

2013학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. <정답 맞히기> ③ 실험 결과에서 물질 X는 고체 상태에서 전류가 흐르지 않고, 용융된 액체 상태에서 전류가 흐르므로 이온 결정이라 할 수 있다. 염화칼슘은 Ca^{2+} 과 Cl^- 의 이온 결합에 의해 생성된 이온 결정이다. 이온 결정은 고체 상태에서는 양이온과 음이온이 거의 붙어 있어 이온 간의 인력 때문에 이온이 이동할 수 없어 전류가 흐르지 않으나, 액체 상태나 수용액 상태에서는 이온들이 자유롭게 이동할 수 있기 때문에 전류가 흐른다. 따라서 염화칼슘은 물질 X에 해당된다.

<오답 피하기> ① 흑연은 탄소 원자들 사이의 공유 결합으로 이루어진 공유 결정이다. 흑연은 판상 구조로 되어 있으며, 자유 전자를 가지고 있어 고체 상태에서도 전류가 흐른다.

② 구리는 금속 결정으로 자유 전자를 가지고 있으므로 고체와 액체 상태에서 전류가 흐른다.

④ 다이아몬드는 탄소 원자들 사이의 공유 결합으로 이루어진 공유 결정이다. 다이아몬드는 그물 구조로 되어 있어 자유 전자가 없으므로 고체와 액체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.

⑤ 드라이아이스는 분자 간 인력으로 이루어진 분자 결정으로 이온으로 구성되어 있지 않고, 전자가 원자 사이에 공유되어 있거나 원자핵에 강하게 결합되어 있어 전자들이 이동할 수 없으므로 고체와 액체 상태에서 전류가 흐르지 않는다.

2. <정답 맞히기> ㄱ. 이상기체 상태 방정식 $PV = nRT$ 에서 기체의 몰수와 부피가 일정할 때, 기체의 압력은 기체의 온도에 비례한다. 따라서 10L 강철 용기에 들어 있는 1몰의 He 기체의 온도를 300K에서 400K로 높이면, 기체 분자의 평균 운동 에너지와 평균 속력이 증가하게 되어 단위 면적 당 충돌수와 충돌할 때 가해지는 힘이 증가하므로 기체의 압력이 증가한다.

ㄷ. 기체 분자의 평균 운동 에너지는 절대 온도에 비례하므로 온도를 높이면 기체 분자의 평균 운동 에너지는 증가한다. 또한 기체 분자의 평균 속력은 기체 분자의 평균 운동 에너지에 비례하므로 기체의 온도를 높이면 기체 분자의 평균 속력도 증가하게 된다.

<오답 피하기> ㄴ. 기체의 온도를 높여도 기체 분자 수와 부피는 변하지 않았으므로 분자 간 평균 거리는 온도를 높이기 전과 같다.

3. <정답 맞히기> 강철 용기에서 실험을 하였으므로 기체의 부피는 일정하게 유지된다. 기체의 온도와 부피가 일정할 때, 기체의 압력은 기체의 몰수에 비례하므로 기체의 몰수가 많을수록 기체의 압력이 크다. 따라서 강철 용기에서 온도를 일정하게 유지하면서 반응을 시키면 기

체의 압력을 기체의 몰수로 생각하여 문제를 풀 수 있다.

주어진 반응에서 반응할 때의 각 기체의 몰수 비는 $A : B : C = 1 : 1 : 1$ 이므로, 0~1분 동안 A가 4기압이 감소하였을 때, B는 4기압이 증가하였으므로 C도 4기압이 증가해야 한다. 1~2분 동안 C는 다시 2기압(4기압→6기압)이 증가하였으므로 A는 2기압이 감소해야 하고, B는 2기압이 증가해야 한다. 따라서 반응 시간이 2분일 때 A, B, C의 압력은 각각 2기압, 6기압, 6기압이므로 혼합 기체의 전체 압력은 14기압이다.

