

2007학년도 9월 모의평가 (과학탐구-화학II)

정답 및 해설

<정답>

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

<해설>

1. 동위 원소는 양성자수는 같지만 중성자수가 달라 질량수가 다른 원소이며, A와 B는 동위 원소이므로 B의 양성자수는 18이다.

B와 C의 질량수가 같으므로 $18 + 22 = 19 + (\text{나})$ 이다. 따라서 (나)는 21이다.

C와 D의 원자 번호는 같으므로 D의 원자 번호는 19이고 따라서 전자수(다)도 19이다.

그러므로 (가) + (나) + (다) = $18 + 21 + 19 = 58$ 이다.

2. 용액 A~E 중 포화 용액은 A, B, C이다.

용액 C, D, E는 물 100g에 녹아 있는 용질의 양이 동일하므로 질량 퍼센트 농도가 같다.

용액 B는 60℃에서 용해도가 80이고 20℃에서 용해도가 40이므로 포화 용액을 20℃로 냉각하면 40g이 석출된다.

3. ① (가)에서 He과 N₂이 같은 용기에 있으므로 두 기체의 온도는 같다. 따라서 평균 분자 운동 에너지도 같다.

② (나)→(다)에서 온도는 일정하게 유지하고 He을 주입하여 전체 분자수가 증가하였다. 그런데 성분 기체의 부분 압력은 몰 비율에 비례하므로 N₂의 부분 압력은 (나)보다 (다)에서 작아진다.

③ (나)→(라)에서 He의 분자수는 증가하고 부피는 일정하게 유지되었으므로, He의 부분 압력은 증가한다.

④ (나)와 (다)에서 온도가 일정하게 유지되었으므로, 분자의 평균 속력도 일정하다.

⑤ (나)→(라)에서 He을 주입한 것과 압력이 커진 것이 상쇄되어 부피가 일정하므로 (라)의 온도가 (가)와 같아지면 부피도 같아진다.

4. ㄱ. CH₄은 중심원자 주위에 전자쌍이 4쌍이므로 결합각이 109.5°인 정사면체 구조이다. CH₃Cl은 염소 원자에 비공유 전자쌍이 존재하고, 공유 전자쌍 사이의 반발력보다 비공유 전자쌍과 공유 전자쌍 사이의 반발력이 더 크므로 H-C-H의 결합각이 109.5°보다 작아진다.

ㄴ. 반응물인 CH₄과 Cl₂는 모두 무극성 분자이며, 생성물인 CH₃Cl과 HCl은 모두 극성 분자이다.

ㄷ. 각 분자에 존재하는 비공유 전자쌍의 수는 $\text{CH}_4 : 0$, $\text{Cl}_2 : 6$, $\text{CH}_3\text{Cl} : 3$, $\text{HCl} : 3$ 개이다. 따라서 반응물과 생성물에 존재하는 비공유 전자쌍의 전체 개수는 동일하다.

5. 비휘발성 물질이 녹아 있는 용액의 증기 압력이 순수한 용매의 증기 압력보다 낮아지는 현상을 증기 압력 내림이라고 한다. 자료에서 액체의 증기압은 $C > B > A$ 이다. 그런데 수 용액에서 이온화되는 전해질의 증기 압력 내림은 이온화된 입자의 총 몰수에 비례하고, 같은 농도의 비전해질에 비해 크므로 A는 소금물, B는 설탕물, C는 물이다.

6. ① t 가 100°C 일 때 내부 압력과 외부 압력이 760mmHg 로 같아지므로, 수은 기둥의 높이(h)는 0mm 가 된다.

② $t = -17^\circ\text{C}$ 일 때 내부 압력이 외부 압력보다 759mmHg 작으므로 $h = 760 - 1 = 759\text{mmHg}$ 가 된다.

③ 온도가 30°C 일 때 증기 압력은 30mmHg 로, 증기 압력과 외부 압력이 평형을 이루게 되므로 $h = 0\text{mm}$ 이다.

