

2013학년도 대학수학능력시험 (화학Ⅱ)

정답 및 해설

〈정답〉

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

〈해설〉

1. <정답 맞히기> ㄴ. 전자 수는 중성 상태의 원자 번호와 같으므로 전자 수는 5이다. ㄷ. 원자의 왼쪽 위쪽에 오는 수인 질량수는 양성자 수와 중성자 수의 합과 같으므로 질량수가 11이고 양성자 수가 5이므로 중성자 수는 6이다.

<오답 피하기> ㄱ. 원자를 표시할 때 왼쪽 아래에는 원자 번호를 표시하므로 원자 번호는 5이다.

2. <정답 맞히기> ① (가)의 이산화탄소 고체는 공유 결합한 이산화탄소 분자들의 서로 결정을 이룬 것이므로 분자 결정이다. ② (나)는 양이온과 음이온이 결합한 이온 결정으로 충격을 가하면 같은 전하를 띠는 이온끼리 서로 밀어내므로 쉽게 부서진다. ③ 탄소 원자간의 층상 구조로 되어 있는 공유 결정인 (다)는 흑연이다. ⑤ (다)의 흑연은 층상 구조로 되어 있어 층과 층 사이로 전자가 이동할 수 있어 고체 상태에서 이온이 이동하지 못하는 이온 결정 (나)보다 전기 전도성이 크다.

<오답 피하기> ④ (가)는 탄소와 산소 원자간의 공유 결합에 의해 이루어진 분자들의 결정이고, (나)는 양이온과 음이온의 정전기적 인력에 의한 이온 결합에 의해 이루어진 결정이다.

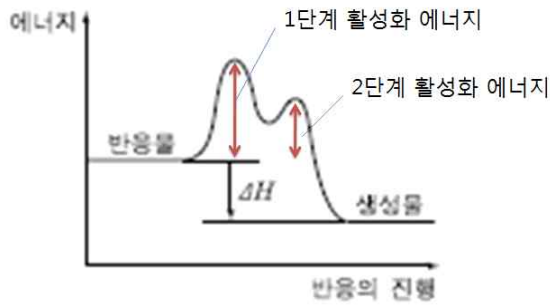
3. <정답 맞히기> ㄱ. 기체 분자의 분자량이 클수록 분자의 운동 속력은 작으므로 A의 분자량이 가장 크다.

<오답 피하기> ㄴ. 세 분자는 모두 같은 온도에서의 상대적 분자 수를 나타내므로 평균 운동 에너지는 모두 같다. ㄷ. B의 온도를 높이면 분자 운동 속력이 증가하므로 곡선이 C와 같아진다.

4. <정답 맞히기> (가)에서 1.0M HCl 20mL에는 $1.0\text{M} \times 0.02\text{L} = 0.02\text{mol}$ 의 HCl이 2.0M HCl 30mL에는 $2.0\text{M} \times 0.03\text{L} = 0.06\text{mol}$ 의 HCl이 들어 있으므로 (가)의 용액에는 HCl 0.08mol이 포함되어 있다. (나)에서 증류수를 부어 전체 부피를 100mL로 만들면 HCl(aq)의 몰농도는 0.8M이다.

5. <정답 맞히기> ㄱ. 활성화 에너지의 크기는 2단계가 1단계보다 작으므로 반응 속도는 2단

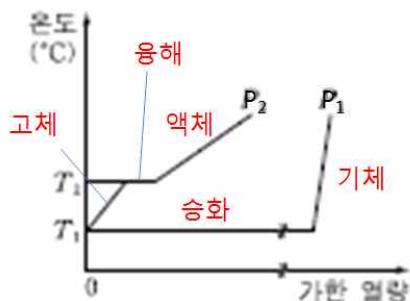
계가 1단계보다 빠르다.



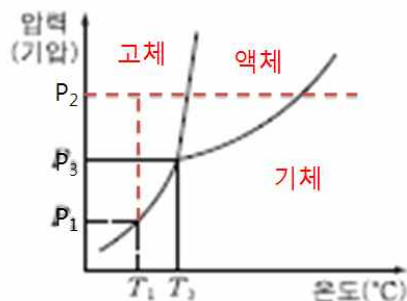
<오답 피하기> ㄴ. 촉매를 사용하지 않더라도 반응열(ΔH)은 변화없다. ㄷ. IO^- 는 1단계 반응 후에 생성되었다가 2단계의 반응물로 작용하는 물질이므로 중간 생성물에 해당한다. 위 반응의 촉매는 I^- 이다.