4. <정답 맞추기> ㄴ. (가)와 (나)에 있는 $A(g)$ 의 온도와 압력을 이용하여 그래프에서 각각 찾아보면 (가)와 (나)에 용해되어 있는 A의 질량(g)이 모두 a임을 알 수 있다.

<오답 피하기> ㄱ. 기체의 용해도는 같은 압력에서 온도가 높을수록 작다. 2기압일 때, T_1 과 T_2 에서의 용해도(g/L)를 비교해보면 T_1 에서 a, T_2 에서 2a로 T_1 에서의 용해도가 작으므로 온도는 T_1 이 T_2 보다 높다.

ㄷ. 2기압, T_2 일 때, A의 용해도(g/L)는 2a이므로 T_2 에서 압력을 4기압으로 높이면, 헨리의 법칙에 의해 기체의 용해도도 2배가 된다. 따라서 4기압, T_2 에서 A의 용해도(g/L)는 4a이다.

5. <정답 맞추기> ㄴ. 수소 원자 모형에서 들뜬 상태의 전자들이 $L(n=2)$ 전자 껍질로 전이될 때 방출되는 빛이 가시광선 영역에 속한다. 따라서 C는 $M(n=3)$ 전자 껍질에서 $L(n=2)$ 전자 껍질로 전이될 때 방출되는 가시광선 영역의 빛에 해당된다.

ㄷ. 이온화 에너지는 1몰의 원자로부터 1몰의 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지로 수소 원자에서 바닥 상태의 $K(n=1)$ 전자 껍질에 있는 전자를 떼어낼 때 필요한 에너지와 같다. 따라서 수소 원자에서 전자가 D와 같이 전이 될 때 흡수하는 에너지는 수소의 이온화 에너지와 같다.

<오답 피하기> ㄱ. 방출되는 빛의 파장은 전자 껍질 사이의 에너지 차이(ΔE)에 반비례하므로 전자 껍질 사이의 에너지 차이가 큰 B의 파장이 A보다 짧다.

6. <정답 맞추기> 강산과 약염기의 중화 반응 또는 약산과 강염기의 중화 반응에 의해 생성된 염이 물에 녹으면 약염기의 짝산(또는 약산의 짝염기)이 가수 분해 한다.

ㄴ. $NaCl$ 이 물에 녹아 생성된 Na^+ 과 Cl^- 의 세기는 매우 약하여 산 또는 염기로 작용할 수 없으므로 가수분해하지 않는다. 따라서 $NaCl$ 수용액의 액성은 중성이다.

ㄷ. Na_2CO_3 이 물에 녹으면 Na^+ 과 CO_3^{2-} 이 생성되며, 이 때 약산의 짝염기인 CO_3^{2-} 이 가수분해하여 OH^- 을 생성하므로 수용액의 액성은 염기성이다. $CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons HCO_3^-(aq) + OH^-(aq)$

<오답 피하기> ㄱ. NH_4Cl 이 물에 녹아 생성된 이온 중 약염기의 짝산인 NH_4^+ 이 가수분해하여 H^+ 을 생성하므로 NH_4Cl 수용액의 액성은 산성이다. $NH_4^+(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$

CH_3COONa 이 물에 녹아 생성된 이온 중 약산의 짝염기인 CH_3COO^- 이 가수분해하여 OH^- 을 생성하므로 CH_3COONa 수용액의 액성은 염기성이다. $CH_3COO^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COOH(aq) + OH^-(aq)$
따라서 (가)는 산성, (나)는 염기성이다.

7. <정답 맞추기> 등전자 이온에서 원자 번호가 클수록 원자핵과 최외각 전자 사이의 인력이

크므로 이온 반지름이 작다. 따라서 이온 반지름의 크기는 $Mg^{2+} < Na^{+} < F^{-} < O^{2-}$ 이므로 A의 이온은 Na^{+} , B의 이온은 Mg^{2+} , C의 이온은 O^{2-} , D의 이온은 F^{-} 이다.