④ 초기 조건에서 물의 양을 증가시켜도 온도가 일정하게 유지되면 물의 증기 압력이 일정하므로, h 는 변하지 않는다.

⑤ t 가 100°C 일 때 압력은 760mmHg 이므로, 외부 압력이 1000mmHg 일 때 $h = 1000 - 760 = 240\text{mm}$ 이다.

7. $V \propto \frac{nRT}{P}$ 를 이용하여 최종 상태 A, B, C의 부피를 구하면

A의 경우 압력이 3배($100\text{기압} \rightarrow 300\text{기압}$)로 되었고, 몰당 부피가 2배로 늘어났으므로 기체의 부피는 $V = 6\text{L} \times \frac{2}{3} = 4\text{L}$ 이다.

B의 경우 기체의 온도가 $\frac{4}{3}$ 배($300\text{K} \rightarrow 400\text{K}$) 증가하였고 몰당 부피가 1.5배 늘어났으므로 기체의 부피는 $V = 6\text{L} \times \frac{3}{2} \times \frac{4}{3} = 12\text{L}$ 이다.

C의 경우 기체의 압력이 $\frac{1}{100}$ 배($100\text{기압} \rightarrow 1\text{기압}$)으로 감소하였고, 몰당 부피가 2배로 증가하였으므로, 기체의 부피는 $V = 6\text{L} \times 100 \times 2 = 1200\text{L}$ 이다.

8. 전자 배치로 보아 원소 A는 플루오르(F), B는 산소(O), C는 마그네슘(Mg), D는 염소(Cl), E는 칼슘(Ca)이다.

① F_2 는 단일 결합, O_2 는 이중 결합이므로, F_2 의 결합 에너지는 O_2 보다 작다.

② 이온 결합 물질의 녹는점과 끓는점은 이온 사이의 거리가 짧고, 양이온과 음이온의 전하량의 곱이 클수록 높아진다($f = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$). 따라서 MgO 의 녹는점은 CaO 의 녹는점보다 높다.

③ MgCl_2 은 이온 결합 물질로 전해질이다.

④ 무극성 분자 사이에는 분산력만 작용하며, 분산력은 분자량이 클수록, 분자의 크기가 클수록 크므로 Cl_2 의 끓는점은 F_2 보다 높다.

⑤ Ca은 금속이므로 용융 상태에서 전기를 통한다.

9. ① 초기 농도가 다른 조건의 그래프에서 농도가 클수록 반응속도가 크다는 것을 알 수 있다.

② 농도가 $\frac{1}{2}$ 로 감소하는 반감기가 10초로 일정한 것으로 보아 이 반응은 X의 농도에 대하여 1차 반응이다.

③ A에서 30초일 때 X의 농도는 0.5mol/L 이다.

④ 온도가 높을수록 반응속도가 빠르므로 C의 온도가 A의 온도보다 높다.

⑤ 반응 속도 상수는 몰농도나 압력 등에 의해서 변하지 않고 온도에 의해서 변하는 상수이다. 따라서 A와 B의 반응 온도는 같고, B와 C의 온도는 서로 다르므로, B와 C의 반응 속도 상수는 다르다.

10. 러더퍼드는 원자의 중심에 원자의 질량의 대부분을 차지하고 (+)전하를 띠는 입자인 원자핵을 발견하였다. 톰슨의 원자 모형과 같이 (+)전하 속에 (-)전하를 띤 전자가 덩성덩성 박혀있다면 (+)전하를 띠는 He의 원자핵의 흐름인 알파선을 금박에 통과시켰을 때 대부분의 알파선은 그대로 통과하고, 일부 (+)전하에 부딪친 알파 입자가 약간 휘어질 것이라고 예상할 수 있다.

11. 생성열은 어떤 물질 1몰이 그 물질을 이루는 성분 원소의 가장 안정한 홑원소 물질로부터 생성될 때의 반응열을 의미한다.