6. <정답 맞히기> ㄱ. A 수용액은 40°C 에서 물 100g에 60g이 녹아 있을 때 포화 상태이므로 40.8g이 녹아 있으면 불포화 상태이다. ㄴ. A 수용액에 녹아 있는 용질의 몰수는 $\frac{40.8}{102} = 0.4 \text{ mol}$ 이므로 몰랄 농도의 정의에 따라 $\frac{\text{용질의 몰수 (mol)}}{\text{용매의 질량 (kg)}} = \frac{0.4 \text{ mol}}{0.1 \text{ kg}} = 4 \text{ m}$ 이다. ㄷ. 온도를 20°C 로 낮추면 용해도는 20이 되므로 석출되는 고체의 양은 20.8g이다.

7. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 P_1 의 상태 변화는 (나)에서 나타나듯이 고체 상태에서 기체 상태로 변화하는 모습이다. P_2 의 상태 변화는 고체 상태에서 점점 가해지는 열량이 증가할수록 P_1 과는 다른 기울기를 갖는 상태로 상태 변화가 일어남을 알 수 있다. P_1 에서 승화가 일어나므로 P_2 에서는 고체 상태에서 액체 상태로 변화하는 용해가 일어난 것이다. 따라서, (나)에서 용해가 일어나기 위해서는 삼중점 이상의 압력을 가져야 하므로 P_2 의 압력이 P_3 보다 크다. ㄷ. 가한 열량이 같을 때 기울기가 크면 쉽게 온도가 올라가므로 비열이 작은 것이고, 기울기가 작으면 온도를 올리기 어려운 것이므로 비열이 큰 것이다. P_2 의 가열곡선에서 액체 상태가 고체 상태보다 기울기가 작으므로 비열은 액체가 기체보다 크다.



(가)



(나)

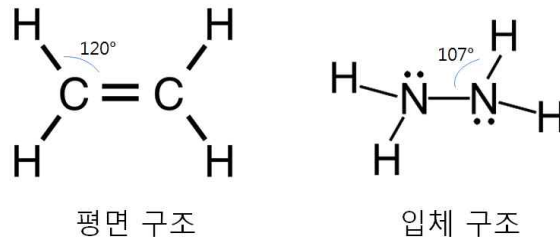
<오답 피하기> ㄴ. (나)에서 T_1, P_1 는 승화 곡선위의 점이므로 고체가 기체로 되거나 기체가 고체로 되는 승화가 일어난다.

8. <정답 맞히기> ㄱ. (나)의 전자 배치는 훈트의 규칙에 맞게 배치된 것이고 (가)는 이를 벗어난 전자 배치이므로 (나)가 (가)보다 안정한 전자 배치이다. ㄴ. (라)는 2s오비탈에 전자가 1개만 채워진 상태이므로 들뜬 상태의 전자 배치이다.

<오답 피하기> ㄴ. (다)에서 에너지 준위는 2s보다 2p가 더 크다. 2s와 2p오비탈의 에너지 준위가 같은 경우는 수소 원자에서이다.

9. <정답 맞히기> ㄴ. 원자의 결합선으로 탄소와 질소 원자를 포함하는 구조식을 구별할 수 있다. 탄소 원자는 원자가전자가 4개이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해서는 4개의 결합선을 갖고, 질소 원자는 원자가전자가 5개이므로 옥텟 규칙을 만족하기 위해서 3개의 결합선이 필요하다. 따라서, (가)의 X는 탄소(C)이고 (나)의 Y는 질소(N)이다. 따라서 (나) 분자는 수소 결합을 할 수 있다.

<오답 피하기> ㄱ. X는 탄소이므로 (가)의 분자는 비공유 전자쌍이 없다. (나)에서는 비공유 전자쌍이 2개 존재한다. ㄴ. (가)는 평면 구조를 이루는 물질로 결합각은 120° 이고, (나)는 입체 구조로 결합각은 107° 이다. 따라서, 결합각은 α 가 β 보다 크다.



