

2015학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가
과학탐구영역 화학Ⅱ 정답 및 해설

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

1. 물의 광분해

[정답맞히기] 물의 광분해는 빛을 이용하여 수소를 생산해내고 이때 생산된 수소는 연소 후 물을 생성하므로 환경 오염의 우려가 적다. 정답①

2. 흡열 반응

[정답맞히기] ㄷ. 냉각 팩 안의 $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ 는 물과 반응한 후 차가워지므로 흡열 반응이다. 따라서 용해 엔탈피 (ΔH)는 0보다 크다. 정답②

[오답피하기] ㄱ. (나)에서 반응이 일어나도 지퍼백 안의 질량은 일정하게 유지된다.
ㄴ. 지퍼백이 차가워지므로 흡열 반응이다.

3. 분자 간의 인력

[정답맞히기] ㄱ. PH_3 는 중심 원자의 비공유 전자쌍이 존재하는 삼각뿔형 구조를 갖는 극성 분자이다. 또한 (다)의 SiH_4 보다 분자량이 크므로 끓는점 x 는 -112 보다 크다.

ㄴ. (가)와 (다)는 무극성 분자이므로 분산력은 분자량이 큰 (다)가 (가)보다 크다.

ㄷ. 분자간의 인력은 끓는점이 높을수록 크므로 (나)가 가장 크다. 정답⑤

4. 계의 종류에 따른 열화학 반응

[정답맞히기] ② (나)는 닫힌계로 열에너지의 출입이 가능하므로 메탄올의 연소 반응에서 발생하는 열이 주위로 빠져나가므로 주위의 온도가 높아져 주위의 엔트로피는 증가한다. 정답②

[오답피하기] ① (가)는 열린계로 발열 반응인 연소 반응에서 계의 엔탈피는 감소한다.

③ (나)는 닫힌계이므로 계와 주위 사이에는 에너지 교환만 된다.

④ 반응 후에 기체의 분자 수가 증가하므로 계의 엔트로피는 증가한다.

⑤ (다)는 고립계로 물질과 열에너지의 교환이 이루어지지 않으므로 주위의 온도는 변하지 않는다.

5. 반응 속도

[정답맞히기] ㄴ. (가)와 (나)를 비교하면 A의 농도가 2배일 때 초기 반응 속도가 2배가 됨을 알 수 있고, (나)와 (다)를 비교하면 B의 농도가 2배일 때 초기 반응 속도가 변화 없음을 알 수 있으므로 반응 속도식은 $v = k[A]$ 이다.

ㄷ. (가)~(다)중 한 실험의 농도를 반응 속도식에 대입하면 반응 속도 상수

$k = 0.1 \text{ 초}^{-1}$ 이다.

정답④

[오답피하기] ㄱ. 반응 속도식이 $v = k[A]$ 이므로 반응 속도는 B의 농도에 무관하다.

6. 고체 결정 구조

[정답맞히기] A의 양이온은 꼭지점에 8개, B의 양이온은 내부에 1개, O^{2-} 는 면에 6개가 존재한다. 단위 세포 내부의 각 이온의 수를 구하면 A의 양이온은 $\frac{1}{8} \times 8 = 1$ 개, B의 양이온은 1개, O^{2-} 는 $\frac{1}{2} \times 6 = 3$ 개가 존재하므로 화합물의 화학식은 ABO_3 이다. 정답②

7. 어는점 내림

[정답맞히기] ㄱ. 포도당($C_6H_{12}O_6$)의 분자량이 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$)보다 작으므로 같은 10g으로 실험한 경우 용질의 몰수는 포도당 수용액이 많으므로 어는점 내림도 크게 된다. 따라서 t_1 이 t_2 보다 낮다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (다)에서 수용액이 어는 동안 수용액의 농도는 증가하여 어는점 내림이 계속 일어나므로 온도는 감소한다.

ㄷ. (나)에서 수용액 10mL를 사용해도 용액의 농도는 변화가 없으므로 어는점은 t_1 으로 같다.

8. 기체의 용해도

[정답맞히기] ㄱ. 온도가 높아지면 기체의 용해도가 감소한다.

ㄴ. 온도가 높아지면서 기체의 용해도가 감소하였으므로 용해 과정은 발열 과정이다.

ㄷ. 그림 II와 III은 온도가 같은데 뚜껑이 닫혀있는 II의 ㉠부분 압력이 더 클 것이므로 CO_2 의 부분 압력은 II가 III보다 크다. 정답⑤

9. 수용액의 농도

[정답맞히기] ㄱ. 몰 농도(M)에 1을 곱하면 1L에 들어 있는 용질의 몰수이므로 (가)에서는 $a \times 1 = \frac{40}{M_X}$ 가 (나)에서는 $b \times 1 = \frac{10}{M_X}$ 의 관계가 성립한다. (가)와 (나)의 용질의 종류는 같으므로 $\frac{40}{a} = \frac{10}{b}$ 가 되어 $a = 4b$ 이다.

