

2024학년도 Cluster 8월 무료 배포 해설지

과학탐구 영역(화학 I)

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

해설

1. 정답 ①
- ㄱ. ㉠은 의약품의 원료이다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. ㉡을 물에 녹여 냉각제로 이용하였으므로 ㉡을 물에 녹이는 반응은 흡열 반응이다. (ㄴ. 거짓)
- ㄷ. ㉢은 탄소 화합물이지만, ㉣은 탄소 화합물이 아니다. (ㄷ. 거짓)

2. 정답 ⑤
- X~Z는 각각 Mg, O, Cl이다.
- ㄱ. 원자 번호는 $X(Mg) > Y(O)$ 이다. (ㄱ. 거짓)
- ㄴ. $YZ_2(OCl_2)$ 는 공유 결합 물질이다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. $X(s)(Mg(s))$ 는 전성(띠집성)이 있다. (ㄷ. 참)

3. 정답 ①
- (가)~(다)는 각각 CO_2 , CNF, NOF이고 W~Z는 각각 F, C, O, N이다.
- ㄱ. 결합각은 (가) (CO_2) > (다) (NOF)이다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. (가)는 무극성 분자이고, (나)는 극성 분자이다. (ㄴ. 거짓)
- ㄷ. $WY_2(OF_2)$ 의 분자 모양은 굽은형이다. (ㄷ. 거짓)

4. 정답 ④
- 액체 상태에서 전기 전도성이 있는 물질 중 이온 결합 물질이 ㉠, 액체 상태에서 전기 전도성이 있지만 이온 결합 물질이 아닌 물질이 ㉡에 해당하므로 ㉠으로 적절한 것은 보기 중에서 CuO, ㉡으로 적절한 것은 보기 중에서 Fe, Cu가 있다.

5. 정답 ⑤
- $H_2O(l)$ 을 넣고 시간이 지남에 따라 ㉠의 양은 감소하고 ㉡의 양은 증가했으므로 ㉠은 $H_2O(l)$, ㉡은 $H_2O(g)$ 이다. 또한, t_2 이후로 ㉠과 ㉡의 양이 일정하므로 t_2 이후는 동적 평형 상태를 알 수 있다.

- ㄱ. t_2 에서 $H_2O(l)$ 이 증발되는 반응이 일어난다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. 응축 속도는 증가하고, 증발 속도는 일정하므로, $\frac{\text{응축 속도}}{\text{증발 속도}}$ 는 t_3 일 때가 t_1 일 때보다 크다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. t_1 에서 t_2 로 갈 때, $H_2O(l)$ 의 양은 감소하고 $H_2O(g)$ 의 양은 증가하므로 $\frac{H_2O(g)\text{의 양(mol)}}{H_2O(l)\text{의 양(mol)}}$ 는 t_2 일 때가 t_1 일 때보다 크다. (ㄷ. 참)

6. 정답 ⑤
- F, Mg, Al, S의 전자가 들어 있는 p 오비탈 수는 각각 3, 3, 4, 6이므로 W와 Y는 각각 Al, S이다. 이때, Al은 원자 반지름이 이온 반지름보다 크고, S는 이온 반지름이 원자 반지름보다 크므로, ㉠이 이온 반지름, ㉡이 원자 반지름이다. F는 이온 반지름이 원자 반지름보다 크고, Mg는 원자 반지름이 이온 반지름보다 크므로 X가 Mg, Z가 F이다.
- 따라서, W~Z는 각각 Al, Mg, S, F이다.
- ㄱ. ㉡(원자 반지름)은 $X(Mg) > Y(S)$ 이다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $Y(S) > W(Al)$ 이다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $Z(F) > X(Mg)$ 이다. (ㄷ. 참)

7. 정답 ③
- A_2 와 B_2 가 반응하여 A_3B 가 생성되므로 반응식을 완성하면 다음과 같다.
- $$3A_2 + B_2 \rightarrow 2A_3B$$
- 반응 전 A_2 와 B_2 의 양의 합은 피스톤 좌우가 같다. 피스톤 우측의 반응은 다음과 같다.

