

2024 수능대비 화학 I 주간지 위클리 부스터

WEEK 6

 nitro_chemistry



제작 | 수능화학연구팀Nitro

본 주간지에 대한 저작권은 팀Nitro에게 있습니다.
무단 도용 및 수정을 금합니다.

[목 차]

◆ Reverse 기출분석

- 2023학년도 4월 고3 전국연합학력평가

◆ EBS 트레이닝 & 변형문제

- 2024 EBS 수능특강

7 이온 결합 | 8 공유 결합과 결합의 극성

◆ Nitro Original 자작문제_2024 6평 변형

- 실험분석 / pH pOH / 화학양론 / 중화반응 / 양적계산

◆ Reverse 기출분석 ◆

2023학년도 4월 고3 전국연합학력평가

2022학년도 고3 4월 모의고사 8번 [화학양론]

8. 표는 분자 (가), (나)에 대한 자료이다.

분자	(가)	(나)
구성 원소	A, B	A, B
분자당 구성 원자 수	3	3
1 g에 들어 있는 B 원자 수(상댓값)	23	44

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. (가)는 A₂B이다.
 ㄴ. 같은 질량에 들어 있는 분자 수는 (가) : (나) = 23 : 22이다.
 ㄷ. 원자량비는 A : B = 8 : 7이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

같은 질량에 들어있는 분자 수는 분자량에 반비례한다.

물질의 양(mol) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{몰질량(=분자량)(g/mol)}}$ 을 기억하자!

직관적으로 문제를 보고 가정하는 연습을 한다면 문제 푸는 시간을 줄일 수 있을 것이다.

[문제 풀이]

(가)와 (나)의 구성 원소가 같고, 모두 3개의 원자로 구성되어 있으므로, (가)와 (나)에서 가능한 분자는 A₂B 또는 AB₂이다. 이때, 1g에 들어있는 B 원자 수가 (가) < (나)이며, (가)를 A₂B, (나)를 AB₂라고 가정해본다면, (가)의 분자량 M_(가) = 2M_A + M_B, (나)의 분자량 M_(나) = M_A + 2M_B로 둘 수 있다. (M_A = A 원자량, M_B = B 원자량이다.) 이때, 1g에 들어있는 B 원자 수는 분자량의 역수에 분자당 B 원자 수를 곱한 것과 같으므로 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$1\text{g에 들어있는 B 원자 수 (가):(나)} = \frac{1}{M_{(가)}} : \frac{2}{M_{(나)}} = 23 : 44$$

위의 비례식을 풀면, M_(가):M_(나) = 22 : 23임을 알 수 있다.

M_(가):M_(나) = 22 : 23에 M_(가) = 2M_A + M_B, M_(나) = M_A + 2M_B을 대입하면, (2M_A + M_B) : (M_A + 2M_B) = 22 : 23의 식이 나오고, 이 식을 풀면 M_A : M_B = 7 : 8이라는 결과를 얻을 수 있다.

만약, (가)를 A₂B, (나)를 AB₂라고 가정하면, (가)의 분자량 M_(가) = M_A + 2M_B, (나)의 분자량 M_(나) = 2M_A + M_B로 둘 수 있다.

$$1\text{g에 들어있는 B 원자 수 (가) : (나)} = \frac{2}{M_{(가)}} : \frac{1}{M_{(나)}} =$$

$\frac{2}{M_A + 2M_B} : \frac{1}{2M_A + M_B} = 23 : 44$ 식을 풀면, 153M_A = -42M_B가 나오므로 성립되지 않는다.

[선지 풀이]

ㄱ. (가)는 A₂B이다. (O)

ㄴ. 물질의 양(mol) = $\frac{\text{질량(g)}}{\text{몰질량(=분자량)(g/mol)}}$ 이므로, 같은 질량

에 들어있는 분자 수는 분자량에 반비례한다.

분자량 비가 M_(가):M_(나) = 22 : 23이므로, 같은 질량에 들어있는 분자 수는 (가):(나) = 23 : 22이다. (O)

ㄷ. 원자량 비는 A : B = 7 : 8이다. (X)

답) ③

2022학년도 4월 고3 전국연합학력평가 11번 [동위원소]

11. 다음은 X의 동위 원소에 대한 자료이다.

○ ^{44}X , ^aX 의 원자량은 각각 44, a 이다.
 ○ ^{44}X , ^aX 각 w g에 들어 있는 양성자와 중성자의 양

동위 원소	질량(g)	양성자의 양(mol)	중성자의 양(mol)
^{44}X	w	10	12
^aX	w		11

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

< 보 기 >

ㄱ. X의 원자 번호는 20이다.
 ㄴ. w 는 20이다.
 ㄷ. a 는 42이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

양성자 수와 중성자 수의 합이 곧 질량수다. 이걸 모르는 사람은 없다. 문제는 이를 어떻게 이용하는가에 있다. 아무리 질량이나 몰수로 주어지더라도 양성자 수와 중성자 수를 더하면 질량수와 관계된 숫자가 등장할 것이다.

또한 ^aX 의 양성자 수를 구할 때 어떤 근거로 구했는지 역시 따져 봐야 한다. 자연계에서는 그렇지 않지만, 문제에서는 질량수와 원자량이 같다고 제시했다. 우린 이를 어떻게 사용할 수 있을까?

결국 몰(mol)과 원자를 구성하는 입자 사이의 관계를 정확하게 파악하지 못해 탄생한 오답률 1위의 문제.

[문제 풀이]

^{44}X 의 질량수는 44이다. 즉 ^{44}X 1몰 안에는 양성자와 중성자가 총 44몰 존재한다. 자료에 따르면 ^{44}X w g 안에 양성자와 중성자가 총 22몰 존재한다. 따라서 ^{44}X w g은 0.5몰이고, 1몰일 때 질량은 $2wg$ 이다. 1몰일 때 질량은 곧 원자량이므로 $2w = 44$ 이다. 따라서 $w = 22$ 이다. (^{44}X , ^aX 의 원자량이 질량수와 같으므로 “양성자수의 양 + 중성자수의 양 = 질량”으로 생각하여 $w = 22$ 인 것을 꺼낼 수도 있다.) ^{44}X 0.5몰에 양성자가 10몰 존재하므로 1몰에는 양성자가 20몰 존재한다. 따라서 X의 원자 번호는 20이다.

^aX 가 22g 있을 때 중성자의 양은 11몰이다. 양성자수의 양과 중성자수의 양을 합하여 22가 되어야 하므로 양성자 수의 양은 11이다. 즉, ^aX 에 존재하는 양성자 수와 중성자 수는 같다. X의 양성자 수는 20이므로 중성자 수 역시 20이라 하면 ^aX 는 ^{40}X 이 되고 $a = 40$ 이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. ^{44}X 0.5몰에 양성자가 10몰 존재하므로 1몰에는 양성자가 20몰 존재한다. 따라서 X의 원자 번호는 20이다. (O)
 ㄴ. $w = 22$ 이다. (X)
 ㄷ. $a = 40$ 이다. (X)

답) ①

2022학년도 고3 4월 모의고사 12번 [양자수]

12. 다음은 바닥상태 염소(${}_{17}\text{Cl}$) 원자에서 전자가 들어 있는 오비탈 (가) ~ (다)에 대한 자료이다. n, l 은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수이다.