10. <정답 맞히기> ① 제1 이온화 에너지는 원자 반지름이 작을수록 크므로 A와 B는 2주기 원소이다. ② A는 원자가 전자 수가 5개이므로 2주기 15족 원소이고, B는 2주기 16족 원소이다. 따라서, A_2 는 A가 삼중 결합하여 공유 전자쌍이 3개인 분자이고, B_2 는 B가 이중 결합하여 공유 전자쌍이 2개인 분자이다. ④ 같은 주기에서 원자 번호가 작은 C가 D보다 핵 전하량이 작으므로 원자 반지름이 크다. ⑤ H_2B 는 2주기 16족 원소인 B를 갖는 수소 화합물이므로 H_2O 이고, H_2D 는 3주기 16족 원소인 D를 갖는 H_2S 이다. H_2O 는 H_2S 보다 분자량은 작지만 분자 간에 수소 결합을 형성할 수 있으므로 끓는점은 H_2B 가 H_2D 보다 높다.

<오답 피하기> ③ 전기 음성도는 일반적으로 주기율표에서 오른쪽과 위쪽으로 갈수록 증가하므로 B가 C보다 크다.

11. <정답 맞히기> ㄱ. 이상 기체 상태 방정식에 따라 $n = \frac{PV}{RT}$ 이므로 A의 몰수는 $\frac{1}{300R}$ 이고, C의 몰수는 $\frac{1}{1200R}$ 로 A가 C의 4배이다.

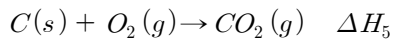
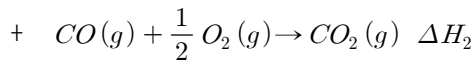
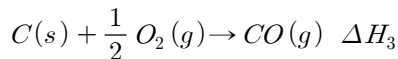
<오답 피하기> ㄴ. 분자의 평균 속력을 비교하려면 분자량을 비교해야 하는데, 분자량은 몰수 비로 비교할 수 있다. A의 몰수는 $\frac{1}{300R}$, B의 몰수는 $\frac{1}{600R}$ 이므로 몰수비는 A:B = 2:1 이 된다. 분자량의 비는 몰수비와 반비례 관계이므로 분자량의 비는 A:B = 1:2 이다. 또한 분자의

운동 속력은 분자량의 제곱근에 반비례하므로 분자의 평균 속력의 비는 $A:B = \sqrt{2}:1$ 이다.
 ㄷ. 분자 간 평균거리는 단위부피 당 분자 수로 나타낼 수 있다. 압력과 부피가 같으므로 온도와 분자 수는 반비례한다. C의 온도가 B의 2배이므로, C의 분자 수는 B의 분자 수의 1/2이고, 따라서 분자 간 평균거리는 C가 B보다 크다.

12. <정답 맞히기> ㄱ. $C(s, \text{흑연})$ 의 연소열인 ΔH_1 의 반응열을 갖는 반응식은 $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ 인데, 이는 $CO_2(g)$ 의 생성열(ΔH_5)과 같은 반응식의 반응열이다.

ㄴ. $CO(g)$ 의 생성 과정과 분해 과정은 역반응 관계이므로 $\Delta H_3 = -\Delta H_4$ 이다.

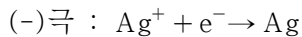
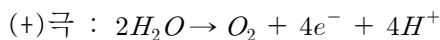
ㄷ. 각 반응열($\Delta H_2, \Delta H_3$)의 화학 반응식을 더하면 $CO_2(g)$ 의 생성열(ΔH_5)과 같다.



13. <정답 맞히기> ㄴ. 평형 상태에서 $NaOH(s)$ 를 넣으면 수용액의 H_3O^+ 와 중화반응하여 H_3O^+ 의 수가 감소하게 되므로 반응이 정반응으로 유도되어 $[CH_3COO^-]$ 는 증가한다. ㄷ. $CH_3COONa(s)$ 를 넣으면 CH_3COO^- 의 수가 증가하므로 공통 이온 효과에 의해 반응이 역반응으로 유도되므로 H_3O^+ 수가 감소하여 pH는 증가한다.

<오답 피하기> ㄱ. 마그네슘(Mg)조각을 넣으면 H_3O^+ 과 반응하여 수소 기체가 발생하므로 H_3O^+ 의 수가 감소하게 되므로 정반응으로 유도되어 $[CH_3COOH]$ 는 감소한다.

14. <정답 맞히기> ㄴ. 질산은 수용액($AgNO_3$)의 전기 분해에서 각 극에서 일어나는 변화는 다음과 같다.