피스톤 우측	$3A_2$	B_2	$2A_3B$
전	1mol	1mol	
중	-1mol	$-\frac{1}{3}$ mol	$+\frac{2}{3}$ mol
후		$\frac{2}{3}$ mol	$\frac{2}{3}$ mol

반응 후 피스톤 좌측과 우측의 부피비가 4 : 3이므로 반응 후 피스톤 좌측에 존재하는 전체 기체의 양은 $\frac{16}{9}$ mol이다.

피스톤 좌측	$3A_2$	B_2	$2A_3B$
전	$(2-x)$ mol	x mol	
중	$-3x$ mol	$-x$ mol	$+2x$ mol
후	$(2-4x)$ mol		$2x$ mol

따라서, $x = \frac{1}{9}$ 이다.

반응 후 피스톤에 들어 있는 A_2 , B_2 의 양은 각각 $\frac{14}{9}$ mol,

$\frac{2}{3}$ mol이므로 $\frac{B_2 \text{의 양}}{A_2 \text{의 양}} = \frac{3}{7}$ 이다.

8. 정답 ⑤

전체 금속과 전체 양이온의 양의 합은 변하지 않으므로, 시간에 관계 없이 전체 금속과 전체 양이온의 양의 합은 $16N$ mol이어야 한다. t_1 에서 전체 금속의 양은 $6N$ mol, 전체 양이온의 양은 $10N$ mol이고, t_2 에서 전체 금속의 양과 전체 양이온의 양은 각각 $8N$ mol이다. 이를 정리하면 다음과 같고, $n = 3$ 임을 알 수 있다.

시간	A^+	B^{n+}	A	B
t_1	$9N$	N	$3N$	$3N$
t_2	$6N$	$2N$	$6N$	$2N$
t_3		$4N$	$12N$	

ㄱ. $n = 3$ 이다. (ㄱ. 거짓)

ㄴ. B는 B^{3+} 으로 산화되므로 환원제이다. (ㄴ. 참)

ㄷ. $x = 3$, $y = 2$ 이므로 $\frac{x}{y} = \frac{3}{2}$ 이다. (ㄷ. 참)

9. 정답 ③

WXY_2 는 COF_2 이고 전기 음성도는 $X > W$ 이므로 $W \sim Y$ 는 각각 C, O, F이다. $W_2Y_n(C_2F_n)$ 에서 n 은 2, 4, 6 중 하나인데 각각의 경우

$\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}}$ 가 $\frac{5}{8}, \frac{1}{2}, \frac{7}{18}$ 인데 COF_2 의 $\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}}$ 는 $\frac{1}{2}$ 이므로 $n = 4$ 이다. Z는 N이므로 $Z_2Y_4(N_2F_4)$ 에서

$\frac{\text{공유 전자쌍 수}}{\text{비공유 전자쌍 수}}$ 는 $\frac{5}{14}$ 이므로 $x = 5$ 이다.

ㄱ. $n = 4$, $x = 5$ 이므로 $n + x = 9$ 이다. (ㄱ. 참)

ㄴ. $WXY_2(COF_2)$ 에서 Y(F)는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다. (ㄴ. 거짓)

ㄷ. $Z_2Y_4(N_2F_4)$ 는 무극성 공유 결합이 있다. (ㄷ. 참)

10. 정답 ②

^{12}C , ^{14}C , ^{16}O , ^{18}O 에서 $\frac{\text{중성자 수}}{\text{양성자 수}}$ 는 각각 $1, \frac{4}{3}, 1, \frac{5}{4}$ 이므로 ㉠과 ㉡은 각각 ^{12}C 와 ^{16}O 중 하나이다. 이때, 전체 C와 O의 양의 비는 $1 : 2$ 이므로 ㉠~㉡은 각각 ^{14}C , ^{18}O , ^{12}C , ^{16}O 이다. 즉, 전체 원자의 양, 중성자, 양성자를 정리하면 다음과 같다.

