2017학년도 대학수학능력시험 9월 모의평가

과학탐구영역 화학Ⅱ 정답 및 해설

01. ④	02. ③	03. ④	04. ④	05. ②	06. ⑤	07. ④	08. ②	09. ①	10. ④
11. ⑤	12. ⑤	13. ③	14. ③	15. ①	16. ②	17. ③	18. ①	19. ②	20. ⑤

1. 물의 수소 결합

물 분자 사이의 결합 A는 수소 결합이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물 분자 사이에 작용하는 힘은 수소 결합이다.

ㄷ. 수소 결합으로 인해 분자 간의 인력이 크므로 물은 분자량이 비슷한 다른 물질에 비해 끓는점이 높다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. 물이 증발하면 분자 간의 인력이 끊어지므로 A의 수가 감소하게 된다.

2. 물의 광분해

물을 광분해하면 수소를 얻을 수 있는데 이 과정은 수소의 연소 반응의 역반응이다.

[정답맞히기] ㄱ. 물의 광분해로는 수소와 산소를 얻을 수 있는데, (가)를 연소 시킨다고 하였으므로 (가)는 수소이다.

ㄴ. 수소를 연소 시켰을 때 생성되는 물질은 물이다. 따라서 수소는 친환경적인 에너지원이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 물의 광분해는 빛에너지로 에너지를 흡수하여 물을 분해하는 것이므로 흡열 반응이다.

3. CO_2의 분자량 구하기

(가)와 (나)의 질량 차이로부터 CO_2의 질량을 구할 수 있고, (다)로부터 CO_2의 부피를 구할 수 있다.

[정답맞히기] ㄱ, ㄴ. 실험 과정에서 CO_2의 질량(w)과 부피(V)를 구할 수 있으므로 이상 기체 방정식($PV=nRT$)으로부터 기체의 분자량(M)은 $M=\frac{wRT}{PV}$의 식으로 구할 수 있다. 따라서 더 측정해야 하는 값은 실험실의 온도(T), 실험실의 대기압(P)이다. **정답④**

[오답피하기] ㄷ. 드라이아이스의 밀도는 실험 과정에서 이미 구해지는 값이다.

4. 분자간의 인력

(가)~(다)의 수소 화합물 XH_n의 X가 P, S, Cl중 하나이므로 수소 화합물은 PH_3, H_2S, HCl이고, 각 화합물의 분자량은 34, 34, 36.5이다. 이 중 분자량이 가장 큰 것은 (다)이므로 (다)는 HCl이다.

[정답맞히기] ㄱ. 분자 사이의 인력은 기준 끓는점이 높을수록 크므로 (가)가 (나)보다 크다.

ㄷ. HF는 분자 간에 수소 결합을 형성하므로 HCl인 (다)보다 끓는점이 높다. **정답④**

[오답피하기] ㄴ. SiH_4는 14족 원소의 수소 화합물이므로 무극성 분자이다. 따라서 극성 분자인 (나)보다 분자 간의 인력이 약하여 기준 끓는점이 낮다.

5. 엔트로피

(가)는 밀폐된 용기에서 물의 온도가 70℃에서 25℃로 감소한 것이므로 물질의 출입은 없고 주위로 열에너지가 방출된 것이다. (나)는 뚜껑이 열리면서 물의 증발이 일어난 것이다.

[정답맞히기] ㄴ. (가)에서 물의 온도가 감소하면서 주위로 열에너지가 방출되므로 주위의 엔트로피는 증가하였다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (가)에서 물질의 출입은 없고, 열에너지의 출입만 있으므로 닫힌계이다.

ㄷ. 엔트로피는 열에너지를 흡수하면 커지므로 증발한 $H_2O(g)$가 $H_2O(l)$보다 크다.

6. 분자 운동 에너지

[정답맞히기] ㄱ, 분자 운동 에너지 분포 곡선에서 T_{I}이 T_{II}보다 평균 운동에너지가 크므로 온도는 T_{I}이 T_{II}보다 크다.

