

@nitro\_chemistry

# 2024 수능대비 화학 I 주간지

위클리 부스터  
- WEEK 2 -



제작 | 수능화학연구팀Nitro

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

# [ 목차 ]

## 1 | 리버스 기출 분석

- 2022년 고3 10월 교육청 -

## 2 | EBS 트레이닝 & 변형문제

- 2024 수능특강 | 3 화학 반응식과 용액의 농도 -

## 3 | Nitro Original 자작문제

- 양적계산 1 / 분자의 구조 / 양자수 / 중화반응 / 양적계산 2 -



# REVERSE ANALYSIS

## WEEK 2

화학 I 리버스 기출분석 \_2주차

2022학년도 고3 10월 교육청 10번 [ pH / pOH ]

10. 표는 25 °C 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가), (나)는 각각 HCl(aq), NaOH(aq) 중 하나이다.

수용액	(가)	(나)
pH - pOH	8	10
부피(mL)	100	50

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

<보 기>

ㄱ. (가)는 HCl(aq)이다.  
 ㄴ. (나)에서  $\frac{[OH^-]}{[H_3O^+]} = 10^{10}$ 이다.  
 ㄷ.  $\frac{\text{(나)에서 } OH^- \text{의 양(mol)}}{\text{(가)에서 } H_3O^+ \text{의 양(mol)}} = 5$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

pH 값만 찾아내면 쉽게 해결할 수 있다. ㄷ 보기와 같이 비율을 물어 보는 문제는 분자, 분모의 정확한 값을 각각 구하려 하지 말고 비율만을 구하는 편이 훨씬 효율적이다.

[선지 풀이]

ㄱ. 표에서는 pH와 pOH 값의 차이를 나타내고 있는데, (가)는 중성인 7로부터 각각 4만큼씩 차이 나는 것을 알 수 있고, 이에 따라 pH 값은 3이다. 같은 방식으로 (나)에서는 7로부터 각각 5씩 차이 나기 때문에 pH값이 12임을 알 수 있다. 따라서 (가)는 HCl(aq), (나)는 NaOH(aq)이다. (O)

ㄴ. (나)에서 pH값이 12, pOH값이 2이므로  $\frac{10^{-2}}{10^{-12}} = 10^{10}$ 이다. (O)

ㄷ. mol수는 몰농도×부피로 알아낼 수 있다. (나)에서 pOH값은 2, (가)에서 pH값은 3 이므로 몰농도 비는 (나) : (가) = 10 : 1이고, 부피는 표에 나와있듯이 (나) : (가) = 1 : 2 이므로  $10 \times \frac{1}{2} = 5$ 임을 알 수 있다. (O)

답) ⑤

2022학년도 고3 10월 교육청 16번 [ 등위원소 ]

16. 다음은 용기에 들어 있는 기체 XY에 대한 자료이다.

- XY를 구성하는 원자는  ${}^a\text{X}$ ,  ${}^{a+2}\text{X}$ ,  ${}^b\text{Y}$ ,  ${}^{b+2}\text{Y}$ 이다.
- ${}^a\text{X}$ ,  ${}^{a+2}\text{X}$ ,  ${}^b\text{Y}$ ,  ${}^{b+2}\text{Y}$ 의 원자량은 각각  $a$ ,  $a+2$ ,  $b$ ,  $b+2$ 이다.
- 양성자수는  ${}^b\text{Y}$ 가  ${}^a\text{X}$ 보다 2만큼 크다.
- 중성자수는  ${}^{a+2}\text{X}$ 와  ${}^b\text{Y}$ 가 같다.
- 질량수 비는  ${}^a\text{X} : {}^{b+2}\text{Y} = 2 : 3$ 이다.

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

- <보 기>
- ㄱ.  $b = a + 2$ 이다.
  - ㄴ. 질량수 비는  ${}^{a+2}\text{X} : {}^b\text{Y} = 7 : 8$ 이다.
  - ㄷ. 분자량이 다른 XY는 4가지이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

등위원소와 원자를 구성하는 양성자와 중성자와 질량의 관계를 이해하고 있다면 쉽게 풀 수 있는 문제이다. 수능 화학 I을 준비하는 학생들이라면 어렵지 않게 풀었을 것이다. 그러나 무슨 일이 일어날지 모르는 게 바로 시험장이다. 당황해 어느 것부터 손대야 할지 모르겠다면 우리가 아는 양성자와 중성자, 그리고 질량의 관계를 한번 정리해보자.

