

과학탐구 영역(화학 I)

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

해설

1. 정답 ④
 가. ㉠은 탄소 화합물이 아니다. (ㄱ. 거짓)
 나. ㉡의 연소 반응은 발열 반응이다. (ㄴ. 참)
 다. '물에 녹이면 산성 수용액이 된다.'는 ㉢으로 적절하다. (ㄷ. 참)

2. 정답 ②
 표에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 커질수록 전기 음성도가 감소한다. 따라서 ㉠은 '감소한다'이다.
 b 의 범위는 $1.3a < b < 3.5a$ 이므로 $2.5a$ 가 가장 적절하다.

3. 정답 ⑤
 화학 결합 모형을 통해 A는 Na, B는 O, C는 H, D는 Cl임을 알 수 있다.
 가. CD는 공유 결합 물질이다. (ㄱ. 참)
 나. AD(aq)은 이온 결합 물질이므로 전기 전도성이 있다. (ㄴ. 참)
 다. A와 D는 1:1로 결합하여 안정한 화합물을 형성한다. (ㄷ. 참)

4. 정답 ⑤
 $1s, 2s, 2p, 3p$ 의 $n+2l, 2n-l$ 의 값은 다음과 같다.
- | 오비탈 | 1s | 2s | 2p | 3p |
|--------|----|----|----|----|
| $n+2l$ | 1 | 2 | 4 | 5 |
| $2n-l$ | 2 | 4 | 3 | 5 |
- 이 때 $n+2l$ 과 $2n-l$ 의 값이 같은 오비탈은 $3p$ 이므로 (다)는 $3p, b=5$ 이다.
 따라서 $a=2$ 이고, $c=4$ 이다. (가)는 $1s$, (나)는 $2s$, (라)는 $2p$ 이다.
 가. 에너지 준위는 (라) $>$ (나)이다. (ㄱ. 참)
 나. (가)와 (다)의 $n+l$ 는 각각 1, 4이므로 $n+l$ 은 (다)가 (가)보다 3만큼 크다. (ㄴ. 참)
 다. $a+b+c=11$ 이다. (ㄷ. 참)

5. 정답 ③

- 루이스 전자점식을 통해 W는 C, X는 N, Y는 O, Z는 F임을 알 수 있다.
 가. 결합각은 (다) $(180^\circ) >$ (나) (104.5°) 이다. (ㄱ. 참)
 나. (가)의 분자 모양은 직선형이다. (ㄴ. 참)
 다. 다중 결합이 있는 분자는 (가), (다) 2가지이다. (ㄷ. 거짓)

6. 정답 ①
 가. t_1 일 때, $\frac{b}{a}=1$ 이므로 $H_2O(l)$ 과 $H_2O(g)$ 는 동적 평형을 이루고 있다. (ㄱ. 참)
 나. t_3 일 때, $2a-b$ 가 t_4 일 때와 동일하게 v 이므로 $z=1$ 이다. (ㄴ. 거짓)
 다. t_4 일 때 a, b 의 값은 모두 동일하므로 $a=v$ 이다. 따라서 $x=\frac{1}{4}$,
 $y=\frac{3}{2}v$ 이므로 $x \times y = \frac{3}{8}v$ 이다. (ㄷ. 거짓)

7. 정답 ①
 루이스 전자점식을 보면 X~Z는 F, N, O이다.
 따라서 1mol에 들어 있는 전자의 양을 보면 (가)는 NF_3 , (나)는 O_2F_2 ,
 (다)는 NOF임을 알 수 있다.
 가. (가)는 NF_3 이다. (ㄱ. 참)
 나. (다)에는 2중 결합과 단일 결합만 있다. (ㄴ. 거짓)
 다. (나)의 공유 전자쌍 수는 3이다. (ㄷ. 거짓)

8. 정답 ②
 (가)에서 수용액의 총 전하량은 같아야하므로
 $8+6=6+4m, m=2$ 이다.
 (가)에서 C(s)를 모두 반응시켰을 때, A^{2+} 보다 B^{3+} 가 먼저 모두 반응하였으므로 ㉠은 A^{2+} 이다.
 (나)에서 수용액의 총 전하량은 같아야하므로
 $12+6=2x+12, x=3$ 이다.
 가. ㉡은 A^{2+} 이다. (ㄱ. 거짓)
 나. (가)와 (나)에서 모두 B^{3+} 은 B(s)가 되었으므로 산화제로 작용한다. (ㄴ. 참)
 다. $x+m=5$ 이다. (ㄷ. 거짓)

9. 정답 ③
 W~Z의 홀전자 수의 합은 10이므로 W~Z의 홀전자 수는 (3, 3, 2, 2)이다.

