

2011학년도 대수능 6월 모의평가 과학탐구영역 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. ㄱ. 동위 원소인 A와 B에 같은 개수로 들어있는 것이 양성자이므로 원자번호는 3이다.

ㄴ. A와 B에서 양성자의 수는 3개로 같으나 중성자의 수가 3개, 4개로 서로 달라 질량수는 A가 B보다 작다.

ㄷ. 동위 원소는 양성자의 수가 같은 원소이므로 중성 원자의 전자의 수도 같다.

2. ① a와 b는 각각 1s 오비탈과 2s 오비탈에서 전자를 발견할 확률이 가장 큰 핵으로부터의 거리이므로 a보다 b가 더 크다.

② 전자를 발견할 확률이 가장 큰 지점의 핵으로부터의 거리가 2s가 1s보다 크므로 오비탈의 에너지는 2s가 1s보다 높다.

③ 2s 오비탈에서 전자를 발견할 확률 분포 그래프에서 전자를 발견할 확률이 0이 지점이 있다.

④ 오비탈에 채워질 수 있는 전자의 최대수는 1s 오비탈과 2s 오비탈에서 2개로 같다.

⑤ 1s 오비탈은 구형으로 방향성이 없으므로 핵으로부터의 거리가 같으면 전자가 발견될 확률은 같다.

3. 물 분자의 중심 원자에는 공유 전자쌍이 2개, 비공유 전자쌍이 2개가 있으므로 물 분자는 굽은 형의 분자 모양을 갖는다. 옥소늄 이온의 중심 원자에는 공유 전자쌍이 3개, 비공유 전자쌍이 1개가 있으므로 옥소늄 이온은 삼각뿔의 분자 모양을 갖는다.

4. ㄱ. A의 최외각 전자 껍질에 들어있는 전자의 수는 모두 4개이므로 원자가 전자의 수는 4개이다.

ㄴ. C에서 전자가 에너지 낮은 오비탈부터 채워졌으므로 바닥상태이다. 2p 오비탈의 3개의 오비탈의 에너지의 준위는 서로 같다.

ㄷ. B 원자의 원자가 전자의 수는 3개이고, C 원자의 원자가 전자의 수는 7개이므로 B 1개는 C 3개와 결합하여 안정한 화합물을 형성한다.

5. ㄱ. 어는점 내림이 2.5°C 이므로 용액의 몰랄농도는 $0.5m$ 이다. ($2.5^{\circ}\text{C}=5.0^{\circ}\text{C}/m \times m$) 용매 100g에 7.7g을 녹인 용액이 $0.5m$ 이므로 A의 분자량은 154이다.

ㄴ. X 점에서 냉각이 시작되면서 Y에서 계속 얼고 있는 구간이므로 액체와 고체가 모두 존재한다.

ㄷ. 용액이 얼 때 용매인 물만 얼어 냉각되므로 용질의 양은 일정하고 용매의 양이 감소하므로 용액의 몰농도는 X보다 Y에서 더 크다.

6. ㄱ.(가)와 (나)에서 온도가 같으므로 액체의 A의 증발 속도는 (가)와 (나)에서 같다.

ㄴ. (가)에서 A의 증기압력이 10mmHg이고, (나)에서 액체의 A의 증기압력+기체의 B의 압력 = 400mmHg 이므로 기체의 B의 부분 압력은 300mmHg이다.

ㄷ. 50°C 일 때 액체 A의 증기 압력이 증가하므로 (나)의 수은 기둥의 높이 차이는 40cm 보다 크다.

7. ㄱ. 17족 2주기 원소는 플루오르이고 플루오르의 수소화합물은 분자 간에 수소결합을 하므로 3주기 수소화합물보다 끓는점이 높은 경향을 나타낸다. 따라서 A는 17족 원소의 수소화합물이다.

ㄴ. A의 끓는점이 분자량이 큰 B보다 높은 것은 A가 B와는 달리 수소 결합을 하고 있기 때문이다.