- (가) ~ (다)의 n 의 총합은 8이다.
- $n+l$ 은 (나) > (가) = (다)이다.
- l 는 (가) = (나)이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

— < 보 기 > —

- ㄱ. (가)는 $3s$ 이다.
- ㄴ. (다)의 자기 양자수(m_l)는 1이다.
- ㄷ. n 는 (나)와 (다)가 같다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

양자수는 쉬운 듯 하면서도 헷갈릴 수 있다. 다들 실수하지말고 쉽게 쉽게 풀자.

[문제 풀이]

우선 염소의 오비탈은 총 5개로 $1s, 2s, 2p, 3s, 3p$ 가 있고 이들의 $n+l$ 은 각각 1, 2, 3, 3, 4이다. 따라서 (가), (다)는 $2p, 3s$ 중 하나이고, (나)는 $3p$ 이다.

l 이 (나)와 (가)가 같기 때문에, (가)는 $2p$, (다)는 $3s$ 가 된다. 마지막으로 모든 n 의 합이 8이기 때문에 (라)는 $1s$ 가 된다.

[선지 풀이]

ㄱ. (가)는 $2p$ 이다. (X)

ㄴ. (다)는 $3s$ 이고, 자기 양자수는 0이다. (X)

ㄷ. (나)와 (다)는 $3p, 3s$ 이기 때문에 n 은 같다. (O)

답) ②

2022학년도 고3 4월 모의고사 13번 [pH/pOH]

13. 표는 25°C에서 수용액 (가), (나)에 대한 자료이다. 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.

수용액	$\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}$	pH	부피(mL)
(가)	10^{-6}	x	y
(나)	y	$2x$	1000

25°C에서 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

< 보 기 >

ㄱ. x 는 6이다.
 ㄴ. y 는 100이다.
 ㄷ. H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (나)의 1000배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

$\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]}$ 의 값을 통해 pH를 알아낼 수 있다면 쉽게 풀리는 문제이다.

[문제 풀이]

25°C에서 $K_w = [H_3O^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ 이므로, (가)에서 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = 10^{-6} = \frac{10^{-10}}{10^{-4}}$ 이다. 따라서, $x = pH = 4$ 이다. (나)의 $pH = 8$ 이므로, (나)의 $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-8}} = 10^2$, $y = 10^2$ 이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. $x = 4$ 이다. (X)
 ㄴ. y 는 100이다. (O)
 ㄷ. H_3O^+ 의 양(mol)은 (가)가 (나)의 1000배이다. (O)
 (가)와 (나)의 H_3O^+ 의 양(mol)의 비는 $10^{-4} \times 100 : 10^{-8} \times 1000 = 1000 : 1$ 이다.

답) ④

2022년도 고3 4월 전국연합학력평가 19번 [중화반응]

19. 다음은 $H_2X(aq)$, $Y(OH)_2(aq)$, $ZOH(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가), (나)에 대한 자료이다.

○수용액에서 H_2X 는 H^+ 과 X^{2-} 으로, $Y(OH)_2$ 는 Y^{2+} 과 OH^- 으로, ZOH 는 Z^+ 과 OH^- 으로 모두 이온화된다.

혼합 용액		(가)	(나)
혼합 전 수용액의 부피 (mL)	0.5 M $H_2X(aq)$	30	30
	a M $Y(OH)_2(aq)$	10	15
	b M $ZOH(aq)$	0	15
H^+ 또는 OH^- 의 몰 농도(M)		$\frac{1}{4}$	x

- (가)에서 $\frac{\text{모든 음이온의 몰 농도(M) 합}}{\text{모든 양이온의 몰 농도(M) 합}} > 1$ 이다.
- 모든 양이온의 양(mol)은 (가) : (나) = 4 : 9이다.

x는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며, X^{2-} , Y^{2+} , Z^+ 은 반응하지 않는다.)

[3점]

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{3}{4}$ ③ $\frac{5}{6}$ ④ $\frac{7}{6}$ ⑤ $\frac{4}{3}$

[Comment]

전해질 용액이 무수히 많은 이온을 함유하고 있다 하더라도, 전기적으로 중성이다. 즉, 양이온의 전체 전하량의 합은 음이온의 전체 전하량의 합과 같다. (전하 균형)

[문제 풀이]

부피가 같을 때, $\frac{\text{모든 음이온의 몰 농도(M) 합}}{\text{모든 양이온의 몰 농도(M) 합}} = \frac{\text{모든 음이온의 양}}{\text{모든 양이온의 양}}$ 이므로, (모든 음이온의 양) > (모든 양이온의 양)이다.

2가 산 H_2X 과 2가 염기 $Y(OH)_2$ 의 중화반응 이후, 용액 속에 존재하는 H^+ 가 x mol, Y^{2+} 가 y mol이라 하면, 전하 균형에 의해 $x \times 1 + y \times 2 = (\frac{x}{2} + y) \times 2$ 라는 전하 균형식이 나오게 되어 X^{2-} 는 $(\frac{x}{2} + y)$ mol이다. x, y > 0이므로 $x + y > \frac{x}{2} + y$ 이다. 만약, 중화반응 이후, 용액 속에 존재하는 OH^- 가 x mol, X^{2-} 가 y mol이라 하면 Y^{2+} 는 $(\frac{x}{2} + y)$ mol이다.

즉, 전하 균형에 의해 2가 산, 염기의 중화반응 이후 (모든 양이온의 양) > (모든 음이온의 양)이면 용액은 산성을 띠고, (모든 음이온의 양) > (모든 양이온의 양)이면 용액은 염기성을 띠는 것이다. 따라서, (가)의 액성은 염기성이다. (나) 혼합 용액은 (가)에서 염기를 더 추가한 용액이므로 (나)의 액성 또한 염기성이다.

보기의 '모든 양이온의 양(mol)은 (가) : (나) = 4 : 9이다.'를 이용하여 아래의 표를 채우면 다음과 같다.

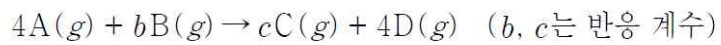
혼합 용액	혼합 용액에서 이온의 양(mmol)				
	양이온			음이온	
	H^+	Y^{2+}	Z^+	OH^-	X^{2-}
(가)	-	20 (= $\frac{40}{2}$)	-	10 (= $40 \times \frac{1}{4}$) (= $40 - (15 \times 2)$)	15
(나)	-	30 (= $\frac{60}{2}$)	15 (= $45 - 30$)	$=(60 + 15) - (15 \times 2)$ $= 45$	15

따라서, $x = \frac{45(\text{mmol})}{60(\text{mL})} = \frac{3}{4}(\text{M})$ 이다.

답) ②

2022학년도 4월 고3 전국연합학력평가 20번 [양적계산]

20. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)와 D(g)를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 A(g)와 B(g)의 양을 달리하여 넣고 반응을 완결시킨 실험 I, II에 대한 자료이다. (가)는 A~D 중 하나이고, $\frac{D \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}} = \frac{5}{3}$ 이다.