[문제 풀이]

원자 X의 양성자수를  $x$ , 원자 Y의 양성자수를  $y$ 라고 했을 때 문제에서 주어진 원자들을 표로 나타내면 다음과 같다.

	${}^a\text{X}$	${}^{a+2}\text{X}$	${}^b\text{Y}$	${}^{b+2}\text{Y}$
양성자	$x$	$x$	$y$	$y$
중성자	$a-x$	$(a+2)-x$	$b-y$	$(b+2)-y$
질량	$a$	$a+2$	$b$	$b+2$

문제에서 주어진 자료를 이용하면,

- $y = x + 2$  ..... ①
- $(a+2) - x = b - y$  ..... ②
- $a : b + 2 = 2 : 3$  ..... ③

세 식을 구할 수 있다. ①과 ②를 연립하면  $a = b - 4$ 가 나오고 이를 ③과 연립하면  $a = 12$ ,  $b = 16$ 을 구할 수 있다. 이때 XY의 분자량은 28, 30, 32로 3가지가 나온다.

답) ②

2022학년도 고3 10월 교육청 17번 [양적계산]

17. 다음은 금속 A, B와 관련된 실험이다. A, B의 원자량은 각각 24, 27이고,  $t^{\circ}\text{C}$ , 1 atm에서 기체 1 mol의 부피는 25 L이다.

[화학 반응식]

- $\text{A}(s) + 2\text{HCl}(aq) \rightarrow \text{A}\text{Cl}_2(aq) + \text{H}_2(g)$
- $2\text{B}(s) + 6\text{HCl}(aq) \rightarrow 2\text{B}\text{Cl}_2(aq) + 3\text{H}_2(g)$

[실험 과정 및 결과]

- $t^{\circ}\text{C}$ , 1 atm에서 충분한 양의  $\text{HCl}(aq)$ 에 ㉠ 금속 A와 B의 혼합물 12.6 g을 넣어 모두 반응시켰더니 15 L의  $\text{H}_2(g)$ 가 발생하였다.

㉠에 들어 있는 B의 양(mol)은? (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

- ① 0.05    ② 0.1    ③ 0.15    ④ 0.2    ⑤ 0.3

[Comment]

사실 ‘이 문제를 풀 수 있는가 없는가’를 논의하는 것은 그리 중요하지 않다. 시간만 준다면 어떻게든 풀어 낼 테니. 우리에게 중요한 것은 ‘과연 얼마나 합리적으로, 노동을 줄여가며 짧은 시간 내에 문제를 해결해 나갈 것인가?’이다. 숫자를 다루는 적당한 센스만 있다면 간단한 식을 도출해낼 수 있다. 풀이를 잘 참고해 자신만의 센스를 기르려고 노력하자.

[문제 풀이]

㉠에 들어있는 A의 양을  $a$  mol, B의 양을  $2b$  mol이라 하자. 우린  $\text{H}_2$ 의 양을 다루어야 하는데, A와 관련된 화학반응식에서는 A와  $\text{H}_2$ 의 계수가 같으므로 그리 복잡하지 않지만 B와 관련된 화학반응식에서는 B와  $\text{H}_2$ 의 계수비가 2:3이므로 비를 맞추어 미지수를 정하면 편하다.

A  $a$  mol, B  $2b$  mol과 반응하여 생성된  $\text{H}_2$  15 L의 mol수는  $\frac{15\text{L}}{25\text{L}} = 0.6$ 이다. A의 양을  $a$  mol 넣었을 때 생성되는  $\text{H}_2$ 의 양은  $a$  mol이고, B의 양을  $2b$  mol 넣었을 때 생성되는  $\text{H}_2$ 의 양은  $3b$  mol이다. 따라서  $a + 3b = 0.6 \dots\dots$  (I)이다.

A, B의 원자량은 각각 24, 27이고, A, B 혼합물의 무게는 12.6 g이므로  $24 \times a + 27 \times 2b = 12.6$ ,  $4a + 9b = 2.1 \dots\dots$  (II)이다.