ㄷ. C가 속한 족과 D가 속한 족의 경향이 분자량에 따라 증가하는 것으로 보아 C와 D는 모두 분산력이 분자 간 인력의 주요 원인이다. 또 A가 속한 족이 17족이므로 C, D가 속한 족은 14족 또는 18족으로 무극성 물질이므로 끓는점은 분자의 극성이 아닌 분산력이 주요 원인이 된다.

8. ㄱ. KCl보다 KBr의 이온 간 거리가 크므로 KX의 이온간 거리는 KCl보다 작다. 따라서 원자 반지름은 Cl가 X보다 크다.

ㄴ. KX은 KCl과 이온의 전하량이 같고 이온간 거리는 더 작으므로 이온 간 인력이 더 크다. 따라서 녹는점은 KX이 KCl보다 높다.

ㄷ. KCl을 이루는 K^{+} 과 Cl^{-} 의 크기가 같지 않으므로 K^{+} 의 이온 반지름은 $\frac{r_0}{2}$ 가 아니다.

9. ㄱ. X는 물 100g에 용질 A 80g이 녹아있는 용액이고, A의 화학식량이 80이므로 X의 농도는 $10m$ 이다.

ㄴ. 40°C 의 A 포화 수용액 200g에는 물 100g과 용질 100g이 녹아있다. 이 용액을 10°C 로 낮추면 용질이 최대 80g 녹을 수 있으므로 용질 20g 이 석출된다.

ㄷ. B는 A보다 온도에 따른 용해도 차이가 크므로 A와 B의 혼합물은 분별 결정으로

분리할 수 있다.

10. ㄱ. A의 제3 이온화 에너지와 제4 이온화 에너지의 크기 차이가 매우 크므로 13족 원소이고, B는 1족, C는 2족 원소이다. 따라서 원자가전자수는 A가 3개, B는 1개, C는 2개이다.

ㄴ. A, B, C 모두 3주기 원소이므로 1족 원소인 B의 원자 반지름이 가장 크다.

ㄷ. C는 3주기 2족 원소이므로 제1이온화 에너지는 $3s^2$ 의 오비탈의 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지이고, A의 경우 $3s^2$ 보다 에너지 준위가 높은 $3p^1$ 에서 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지이다. 따라서 제1 이온화 에너지는 C가 A보다 크다.

11. ㄱ. $\frac{PV}{RT}$ 값은 기체의 몰수와 같고, 기체 A 16g의 몰수가 0.5몰 이므로 A의 분자량은 32이다.

ㄴ. (가)에서 기체 A의 $\frac{PV}{RT}$ 값이 이상기체의 경우보다 작은 것은 기체 분자 사이의 인력 효과가 반발력 효과보다 크기 때문이다.

ㄷ. (가)에서 $\frac{PV}{RT}=0.4$ 이고, (나)에서 $\frac{PV}{RT}=0.7$ 이므로, (가)와 (나)에서 기체 A의 부피는 각각 $V_{(가)} = \frac{4}{10} \times \frac{RT}{70} = \frac{4RT}{700}$, $V_{(나)} = \frac{7}{10} \times \frac{RT}{400} = \frac{7RT}{4000}$ 이다.

12. 물의 끓는점 오름 상수는 일정하므로 끓는점 오름은 용질의 몰수에 비례한다.

ㄱ. (가)와 (나)에서 A의 질량이 일정할 때 B 9g에 의한 끓는점 오름은 0.25°C 이다. (가)에서 B 9g의 끓는점 오름이 0.25°C 이므로 A 6g의 끓는점 오름은 0.5°C 이다. (다)는 B의 질량이 같고 A의 질량이 (가)보다 6g 더 들어있으므로 끓는점 오름은 (가)보다 0.5°C 더 높다. 따라서 끓는점 오름은 (가) : (다) = $0.75 : 1.25$ 이므로 용질 입자의 수는 (가) : (다) = $3 : 5$ 이다.