실험	반응 전		(가)의 양 (mol)	반응 후	
	A의 양 (mol)	B의 양 (mol)		기체의 질량(g)	
I	6	2	11n	9w	10w
II	8	5	10n		x

$\frac{x}{b \times n}$ 는? (단, 온도와 압력은 일정하며, n은 0이 아니다.) [3점]

- ① 2w ② 5w ③ $\frac{15}{2}w$ ④ $\frac{25}{2}w$ ⑤ 15w

[Comment]

한계반응물을 결정할 때 어떤 근거를 사용할 것인가? 실제 시험장에서 보이지 않을 땐 어쩔 수 없이 가정해서 풀어야겠지만, 최소한의 판단은 할 수 있어야 한다.

[문제 풀이]

실험 I에서 실험 II로 갈 때 A의 양과 B의 양은 모두 증가했다. 따라서 반응물의 양 역시 증가해야 한다. 그러나 (가)의 양은 감소했으므로 (가)는 A와 B 중 하나다. 즉 I과 II의 한계반응물은 같다. A가 한계반응물일 경우 A는 I에서 6몰, II에서 8몰 존재하므로 I과 II의 반응 몰수비는 3:4가 되어야 한다. 따라서 줄어드는 B의 양도 3:4가 되어야 하는데, 줄어드는 B의 양을 I에서 3k, II에서 4k라 하면 반응 후 존재하는 B의 양은 (2-3k), (5-4k)가 되고, 이 비가 곧 11:10이 되어야 한다. 그러나 비를 계산하면 k의 값이 음수가 나오므로 모순이다. 따라서 (가)는 A이고, 반응 몰수비는 2:5로 바뀌므로 생성물의 몰수비는 I과 II가 2:5가 되어야 한다. I에서 D는 10w 존재하므로 II에서 D는 $10w \times \frac{5}{2} = 25w$ 존재한다. 따라서 $x = 25w$ 이다.

I에서 C와 D의 질량비는 9:10이고, 분자량 비는 3:5이므로 몰수비는 3:2이다($n = \frac{w}{M}$). 생성된 생성물의 몰수비는 곧 반응비이므로 $c = 6$ 이다. I에서 C와 D의 몰수를 각각 3m, 2m이라 하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

<실험 I>

4A	+	bB	→	6C	+	4D
6몰		2몰		0		0
-(6-11n)몰		-2몰		+3m몰		+2m몰
11n몰		0		3m몰		2m몰

<실험 II>

4A	+	bB	→	6C	+	4D
8몰		5몰		0		0
-(8-10n)몰		-5몰		+ $\frac{15}{2}m$ 몰		+5m몰
10n몰		0		$\frac{15}{2}m$ 몰		5m몰

반응 몰수비가 I : II = 11 : 10 이므로 $6-11n : 8-10n = 11 : 10$ 이다. 정리하면 $n = 0.4$ 이다. II에서 n값을 넣고 정리하면 A와 B의 반응 몰수비는 4:5이므로 $b = 5$ 이다.

따라서 $\frac{x}{b \times n} = \frac{25w}{5 \times 0.4} = \frac{25}{2}w$ 이다.

답) ④

◆ EBS 트레이닝 & 변형문제 ◆

2024 EBS 수능특강

7 | 이온 결합

8 | 공유 결합과 결합의 극성

2024 EBS 수능특강 111p 4번

4. 표 I 은 2, 3주기 바닥상태 원자 A~D에 대한 자료를, 표 II는 A~D로 이루어진 이온 결합 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

원자	$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$
A	1
B	1
C	$\frac{6}{5}$
D	$\frac{5}{4}$

I

물질	(가)	(나)	(다)
성분 원소	A, B	A, D	C, D
화합물 1 mol에 들어 있는 전체 이온의 양(mol)	2	x	2
이온 사이의 거리(pm)	210	—	231

II

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

<보기>

- ㄱ. $x = 3$ 이다.
- ㄴ. 1 atm에서 녹는점은 (가) > (다)이다.
- ㄷ. 화합물 BD_2 는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

기본 개념의 중요성은 아무리 강조해도 아깝지 않다. 특히 수능특강에서 다룬 소재라면 반드시 짚고 넘어가야 한다. 뭐든지 나올 수 있는 시험이라는 것을 다시 한번 상기하자!

[문제 풀이]

2, 3주기 바닥상태 원자의 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 를 족 순서대로 나열하면 다음과 같다.

<2주기>

0	0	1	2	3	4	5	6
3	4	4	4	4	4	4	4

<3주기>

6	6	7	8	9	10	11	12
5	6	6	6	6	6	6	6

표 I을 위 내용을 따라 분석하면 C는 $_{11}\text{Na}$, D는 $_9\text{F}$, A와 B는 각각 $_8\text{O}$ 와 $_{12}\text{Mg}$ 중 하나이다. (나)에서 A와 D가 결합하여 이온 결합 물질을 형성하는데 D는 $_9\text{F}$ 이므로 이온 결합을 형성하려면 A는 금속인 $_{12}\text{Mg}$ 가 되어야 한다. 따라서 B는 $_8\text{O}$ 이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. 화합물 1 mol에 들어 있는 전체 이온의 양은 곧 화합물을 구성하는 분자당 원자 수를 의미한다. A($_{12}\text{Mg}$)와 D($_9\text{F}$)는 1:2로 결합하여 안정한 화합물인 $AD_2(\text{MgF}_2)$ 를 형성하므로 $x = 3$ 이다. (O)
- ㄴ. (가)는 MgO , (다)는 NaF 이다. 이온 결합 물질의 녹는점은 이온 사이의 거리가 가까울수록, 이온의 전하량이 클수록 커진다. 따라서 (가) > (다)이다. (O)
- ㄷ. BD_2 는 OF_2 이다. 공유 결합 물질인 OF_2 는 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. (X)

답) ③

2024 EBS 수능특강 11p 4번 변형문제

4. 표 I 은 2, 3주기 바닥상태 원자 A~D에 대한 자료를, 표 II는 A~D로 이루어진 이온 결합 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다.

원자	$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ (상댓값)
A	0
B	11
C	x
D	7

I

물질	(가)	(나)	(다)
성분 원소	A, B	A, C	C, D
화합물 1 mol에 들어 있는 전체 이온의 양(mol)	2	2	y
이온 사이의 거리(pm)	a	b	-

II

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, $a > b$ 이고, A~D는 임의의 원소 기호이다.)

—<보 기>—

ㄱ. $x \times y = 30$ 이다.
 ㄴ. 1 atm에서 녹는점은 (가) < (나)이다.
 ㄷ. 화합물 BC는 액체 상태에서 전기 전도성이 있다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[문제 풀이]

2, 3주기 바닥상태 원자의 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 를 족 순서대로 나열하면 다음과 같다.

<2주기>

0	0	1	2	3	4	5	6
3	4	4	4	4	4	4	4

<3주기>

6	6	7	8	9	10	11	12
5	6	6	6	6	6	6	6

B와 D는 상댓값이 11 : 7이므로 B는 $_{17}\text{Cl}$, D는 $_{13}\text{Al}$ 이다. A는 그 값이 0이므로 $_{3}\text{Li}$ 또는 $_{4}\text{Be}$ 중 하나이다. A와 B로 이루어진 이온 결합 물질 (가)는 화합물 1 mol에 들어 있는 전체 이온의 양(mol)이 2이다. 화합물 1 mol에 들어 있는 전체 이온의 양은 곧 화합물을 구성하는 분자당 원자 수를 의미한다.

