

# 2017학년도 4월 고3 전국연합학력평가

## 정답 및 해설

### • 4교시 과학탐구 영역 •

#### [화학 I]

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24

#### 1. [출제의도] 원소, 화합물, 분자 구분하기

ㄱ. 반응물인  $\text{CH}_4$ ,  $\text{O}_2$ 는 분자이고, 생성물인  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ 은 화합물이다. ㄴ. 반응물 중  $\text{CO}$ 는 분자이고,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 은 이온 결합 물질로 분자가 아니다. 생성물 중  $\text{Fe}$ 은 원소이고,  $\text{CO}_2$ 는 화합물이다. ㄷ. 반응물인  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ 은 분자이고, 생성물 중  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 은 화합물,  $\text{O}_2$ 는 원소이다.

#### 2. [출제의도] DNA를 구성하는 염기 이해하기

ㄱ. 구아닌을 구성하는 C와 N의 수는 5로 같다. ㄴ. 구아닌은 DNA에서 당과 결합한다. ㄷ. 구아닌은 DNA 2중 나선에서 상보적 염기인 사이토신과 수소 결합을 한다.

#### 3. [출제의도] 원자의 구성 입자 이해하기

원자에서 원자 번호=양성자 수=전자 수이고, 질량 수=양성자 수+중성자 수이다. 자료의 질량수에서 (중성자 수-전자 수)를 뺀 값은 (양성자 수+전자 수)와 같고, 이는 양성자 수의 2배이다.

	원자 질량수	(가)	(나)	(다)
- (중성자 수-전자 수)		0	-1	1
	(양성자 수+전자 수)	2	4	2

ㄱ. (가)-(다)의 양성자 수는 각각 1, 2, 1이므로 (가)-(다)는 각각  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{He}$ ,  $^1\text{H}$ 이다. ㄴ. (가)와 (다)는 양성자 수가 같고, 질량수가 다른 동위 원소이다. ㄷ. 양성자 수가 (나)>(다)이므로 핵전하량은 (나)>(다)이다.

#### 4. [출제의도] 폴러렌과 큐베인의 특성 비교하기

ㄱ. 폴러렌은 탄소(C)로만 이루어진 탄소 동소체이다. ㄴ. 큐베인은 모든 구성 원자가 동일 평면에 존재하지 않으므로 입체 구조이다. ㄷ. 두 물질 모두 탄소 원자 1개당 결합한 탄소 원자 수가 3으로 같다.

#### 5. [출제의도] 아보가드로 법칙을 이용한 기체의 질량 구하기

기체는 온도, 압력, 부피가 같을 때 밀도가 분자량에 비례한다. 분자량은 (가)가 (나)의 2배이므로 (가)와 (나)로 가능한 조합은 ( $\text{X}_2\text{Y}$ ,  $\text{X}_2$ ), ( $\text{X}_3\text{Y}$ ,  $\text{X}_2$ )이다. 이 중 원자량이  $\text{Y}>\text{X}$ 인 조합은 ( $\text{X}_2\text{Y}$ ,  $\text{X}_2$ )이므로 (가)~(다)는 각각  $\text{X}_2\text{Y}$ ,  $\text{X}_2$ ,  $\text{X}_3\text{Y}$ 이다. 따라서 원자량은 Y가 X의 2배이고, 분자량의 비는 (가):(나):(다)=4:2:5이다. 기체는 온도, 압력, 부피가 같을 때 밀도가 분자량에 비례하므로 ㉠은 8이다.

#### 6. [출제의도] 루이스의 전자점식과 분자 구조 이해하기

(가)-(다)에서 모든 구성 원자가 옥텟 규칙을 만족하고 비공유 전자쌍 수가 각각 8, 12, 8이므로,  $\text{XYZ}_2$ ,  $\text{XZ}_4$ ,  $\text{YZ}_2$ 는 각각  $\text{COF}_2$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{OF}_2$ 이고, 루이스 전자점식은 다음과 같다.

분자	(가)	(나)	(다)
분자식	$\text{COF}_2$	$\text{CF}_4$	$\text{OF}_2$
루이스 전자점식	$\begin{array}{c} \text{:O:} \\ \text{:F:C:F:} \\ \text{:F:} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:F:} \\ \text{:F:C:F:} \\ \text{:F:} \\ \text{:F:} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{:F:} \\ \text{:O:C:F:} \\ \text{:F:} \end{array}$

ㄱ.  $\text{CF}_4$ 에는 전기음성도가 다른 원자 C와 F 사이의 극성 공유 결합만 있다. ㄴ.  $\text{OF}_2$ 는 중심 원자에 2개의 공유 전자쌍과 2개의 비공유 전자쌍이 있으므로 굽은형이다. ㄷ.  $\text{COF}_2$ 와  $\text{CF}_4$ 는 공유 전자쌍 수가 4로 같다.