그러므로 W~Z는 N, P는 반드시 포함되어 있고, C, O, Si, S 중 2개가 W~Z이다.

이 때 p 오비탈에 들어 있는 전자 수 비가 X:Y=2:1이므로 X와 Y는 각각 (O, C) 또는 (Si, O)이다.
 이 때 X와 Y는 각각 O, C일 경우 전기 음성도는 W~Z 중 Y가 가장 크지 않으므로 모순이다. 따라서 X와 Y는 각각 Si, O이다.
 그러므로 W와 Z는 N 또는 P인데 X와 Z는 같은 주기 원소이므로 W는 N이, Z는 P이다.

- ㄱ. W와 Z는 같은 15족 원소이다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. 제1 이온화 에너지는 W > X이다. (ㄴ. 거짓)
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 Y > W이고 원자 반지름은 W > Y이므로
 $\frac{\text{원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하}}{\text{원자 반지름}}$ 는 Y > W이다. (ㄷ. 참)

10. 정답 ⑤

원자 번호가 7~14인 원자들의

$\frac{\text{홀전자가 들어 있는 오비탈 수}}{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 의 값은

| | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|----|---------------|----|---------------|---------------|
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | $\frac{1}{2}$ | $\frac{1}{5}$ | 0 | $\frac{1}{6}$ | 0 | $\frac{1}{7}$ | $\frac{1}{4}$ |

이다. 이 때 W와 X가 될 수 있는 경우는 (Ne, Mg), (Si, O), (O, N)이다.

- 또한 Y와 Z는 각각 Ne와 Mg 중 하나이다.
- 이 때 $\frac{\text{전자가 들어 있는 s 오비탈 수}}{\text{전자가 들어 있는 p 오비탈 수}}$ 는 W와 Y가 같으므로 W, X, Y는 각각 O, N, Ne이므로 Z는 Mg이다.
- ㄱ. $a+b = \frac{1}{2}$ 이다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. 원자가 전자 수는 W가 6, Z가 2이므로 W > Z이다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. s 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비는 X:Z=2:3이다. (ㄷ. 참)

11. 정답 ④

(가)의 A(l) 10mL를 취한 용액에는 A 10d₁g이 있다. 따라서 수용액 I의 몰 농도 식은 다음과 같다.

$$\frac{10d_1}{a} : 200 = x : 1000, \quad x = \frac{50d_1}{a} \text{이다.}$$

수용액 I 20mL를 취한 용액에는 A 20xmmol이 있다. 따라서 수용액 II의 몰 농도 식은 다음과 같다.

$$20x : \frac{50}{d_2} = 0.4 : 1, \quad d_2 = \frac{1}{x} \text{이다.}$$

따라서 $d_1 \times d_2 = \frac{a}{50}$ 이다.

12. 정답 ⑤

과정 (가)에서 XY₃ZY₃(s) 3wg을 반응 용기에 넣고 모두 반응시켰을 때 XYZY(s)의 질량은 2.6wg 생성되었으므로 Y₂(g)의 질량은 0.4wg 생성되었다. 따라서 분자량 비는 다음과 같다.

$$XY_3ZY_3 : XYZY : Y_2 = 15 : 13 : 1$$

따라서 Y의 원자량이 1일 때 X와 Z의 원자량의 합은 24이다.
 이 때 측정된 Y₂의 부피가 480mL이므로 0.02mol 생성되었다.
 즉, Y의 원자량은 10w이다.
 이 때 XY₃ZY₃에 들어 있는 질량비는 X:Z=7:5이므로 Z의 원자량은 100w이다.