의 변화가 일어나므로 전하량을 맞추어 생각하면 $O_2(g)$ 0.1몰이 발생될 때 $Ag(s)$ 는 0.4몰 석출된다.

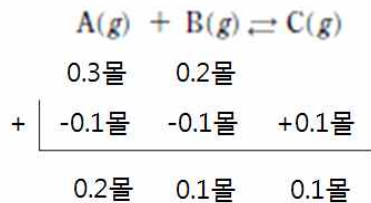
<오답 피하기> ㄱ. Ag^+ 의 전하량이 Cu^{2+} 보다 작으므로 같은 전하량을 가했을 때 석출되는 금속의 질량이 더 많은 (가)는 $AgNO_3$ 수용액이 전기 분해 된 것이다. ㄷ. (가)와 (나)에서 (+)극에서 일어나는 변화는 같으므로 같은 전하량을 가할 때 발생하는 기체의 몰수도 같다.

15. <정답 맞히기> ㄴ. HA의 몰수는 (나)가 (가)보다 많으므로 H_3O^+ 의 개수도 (나)가 (가)

보다 많아 pH는 (가)가 (나)보다 크다.

<오답 피하기> ㄱ. (가)와 (나)는 온도가 같은 수용액이므로 K_a 는 같다. ㄴ. HA의 K_a 는 작은 값이므로 H_3O^+ 가 HA보다 강한 산이다.

16. <정답 맞히기> ㄱ. (가)에서 B는 A와 같은 부피에서 0.2몰 일 때 8기압이므로 0.3몰의 A는 12기압이 되므로 $x = 12$ 이다. ㄴ. (가)에서 B(g)의 압력이 0.5L에서 0.2몰이 있을 때 8기압이므로 (나)에서 기체의 몰수는 1L에 8기압을 나타내는 0.4몰이다. A와 B가 반응하여 C가 생성될 때 0.4몰이 되려면 A와 B가 0.1몰씩 반응하여 C가 0.1몰 생성되면 된다.

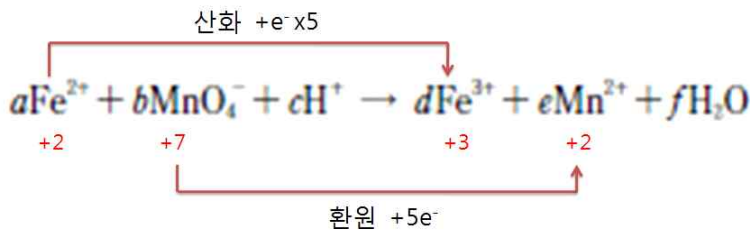


따라서, (나)에서 C의 몰분율은 $\frac{1}{4}$ 이므로 부분 압력은 2기압이다. ㄴ. (나)에 존재하는 기체의 몰농도를 대입하면 $K = \frac{[C]}{[A][B]} = \frac{0.1}{0.2 \cdot 0.1} = 5$ 이다.

17. <정답 맞히기> ㄱ. 같은 온도에서 증기압력이 더 큰 A의 분자 간 인력이 B보다 작다.

<오답 피하기> ㄴ. 용매의 몰랄 오름 상수(K_b)는 $\Delta T_b = K_b \cdot m$ 에서 몰랄 농도가 같다면 끓는점 오름(ΔT_b)으로 판단할 수 있다. 끓는점이 낮은 A가 용매로 쓰인 용액 X의 끓는점 오름이 더 크므로 몰랄 오름 상수는 A가 B보다 크다. ㄴ. 끓는점에 도달한 후 용액 X의 기울기가 Y보다 큰 것으로 보아 용액 X의 몰농도가 Y보다 진하다는 것을 알 수 있다. 따라서, 가열 전 용매의 몰분율은 X보다 Y가 크다.

18. <정답 맞히기> ㄱ. Fe^{2+} 의 산화수는 +2이고, MnO_4^- 의 Mn의 산화수는 +7이고 생성물의 Fe^{3+} 의 산화수는 +3, Mn^{2+} 의 산화수는 +2임을 바탕으로 반응식을 완성할 수 있다.



계수 맞추기



ㄴ. (나)에서 넣어준 MnO_4^- 의 몰수가 0.01몰인데, 모두 반응하여 (다)에서는 존재하지 않으므로 반응 전과 반응 후에 남아 있는 각각 이온의 몰수를 구할 수 있다.