따라서 (가)는 LiCl 이고, A는 $_{3}\text{Li}$ 이다. (나) 역시 그 값이 2이므로, C는 $_{17}\text{Cl}$ 과 같은 족의 원소인 $_{9}\text{F}$ 이다.

[선지 풀이]

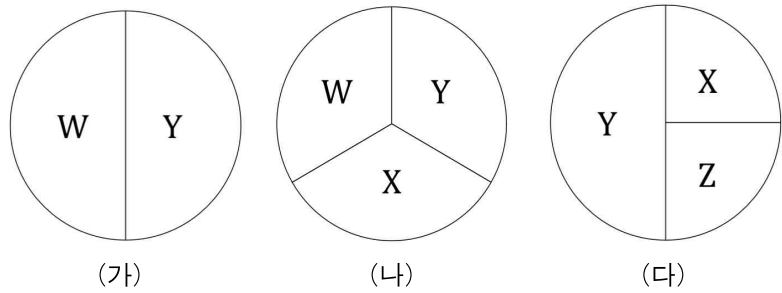
- ㄱ. B($_{17}\text{Cl}$)의 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 의 실제값은 $\frac{11}{6}$ 이고 C($_{9}\text{F}$)의 $\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$ 은 $\frac{5}{4}$ 이다. 두 값의 비는 $11 : \frac{13}{2}$ 이므로 $x = \frac{15}{2}$ 이다. (다)는 1가 음이온($_{9}\text{F}$)과 3가 양이온($_{13}\text{Al}$)의 안정한 이온 결합 물질인 AlF_3 이므로 $y = 4$ 이다. 따라서 $x \times y = 30$ 이다. (O)
- ㄴ. (가)는 LiCl , (나)는 LiF 이다. 이온 결합 물질의 녹는점은 이온 사이의 거리가 가까울수록, 이온의 전하량이 클수록 커진다. 구성 이온의 전하량은 두 물질이 서로 같으므로 녹는점은 이온 사이의 거리가 더 가까운 (나)가 (가)보다 더 크다. (O)
- ㄷ. BC는 ClF 이다. 공유 결합 물질인 ClF 는 액체 상태에서 전기 전도성이 없다. (X)

답) ③

2024 수능특강 127p 3번

3. 표는 2주기 원자 W~Z의 바닥상태 이온에 대한 자료이고, 그림은 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)를 구성하는 원자의 몰비를 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 W~Z는 모두 옥텟 규칙을 만족하고, 분자당 원자 수는 4 이하이다.

이온	W ⁺	X ²⁻	Y ⁺	Z ²⁻
$\frac{p}{s}$ 오비탈의 전자 수	$\frac{1}{2}$	1	1	$\frac{3}{2}$
$\frac{s}{s}$ 오비탈의 전자 수	$\frac{1}{2}$	1	1	$\frac{3}{2}$



(가)~(다)의 공통점으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

<보 기>

ㄱ. 다중 결합이 존재한다.

ㄴ. 비공유 전자쌍 수가 공유 전자쌍 수보다 크다.

ㄷ. Y는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

2주기 원자에서 s 오비탈의 전자 수는 3 또는 4이다.

[문제 풀이]

바닥상태 이온 W⁺, X²⁻, Y⁺, Z²⁻는 다음 표를 만족한다.

이온	W ⁺	X ²⁻	Y ⁺	Z ²⁻
$\frac{p}{s}$ 오비탈의 전자 수	$\frac{1}{2}(=\frac{2}{4})$	$1(=\frac{4}{4})$	$1(=\frac{4}{4})$	$\frac{3}{2}(=\frac{6}{4})$
$\frac{s}{s}$ 오비탈의 전자 수	$\frac{1}{2}(=\frac{2}{4})$	$1(=\frac{4}{4})$	$1(=\frac{4}{4})$	$\frac{3}{2}(=\frac{6}{4})$
이온의 전자 수	6	8	8	10
원자의 전자 수	7	6	9	8
원자	W=N	X=C	Y=F	Z=O

분자당 원자 수가 4 이하이므로, (가)~(다)의 분자식은 각각 N₂F₂, FCN, COF₂이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (가)인 N₂F₂는 N≡N인 3중 결합이, (나)인 FCN에는 C≡N인 3중 결합이, (다)인 COF₂에는 C=O인 2중 결합이 존재한다. (O)
- ㄴ. N₂F₂, FCN, COF₂의 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수는 다음과 같다.

분자	N ₂ F ₂	FCN	COF ₂
공유 전자쌍 수	4	4	4
비공유 전자쌍 수	8	4	8

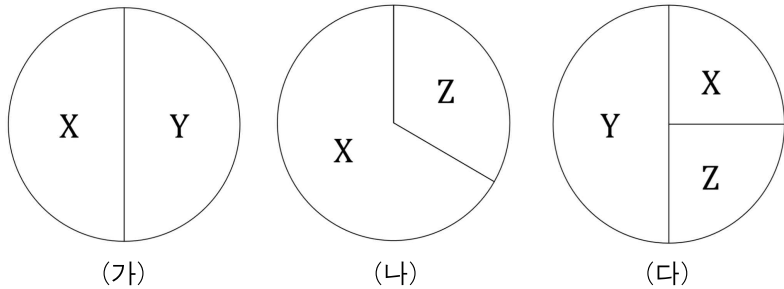
- FCN의 경우, 비공유 전자쌍 수가 공유 전자쌍 수와 같다. (X)
- ㄷ. 공유 결합에서 상대적으로 전기 음성도가 큰 원자는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤고, 상대적으로 전기 음성도가 작은 원자는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다. 2주기 원자에서 전기 음성도의 크기는 Y(F) > Z(O) > W(N) > X(C)이므로, 전기 음성도가 가장 큰 Y(F)는 분자 (가)~(다)에서 모두 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다. (O)

답) ③

2024 수능특강 127p 3번 변형문제

3. 표는 1, 2주기 원자 X~Z의 바닥상태 이온에 대한 자료이고, 그림은 X~Z로 이루어진 화합물 (가)~(다)를 구성하는 원자의 몰비를 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 X~Z는 모두 옥텟 규칙을 만족하고, 화합물당 원자 수는 6 이하이다.

이온	X ⁻	Y ²⁺	Z ⁻
$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$	0	$\frac{1}{2}$	1



(가)~(다)의 공통점으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

<보 기>

ㄱ. 무극성 공유 결합을 가진다.
 ㄴ. 극성 분자이다.
 ㄷ. |공유 전자쌍 수 - 비공유 전자쌍 수| ≤ 2이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}} = 0$ 인 전자 배치는 많으나, 나머지 원자들로 인해 보기 X 원자는 제한된다.

[문제 풀이]

바닥상태 이온 X⁻, Y²⁺, Z⁻는 다음 표를 만족한다.