13. 정답 ⑤

CW_a, CX_b, CY_c, CZ_d의 분자 내에서 옥텟 규칙을 만족하는 분자는 CO₂, CF₄, CS₂, CCl₄이다.
 이 때 C와 전기 음성도 차가 가장 큰 것은 CF₄, 가장 작은 것은 CS₂이므로 W는 F, a=4이고 Z는 S, d=2이다.
 이 때 비공유 전자쌍 수는 CX_b와 CZ_d가 같으므로 X는 O, b=2이고, Y는 Cl, c=4이다.

- ㄱ. WY에서 W는 부분적인 음전하(δ⁻)를 띤다. (ㄱ. 참)
- ㄴ. CX_b에는 극성 공유 결합이 있다. (ㄴ. 참)
- ㄷ. $\frac{a+c}{b+d} = 2$ 이다. (ㄷ. 참)

14. 정답 ①

㉠과 ㉡ 중 환원제는 Yⁿ⁺, 산화제는 XO_{2m}⁻이므로 5a=b이다.
 반응에서 총 산화수 변화량의 합은 0이므로 산화수가 변한 X와 Y을 살펴보면
 $a(4m-1-m) + b(n-n-1) = 0, \quad m=2$ 이다.
 $\frac{\text{반응물에서 Y의 산화수}}{\text{생성물에서 X의 산화수}} = 1$ 이므로 n=2이다.
 따라서 m+n=4이다.

15. 정답 ④

X¹⁸O의 평균 원자량은 24.3이므로 식을 세우면 다음과 같다.

$$24 \times \frac{x}{100} + 25 \times \frac{y}{100} + 26 \times \frac{y}{100} = 24.3$$

또한 자연계에 존재하는 모든 화학식이므로 x+2y=100이다.
 위 두 식을 연립하면 x=80, y=10이다.

- ㄱ. $\frac{x}{y}$ 는 8이다. (ㄱ. 거짓)
- ㄴ. $\frac{1\text{mol의 X}^{18}\text{O 중 화학식량이 42인 X}^{18}\text{O의 질량}}{1\text{mol의 X}^{18}\text{O 중 화학식량이 44인 X}^{18}\text{O의 질량}}$ 은 $\frac{42 \times 0.8}{44 \times 0.1}$ 이므로 3보다 크다. (ㄴ. 참)

ㄷ. X¹⁸O 1mol에 들어 있는 ^aX¹⁸O와 ^bX¹⁸O의 존재 비율(%)이 각각 2y, x일 때, 질량은 $42 \times \frac{20}{100} + 43 \times \frac{80}{100} = 42.8$ 이다. (ㄷ. 참)

16. 정답 ①

(가)의 pH는 7이므로 $H_2O(l)$ 이고

$$a = 10^{-7} \times \frac{50}{1000} \text{이다.}$$

따라서 $x = 13, y = 3$ 이다.

ㄱ. (나)는 $NaOH(aq)$ 이다.

(ㄱ. 참)

ㄴ. $x + y = 16$ 이다.

(ㄴ. 거짓)

ㄷ. (가)의 pOH는 11인데 H_3O^+ 의 농도가 감소하였으므로 (가)와 (다)를 모두 혼합한 수용액에서 (다)는 묽어졌으므로 $pOH < 11$ 이다.

(ㄷ. 거짓)

17. 정답 ②

식초 A 20 mL에 해당하는 질량은 $20d_1 g$ 이다. 이 때 식초 A의 중화 적정에 관한 식을 세우면 다음과 같다.

$$\frac{20d_1 \times 0.6 \times 0.1}{60} = \frac{60a}{1000}, d_1 = 3a \text{이다.}$$

식초 B 20 mL에 해당하는 질량은 $20d_2 g$ 이다.

이 때 식초 B의 중화 적정에 관한 식을 세우면 다음과 같다.

$$\frac{20d_2 \times 0.6 \times b}{60} = \frac{90a}{1000}, d_2 = \frac{9a}{20b}$$

따라서 $\frac{d_2}{d_1} = \frac{3}{20b}$ 이다.