#### 7. [출제의도] 원자의 전자 배치로 원소 파악하기

A는 전자 배치가  $2s^2 2p^6$ 이므로 전자가 8개인 들뜬 상태의 산소 원자이다. ㄱ, ㄴ, ㄷ. 산소 원자의 바닥 상태 전자 배치는  $1s^2 2s^2 2p^4$ 이므로, 산소는 2주기 16족인 비금속 원소이다.

#### 8. [출제의도] 분자의 구조와 극성 이해하기

ㄱ. 두 분자에서 중심 원자는 옥텟 규칙을 만족하므로  $\text{SiH}_4$ 와  $\text{PH}_3$ 의 공유 전자쌍 수는 각각 4, 3이고, 비공유 전자쌍 수는 각각 0, 1이다. ㄴ.  $\text{SiH}_4$ 는 정사면체형으로 분자의 쌍극자 모멘트가 0인 무극성 분자이고,  $\text{PH}_3$ 은 삼각뿔형으로 분자의 쌍극자 모멘트가 0보다 큰 극성 분자이다. ㄷ. 결합각은 정사면체형인  $\text{SiH}_4$ 이 삼각뿔형인  $\text{PH}_3$ 보다 크다.

#### 9. [출제의도] 다전자 원자의 전자 배치 이해하기

2주기 원자가 가질 수 있는 s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 3 또는 4이고, 3주기 원자가 가질 수 있는 s 오비탈에 들어 있는 전자 수는 5 또는 6이다. 2주기 원자 중 s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 3인 X는 Li이다. 3주기 원자 중 s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 6이면서 원자가 전자 수가 3인 Y는 Al이고, s 오비탈에 들어 있는 전자 수가 5인 Z는 P이다. 따라서 Li(1족), Al(13족), P(15족)의 원자가 전자 수의 합(1+3+5)은 9이다.

#### 10. [출제의도] 산과 염기의 정의 이해하기

$\text{NH}_3$ 는 HCl에 비공유 전자쌍을 주는 물질이므로 루이스 염기이다. HCl은  $\text{NH}_3$ 에 양성자(수소 이온)를 주는 물질이므로 브뢴스테드-로우리 산이다.

#### 11. [출제의도] 탄소 화합물의 실험식 구하기

(가)와 (나)에서 C와 H의 질량은 각각  $220\text{mg} \times \frac{12}{44} = 60\text{mg}$ ,  $135\text{mg} \times \frac{2}{18} = 15\text{mg}$ 이다. ㄱ. (가)에서 연소 시 소모된  $\text{O}_2$ 의 질량(7w)은 생성물의 총 질량에서 C와 H의 질량을 뺀 값이므로  $\{220 + 135 - (60 + 15)\}\text{mg} = 280\text{mg}$ 이다. 따라서  $w = 40$ 이다. ㄴ. (나)에서 완전 연소 시 소모된  $\text{O}_2$ 의 질량(6w)이 240mg이므로 (나)에 포함된 O 원자의 질량은 40mg이다. 따라서 (나)를 구성하는 각 원소의 몰수(=  $\frac{\text{질량}}{\text{원자량}}$ ) 비는 C:H:O =  $\frac{60}{12} : \frac{15}{1} : \frac{40}{16} = 2:6:1$ 이므로 실험식은  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 이다. ㄷ. (가)와 (나)는 연소 생성물인  $\text{CO}_2$ 와  $\text{H}_2\text{O}$ 의 질량이 서로 같으므로 1g당 H 원자 수와 C 원자 수는 같다.

#### 12. [출제의도] 화학 결합 구별하기

원자 X~Z의 전자 수가 각각 1, 7, 11이므로, X~Z는 각각 H, N, Na이다. ㄱ. (가)는 HF로 공유 결합 물질이다. ㄴ. (나)는  $\text{NF}_3$ 로 모든 원자가 옥텟 규칙을 만족한다. ㄷ. (다)는 NaF이다. 액체 상태에서 전기 전도성은 이온 결합 물질인 (다)가 공유 결합 물질인 (나)보다 크다.

#### 13. [출제의도] 탄화수소 분류하기

(가)-(다)의 분자식과 구조식은 다음과 같다.

