

2009학년도 대학수학능력시험 과학탐구영역 ( 화학Ⅱ )

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. 철수 : 액체의 증기압은 액체의 종류와 액체의 온도에 따라 달라진다. 온도가 높을수록 분자 운동이 활발해지므로 증기압은 증가한다.

영희 : 증기압은 액체의 양과는 관계가 없기 때문에 비커에서 물을 덜어낸다고 해서 증기압이 변하는 것은 아니다.

민수 : 용기의 부피가 달라진다고 해서 증기압이 변하는 것은 아니다.

2. 가. 반응 물질의 에너지가 생성 물질의 에너지보다 큰 것으로부터 정반응은 발열 반응임을 알 수 있다.

나. 촉매는 활성화 에너지를 변화시키지만 반응열을 변화시키지는 않으므로 촉매를 사용한다고 해서 반응열(Q)가 감소하는 것은 아니다.

다. 역반응의 활성화 에너지는 역반응이 일어날 때 넘어야 할 장벽으로 정반응의 활성화 에너지에 반응열을 더해주면 된다. 따라서 역반응의 활성화 에너지는  $Q+83\text{kJ}$ 이다.

3.  $\text{CH}_4$ 은 공유전자쌍이 4개이므로  $109.5^\circ$ 의 결합각을 가진다.  $\text{NH}_3$ 의 경우는 공유전자쌍이 3개이고 비공유전자쌍이 1개이므로  $107^\circ$ 의 결합각을 가진다.  $\text{H}_2\text{O}$ 의 경우는 공유전자쌍이 2개이고 비공유전자쌍이 2개이므로  $104.5^\circ$ 의 결합각을 가진다. 따라서  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  모두 A영역에 속해있다.

4.  $\text{NaF}$ 와  $\text{NaBr}$ 의 경우는 음이온의 반지름이  $\text{F}^- < \text{Br}^-$ 이므로 이온 결합 물질의 녹는점은  $\text{NaF} > \text{NaBr}$ 이다.

$\text{MgO}$ 의 경우는 양이온과 음이온의 전하가 +2, -2이므로 녹는점이 가장 높다. 따라서 녹는점 순서는  $\text{MgO} > \text{NaF} > \text{NaBr}$ 이다.

5. 프로판의 연소 반응식에서 반응식의 계수비는 1:5:3:4이다. 따라서  $\text{C}_3\text{H}_8$ 의 연소 반응에서  $\text{O}_2$  1몰이 반응할 때 반응하는 프로판의 몰수는  $\frac{1}{5}$ 이다. 또  $\text{H}_2\text{O}$  4몰이 생성될 때 반응하는 프로판의 몰수는 1이다. 따라서  $Q_1 : Q_2 = 1:5$ 이다.

6. ㄱ. 질소의 용해도는 압력이 커질수록 증가한다. 따라서  $P_2$ 가  $P_1$ 보다 크다.  
 ㄴ. 공기는 질소의 존재비가 몰수비로 80% 정도이다. 따라서 (가)에는  $0.02 \times 0.8 = 0.016(\text{g})$  정도가 녹아 있다.  
 ㄷ.  $0^\circ\text{C}$ ,  $P_1$ 일 때 질소의 용해도는  $0.03\text{g/L}$ 이고,  $20^\circ\text{C}$ ,  $P_2$ 일 때 질소의 용해도는  $0.04\text{g/L}$ 이다. 따라서 용해되어 있는 질소의 질량은 (다)가 크다.

7. ㄱ.  $\text{H}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{Br}_2$ 의 핵간 거리는  $\text{H}_2 < \text{HBr} < \text{Br}_2$ 이다. 따라서  $\text{H}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{Br}_2$ 의 핵간 거리는 그림에서 각각 a, b, c에 해당하고, 결합 에너지는 각각  $E_3$ ,  $E_2$ ,  $E_1$ 이다.  
 ㄴ. b는  $\text{HBr}$ 에서의 핵간 거리로,  $\text{H}_2$ 의 핵간 거리와  $\text{Br}_2$ 의 핵간 거리의 합을 2로 나눈 값보다 조금 작아진다. 이것은  $\text{HBr}$ 이 극성 공유 결합을 형성하기 때문이다.  
 ㄷ.  $E_2$ 는  $\text{HBr}$ 의 공유 결합 에너지로  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Br}(\text{g}) \rightarrow 2\text{HBr}(\text{g})$  반응의  $\Delta H = (\text{반응 물질의 결합 에너지 합}) - (\text{생성 물질의 결합 에너지 합})$ 이다. 그런데  $\Delta H$ 가 0보다 작으므로 생성 물질의 공유 결합에너지 합이 반응 물질의 공유 결합 에너지 합보다 크다. 따라서  $E_2$ 는  $\frac{E_1 + E_3}{2}$ 보다 크다.