ㄷ. 수용액의 밀도가 1L로 같으므로 수용액의 질량은 1000g이고 용질의 질량이 10g으로 같으므로 퍼센트 농도는 (나)와 (다)가 같다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. (가)의 몰랄 농도는 $\frac{a}{0.960} m$ 이고, (나)의 몰랄 농도는 $\frac{a}{0.990} m$ 이다.

10. 표준 환원 전위

[정답맞히기] ㄱ. B의 환원 전위가 음의 값이므로 B를 염산에 넣으면 산화된다.

ㄷ. 환원 전위가 더 작은 B가 환원되는 반응은 자발적으로 일어나지 않으므로 자유

에너지 변화(ΔG°)는 0보다 크다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. $A^{2+} + 2C \rightarrow A + 2C^+$ 반응의 표준 전지 전위 $E^\circ = 1.18 - (-0.14) = 1.32$ V 이다.

11. 촉매와 활성화 에너지

[정답맞히기] ④ (가)보다 (나)의 활성화 에너지가 작으므로 정반응 속도 상수는 (나)가 (가)보다 크다.

정답④

[오답피하기] ① (나)에서 촉매 X를 사용하여 활성화 에너지가 작아졌으므로 X는 정 촉매이다.

② 가장 높은 에너지 상태를 $E_{\max}$ 라고 할 때, 역반응의 활성화에너지는 $E_{\max} - E_1$ 이고, 정반응의 활성화에너지는 $E_{\max} - E_2$ 이므로, 그 차이는 $E_2 - E_1$ 과 같다

③ (가)와 (나)는 같은 온도에서 일어나는 반응이므로 평형 상수는 같다.

⑤ (가)는 (나)보다 정반응과 역반응의 활성화 에너지가 모두 크다.

12. 반응의 자발성

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 반응 후 분자 수가 감소하므로 $\Delta S < 0$ 이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 반응 (나)는 $\Delta H < 0$ 으로 발열 반응이다. 따라서 열은 계에서 주위로 이동한다.

ㄷ. 반응 엔탈피(ΔH)는 $\Delta H_{(가)} - 2\Delta H_{(나)} = -212$ kJ이고, 반응 후 분자 수가 증가하므로 $\Delta S > 0$ 이다. 따라서 반응은 자발적으로 일어나게 되므로 자유 에너지 변화(ΔG°)는 0보다 작다.

13. 반응의 자발성

25°C, 1기압에서 탄소(C)와 황(S)의 동소체 중에서 가장 안정한 것은 흑연과 사방황 이므로 두 반응의 반응 엔탈피와 엔트로피 변화를 나타낼 수 있다.

(가) $C(s, \text{다이아몬드}) \rightarrow C(s, \text{흑연})$ $\Delta H < 0$, $\Delta S > 0$

(나) $S(s, \text{사방황}) \rightarrow S(s, \text{단사황})$ $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 로부터 $\Delta G < 0$ 이므로 온도와 무관하게 자발적인 반응이다.

ㄷ. 엔탈피의 크기는 다이아몬드가 흑연보다 크므로 연소 엔탈피의 절대값은 다이아몬드가 흑연보다 크다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)의 ΔG 를 구하면 온도가 높아질수록 자발성이 증가하는 반응이다.

14. 반응 속도식

T_2 에서 시간에 따른 B의 몰농도로부터 A의 몰농도를 구하면

시간(분)	0	2	4	6	8
A의 몰농도(M)	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1

이므로 반응은 A의 반감기가 2분으로 일정한 1차 반응임을 알 수 있다.

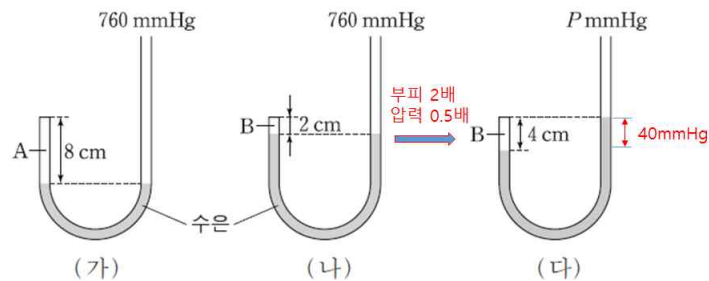
[정답맞히기] ㄱ. 6분에서 A가 0.2M이므로 B는 4분일 때보다 0.1 M증가한 0.70 M이다.

ㄴ. T_2 에서 A에 관한 1차 반응임을 구할 수 있으므로 T_1 에서는 반응 속도 상수만 작고 반응 속도식은 같다. 정답③

[오답피하기] ㄷ. 초기 4분 동안 B(g)의 평균 생성 속도는 $0.1 \text{ M} \cdot \text{분}^{-1}$ 이다.

15. 기체의 압력

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 A의 부피에 해당하는 높이는 8 cm이고, (다)에서 B의 부피에 해당하는 높이는 4 cm이다. (다)에서 B의 부피는 (나)의 2배이므로 (다)에서 기체의 압력은 (나)의 0.5배이다. (나)에서 B의 압력은 760 mmHg이므로 (가)에서 A의 압력은 (나)에서 B의 압력의 2배이다.



