

2024학년도 5월 클러스터 모의고사 과학탐구 영역(화학I)

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

1. 정답 ③

X와 Y는 각각 C, O이고, 원자가 전자 수는 각각 4, 6이다.
 $\therefore Y$ 의 원자가 전자 수 = 3
 $\therefore X$ 의 원자가 전자 수 = 2

2. 정답 ⑤

㉠은 에탄올이고, ㉡은 아세트산이다.
 ㄱ. ㉠의 연소 반응은 발열 반응이다. (ㄱ. 참)
 ㄴ. ㉡을 물에 녹인 수용액은 산성 수용액이다. (ㄴ. 참)
 ㄷ. ㉠과 ㉡은 모두 탄소 화합물이다. (ㄷ. 참)

3. 정답 ⑤

ㄱ. 자료에서 전기 음성도가 클수록 원자 반지름이 작아지므로, '작아진다'는 ㉠으로 적절하다. (ㄱ. 참)
 ㄴ. OF_2 에는 극성 공유 결합이 있다. (ㄴ. 참)
 ㄷ. 전기 음성도는 $O > C$ 이므로 CO_2 에서 O는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다. (ㄷ. 참)

4. 정답 ②

W~Z는 각각 H, O, F, Li이다.
 ㄱ. W는 1주기 원소이다. (ㄱ. 거짓)
 ㄴ. Z(s)는 연성(뿔침성)이 있다. (ㄴ. 참)
 ㄷ. Z와 X의 안정한 화합물은 YZ이다. (ㄷ. 거짓)

5. 정답 ①

중심 원자의 홀전자 수가 1인 원자는 B와 F이고, 2인 원자는 C, O이다. 결합각이 120° 인 분자는 BH_3 이다. 또한 중심원자가 C, O로 이루어진 분자는 CH_4 , H_2O 이고, 결합각은 $CH_4 > H_2O$ 이다.
 따라서 (가)~(다)는 각각 BH_3 , CH_4 , H_2O 이다.
 ㄱ. $a = 3$ 이다. (ㄱ. 참)
 ㄴ. 원자 번호는 $Y > X$ 이다. (ㄴ. 거짓)
 ㄷ. (다)의 모양은 굽은형이다. (ㄷ. 거짓)

6. 정답 ④

2주기 원자의 전자가 들어 있는 오비탈 수, 홀전자 수를 표로 정리하면 다음과 같다.

원소	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
오비탈수	2	2	3	4	5	5	5	5
홀전자 수	1	0	1	2	3	2	1	0

이 중 전자가 들어 있는 오비탈 수가 같은 원소는 Li와 C로, 홀전자 수 각각 2로 같다.
 또한 전자가 들어 있는 오비탈 수가 $\frac{5}{3}$ 인 원소는 N이므로, Z는 N이다.
 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하 조건을 통해 X는 C, Y는 Li임을 알 수 있다.
 ㄱ. X의 원자가 전자 수는 4이다. (ㄱ. 거짓)
 ㄴ. 전기 음성도는 $Z > X$ 이다. (ㄴ. 참)
 ㄷ. 원자 반지름은 $Y > Z$ 이다. (ㄷ. 참)

7. 정답 ②

반응 전 A_nB_n 이 1mol 있다고 가정하자. A 원자 수는 반응 전 후가 같으므로 반응 후 AB_2 의 몰수는 n mol 존재하며, 이에 따라 반응 전 B_2 의 몰수는 $\frac{n}{2}$ mol이다.
 반응 전 후 밀도가 같으므로 부피는 둘다 같다. 따라서 실린더 내 기체의 총 몰수에 대한 식을 세우면 다음과 같다.
 $1 + \frac{n}{2} = n \therefore n = 2$

8. 정답 ①

t_2 일 때 (가)에서 X는 동적 평형에 도달하였으나, 전체 기체의 몰수는 t_3 일 때가 t_2 일 때보다 크다. 따라서 t_2 일 때 (나)에서 X는 동적 평형 상태가 아니다. 또한 t_3 일 때와 t_4 일 때 전체 기체의 양이 같으므로, t_3 일 때 (나)에서 X는 동적 평형 상태를 알 수 있다.
 ㄱ. t_3 일 때 (나)에서 X(l)와 X(g)는 동적 평형 상태이다. (ㄱ. 참)
 ㄴ. t_1 일 때 X(g)의 응축 속도는 X(l)의 증발 속도보다 작으므로 $a > 1$ 이다. (ㄴ. 거짓)
 ㄷ. t_1 일 때 전체 기체의 양은 0.8보다 작다. 따라서 $b < 0.8$ 이다. (ㄷ. 거짓)