원자	^{12}C	^{14}C	^{16}O	^{18}O
양성자 (=전자)	6	6	8	8
중성자	6	8	8	10
원자의 양	$\frac{3}{4}$ mol	$\frac{1}{4}$ mol	$\frac{3}{2}$ mol	$\frac{1}{2}$ mol

따라서, 전체 $\frac{\text{중성자 수}}{\text{전자 수}} = \frac{23.5}{22} = \frac{47}{44}$ 이다.

11. 정답 ①

원자번호 5~17번 바닥상태 원자에 대하여 $\frac{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}{\text{원자가 전자 수}}$, p 오비탈에 들어 있는 전자 수를

순서대로 정리하면 다음과 같다. 18족 원소는 원자가 전자 수가 0이므로 제외한다.

		1	1	1	$\frac{5}{6}$	$\frac{5}{7}$
		1	2	3	4	5
6	3	$\frac{7}{3}$	2	$\frac{9}{5}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{9}{7}$
6	6	7	8	9	10	11

$\frac{\text{전자가 들어 있는 오비탈 수}}{\text{원자가 전자 수}}$ 가 $1 : 1 : 2$ 인 경우는 X와 Y가 Be ~

N 중 하나이고 Z가 Li 또는 Si인 경우이다. 이때, p 오비탈에 들어 있는 전자 수가 $1 : 2$ 인 경우는 X가 B, Y가 C인 경우이며, Z는 Si이고 ㉠은 8이다.

ㄱ. Y(C)와 Z(Si)는 서로 다른 주기 원소이다. (ㄱ. 거짓)

ㄴ. s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비는 $X(B) : Z(Si) = 4 : 6 = 2 : 3$ 이다. (ㄴ. 참)

ㄷ. ㉠은 8이다. (ㄷ. 거짓)

12. 정답 ②

A(aq)에서 용매와 용질의 질량비가 $9 : 1$ 이므로 용질과 용액의 질량비는 $1 : 10$ 이다. B(aq)에서는 마찬가지로 용질과 용액의 질량비가 $1 : 20$ 이다. 즉, 용액 1g 당 용질의 질량은 A(aq)와 B(aq)에서 $2 : 1$ 이다. (*이는 퍼센트 농도와 같다.) 용액 1g 당 용질의 질량은 $\frac{\text{몰 농도} \times (\text{용질})\text{화학적량}}{\text{밀도}}$

와 비례한다. 따라서, $\frac{x \times 6a}{d_A} : \frac{y \times a}{d_B} = 2 : 1$ 이다. 그러므로 $\frac{d_A}{d_B} = \frac{3x}{y}$ 이다.

13. 정답 ④

X의 산화수는 $+n$ 에서 $+3$ 으로 변화했고, Mn의 산화수는 $+7$ 에서 $+4$ 로 감소하였다. 이때, $a = 3$ 이라 가정하면 조건에 의해 $c = 2$ 이고, H 개수는 일정하므로 $f = 4$, X 개수도

일정하므로 $d = 3$ 이다.

이때, Mn의 개수는 일정하므로 $b = e$ 이고, O의 개수도 일정하므로 $4b + e = 2e + f$ 이다. 즉, $b = e = 1$ 이다.

산화수 전체 변화량의 합은 0이므로 $(3 - n) \times 3 = 3 \times 1$ 이다.

따라서, $n = 2$ 이고, $n \times \frac{d}{f} = 2 \times \frac{3}{4} = \frac{3}{2}$ 이다.

14. 정답 ③

$n + l$ 은 (가)~(라)에서 4 이하이므로 $1s \sim 4s$ 이다. 각각에 대하여 $\frac{n - m_l}{n + 2l}$ 을 정리하면 다음과 같다.

	1s	2s	2p		3s	3p			4s	
m_l	0	0	-1	0	1	0	-1	0	1	0
	1	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	1	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$	1

이때, $\frac{n - m_l}{n + 2l}$ 은 $2p_0$ 에서 $\frac{1}{2}$ 이므로 (다)는 $2p_0$ 이다. (가)와 (나)에서 $\frac{n - m_l}{n + 2l}$ 은 $\frac{1}{2}$ 보다 작으면서 (가) < (나)이므로, (가)와 (나)는 각각 $2p_{+1}$ 과 $3p_{+1}$ 이다. 이때, $3p_{+1}$ 에서 $n - l$ 은 2이고 (라)는 $n - l$ 이 (나)의 2배이므로 (라)의 $n - l$ 은 4이다. 따라서, (라)는 $4s$ 이다. 즉, (가)~(라)는 각각 $2p_{+1}$, $3p_{+1}$, $2p_0$, $4s$ 이다.