ㄴ. A(Na)는 3주기 1족, B(Mg)는 3주기 2족 원소이다. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자핵과 최외각 전자 사이의 인력이 증가하므로 원자 반지름은 작아진다. 따라서 원자 반지름은 A가 B보다 크다.

ㄷ. 녹는점은 이온 결합력이 클수록 높는데 이온 결합력은 두 이온의 전하의 곱에 비례하고 이온 사이의 거리의 제곱에 반비례한다. BC와 AD의 이온 사이의 거리가 비슷하다고 볼 때, BC의 전하의 곱은 절댓값 4, AD의 전하의 곱은 절댓값 2이므로 전하의 곱이 큰 BC의 이온 결합력이 AD보다 크다. 따라서 녹는점은 화합물 BC가 AD보다 높다.

<오답 피하기> ㄱ. Mg은 B이다.

8. <정답 맞히기> ㄱ. 1% 포도당 수용액 100g에는 포도당 1g이 포함되어 있으므로 포도당의 몰수는 $n = \frac{\text{질량}}{\text{분자량}} = \frac{1}{M}$ 몰이다. 따라서 A는 $\frac{1}{M}$ 이다.

ㄴ. 몰농도 = $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이므로 %농도를 몰농도로 환산하려면 용액의 부피를 구하여야 한다. 밀도(g/mL) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{부피(mL)}}$, 부피(mL) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{밀도(g/mL)}}$ 이므로 포도당 수용액 100g의 부피(L)는 $\frac{1}{10d}$ L이다. 따라서 1% 포도당 수용액의 몰농도 = $\frac{\text{몰수}}{\text{부피(L)}} = \frac{10d}{M}$ 이다.

ㄷ. 몰랄 농도 = $\frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량(kg)}}$ 이므로 %농도를 몰랄 농도로 환산하려면 용매의 질량을 구하여야 한다. 용액의 질량 = 용매의 질량 + 용질의 질량이므로 1% 포도당 수용액 100g 중 용매의 질량은 99g이다. 따라서 1% 포도당 수용액의 몰랄 농도 = $\frac{\text{몰수}}{\text{질량(kg)}} = \frac{1000}{99M}$ 이다.

9. <정답 맞히기> ㄱ. A 수용액의 어는점이 -0.93°C 이므로 어는점 내림(ΔT_f)은 0.93이다. 따라서 A 수용액의 몰랄 농도를 구하면 다음과 같다.

$\Delta T_f = K_f \cdot \text{몰랄 농도}(m)$, $0.93^{\circ}\text{C} = 1.86^{\circ}\text{C}/m \cdot \text{몰랄 농도}(m)$, 몰랄 농도(m)=0.5m
끓는점 오름(ΔT_b)도 용액의 몰랄 농도에 비례하므로 $\Delta T_b = K_b \cdot \text{몰랄 농도}(m) = 0.52^{\circ}\text{C}/m \cdot 0.5m = 0.26^{\circ}\text{C}$ 이다. 따라서 1기압에서 물의 끓는점은 100°C 이므로, A 수용액의 끓는점은 100.26°C 이다.

<오답 피하기> ㄴ. A 수용액의 몰랄 농도를 이용하여 A의 분자량을 구하면 다음과 같다.

$$m = \frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량(kg)}} = \frac{n}{0.1} = 0.5m, \quad n = 0.05\text{몰},$$

$$\text{용질의 몰수}(n) = \frac{\text{질량}}{\text{분자량}(M)} = \frac{9}{M} = 0.05\text{몰}, \quad \text{A의 분자량}(M) = 180$$

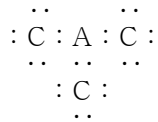
B 수용액의 끓는점이 100.52°C 이므로 끓는점 오름(ΔT_b)은 0.52이고, B 수용액의 몰랄 농도는 1m이다. B 수용액의 몰랄 농도를 이용하여 B의 분자량을 구하면 다음과 같다.

