

2024학년도 대학수학능력시험  
과학탐구영역 **화학 I** 정답 및 해설

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

### 1. 생활 속의 화학

[정답맞히기] ㄱ. 에탄올은 탄소 화합물이다.

ㄴ. 철가루가 산화될 때 열을 방출하므로 손난로로 사용할 수 있다. 따라서 철가루가 산화되는 반응은 발열 반응이다.

정답③

[오답피하기] ㄴ. 에탄올이 증발하면서 손이 시원해지는 이유는 에탄올이 증발할 때 주위로부터 열을 흡수하기 때문이다.

### 2. 이온 결합

[정답맞히기] ㄱ. X 원자는  $m$ 개의 전자를 잃어 Ne의 전자 배치를 갖는 이온이 될 때 크기가 작아졌으므로 금속 원소이다. 따라서 X(s)는 전성(펴짐성)이 있다.

ㄴ. Y 원자는  $n$ 개의 전자를 얻어 Y 이온이 되었으므로 Y 이온은 음이온이다.

ㄷ. X<sub>2</sub>Y에서 X 이온은 X <sup>$m+$</sup> 이므로 Y 이온은 Y <sup>$2m-$</sup> 이다. Y 원자는  $n$ 개의 전자를 얻어 Y 이온이 되었으므로 Y 이온은 Y <sup>$n-$</sup> 이다. 따라서  $m : n = 1 : 2$ 이다. 정답⑤

### 3. 화학 반응식

[정답맞히기] 주어진 반응의 화학 반응식은  $6\text{HF}(g) + 2\text{Al}(s) \rightarrow 2\text{AlF}_3(s) + 3\text{H}_2(g)$ 이다. 반응 후에 반응물이 모두 소모되었으므로 반응 전 넣어 준 Al(s)과 반응 후 생성된 H<sub>2</sub>(g)의 몰비는  $\frac{x}{27} : \frac{y}{2} = 2 : 3$ 이다. 따라서  $\frac{x}{y} = 9$ 이다. 정답④

### 4. 동적 평형

[정답맞히기] ㄱ. [탐구 결과]를 보면 동적 평형에 도달하였을 때 CO<sub>2</sub>(s)의 질량이 변하지 않았고, [결론]에서 가설은 옳다고 하였으므로, ‘CO<sub>2</sub>(s)의 질량이 변하지 않는다.’는 ⑦으로 적절하다.

ㄴ. t<sub>1</sub>은 동적 평형에 도달하기 전이므로 CO<sub>2</sub>(s)가 CO<sub>2</sub>(g)로 승화되는 속도가 CO<sub>2</sub>(g)가 CO<sub>2</sub>(s)로 승화되는 속도보다 빠르다. 정답④

[오답피하기] ㄷ. t<sub>3</sub>은 동적 평형 상태에 도달한 이후이므로 CO<sub>2</sub>(s)가 CO<sub>2</sub>(g)로 승화되는 속도와 CO<sub>2</sub>(g)가 CO<sub>2</sub>(s)로 승화되는 속도가 같다.

### 5. 전자 배치

X는 Na, Y는 O, Z는 S이다.

[정답맞히기] ㄴ. Y와 Z는 같은 쪽 원소이므로 2주기 원소인 Y가 3주기 원소인 Z보

다 전기 음성도가 크다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. X는 3주기, Y는 2주기 원소이다.

ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 같은 주기에서 원자 번호가 증가할수록 커지므로 Z > X이다.

## 6. 결합의 극성

분자 당 구성 원자 수가 4이하이고, (가)와 (나)에서 분자당 X와 Y의 원자 수가 같으므로, (가)와 (나)에서 X와 Y의 원자 수는 각각 1이다. 각 분자 1mol에 존재하는 원자 수 비로부터 (가)~(다)는 각각 HX, H<sub>2</sub>Y, HXY(HYX)이고, X, Y는 각각 F, O이므로 (다)의 중심 원자는 Y(O)이다.

[정답맞히기] ㄷ. 전기 음성도는 X>Y이므로 (다)에서 X는 부분적인 음전하( $\delta^-$ )를 띤다.