ㄴ. 초기 반응속도가 Ⅱ에서가 Ⅰ에서의 2배이므로 활성화 에너지는 E_{II}가 E_{I}보다 작다.

ㄷ. 온도가 낮은 T_{II}에서 첨가한 C가 활성화 에너지를 감소시킨 것이므로 C는 정촉매이다. **정답⑤**

7. 표준 전지 전위

산화 환원 반응식이 모두 $\Delta G^\circ < 0$이므로 자발적으로 일어나는 반응이다. 이를 통해 반응성을 나타내보면 A > B > C이다. 따라서 A와 C의 반쪽 전지를 전극으로 사용하면 A는 산화 반응이 일어나는 (-)극, C는 환원 반응이 일어나는 (+)극으로 작용하게 된다.

[정답맞히기] 표준 전지 전위는 $E^\circ_{\text{환원}} - E^\circ_{\text{산화}}$이므로 $c-a(-a+c)$이다. **정답④**

8. 반응 속도식

(가)는 A의 농도가 일정할 때, B의 농도에 따른 반응 속도가 비례함을 나타내므로 B에 관한 1차 반응임을 알 수 있고, (나)는 B의 농도가 일정할 때, A의 농도가 증가함에 따라 반응 속도가 이제 제곱 비례하여 증가함을 나타내므로 A에 관한 2차 반응임을 알 수 있다. 따라서 반응 속도식은 $v = k[\mathrm{A}]^2[\mathrm{B}]$이다.

[정답맞히기] ㄴ. 반응 속도식이 $v = k[\mathrm{A}]^2[\mathrm{B}]$이므로 T_2에서 어느 한 지점의 값을 대입하면 T_2에서 반응 속도 상수(k)를 구할 수 있다. $[\mathrm{A}]_0$=0.1M, $[\mathrm{B}]_0$=0.4M일 때 반응

속도가 0.02M/초이므로 $0.02 = k(0.1)^2(0.4)$에서 $k = 5\text{L}^2/\text{몰}^2 \cdot \text{초}$이다. **정답②**

[오답피하기] ㄱ. (나)에서 알 수 있듯이 A에 대한 2차 반응이다.

ㄷ. T_1에서 반응 속도 상수를 구하면 $0.04 = k(0.2)^2(0.1)$이므로 $k = 10\text{L}^2/\text{몰}^2 \cdot \text{초}$ 이다. 온도가 높을수록 반응 속도 상수가 커지므로 온도는 $T_1 > T_2$이다.

9. 용액의 농도와 증기 압력

[정답맞히기] X 수용액은 라울 법칙을 따른다고 하였으므로 X포화 수용액의 증기 압력=$x_{용매}$ ×물의 증기 압력(P_0)이다. 따라서, $\frac{\text{X 포화 수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$는 용매의 몰분율($x_{용매}$)이고, X는 온도가 높아질수록 용해도가 증가하므로 $x_{용매}$는 온도가 높아질수록 감소한다. 따라서 T_1에서 T_2로 가면서 온도가 증가할수록 $\frac{\text{X 포화 수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$의 값은 감소하게 된다. 또한 T_1에서 용해도 값이 0이 아니므로 X 포화 수용액의 증기 압력은 P_0보다 작으므로 T_1에서 $\frac{\text{X 포화 수용액의 증기 압력}}{\text{물의 증기 압력}(P_0)}$은 1보다 작다.

정답①

10. 어는점 내림

[정답맞히기] (다)에서 수용액의 어는점이 -0.93℃이므로 이로부터 (다)의 수용액의 몰랄 농도를 구할 수 있다. $\Delta T_f = K_f \cdot m$이므로 $0.93 = 1.86 \times m$에서 $m = 0.5$이다. (나)의 수용액의 어는점을 측정한 것이므로 수용액의 부피는 500mL이고, 밀도가 1g/mL이므로 수용액의 질량은 500g이다. 수용액에서 A의 질량을 w라고 하면 $0.5m = \frac{\frac{w}{200}}{\frac{500-w}{1000}}$이므로 $w = \frac{500}{11}$이 된다. (가)의 수용액에는 xM A수용액 100mL가 들어 있었으므로 (가)에 들어 있는 A의 질량(w)은 $x \times 0.1 \times 200 = \frac{500}{11}$이므로 $x = \frac{25}{11}$이다.