$$m = \frac{\text{용질의 몰수}}{\text{용매의 질량(kg)}} = \frac{n}{0.1} = 1m, \quad n = 0.1\text{몰}$$

$$\text{용질의 몰수}(n) = \frac{\text{질량}}{\text{분자량}(M)} = \frac{6}{M} = 0.1\text{몰}, \quad \text{B의 분자량}(M) = 60, \quad \text{따라서 분자량은 A가 B의 3배이다.}$$

ㄷ. 비휘발성 비전해질 용질이 녹아 있는 수용액에서 수용액의 농도가 클수록 수용액의 증기압력내림(ΔP)이 크므로, 수용액의 농도가 클수록 수용액의 증기압력은 작다. 따라서 수용액의 증기압력은 몰랄 농도가 큰 B 수용액이 A 수용액보다 작다.

10. <정답 맞추기> ⑤ A의 원자가 전자 수는 3개이고, C의 원자가 전자 수는 7개이므로 AC_3 는 다음과 같이 루이스 전자점식으로 나타낼 수 있다.



루이스 전자점식을 보면 알 수 있듯이 A는 비공유 전자쌍은 가지고 있지 않으며, 공유 전자쌍만 3개 있으므로 총 6개의 전자를 가지고 있어 옥텟을 만족하지 않는다.

<오답 피하기> ① $2p$ 에 있는 3개의 오비탈($2p_x, 2p_y, 2p_z$)의 에너지 준위는 모두 같으므로 B가 가지는 4개의 전자가 $2p$ 오비탈에 다음과 같은 전자배치로 채워진 경우는 모두 바닥 상태라 할 수 있다. $2p \begin{array}{|c|c|c|} \hline \bullet\bullet & \bullet & \bullet \\ \hline \end{array}$ 또는 $2p \begin{array}{|c|c|c|} \hline \bullet & \bullet\bullet & \bullet \\ \hline \end{array}$ 또는 $2p \begin{array}{|c|c|c|} \hline \bullet & \bullet & \bullet\bullet \\ \hline \end{array}$

② 원자가 전자 수는 바닥 상태의 전자 배치에서 가장 바깥쪽 전자 껍질에 채워져 있는 전자 수이다. 따라서 B의 가장 바깥쪽 전자 껍질(L 전자 껍질)에 있는 $2s, 2p$ 오비탈의 전자 수가 원자가 전자 수이므로, B의 원자가 전자 수는 6개이다.

③ C의 원자가 전자 수는 7개이므로 전자 1개만 채우면 옥텟을 만족한다. 따라서 다음과 같이 루이스 전자점식으로 나타낼 수 있으며, C_2 는 단일 결합을 가진다.



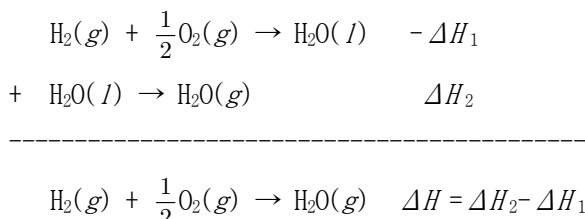
④ A와 C는 같은 주기의 원소이며, A는 13족 원소, C는 17족 원소이다. 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록 대체로 이온화 에너지가 증가하는데, 이는 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 원자 반지름이 감소하므로 원자핵과 전자 사이의 인력이 증가하여 전자를 떼어내기가 어렵기 때문이다. 따라서 이온화 에너지는 C가 A보다 크다.

11. <정답 맞추기> ㄱ. 헤스의 법칙에 의해 화학 반응에서 반응물의 종류와 상태 및 생성물의 종류와 상태가 같으면 반응 경로에 관계없이 출입하는 열량의 총합은 항상 일정하다.

반응이 ΔH_1 와 ΔH_4 의 경로로 일어날 때와 ΔH_2 와 ΔH_3 의 경로로 일어날 때, 반응물의 종류와 상태 및 생성물의 종류와 상태가 같으므로 각 경로에서의 반응 엔탈피의 합은 같다. 따라서 $\Delta H_1 + \Delta H_4 = \Delta H_2 + \Delta H_3$ 이다.

