

2011학년도 대수능 과학탐구영역 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. 알칼리 금속 중 가장 가벼운 것은 주기율표의 1족 알칼리 족에서 가장 위쪽에 위치하는 리튬이다.

2. γ , α , ${}^3_2\text{He}$ 에서 2는 원자번호이고, 3은 질량수이다.

α . 원자번호의 기준은 양성자의 수이므로 ${}^3_2\text{He}$ 원자의 양성자의 수는 2개이다. 또 질량수 = 양성자의 수 + 중성자의 수 이므로 중성자의 수는 1개이다. 따라서 원자핵에 1개 존재하는 γ 은 중성자이고, α 은 양성자이다.

3. γ , α 과 β 은 산 β 이 이온화하여 생성된 입자이므로 α 은 β 의 짝산이 아니다.

α . 녹은 산의 몰 수보다 이온화된 산의 입자수가 적으므로 이 산은 약한 산이다. 약한 산의 이온화상수(K_a)는 $C \cdot \alpha^2$ 으로 구한다. 이때 산의 몰 농도와 이온화도 모두 1보다 작으므로 이 산의 이온화상수는 1보다 작다.

α . 산의 이온화도는 $\frac{\text{이온화된 산의 몰수}}{\text{녹은 산의 몰수}}$ 이다. 이 수용액에서 녹인 산의 몰 수는 0.6몰이고, 이온화된 산의 몰수는 0.1몰이므로 산의 이온화도는 $\frac{1}{6}$ 이다.

4. ① A_2 는 A 원자가 원자가전자 1개를 내어 공유 결합하여 생성된 분자이므로 A_2 분자에는 단일 결합이 있다..

② B는 전자배치로 보아 탄소 원자이고, A는 수소 원자이므로 BA_4 는 CH_4 이다. CH_4 은 분자 간에 수소 결합을 하지 않는다.

③ C는 전자배치로 보아 질소 원자이므로 CA_3 는 NH_3 이다. NH_3 수용액은 물에 녹아 염기성을 나타낸다.

④ D는 전자배치로 보아 산소 원자이다. C 와 D는 질소 원자와 산소 원자로 모두 비금속 원소이므로 공유 결합 화합물을 형성한다.

⑤ D_2 는 O_2 이고, A_2D 는 H_2O 이다. O_2 는 무극성 분자로 분자 간에 분산력만 작용하지만 H_2O 는 분산력 이외에 비교적 강한 분자 간 인력인 수소 결합이 작용하므로 끓는점은 A_2D 가 D_2 보다 높다.

5. ① 생성 물질의 에너지가 반응 물질의 에너지보다 낮으므로 이 반응은 발열 반응이다.

② 이 반응은 단일 단계 반응이므로 중간 생성물이 존재하지 않는다.

③ 단일 단계 반응이 반응속도식의 반응 차수는 반응식에서 반응물질의 계수와 같다. 따라서 전체 반응 차수는 2차 이다.

④ 활성화 에너지는 활성화물의 에너지 - 반응 물질의 에너지이므로 활성화 에너지는 역반응이 정반응보다 크다.

⑤ 반응 물질이 모두 기체이고, 발열반응($\Delta H < 0$)이므로 다음의 식이 성립한다.

반응 물질의 결합 에너지의 합 - 생성 물질의 결합 에너지의 합 < 0 따라서 결합 에너지의 합은 생성 물질이 반응 물질보다 크다.

6. (가) 수용액과 (나) 수용액은 모두 물 100g 당 용질인 설탕이 50g 녹아있는 용액이므로 % 농도와 몰랄 농도, 용질의 몰분율이 서로 같다. 그러나 온도가 다르면 용액의 부피가 다르므로 용액의 몰농도는 같지 않다.

7. 온도가 25℃로 같은 기체 A~C의 압력은 기체 상태 방정식을 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다. $PV = nRT$ $P = \frac{nRT}{V} = \frac{wRT}{MV} = \frac{dRT}{M}$ 즉 온도가 서로 같고 R 은 상수이므로 기체의 압력은 $\frac{d}{M}$ 에 비례한다. 각 기체의 압력비는 $A : B : C = \frac{1.4}{17} : \frac{1.0}{32} : \frac{4.4}{22.4} \times \frac{1}{44}$ 이다. 따라서 압력의 크기는 $A > B > C$ 이다.