ㄱ. 물의 기화되는 것은 흡열 반응이므로 ΔH 가 (-)값을 가진다. 물의 기화열(ΔH)은 $-242 - (-286) = +44\text{kJ/mol}$ 이다.

ㄴ. 분해열(ΔH)의 크기는 생성열과 같고, 부호는 반대이므로 물의 분해열은 286kJ/mol 이다.

ㄷ. 일산화탄소의 연소열(ΔH)은 $-394 - (-110) = -284\text{kJ/mol}$ 이다.

12. (a)는 무극성 공유 결합, (b)는 극성 공유 결합, (c)는 이온 결합의 전자 분포를 나타내며, 영역 I은 이온 결합 화합물, 영역 II는 극성 공유 결합 화합물을 나타낸 것이다.

① KI은 이온 결합 물질이므로 (c)와 같은 전자 분포를 가진다.

② F_2 는 무극성 공유 결합이므로 (a)와 같은 전자 분포를 가진다.

③ K과의 전기 음성도 차이가 Br보다 Cl가 크므로, 결합의 이온성은 KCl이 KBr보다 크다.

⑤ 전기 음성도의 차이가 클수록 결합의 이온성이 증가한다.

13. ㄱ. ΔH_2 는 기체 원자 1몰에서 전자 1몰을 떼어내는 데 필요한 에너지인 Na의 이온화

에너지이고, ΔH_8 는 K의 이온화 에너지이다. 같은 족에서는 원자 번호가 클수록 이온화 에너지가 작으므로 $\Delta H_8 < \Delta H_2$ 이다.

ㄴ. 양이온과 음이온이 정전기적 인력으로 결합하여 안정한 이온 결합 물질을 생성할 때에는 에너지를 방출하므로 발열 반응이며, NaCl의 경우 KCl보다 더 강한 정전기적 인력으로 결합하므로 더 많은 에너지를 방출하며 부호가 (-)이므로, $\Delta H_3 < \Delta H_7 < 0$ 이다.

ㄷ. 헤스의 법칙에 의해 NaCl(s)의 생성열은 $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6$ 이다.

14. ㄱ. 한개의 C-C결합을 2개의 탄소가 공유하고 있고 탄소 1개당 결합수가 4개이므로 다이아몬드에서 탄소의 결합수는 탄소의 2배이다.

ㄴ. 흑연에서 한 개의 C-C결합을 2개의 탄소가 공유하고 있고 탄소 1개당 결합수가 3개이므로 1몰의 모든 결합을 끊는데 필요한 에너지는 $\Delta H_2 = 1.5 \times 368 \text{ kJ/mol}$ 이다.

ㄷ. 흑연이 다이아몬드보다 2.4 kJ/mol 더 안정하므로, 다이아몬드의 C-C 결합이 끊어져서 C(g)가 되는 데 필요한 에너지는 다음과 같다.

$$\Delta H_1 + 2.4 \text{ kJ} = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

$$\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 + 2.4 \text{ kJ}$$

15. HA와 HB는 각각 1가산이며, 적정 곡선으로 보아 HA는 강한 산, HB는 약한 산임을 알 수 있다.

① 중화점에서 NaOH의 부피가 50mL 소모되었으므로

$$nMV = n'M'V' \quad , \quad 1 \times 0.1 \text{ M} \times 50 \text{ mL} = 1 \times x \text{ M} \times 50 \text{ mL}$$

즉, 산 HA의 농도(x)는 0.1M이다.

② 산의 K_a 값이 작으면 약한 산이며, 약한 산과 강한 염기의 중화점에서의 pH는 7보다 크다.

③ 중화점에서 HA와 HB가 완전히 중화된다. 따라서 생성된 염 NaA와 NaB의 몰수는 각각 0.005mol이고, 부피는 100mL이므로 수용액의 농도는 각각 0.05M이다.