$\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \quad \Delta H_1$	$\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(g) \quad \Delta H_2$
$+ \text{H}_2(g) + \frac{1}{2}\text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{H}(g) + \text{O}(g) \quad \Delta H_4$	$+ \text{H}_2\text{O}(g) \rightarrow 2\text{H}(g) + \text{O}(g) \quad \Delta H_3$
$\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{H}(g) + \text{O}(g) \quad \Delta H_1 + \Delta H_4$	$\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{H}(g) + \text{O}(g) \quad \Delta H_2 + \Delta H_3$
$\therefore \Delta H_1 + \Delta H_4 = \Delta H_2 + \Delta H_3$	

ㄴ. 생성열 (ΔH)은 어떤 화합물 1몰이 성분 원소의 가장 안정한 물질로부터 생성될 때 방출하거나 흡수하는 열량이다. 따라서 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 생성열(ΔH)은 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 의 성분 원소인 $\text{H}_2(g)$ 와 $\text{O}_2(g)$ 로부터 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 1몰이 생성될 때의 열량과 같으므로 다음과 같이 구할 수 있다.



<오답 피하기> ㄴ. 결합 에너지는 기체 상태의 두 원자 사이의 공유 결합 1몰을 끊어 각각의 원자 상태로 만드는 데 필요한 에너지이다. ΔH_3 는 $\text{H}_2\text{O}(g)$ 가 가지는 O-H 결합 2몰을 끊어 각각의 원자 상태로 만드는 데 필요한 에너지이므로 O-H의 결합 에너지는 $\frac{1}{2} \Delta H_3$ 이다.

12. <정답 맞히기> ㄱ. T_1 에서 물질 액체 X를 진공 실린더에 넣은 후 액체와 기체가 평형을 이루고 있을 때 기체 X의 압력이 P_1 이므로 T_1 에서 이 물질의 증기 압력은 P_1 이라 할 수 있다.

<오답 피하기> ㄴ. 그래프 (나)에서 액체와 기체가 평형을 이루고 있는 증기압력 곡선과 T_1 의 수직선이 만나는 점의 압력이 P_1 이라 할 수 있다. 따라서 T_1 일 때 P_1 은 대기압인 1기압보다 작으므로 (가)에서 고정 장치를 풀면 대기압이 피스톤을 누르게 되어 실린더 내부 부피는 감소한다. ㄷ. (가)에서 온도를 T_3 로 낮추면 물질 X가 고체로 상태가 변화하며, T_3 에서는 고체와 기체가 평형을 이루게 되므로, 이 때 실린더의 내부 압력은 (나)에서 고체와 기체가 평형을 이루고 있는 승화 곡선과 T_3 의 수직선이 만나는 점의 압력이라 할 수 있다. 따라서 실린더 내부 기체 X의 압력은 P_2 보다 작다.

13. <정답 맞히기> ㄴ. 액체 X, Y가 기체 X, Y와 각각 평형 상태를 이루고 있으므로 용기 A, B에 있는 기체의 압력은 각각 X와 Y의 증기 압력이라 할 수 있다. 따라서 X의 증기 압력은 $760\text{mmHg} - 320\text{mmHg} = 440\text{mmHg}$ 이고, Y의 증기 압력은 500mmHg 이다. 콕을 열면 X의 증기 압력이 Y에 가해지게 되므로 h_2 는 60mm 로 줄어들게 된다. 이 때, 기체 X가 유리관으로 이동하게 되어 부피가 증가하므로 순간적으로 용기 A의 기체 압력이 감소하게 되지만, 동시에 액체 X의 증발이 일어나게 되므로 충분한 시간이 지나면 다시 액체 X와 기체 X 사이에 평형을 이루게 되고 액체 X의 증기 압력은 440mmHg 으로 유지된다. 따라서 h_1 은 변하지 않는다.

