

2011학년도 대수능 9월 모의평가 과학탐구영역 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. ㄱ. Al Al_2O_3 로 되는 과정에서 알루미늄은 전자를 잃고 산화된다.

ㄴ. 알루미늄의 산화물 Al_2O_3 은 알루미늄이 전자를 잃고 산화되어 Al^{3+} 으로 되고, 산소는 전자를 얻어 O^{2-} 이 되어, 알루미늄이온과 산화이온이 이온결합으로 이루어진 이온 결합 화합물이다.

ㄷ. 알루미늄이 공기 중의 산소와 반응하여 산화알루미늄을 생성하는 과정의 화학반응식은 다음과 같다. $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3$ 따라서 1몰의 알루미늄으로부터 0.5몰의 Al_2O_3 가 형성된다.

2. ${}_3^7\text{Li}$ 에서 3은 원자번호이므로 양성자의 수는 3개이다. 7은 질량수=양성자수+중성자수 이므로 중성자의 수는 4개이다. 중성 리튬 원자의 전자의 수는 양성자의 수와 같은 3개이며, 전자 1개를 잃고 생성된 리튬 이온의 경우 전자의 수는 2개이다. 이와 같은 조건에 맞는 모형은 ②번 이다.

3. ㄱ. He 4g은 1몰이고, O_2 16g 은 0.5몰이다. 따라서 분자수는 He이 O_2 보다 많다.

ㄴ. 분자의 평균 운동 속력은 분자량이 작은 He이 분자량이 큰 O_2 보다 크다.

ㄷ. 일정 부피에 들어있는 분자수는 He이 O_2 보다 많으므로 고정 장치를 풀면 피스톤은 오른쪽으로 이동한다.

4. ① 밀도는 탄소 원자 간의 공유결합으로 원자 결정을 이루고 있는 다이아몬드인 (가)가 흑연인 (나)보다 크다.

② (가)~(다)모두 탄소 원자로 이루어진 물질이므로 완전연소하면 모두 이산화탄소를 생성한다.

③ 다이아몬드의 경우 원자가전자 4개가 모두 원자 간의 공유결합에 참여하지만 흑연의 경우 원자가전자 4개 중 한 개는 탄소 원자 층 사이를 비교적 자유롭게 이동하므로 전기 전도성이 있다.

④ (다)에서 탄소 원자 1개는 다른 원자 3개와 공유 결합하고 있다.

⑤ 탄소 원자사이의 평균 결합 에너지는 탄소 원자사이의 공유 결합길이가 짧을수록 크다. 따라서 탄소-탄소의 평균 공유 결합길이가 짧은 (다)가 (가)보다 탄소와 탄소

사이의 평균 결합 에너지가 크다.

5. 나프탈렌의 몰 연소열은 나프탈렌 1몰이 연소할 때 방출한 열에너지이다. 나프탈렌이 연소할 때 방출한 열에너지 = 물이 흡수한 열량 + 봄이 흡수한 열량 = (물의비열 $\times$ 물의 질량 $\times$ 물의 온도변화) + (봄의 열용량 $\times$ 온도변화)이다. 따라서 나프탈렌의 몰 연소열을 구하기 위해 필요한 자료는 나프탈렌 1.4g의 몰수를 구하기 위해 나프탈렌의 분자량과 열에너지를 구하기 위해 물의 비열이 필요하다.

6. 원자 반지름보다 이온 반지름이 작은 것은 양이온이 되는 경우이므로 A와 B는 금속 원소이고, 원자 반지름보다 이온 반지름이 큰 것은 음이온이 되는 경우이므로 C와 D는 비금속 원소이다. 원자 반지름의 크기가 $A > B$ 이므로 A는 Na, B는 Li 이다. 또 원자반지름의 크기가 $C > D$ 이므로 C는 Cl, D는 F이다.

ㄱ. A는 Na이다.

ㄴ. B이온은 Li^+ 이므로 바닥상태의 전자배치는 He의 전자배치와 같다. 또 C 이온은 Cl^- 이므로 바닥 상태의 전자 배치는 Ar의 전자배치와 같다.

ㄷ. 원자의 제 1이온화 에너지는 F의 경우가 가장 작다.