- ㄱ. (라)는 $4s$, 즉 s오비탈이므로 구형이다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. m_l 은 (가)($2p_{+1}$)와 (나)($3p_{+1}$)가 +1로 같다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. 에너지 준위는 (가)($2p_{+1}$) = (다)($2p_0$)이다. (ㄷ. 거짓)

15. 정답 ②

2. 3주기 바닥상태 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 중 $n - l$ 가 2 이하인 오비탈은 $1s$, $2s$, $2p$, $3p$ 이고 이에 들어 있는 전자 수를 정리하면 다음과 같다.

Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	4	5	6	7	8	9	10
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
10	10	11	12	13	14	15	16

W~Z의 ①에 들어 있는 전자 수는 1 : 2 : 3 : 4이다. 이때, ①에 들어 있는 전자 수의 최댓값이 16이므로 가능한 경우는 3 : 6 : 9 : 12 또는 4 : 8 : 12 : 16이다. 이때, 3 : 6 : 9 : 12인 경우에는 X가 C, Z가 Si이므로 제1 이온화 에너지가 $X > Z$ 이다. 그러므로 조건에 어긋난다. 따라서, ①에 들어 있는 전자 수는 4 : 8 : 12 : 16이고, W~Z가 Be, O, Si, Ar이다.

- ㄱ. Y(Si)는 3주기 원소이다. (ㄱ. 거짓)
- ㄴ. 전기 음성도는 $X(O) > Y(Si)$ 이다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. 홀전자 수는 $W(Be) = Z(Ar)$ 이다. (ㄷ. 거짓)

16. 정답 ②

(나)의 몰 농도를 구하면 $\frac{0.1 \times 50 + 0.5 \times V}{V + 50}$ M이고 이를 통한 적정 식을 세우면 다음과 같다. 이때, (다), (라)에서 구한 w 는 밀도로 나눠 주면 부피와 같다. (이때, 모두 1가이므로 가수는 생략한다.)

$$\frac{0.5V + 5}{V + 50} \times 40 = 0.5 \times 20 = x \times \frac{y}{d_2}$$

앞의 식을 연립하면 $V = 30$ 이고, $y = \frac{10d_2}{x}$ 이다.

따라서, $\frac{V}{y} = \frac{3x}{d_2}$ 이다.

17. 정답 ②

(가)의 pH를 x 라 하고 모든 수용액의 액성을 정리하면 다음과 같다.

수용액	(가)	(나)	(다)
pH	x	$3x$	$6x - 14$
pOH	$14 - x$	$14 - 3x$	$28 - 6x$

이때, (가) 10mL에 들어 있는 H_3O^+ 의 양과 (다) 50mL에 들어 있는 H_3O^+ 의 양이 2 : 1이므로 (가)와 (다)의 $[H_3O^+]$ 는 10 : 1이다. 즉, pH는 (다)가 (가)보다 1 크다. 그러므로 $x = 3$ 이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
pH	3	9	4
pOH	11	5	10

- ㄱ. (다)의 액성은 산성이다. (ㄱ. 거짓)
- ㄴ. (나)의 pOH는 5이다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. (가) 10mL에 들어 있는 OH^- 의 양 (나) 20mL에 들어 있는 H_3O^+ 의 양

$$= \frac{10^{-11} \times 10^{-2}}{10^{-9} \times 2 \times 10^{-2}} = \frac{1}{200}$$

(ㄷ. 거짓)

18. 정답 ④

(가)는 염기성 용액이고, 양이온과 음이온이 6 : 5이다. 이때, 양이온이 총 6N개라 가정하면 음이온은 총 5N개인데, 모두 1가 이온인 경우 전하량이 N 차이가 난다. 이 말은, A^{2-} 가 N만큼 존재한다는 뜻이 된다. 또한, (가)와 (다)를 혼합하면 중성이므로 (가)의 OH^- 와 (다)의 H^+ 양은 같다. 이를 통해 이온 수를 분석하면 다음과 같다. (단위 : mmol)