8.  $\text{Li}$ 의 이온화 에너지는  $\text{Na}$ 보다 크고,  $\text{F}$ 의 이온화 에너지는  $\text{Li}$ 보다 크다. 따라서 이온화에너지는  $\text{F} > \text{Li} > \text{Na}$ 이고, (가)는  $\text{Na}$ , (나)는  $\text{Li}$ , (다)는  $\text{F}$ 이다.  
 ㄱ. 원자 반지름은  $\text{F} < \text{Li} < \text{Na}$ 이므로 (다) < (나) < (가)이다.  
 ㄴ. 원자 번호는  $\text{Li}$ 는 3이고,  $\text{F}$ 는 9이고,  $\text{Na}$ 는 11이다. 따라서 원자 번호가 가장 작은 원소는 (나)이다.  
 ㄷ. 기체 상태의 중성 원자 1몰이 전자 1몰을 얻을 때 방출되는 에너지는 전자 친화도이다. 전자 친화도가 가장 큰 원소는  $\text{F}$ 인 (다)이다.

9. ㄱ. (가), (나), (다) 냉각 곡선에서 (가)의 경우 어는점이 일정한 것으로 보아 순물질인 용매의 냉각곡선임을 알 수 있다.  
 ㄴ. (나)의 경우 어는점 내림이  $1^\circ\text{C}$ 이고 (다)의 경우 어는점 내림이  $2^\circ\text{C}$ 인 것으로 보아 몰랄 농도는 (다)의 경우 (나)보다 2배 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 끓는점 오름도 (다)가 (나)보다 2배 크므로 끓는점은 (다)가 (나)보다 높다.  
 ㄷ. (가)에 6g의 x와 15g의 y가 녹아 있는 용액의 몰랄 농도는 (가)의 몰랄농도+(나)의 몰랄농도이다. 따라서 혼합 용액의 어는점 내림도 (가)의 어는점내림 + (나)의 어는점내림이 된다.

10. ㄱ. 전기 음성도값과 끓는점으로부터 A는  $\text{I}_2$ 임을 알 수 있다.  $\text{I}_2$ 의 끓는점이 가장 높은 것은 분산력이 주요 원인이다.  
 ㄴ. X의 전기 음성도가 클수록  $\text{HX}$ 의 끓는점은 낮아지다가 높아지는 경향을 보인다.  
 ㄷ. B는 전기 음성도값으로부터  $\text{Br}_2$ 이고 C는  $\text{HBr}$ 임을 알 수 있다.  $\text{Br}_2$ 의 끓는점이  $\text{HBr}$ 의 끓는점보다 높은 주요 원인은 분산력이다.

11. ㄱ. 포집된 산소 기체의 압력과 대기압은 서로 같지 않다. 이것은 2가지 이유가 있는데 하나는 수상 치환에서 물이 증발하여 물의 증기압이 존재하기 때문이며, 또 하나는 눈금 실린더의 수면과 수조의 수면이 일치하지 않기 때문이다.

ㄴ. (나)에서 눈금 실린더 속에는 수증기와 산소 기체가 공존하게 된다. 기체는 모든 공간에 퍼져서 존재하게 되므로 수증기의 부피와 산소 기체의 부피는 같다.

ㄷ. 눈금 실린더는 천천히 눌러 내리면 눈금 실린더 속의 기체 압력이 증가하게 된다. 따라서 기체의 부피는 감소하게 된다.

12. 몰랄농도는  $\frac{\text{OEX}}{\text{OaX}} \frac{1}{E}$ 이므로 몰랄농도가 반으로 되려면 용매의 질량이 2배가 되도록 물을 넣어주면 된다. 농도가 48%, 밀도가 1.5g/mL인 산 HA 수용액 1L의 질량 =  $1.5 \times 1000 = 1500\text{g}$ 이다. 이중 산의 질량은  $1500\text{g} \times 0.48 = 720\text{g}$ 이므로 물의 질량은  $1500 - 720 = 780\text{g}$ 이다. 따라서 물 780g을 더 넣어주면 몰랄농도는 반으로 된다.

13. ㄱ. 수소의 이온화 에너지는 바닥 상태의 전자를 떼어내는 데 필요한 에너지와 같으므로 수소의 이온화 에너지 값은  $E$ 와 같다.

ㄴ. 파장이 짧을수록 에너지는 커진다. 따라서 434nm선에 해당하는 에너지는 486nm에 해당하는 에너지보다 크다.

ㄷ. 656nm에 해당하는 에너지는 가시광선 영역에서 가장 파장이 큰 전자기파로 전자가  $n=3$ 에서  $n=2$ 로 떨어질 때의 방출되는 에너지이다. 따라서 이때의 에너지는  $-\frac{1}{9}E - (-\frac{1}{4}E) = \frac{5}{36}E$ 이다.