7. 이온결합이 형성될 때의 방출하는 에너지는 양이온과 음이온의 거리에 반비례하고, 양이온과 음이온의 전하량의 곱에 비례한다. KCl의 경우 양이온인 K^+ 이 Na^+ 보다 이온반지름이 커서 P_{KCl} 은 P_{NaCl} 보다 작고 이온 간의 거리도 멀어 a 영역에 속한다. MgO의 경우 양이온과 음이온의 전하량이 NaCl보다 크고, Mg^{2+} 의 이온반지름은 Na^+ 보다 작고, O^{2-} 의 이온반지름도 Cl^- 보다 작아 P_{MgO} 은 c 영역에 속한다.

8. 제시된 분자 중 중심 원자에 비공유전자쌍이 있는 것은 NH_3 , OF_2 이고 이 두 분자 모두 극성 분자이다. 중심원자에 비공유 전자쌍이 없는 분자인 BF_3 , CHCl_3 , CO_2 중에서 극성 분자인 것은 CHCl_3 뿐이므로 (가)에 속하는 분자는 NH_3 , OF_2 로 2개, (나)에 속하는 분자는 BF_3 , CO_2 로 2개이다.

9. ㄱ. (나)는 촉매를 이용하여 활성화 에너지를 낮추는 반응경로를 가지므로 전체 반응속도는 (나)가 (가)보다 빠르다.

ㄴ, ㄷ. (나)에서 속도 결정 단계는 활성화 에너지가 큰 두 번째 단계이고, 전체 반응 속도는 두 번째 단계의 반응속도와 같다.

10. ㄱ. 25°C 에서 포화수용액은 용매 100g에 용질 40g이 녹은 용액이므로 36g이 녹은 수용액 A는 불포화 용액이다.

ㄴ. 83°C 에서 용해도는 180이므로 용질 36g 이 포화될 수 있는 용매의 양은 20g 이다. ($280 : 180 = (36+x) : 36$) 즉 증발에 의해 83°C 에서 포화된 수용액에는 용매

20g 중에 용질 36g 이 녹아있는 것이므로 %농도는 $\frac{36}{56} \times 100$ 이다. 수용액 A의 % 농도는

$\frac{36}{136} \times 100$ 이므로 5배가 되지 못한다.

ㄴ. 증발에 의해 83℃에서 포화된 수용액에는 용매 20g에 용질 36이 녹아있다. 0℃에서 용해도가 15이므로 용매 20g 중에는 최대 5g 이 녹는다. 따라서 0℃로 냉각시키면 33g이 석출된다.

11. ㄱ. O_3 의 생성열은 $\frac{3}{2}O_2 \rightarrow O_3$ 의 반응에서 출입하는 에너지이므로 $\frac{1}{2}\Delta H_1$ 이다.

ㄴ. O_2 의 결합에너지는 $O_2 \rightarrow 2O$ 의 반응에서 출입하는 에너지이므로 $\frac{\Delta H_1 + 2\Delta H_2}{3}$ 이다

ㄷ. $NO(g) + O(g) \rightarrow NO_2(g)$ 반응은 $\frac{1}{2} \times$ 세 번째 식 $-(\frac{1}{6} \times$ 첫번째 식 $+\frac{1}{3} \times$ 두번째 식)으로부터 구할 수 있다. 따라서 주어진 반응식의 반응열(ΔH)은 $\frac{-\Delta H_1 - 2\Delta H_2 + 3\Delta H_3}{6}$ 이다.

12. 2M 설탕 수용액의 밀도가 1.25g/L이므로 2M 설탕 수용액 1L의 질량은 1250g이고, 녹아있는 설탕의 양은 2몰 즉 684g 이다. 즉 용매 566g 에 설탕이 684g 녹은 용액이다. 2m 설탕 수용액은 용매 1000g 에 설탕이 684g 녹은 용액이므로 농도는 $2M > 2m$ 이다.

ㄱ. 용액의 증기압이 $A > B$ 이므로 용액의 몰랄농도는 $B > A$ 이다. 따라서 끓는점은 B의 수용액이 A의 수용액보다 높다.

ㄴ. A에는 몰랄농도가 작은 용액이 들어있는 경우이므로 2m 설탕 수용액이 들어있다.