이온	X ⁻	Y ²⁺	Z ⁻
$\frac{p \text{ 오비탈의 전자 수}}{s \text{ 오비탈의 전자 수}}$	$0 (= \frac{0}{2})$	$\frac{1}{2} (= \frac{2}{4})$	$1 (= \frac{4}{4})$
이온의 전자 수	2	6	8
원자의 전자 수	1	8	7
원자	X = H	Y = O	Z = N

화합물당 원자 수가 6 이하이므로, (가)~(다)의 화학식은 각각 H₂O₂, N₂H₄, HNO₂이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (가)인 H₂O₂는 O-O을, (나)인 N₂H₄에는 N=N인 무극성 공유 결합을 갖지만, (다)는 그렇지 않다. (X)
 ㄴ. H₂O₂, N₂H₄, HNO₂ 모두 극성 분자이다. (O)
 ㄷ. H₂O₂, N₂H₄, HNO₂의 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수는 다음과 같다.

분자	H ₂ O ₂	N ₂ H ₄	HNO ₂
공유 전자쌍 수	3	5	4
비공유 전자쌍 수	4	2	5

N₂H₄는 |공유 전자쌍 수 - 비공유 전자쌍 수| = 3으로, 해당 보기를 만족하지 않는다. (X)

답) ③

2024 수능특강 128p 6번

6. 표는 원자 W~Z로 이루어진 4가지 분자에서 구성 원소의 전기 음성도 차를 나타낸 것이다. W~Z는 C, N, O, F 중 하나이다.

분자	WX_2	YX_4	YW_2	ZW_2
전기 음성도 차	0.5	1.5	x	0.5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

<보 기>

ㄱ. $x = 1.0$ 이다.
 ㄴ. 전기 음성도는 $Z > Y$ 이다.
 ㄷ. ZW_2 에서 Z는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

수능특강에 1~3주기 원소의 전기 음성도가 개념 부분에 나와 있고 실제 전기 음성도를 제시한 문제가 출제되어있다. 그러니 자주 출제되는 원소들인 C, N, O, F의 전기 음성도 정도는 알아두도록 하자!

[문제 풀이]

C, N, O, F의 전기 음성도는 각각 2.5, 3.0, 3.5, 4.0이다. C, N, O, F 중 전기 음성도 차이가 1.5인 원소는 C와 F이므로 YX_4 는 CF_4 이다. 따라서 Y와 X는 C와 F이다.

전기 음성도 차이가 0.5인 원소들은 C와 N, N와 O, O와 F이고 $X=F$ 이므로 WX_2 는 OF_2 이고 $W=O$ 이다. 따라서 $Z=N$ 이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. YW_2 는 CO_2 이므로 $x = 1.0$ 이다. (O)
 ㄴ. 전기 음성도는 $Z(N) > Y(C)$ 이다. (O)
 ㄷ. $ZW_2(NO_2)$ 에서 $Z(N)$ 는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다. (O)

답) ⑤

2024 수능특강 128p 6번 변형문제

6. 표는 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 CO_2 , NF_3 , OF_2 , CF_4 중 하나이다.

분자	(가)	(나)	(다)	(라)
전기 음성도 차	1	1	0.5	1.5
구성 원자 수	3	4		

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. (라)에는 이중결합이 있다.

ㄴ. 제1 이온화 에너지는 (나)의 중심원자보다 (다)의 중심원자가 더 크다,

ㄷ. (가)에서 중심원자는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[문제 풀이]

C, N, O, F 의 전기 음성도는 각각 2.5, 3.0, 3.5, 4.0이다. C, N, O, F 중 전기 음성도 차가 0.5인 원소는 OF_2 , 1인 원소는 CO_2 , NF_3 이고, 1.5인 원소는 CF_4 이다.

따라서 (다)는 OF_2 , (라)는 CF_4 이다. CO_2 , NF_3 의 구성 원자 수는 각각 3, 4이므로 (가)는 CO_2 , (나)는 NF_3 이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (라)는 OF_2 이므로 단일 결합이다. (X)
- ㄴ. 제1 이온화 에너지는 (나)의 중심원자보다 (다)의 중심원자가 더 크다. (X)
- (나)의 중심원자는 N이고, (다)의 중심원자는 O이다. 질소 전자는 절반이 채워진 오비탈로부터 제거되지만, 산소 전자는 채워진 오비탈로부터 제거되므로 제1 이온화 에너지는 질소가 더 크다.
- ㄷ. (가)에서 중심원자(C)는 부분적인 양전하(δ^+)를 띤다.(O)

답) ⑤

2024 수능특강 130p 10번

10. 표는 2주기 원자 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 W~Z는 모두 옥텟 규칙을 만족하고, 바닥상태에서 홀전자 수는 Z가 W의 2배이다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원소	W, X	W, Y	W, Y, Z
분자당 원자 수	4	4	3
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ (상대값)	3	5	a

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

<보 기>	
ㄱ.	(가)~(다) 중 다중 결합이 있는 것은 2가지이다.
ㄴ.	(가)에서 $\frac{W \text{ 원자 수}}{\text{전체 원자 수}} = \frac{3}{4}$ 이다.
ㄷ.	$a = \frac{3}{2}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

옥텟 규칙을 만족하는 2주기 원자 종류를 기억해내는 것이 문제를 푸는 시작이 될 것이다. 또한, 분자당 원자 수가 4개인 분자의 종류를 빠르게 생각해낸다면 문제는 그리 어렵지 않게 풀릴 것이다.

[문제 풀이]

옥텟 규칙을 만족하는 2주기 원자는 C, N, O, F이다. 각각의 홀전자 수는 2, 3, 2, 1이며, 이때, 바닥상태의 홀전자 수가 Z가 W의 2배라고 하였으므로, W는 F가 될 것이다.

F를 포함한 2가지 종류의 원자로 분자당 원자 수 4개를 만족하는 분자로는 NF_3 , N_2F_2 , O_2F_2 , C_2F_2 가 있다. 따라서 다음과 같은 표를 작성할 수 있다.

	NF_3	N_2F_2	O_2F_2	C_2F_2
비공유 전자쌍 수	10	8	10	6
공유 전자쌍 수	3	4	3	5
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$	$\frac{10}{3}$	2	$\frac{10}{3}$	$\frac{6}{5}$
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ (상대값)	5	3	5	1.8

따라서 (가)는 N_2F_2 이며, (나)는 O_2F_2 이다. 즉, W는 F, X는 N, Y는 O, Z는 C임을 알 수 있다.

(다)는 FCN으로, 4개의 비공유 전자쌍과 4개의 공유 전자쌍을 가진다. (다)의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}} = \frac{4}{4} = 1$ 이다.

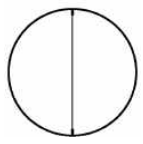


[선지 풀이]

- ㄱ. (가)는 N_2F_2 으로, N=N 이중 결합이 존재한다.
 (나)는 O_2F_2 으로, 다중 결합이 존재하지 않는다.
 (다)는 FCN으로, C≡N 삼중 결합이 존재한다.
 따라서, (가)~(다) 중 다중 결합이 있는 것은 (가), (다)로, 2가지이다. (O)
- ㄴ. (가)에서 $\frac{W \text{ 원자 수}}{\text{전체 원자 수}} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이다. (X)
- ㄷ. $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 비례식을 세우면, (가):(다)=2:1이다. 이 때,
 (가)의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 를 3이라고 한다면, 상대적으로 (다)의 $\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ 는 $\frac{3}{2}$ 가 될 것이다. (O)

답) ④

2024 수능특강 130p 10번 변형문제

10. 표는 2주기 원자 W~Z로 이루어진 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 W~Z는 모두 옥텟 규칙을 만족한다. 바닥상태의 X와 Y의 홀전자 수는 같으며, 전자가 들어있는 p오비탈 수는 $X > Y$ 이다.