정답②

[오답피하기] ㄱ. (가)에는 단일 결합이 있다.

ㄴ. (나)에는 극성 공유 결합만 있다.

## 7. 분자의 구조와 성질

(가)는 중심 원자가 C이므로 X와 2중 결합으로 결합한 CO<sub>2</sub>이다. (나)에서 C와 X의 결합은 2중 결합이어야 하므로 Y는 F이고, (나)는 COF<sub>2</sub>이다. 따라서 (다)는 O<sub>2</sub>F<sub>2</sub>이다.

[정답맞히기] ㄱ. 다중 결합은 (가)와 (나)에 있다.

ㄴ. (가)는 CO<sub>2</sub>이므로 무극성 분자이다.

정답③

[오답피하기] ㄷ. 공유 전자쌍 수는 (나)가 4, (다)가 3이므로 (나) > (다)이다.

## 8. 전자 배치

2, 3주기 15 ~ 17족 바닥상태 원자 N, O, F, P, S, Cl의  $\frac{p\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{\text{홀전자 수}}$

와  $\frac{\text{홀전자 수}}{s\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 다음과 같다.

원자	N(X)	O	F(W)	P	S(Y)	Cl(Z)
$\frac{p\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{\text{홀전자 수}}$	$1(\frac{3}{3})$	$2(\frac{4}{2})$	$5(\frac{5}{1})$	$3(\frac{9}{3})$	$5(\frac{10}{2})$	$11(\frac{11}{1})$
$\frac{\text{홀전자 수}}{s\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}(\frac{2}{4})$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}(\frac{3}{6})$	$\frac{1}{3}(\frac{2}{6})$	$\frac{1}{6}$

$\frac{p\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{\text{홀전자 수}}$ 가 같은 것은 F, S이고,  $\frac{\text{홀전자 수}}{s\text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ (상대값)이 9 : 4 : 2인 것은 N, S, Cl이다. 따라서 W~Z는 각각 F, N, S, Cl이다.

[정답맞히기] ㄱ. 3주기 원소는 S, Cl의 2가지이다.

정답①

[오답피하기] ㄴ. 원자가 전자 수는 W와 Z가 같다.

ㄷ. X는 2주기, Y는 3주기 원소이므로 전자가 들어 있는 오비탈 수는 Y > X이다.

## 9. 산화 환원 반응

과정 (나)에서  $A^+$  15Nmol이 B 3Nmol과 반응하여  $A^+$  9Nmol과  $B^{2+}$  3Nmol이 들어 있는 것이다. 과정 (다)에서  $B^{2+}$ 은 C와 반응하지 않으므로  $A^+$  9Nmol이 넣어 준 C와 반응한다. 따라서 반응한 C의 양은 3Nmol이다.

[정답맞히기] ㄱ. (다)에서  $A^+$  9Nmol이 C 3Nmol과 모두 반응하였으므로  $m=3$ 이다.

ㄴ. (나)와 (다)에서  $A^+$ 은 환원되었으므로 산화제로 작용한다.

ㄷ. (다) 과정 후  $B^{2+}$  3Nmol,  $C^{3+}$  3Nmol이 들어 있으므로 양이온 수 비는  $B^{2+} : C^{3+} = 1:1$ 이다.

정답⑤

## 10. 양자수와 오비탈

바닥상태 탄소(C) 원자의 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^2$ 이므로 전자가 들어 있는 오비탈로 가능한  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$ 은 다음과 같다.

오비탈	1s	2s	2p		
$n$	1	2	2	2	2
$l$	0	0	1	1	1
$m_l$	0	0	+1	0	-1
	(나)	(가)	(라)		(다)

$n-l$ 는 (가) > (나)이므로 (가)는  $n-l=2$ 인 2s 오비탈이다.  $l-m_l$ 이 (다) > (나) = (라)이 고,  $\frac{n+l+m_l}{n}$ 이 (라) > (나) = (다)를 만족하는 (나)는 1s 오비탈, (다)는  $m_l=-1$ 인 2p 오비탈, (라)는  $m_l=+1$ 인 2p 오비탈이다.