<오답 피하기> ㄱ. 분자 간 인력이 작을수록 증기 압력이 크므로 분자 간 인력은 증기 압력이 큰 Y가 X보다 작다.

ㄷ. 콕을 열어 충분한 시간이 지나면 X의 증기 압력(440mmHg)이 Y에 가해지므로 h_2 는 60mmHg 으로 줄어들게 된다.

14. <정답 맞히기> ㄱ. (다)에서 중화점까지 들어간 0.1M NaOH(aq) 의 부피가 22mL 이므로 $MV=M'V'$ 에서 $\frac{1}{10}$ 로 묶힌 식초 속의 CH_3COOH 의 몰농도는 0.11M 이다. 따라서 묶히기 전 식초 속

의 CH_3COOH 의 몰농도는 1.1M이다.

ㄴ. 중화 적정이 진행되면서 중화 반응에 의해 H^+ 의 수가 감소하므로 화학 평형 이동의 법칙에 의해 CH_3COOH 의 이온화 반응($\text{CH}_3\text{COOH}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(aq) + \text{H}_3\text{O}^+(aq)$)의 정반응이 일어나 CH_3COOH 의 이온화가 일어나게 된다. 따라서 중화 적정이 진행되는 동안 CH_3COOH 의 이온화도는 증가한다.

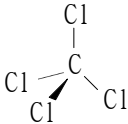
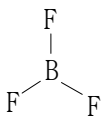
ㄷ. 중화점에서 CH_3COOH 의 짝염기인 CH_3COO^- 이 가수분해($\text{CH}_3\text{COO}^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(aq) + \text{OH}^-(aq)$)하므로 CH_3COO^- 의 수는 약간 줄어들게 된다. 그러나 강염기인 NaOH 의 짝산인 Na^+ 의 세기는 약하여 가수분해 하지 않으므로 Na^+ 의 수는 일정하게 유지된다. 따라서 Na^+ 의 수가 CH_3COO^- 의 수보다 많다.

15. <정답 맞히기> ㄴ. 온도를 높이면 화학 평형 이동의 원리에 의해 흡열 반응이 일어나므로 주어진 반응의 역반응이 일어난다. 역반응이 일어나면 반응물의 농도는 증가하고 생성물의 농도는 감소하므로 평형 상수는 작아진다. 따라서 평형 상수는 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. 촉매는 반응의 활성화 에너지나 경로를 변화시켜 반응 속도를 변화시키는 물질로 화학 평형에는 영향을 주지 않는다. 따라서 (가)에 정촉매를 넣어 주어도 평형 이동이 일어나지 않으므로 C의 몰분율은 변하지 않는다.

ㄷ. 주어진 반응의 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수가 같으므로 (나)에서 (다)로 압력을 변화시켜도 평형 이동이 일어나지 않는다. 또한 (가)에서 (나)로 온도를 변화시킬 때 역반응으로 평형 이동이 일어나도 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수가 같으므로 전체 몰수는 항상 같다. 따라서 전체 몰수는 (가), (나), (다)에서 모두 같다.

16. <정답 맞히기> 다음은 분자의 구조식과 분자의 구조 및 극성을 나타낸 것이다.

분자	CO_2	HCN	CCl_4	BF_3
구조식	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$		
분자의 구조	직선형	직선형	정사면체형	평면삼각형
분자의 극성	무극성	극성	무극성	무극성

위 표로부터 극성 물질은 HCN 만 해당되고, CO_2 와 HCN 은 다중 결합이 있으며, CO_2 , HCN , BF_3 는 분자를 이루는 모든 원자가 같은 평면에 존재함을 알 수 있다.

ㄴ. (나)에 의해 CO_2 , CCl_4 , BF_3 중 두 가지를 ‘예’로 분류해야 하므로 (나)는 ‘모든 원자는 같은 평면에 있는가?’이며, C는 CCl_4 이다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)에 의해 HCN 만 ‘예’로 분류되었으므로 (가)는 ‘극성 물질인가?’이다.