분자	(가)	(나)	(다)
구성 원소	Y, Z	X, Y	W, Y, Z
분자당 원자 수	4	3	3
원자 수 비율			
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ (상대값)	6	a	5

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, W~Z는 임의의 원소 기호이다.)

<보 기>	
ㄱ. (가)~(다) 중 무극성 공유 결합이 있는 것은 1가지이다.	
ㄴ. (가)에서 Z는 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다.	
ㄷ. $a=5$ 이다.	

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

옥텟 규칙을 만족하는 2주기 원자는 C, N, O, F임을 기억하자.

[문제 풀이]

옥텟 규칙을 만족하는 2주기 원자는 C, N, O, F이다. 각각의 홀전자 수는 2, 3, 2, 1이다. 이때, 바닥상태의 X와 Y의 홀전자 수가 같고, 전자가 들어있는 p오비탈 수는 $X > Y$ 이므로, X는 O, Y는 C임을 유추할 수 있다. 따라서, (나) 분자식은 CO_2 이다.

(다)의 구성 원소는 C, N, F이며, 한 분자당 원자 수가 3이므로, 따라서 분자식은 FCN이다.

(가)에서 분자 내 원자 수 비율이 1:1이므로, 만약 Z가 N이라면, 분자식은 C_2N_2 가 되어야한다. 그러나, C_2N_2 는 존재할 수 없기 때문에, Z는 F가 되고, (가)의 분자식은 C_2F_2 가 된다.

따라서 다음과 같은 표를 작성할 수 있다.

분자	(가)	(나)	(다)
	C_2F_2	CO_2	FCN
비공유 전자쌍 수	6	4	4
공유 전자쌍 수	5	4	4
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$	$\frac{6}{5}$	1	1
$\frac{\text{비공유 전자쌍 수}}{\text{공유 전자쌍 수}}$ (상대값)	6	5	5

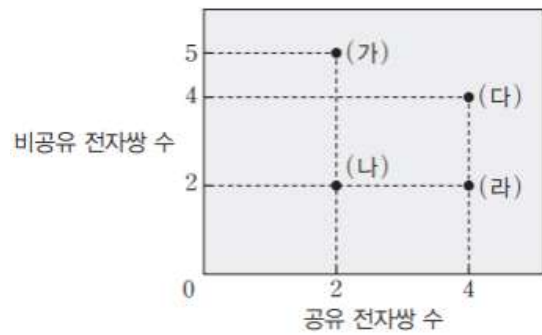
[선지 풀이]

- ㄱ. (가)는 C_2F_2 으로, $\text{C}=\text{C}$ 무극성 공유 결합이 존재한다.
(나)는 CO_2 으로, 무극성 공유 결합이 존재하지 않는다.
(다)는 FCN으로, 무극성 공유 결합이 존재하지 않는다.
따라서, (가)~(다) 중 무극성 공유 결합이 있는 것은 (가)로 1가지이다. (O)
- ㄴ. (가)에서 Z(F)는 전기음성도가 Y(C)보다 크므로, 부분적인 음전하(δ^-)를 띤다. (O)
- ㄷ. $a=5$ 이다. (O)

답) ⑤

2024 수능특강 149p 11번

11. 그림은 분자 (가)~(라)의 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 각각 HOF, H₂S, CH₂O, CO₂ 중 하나이다.



(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. (가)의 분자 모양은 직선형이다.

ㄴ. 결합각은 (다)>(나)이다.

ㄷ. 분자의 쌍극자 모멘트는 (다)>(라)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

공유 전자쌍과 비공유 전자쌍에 대한 공부는 다들 탄탄히 해왔을거라 생각한다.

[문제 풀이]

문제에서 주어진 분자들의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍을 정리하면 다음과 같다.

	HOF	H ₂ S	CH ₂ O	CO ₂
공유 전자쌍	2	2	4	4
비공유 전자쌍	5	2	2	4

표에 따르면, (가)는 HOF, (나)는 H₂S, (다)는 CO₂, (라)는 CH₂O이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (가)는 HOF로 중심 원자인 산소에 비공유 전자쌍이 있기 때문에 굽은형이다. (X)
- ㄴ. (나)는 H₂S이고, 이는 굽은형으로 직선형보다 결합각이 작다. (다)는 CO₂이고, 직선형으로 180도이다. (O)
- ㄷ. (다)는 CO₂로 무극성 분자로 쌍극자 모멘트는 0이다. (라)는 CH₂O로 극성 분자이기 때문에 쌍극자 모멘트는 0보다 크다. (X)

답) ②

2024 수능특강 149p 11번 변형문제

11. 표는 분자 (가)~(라)의 공유 전자쌍 수와 비공유 전자쌍 수를 나타낸 것이다. (가)~(라)는 각각 HOF, COF₂, O₂, CO₂ 중 하나이다.

	(가)	(나)	(다)	(라)
공유 전자쌍	2	4	2	4
비공유 전자쌍	5	8	4	4

(가)~(라)에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. (나)의 분자는 평면이다.
 ㄴ. 결합각은 (다)>(가)이다.
 ㄷ. (다)는 극성 분자이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[문제 풀이]

문제에서 주어진 분자들의 공유 전자쌍과 비공유 전자쌍을 정리하면 다음과 같다.

	HOF	COF ₂	O ₂	CO ₂
공유 전자쌍	2	4	2	4
비공유 전자쌍	5	8	4	4

표에 따르면, (가)는 HOF, (나)는 COF₂, (다)는 O₂, (라)는 CO₂이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (나)는 COF₂로 평면 삼각형 모양이다. (O)
 ㄴ. (가)는 HOF이고, 이는 이는 굽은형으로 직선형보다 결합각이 작다. (다)는 O₂로 직선형이므로, 결합각은 (다)>(가)이다. (O)
 ㄷ. (다)는 O₂로 무극성 분자이다. (X)

답) ④

◆ Nitro Original 자작문제 ◆

" 2024학년도 대수능 6월 모의평가 변형 "

실험분석 / pH pOH / 화학양론
중화반응 / 양적계산

01 | 실험분석 - 중화 적정 (2024학년도 대수능 6월 모의평가 16번 변형)

16. 다음은 25°C에서 식초 A, B 각 1g에 들어 있는 아세트산 (CH₃COOH)의 질량을 알아보기 위한 중화 적정 실험이다.

[자료]

- CH₃COOH의 분자량은 60이다.
- 25°C에서 식초 A, B의 밀도(g/mL)는 각각 d_A, d_B이다.

[실험 과정]

- (가) 식초 A, B를 준비한다.
- (나) 식초 A 10 mL와 식초 B 20 mL를 혼합한 후, 물을 넣어 수용액 I 50 mL를 만든다.
- (다) (나)에서 만든 수용액에 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 넣고, 0.1M NaOH(aq)으로 적정하였을 때, 수용액 전체가 붉게 변하는 순간까지 넣어 준 NaOH(aq)의 부피(V)를 측정한다.
- (라) 식초 A 20 mL와 식초 B 5 mL를 혼합한 후, 물을 넣어 수용액 II 50 mL를 만들고 과정 (다)를 반복한다.