18. 정답 ④

X와 Y의 분자량을 각각 x, y 라고 하고, (가)와 (나)에서

$\frac{X \text{의 질량}(g)}{Y \text{의 질량}(g)}$ 이 각각 6, 4이므로

$$(가)에서 \frac{ax}{2yb} = 6, (나)에서 \frac{bx}{cy} = 4 \text{이다.}$$

또한 분자량 비는 (가):(나) = 14:15이므로

$$ax + 2yb : bx + cy = 14 : 15, c = 3b \text{이다.}$$

$$\text{따라서 } x = 12y, a = b \text{이다.}$$

(가)와 (나)의 질량비가 14:5이므로 용기 안의 기체의 몰 수는 (가):(나) = 3:1이다.

따라서 $\frac{a}{c} \times \frac{(가)에 들어 있는 X의 질량(g)}{(나)에 들어 있는 Y의 질량(g)} = 4$ 이다.

19. 정답 ③

(나)에 존재하는 모든 이온의 몰 농도(M) 비가 1:2:4이므로 (나)는 중성이다. 주어진 조건을 바탕으로 중화반응 표를 작성하면 다음과 같다.

| | | | |
|----------|-----------|-----------|-------|
| X^{2+} | $2aV$ | aV | $2bV$ |
| Na^+ | aV | $2aV$ | $2aV$ |
| H^+ | 0 | 0 | |
| OH^- | aV | 0 | 0 |
| Cl^- | $4aV$ | $4aV$ | $6aV$ |
| 총 부피(mL) | $3V + 30$ | $4V + 15$ | $7V$ |

따라서 $x = 1, 15b = aV$ 이다.

(나)와 (다)의 모든 음이온의 몰 농도(M)의 합은

$$(나):(다) = 28 : 33 \text{이므로}$$

$$\frac{4aV}{4V+15} : \frac{6aV}{7V} = 28 : 33, V = 10 \text{이다.}$$

따라서 $3b = 2a$ 이므로 $\frac{b}{a} \times \frac{V}{x} = \frac{20}{3}$ 이다.

20. 정답 ⑤

I에서 B가 한계 반응물이라면 I과 II의 반응 후 남은 반응물이 다르므로 모순이다. 따라서 I에서 A가 한계 반응물이다.

A 6wg에 해당하는 몰 수를 $n \text{ mol}$ 이라 하면 다음과 같다.

<실험 I>

| | | | |
|------|------|------------|----------|
| 반응 전 | n | 2 | 0 |
| 반응 | $-n$ | $-0.5n$ | $+0.5cn$ |
| 반응 후 | 0 | $2 - 0.5n$ | $0.5cn$ |

<실험 II>

| | | | |
|------|-------|---------|-------|
| 반응 전 | $2n$ | 3 | 0 |
| 반응 | $-2n$ | $-n$ | $+cn$ |
| 반응 후 | 0 | $3 - n$ | cn |

I ~ III에서 반응 후 남은 반응물의 양(mol)은 같으므로

$$2 - 0.5n = 3 - n, n = 2 \text{이다.}$$

A의 분자량 = $\frac{3}{4}$ 이므로 wMn 표를 그리면 다음과 같다.

| | | |
|-----|------|-------|
| w | $6w$ | $4cw$ |
| M | $3w$ | $4w$ |
| n | 2 | 1 |
| | | c |

반응 후 실험 I와 II의 $\frac{\text{생성물의 전체 질량}(g)}{\text{전체 기체의 질량}(g)}$ 가 9:10이므로

$$\frac{4cw}{6w + 2M_B} : \frac{8cw}{12w + 3M_B} = 9 : 10, M_B = 2w \text{이다.}$$

따라서 $c = 2$ 이다.

실험 III에서 A는 1mol이므로 반응 후 남은 반응물이 될 수 없다.

따라서 A가 한계 반응물이다.

<실험 III>

| | | | |
|------|------|--------|------|
| 반응 전 | 1 | 1.5 | 0 |
| 반응 | -1 | -0.5 | $+1$ |
| 반응 후 | 0 | 1 | 1 |

이므로 $x = 1.5, y = \frac{15}{2}$ 이므로 $\frac{y}{x} = 5$ 이다.