ㄴ. 끓는점 오름은 용매가 일정하므로 용질의 몰수에 비례한다. 끓는점 오름은 A 6g이 0.5°C 이고, B 9g이 0.25°C 이다. 즉 A 18g 과 B 6g에 의한 끓는점 오름이 같다. 따라서 분자량의 비는 $A : B = 1 : 3$ 이다.

ㄷ. (라)는 (나)와 B의 질량이 같고 A의 질량이 6g 더 많으므로 (라) 용액의 끓는점 오름은 (나)보다 A 6g에 의한 끓는점 오름 만큼 높다. A 6g에 의한 끓는점 오름은 0.5°C 이므로 (라) 용액의 끓는점 오름은 1.50°C 이다.

13. ㄱ. 요오드(I), 염소(Cl)로 이루어진 이원자 분자는 I_2 , Cl_2 , ICl 이다. 따라서 핵간 거리가 가장 작은 A의 경우가 Cl_2 , 핵간 거리가 가장 큰 C의 경우가 I_2 이고, B의 경우가 ICl 이다.

ㄴ. B는 이원자 분자로 직선 모양의 분자 구조를 가지며, 전기 음성도가 서로 다른

두 원자가 결합한 분자이므로 극성을 나타낸다.

ㄷ. A는 Cl_2 , C는 I_2 이므로 분자량이 작은 A가 C보다 끓는점이 낮다.

14. 용액의 부피를 정확하게 측정하여 이동할 때 사용하는 실험 기구 A는 피펫(ㄱ)이다. 0.4M HCl 수용액 500mL에 들어있는 HCl의 몰수 = $0.4\text{mol/L} \times 0.5\text{L} = 0.2\text{mol}$ 이고, 이를 질량으로 환산하면 $0.2\text{mol} \times 36.5\text{g/mol}$ 이다. 밀도가 1.25g/mL 인 36.5% HCl 수용액 $x\text{mL}$ 를 취해 이 질량을 얻어야 하므로 $1.25\text{g/mL} \times x\text{mL} \times \frac{36.5}{100} = 0.2 \times 36.5$ 이어야 한다. 이 식을 풀면 $x = 16\text{mL}$ 가 된다.

15. ㄱ. (가)에서 각 용기에 들어있는 기체 몰 수의 비는 $\text{HCl} : \text{NH}_3 = 2 \times 2 : 3 \times 3$ 이다. 용기의 부피가 각각 2L, 3L이므로 단위부피당 기체 몰 수의 비는 $\text{HCl} : \text{NH}_3 = 2 : 3$ 이다. 따라서 분자 간 평균 거리는 단위 부피당 기체 몰 수가 적은 $\text{HCl} > \text{NH}_3$ 이다.

ㄴ. NH_4Cl 의 생성 반응식은 $\text{HCl} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$ 이고, 각 용기에 들어있는 기체 몰 수의 비는 $\text{HCl} : \text{NH}_3 = 4 : 9$ 이므로 (나)에서 생성된 NH_4Cl 몰 수의 비는 4이다. 반응이 완결된 후 남아있는 기체는 NH_3 이고 몰 수의 비는 5이다. (다)에서 5몰의 NH_3 가 전체 용기에 퍼져 있어 위쪽 용기에서 제거된 NH_3 의 몰 수의 비는 2이다.

ㄷ. (다)에서 아래쪽 용기에 남아있는 NH_3 몰 수의 비는 3이고, 용기의 부피가 3L이므로 압력은 1기압이다.

16. ㄱ. 2, 3 주기 원소의 원자 A, B, C가 이온으로 될 때 각 원자 반지름과 이온 반지름을 비교하면 C의 원자반지름 0.186보다 큰 이온이 존재하지 않으므로 C의 이온은 양이온이어야 한다. 또 A와 B의 원자 반지름 보다 작은 이온이 존재하지 않으므로 A와 B의 이온은 음이온이어야 한다. A, B, C의 이온은 모두 네온의 전자배치를 가지므로 A, B는 2주기 원소의 원자이고, C는 3주기 원소의 원자이다.

