

2014학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

1. ② 2. ⑤ 3. ② 4. ① 5. ③ 6. ① 7. ① 8. ③ 9. ④ 10. ⑤
11. ④ 12. ③ 13. ① 14. ② 15. ④ 16. ⑤ 17. ③ 18. ⑤ 19. ③ 20. ⑤

<해설>

1. <정답 맞히기> ② 진통제, 항생제, 마취제는 모두 인류의 질병 치료에 도움을 준 의약품 분야의 사례이다.

2. <정답 맞히기> E. 엔탈피(H)는 물질이 가진 고유한 에너지를 나타내므로 가열 시간이 지날수록 물질이 가진 에너지는 증가한다. 가열 시간이 지날수록 엔탈피의 값은 커지므로 엔탈피의 크기는 시간이 갈수록 증가하여 $A < B < C < D < E$ 의 순서가 된다.

3. 액체에서 기체로 변화하는 끓는점의 온도에서 부피가 크게 증가한다.

<정답 맞히기> ㄴ. 끓는점은 B가 A보다 높기 때문에 분자 사이의 인력은 B가 A보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. 부피가 급격하게 증가하는 지점의 온도를 비교하면 끓는점은 B가 A보다 높다. ㄷ. 끓는점은 외부 기압인 1기압과 기체의 증기 압력이 같아지므로 끓는점에서 증기 압력은 A와 B가 모두 1기압으로 같다.

4. NaCl이 물에 용해되고 있는 반응이 자발적이라면 $\Delta G < 0$ 이다.

<정답 맞히기> ① 자발적인 반응은 전체의 엔트로피가 증가하는 방향으로 진행된다.

<오답 피하기> ② 물 분자는 Na^+ 와 Cl^- 를 둘러싸게 되므로 무질서도가 용해 전보다 감소하게 된다. 따라서 물의 엔트로피는 감소한다.

③ $\Delta H > 0$ 이므로 흡열 반응이다. 따라서 계에서 주위로 열을 흡수하는 반응이다.

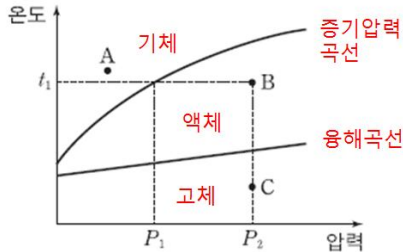
④ 정반응의 자유 에너지 변화 $\Delta G < 0$ 이므로, 역반응의 자유 에너지 변화 $\Delta G > 0$ 이다.

⑤ $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta H > 0$ 이지만 $\Delta S > 0$ 때문에 반응이 자발적이다. 온도가 증가하면 $T\Delta S$ 의 값이 더 커질 것이므로 자발성은 증가하게 된다.

5. 이상 기체 방정식($PV = nRT$)을 활용하여 각 기체의 압력의 비를 판단할 수 있다. T_1 에서 A기체의 $\frac{\text{압력}(P)}{\text{절대 온도}(T)} = \frac{P_A}{T_1} = \frac{nR}{V} = a$ 로, T_2 에서 B기체의 $\frac{\text{압력}(P)}{\text{절대 온도}(T)} = \frac{P_B}{2T_1} = \frac{nR}{V} = b$ 로 나타낼 수 있다. 같은 부피의 용기이고 T_1 에서의 B기체의 $\frac{P}{T}$ 값이 $2T_1$ 에서도 같게 일정하므

로 이는 분자의 몰수가 같다는 것을 의미한다. 따라서 (가)에서 A의 압력 $P_A = aT_1$ (나)에서 B의 압력은 $P_B = 2bT_1$ 로 나타낼 수 있으므로 $\frac{\text{(가)에서 A의 압력}}{\text{(나)에서 B의 압력}} = \frac{a}{2b}$ 이다.

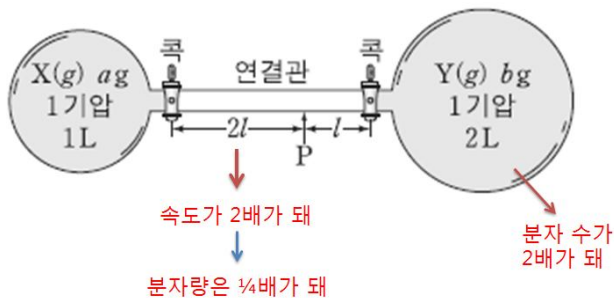
6. 상평형 그림의 각 물질의 상태와 곡선의 이름은 다음과 같다.