탄화수소	(가)	(나)	(다)
분자식	$\text{C}_4\text{H}_6$	$\text{C}_4\text{H}_8$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$
구조식	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\   \quad   \quad   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
H 2개와 결합한 C 수	0	4	2

ㄱ. (가)는 C 사이의 결합각이 모두  $180^\circ$ 인 분자로 3중 결합이 있다. ㄴ. (나)는 고리 모양의 탄화수소이다. ㄷ. (다)는 C 사이의 결합이 모두 단일 결합인 포화 탄화수소이다.

#### 14. [출제의도] 수소 원자의 선 스펙트럼과 전자 전이의 관계 이해하기

수소 원자의 에너지 준위  $E_n = -\frac{k}{n^2}$  kJ/몰이고 k는 상수이다. ㄱ.  $n=2 \rightarrow n=1$ 로의 전자 전이에서 방출되는 에너지  $b = (-\frac{k}{2^2}) - (-\frac{k}{1^2}) = \frac{3}{4}k$ 이다. 빛의 파장은 에너지에 반비례하므로 파장의 비( $\lambda_I : \lambda_{II} : \lambda_{III}$ )가 4:5:20일 때, 에너지의 비(a:b:c)는 5:4:1이다. 따라서  $a = \frac{15}{16}k$ ,  $c = \frac{3}{16}k$ 이므로  $a = b + c$ 이다. ㄴ. 선 I에 해당하는 빛의 에너지  $a = (-\frac{k}{4^2}) - (-\frac{k}{1^2}) = \frac{15}{16}k$ 이므로, (가)는  $n=4 \rightarrow n=1$ 로의 전자 전이이다. ㄷ.  $n=4 \rightarrow n=2$ 로의 전자 전이에서 방출되는 빛의 에너지는  $(-\frac{k}{4^2}) - (-\frac{k}{2^2}) = \frac{3}{16}k$ 로 선 III에 해당하는 빛의 에너지 c와 같고, 이 빛의 파장은 발파 계열에서 두 번째로 길다.

#### 15. [출제의도] 산화수 변화로 산화 환원 반응 이해하기

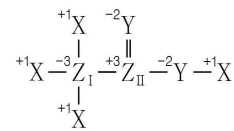
ㄱ, ㄴ. (가)에서  $\text{O}_2$ 는 환원(O의 산화수 감소:  $0 \rightarrow -2$ )되고, (나)에서  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 은 산화(Fe의 산화수 증가:  $+2 \rightarrow +3$ )된다. ㄷ. (가)와 (나)에서  $\text{H}_2\text{O}$ 의 H와 O의 산화수가 변하지 않았으므로,  $\text{H}_2\text{O}$ 은 산화제가 아니다.

#### 16. [출제의도] 원소의 주기적 성질 비교하기

2주기에서 홀전자 수가 2 또는 3인 원자는 C, N, O이고, 이 원자들의 제2 이온화 에너지는  $\text{O} > \text{N} > \text{C}$ 이다. 따라서 X, Y, Z는 각각 C, O, N이다. ㄱ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는  $\text{Y}(\text{O}) > \text{Z}(\text{N}) > \text{X}(\text{C})$ 이다. ㄴ. 원자 반지름은  $\text{X}(\text{C}) > \text{Z}(\text{N}) > \text{Y}(\text{O})$ 이다. ㄷ. 제1 이온화 에너지는  $\text{Z}(\text{N}) > \text{Y}(\text{O}) > \text{X}(\text{C})$ 이다.

#### 17. [출제의도] 산화수로부터 전기음성도 비교하기

공유 결합 물질에서 산화수는 결합에 참여하는 원자 중에서 전기음성도가 더 큰 원자로 공유 전자쌍이 완전히 이동하였다고 가정할 때, 원자가 갖는 전하의 수이다. 화합물에서 각 원자의 산화수 합은 0이다.  $\text{Z}_1$ 은 산화수가 +1인 3개의 X와 1개의  $\text{Z}_{II}$ 와 결합하므로 산화수가 -3이고,  $\text{Z}_{II}$ 는 산화수가 -2인 2개의 Y(이 중 1개의 Y는 산화수가 +1인 X와 결합)와 1개의  $\text{Z}_1$ 과 결합하므로 산화수가 +3이다. 분자에서 각 원자의 산화수는 다음과 같다.



따라서 전기음성도는  $\text{Y} > \text{Z} > \text{X}$ 이다.

