

• 4교시 과학탐구 영역 •

[화학 I]

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

1. [출제의도] 실생활 문제 해결에 기여한 물질 이해하기

암모니아(NH_3)를 원료로 만든 질소 비료는 식량 문제 해결에 기여하였다.

2. [출제의도] 탄소 화합물 이해하기

ㄱ. 메테인(CH_4)은 액화 천연가스(LNG)의 주성분이다. ㄴ. 메탄올(CH_3OH)은 탄소, 수소, 산소로 이루어진 탄소 화합물이다. ㄷ. 플라스틱은 고분자 화합물로 대량 생산이 가능하다.

3. [출제의도] 투이스 전자점수 이해하기

X-Z 는 2주기 원소로 각각 ${}_3\text{Li}$, ${}_9\text{F}$, ${}_8\text{O}$ 이다. 따라서 원자 번호는 $\text{Y}(\text{F}) > \text{Z}(\text{O}) > \text{X}(\text{Li})$ 이다.

4. [출제의도] 오비탈과 양자수 이해하기

ㄱ. (가)는 s 오비탈, (나)는 p 오비탈로 방위(부) 양자수(l)는 각각 0, 1이다. ㄴ. 주 양자수(n)와 l 의 합이 2인 (가)는 $n=2$, $l=0$ 이므로 $2s$ 오비탈이고, (나)는 $n+l=3$ 이므로 $n=2$, $l=1$ 인 $2p$ 오비탈이다. ㄷ. 수소 원자에서 n 가 같으면 오비탈의 에너지 준위가 같으므로 (가)와 (나)의 에너지 준위는 같다.

5. [출제의도] 용해 평형 이해하기

용해 평형 상태에서 물 100g일 때 X 가 36g 녹으므로 (가)에서 X 20g은 모두 녹는다. 같은 용도와 압력에서 (나)-(라)의 수용액은 물의 질량이 같고, 용해 평형 상태에 도달하였으므로 수용액에 녹아 있는 X 의 질량은 서로 같다. 따라서 $x=20$, $y=36$ 이다.

6. [출제의도] 물 농도 용액 제조하기

용질의 질량을 측정할 수 있는 실험 기구는 전자저울(⑦)이고, 물 농도 용액을 만드는 과정에서 표시선이 있어 특정 부피의 용액을 만들 때 사용하는 실험 기구는 부피 플라스크(⑧)이다.

7. [출제의도] 물 농도 이해하기

분자량이 180인 포도당 1mol의 질량은 180g이므로 포도당 1.8g은 0.01mol이다. 포도당 1.8g($=0.01\text{ mol}$)이 들어 있는 100mL 수용액에서 1mL를 취한 용액 속 포도당은 $1.8\text{ g} \times \frac{1\text{ mL}}{100\text{ mL}} = (10^{-4}\text{ mol})$ 이고, 물을 첨가하여 만든 1L 수용액의 물 농도는 $1 \times 10^{-4}\text{ mol/L} = 1 \times 10^{-4}\text{ M}$ 이다.

8. [출제의도] 이온 결합 물질의 성질 이해하기

이온 결합 물질의 녹는점은 이온 사이의 거리가 짧을수록, 이온의 전하량이 클수록 높다. NaCl 의 녹는점(⑨)은 NaF 보다 낮고, CaO 의 녹는점(⑩)은 BaO 보다 높으므로 ⑨, ⑩은 각각 I, III에 속한다.

9. [출제의도] 바닥상태와 들뜬상태 전자 배치 이해하기

X 에 대하여 바닥상태 전자 배치 중 $2p$ 오비탈에 들어 있는 홀전자 수가 1인 경우는 $1s^2 2s^2 2p^1$ (₅B) 또는 $1s^2 2s^2 2p^5$ (₉F)이다. X 가 ₉F인 경우, 들뜬상태 전자 배치 중 전자가 들어 있는 오비탈이 $1s$, $2s$, $2p$ 이면서 $2p$ 오비탈에 들어 있는 홀전자 수가 2인 경우는 없다. 따라서 (가)는 $1s^2 2s^2 2p^1$ 이고, (나)는

$1s^2 2s^1 2p^2$ 또는 $1s^1 2s^2 2p^2$ 이다. ㄱ. X 는 13족 원소이며, 원자가 전자 수는 3이다. ㄴ. (나)는 $1s$ 또는 $2s$ 오비탈을 모두 채우지 않고 에너지 준위가 상대적으로 높은 $2p$ 오비탈에 전자가 채워지므로 쌓음 원리에 어긋난다. ㄷ. 전자가 들어 있는 오비탈 수는 (가), (나)에서 각각 3, 4이다.