<정답 맞히기> ㄱ. 증기 압력 곡선에서 P_1 의 외부 압력이 작용하면 상태 변화가 일어나므로 압력 P_1 에서 끓는점은 t_1 이다.

<오답 피하기> ㄴ. 용해 곡선의 각 압력에 따른 온도를 살펴보면 녹는점은 외부 압력 P_1 에서 P_2 에서보다 낮다. ㄷ. P_2 에서 B는 액체 상태이고, C는 고체 상태이므로 B가 C로 변하는 과정에서는 열을 방출한다.

7. P지점에서 Z(s)를 생성하는 두 기체의 성질을 나타내면 다음과 같다.



P점의 위치로 보아 확산 속도는 X가 Y보다 2배 더 빠르다. 확산 속도는 분자량의 제곱근에 반비례하므로 ($v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$) 분자량의 비 $M_X : M_Y = 1 : 4$ 이고, 분자량이 4배 큰 Y기체가 들어 있는 용기의 몰수가 X가 들어 있는 용기보다 2배 크므로 질량비는 $a : b = 1 : 8$ 이다.

8. 그림의 화학 반응을 화학 반응식으로 나타내면 $A_2(g) + 3B_2(g) \rightarrow 2AB_3(g)$, $\Delta G < 0$

<정답 맞히기> ㄱ. 반응계에서 반응 후 분자의 수가 감소하므로 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이다. ㄴ. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 에서 $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 임에도 자발적인 반응($\Delta G < 0$)이므로 $\Delta H < 0$ 이다. 따라서 반응은 발열 반응이다.

<오답 피하기> ㄷ. 자발적인 반응은 계와 주위의 엔트로피 합인 전체의 엔트로피가 증가하는 방향으로 일어나므로 $\Delta S_{\text{전체}} = \Delta S_{\text{계}} + \Delta S_{\text{주위}} > 0$ 이다. $\Delta S_{\text{계}} < 0$ 이고, 발열 반응이므로 $\Delta S_{\text{주위}} > 0$ 가 되어 $|\Delta S_{\text{계}}| < |\Delta S_{\text{주위}}|$ 이다.

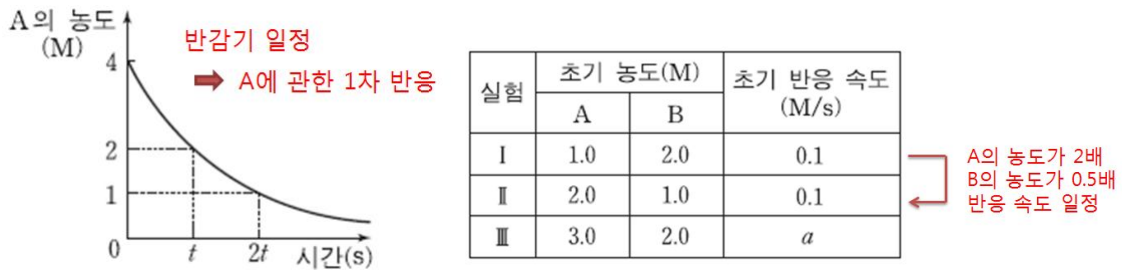
9. $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ 의 NaOH 수용액을 만들기 위해서 0.1M의 수용액을 먼저 제조한 후 이를 0.01배 희석시키는 과정이다.

<정답 맞히기> ㄱ. 0.1M의 NaOH 수용액 250mL에는 $0.1 \text{ M} \times 0.25 \text{ L} = 0.025 \text{ mol} = \frac{1}{40}$ 몰의 NaOH가 있어야 한다. NaOH의 화학식량은 40이므로 $\frac{1}{40}$ 몰의 NaOH는 1g이다. NaOH의 순도가 99%이므로 x 는 $\frac{100}{99} \text{ g}$ 이다.

ㄴ. 0.10 M NaOH 수용액의 밀도는 1 g/mL라고 하였으므로 1L은 1000g이 되고, 1L의 수용액에 0.1몰의 NaOH 4g이 들어있게 된다. 따라서 전체 수용액의 질량은 1000g이고, 용질인 NaOH의 질량은 4g이 되어 %농도는 $\frac{4}{1000} \times 100 = 0.40\%$ 가 된다.

<오답 피하기> ㄴ. (나)의 과정에서는 0.1M의 수용액을 100배 희석하여 0.001M ($1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$)의 수용액으로 만드는 과정이다. 따라서 $y = 2.5 \text{ mL}$ 이다.