8. ㄱ. (가)와 (나)에서 온도가 같고, 기체의 부피와 압력이 같으므로 기체의 분자수는 (가)와 (나)에서 같다.

ㄴ. (가)에서 실린더 속의 He의 압력은 대기압과 같은 1기압이고, (나)에서 눈금 실린더 속의 혼합 기체(He + 수증기)의 압력은 1기압이므로, He의 부분 압력은 대기압에서 수증기압을 뺀 것이므로 He의 부분 압력은 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. 온도가 낮아지면 (가)의 실린더 속의 기체의 압력이 낮아지고 대기압에 의해 피스톤이 밀려 대기압과 같아질 때 까지 피스톤이 내려와 부피가 감소하므로 10℃에서 (가)의 He의 압력은 대기압과 같다. 반면 (나)에서 온도가 10℃로 낮아지면 눈금 실린더 속의 기체의 압력이 작아지고 대기압에 의해 수면이 눌러 눈금 실린더 안으로 물이 올라오므로 눈금 실린더 속의 기체의 압력은 물기둥에 의한 압력만큼 감소한다. 따라서 기체의 압력은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

9. ㄱ. 주어진 분자 중 중심원자에서 비공유 전자쌍의 수가 0개 이고 극성인 분자인 (가)는 $H-C \equiv N$ 으로 분자 모양은 직선형이다.

ㄴ. 중심 원자에서 비공유전자쌍의 수가 0개이고 무극성인 분자는 BF_3 이다. 중심 원자인 B에는 공유 전자쌍의 수가 3 개로 옥텟규칙이 적용되지 않는 평면 삼각형의 분자모양을 가지므로 평면 구조를 가진다.

ㄷ. 중심 원자에 비공유 전자쌍의 수가 1개인 것은 NH_3 로 결합각 $\angle HNH$ 은 107° 이고, 중심 원자에 비공유 전자쌍의 수가 2개인 것은 H_2O 로 결합각 $\angle HOH$ 은 104.5° 이다.

10. ㄱ. 주어진 4가지 원자 O, F, Na, Mg 중 Na, Mg은 금속 원소로 네온과 같은 전자배치를 갖는 이온이 되면 양이온이 되어 이온 반지름이 원자 반지름보다 작아진다. 즉 원자 반지름보다 이온 반지름이 작은 A, B는 Na, Mg 중 한 가지이다. 이때 Na, Mg은 같은 주기이므로 전자껍질의 수가 같지만, 원자번호가 큰 Mg이 핵 전하량이 Na보다 더 커서 전자를 안쪽으로 당기는 효과가

있어 원자반지름, 이온 반지름이 더 작다. 이로부터 A는 Mg, B는 Na이다.

ㄴ. C와 D는 이온이 될 때 음이온이 되는 O, F 중 한 가지이다. 원자반지름이 더 큰 F가 O보다 원자 반지름이 더 작으므로 C는 F이고, D는 O이다. C와 D는 같은 주기이고, C는 D보다 원자 번호가 크고 원자 반지름이 더 작아 원자가 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지인 이온화 에너지가 더 크다.

ㄷ. 화합물 AD를 이루는 이온의 전하가 각각 +2, -2이고, BC를 이루는 이온의 전하가 각각 +1, -1이므로 녹는점은 화합물 AD가 BC보다 높다.

11. ㄱ. 같은 부피의 산 HA, HB와 반응한 같은 농도의 염기의 부피가 같으므로 HA와 HB의 농도는 같다. 이때 pH가 HA가 더 낮으므로 산의 이온화 상수(K_a)는 HA가 HB보다 크다.

ㄴ. HA와 강한 염기인 NaOH와 중화반응한 중화점의 pH가 7보다 큰 것으로 보아 HA는 약한 산이다. 또 α 는 중화반응이 절반 정도 진행된 지점으로 약한 산과 중화 반응으로 생성된 약한 산의 짝염기의 혼합 용액이므로 완충 용액이다.