정답④

11. 녹는점, 끓는점, 비열

상변화로 보아 물질 A는 2~8분에서의 온도가 녹는점(80℃), 16~30분에서의 온도가 끓는점(220℃)이다.

[정답맞히기] ㄴ. 기화 엔탈피는 상태 변화가 일어나는 구간에서의 열량의 크기로 비교할 수 있으므로 14분간 가열해야 하는 기화 엔탈피가 6분간 가열해야 하는 융해 엔탈피보다 크다.

ㄷ. 비열은 물질 1g의 온도를 1℃올리는 데 필요한 열량이므로 고체의 비열과 액체의

비열을 비교하려면 0~2분, 8~16분 구간에서 가해진 열량으로 온도 변화를 나누면 된다. 따라서 1분당 가해지는 열량을 Q라고 하면 0~2분 동안 A는 40℃에서 80℃로 온도가 변하였으므로 고체의 비열은 $\frac{2Q}{40}$이라고 할 수 있고, 8~16분 동안의 A는 80℃에서 220℃로 온도가 변하였으므로 액체의 비열은 $\frac{8Q}{140}$이라고 할 수 있으므로 $\frac{\text{액체의 비열}}{\text{고체의 비열}}=\frac{8}{7}$이다. **정답⑤**

[오답피하기] ㄱ. A의 온도는 t_1과 t_2에서 모두 끓는점에 해당하므로 같다.

12. 중화 적정

Ⅰ에서 0.1M HA(aq) 10mL의 pH=3.0에서 $[H^+]=C\alpha^2=1.0\times10^{-3}$M이고 $C=0.1$이므로 $\alpha=0.01$이다. HA는 약산이므로 $K_a=C\alpha^2$이고 $K=1.0\times10^{-5}$이다.

[정답맞히기] ㄱ, 이온화도(α)는 농도가 진해지면 감소하므로 0.2M HA(aq)의 $[H^+]$는 2×10^{-3}M보다 작다.

ㄴ. Ⅱ에서 pH=5.0이므로 $K_a=1.0\times10^{-5}=\frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}=\frac{10^{-5}\times[A^-]}{[HA]}$이다. 따라서 [HA]와 $[A^-]$인 상태이므로 중화점의 절반에 해당하는 지점이다. 가해진 NaOH(aq)의 부피가 5mL이므로 NaOH(aq)의 농도는 HA(aq)과 같은 0.1M이다. 따라서 x는 0.1이다.

ㄷ. Ⅱ에 xM NaOH(aq) 5mL를 추가한 수용액은 중화점에 도달한 것이고 이는 약산과 강염기의 중화점이므로 염기성이다. **정답⑤**

13. 화학 평형의 원리

반응물 , 를 각각 A_2, B_2라고 하면, Ⅱ에서 반응하지 않고 남아 있는 반응물을 제거하고 반응물과 생성물을 이용하여 화학 반응식을 나타내면 $A_2+B_2\rightarrow A_2B_2$이다. 이 반응이 자발적으로 일어난다고 하였으므로 $\Delta G<0$이다. 또한 반응의 결과 기체 분자 수가 감소하므로 $\Delta S<0$이다.

[정답맞히기] ㄱ, $\Delta G=\Delta H-T\Delta S$이므로 $\Delta G<0$이고, $\Delta S<0$이면 $-T\Delta S>0$이므로 $\Delta H<0$이어야한다. 따라서 이 반응은 발열 반응이다.