9. 정답 ④

바다상태에서 전자가 들어 있는 오비탈 수가 5인 원소는 N, O, F, Ne이고, 6인 원소는 Na와 Mg이다.
 N, O, F, Ne에 대해 p 오비탈에 들어 있는 전자 수를 정리하면 다음과 같다.

원소	N	O	F	Ne
	$\frac{3}{2}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{5}$

X와 Y의 비는 6:5인데, 이를 만족하는 원자쌍은 (N,F)가 유일하다. 따라서 X는 N, Y는 F임을 알 수 있다.
 상댓값 자료를 통해 Z의 p 오비탈에 들어 있는 전자 수 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수 1임을 알 수 있고, 이를 만족하는 원자는 Mg가 유일하므로 Z는 Mg이다.
 ㄱ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $Y > X$ 이다. (ㄱ. 거짓)
 ㄴ. Z는 3주기 원소이다.

- (나. 참)
 다. 전자가 2개 들어 있는 p 오비탈 수는 $Z > X$ 이다.
 (다. 참)

10. 정답 ③

그림 (가)를 통해 $W \sim Y$ 의 족은 각각 2족, 15족, 14족임을 알 수 있다. 원자 번호 조건 내에 들어가는 2족 원소는 Mg가 유일하므로 W는 Mg이다. 또한 같은 이유로 X는 N이다. 또한 홀전자 수는 Y와 Z가 같으므로 Z는 홀전자 수가 2인 14족, 16족 원소임을 알 수 있다.

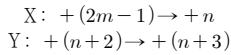
원자 반지름이 $X > Z$ 이므로 Z는 O가 될 수 없다. 따라서 Z는 C이고, Y는 Si임을 알 수 있다.
 ㄱ. Ne의 전자배치를 가지는 이온의 반지름은 $X > W$ 이다.
 (ㄱ. 참)

나. Y와 Z는 같은 족 원소이다.
 (나. 참)

다. 제2 이온화 에너지는 $X > Z$ 이다.
 (다. 거짓)

11. 정답 ⑤

반응 전 후 X와 Y의 산화수 변화를 보면 다음과 같다.



Y는 산화되었으므로 XO_m^- 는 산화제고, YO_{n+3}^{+} 는 환원제이며, 각각 1:5로 반응하였으므로 X와 Y의 산화수 변화 비는 5:1이다. 따라서 다음과 같은 방정식을 세울 수 있다.

$$2m-1-n=5 \dots \text{①}$$

두 번째 조건을 통해 $d=na$ 임을 알 수 있고, 반응 전 후 수소 원자 개수를 통해 $c = \frac{n}{2}a$ 임을 알 수 있다. 반응물에서 산소 원자 개수를 구하면 총 $(m+5+\frac{n}{2})a$ 개이고, 생성물에서 산소 원자 개수를 구하면 총 $10a$ 개임을 알 수 있다. 따라서 다음과 같은 수식을 세울 수 있다.

$$(m+5+\frac{n}{2})a=10a \dots \text{②}$$

①과 ②의 방정식을 연립하면, $m=4$, $n=2$ 이다.
 $\therefore m+n=6$

12. 정답 ⑤

(가)의 부피는 6.6L이므로 실린더 내 기체의 몰수는 $\frac{1}{4}$ mol이다. (가) 내에 ^{79}X 의 몰수를 p mol이라 하자. 그러면

^{81}X 의 몰수는 $(\frac{1}{4}-p)$ mol이 존재한다.

(가) 내의 기체의 질량은 $19 \times \frac{1}{4} + p \times 79 + (\frac{1}{4}-p) \times 81$ g이다. 이는 (가)의 밀도에 부피를 곱한 것과 같으므로, 다음과 같은 방정식을 세울 수 있다.

$$19 \times \frac{1}{4} + p \times 79 + (\frac{1}{4}-p) \times 81 = 3.75 \times 6.6 = \frac{99}{4} \therefore p = \frac{1}{8}$$

따라서 ^{79}X 와 ^{81}X 의 존재비는 $^{79}\text{X} : ^{81}\text{X} = 1 : 1$ 이다. 따라서 X의 평균 원자량은 80이고, XF의 평균 원자량은 99임을 알 수 있다.