ㄷ. (다)는 ‘다중 결합이 있는가?’이므로 이중 결합을 가지고 있는 CO_2 가 A, 단일 결합만 가지고 있는 BF_3 가 B이다.

17. <정답 맞히기> ㄱ. 짝산과 짝염기의 관계일 때, 짝산의 산 이온화 상수(K_a)와 짝염기의 염기 이온화 상수(K_b)의 곱은 물의 이온곱 상수(K_w)와 같으므로 BH^+ 의 산 이온화 상수는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$BH^+ + H_2O \rightleftharpoons B + H_3O^+ \text{에서 } K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{4.0 \times 10^{-4}} = 2.5 \times 10^{-11} \text{ 이다.}$$

산 이온화 상수(K_a)가 클수록 이온화가 잘 되어 수용액 속 H^+ 의 농도가 크므로 강한 산이다. 따라서 K_a 가 큰 HA가 BH^+ 보다 강한 산이다.

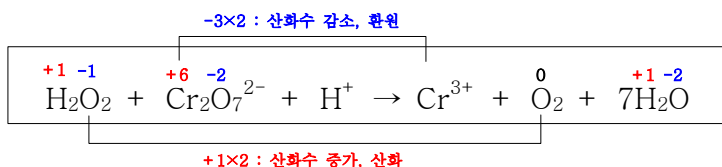
ㄴ. B를 물에 용해시켰을 때 생성된 OH^- 의 농도는 다음과 같이 구할 수 있다.

	$B(aq)$	+	$H_2O(l)$	$\rightleftharpoons$	$BH^+(aq)$	+	$OH^-(aq)$
초기 농도	1M				0		0
반응 농도	-x				+x		+x
평형 농도	1-x				x		x

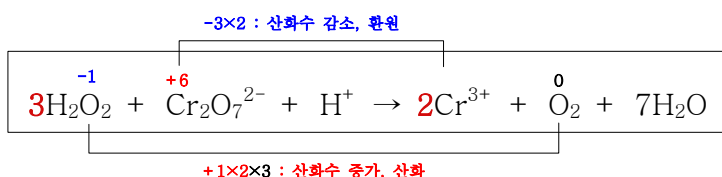
$K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]} = \frac{x^2}{1-x} = 4.0 \times 10^{-4}$, B는 약산이므로 $1-x \approx 1$ 이라 할 수 있으므로 $x = [OH^-] = \text{약 } 2.0 \times 10^{-2} \text{M}$ 이고, $pOH = -\log[OH^-] = \text{약 } 1.7$ 이다. 따라서 $pH + pOH = 14$ 이므로 1.0M B(aq)의 pH는 12.3이다.

<오답 피하기> ㄷ. 1.0M HA(aq) 100mL에는 0.1몰의 HA가 포함되어 있으므로 이 수용액에 0.1몰의 NaOH(s)를 넣으면 HA는 모두 중화되어 중화점에 도달한다. 따라서 혼합 용액의 산 HA의 농도가 거의 0에 가까우므로 완충 용액으로 작용할 수 없다.

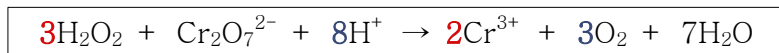
18. <정답 맞히기> ㄴ. 다음과 같은 방법에 의해 계수를 맞추면 된다.(산화수법)
첫 번째, 각 원자의 산화수와 변화된 산화수를 조사한다.



두 번째, 증가한 산화수와 감소한 산화수가 같도록 계수를 맞춘다.



세 번째, 산화수가 변하지 않은 원자들의 원자수가 같도록 계수를 맞춘다.