ㄷ. HB 수용액의 중화점의 pH가 7보다 큰 것으로 보아 중화점에서 존재하는 약한 산의 짝염기는 가수분해한다. 따라서 $[Na^+] > [B^-]$ 이다.

12. ㄱ. 물에 CO_2 가 녹아 용해 평형을 이루고 있으므로 단위 시간당 녹아 들어가는 CO_2 분자수와 석출되는 CO_2 분자수가 같다. 따라서 평형 상태에서도 녹아 들어가는 CO_2 분자는 있다.

ㄴ. CO_2 는 헨리의 법칙을 따르므로 용해도는 CO_2 분압에 비례한다. 추를 제거하면 CO_2 의 분압이 감소하므로 CO_2 의 용해도는 감소한다.

ㄷ. 실린더에 헬륨 기체를 첨가하면 실린더 속의 압력의 증가하고 대기압과 같아질 때 까지 피스톤을 밀어내므로 부피가 증가하므로 CO_2 의 분압이 감소한다. 따라서 용해되는 CO_2 의 질량은 감소한다.

13. ㄱ. $C_6H_6(l)$ 의 생성열은 다음 반응에서의 반응열(ΔH)이다.

$6C(s, \text{흑연}) + 3H_2(g) \rightarrow C_6H_6(l)$ 따라서 $C_6H_6(l)$ 의 생성열은 ΔH_2 와 같다.

ㄴ. 네 번째 반응식은 두 번째 식- 3× 첫 번째 식으로 구할 수 있다. 따라서 네 번째 식의 반응열 $\Delta H_4 = \Delta H_2 - 3\Delta H_1$ 이다.

ㄷ. $C_2H_2(g)$ 의 연소열은 $C_2H_2(g)$ 이 완전 연소할 때 방출하는 반응열이다. 즉 다음 반응식의 반응열이다. $C_2H_2(g) + \frac{5}{2}O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(l)$ 이 반응식은 $\frac{1}{6} \times \text{세번째 식} + \frac{1}{3} \times \text{네 번째 반응식}$ 으로

구할 수 있다. 즉 $C_2H_2(g)$ 의 연소열(ΔH)은 $\frac{\Delta H_3 + 2\Delta H_4}{6}$ 이다.

14. ㄱ. $Cr_2O_7^{2-}$ 에서 Cr의 산화수는 +6이고, 반응 후 생성된 Cr^{3+} 의 산화수는 +3으로 산화수가 감소한다. 즉 $Cr_2O_7^{2-}$ 은 자신은 환원되면서 Sn^{2+} 을 Sn^{4+} 로 산화시키는 산화제로 작용한다.

ㄴ. 주어진 반응식을 완성하면 $Cr_2O_7^{2-} + 3Sn^{2+} + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3Sn^{4+} + 7H_2O$ 이다. 따라서 반응식의 계수 $a+b$ 의 값은 4이다.

ㄷ. (가)는 H^+ 이다.

15. ㄱ. 주어진 F, Cl, Br 중 할원소 물질의 끓는점이 $59^\circ C$ 로 상온에서 액체 상태로 존재하는 것은 Br_2 이다. 즉 X_2 는 Br_2 이다. 남은 F와 Cl 중 할로젠화수소 중 결합 에너지가 큰 것은 모두 단일 결합이므로 결합 길이가 짧은 HF이다. 따라서 Y_2 는 Cl_2 이고, Z_2 는 F_2 이다. HZ은 HF로 분자 간에 수소 결합을 할 수 있으므로 HY 즉 HCl보다 끓는점이 높다.

ㄴ. 결합 길이는 HX(HBr)가 HZ(HF)보다 길다.

ㄷ. 분자 사이의 인력은 $Y_2(Cl_2)$ 가 $X_2(Br_2)$ 보다 분자량이 작으므로 작다.

16. ① (가)는 반응 물질인 A의 농도가 반으로 되는 시간인 반감기가 A의 농도에 관계없이 일정한 것으로 보아 A에 대한 1차 반응이다.