식 I에 3배를 하여 식 II와 연립하면  $a = 0.3$ ,  $b = 0.1$ 이다. 우리가 구하는 것은 ㉠에 들어 있는 B의 양(mol), 즉  $2b$ 이므로  $2b = 0.2$ 이다.

답) ④

2023학년도 고3 10월 모의고사 19번 [양적계산]

19. 다음은 A와 B가 반응하여 C를 생성하는 반응 (가)와 C와 B가 반응하여 D를 생성하는 반응 (나)에 대한 실험이다.  $c, d$ 는 반응 계수이다.

[화학 반응식]  
 (가)  $A + B \rightarrow cC$   
 (나)  $2C + B \rightarrow dD$

[실험 I]

○ A  $8wg$ 이 들어 있는 용기 I에 B를 조금씩 넣어가면서 반응 (가)를 완결시켰을 때, 넣어 준 B의 총 질량에 따른  $\frac{C의 양(mol)}{전체 물질의 양(mol)}$ 은 다음과 같았다.

넣어 준 B의 총 질량(g)	$3w$	$6w$	$16w$
$\frac{C의 양(mol)}{전체 물질의 양(mol)}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$

[실험 II]

○ 용기 II에 C  $8wg$ 과 B  $3wg$ 을 넣고 반응 (나)를 완결시켰을 때  $\frac{D의 양(mol)}{전체 물질의 양(mol)} = \frac{4}{5}$ 이었다.

$\frac{D의 분자량}{C의 분자량}$ 은? [3점]

- ①  $\frac{5}{4}$       ②  $\frac{7}{5}$       ③  $\frac{3}{2}$       ④  $\frac{11}{7}$       ⑤  $\frac{23}{14}$

[Comment]

화학반응식의 반응 계수에 따라 반응 완결 후 전체 물질의 양은 증가, 일정, 감소하게 될 것이다. 넣어주는 한계반응물에 따른 전체 물질의 양의 변화가 어떻게 일어나는지 알아채면 계수 문제는 쉽게 CLEAR!

[문제 풀이]

[실험 I]의 표를 보자. 넣어 준 B의 총 질량(g)이  $3wg$ 에서  $6wg$ 로 증가할 때,  $\frac{C의 양(mol)}{전체 물질의 양(mol)}$  역시 증가하지만,  $6wg$ 에서  $16wg$ 로 증가할 때는  $\frac{C의 양(mol)}{전체 물질의 양(mol)}$ 이 감소한다. 이는 한계 반응물이 A로 바뀌는 지점이  $6wg$ 와  $16wg$  사이라는 뜻이다.

B  $3wg$ 와  $6wg$ 의 반응을 비교해보면 넣어준 B의 양이 2배 늘었으니 생성물인 C의 양도 2배 늘게 된다.  $\frac{C의 양(mol)}{전체 물질의 양(mol)}$  또한 2배 늘은 것을 보아, 전체 물질의 양은 변화가 없다는 것을 알 수 있다.

전체 물질의 양이 변화가 없으려면 반응하는 A의 양과 생성되는 C의 양이 같아야하므로, A와 C의 반응계수는 같아야한다. 따라서 (가)의 반응 계수  $c$ 는 1이다. [실험 I]을 먼저 해석하면, 전체 물질의 양이 변화가 없으므로 A  $8wg$ 는  $8mol$ 이기에 A의 분자량은  $w$ , B  $3wg$ 이  $3mol$ 이기에 B의 분자량 또한  $w$ 가 된다. 질량 보존의 법칙에 의해 C의 분자량은  $2w$ 가 된다.

[실험 II]은 C  $4mol$ 과 B  $3mol$ 이 반응하여 D를 생성하는 실험으로 볼 수 있다. C와 B는 2 : 1로 반응하기 때문에, [실험 II]에서 한계반응물은 C라 할 수 있다.

	2C	+	B	→	dD
초기	4		3		
변화	-4		-2		+2d
최종	0		1		2d

반응 완결 후,  $\frac{D의 양(mol)}{전체 물질의 양(mol)} = \frac{2d}{1+2d} = \frac{4}{5}$  라는 식이 나오고, (나)의 반응 계수  $d$ 는 2이고, 질량 보존의 법칙에 의해 D의 분자량은  $\frac{5}{2}w$ 가 된다. 따라서,  $\frac{D의 분자량}{C의 분자량}$ 은  $\frac{5}{4}$ 가 된다.