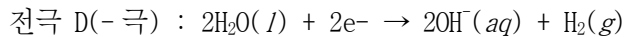
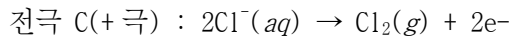
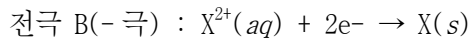
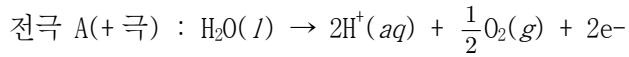


따라서 $a=3$, $b=1$, $c=8$ 이므로 $a+b+c=12$ 이다.

<오답 피하기> ㄱ. H_2O_2 의 O의 산화수가 -1에서 0으로 증가하여 산화되었고, Cr의 산화수는 +6에서 +3으로 감소하여 환원되었으므로 H_2O_2 는 환원제로 사용되었다.

ㄷ. 화학 반응식에서 계수비는 반응하는 물질의 몰수비와 같으므로 1몰의 $Cr_2O_7^{2-}$ 이 반응하면 3몰의 O_2 가 생성된다.

19. <정답 맞히기> ㄱ. 전극 C에서 Cl^- 이 산화되어 염소 기체가 발생하였으므로 전극 C는 (+)극임을 알 수 있다. 따라서 전극 A와 C는 (+)극, B와 D는 (-)극이며, 전극 A와 C에서는 산화 반응이, B와 D에서는 환원 반응이 일어난다. 각 전극에서 일어나는 반응의 화학 반응식은 다음과 같다.



전극 A에서는 물이 SO_4^{2-} 보다 산화되기 쉬우므로 물이 먼저 산화되어 산소 기체가 발생한 것이며, 전극 B에서는 금속 X^{2+} 이 물보다 환원되기 쉬우므로 X^{2+} 이 먼저 환원되어 X가 석출된 것이다. 또한 전극 C에서는 Cl^- 이 물보다 산화되기 쉬우므로 Cl^- 이 먼저 산화되어 염소 기체가 발생한 것이고, 전극 D에서는 물이 Y^+ 보다 환원되기 쉬우므로 물이 먼저 환원되어 수소 기체가 발생한 것이다.

<오답 피하기> ㄴ. (가)의 전극 A에서 2몰의 H^+ 이 생성될 때, 전극 B에서 1몰의 X^{2+} 이 환원되므로 수용액의 전체 양이온의 수는 증가한다.

ㄷ. (나)의 전극 D에서 물이 산화되어 OH^- 을 생성하므로 수용액의 pH는 증가한다.

20. <정답 맞히기> 초기에 넣어준 A와 B의 몰수를 각각 n이라 할 때, (다)의 평형에서 C의 몰분율이 0.5라 했으므로 C의 몰수가 0.5n이라면, A와 B의 몰수는 각각 0.25n이라 할 수 있다. (화학 반응식에서 A와 B의 계수가 같으므로 반응이 일어날 때, A와 B는 같은 몰수만큼 감소한다.)

(다)의 평형 상수는 $K = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{(0.5n)^2}{(0.25n)^2} = 4$ 이고, 평형 상수는 (다)가 (나)의 4배이므로 (나)의 평형 상수는 1이다.

(가)에서 (나)로 될 때, 반응한 A와 B의 몰수를 각각 x라 한다면 (나)의 평형 상태에서 남아 있는 A, B, C의 몰수는 각각 n-x, n-x, 2x이다.

	$\text{A}(g)$	+	$\text{B}(g)$	$\rightleftharpoons$	$2\text{C}(g)$
초기 농도	n		n		0
반응 농도	-x		-x		+2x
평형 농도	n-x		n-x		2x

이 값을 이용하여 (나)의 평형 상수를 구하면, $K = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{(2x)^2}{(n-x)^2} = 1$ 이고, $x = \frac{1}{3}n$ 이므로

(나)에서 A의 몰수는 $\frac{2}{3}n$ 이다.

따라서 $\frac{\text{(나)에서 A의 몰수}}{\text{(가)에서 A의 몰수}} = \frac{\frac{2}{3}n}{n} = \frac{2}{3}$ 이다.