[실험 결과]

- (다)에서 V: 5a mL
- (라)에서 V: 7a mL
- (가)에서 식초 1g에 들어 있는 CH₃COOH의 질량

식초	A	B
CH ₃ COOH의 질량(상댓값)	1	x

x는? (단, 온도는 25°C로 일정하고, 중화 적정 과정에서 식초 A, B에 포함된 물질 중 CH₃COOH만 NaOH와 반응한다.)

- ① $\frac{2d_A}{7d_B}$ ② $\frac{7d_A}{2d_B}$ ③ $\frac{4d_A}{7d_B}$ ④ $\frac{2d_B}{7d_A}$ ⑤ $\frac{7d_B}{2d_A}$

[Comment]

식초 1g에 들어 있는 CH₃COOH의 질량은 퍼센트농도를 나타낸다. 퍼센트농도를 몰 농도로 변환하고, 적정에 사용된 NaOH(aq)의 부피 비를 통해 B의 퍼센트농도를 구할 수 있다.

[문제 풀이]

식초 1g에 들어 있는 CH₃COOH의 질량은 결국, 식초의 퍼센트농도를 나타내는 말이다. (몰농도) = $\frac{(\text{퍼센트농도})}{(\text{몰질량})} \times (\text{밀도}) \times 10$ 로, 용질의 종류가 같을 때, (몰농도)는 (퍼센트농도) × (밀도)에 비례한다. 식초 A, B의 퍼센트농도 비가 1:x이므로, 식초 A, B의 CH₃COOH(aq) 몰농도비는 d_A:xd_B이다.

CH₃COOH(aq)와 NaOH(aq)는 모두 1가 산, 염기로 1:1로 중화반응한다. 따라서 적정에 사용된 NaOH(aq)의 부피 비는 수용액 I, II의 CH₃COOH(aq) 몰농도비와 같다.

$$(10d_A + 20xd_B) : (20d_A + 5xd_B) = 5 : 7$$

$$70d_A + 140xd_B = 100d_A + 25xd_B, \quad 30d_A = 115xd_B$$

$$\therefore x = \frac{30d_A}{115d_B} = \frac{2d_A}{7d_B}$$

답) ①

02 | pH / pOH (2024학년도 대수능 6월 모의평가 17번 변형)

17. 표는 25°C에서 수용액 (가), (나)에 대한 자료이다.

수용액	(가)	(나)
pOH(상댓값)	3	2
H ₃ O ⁺ 의 양	x	x
수용액의 부피(mL)	$\frac{1}{10}$	1000

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?(단, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.)

<보 기>

ㄱ. (가)의 pH = 2이다.

ㄴ. $x = 10^{-6}$ 이다.

ㄷ. $\frac{\text{(나)의 pOH}}{\text{(가)의 OH}^- \text{의 양(mol)}} = 8 \times 10^{-16}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

(가)와 (나)의 pOH 차를 구한 후 pOH의 비를 이용하면, (가)와 (나)의 pH, pOH을 구할 수 있다.

[문제 풀이]

(가)와 (나)의 H₃O⁺의 양은 같고 부피 비는 1:10000이므로 몰농도 비는 10000:1 = 1:10⁻⁴이다. 따라서 pH는 (나)가 (가)보다 4만큼 크다. (가)의 pH를 a 라고 하면, (나)의 pH는 $a+4$ 이다. 따라서 (가)의 pOH가 $b+4$ 라면, (나)의 pOH는 b 이다.

(가)와 (나)의 pOH 비가 3:2이고 (가)와 (나)의 pOH 차가 4이므로 가능한 (가)와 (나)의 pOH는 12, 8이다. (가)의 pH = 2, pOH = 12이고 (나)의 pH = 6, pOH = 8이다.

[선지 풀이]

ㄱ. (가)의 pH = 2이다. (O)

ㄴ. $x = 10^{-6}$ 이다. (O)

(가)의 H₃O⁺의 양은 $10^{-2} \times \frac{1}{10000} = 10^{-6}$ 이다.

ㄷ. $\frac{\text{(나)의 pOH}}{\text{(가)의 OH}^- \text{의 양(mol)}} = \frac{8}{10^{-12} \times 10^{-4}} = 8 \times 10^{16}$ 이다. (X)

답) ③

03 | 화학양론 (2024학년도 대수능 6월 모의평가 18번 변형)

18. 표는 용기 (가)와 (나)에 들어있는 화합물에 대한 자료이다.

용기		(가)	(나)
화합물의 질량 (g)	$X_a Y_2$	$33w$	0
	$X_2 Y_b$	$10w$	$30w$
$\frac{Y \text{ 원자 수}}{X \text{ 원자 수}}$		$\frac{7}{5}$	$\frac{1}{2}$
전체 원자 수		$8N$	$6N$

$\frac{b}{a} \times \frac{Y \text{의 원자량}}{X \text{의 원자량}}$ 은? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $\frac{8}{7}$ ② $\frac{7}{8}$ ③ $\frac{16}{7}$ ④ $\frac{3}{4}$ ⑤ $\frac{4}{3}$

[Comment]

같은 분자에서 각기 다른 질량비는 각기 다른 몰 비로 볼 수 있음을 기억하자!

[문제 풀이]

(가)와 (나)에서 $X_2 Y_b$ 의 질량비가 1:3이므로, (가)와 (나)에 존재하는 $X_2 Y_b$ 의 몰 비도 1:3이다. 이때, (나)의 전체 원자 수가 $6N$ 인데, $X_2 Y_b$ 밖에 없으므로, (나)의 $X_2 Y_b$ $30w$ 에 존재하는 전체 원자 수를 $6N$ 이라고 둘 수 있다. 이때, (나)에서 $\frac{Y \text{ 원자 수}}{X \text{ 원자 수}} = \frac{1}{2}$ 이므로, $b=1$ 임을 알 수 있다.

(가)와 (나)의 $X_2 Y_b$ 몰 비가 1:3이므로, (가)의 $X_2 Y_b$ $10w$ 에 존재하는 전체 원자 수는 $2N$ 이다. 이때, (가)의 전체 원자 수는 $8N$ 이므로, (가)의 $X_a Y_2$ $33w$ 은 $6N$ 임을 알 수 있다. (가)의 $\frac{Y \text{ 원자 수}}{X \text{ 원자 수}} = \frac{(1 \times 2N) + (2 \times 6N)}{(2 \times 2N) + (a \times 6N)} = \frac{7}{5}$ 이므로, 위 식을 계산하면, $a=1$ 을 얻을 수 있다.

$6N$ 의 $X_a Y_2$ 의 질량은 $33w$ 이므로, $6(X+2Y)=33w$ 으로 나타낼 수 있고, $2N$ 의 $X_2 Y_b$ 의 질량은 $10w$ 이므로, $2(2X+Y)=10w$ 으로 나타낼 수 있다. 이 두 식을 연립하여 계산하면, $\frac{Y \text{의 원자량}}{X \text{의 원자량}} = \frac{4}{3}$ 임을 얻을 수 있다.