답) ①

2022년 고3 10월 모의고사 20번 [ 중화반응 ]

20. 표는  $aM X(OH)_2(aq)$ ,  $bM HY(aq)$ ,  $cM H_2Z(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 I~III에 대한 자료이다. ㉠, ㉡은 각각  $bM HY(aq)$ ,  $cM H_2Z(aq)$  중 하나이고, 수용액에서  $X(OH)_2$ 는  $X^{2+}$ 과  $OH^-$ 으로,  $HY$ 는  $H^+$ 과  $Y^-$ 으로,  $H_2Z$ 는  $H^+$ 과  $Z^{2-}$ 으로 모두 이온화된다.

혼합용액		I	II	III
혼합 전 수용액의 부피 (mL)	$aM X(OH)_2(aq)$	V	V	V
	㉠	10	0	10
	㉡	0	20	20
$\frac{\text{음이온의 양(mol)}}{\text{양이온의 양(mol)}}$		$\frac{5}{4}$		$\frac{7}{6}$
Y <sup>-</sup> 과 Z <sup>2-</sup> 의 물 농도(M)의 합(상댓값)			5	7

$V \times \frac{b+c}{a}$ 는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며,  $X^{2+}$ ,  $Y^-$ ,  $Z^{2-}$ 은 반응하지 않는다.)

- ①  $\frac{20}{3}$       ② 10      ③  $\frac{40}{3}$       ④ 50      ⑤ 80

[Comment]

- I과 III 용액이 산성인지 염기성인지로 나누어 문제를 풀이한다.
- 양이온과 음이온 전하량이 일정하고 합이 0이라는 것을 이용한다.

[문제 풀이]

양이온과 음이온의 전하량의 합은 0이다.

I 용액의  $\frac{\text{음이온의 양(mol)}}{\text{양이온의 양(mol)}}$ 이  $\frac{5}{4}$ 임을 이용하면, ㉠이  $HY(aq)$ 일 때,

I 용액이 산성이라면, 음이온은  $Y^-$ 가 남고 양이온은  $X^{2+}$ 과  $H^+$ 가 남으므로  $Y^-$ 의 전하량이 -5일 때,  $X^{2+}$ 과  $H^+$ 양의 비율이  $X^{2+}:H^+=1:3$ 이라면 전하량의 합이 +5가 가능하다.

I 용액이 중성이라면, 음이온은  $Y^-$ 가 남고 양이온은  $X^{2+}$ 만 남으므로 음이온의 전하량과 양이온의 전하량이 합이 0이 되지 않는다.

I 용액이 염기성이라면, 음이온은  $Y^-$ 와  $OH^-$ 가 남고 양이온은  $X^{2+}$ 만 남으므로  $X^{2+}$ 의 전하량이 +8일 때 음이온 전하량의 합이 -8이 나올 수가 없다.

따라서 I 용액이 산성일 때만 ㉠이  $HY(aq)$ 일 수 있다.

㉡이  $H_2Z(aq)$ 일 때,

I 용액이 산성이라면, 음이온은  $Z^{2-}$ 가 남고 양이온은  $H^+$ 과  $X^{2+}$ 가 남으므로  $Z^{2-}$ 의 전하량이 -10일 때, 양이온의 전하량의 합이 +10이 될 수 없다.

I 용액이 중성이라면, 음이온은  $Z^{2-}$ 가 남고 양이온은  $X^{2+}$ 가 남으므로  $Z^{2-}$ 의 전하량이 -10일 때, 양이온의 전하량이 +8이므로 양이온, 음이온 전하량이 합이 0이 되지 않는다.

I 용액이 염기성이라면, 음이온은  $Z^{2-}$ 과  $OH^-$ 가 남고 양이온은  $X^{2+}$ 가 남으므로 양이온의 전하량이 +8일 때  $Z^{2-}$ 과  $OH^-$  양의 비율이  $Z^{2-}:OH^-=3:2$ 라면 음이온 전하량의 합이 -8이 될 수 있다.