10. 그래프와 표를 분석하면 다음과 같다.

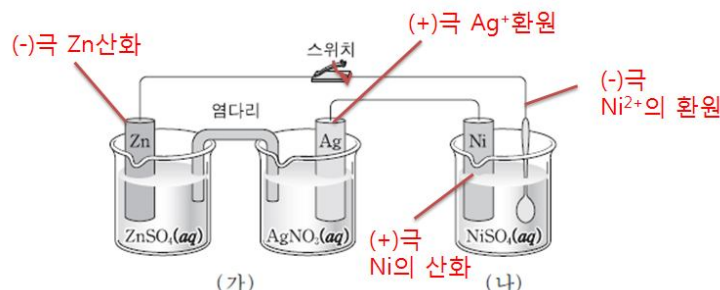


<정답 맞히기> ㄱ. 그래프에서 A의 농도가 반으로 줄어드는 시간이 일정하므로 A의 농도에 대해서는 반감기가 일정한 1차 반응이다. 또한 표를 해석하면 실험 I과 II에서 A의 농도가 2배, B의 농도가 0.5배가 되었을 때 초기 반응 속도가 같으므로 A의 농도에 관한 1차 반응일 뿐만 아니라 B의 농도에 관해서도 1차 반응이 된다. 따라서 전체 반응 속도식은 $v = k[A][B]$ 이다. ㄴ. 반응 시간이 4t초이면 반감기가 4번 지난 시간이므로 A의 농도는 $4 \times (\frac{1}{2})^4 = 0.25 \text{ M}$ 이다. ㄴ. 실험 III에서 A의 초기 농도는 실험 I에서보다 3배이고, B의 농도는 일정하므로 초기 반응 속도는 3배가 되어 $a = 0.3$ 이다.

11. <정답 맞히기> ㄱ. 기체의 용해도는 온도가 낮을수록 증가하므로 온도가 낮은 A가 B보다 물에 용해된 X의 질량이 크다. ㄴ. 삼중점에서는 세 가지 상태의 물질이 평형을 이루면서 존재하므로 $\Delta G = 0$ 이 되어 고체, 액체, 기체 각 1몰의 자유에너지는 같다.

<오답 피하기> ㄴ. (가)에서 물에 녹아 있는 X의 질량은 헨리의 법칙에 따라 압력에 비례하므로 녹아 있는 질량비 $B:C = P_1:P_2$ 이다. 즉 B가 C의 $\frac{P_1}{P_2}$ 배이다.

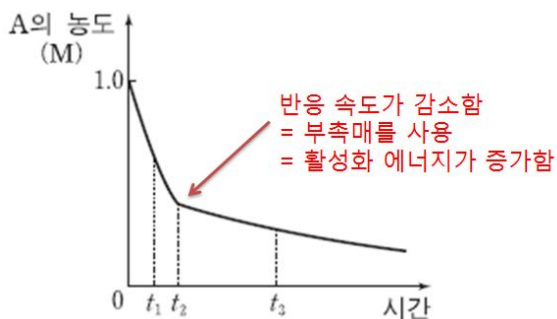
12. 화학 전지에서 Zn의 표준 환원 전위가 Ag보다 작은 값을 나타내므로 Zn이 (-)극, Ag이 (+)극이 된다. 이를 전지로 하여 Ni의 전기 도금 장치에는 숟가락이 (-)극에 연결되어 숟가락에는 Ni이 도금되고 (+)극에 연결된 Ni에서는 산화 반응이 일어나서 Ni^{2+} 이 생성된다.



<정답 맞히기> ㄱ. (가)의 전지 반응은 자발적으로 일어나서 전류가 흘러 숟가락에 Ni이 도금되므로 $\Delta G < 0$ 이다. ㄴ. 스위치를 닫았을 때 (나)에서 Ni이 도금되었으므로 (나)의 Ni 전극에서는 산화 반응이 일어났고, 숟가락에서는 Ni^{2+} 이 숟가락에서 환원되는 반응이 일어난 것이다.

<오답 피하기> ㄷ. (가)에서 Zn a 몰이 반응하면 $2a$ 몰의 전자가 전기 분해에 참여할 수 있으므로 +2의 전하를 갖은 이온인 Ni^{2+} 은 a 몰이 숟가락에 도금된다.

13. 그림에서 나타난 변화에 대해 정리하면 다음과 같다.