0.1몰	0.01몰	0.1몰			
-0.05몰	-0.01몰	-0.08몰	+0.05몰	+0.01몰	+0.04몰

0.05몰		0.02몰	+0.05몰	+0.01몰	+0.04몰
-------	--	-------	--------	--------	--------

따라서, Mn^{2+} 과

H^+ 의 몰수 비는 1:2이다. ∴ (다)의 수용액에 존재하는 Fe^{2+} 의 몰수는 0.05몰이고, 수용액 전체의 부피는 0.2L이므로 Fe^{2+} 의 농도는 0.25M이다.

19. <정답 맞히기> ∴ HA의 pH=3이고 $K_a=10^{-6}$ 이므로 약산인 HA의 이온화 상수는 $K_a=C\alpha^2$, $[\text{H}^+]=C\alpha=10^{-3}$ 이므로 $\alpha=10^{-3}=0.001$ 이다.

<오답 피하기> ∴ a에서 $[\text{HA}]=[\text{A}^-]$ 이고 HA의 pH가 6이므로 $K_a=\frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}=[\text{H}^+]=10^{-6}$

이다. b에서도 같은 방법을 이용하면 HB의 $K_a=10^{-5}$ 이다. 따라서 K_a 는 HB가 HA의 10배이다. ∴ HA와 HB를 적정한 NaOH의 부피가 같으므로 두 약산의 MV값은 서로 같다. HA의 농도를 구해보면 $K_a=C\alpha^2=10^{-6}$ 와 $[\text{H}^+]=C\alpha=10^{-3}$ 로부터 농도 C는 1M임을 알 수 있다. HB의 농도도 $K_a=C\alpha^2=10^{-5}$ 와 $[\text{H}^+]=C\alpha=10^{-3}$ 로부터 0.1M임을 알 수 있다. 두 약산의 MV값은 서로 같으므로 용액의 부피는 HB가 농도가 10배 진한 HA의 10배이다.

산	pH	H^+	$K_a=C\alpha^2$	α	농도
HA	3	10^{-3}	10^{-6}	10^{-3}	1M
HB	3	10^{-3}	10^{-5}	10^{-2}	0.1M

20. <정답 맞히기> 실험 I 과 II를 비교하면 B의 농도에 관한 반응 차수를 결정할 수 있고, 실험 I 과 III을 비교하면 A의 농도에 관한 반응 차수를 결정할 수 있다. 비가역 반응에서 일어나는 변화에서 각 실험에서의 전체 몰수를 바탕으로 t초일 때 각 물질의 몰수를 판단해 보면 다음과 같다.

실험 I

	A	+ 2B	→	C
반응 전 :	4몰			4몰
반응 :	-1몰	-2몰		+1몰
t초 후 :	3몰	2몰		1몰

실험 II

	A	+ 2B	→	C
반응 전 :	4몰			8몰
반응 :	-1몰	-2몰		+1몰
t초 후 :	3몰	6몰		1몰

실험Ⅲ



반응 전 : 8몰 4몰

반응 : -2몰 -4몰 +2몰

t초 후 : 6몰 2몰

실험 I 과 II를 비교하여 B의 농도에 관한 0차 반응임을 알 수 있고, 실험 I 과 III을 비교하여 A의 농도에 관한 1차 반응임을 확인할 수 있다. 따라서, 반응 속도 식은 $v = k[A]$ 이다. 전체 반응은 A에 대한 1차 반응이므로 실험II에서 반응 시간이 t ~ 2t초에서는 반응 속도가 A의 농도가 감소한 만큼 감소할 것이다. 0 ~ t초 동안 A가 4몰일 때 1몰 감소하였으므로 t ~ 2t초에서 감소한 A의 몰수는 $\frac{3}{4}$ 몰이 된다. 따라서, 2t초 일 때 C의 몰수는 t초 일 때 1몰에서 2t일 때 $\frac{3}{4}$ 몰이 추가로 생성되어 전체 몰수는 $\frac{7}{4}$ 몰이 된다.

실험II



반응 전 : 4몰 8몰

초기 t초반응 : -1몰 -2몰 +1몰

t ~ 2t초 반응 : -3/4몰 -6/4몰 +3/4몰

1.

2t초 후 : 9/4몰 9/2몰 7/4몰