따라서 I 용액이 염기성일 때만 ㉡이  $H_2Z(aq)$ 일 수 있다.

I 용액이 산성일 때,  $X^{2+}$ 과  $Y^-$  양의 비율이 1:5라는 것을 이용하여 이온 개수 비를 나타내면 다음과 같다.

	I	II	III
$X^{2+}$	1	1	1
$OH^-$	2	2	2
$H^+$	5		5
$Y^-$	5		5
$H^+$		$2x$	$2x$
$Z^{2-}$		$x$	$x$

III 용액은 산성이고  $\frac{\text{음이온의 양(mol)}}{\text{양이온의 양(mol)}}$ 이  $\frac{7}{6}$ 이므로  $\frac{5+x}{1+5+2x-2} = \frac{7}{6}$ 으로,  $x = \frac{1}{4}$ 이다.

	I	II	III
$X^{2+}$	1	1	1
$OH^-$	2	2	2
$H^+$	5		5
$Y^-$	5		5
$H^+$		$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$Z^{2-}$		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

따라서  $Y^-$ 과  $Z^{2-}$ 의 물 농도(M)의 합의 비율이 II:III=5:7이므로  $5(V+20):7(V+30) = \frac{1}{4}:\frac{1}{4}+5$  이므로 V의 값이 음수이다. 따라서 I 용액이 산성인 경우는 적합하지 않다.



I 용액이 염기성일 때,  $X^{2+}$ 과  $Z^{2-}$ 의 비율이 4:3인 것을 이용하여 이온 개수 비를 나타내면 다음과 같다.

	I	II	III
$X^{2+}$	4	4	4
$OH^-$	8	8	8
$H^+$		$y$	$y$
$Y^-$		$y$	$y$
$H^+$	6		6
$Z^{2-}$	3		3

I 용액에 양이온은  $X^{2+}$ 가 4만큼 있고 음이온은  $Z^{2-}$ 가 3,  $OH^-$ 가 2만큼 존재한다고 하면, HY가 1가 이온이므로 중화점 전까지 양이온과 음이온 수가 일정하고 중화점 이후 같은 크기로 음이온과 양이온이 증가한다. 따라서 HY를 2만큼 넣었을 때 중화점이 되고  $\frac{\text{음이온의 양(mol)}}{\text{양이온의 양(mol)}}$ 의 값이  $\frac{5}{4}$ 에서  $\frac{7}{6}$ 가 되려면 HY를 중화점에서 2만큼 더 첨가해야한다. 따라서 III용액은 HY를 4만큼 첨가한 것이다.

	I	II	III
$X^{2+}$	4	4	4
$OH^-$	8	8	8
$H^+$		4	4
$Y^-$		4	4
$H^+$	6		6
$Z^{2-}$	3		3

$Y^-$ 과  $Z^{2-}$ 의 몰 농도(M)의 합의 비율이 II:III=5:7이므로,  $5(V+20):7(V+30) = 4:7$ 이므로  $V=20$ 이다.

따라서,  $a:b:c = \frac{4}{20} : \frac{4}{20} : \frac{3}{10} = 2:2:3$ 이고,  $V \times \frac{b+c}{a} = 20 \times \frac{2+3}{2} = 50$ 이다.

답) ④

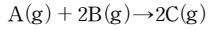


# EBS TRAINING & VARIATION

## WEEK 2

2024 수능특강 46p 2번

1. 다음은  $t^\circ\text{C}$ , 1atm 에서 A(g)와 B(g)가 반응하여 C를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더 (가)와 (나)에 A(g)와 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 각각 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다. A의 분자량은 32이다.

실린더	반응 전		반응 후	
	A의 질량 (g)	B의 질량 (g)	A 또는 B의 양	전체 기체의 부피 (L)
(가)	4	10	$a\text{ g}$	4V
(나)	16	15	$b\text{ mol}$	9V

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응 전과 후의 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

<보 기>

ㄱ.  $\frac{b}{a} = \frac{1}{10}$ 이다.

ㄴ. 분자량비는 B : C=15 : 23이다.

ㄷ. 실린더 속 C(g)의 양(mol)의 비는 (가) : (나)=9 : 8이다.