<정답 맞히기> ㄱ. t_3 일 때가 반응 속도가 가장 느리므로 이 반응의 활성화 에너지는 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 크다.

<오답 피하기> ㄴ. 분자의 평균 운동 에너지는 온도가 같으면 일정하므로 $t_1 \sim t_3$ 일 때 모두 같다. ㄷ. 화학 반응식이 $\text{A}(\text{g}) \rightarrow \text{B}(\text{g}) + 2\text{C}(\text{g})$ 이므로 반응이 진행하면 기체의 분자 수가 증가한다. t_3 일 때는 t_2 일 때보다 반응물인 A의 농도가 작으므로 생성된 기체의 양도 t_3 일 때가 더 많다. 따라서 용기 내 기체의 압력은 t_3 일 때가 t_2 일 때보다 크다.

14. <정답 맞히기> ㄴ. 그래프를 바탕으로 비례식으로 풀어보면 초기 반응 속도가 1.4 M/s일 때의 초기 농도는 T_1 에서는 $\frac{1.4}{x} = \frac{0.8}{0.2}$ 으로 $x = 0.35\text{M}$ 이고, T_2 에서는 $\frac{1.4}{y} = \frac{0.4}{0.2}$ 으로 $y = 0.70\text{M}$ 이다. 따라서 T_2 에서가 T_1 에서보다 0.35M 더 크다.

<오답 피하기> ㄱ. 그림에서 온도가 2배가 될 때 반응 속도가 2배가 되므로 반응은 A에 대해

여 1차 반응이다. $\therefore T_1$ 과 T_2 는 온도가 다른 상황의 같은 반응인데 초기 농도가 같을 때 초기 반응 속도가 2배 빠른 T_1 에서 T_2 에서보다 반감기가 0.5배 짧다.

15. (가)와 (나)의 혼합 용액은 약산에 대한 강염기로의 중화 적정의 상황으로 판단할 수 있다. 두 수용액의 농도가 같으므로 현재 (가)와 (나)의 혼합 용액은 중화점의 $\frac{1}{2}$ 부피에서의 혼합 용액을 나타낸다. 따라서 두 혼합 용액에서는 $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$ 의 반응에서 HA 와 A^- 의 농도가 같은 상태를 나타낸다.

<정답 맞히기> \therefore (가) 용액의 pH가 9.0이므로 $[H_3O^+] = 1.0 \times 10^{-9} M$ 이 된다. 이때의 $[HA] = [A^-]$ 이므로 $K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$ 에 따라 $K_a = [H_3O^+]$ 가 되어 $K_a = 1.0 \times 10^{-9}$ 이다.

\therefore HB 수용액의 농도가 0.1M이고 약산이므로 중화점의 $\frac{1}{2}$ 부피에서 생성된 B^- 의 농도는 HB의 농도와 같고, HB로부터 나오는 H_3O^+ 는 중화 반응을 통하여 거의 사라질 것이다. 따라서 B^- 의 농도는 H^+ 의 농도($1.0 \times 10^{-5} M$)보다 크다.

<오답 피하기> \therefore 약산의 이온화 상수 $K_a = C\alpha^2$ 이고 이때의 $K_a = [H_3O^+]$ 이므로 $0.1\alpha^2 = 1.0 \times 10^{-5}$ 이다. 따라서 HB의 이온화도 $\alpha = 0.01$ 이다.

16. A의 몰분율을 통해서 x 를 구하고 이를 통해서 평형 상태에서의 반응 계수를 구하는 문항이다. A의 몰분율이 $\frac{6}{7}$ 이므로 A의 평형 상태의 농도를 $x M$ 라고 하여 몰분율을 구하면

$$\frac{x}{0.5+x} = \frac{6}{7} \text{ 이 되고 이때 } x = 3 \text{ 이 된다.}$$

<정답 맞히기> \therefore A의 농도 변화량은 1.0M이고, B의 농도 변화량은 0.05M이다. 농도 변화량의 비는 화학 반응식의 계수비로 나타낼 수 있으므로 $2A \rightleftharpoons B$ 의 평형 반응식이 성립하게 된다. 이는 2분자의 A가 반응하여 B 1분자를 만드는 것이므로 B의 분자량은 A의 2배가 된다.

\therefore 평형 상태의 농도를 대입하여 평형 상수를 구하면 $K = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{0.5}{3^2} = \frac{1}{18}$ 이다.