[정답맞히기] ㄱ. (나)는  $n=1$ ,  $l=m_l=0$ 인 1s 오비탈이다.

ㄷ. (라)는 2p 오비탈이고, (가)는 2s 오비탈이므로 에너지 준위는 (라) > (가)이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. (다)는 2p 오비탈이므로 들어 있는 전자 수는 1이다.

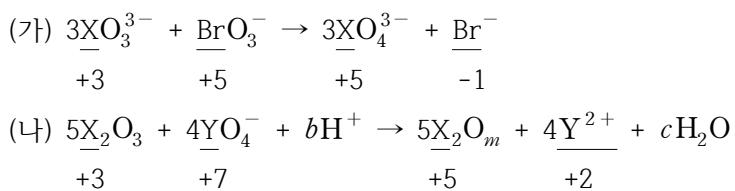
## 11. 용액의 몰 농도

[정답맞히기] 용질의 질량은 용액의 몰 농도(M)  $\times$  부피(L)에 화학식량을 곱하면 구할 수 있다. 따라서 용질의 질량 비는 (가) : (나) =  $0.4V_1 : 0.3V_2 = 1 : 3$ 이므로  $V_2 = 4V_1$ 이다.

(가)와 (다)를 혼합한 용액의 몰 농도(M)는  $\frac{0.4 \times V_1 + 0.2 \times 4V_1}{5V_1} = \frac{6}{25}$ 이다. 정답①

## 12. 산화수와 산화 환원 반응

[정답맞히기] (가)에서 X의 산화수는 +3에서 +5로 증가하고, Br의 산화수는 +5에서 -1로 감소한다. a는 (가)에서 각 원자의 산화수 중 가장 큰 값과 같으므로  $a=5$ 이고, (나)에서 X의 산화수 변화는 이와 같아야 하므로 (나)에서 증가한 산화수의 총 합은 20이므로 Y의 산화수는 +7에서 +2로 5 감소해야 한다. 이를 정리하면 다음과 같다.



(나)의 생성물에서 X의 산화수는 +5이므로  $m=5$ 이고, 산소 원자 수는 반응 전과 후에 31로 같아야 하므로  $c=6$ ,  $b=12$ 이다. 따라서  $\frac{m \times n}{b} = \frac{5 \times 2}{12} = \frac{5}{6}$ 이다. 정답②

## 13. 분자의 구조

분자 (가)는  $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = 6$ 이므로  $F_2$ 이다. 따라서 W는 F이다.  $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 로부터 (나)는  $OF_2$ 이므로 X는 O이고, (다)는  $FNO$ 이므로 Y는 N이며, (라)는  $FCN$ 이므로 Z는 C이다.

[정답맞히기] ㄱ. (라)는  $FCN$ 이므로 중심 원자인 Z는 탄소(C)이다.

ㄷ. (라)는 직선형이고, (나)는 굽은형이므로 결합각은 (라) > (나)이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. (다)는 중심 원자인 N에 비공유 전자쌍이 있으므로 분자 모양은 굽은형이다.

## 14. 동위 원소

원자 A의 원자 번호를  $x$ 라고 하면, 만약 B가 A의 동위 원소라면 중성자 수는  $x+1$ 이 되고 질량수는  $A>B$ 이어야 하므로 B는 A의 동위 원소가 아니다. 따라서 B의 원자 번호를  $y$ 라고 할 수 있다. 만약 C가 B의 동위 원소라면 C의 질량수는  $2y+2$ , B의 질량수는  $2y+1$ 이므로 조건에 맞지 않게 된다. 따라서 C는 A의 동위 원소, D는 B의 동위 원소이다. 질량수는 A와 B가 각각  $2x$ ,  $2y+1$ 이고, 질량수 차는  $A-B=1$ 이므로  $2x-2y-1=1$ 이다. 따라서  $x-y=1$ 이고,  $x>y$ 이다. 원자 번호는  $X>Y$ 이므로 원자 번호가  $x$ 인 A와 C는 X의 동위 원소이고, 원자 번호가  $y$ 인 B와 D는 Y의 동위 원소이다. A~D를 정리하면 다음과 같다.