ㄱ. 실린더 내 기체의 몰수는 $\frac{1}{4}$ mol이고, 평균 원자량은 99이므로, 실린더 내 양성자의 양과 중성자의 양의 합은 $\frac{99}{4}$ mol이다. 또한 조건에 의해 $\frac{\text{중성자수}}{\text{양성자수}} = \frac{5}{4}$ 이므로 양성자의 양은 $\frac{99}{4} \times \frac{4}{9} \text{ mol} = 11 \text{ mol}$ 이다.
 (ㄱ. 참)

나. X의 평균 원자량은 80이다.
 (나. 참)

다. XF의 양성자수는 44이고, F의 양성자수는 9이므로 X의 양성자수는 35이다. 따라서 X의 원자 번호는 35이다.
 (다. 참)

[별해]

실린더 내 기체에서 모든 원자는 자연계와 동일한 존재비를 가지고 있으므로, XF의 평균 분자량은 실린더 내 기체 XF 1 mol의 질량이고, 이는 $26.4 \times 3.75 = 99$ 이다. 또한 F의 평균 원자량은 19.0이므로, X의 평균 원자량은 80임을 알 수 있다.

13. 정답 ②

(가)에서 $B^{b+} 4N \text{ mol}$ 이 반응하여 $A^{a+} 2N \text{ mol}$ 이 생성된다. 따라서 $a=2b$ 이다. (나)에서 $B^{b+} 8N \text{ mol}$ 을 첨가했을 때, $A^{a+} 3N \text{ mol}$ 이 추가로 생성되었으므로 $B^{b+} 6N \text{ mol}$ 이 반응하고 $2N \text{ mol}$ 이 남아있음을 알 수 있다. 또한 초기에 존재하는 A^{a+} 의 양(mol)은 $5N \text{ mol}$ 이므로, $m=5N$ 이다.

(나)에서 $A^{a+} 5N \text{ mol}$ 과 $B^{b+} 2N \text{ mol}$ 이 C(s)와 모두 반응하여 $C^{c+} 4N \text{ mol}$ 이 생성하였다. 반응 전 후 전하량이 보존되므로 이에 대한 식을 세우면 다음과 같다.
 $2b \times 5 + b \times 2 = c \times 4 \therefore c = 3b$

ㄱ. (나)에서 C(s)는 산화하여 C^{c+} 이 되므로, C(s)는 환원제로 작용한다.
 (ㄱ. 거짓)

나. $c = \frac{3}{2}a$ 이다.
 (나. 거짓)

다. $c = 3b$ 이므로 C(s)와 $B^{b+}(aq)$ 는 1:3으로 반응한다. 따라서 생성된 $C^{c+}(aq)$ 의 몰수는 $\frac{5}{3}N \text{ mol}$ 이다.
 (다. 참)

14. 정답 ③

바다상태 인(P) 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈은 $1s$, $2s$, $2p(m_l = -1, 0, 1)$, $3s$, $3p(m_l = -1, 0, 1)$ 총 9개다.

조건 I을 만족하는 오비탈은 $3s$, $3p(m_l = -1, 0, 1)$ 이다.

조건 II를 만족하는 오비탈은 $2p(m_l = -1, 0, 1)$, $3s$ 이다.

조건 III을 만족하는 오비탈은 $1s$, $2s$, $2p(m_l = 0)$, $3s$, $3p(m_l = 0)$ 이다.

조건 I과 III을 동시에 만족하면서 조건 II를 만족하지 않는 오비탈은 $3p(m_l = 0)$ 1개다.

조건 II만 만족하는 오비탈은 $2p(m_l = -1, 1)$ 2개다.

따라서 (가)에 들어갈 오비탈의 수는 2개이고, (나)에 들어갈 오비탈의 수는 1개다.