ㄴ. 2주기 원소의 원자 A와 B의 원자 반지름의 크기가 $A < B$ 이므로 원자 번호는 $A > B$ 이다. 또 (나)에서 각 이온의 전자의 수는 네온 원자의 전자의 수가 같으므로 이온 반지름의 크기는 원자 번호가 클수록 작다. 즉 ㉠은 C의 이온이고, ㉡은 A의 이온, ㉢은 B의 이온이다.

ㄷ. 각 이온의 전자의 수가 같으므로 이온 반지름의 크기는 양성자의 수가 큰 이온이 양성자의 수가 작은 이온보다 작다.

17. ㄱ. B의 온도를 T 로 낮추면 부피가 절반이 되므로 PV 값이 $2a$ 에서 a 로 된다. 같은 온도에서 A와 B의 PV 값의 비는 $A : B = 2 : 1$ 이고, PV 값은 몰수비와 같으므로 같은 질량의 몰수가 작은 B가 A보다 분자량이 크다.

ㄴ. A와 C의 절대 온도가 같으므로 평균 운동 에너지는 서로 같다.

ㄷ. A의 온도를 T 에서 $2T$ 로 높이면 부피가 2배로 되므로 PV 값은 $2a$ 의 2배인 $4a$ 로 된다.

18. ㄱ. 온도 a , 압력 P_1 에서 냉각 곡선에 수평한 부분이 두 군데 나타나므로 상태 변화가 2번 일어난다. 상태 변화가 2번 일어나려면 온도 a 는 삼중점보다 높아야 한다.
ㄴ, ㄷ. 온도 a , 압력 P_1 에서 이 물질은 기체 상태로 존재해야 상태 변화가 2번 일어날 수 있다. 또 온도 a , 압력 P_2 에서 상태 변화가 1번 일어나고, 이때 상태 변화는 비열이 큰 상태에서 비열이 작은 상태로 변하므로 액체에서 고체로 상태가 변한 것이다. 즉 온도 a , 압력 P_2 에서 이 물질은 액체 상태로 존재한다. 온도 a , 압력 P_3 에서 상태 변화가 1번 일어나고 비열이 작은 상태에서 비열이 큰 상태로 상태가 변하므로 온도 a , 압력 P_3 에서 이 물질은 기체 상태로 존재한다. 따라서 압력은 $P_2 > P_1 > P_3$ 이다.

19. ㄱ. (가)에서 증기 압력의 크기는 $A > B$ 이므로 끓는점은 증기 압력이 작은 B가 A보다 높다.

ㄴ. 순수한 용매의 증기 압력은 용액의 증기 압력보다 크다.

ㄷ. (가)에서 h_1 은 두 액체 A와 B의 증기 압력의 차이이다. (나)에서 h_2 는 두 용액의 증기 압력의 차이이다. (나)에서 용매의 분자량과 질량이 같고, 용매에 녹인 용질의 질량이 같아 용매의 몰분율이 같아 증기 압력 내림은 같지만 증기 압력의 크기는 (가)의 순수한 용매보다 (나)에서 용액의 증기 압력이 작으므로 h_2 는 h_1 보다 작다.

20. ㄱ. (가)에서 N_2 의 압력 + 물의 증기 압력(20mmHg) = 760mmHg 이다. 따라서 N_2 의 부분 압력은 740mmHg 이다.

ㄴ. (나)에서 N_2 의 압력 + 물의 증기 압력 = $(760 + 740)\text{mmHg}$ 이므로 N_2 의 부분 압력은 (나)의 경우가 (가)의 경우의 2배이다. 즉 일정량의 물에 녹아 들어가는 N_2 의 몰수는 (나)가 (가)의 2배이다. 이 때 물의 부피는 (나)가 (가)의 2배이므로 (가)와 (나)에서 물에 용해된 N_2 분자수의 비는 1 : 4이다.

ㄷ. (나)에서 헬륨을 넣어주면 기체의 압력이 증가하고, 외부 압력과 같아질 때까지 피스톤을 들어 올려 부피가 증가한다. 부피가 증가하면 N_2 의 부분 압력이 감소하게 되므로 N_2 의 용해도는 감소한다.