원자	원소 기호 표시	원자 번호	중성자 수	질량수
A	${}_{x}^{2x}\text{X}$	$x$	$x$	$2x (=m-1)$
B	${}_{y}^{2y+1}\text{Y}$	$y$	$y+1$	$2y+1 (=m-2)$
C	${}_{x}^{2x+2}\text{X}$	$x$	$x+2$	$2x+2 (=m+1)$
D	${}_{y}^{2y+3}\text{Y}$	$y$	$y+3$	$2y+3 (=m)$

[정답맞히기] ㄱ. B와 D는 원자 번호가  $y$ 인 Y의 동위 원소이다.

ㄴ. A~D의 중성자수 합은  $2x+2y+6=76$ 이므로  $x+y=35$ 이고,  $x-y=1$ 이므로  $x=18$ ,  $y=17$ 이다. A와 C의 원자량은 각각 36, 38이므로  $\frac{1\text{g의 C에 들어 있는 중성자수}}{1\text{g의 A에 들어 있는 중성자수}}$

$$=\frac{\frac{1}{38} \times 20}{\frac{1}{36} \times 18}=\frac{20}{19} \text{이다.}$$

ㄷ. 양성자 수는 A와 D가 각각 18, 17이므로  $\frac{1\text{mol의 D에 들어 있는 양성자수}}{1\text{mol의 A에 들어 있는 양성자수}}=\frac{17}{18}<1$  이다. 정답⑤

## 15. 원소의 주기적 성질

O, F, Na, Mg, Al 중 제2 이온화 에너지( $E_2$ )가 가장 큰 원자는 Na이다. 따라서 (가)에서 A를 Na이라고 하면 D는 Mg 또는 Al이다.  $E_2$ 는 O>F이므로 B와 C는 각각 O, F라고 할 수 있고, ⑦은 O와 F가 큰 값을 나타내므로 이온 반지름이다. 전기 음성도는 Al>Mg이므로 (나)에서 D는 Al, E는 Mg이다. 따라서 A~E는 각각 Na, O, F, Al, Mg이다.

[정답맞히기] ㄱ. B는 이온 반지름이 가장 큰 원자이므로 산소(O)이다.

ㄴ. E(Mg)의 원자가 전자 수가 2이므로 A~E 중 E의 제3 이온화 에너지가 가장 크다. 따라서  $\frac{\text{제3 이온화 에너지}}{\text{제2 이온화 에너지}}$ 는 E>D이다. 정답④

[오답피하기] ㄴ. ⑦은 O와 F가 큰 값을 나타내므로 이온 반지름이다.

## 16. 중화 적정

[정답맞히기] 식초 A에서 아세트산의 몰 농도를  $k\text{ M}$ 이라고 두면, (나)에서 수용액 I에 들어 있는 아세트산의 몰 농도는  $\frac{1}{5}k\text{ M}$ 이다. (다)에서 수용액 I 50 mL를 적정하였을 때 소비된  $a\text{ M NaOH}(aq)$ 의 부피가 10 mL이므로  $a \times 10 = \frac{1}{5}k \times 50$ 이므로  $a=k$ 이다.

아세트산의 분자량을  $M_A$ 이라고 두면 식초 A 20 mL( $=20d_A\text{ g}$ )에 들어 있는 아세트산의 질량은  $(k \times 0.02 \times M_A)\text{ g}$ 이다. 식초 A 1g에 들어 있는 아세트산의 질량이 0.02 g이므로

$k = \frac{20d_A}{M_A}$ 이다. (마)에서  $a$  M NaOH(*aq*)와 반응한 아세트산의 양(mol)은 식초 B 10 mL에 들어 있는 아세트산의 양(mol)과 같다. (마)에서  $a$  M NaOH(*aq*)와 반응한 아세트산의 양은  $(a \times 0.025)$  mol이므로 식초 B 10 mL( $=10d_B$  g)에 들어 있는 아세트산의 질량은  $(a \times 0.025 \times M_A)$  g이다. 따라서 식초 B 1 g에 들어 있는 아세트산의 질량은  $x = \frac{a \times 0.025 \times M_A}{10d_B}$ 이다,  $a=k$ 이고  $k = \frac{20d_A}{M_A}$ 이므로 이를 대입하면  $x = \frac{d_A}{20d_B}$ 이다. 정답①