15. 정답 ④

$2a \text{ M A}(aq)$ 6g의 부피를 $V_1 \text{ mL}$, $a \text{ M A}(aq)$ 20g의 부피를 $V_2 \text{ mL}$ 라 하자. 20g를 첨가한 시점의 수용액의 몰 농도는 $\frac{6}{5}a \text{ M}$ 이므로, 이에 대한 방정식을 세우면 다음과 같다.

$$\frac{2aV_1 + aV_2}{V_1 + V_2} = \frac{6}{5}a \therefore V_2 = 4V_1$$

질량 비는 6:20이고, 부피비는 1:4이므로 밀도비는 6:5이다.

$$\therefore \frac{d_2}{d_1} = \frac{5}{6}$$

16. 정답 ①

$[\text{OH}^-]$ 는 (나)가 (가)의 10^3 배이므로 pH는 (가)가 (나)보다 3 작다. 이를 통해 pH에 대한 식을 세우면 다음과 같다.

$$4x - x = 3 \therefore x = 1$$

따라서 (가)와 (나)의 액성은 산성이고, $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 (가)와 (나)가 각각 10^{-1} , 10^{-3} M 이다.

H_3O^+ 의 몰수가 (가):(나) = 300:1이므로, 부피비는 (가):(나) = 3:10이다.

ㄱ. (나)의 액성은 산성이다.
 (ㄱ. 참)

나. $x = 1$ 이다.
 (나. 거짓)

다. OH^- 의 양은 (나)가 (가)의 $10^4/3$ 배이다.
 (다. 거짓)

17. 정답 ⑤

(가)의 X(l) 5mL는 5dg이고, 1g X(l) 내 CH₃COOH의 질량은 0.2g이므로 X(l) 5dg에 들어 있는 CH₃COOH의 질량은 5d×0.2g이고, 따라서 (가)에 존재하는 CH₃COOH의 몰수는 5d× $\frac{0.2}{60}$ mol이다.

(나)에서 전체 용액의 $\frac{1}{3}$ 을 취하였으므로, (나)에 존재하는 CH₃COOH의 몰수는 5d× $\frac{0.2}{60}$ × $\frac{1}{3}$ mol이다. 또한 적정 과정에서 첨가한 NaOH의 몰수는 $\frac{x}{40}$ × $\frac{V}{100}$ mol이다. 이 둘의 몰수는 서로 같으므로 적정에 대한 식을 세우면 아래와 같다.

$$5d \times \frac{0.2}{60} \times \frac{1}{3} = \frac{x}{40} \times \frac{V}{100} \therefore x = \frac{200d}{9V}$$

18. 정답 ②

A와 C의 반응 계수가 같으므로 반응에 참여한 A의 몰수만큼 C의 몰수가 생성된다. 따라서 A가 모두 반응하기 전까지 실린더 내 전체 부피는 항상 일정하고, C의 밀도는 증가하게 된다. 만약 A가 모두 반응하였다면 C가 들어 있는 실린더에 B를 추가로 넣게 되는 것이므로 C의 밀도는 줄어들게 된다. I~III에서 모두 C의 밀도가 감소하고 있으므로 적어도

II~III는 A가 모두 반응했음을 알 수 있다. B wg에 해당하는 몰수를 nmol이라 하자. II와 III에서 남은 반응물은 모두 같으므로 반응물의 질량은 몰수에 비례한다. 따라서 반응에 참여한 B의 몰수를 mmol이라 하고, 비례식을 세우면 다음과 같다.

$$2n - m : 5n - m = 1 : 4 \therefore m = n$$

따라서 I은 반응 종결점을 알 수 있다. C의 밀도가 II와 III에서 3:1이므로 실린더 내 기체의 몰수는 1:3이다. 따라서 II와 III에서 존재하는 B와 C의 몰수의 합은 $\frac{3}{2}nmol$ 이다. II에서 남아 있는 B의 몰수는 nmol이므로,

생성된 C의 몰수는 $\frac{1}{2}nmol$ 이다. 즉, b=2이다.