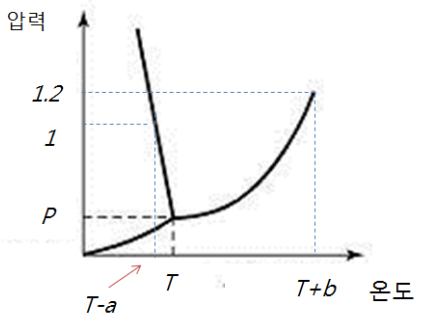
ㄴ. $-T\Delta S=\Delta G-\Delta H>0$이므로 $\Delta G>\Delta H$이다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. 화학 반응식이 $A_2+B_2\rightarrow A_2B_2$이므로 $K=\frac{[A_2B_2]}{[A_2][B_2]}$이다. Ⅰ과 Ⅱ에서 기체의 부피 비는 10 : 7이므로 부피를 $10V$, $7V$라고 가정하면 Ⅰ에서의 반응 지수

(Q)는 $\frac{(\frac{1}{10\,V})}{(\frac{4}{10\,V})(\frac{5}{10\,V})}=\frac{1}{2}\,V$이고, Ⅱ에서의 평형 상수$(K)$는 $\frac{(\frac{4}{7\,V})}{(\frac{1}{7\,V})(\frac{2}{7\,V})}=14\,V$이다. 따라서 $\frac{\text{Ⅱ에서의 평형 상수}(K)}{\text{Ⅰ에서의 반응 지수}(Q)}=\frac{14\,V}{\frac{1}{2}\,V}=28\,V$이다.

14. 상평형 그림

(가)는 X의 가장 안정한 상이 고체, 액체, 기체이므로 삼중점이다. (나)는 고체와 액체가 가장 안정한 상이므로 융해 곡선 위의 점인데 a가 양의 값이므로 삼중점보다 온도가 낮은 상태에서 융해 곡선의 한 지점이 나타남을 알 수 있다. (다)는 액체와 기체가 안정한 사이므로 증기 압력 곡선 위의 점인데 b가 양의 값이므로 삼중점보다 온도가 높고, 압력도 높은 지점을 나타낸다. 이에 따라 X의 상평형 그림을 나타내면 다음과 같다.



[정답맞히기] ㄱ, X의 상평형 그림이 위와 같으므로 삼중점의 압력인 P는 1보다 작다.

ㄴ. 기준 끓는점과 기준 어는점은 1기압에서의 값이므로 (기준 끓는점-기준 어는점)은 1.2기압에서의 끓는점과 녹는점의 온도 차이에 해당하는 $b-(-a)=a+b$의 값보다 작다. **정답③**

[오답피하기] ㄷ. (가)에서는 3가지 상태의 물질이 모두 존재하므로 삼중점의 평형 상태에 해당한다. 따라서 (가)에서 $\Delta G=0$이므로 $\Delta G=\Delta H-T\Delta S$에서 $\frac{\Delta H_1}{\Delta S_1}$의 값과 $\frac{\Delta H_2}{\Delta S_2}$의 값은 모두 T로 같다.

15. 상변화와 반응의 자발성

(가)에서 $\Delta G=\Delta H-T\Delta S$이므로 $\Delta H<0$, $\Delta S<0$임을 알 수 있다. 따라서 발열 반응으로 상태 변화는 액화, 응고, 승화에 해당하게 된다.

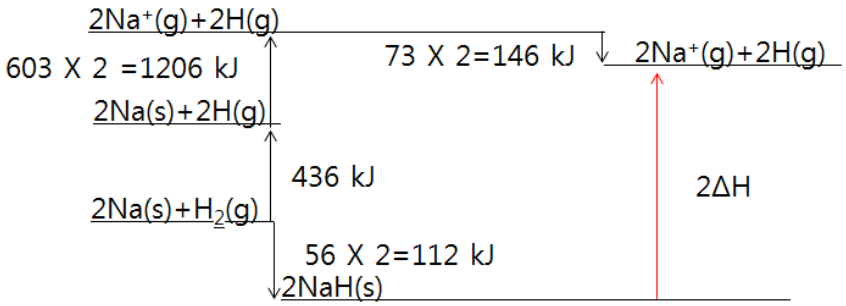
[정답맞히기] ㄱ, (나)에서 T_1일 때 1기압에서 X의 상은 액체 상태이므로 자발적인 변화는 액체로의 변화이므로 X(β)의 상은 액체이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. (가)에서 T_1 K일 때 $\Delta G < 0$이고, 기체에서 액체로의 상태 변하 반응이므로 반응 엔트로피 $\Delta S < 0$이다.