	H^+	Na^+	A^{2-}	Cl^-	OH^-
(가)		$9n$	$1.5n$	6	$6n - 6$
(나)	?	$9n$	$3n$	6	?
(다)	$6n - 6$	$18n$	$1.5n$	$21n - 6$	

(다)에서 양이온 수와 음이온 수의 비는 13 : 12이므로 $n = \frac{4}{3}$ 이다.

	H^+	Na^+	A^{2-}	Cl^-	OH^-
(나)	2	12	4	6	

이때, (나)에서 전체 이온의 몰 농도 합은 0.4M이고, 전체 이온 수는 24mmol이므로 부피는 60mL이다. 따라서, $a = 30$ 이다.

또한, $x = 0.4$, $y = 0.2$ 이므로, $\frac{a}{x + y} = \frac{30}{0.6} = 50$ 이다.

19. 정답 ③

1g 당 부피는 (가):(나) = 61 : 52이고, 부피비는 몰수비와 비례하므로 전체 부피는 (가):(나) = 5 : 4이다. 따라서, 전체 질량은 260 : 244이다. X_2Y_m Nmol의 질량이 w_1 g, XY_n Nmol의 질량이 w_2 g이라 했을 때, $(w_1 + 4w_2) : (2w_1 + 2w_2) = 65 : 61$ 이므로 $w_1 : w_2 = 38 : 23$ 이다.

또한, $\frac{X \text{의 양(mol)}}{Y \text{의 양(mol)}}$ 은 $\frac{6}{m+4n} : \frac{6}{2m+2n} = 10 : 11$ 이다. 따라서,

$(m+4n) : (2m+2n) = 11 : 10$ 이므로, $m : n = 3 : 2$ 이다.

이때, $X_2Y_{1.5n}$ 의 분자량이 38, XY_n 의 분자량이 23라 할 때 X 1mol의 질량은 7g이고, Y nmol의 질량은 16g이다. 따라서, (가)에는 X가 6Nmol, (나)에는 Y가 5nNmol 존재하므로,

$\frac{\text{(나)에서 Y의 질량}}{\text{(가)에서 X의 질량}} = \frac{80}{42} = \frac{40}{21}$ 이다.

20. 정답 ④

I에서 반응 후 물질의 양이 $A+C : B+C = 4 : 3$ 이다. 반응 후에는 A와 B 중 하나만 존재하므로 B가 모두 반응했다. 따라서, $A : C = 1 : 3$ 으로 존재한다. A와 C는 1 : 2로 반응하므로 A가 k mol 반응했다고 가정하면 C는 2k mol 생성된다. 즉,

$(3-k) : (1.5+2k) = 1 : 3$ 이므로 $k = 1.5$ 이다.

I	A(g)	bB(g)	2C(g)
전	3 mol	6 mol	1.5 mol
중	-1.5 mol	-6 mol	+3 mol
후	1.5 mol	0	4.5 mol

따라서, $b = 4$ 이다.

마찬가지로 실험 II에서 B가 모두 반응했고, 반응 후 $A : C = 1 : 1$ 로 존재한다.

II	A(g)	bB(g)	2C(g)
전	x mol	4 mol	1 mol
중	-1 mol	-4 mol	+2 mol
후	(x-1) mol		3 mol

따라서, $x = 4$ 이다.

I에서 반응 후 생성물의 질량은 남은 반응물의 질량의 24배이다. 따라서, A와 C의 질량비는 1 : 24, 몰수비는 1 : 3이므로 분자량비는 1 : 8이다. B 분자량을 M_B 라 할 때, A 1mol(1g)과 B 4mol($4M_B$)이 반응하여 C 2mol(16g)이 생성되는 것이므로 M_B 는 $\frac{15}{4}$ 이다.

따라서, $\frac{A \text{의 분자량}}{B \text{의 분자량}} \times \frac{b}{x} = \frac{4}{15}$ 이다.