II에서 실린더 내 기체의 총 몰수는 $\frac{3}{2}nmol$ 이므로, IV에서 기체의 총 몰수는 6nmol이다. 따라서 남아 있는 B의 몰수는 $\frac{11}{2}nmol$ 이고, 첨가한 B의 몰수는 $\frac{13}{2}nmol$ 이다. 따라서 x = $\frac{13}{2}w$ 이다.

$$\therefore b \times x = 2 \times \frac{13}{2}w = 13w$$

19. 정답 ②

밀도 조건을 통해 부피비를 구하자. 질량은 (가):(나)=3:5이고, 밀도는 (가):(나)=54:55이므로, 부피는 (가):(나)=11:18이다. 편의상 (가)와 (나)에서 기체의 몰수를 각각 11mol, 18mol이라 하자.

X_aY_b wg의 몰수를 nmol, X_aY_cZ_a wg의 몰수를 mmol이라 하고 연립방정식을 세우면 다음과 같다.

$$n + 2m = 11$$

$$2n + 3m = 18$$

$$\therefore n = 3, m = 4$$

이를 통해 (가)와 (나)에서 X 원자 수를 구해보면 각각 11aN, 18aN이 나온다.(N은 아보가드로 수) 이를 통해 Y 원자 수를 구하면 각각 28aN, 48aN임을 알 수 있고, 따라서 다음과 같은 연립방정식을 세울 수 있다.

$$3b + 8c = 28a$$

$$6b + 12c = 48a$$

$$\therefore b = 4a, c = 2a$$

(가)에서 Z 원자 수는 8aN이고, 따라서 X 원자 수와 Z 원자 수 비는 11:8임을 알 수 있다. 그러나, $\frac{Z\text{의 질량}}{X\text{의 질량}} = \frac{32}{33}$ 이므로

$\frac{Z\text{의 원자량}}{X\text{의 원자량}} = \frac{4}{3}$ 임을 알 수 있다.

(나)에서 X 원자 수와 Z 원자 수는 각각 18aN, 12aN이므로,

(나)에서 $\frac{Z\text{의 질량}}{X\text{의 질량}} = \frac{8}{9}$ 이다.

$$\therefore x \times \frac{b}{c} = \frac{8}{9} \times \frac{4}{2} = \frac{16}{9}$$

20. 정답 ④

혼합 용액 내 음이온은 산성인 경우 A²⁻가 유일하고, 염기성인 경우 A²⁻와 OH⁻가 존재한다. 따라서 음이온의 총 몰수는 산성일 때 까지 일정했다가 염기성 용액이 되는 순간부터 증가하는 양상을 보인다.

III에서 (나)와 (다)에서 혼합 용액 내 모든 음이온의 몰 농도 합은 (다)가 (나)보다 크다. 따라서 III에서 넣은 KOH의 몰수가 NaOH 몰수보다 큼을 알 수 있다. 그러므로 II에서 (나)의 액성이 염기성, (다)가 산성일 수 없다. 조건에 의해 두 용액의 액성이 같을 수 없으므로, (나)가 산성, (다)가 염기성이다.

(나)의 II에서 산성임이 보장되므로, II에서 음이온의 몰 농도 합은 혼합 용액의 부피에 반비례한다. 이를 통해 비례식을 세우면 다음과 같다.

$$V + 10 : V + 20 = 2 : 3 \therefore V = 10$$

II에서 (나)와 (다)에서 음이온의 총 몰수를 구하면

(나):(다)=5:7이다. 즉 H₂A VmL에 존재하는 A²⁻의 몰수를 5nmol이라 할 때, (다)의 II에서 존재하는 OH⁻의 양은 2nmol이고, 따라서 첨가한 KOH의 양은 12nmol임을 알 수 있다.

또한 (나)의 II에서 존재하는 H⁺의 양은 2nmol이고, 따라서 첨가한 NaOH의 양은 8nmol임을 알 수 있다.

따라서 a:b:c=5:4:6이다.

III에서 (나)와 (다)에서 액성이 같으므로, 두 용액은 모두 염기성이다. III까지 (나)와 (다)에서 첨가한 NaOH와 KOH의 몰수를 각각 4mmol, 6mmol이라 하고, 혼합 용액 내 모든 음이온의 몰수에 대한 비례식을 세우면 다음과 같다.

$$4m - 5n : 6m - 5n = 3 : 5 \therefore m = 5n$$

따라서 III까지 첨가한 NaOH의 양은 20nmol이고, 따라서 x = 50임을 알 수 있다.

$$\therefore x \times \frac{b}{a} = 50 \times \frac{4}{5} = 40$$