ㄷ. T_2 K, 1기압에서는 기체 상태로 X가 존재하므로 역반응이 자발적이다. 또한 (나)에서 T_1에서 T_2로 온도가 높아지면서 기화 곡선을 지나므로 $\Delta G = 0$인 상태를 지나게 되는데 이때 (가)를 통해 T_2는 $\Delta G = 0$ 이후의 상태임을 알 수 있으므로 T_2에서 $\Delta G > 0$(비자발적)이다.

16. 반응 엔탈피

[정답맞히기] 주어진 자료에서 $NaH(s)$의 표준 생성 엔탈피가 음의 값이므로 발열 반응임을 알 수 있다. 주어진 자료에서 H_2의 결합 에너지를 제시하고 있으므로 표준 생성 엔탈피를 반응의 중심으로 하여 엔탈피 관계를 나타내면 다음과 같다.



따라서 $NaH(s) \rightarrow Na^+(g) + H^-(g)$의 반응 엔탈피($\Delta H$)의 2배가 112+436+1206-146=1608에 해당하게 되어 $\Delta H = 804\,kJ$이다. **정답②**

17. 평형 이동의 법칙

(가)에서 (나)로의 변화는 온도가 T_1으로 일정한 상태에서 압력을 증가시키는 변화이었지만 평형의 이동의 결과 압력은 2배, 부피는 0.5배가 되었으므로 (가)와 (나)는 기체의 몰수가 변화 없다. 따라서 화학 반응식에서 반응물의 계수의 합과 생성물의 계수의 합이 같게 되어 $a = 2$이다.

[정답맞히기] ㄱ, A는 몰수가 변하지 않았지만 (나)에서가 (가)에서보다 압력이 2배이므로 부분 압력도 2배이다.

ㄷ. (다)에서는 온도가 T_2로 변하여 평형이 이동한 것인데 압력과 부피의 곱이 (가)보다 크므로 $T_2 > T_1$이다. $\Delta H > 0$이므로 온도가 높아지면 정반응으로 반응이 진행하게 되어 (다)에서 (가)보다 A의 몰수는 감소하게 되고, 부피도 증가하였으므로 A의 몰농도는 (가)>(다)이다. **정답③**

[오답피하기] ㄴ. 이상 기체 방정식으로부터 $2 \times 1 = nRT_1$이므로 $2T_1 = \frac{4}{nR}$이고, $T_2 = \frac{4.2}{nR}$이다. 따라서 $2T_1 < T_2$이다.

18. 반응속도

화학 반응식이 $2A(g) \rightarrow B(g)$이므로 1몰의 A(g)가 1기압을 나타냈다고 하면 시간이 t일 때는 A가 $\frac{6}{8}$몰 반응하여 B가 $\frac{3}{8}$몰 생성되고, A가 $\frac{2}{8}(\frac{1}{4})$몰 남아 있는 것이다. $2t$에서는 A가 $\frac{3}{16}$몰 반응하여 B가 $\frac{3}{32}$몰 생성되어 A가 $\frac{1}{16}$몰, B가 $\frac{15}{32}(\frac{3}{8}+\frac{3}{32})$몰 존재하게 되어 압력은 $\frac{17}{32}$기압이 된다.