14. ㄱ. 400K에서 기체 1몰의  $\frac{PV}{RT}$ 값은 B가 가장 작지만 기체 1몰이 차지하는 부피가 가장 작은 것은 아니다. 기체의 부피는 압력이 커질수록 작아진다.

ㄴ. A와 C에서  $\frac{PV}{RT}$ 값은 같으며, 두 지점에서  $R$ 과  $T$ 도 같으므로  $P$ 값의 곱은 서로 같다.

ㄷ. B와 D에서  $\frac{PV}{RT}$ 값은 서로 다르며,  $P$ 와  $R$ 값은 같으므로  $\frac{V}{T}$ 값도 달라지게 된다.

15. ㄱ. 염기를 넣기 전 HA 1.0M의 pH가 2.0이므로  $[H^+] = 0.01 = Ca = 1.0a$ 에서  $a$ 는 0.01이다. 따라서 HA는 약산이다.

ㄴ.  $HA \rightarrow H^+ + A^-$ 이므로  $[A^-] = [H^+] = 0.01\text{M}$ 이다.

ㄷ. b에서 pH가 9 정도이므로  $[H^+] = 0.0001[OH^-]$ 이다.

16. ㄱ. 반응 물질의 원자수와 생성 물질의 원자수를 비교해보면 (가)는  $2H^+$ 임을 알 수 있다.

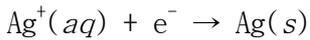
ㄴ. 반응 물질인  $H_2SO_3$ 에서 S의 산화수는 +4이고 생성 물질인  $H_2SO_4$ 에서 S의 산화수는

+6이다. 따라서 S의 산화수는 +4에서 +6으로 증가한다.

ㄷ. 반응식에서  $\text{H}_2\text{SO}_3$ 와  $\text{I}_2$ 의 계수비가 1:1이므로 반응하는 몰수비도 1:1이다.

17. ㄱ.  $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ 에서  $\text{Ag}$  10.8g = 0.1몰이 석출되었으므로 통해준 전기량은 0.1F이다.

ㄴ. (가)의 (+)극에서는 은이 석출되는 환원 반응이 일어난다.



ㄷ.  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ 에서 0.1F가 흘렀으므로 생성되는 구리의 양은 0.05몰이다. 그런데 구리의 원자량이 64이므로 생성되는 구리의 질량은 3.2g이다.

18. ㄱ. 평형 이동이 일어나지 않는다면 부피가 2배가 되면 압력이 반으로 된다. 그러나 조건이 변하면 평형 이동이 일어나므로 전체 압력은 (가)가 (나)의 2배가 아니다.

ㄴ. (나)에서 (다)로 될 때 온도가 높아졌으므로 흡열 반응쪽으로 평형이 이동하게 된다. 따라서 역반응이 정반응보다 우세하다.

ㄷ. 평형 상수  $K = \frac{[\text{C}][\text{D}]_r}{[\text{A}][\text{B}]_r^3} = \frac{8 \times 8_r}{2 \times 2^3_r} = 4$ 이다.

19. ㄱ. HA의  $K_a$ 는  $10^{-10}$ 이고 B의  $K_b$ 는  $10^{-6}$ 이다. 그런데 수용액에서 짝산-짝염기의 이온화상수의 곱은 항상  $10^{-14}$ 이므로 B의 짝산인  $\text{BH}^+$ 의  $K_a$ 는  $10^{-8}$ 이다. 따라서  $\text{BH}^+$ 가 HA보다 강한 산이다.

ㄴ. 완충 용액이란 약한산과 그 짝염기의 혼합물이나 약한 염기와 그 짝산의 혼합물이다.

ㄷ. 약한 염기의 이온화상수  $K_b = C a^2$ 이므로  $a = 0.001$ 이다. 따라서  $[\text{OH}^-] = 0.001$ 이고 따라서  $\text{pH} = 11$ 이다.

20. ㄱ. (나)에서 10초가 지날 때마다 농도 [X]의 값이 반으로 된다는 것을 알 수 있다. 따라서 X가 Y로 되는 반응은 반감기가 일정한 반응으로 일차 반응이다. 일차 반응은 시간에 따라 X의 농도가 감소하는 비율이 일정하다.

ㄴ. (가)와 (나)에서 농도가 같을 때 반응 속도는 (나)가 (가)보다 1.5배 빠르다. 따라서  $v = k[X]$ 에서 반응속도 상수  $k$ 는 (나)가 (가)보다 1.5배 크다는 것을 알 수 있다.

ㄷ. (가)의 경우는 반감기가 15초이므로 60초가 지나면 반감기가 4번 지나게 되므로 농도는  $\frac{0.5 \times 1}{16_r}$ 이 된다. 그런데 (나)의 경우는 반감기가 10초이므로 60초가 지나면 반감기가 6번 지나게 되므로 농도는  $\frac{2 \times 1}{64_r}$ 가 된다. 따라서 60초일 때 (가)와 (나)에서 X의 농도는 동일하다.