② (가)는 A에 대한 1차 반응이므로 반응 속도식은 $v = k[A]$ 이다. 이때 온도가 일정하므로 반응 속도 상수 k 는 일정하므로 반응 속도는 반응 물질인 A의 농도 $[A]$ 에 비례한다. 5초일 때 $[A]=0.2M$ 이고, 10초일 때 $[A]=0.1M$ 이므로 반응 속도는 5초일 때가 10초일 때의 2배이다.

③ (나)에서 촉매를 사용한 구간에서 반감기는 10초이었다가 촉매를 제거한 후에는 반감기가 5초로 된다. 즉 사용한 촉매는 반응 속도를 느리게 하는 부촉매이다.

④ 10초일 때 (가)에서 반감기는 5초이고, (나)에서 반감기는 10초이다. 따라서 반응 속도 상수의 비는 2 : 1이다.

⑤ (나)에서 2-초 이후에는 반감기가 5초이고, 40초 일 때는 20초 이후 반감기가 4번 지난 시간으로 $[A]=0.2 \times (\frac{1}{2})^4$ 이다. 또 (가)에서 반감기가 5초이므로 20초 일 때는 10초 이후 반감기가 2번 지난 시간으로 $[A]=0.1 \times (\frac{1}{2})^2$ 이다. 따라서 A의 농도는 (가)에서 20초 일 때가 (나)에서 40초 일 때보다 크다.

17. ① (-) 전극에서는 용액 중 환원전위가 가장 큰 물질이 가장 먼저 환원되고, (+) 전극에서 용액 중 산화전위가 가장 큰(환원 전위가 가장 작은) 물질이 산화된다. 주어진 물질 중 환원 전위가 가장 큰 물질은 Ag^+ 이므로 구간 I에서 $Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$ 반응이 일어나 Ag가 석출된다.

② 구간 I에서 용액의 음이온은 반응하지 않으므로 (+) 전극에서는 물이 산화되어 산소기체가 발생한다. $2H_2O \rightarrow O_2 + 4e^- + 4H^+$ 따라서 수용액의 pH는 감소한다.

③ 구간 II에서는 Ag^+ 이 모두 환원된 후 (-)전극에서는 Cu^{2+} 이 환원되고, (+)전극에서는 물이 산화되어 산소기체가 발생한다.

④ 구간 III에서는 금속 이온이 모두 환원된 후 (-)전극에서는 물이 환원되어 수소 기체가 발생한다. $2H_2O + 2e^- \rightarrow H_2 + 2OH^-$

⑤ 구간 II에서는 다음 반응이 일어나면서 구리가 석출된다. $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$ 따라서 흘려준 전하량의 크기는 구간 II가 구간 I의 2배이지만 석출된 물질의 몰수는 같다.

18. ㄱ. 농도가 작은 용액의 증기압이 농도가 큰 용액보다 커 농도가 작은 용액에서 농도가 큰 용액으로 물이 이동하는 효과가 있다. 용기 (가)의 수용액의 질량이 증가하였으므로 초기에 (가)에는 농도가 큰 용액 즉 0.2M 포도당 수용액이 들어있다.

ㄴ. 두 용기의 용액의 농도가 같아지면 두 용액의 증기압이 같아져 평형 상태에 도달한다. (가)에 들어있는 용질의 몰수는 $0.2\text{mol/L} \times 0.1\text{L}$ 이고, (나)에 들어있는 용질의 몰수는 $0.1\text{mol/L} \times 0.1\text{L}$ 이므로 두 용액의 농도가 같아지려면 용액의 부피는 (가)나 (나)의 2배가 되어야 한다. 최종 상태에서 용액의 부피는 (가)가 (나)의 2배이고, 용질의 몰 수는 같으므로 용액의 질량은 (가)에서 (나)에서의 2배이다.

ㄷ. 0.1M 포도당 수용액 200mL 와 0.2M 포도당 수용액 100mL 로 실험하여 최종 상태가 되면 두 용액의 농도가 같아야 한다. 즉 0.1M 포도당 수용액 200mL 에 들어있는 용질의 몰 수는 $0.1\text{mol/L} \times 0.2\text{L}$ 이고, 0.2M 포도당 수용액 100mL 에 들어있는 용질의 몰 수는 $0.2\text{mol/L} \times 0.1\text{L}$ 이므로 용질의 몰 수가 같으므로 용액의 농도가 같아지려면 용액의 부피가 같아야 한다. 용액의 조성과 부피가 같으므로 최종 질량은 두 수용액이 같아진다.