10. [출제의도] 화합 결합과 물질의 성질 이해하기

A~D는 각각 H, O, F, Mg이다. ㄱ. HOF 는 비금속 원소로 이루어진 공유 결합 물질이다. ㄴ. Mg^{2+} 과 O^{2-} 이 결합하여 MgO 이 생성된다. ㄷ. 고체 상태에서 전기 전도성은 금속 결합 물질이 이온 결합보다 크므로 $\text{Mg} > \text{MgO}$ 이다.

11. [출제의도] 원자 반자름과 이온 반자름의 주기적 성질 이해하기

전자 수가 같은 이온은 원자 번호(=양성자수)가 클수록 이온 반자름이 작아진다. 따라서 원소 $a-f$ 의 원자 번호는 순서대로 7, 8, 9, 11, 12, 13이다. 원자 반자름은 같은 쪽에서는 원자 번호가 클수록, 같은 주기에서는 원자 번호가 작을수록 크다. 따라서 $a-f$ 의 원자 반자름은 $d > e > f > a > b > c$ 이다.

12. [출제의도] 전기 음성도와 결합의 극성 이해하기

ㄱ. A와 C는 17족, B는 16족 원소이다. 전기 음성도가 $\text{A} > \text{C}$ 이므로 A는 플루오린(F), C는 염소(Cl)이다. 또한 전기 음성도가 $\text{B} > \text{C}$ 이므로 B는 황(S)이 될 수 없고 산소(O)이다. ㄴ. 전기 음성도가 서로 다른 원자 사이의 결합은 극성 공유 결합이다. ㄷ. (나)에서 C는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

13. [출제의도] 분자의 구조와 극성 이해하기

분자	(가) CO_2	(나) C_2H_2	(다) H_2O
구조식	$\ddot{\text{O}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}$	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$

ㄱ. (나)의 공유 전자쌍 수는 5이다. ㄴ. (다)의 분자 모양은 굽은 형이다. ㄷ. (가)는 무극성 분자이고, (다)는 극성 분자이므로 분자의 쌍극자 모멘트는 (다)>(가)이다.

14. [출제의도] 중화 적정 실험 이해하기

$\text{NaOH}(aq)$ 을 $\text{HCl}(aq)$ 으로 중화 적정할 때, 중화점에서 반응한 OH^- 의 양(mol)은 H^+ 의 양(mol)과 같으므로 필요한 $\text{HCl}(aq)$ 의 양(mol)(=물 농도(mol/L) \times 부피(L))은 NaOH 의 양(mol)과 같다. NaOH 의 질량(g)은 (나)=(다)>(가)이므로 (가)~(나)를 1M $\text{HCl}(aq)$ 으로 완전히 중화시킬 때, 필요한 최소 부피(mL)는 (나)=(다)>(가)이다.

15. [출제의도] 물의 자동 이온화와 pH 이해하기

ㄱ. (가)의 pH=8이므로 염기성이다. ㄴ. 25°C에서 물의 이온화 상수 $K_w=[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]=1 \times 10^{-14}$ 이고, $\text{pH}+\text{pOH}=14$ 이므로 $x=10$, $y=6$ 이다. 따라서 $\frac{y}{x} = \frac{3}{5}$ 이다. ㄷ. (나)에서 OH^- 의 양은 $1 \times 10^{-4}\text{ M} \times 0.1\text{ L} = 1 \times 10^{-5}\text{ mol}$ 이다.

16. [출제의도] 동위 원소의 평균 원자량 이해하기

1mol에 들어 있는 중성자의 양(mol)은 ${}^{40}\text{Ca}^{16}\text{O}$ 와 ${}^{40}\text{Cu}^{18}\text{O}$ 가 서로 같다. $(a-29)+(16-8)=(b-29)+(18-8)$ 이므로 $a=b+2$ 이다. Cu의 평균 원자량은 $a \times \frac{30}{100} + b \times \frac{70}{100} = 63.6$ 이므로 $a=65$, $b=63$ 이다.

17. [출제의도] 원소의 주기적 성질 이해하기

2, 3주기 바닥상태 원자에서 (원자가 전자 수-홀전자 수)가 2인 경우(W)는 2족, 13족, 14족, 15족일 때이고, 4인 경우(X, Y)는 16족일 때이며, 6인 경우

(Z)는 17족일 때이다. 이온화 에너지는 $\text{Y} > \text{X} > \text{Z}$ 이므로 X, Y는 각각 3주기, 2주기이다. 이온화 에너지는 $\text{Y} > \text{Z} > \text{W}$ 이므로 W는 2주기 17족이다. ㄱ. W는 15족이다. ㄴ. X와 Z는 모두 3주기이다. ㄷ. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크므로 $\text{Y} > \text{W}$ 이다.