ㄷ. B를 냉각하면 물의 증발 속도가 감소하므로 h 는 증가한다.

13. ㄱ. 산의 세기가 작을수록 그 짝염기의 세기는 크다. 따라서 산의 이온화상수가 작은 CH_3COOH 의 짝염기인 CH_3COO^- 이 HNO_2 의 짝염기인 NO_2^- 보다 염기의 세기가 크다.

ㄴ. $HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+, K_a = 7.1 \times 10^{-4} \dots \textcircled{1}$

$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+, K_a = 1.8 \times 10^{-5} \dots \textcircled{2}$

이고 주어진 반응식은 ①식 - ②식으로 구할 수 있으므로 평형상수는 ①식의 평형상수

$\div$ ②식의 평형상수이다. 따라서 평형 상수는 $\frac{7.1 \times 10^{-4}}{1.8 \times 10^{-5}}$ 이므로 1보다 크다.

ㄷ. $NaNO_2$ 을 첨가하면 주어진 반응식의 생성물질인 NO_2^- 을 첨가한 것과 같은 효과

이므로 평형이 왼쪽으로 이동하여 CH_3COO^- 의 몰수가 증가한다.

14. 그래프로부터 NO_3^- 와 Cu^{2+} 이 2 : 3의 몰수비로 반응한다. 즉 $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + c\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Cu}^{2+} + b\text{X} + d\text{H}_2\text{O}$ 이다. 이때 Cu가 Cu^{2+} 로 산화수가 2증가하여 산화되었으므로, 질소는 산화수가 감소하여 환원되어야 한다. 이때, 증가한 산화수와 감소한 산화수가 같아야 하므로 3몰의 Cu의 산화수가 2 증가했으므로 2몰의 질소는 산화수가 3감소해야 한다. NO_3^- 에서 질소의 산화수가 +5이므로 질소의 산화물 X에서 질소의 산화수는 2이어야 한다. 따라서 주어진 산화·환원반응식은 $3\text{Cu} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ 이고, $\frac{d}{a} = \frac{4}{3}$ 이다.

15. ㄱ. 전극 A에서는 CH_3OH 과 물이 반응하여 이산화탄소로 산화되는 반응이 일어나고, 전극 B에서는 산소 기체가 물로 환원되는 반응이 일어난다.

ㄴ. 전극 A의 산화 반쪽 반응은 다음과 같다. $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- - E_1$
전극 B의 환원 반쪽 반응은 $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} - E_2$ 이다.

이동한 전자수가 같도록 계수를 맞춰주면 전체 반응은 $2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 이다. 즉 CH_3OH 이 1몰 반응할 때 H_2O 이 2몰 생성된다.

ㄷ. 표준 기전력은 물질의 양에 관계없이 일정하므로 25℃에서 전지의 표준 기전력은 $E_2 - E_1$ 이다.

16. ㄱ. 용매 100g에 A 12g을 녹인 용액과 B 24g을 녹인 용액의 끓는점이 같으므로 용액의 몰랄농도가 같다. 즉 A 12g의 몰수와 B 24의 몰수가 같으므로 분자량은 B가 A의 2배이다.

ㄴ, ㄷ. (나)에서 물 100g에 A와 B가 각각 24g 녹아있으므로 수용액의 몰랄농도는 A수용액이 B수용액보다 크다. B수용액의 물이 A수용액으로 이동하는 효과가 있어 B수용액의 물의 양은 점차 감소하고 A수용액의 물의 양은 점차 증가하여 몰랄농도가 같아지면 평형에 도달한다. 평형에 도달했을 때 A, B의 수용액의 용질의 질량은 같지만 용액의 물의 질량은 A수용액이 많았으므로 % 농도는 B수용액이 A수용액보다 크다.

17. ㄱ. B를 첨가하면 평형은 역반응 쪽으로 이동한다. 평형이동에 의해 A는 0.4몰에서 0.6몰 즉 0.2몰이 증가했고, C는 0.2몰에서 0.1몰로 0.1몰 감소했다. 따라서 B는 0.2몰 감소해야 한다. B가 0.2몰 감소한 몰수가 0.3몰이므로 B를 첨가한 상태에서 B는 0.5몰이어야 한다. B를 첨가하기 전의 B의 몰수가 0.1몰이므로 첨가한 B의 몰수는 0.4몰이다.