19. ㄱ. 반응 물질과 생성 물질이 모두 기체 상태로 존재하고, 반응 물질의 계수의 합과 생성 물질의 계수의 합이 같으므로 압력 변화는 평형을 이동시키지 못한다. 평형 이동에 의해 반응한 반응 물질의 몰 수만큼 생성 물질이 생성되므로 평형에서 물질의 몰수의 합은 일정하다. 따라서 압력과 부피의 곱은 절대온도에 비례한다. A와 C에서 압력과 부피의 곱이 같으므로 A와 C에서 절대온도는 같다. 즉 온도가 같으므로 평형 상수는 같다.

ㄴ. 압력과 부피의 곱이 A에서 B에서보다 크다. 즉 온도는 A에서 B에서보다 높다. 즉 평형 A에서 온도를 낮추 평형 B에 도달한 것과 같고, 정반응이 발열 반응이므로 평형 A에서 평형 B로 이동할 때 온도를 낮추면 정반응이 우세하게 진행되므로 기체 XY의 분자수는 점차 감소한다. 따라서 기체 XY의 분자수는 A에서 B에서보다 많다.

ㄷ. 압력과 부피의 곱은 D가 A보다 크다. 즉 온도는 D가 A보다 높다. 이는 평형 A에서 온도가 높아져 평형이 이동한 것과 같다. 온도를 높여주면 역반응이 우세하게 진행되어 X_2 의 분자수는 감소하고 XY의 분자수가 증가한다. 따라서 X_2 의 분자수는 A에서 D에서보다 많으므로 부분 압력은 D에서 A에서보다 작다.

20. 그래프에서 일정량의 B와 기체 A가 반응하여 기체 C를 생성할 때 A 4g 과 반응하여 생성된 C의 질량이 6g 이므로 처음 B의 질량은 2g 이다. 이 반응의 반응식 $A(g) + B(g) \rightarrow cC(g)$ 에서 A와 B가 $1 : 1$ 의 몰수비로 반응하므로 분자량의 비는 $A : B = 4 : 2 = 2 : 1$ 이고 반응하는 질량비는 $A : B : C = 4\text{g} : 2\text{g} : 6\text{g} = 2 : 1 : 3$ 이다. 또 (다)에서 A 8g , B 8g 을 넣어 반응시키면 반응 질량비가 $2 : 1 : 3$ 이므로 A 8g 은 모두 반응하고 B 8g 중 4g 은 반응하고 4g 이 남고, C는 12g 이 생성된다. 이때 기체의 부분 압력의 비가 $1 : 2$ 이므로 반응 후 몰수비는 $B : C = 1 : 2$ 이다. 따라서 분자량의 비는 $4 : 6 = 2 : 3$ 이다. 이로부터 분자량의 비는 $A : B : C = 4 : 2 : 3$ 이다. 이로부터 화학반응식을 완성하면 $A 4\text{g}$, B 2g 으로부터 생성된 C의 질량 6g 이므로 $A(g) + B(g) \rightarrow 2C(g)$ 이다.

과정 (나)에서 A 2g 을 사용하면 A 2g 과 B 2g 이 반응하여 B 1g 이 남고 C 3g 이 생성된다. 이를 몰 수로 환산하면 B가 0.5mol 일 때 C는 1mol 이 되므로 1.5mol 이다.

또 A 6g 과 B 2g 이 반응하면 A와 B가 $2 : 1$ 의 질량비로 반응하므로 A 2g 이 남고 C 6g 이 생성된다. 이를 몰수로 환산하면 A가 0.5mol 일 때 C는 2mol 이 되어 2.5mol 이다. 일정 온도와 부피에서 기체의

몰수는 압력에 비례하므로 기체의 압력 비 $\frac{P_1}{P_2} = \frac{1.5}{2.5} = \frac{3}{5}$ 이다.