ㄷ. (다)에서 B의 압력이 380 mmHg이므로 $P + 40 = 380$ 으로 $P = 340$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. 이상 기체 방정식을 변형하면 $PM = dRT$ 이다. (가)와 (나)에서 P 와 T 가 같으므로 $d \propto M$ 이다. 따라서 (나)에서 B의 밀도는 (가)에서 A의 밀도의 4배이다.

16. 평형 이동

[정답맞히기] ㄱ. (나)에서 He를 첨가하여 전체 기체의 압력이 1기압이 되므로 (가)에 존재하던 기체들의 부분 압력이 감소하게 된다. 따라서 압력이 감소하게 되면 분자 수가 증가하는 방향으로 평형 이동이 일어나므로 O_2 의 몰수는 증가한다. 정답①

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 기체의 부피가 $2h$ 로 2배가 되는 과정은 반응물 NO, O_2 의 분자 수가 증가하는 역반응 쪽으로의 평형 이동을 포함하므로 첨가한 He의 몰수는 (가)의 기체의 전체 몰수보다 작다.

ㄷ. 정반응이 발열 반응이므로 (다)에서 온도 올려주면 역반응 쪽으로 평형이 이동하게 된다. 따라서 평형 상수는 감소하게 되므로 평형 상수는 (가)가 (다)보다 크다.

17. 헤스 법칙

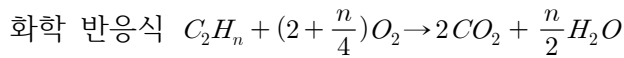
[정답맞히기] ㄴ. $-(b+2c)$ 는 $\text{CO}_2(\text{g})$ 와 $2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 의 분해 엔탈피에 해당하므로 이들 분자의 결합 에너지의 합까지 더한 값이 ΔH_2 가 된다. 따라서 ΔH_2 는 $-(b+2c)$ 보다 크다.

ㄷ. $\Delta H_1 - \Delta H_2$ 는 $\text{CH}_4(\text{g})$ 의 연소열이므로 $-a+b+2c$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. ΔH_1 은 (C-H의 결합 에너지의 합×4)+(O=O의 결합 에너지의 합×2)이다.

18. 부분 압력 법칙

[정답맞히기] 반응 후 C_2H_n 의 부분 압력이 0이므로 C_2H_n 이 모두 소모되는 반응이므로 반응 전 C_2H_n 의 부분 압력으로부터 C_2H_n 1몰, O_2 5몰의 몰수 비를 보이는 상항임을 설정하여 화학 반응식으로부터 반응 전과 후의 몰수 변화를 구할 수 있다.



반응 전(몰) 1 4

반응(몰) -1 $-(2 + \frac{n}{4})$ +2 $+\frac{n}{2}$

반응 후(몰) 0 $2 - \frac{n}{4}$ 2 $\frac{n}{2}$

반응 후 CO_2 의 부분 압력은 $\frac{2}{4 + \frac{n}{4}} = \frac{4}{9}$ 이므로 $n=2$ 이다. 따라서 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 의 부분 압력

은 $\frac{1}{4.5} = \frac{2}{9}$ 이다.

정답②

19. 산과 평형 상수

[정답맞히기] MOH 0.1M의 pH가 13이므로 이온화도 $\alpha=1$ 이다. 따라서 MA 는 $\text{M}^+ + \text{A}^-$ 로 이온화하게 된다. 이때의 $\text{pH}=10$ 인데, 이는 $\text{A}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HA} + \text{OH}^-$ 반응에서 평형 상수 $K_b = \frac{[\text{HA}][\text{OH}^-]}{[\text{A}^-]} = 10^{-8}$ 을 나타낸다. HA 의 pH는 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 를 구해야

알 수 있으므로, $\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$ 의 반응에서 평형 상수 식을

$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$ 로 K_w 나누면 K_a 의 값을 구할 수 있다. $K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{10^{-14}}{10^{-8}} = 10^{-6}$ 이고

이온화도 $\alpha=0.01$ 이므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = C\alpha = 10^{-4}\text{M}$ 이고 $\text{pH}=4$ 이다.

정답③

20. 화학 평형

[정답맞히기] ㄱ. (가)에서 반응 지수 $Q = (\frac{2}{160})^2 / (\frac{5}{160}) = \frac{1}{200}$ 이므로 K 보다 작다.

ㄷ. (나)에서 기체의 압력을 구하면 $P = \frac{8 \times 0.08 \times 300}{160} = 1.2$ 기압이다. 이때 고정 장치를 풀면 기체의 부피는 1.2배 증가하게 되므로 192L가 되겠지만, 기체의 부분 압력이 동시에 감소하므로 평형은 분자 수가 증가하는 방향으로 평형이 이동하게 되므로 (다)

에서 기체의 부피는 192L보다 커지게 된다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. (나)에서 평형 상태에 도달할 때 감소하는 A의 몰수를 a 라 하면, 증가하는 B의 몰수는 $2a$ 이다. 이를 평형 상수 식에 대입하면 $(\frac{2+2a}{160})^2 / (\frac{5-a}{160}) = \frac{1}{40}$ 이고 $a = 1$ 이다. 따라서 $x = y = 4$ 이다.