④, ⑤ 중화 적정 지시약은 중화점의 pH를 포함하고 있어야 하므로 브로모크레졸퍼플은 HA의 중화 적정 지시약으로, 페놀프탈레인은 HB의 중화 적정 지시약으로 사용할 수 있다.

16. ㄱ. 전극 (나)에서는 구리 이온이 전자를 받아 구리가 되는 반응이 일어나고 전극 (가)에서는 염화이온이 전자를 내놓고 염소 기체가 되는 반응이 일어난다.

ㄴ. 9560초 동안 0.1A의 전류를 흘려주었으므로 흘려준 전하량은 0.01F이다. 전극 (나)에서는 구리 이온이 전자를 받아 구리 0.64g(0.01몰)이 석출되었으므로

$\text{Cu}^+(aq) + e^- \rightarrow \text{Cu}(s)$ 의 반응이 일어났음을 알 수 있다.

ㄷ. 0.01F의 전류를 흘려주었을 때 수용액 B에서는 0.32g(0.005몰)의 구리가 석출되었으므로 수용액 B의 화학식은 CuCl_2 이다.

17. ㄱ. 질량 퍼센트 농도 36.5%, 밀도 1.25g/mL의 진한 염산 20mL에 들어 있는 용질의 양은 $20\text{mL} \times \frac{1.25\text{g}}{1\text{mL}} \times 0.365 = 9.125\text{g}$ 이므로 묽은 염산의 몰농도는 다음과 같다.

$$\text{몰농도} : \frac{\frac{9.125\text{g}}{36.5\text{g/mol}}}{0.25\text{L}} = 1\text{M}$$

$$\text{ㄴ. 질량 퍼센트 농도} : \frac{9.125\text{g}}{250\text{mL} \times \frac{1\text{g}}{1\text{mL}}} \times 100 = 3.65\%$$

ㄷ. $\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = 0$ 이다.

18. ㄱ. H_3PO_4 은 산으로 H_2O 은 염기로 작용했다.

ㄴ. HPO_4^{2-} 과 PO_4^{3-} 은 각각 H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} 의 짝염기이며, $K_{a2} > K_{a3}$ 인 것으로 보아 산의 세기는 $\text{H}_2\text{PO}_4^- > \text{HPO}_4^{2-}$ 이며, 짝염기의 세기는 산의 세기와 반대로 $\text{PO}_4^{3-} > \text{HPO}_4^{2-}$ 이다.

ㄷ. 완충 용액은 약한 산에 그 짝염기를 넣은 용액이다. 따라서 H_3PO_4 와 HPO_4^{2-} 로 완충 용액을 만들 수 있다.

19. 산화 반응은 다음과 같다. $\text{Co}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Co}^{3+}(\text{aq}) + \text{e}^-$

환원 반응은 다음과 같다. $\text{MnO}_4^{4-}(\text{aq}) + 8\text{H}^+(\text{aq}) + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

따라서, (1)×5+(2)를 하면 전체 산화-환원 반응식을 구할 수 있으며, 잃거나 얻은 전자의 수는 각각 5몰이다.

20. ㄱ. 온도가 일정하기 때문에 평형 상수는 변하지 않는다.

ㄴ. 반응이 평형에 도달한 후 A, B, C를 각 1몰씩 더 넣어주었으므로, 새로운 평형에서 C의 농도는 다음과 같이 구할 수 있다.

	A	+	B	→	2C
반응 전	2		2		3
반응	-x		-x		+2x
평형	2-x		2-x		3+2x

$$K = \frac{(3+2x)^2}{(2-x)^2} = 4, \quad x = 0.25\text{M}$$

$$\therefore [\text{C}] = 3 + 2x = 3.5\text{M}$$

ㄷ. 반응 지수($Q=2.25$)가 평형 상수($K=4$)보다 작으므로 새로운 평형에 도달할 때까지 역반응보다 정반응이 더 우세하게 진행된다.