][OH^-]}{[Y^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-11} = \frac{x^2}{0.5-x}$  이고,  $x$ 가 작은 값이

므로  $\frac{x^2}{0.5} = 5 \times 10^{-11}$ 에서  $x = 5 \times 10^{-6}$ 이다. 따라서  $[OH^-] = 5 \times 10^{-6}M$ 이고,  $[H^+] = 2 \times 10^{-9}M$

가 되어  $pH = 9 - \log 2 \approx 8.7$ 이다. 정답 ③

[오답 피하기]  $\lambda$ . HX(aq)에 들어 있는 HX의 몰수는 0.01몰이다. 여기에 0.005몰의 NaOH를 넣으면 0.005몰의 HX와 0.005몰의  $X^-$ 가 존재하게 된다. 따라서 산의 이온화 상수식  $K_a = \frac{[H_3O^+][X^-]}{[HX]}$ 에서  $\frac{[X^-]}{[HX]} = 1$ 이므로 이때의  $[H_3O^+] = K_a = C\alpha^2 = 0.1 \times (10^{-2})^2$ 가 되어 pH는 5이다.

### 20. 혼합 기체의 몰분율

기체의 몰수는 온도가 일정하면 압력과 부피의 곱에 비례한다. 따라서 과정 (나)에서 혼합 기체의 압력은  $(9 \times 1) + (3 \times 2) = P_1 \times 3$ 으로부터  $P_1 = 5$ 기압이다. 실험 결과  $P_1 : P_2 = 15 : 16$

이므로  $P_2 = \frac{16}{3}$ 기압이고, 과정 (다)에서 혼합 기체의 압력을 구하는 과정에 이를 대입하면

$$(5 \times 2) + (x \times 1) = P_2 \times 3 = \frac{16}{3} \times 3 \text{에서 } x = 6 \text{이다.}$$

[정답 맞히기]  $\gamma$ .  $x = 6$ 이므로 몰수비 He : Ne =  $(9+6) : 6 = 5 : 2$ 이다. 정답 ①

[오답 피하기]  $\lambda$ .  $P_1$  측정 시 용기 B의 기체는 He과 Ne이 혼합되어 있으므로 밀도를 구하기 위해서는  $PV = \frac{w}{M}RT$ 에서  $\frac{w}{V} = \frac{PM}{RT}$ 가 되고 각 기체의 부분 압력과 분자량을 곱하면 된다.

---

$d = \frac{1}{RT}((3 \times 4) + (2 \times 20)) = \frac{52}{25} > 2\text{g/L}$ 이다.  $\therefore P_1$  측정 시 He은 9기압 1L, Ne은 3기압 2L이므로 He의 몰분율은  $\frac{9}{15} = \frac{3}{5}$ 이고,  $P_2$  측정 시 He은 3기압 2L와 6기압 1L, Ne은 2기압 2L이므로 He의 몰분율은  $\frac{12}{16} = \frac{3}{4}$ 이다. 따라서  $X_1 : X_2 = \frac{3}{5} : \frac{3}{4} = 4 : 5$ 이다.