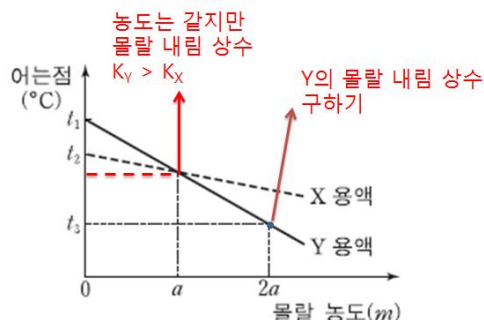
<오답 피하기> \therefore A의 몰분율을 구하는 식 $\frac{x}{0.5+x} = \frac{6}{7}$ 으로부터 $x = 3$ 이다.

17. <정답 맞히기> \therefore (가)에서는 액체 상태의 물 분자가 수소 기체와 산소 기체로 분해되므로 $\Delta S > 0$ 이다. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 이므로 $\Delta G = 286 - T\Delta S$ 가 되어 (가)의 자유 에너지 변화는 ΔH 보다 작다.

\therefore (나)에서는 $\Delta H < 0$ 이므로 주위로 열을 방출하는 발열 반응으로 주위의 엔트로피는 증가하게 된다.

<오답 피하기> \therefore (다)의 반응식은 (나)-(가)를 통해서 $\Delta H > 0$ 를 알 수 있다. 또한 (다)는 $\Delta S > 0$ 이므로 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ 로부터 온도에 따라 자발성을 판단해야 하는 반응이다.

18. 어는점 내림 $\Delta T_f = K_f \cdot m$ 의 식을 만족한다.

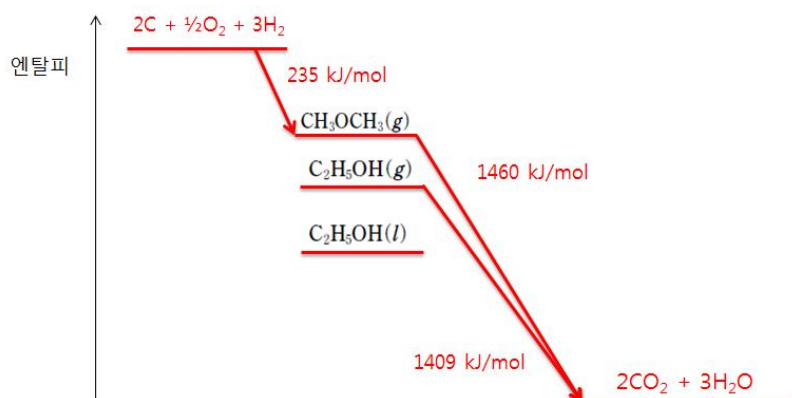


<정답 맞히기> ㄱ. Y의 몰랄 내림 상수는 몰랄 농도가 $2a$ 일 때의 어는점 내림(ΔT_f)을 통해서 구할 수 있다. $\Delta T_f = t_1 - t_3 = K_f \cdot 2a$ 따라서 Y의 몰랄 내림 상수(K_f)는 $\frac{t_1 - t_3}{2a}$ 이다.

ㄴ. 몰랄 농도가 a 일 때 X 용액의 어는점은 Y 용액의 어는점과 같다. 따라서 몰랄 내림 상수를 구한 것을 토대로 어는점을 구할 수 있다. 어는점 내림 $\Delta T_f = t_1 - x = \frac{t_1 - t_3}{2a} \cdot a$ 를 통해 X용액의 어는점 $x = \frac{t_1 + t_3}{2}$ 이다.

ㄷ. X의 a 일 때 어는점이 $\frac{t_1 + t_3}{2}$ 이므로 X의 어는점 내림으로부터 몰랄 내림 상수를 구하면 $\Delta T_f = t_2 - \frac{t_1 + t_3}{2} = K_f \cdot a$ 로부터 $K_f = \frac{2t_2 - t_1 - t_3}{2a}$ 가 된다. 따라서 Y와 X의 몰랄 내림 상수의 차이를 구하면 $\frac{t_1 - t_3}{2a} - \frac{2t_2 - t_1 - t_3}{2a} = \frac{t_1 - t_2}{a}$ 이다.

19. 표의 자료로부터 엔탈피 값을 비교할 수 있다. 연소 엔탈피가 CH_3OCH_3 이 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 보다 크기 때문에 엔탈피의 값은 $\text{CH}_3\text{OCH}_3(g)$ 이 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 보다 크다. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 은 기화되어야 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 로 되므로 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 보다 낮은 엔탈피의 값을 갖는다.