## 17. 물의 자동 이온화

(가)의  $\frac{pH}{pOH} = \frac{3}{25}$ 이고,  $pH + pOH = 14$ 이다. 이를 연립하여 풀면,  $pH=1.5$ ,  $pOH=12.5$ 이므로 (가)는 산성이다. (가)의  $|pH - pOH|$ 는 11이므로 (나)의  $|pH - pOH|$ 는 7이다. 따라서 (나)는 염기성으로  $pH - pOH$ 가 7이므로  $pH=10.5$ ,  $pOH=3.5$ 이다. (가)와 (나)가 각각 산성, 염기성이므로 (다)는 중성이다.

[정답맞히기] ㄴ.  $x = \frac{10.5}{3.5} = 3$ 이고,  $y = \frac{7}{7} = 1$ 이다. 따라서  $x+y=4$ 이다.

ㄷ. 이온의 양(mol)은 농도와 부피의 곱과 같다. 따라서  $a = 0.2 \times 10^{-12.5}$  mol,  $b = 0.4 \times 10^{-3.5}$  mol,  $c = 0.5 \times 10^{-7}$  mol이므로  $\frac{b \times c}{a} = 100$ 이다. 정답⑤

[오답피하기] ㄱ. (나)의 액성은 염기성이다.

## 18. 중화 반응

[정답맞히기] 혼합 용액 I ~ III의 액성은 모두 다르므로 I 이 중성 또는 염기성이면 II, III도 모두 염기성이어야 하므로 주어진 조건에 모순이다. 따라서 I 은 산성이다. II 가 중성이면 III은 II와 비교할 때 넣어 준 산의 양이 II의 3배, 염기의 양이 2배이므로 산성이 되어 모순이다. 따라서 I ~ III의 액성은 각각 산성, 염기성, 중성이다. I 과 II의 모든 양이온의 몰 농도(M) 합이 같으므로  $\frac{2xV}{V+10} = \frac{20y}{V+20}$ ,  $\frac{x}{y} = \frac{10(V+10)}{V(V+20)}$ 이다. III은 중성으로 넣어 준  $H^+$ 의 양(mol)과  $OH^-$ 의 양(mol)이 같으므로  $6xV = 40y$ ,  $\frac{x}{y} = \frac{20}{3V}$ 이다. 이를 연립하면  $V=10$ 이다. I 에서 모든 양이온의 몰 농도합이 2 M이므로  $\frac{0.02x}{0.02} = 2$ ,  $x=2$ 이다. ㉠은  $\frac{0.04y}{0.07}$ 이므로 ㉠  $\times \frac{x}{y} = \frac{4y}{7} \times \frac{x}{y} = \frac{8}{7}$ 이다. 정답②

## 19. 기체의 양(mol)과 부피

(가)에서  $X_aY_b$ 와  $X_aY_c$ 의 양(mol)을 각각  $m$ ,  $n$ 이라고 두면 (나)에서  $X_aY_b$ 와  $X_aY_c$ 의 양은 각각  $1.5m$  mol,  $0.5n$  mol이다. (가)와 (나)의 전체 기체의 양(mol)이 같으므로  $m+n=1.5m+0.5n$ ,  $m=n$ 이다. (가)와 (나)에서 Y 원자 수 비가 6 : 5이므로

$bm + cm : 1.5bm + 0.5cm = 6 : 5$ ,  $2b = c$ 이다. 따라서  $X_aY_c$ 는  $X_aY_{2b}$ 이다. (가)와 (나)의 전체 원자 수 비가  $2am + 3bm : 2am + 2.5bm = 10 : 9$ 이므로  $a = b$ 이다. 따라서  $X_aY_b$ 는  $X_bY_b$ ,  $X_aY_c$ 는  $X_bY_{2b}$ 이다.