ㄴ. 주어진 반응식의 평형상수식은 $\frac{[\text{B}]^2[\text{C}]}{[\text{A}]^2}$ 이므로 평형 (가)의 평형 농도를 평형상수

식에 대입하면 평형상수는 $\frac{1}{80}$ 이고, 평형 (나)의 평형 농도를 평형 상수식에 대입하면

평형상수는 $\frac{1}{40}$ 이다. 즉 (나)의 평형 상수는 (가)의 2배이다.

ㄷ. 정반응이 흡열반응이고 평형상수는 (나)가 (가)보다 크므로 (나)의 온도는 (가)보다 높다.

18. ㄱ. B를 첨가하기 이전 즉 평형 (가)에서 정반응의 속도는 일정한 속도를 유지한다. B를 첨가해주면 평형은 역반응 쪽으로 이동한다. 정반응이 흡열반응이므로 역반응이 우세하게 일어나면 열을 방출하고 열의 출입이 없는 조건이므로 반응계의 온도는 점차 증가한다. 따라서 정반응과 역반응의 속도는 모두 증가하다가 평형에 도달하면 일정한 속도를 유지한다. 평형에 도달한 후의 온도는 B를 첨가하기 전보다 높은 온도이므로 정반응의 속도는 더 크다. 이러한 조건을 만족하는 그래프는 ③번이다.

19. ㄱ. 반응이 완결된 후 0℃, 22.4L 용기 속 기체의 압력이 0.5기압이므로 남아있는 기체의 몰수는 0.5몰이다. 산소의 분자량이 32이므로 산소가 남아있다면 기체의 질량이 16g이 되어 처음 질량 10g보다 많아진다. 따라서 남아있는 기체는 수소 0.5몰, 1g만큼 남아있다.

ㄴ. 처음 기체의 수소의 몰수는 0.5몰보다 많고, 수소와 산소는 2 : 1의 몰수비로 반응하며 수소와 산소의 질량이 합이 10g 이므로 처음 수소 기체의 질량은 2g 즉 1몰이고, 산소의 질량은 8g, 0.25몰이다. 반응한 물질의 몰수비는 수소 : 산소 : 물 = 2 : 1 : 2 이므로 수소 0.5몰과 산소 0.25몰이 반응하여 물 0.5몰을 생성한다.

ㄷ. 반응 전 용기에는 수소 1몰, 산소 0.25몰 총 1.25몰이 존재하므로 0℃, 22.4L에서 압력은 1.25기압이다.

20. ㄱ. 점 Q는 중화점에서 pH가 7이므로 강한 염기를 강한 산인 염산으로 적정했을 때의 중화점이고, 이 염기의 농도는 0.05M이다. 또 점 R은 중화점의 pH가 7보다 작은 것으로 보아 약한 염기를 강한 산인 염산으로 적정했을 때의 중화점이고, 이 염기의 농도는 0.1M이다. 점 P는 pH가 11 정도이므로 약한 염기의 적정전을 나타낸 것이다. 따라서 점 P에 해당하는 염기 수용액의 중화점은 점 R 이다.

ㄴ. 적정에 사용한 염산의 농도가 0.10M로 같고, Cl^- 는 중화반응에서 구경꾼 이온이며, 강한 산의 짝염기이므로 물을 가수분해하지 않는다. 이때 Q와 R에서 혼합 용액의 부피가 R이 Q보다 크므로 Cl^- 의 몰농도는 Q가 R보다 크다.

ㄷ. 중화점이 R인 염기의 초기 농도는 0.1M이다($1 \times 0.1 \times 20 = 1 \times x \times 20$). 또 적정 전 염기의 pH가 11이므로 $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-3}$ 이다. 약한 염기의 적정 전의 $[\text{OH}^-] = C \cdot \alpha$ 이므로 이온화도 $\alpha = 0.01$ 이다. 따라서 약한 염기의 이온화상수 $K_b = C \cdot \alpha^2 = 1.0 \times 10^{-5}$ 이다.