#### 18. [출제의도] 중화 반응의 양적 관계 이해하기

단위 부피당 이온 수를 혼합 용액 1mL당 이온 수(N/mL)로 가정하면,  $\text{HCl}(\text{aq})$  20mL 속 H의 수는

$9N/mL \times 20mL = 180N$ 이다.  $\therefore NaOH(aq)$  10mL를 넣었을 때 B의 수는  $6N/mL \times 30mL = 180N$ 으로,  $NaOH(aq)$ 을 넣기 전과 이온 수가 동일하므로 B는  $Cl^-$ 이다. 또한,  $NaOH(aq)$ 을 넣었을 때 A는 중화점 이전에도 단위 부피당 이온 수가 증가하므로  $Na^+$ 이다. ( $OH^-$ 은 중화점 이후부터 이온 수가 증가한다.)  $\therefore NaOH(aq)$  30mL를 넣었을 때, 단위 부피당 B의 수( $x$ )는  $\frac{180N}{50mL} = 3.6N/mL$ 이므로  $x$ 는 3.6N이다. 이때 A와 B의 단위 부피당 이온 수가 같으므로 A의 수는 180N이고,  $NaOH(aq)$  10mL당 A의 수는 60N이다. 따라서  $NaOH(aq)$  10mL를 넣었을 때, 단위 부피당 B의 수( $y$ )는  $\frac{60N}{30mL} = 2N/mL$ 이므로  $x+y=5.6N$ 이다.  $\therefore NaOH(aq)$  40mL를 첨가하였을 때  $H^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Na^+$ ,  $OH^-$ 의 수는 각각 0, 180N, 240N, 60N이고, 수용액의 전체 부피는 60mL이므로 단위 부피당 전체 이온 수는 8N이다.

**19. [출제의도] 전자 이동에 의한 산화 환원 반응 이해하기**

(다)에서 금속 B 0.4몰이 모두 반응하였으므로 반응 후  $A^{3+}$ 와  $B^{n+}$ 는 각각 0.2몰, 0.4몰이다. (가)에서  $H^+$ 과 (나)에서 반응 후  $H^+$ 을 각각  $a$ 몰,  $b$ 몰로 가정하면 다음과 같다.

과정	(가)	(나)	(다)		
양이온 종류	$H^+$	$H^+$	$A^{3+}$	$A^{3+}$	$B^{n+}$
양이온의 몰수(몰)	$a$	$b$	$0.6-b$	0.2	0.4
전체 양이온의 몰수(몰)	$a$	0.6	0.6		
양이온의 전하량 합	$+a$	$+b+3(0.6-b)$	$+0.6+(+0.4n)$		

과정 (가)~(다)의 수용액 속 양이온의 전하량 합은 모두 같다.  $B^{n+}$ 의  $n \geq 3$ 인 경우  $b \leq 0$ 이고,  $n=1$ 인 경우  $b=0.4$ 이므로 (다)에서 금속 A가 생성될 수 없다. 따라서  $n=2$ 이고,  $b=0.2$ ,  $a=1.4$ 이다. 따라서 (나)에서 반응한  $H^+$ 은 1.2몰이므로 생성된 수소 기체( $H_2$ )는 0.6몰이다.

**20. [출제의도] 화학 반응의 양적 관계 이해하기**

일정한 온도와 압력에서 기체의 몰수는 부피에 비례한다. 넣어 준  $O_2$ 가 6몰일 때 A 152g이 모두 반응하여 반응이 종료되었으므로, 그 이후 전체 기체가 증가한 부피는 넣어 준  $O_2$ 의 부피와 같다. 반응 종료 후  $O_2$  2몰을 넣을 때 부피(상대값)가 1만큼 늘어나므로,  $O_2$ 를 넣기 전 부피가 1인 A 152g은 2몰이다. 또한 A 2몰과 넣어 준  $O_2$  6몰이 모두 반응하여 전체 기체의 부피가 3(6몰)이 되었으므로, 생성물은 총 6몰이다. 화학 반응식의 계수 비( $O_2:CO_2$ )는 3:1이므로 생성된  $CO_2$ 는 반응한  $O_2$  몰수의  $\frac{1}{3}$ 인 2몰이고, 생성된 B는 4몰이다. 이 반응에서 반응물과 생성물의 몰수 비가  $A:O_2:CO_2:B=2:6:2:4=1:3:1:2$ 로 계수 비와 같다. 따라서  $a=1$ ,  $b=2$ 이다. A 152g(2몰)은  $O_2$  192g(6몰)과 모두 반응하였고,  $CO_2$  88g(2몰)이 생성되었으므로 질량 보존 법칙에 의해 B의 질량은  $(152g+192g)-88g=256g$ (4몰)이다. 따라서 B의 분자량은 64이다.