18. [출제의도] 원자량, 분자량 이해하기

ㄱ. 같은 용도와 압력에서 기체 1g의 부피는 분자량에 반비례 한다. 1g의 부피비는 (가):(다)=5:10이고 분자량은 X_2Y_2 와 XY의 2배이므로 (가), (다)의 분자식은 각각 X_2Y_2 , XY이며, (나)의 분자식은 XY_3 이다. ㄴ. 1g에 들어 있는 전체 원자 수는 (1g의 부피비(\propto 분자 수)) \times (분자당 구성 원자 수)에 비례하므로 (나):(다)=(6×4):(10×2)=6:5이다. ㄷ. X, Y의 원자량이 각각 M_X , M_Y 일 때 분자량의 비는 (나):
(다)= $M_X + 3M_Y : M_X + M_Y = \frac{1}{6} : \frac{1}{10}$ 이므로 $M_X : M_Y = 2:1$ 이다.

19. [출제의도] 중화 반응의 양적 관계 분석하기

$\text{HX}(aq)$ 과 $\text{H}_2\text{Y}(aq)$ 의 물 농도가 같으므로 같은 부피를 넣었을 때 OH^- 의 양(mol)이 급격하게 감소한 (가)가 2가 산의 수용액인 $\text{H}_2\text{Y}(aq)$ 이다. $\text{H}_2\text{Y}(aq)$ 10mL에 들어 있는 H^+ 은 OH^- nmol과 반응하므로 $\text{HX}(aq)$ 20mL에 들어 있는 H^+ 은 OH^- nmol과 반응하고 $V=30$ 이다. 또한 $2 \times 0.1\text{ M} \times 10\text{ mL} = 0.002\text{ mol} = n\text{ mol}$ 이므로 $a\text{ M} \times 10\text{ mL} = 2n\text{ mol} = 0.004\text{ mol}$ 이고 $a=0.4$ 이다. 따라서 $a \times V = 12$ 이다.

20. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 분석하기

실험 I에서 반응 전후 전체 기체의 질량은 10wg 으로 같고, 반응 후 $\frac{\text{C의 질량(g)}}{\text{전체 기체의 질량(g)}} = 0.5$ 이므로 생성된 C의 질량은 5wg이며, 반응한 A와 B의 질량의 합도 5wg이다. 따라서 B는 모두 소모될 수 없고, A, B는 각각 $w\text{g}$, $4w\text{g}$ 이 반응한다. A, B, C의 분자량을 각각 M_A , M_B , M_C 라 하면, $\frac{w}{M_A} : \frac{4w}{M_B} : \frac{5w}{M_C} = 1:2:2$ (반응 계수비)이므로 $M_A : M_B : M_C = 2:4:5$ $= 2M : 4M : 5M$ 이다. I에서 각 기체의 양(mol) 변화는 다음과 같다.

실험 I	A	+	$\frac{2B}{9w}$	\rightarrow	$2C$
반응 전	$\frac{w}{M_A}$		$\frac{4w}{M_B}$		0
반응	$-\frac{w}{M_A}$		$-\frac{4w}{M_B}$	$+$	$\frac{5w}{M_C}$
반응 후	0		$\frac{5w}{M_C}$		$\frac{5w}{M_C}$

I에서 반응 후 전체 기체의 양은 $\frac{9w}{4M}$ mol이고, 부피가 9V이므로 실험 II에서 A 6wg이 모두 반응한다면, C는 $30w\text{g} = \frac{30w}{5M}$ mol이 생성되고 반응 후 전체 기체의 부피가 14V보다 크다. 따라서 II에서 B가 모두 소모되었다. II에서 각 기체의 질량(g) 변화는 다음과 같다.

실험 II	A	+	$\frac{2B}{\frac{30w}{5M}}$	\rightarrow	$2C$
반응 전	$\frac{6w}{M_A}$		$-\frac{30w}{5M}$		0
반응	$-\frac{6w}{M_A}$		$-\frac{30w}{5M}$	$+$	$\frac{5w}{M_C}$
반응 후	$6w - \frac{30w}{5M}$		0		$\frac{5w}{M_C}$

II에서 반응 후 $\frac{\text{C의 질량(g)}}{\text{전체 기체의 질량(g)}} = 0.5$ 이므로 $6w - \frac{30w}{5M} = \frac{5w}{M_C}$ 이고, $\frac{30w}{5M} = 4w$ 이다. 따라서 $\frac{5w}{M_C} = 4w$ 이다. 따라서 $\frac{5w}{M_C} = \frac{5w}{4w}$ 이다.