$a=1, b=1, \frac{Y \text{의 원자량}}{X \text{의 원자량}} = \frac{4}{3}$ 이므로, $\frac{b}{a} \times \frac{Y \text{의 원자량}}{X \text{의 원자량}} = \frac{4}{3}$ 이다.

답) ⑤

01 | 중화반응 (2024학년도 대수능 6월 모의평가 18번 변형)

19. 다음은 $a\text{M HCl}(aq)$, $b\text{M NaOH}(aq)$, $c\text{M Ca(OH)}_2(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

○ 수용액에서 Ca(OH)_2 는 Ca^{2+} 과 OH^- 으로 모두 이온화된다.

혼합 수용액		(가)	(나)	(다)
혼합 전 수용액의 부피(mL)	$a\text{M HCl}(aq)$	50	50	50
	$b\text{M NaOH}(aq)$	x	x	x
	$c\text{M Ca(OH)}_2(aq)$	0	20	40
모든 음이온의 몰 농도(M) 합			y	$\frac{7}{60}$

○ (가)~(다)의 액성은 모두 다르며, 각각 산성, 중성, 염기성 중 하나이다.
 ○ 반응 후 (나)에 존재하는 모든 양이온의 양은 8mmol 이다.
 ○ 반응 후 (다)에 존재하는 모든 이온의 양은 24mmol 이다.

$x \times y$ 는? (단, 혼합 수용액의 부피는 혼합 전 각 수용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시한다.) [3점]

- ① 3 ② $\frac{9}{2}$ ③ 6 ④ $\frac{15}{2}$ ⑤ 9

[Comment]

겉멋지 말고 하나씩 해보자!

[문제 풀이]

(가)에서 (다)로 갈수록 다른 두 용액은 일정하지만, $\text{Ca(OH)}_2(aq)$ 의 부피가 증가한다. 따라서 (가)~(다) 순서대로 산성, 중성, 염기성이다.

(나)에서 존재하는 Cl^- 의 몰수를 n , Na^+ 의 몰수를 m , Ca^{2+} 의 몰수를 l 이라고 가정하면, $m+l=8$ 이다. 이를 (다)에 적용시키게 되면 반응 후 존재하는 모든 이온의 몰수는 $2m+6l=24$ 이 된다. 이 두 식을 연립하면 $m=6$, $l=2$ 가 나와 염기성 물질들의 몰수를 알 수 있다.

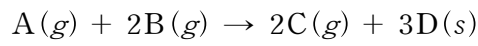
이를 바탕으로 (다)에서 모든 음이온의 몰 수는 14mmol 이고, 부피는 120mL 가 되어 $x=30$ 이 된다.

(나)에서 전체 부피는 100mL , 모든 음이온의 몰수는 10mmol 이 되어 $y = \frac{1}{10}$ 이 되어 $x \times y = 3$ 이 된다.

답) ①

05 | 양적계산 (2024학년도 대수능 6월 모의평가 20번 변형)

20. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)와 D(s)를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I, II에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후	
	넣은 기체의 질량(g)		생성물의 질량(g) 남은 반응물의 질량(g)	전체 기체의 양(mol) (상댓값)
	A(g)	B(g)		
I	32w	51w	$\frac{66}{17}$	2
II	32w	17w	$\frac{33}{16}$	1

반응 후 $\frac{\text{I에서 D의 단위 부피당 질량}}{\text{II에서 D의 단위 부피당 질량}} \times \frac{\text{B의 분자량}}{\text{A의 분자량}}$ 은?

(단, 실린더 속 고체의 부피는 무시하고, 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ① $\frac{17}{96}$ ② $\frac{17}{64}$ ③ $\frac{17}{32}$ ④ $\frac{17}{16}$ ⑤ $\frac{51}{32}$

[Comment]

2024학년도 대수능 6월 모의평가에서 쓰인 화학 반응식을 그대로 사용했다. 반응식에 고체가 등장하면 결국 부피, 밀도 등 기체와 고체의 차이를 물어볼 수 밖에 없다. 내가 사용하는 자료가 고체의 자료인지, 기체의 자료인지 잘 구분하며 문제를 해결해보자.

질량이 단독으로 등장하면 언제나 질량보존+몰수로 전환! <세 줄 치기> 풀이를 하지 않아도 충분히 풀어낼 수 있는 문제.

[문제 풀이]

I에서 반응 전 전체 질량은 83w이다. 따라서 반응 후 남은 반응물의 질량과 생성물의 질량의 합은 83w가 되어야 한다. 이 둘의 비는 $\frac{66}{17}$ 이므로 실제 값으로 바꾸어 주면 $\frac{66w}{17w}$ 가 된다. 같은 방법으로 II에서 반응 전 전체 질량이 49w인 것을 이용하면 $\frac{33}{16} = \frac{33w}{16w}$ 로 사용할 수 있다. 반응 전 A의 양은 I, II에서 같고 B의 양은 I이 II의 3배이다. 반응 후 생성물의 질량은 I에서가 II에서의 2배이므로 반응 비 역시 I에서가 II에서의 2배가 되어야 한다. 따라서 II에서는 B가 한계반응물, I에서는 A가 한계반응물이 된다.

I에서 반응 후 남은 B 17wg를 n몰이라 하고, II에서 반응 후 남은 A 16wg를 m몰이라 하자. I에서 A 2m몰이 반응하므로 반응 후 생성되는 기체는 C 4m몰이다. 따라서 I에서 반응 후 전체 기체의 양은 (n+4m)몰이다. II에서 B n몰이 반응하므로 반응 후 생성되는 기체는 C n몰이다. 따라서 II에서 반응 후 전체 기체의 양은 (n+m)몰이다. 즉 (n+4m) : (n+m) = 2 : 1 이므로 n : m = 2 : 1 이다. 이를 토대로 I, II에서 반응 전후의 물질의 조성을 나타내면 다음과 같다.

실험	반응 전	반응 후
I	A 2몰 32wg	B 2몰 17wg
	B 6몰 51wg	C 4몰 D 6몰
II	A 2몰 32wg	A 1몰 16wg
	B 2몰 17wg	C 2몰 B 3몰

같은 몰수일 때 질량비가 곧 분자량 비다. II에서 A와 B는 같은 몰수로 존재하고 있으므로 그 때의 질량비를 분자량 비로 쓸 수 있다. 따라서 $\frac{\text{B의 분자량}}{\text{A의 분자량}} = \frac{17}{32}$ 이다.

$\frac{\text{I에서 D의 단위 부피당 질량}}{\text{II에서 D의 단위 부피당 질량}}$ 은 D에 관한 값이므로 질량비를 몰수비로 바꾸어 사용할 수 있다. 실린더 속 고체의 부피는 무시하므로 단위 부피는 곧 실린더에 존재하는 전체 기체의 몰수이다. 따라서

$$\frac{\text{I에서 D의 단위 부피당 질량}}{\text{II에서 D의 단위 부피당 질량}} = \frac{\frac{6}{6}}{\frac{3}{3}} = 1 \text{이다.}$$

즉 반응 후 $\frac{\text{I에서 D의 단위 부피당 질량}}{\text{II에서 D의 단위 부피당 질량}} \times \frac{\text{B의 분자량}}{\text{A의 분자량}} = \frac{17}{32} \times 1 = \frac{17}{32}$ 이다.

답) ③