[정답맞히기] ㄱ, 반응 전 1몰의 A를 넣었을 때 1기압을 나타내므로, t일 때 B는 $\frac{3}{8}$몰 존재하여 B의 부분 압력은 $\frac{3}{8}$기압이다. **정답①**

[오답피하기] ㄴ. A의 농도는 t시간이 지날 때마다 $\frac{1}{4}$씩 감소하고 있으므로, $3t$일 때 기체 A는 $\frac{1}{64}$몰, B는 $\frac{63}{128}(\frac{3}{8}+\frac{3}{32}+\frac{3}{128})$몰이 존재하므로 전체 기체의 양은 $\frac{65}{128}$몰이다.

ㄷ. A의 농도가 $\frac{1}{4}$이 되는데 걸리는 시간이 t로 일정하므로 즉 농도가 $\frac{1}{2}$이 되는데 걸리는 시간이 $\frac{t}{2}$인 A에 관한 1차 반응이다. 따라서 반응 속도식은 $v=k[A]$가 되어 $\frac{t\text{일 때의 반응 속도}}{2t\text{일 때의 반응 속도}}=4$이다.

19. 평형의 이용

[정답맞히기] 화학 반응식으로부터 평형 상수(K)를 구하는 식은 $\frac{[CO]}{[CO_2]}$임을 알 수 있다. 반응 후 평형 상태에서 CO_2는 0.44g이 $C(s)$이 들어 있는 부피를 제외한 공간에 들어 있으므로 $C(s)$의 질량이 440g이고 밀도가 2.2g/mL이므로 $C(s)$의 부피는 0.2L이다. 따라서 반응 후 CO_2의 부피는 1.8L이다. 이를 평형 상수식에 대입하면 $K=\frac{[CO]^2}{(\frac{0.01}{1.8})}=1.8$이 되어 [CO]=0.1M이다. CO의 부피는 1.8L이므로 CO의 몰수는 0.18몰이다. 화학 반응식에서 CO의 생성된 몰수는 반응한 CO_2몰수의 2배이므로 반응한 CO_2의 몰수는 0.09몰이다. T_2에서 존재하는 CO_2의 몰수는 0.01몰이므로 반응 전 CO_2의 몰수는 0.1몰이다. 반응 전 CO_2의 기압인 P는 이상 기체 방정식으로부터 구할 수 있으므로 $P\times 2=0.1\times RT_1=2$가 되어 P는 1이다. **정답②**

20. 끓는점 오름

[정답맞히기] ㄱ, 용액의 끓는점 오름은 용액의 몰랄 농도에 비례한다. (가)는 용매가

A이고 끓는점이 80℃이므로 $\Delta T_b = 2$이고 이로부터 A의 분자량을 구하면 $2 = \frac{\frac{2a}{M_X}}{0.1}$에서 $\mathrm{M_X} = 10a$이다. (나)에서 $\Delta T_b = 3$이고, $3 = \frac{\frac{a}{M_Y}}{0.1}$로부터 $\mathrm{M_Y} = \frac{10}{3}a$이다. 따라서 분자량은 X가 Y의 3배이다.

ㄴ. P와 Q에서는 용질의 질량은 같은 상태에서 ΔT_b가 다른 것이므로 용매가 증발하여 농도가 증가하게 된 것이다. ΔT_b는 $\mathrm{P} : \mathrm{Q} = 2 : 6 = 1 : 3$이므로 몰랄 농도는 Q가 P의 3배이고, 용매의 질량비는 $\mathrm{P} : \mathrm{Q} = 3 : 1$이다.

ㄷ. (다)에서 Y의 몰수는 $\frac{2a}{\frac{10}{3}a} = 0.6$몰이고, B의 질량이 300g이므로 몰랄 농도는 $\frac{0.6}{0.3} = 2m$이고, $\Delta T_b = 4$이다. 따라서 (라)의 수용액의 몰랄 농도를 통해 기준 끓는점을 구할 수 있다. (라)에서 X의 몰수는 $\frac{3a}{10a} = 0.3$몰이고, B의 질량은 200g이므로 몰랄농도는 $\frac{0.3}{0.2} = 1.5m$이다. 따라서 $\Delta T_b = 3$이 되어 기준 끓는점은 83℃이다. **정답⑤**