[정답맞히기] ㄱ.  $a = b$ 이다.

ㄷ. (다)에서  $X_bY_b$ 의 양을  $w$  mol,  $X_bY_{2b}$ 의 양을  $z$  mol이라고 두면, (다)의 전체 기체의 부피가  $5V$ L이므로  $w + z = 2.5m$ 이다. (가)와 (다)에서 Y 원자 수 비가  $2 : 3$ 이므로,  $3bm : bw + 2bz = 2 : 3$ ,  $2w + 4z = 9m$ 이고 이를 연립하면  $w = 0.5m$ ,  $z = 2m$ 이다. (가)와 (다)에서 전체 원자 수 비가  $10 : x$ 이므로  $5bm : 10 = 7bm : x$ 에서  $x = 14$ 이다. 정답③

[오답피하기] ㄴ. X, Y의 원자량을 각각  $M_X$ ,  $M_Y$ 라고 두면 같은 양의  $X_bY_b$ 와  $X_bY_{2b}$

의 질량 비가  $15 : 16$ 이므로  $\frac{M_X + M_Y}{M_X + 2M_Y} = \frac{15}{16}$ 에서  $\frac{X\text{의 원자량}}{Y\text{의 원자량}} = 14$ 이다.

## 20. 화학 반응의 양적 관계

[정답맞히기] 실험 I 과 II에서 남은 반응물의 종류가 다르다. II에서 반응 전 A(g)의 질량은 I에 비해 1.25배 증가하였지만, B(g)는 약 4.2배가 증가하였다. 따라서 I에서는 B(g)가 모두 소모되고, II에서는 A(g)가 모두 소모되었다. I에서 A(g) 4 V의 양을  $4n$  mol, B(g) 6 g의 양을  $m$  mol이라고 두면 양적 관계는 다음과 같다.

	2A(g)	+	3B(g)	→	2C(g)	+	2D(g)
반응 전(mol)	$4n$		$m$		0		0
반응(mol)	$-\frac{2}{3}m$		$-m$		$+\frac{2}{3}m$		$+\frac{2}{3}m$
반응 후(mol)	$4n - \frac{2}{3}m$		0		$\frac{2}{3}m$		$\frac{2}{3}m$

반응 후  $\frac{\text{전체 기체의 양(mol)}}{\text{C(g)의 양(mol)}} = 3$ 이므로  $\frac{4n + \frac{2}{3}m}{\frac{2}{3}m} = 3$ ,  $m = 3n$ 이고, B(g) 6 g은  $3n$

mol이다. II에서 반응 전 A(g)와 B(g)의 양은 각각  $5n$  mol,  $12.5n$  mol이므로 반응 후 남은 B(g)의 양과 생성된 C(g), D(g)의 양은 모두  $5n$  mol이고,  $x = 3$ 이다. II에서 반응 후 남은 B(g)  $5n$  mol( $=10$  g)의 질량이  $40w$  g이므로  $w = \frac{1}{4}g$ 이고 B(g)  $n$  mol의 질량은 2 g이다. 또한 반응 후 생성된 D(g)  $5n$  mol의 질량이  $\frac{45}{8}$  g이므로 D(g)  $n$  mol의 질량

은  $\frac{9}{8}$  g이다. I에서 남은 A(g)  $2n$  mol의 질량이  $\frac{17}{4}$  g이므로 A(g)  $n$  mol의 질량은  $\frac{17}{8}$  g이다. 즉, A(g), B(g), D(g)  $n$  mol의 질량을 각각 구하면,  $\frac{17}{8}$  g, 2 g,  $\frac{9}{8}$  g이므로,

---

주어진 화학 반응식의 반응 계수와 질량 보존의 법칙을 이용하여 C(g)  $n$  mol의 질량을 구하면 4 g이다. 따라서  $\frac{\text{C의 분자량}}{\text{B의 분자량}} = \frac{4}{2} = 2$ 이고,  $x \times \frac{\text{C의 분자량}}{\text{B의 분자량}} = 6$ 이다. 정답④