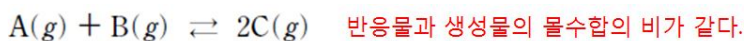


<정답 맞히기> ㄱ. c의 값은 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 의 엔탈피 값을 토대로 알 수 있는데, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(l)$ 의 엔탈피가 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(g)$ 보다 작으므로 연소 엔탈피의 값 $c > -1409$ 이다.

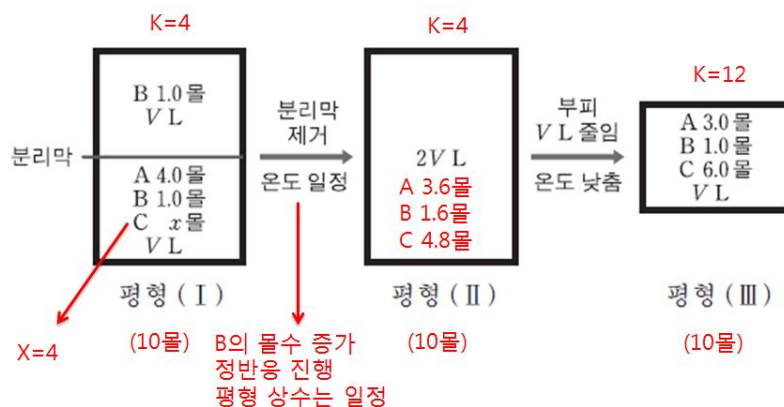
ㄷ. 생성 엔탈피가 (-)값을 나타내는 $C_2H_5OH(g)$ 보다 엔탈피가 작은 두 분자의 분해열의 크기를 생각해 보면 물질의 엔탈피가 작은 물질이 가장 엔탈피 변화가 클 것이므로 $C_2H_5OH(l)$ 의 분해열이 $CH_3OCH_3(g)$ 보다 크다.

<오답 피하기> ㄴ. 엔탈피의 크기로 볼 때 $C_2H_5OH(g)$ 가 $CH_3OCH_3(g)$ 로의 반응은 열을 흡수하는 흡열 반응이다.

20. 화학 반응식으로부터 알 수 있는 이 반응의 특성 및 평형(Ⅰ)에서 분리막이 제거 되면서 일어나는 변화를 추정하면 다음과 같다.



➡ 평형이 이동하여도 몰수의 합은 변하지 않는다.



<정답 맞추기> ㄴ. 평형(Ⅱ)는 평형(Ⅰ)에서 B의 몰수가 추가되어 정반응이 진행된 상태의 평

형이므로 평형 상수는 평형(Ⅰ)과 같다. 이때의 몰수 변화를 살펴보면 $\frac{[\frac{4+2a}{V}]^2}{[\frac{4-a}{V}][\frac{1-a}{V}]}=4$ 이므

로 a 는 0.4가 된다. 따라서 평형(Ⅱ)의 몰수는 A가 3.6몰, B가 1.6몰, C가 4.8몰이 되어 C의 몰분율은 전체 몰수 10몰에 C의 몰수 비율이 되므로 0.48이다.

ㄷ. 평형(Ⅱ)에서 평형(Ⅲ)으로 되는 과정에서 온도를 낮추었는데 이때 A의 몰수가 3.6몰에서 3.0몰로 감소하는 정반응이 진행되므로 반응은 발열 반응이다. 따라서 정반응의 반응 엔탈피 $\Delta H < 0$ 이다.

<오답 피하기> ㄱ. 화학 반응식의 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수의 합이 같으므로 이 반응은 평형 이동이 일어나도 전체 몰수의 변화는 없다. 따라서 평형(Ⅲ)에서의 전체 반응물의 몰수의 합이 10몰이므로 평형(Ⅰ)에서의 C의 몰수는 4몰이 되어 $x=4$ 이다. 평형(Ⅰ)과 평형(Ⅱ)의 온도가 같으므로 평형(Ⅱ)의 평형 상수는 평형(Ⅰ)과 같다. 따라서 평형(Ⅱ)의 평형

$$\text{상수}(K) = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{[\frac{4}{V}]^2}{[\frac{4}{V}][\frac{1}{V}]} = 4 \text{가 된다. 평형(Ⅲ)의 평형 상수}(K) = \frac{[\frac{6}{V}]^2}{[\frac{3}{V}][\frac{1}{V}]} = 12 \text{이므로 평형}$$

상수는 평형(Ⅲ)에서가 평형(Ⅱ)에서의 3배이다.