반응 후 전체 기체의 양(mol)이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

(가), (나)에서의 한계반응물만 찾으면 쉽게 풀 수 있는 문제이다. 표만 꺼려보면서 찾겠다고 애쓰지 말고, 여러 가정을 통해 빨리 모순을 발견하는 것이 좋다.

[문제 풀이]

(가)에서 반응 전 A(g)의 질량이 4g이므로  $\frac{1}{8}\text{mol}$ 이고 (나)에서 반응 전 A(g)는  $\frac{1}{2}\text{mol}$ 이며, (가)에서 B(g)의 질량 10g을  $2n\text{mol}$  이라 했을 때, (나)에서 B(g)는 15g이므로  $3n\text{mol}$ 이라고 할 수 있다.

1) (가), (나) 모두 A(g)가 한계반응물  
주어진 반응식에서 A(g)가 모두 소모된다면, B(g)와 C(g)의 계수가 같으므로, B(g)가 소모된 만큼 C(g)가 생성될 뿐이라서 (가)에서 반응 후 mol수는 반응 전 B(g)의 mol수인  $2n\text{mol}$ , (나)에서도 마찬가지로 반응 후 mol수는  $3n\text{mol}$ 이다. 전체 기체의 부피 비가 4:9, 즉, 전체 기체의 mol수 비가 4:9이기 때문에 1번 가정은 모순이다.

2) (가), (나) 모두 B(g)가 한계반응물  
주어진 반응식에서 B(g)가 모두 소모된다면, (가)에서 반응 후 전체 mol수는  $\left\{\left(\frac{1}{8}-n\right)+2n\right\}\text{mol}$ , (나)에서는  $\left\{\left(\frac{1}{2}-\frac{3n}{2}\right)+3n\right\}\text{mol}$ 이므로  $4:9=\left\{\left(\frac{1}{8}-n\right)+2n\right\}:\left\{\left(\frac{1}{2}-\frac{3n}{2}\right)+3n\right\}$ , 따라서  $n = \frac{7}{24}$ 이 된다.  
(가)에서 반응 후 남은 A(g)  $\left(\frac{1}{8}-n\right)\text{mol}$ 이 음수가 되므로 2번 가정도 모순이다. 따라서 (가)에서는 A(g)가 한계반응물, (나)에서는 B(g)가 한계반응물이다.

반응 후 (가), (나)의 mol수를 각각  $\left\{2n-\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\right\}\text{mol}$ ,  $\left\{\left(\frac{1}{2}-\frac{3n}{2}\right)+3n\right\}\text{mol}$  이라고 할 수 있으므로  $4:9=\left\{2n-\frac{1}{4}+\frac{1}{4}\right\}:\left\{\left(\frac{1}{2}-\frac{3n}{2}\right)+3n\right\}$ 이고,  $n = \frac{1}{6}$ 이다.

[선지 풀이]

ㄱ. B(g)  $2n\text{mol} = \frac{1}{3}\text{mol}$ , 10g이므로 분자량은 30이다. (가)에서 반응 후 남은 B(g)의 mol수가  $2n - \frac{1}{4}$  이므로  $a = 30 \times \frac{1}{12} = \frac{5}{2}$   
(나)에서 반응 후 남은 A(g)는  $\frac{1}{4}\text{mol}$ 이므로  $b = \frac{1}{4}$  (O)

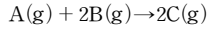
ㄴ. (가)에서 A(g) 4g과 B(g)  $\frac{15}{2}\text{g}$ 이 반응하므로 C(g)  $\frac{23}{2}\text{g}$ 이 생성되고 이는  $\frac{1}{4}\text{mol}$ 에 해당하므로 C(g)의 분자량은 46이고, B:C=30:46=15:23 (O)

ㄷ. (가)에서는 A(g)가 4g 반응하고, (나)에서는 A(g)가  $\frac{1}{4}\text{mol}$ , 즉 8g 반응하므로 구하고자 하는 분수값의 분자의 비는 1:2이다. (가)와 (나)의 비가 분모는 4:9임을 이미 알고 있으므로  $\frac{1:2}{4:9} = 9:8$ 이다. (O)

답) ⑤

2024 수능특강 46p 2번 변형문제

1. 다음은  $t^\circ\text{C}$ , 1atm 에서 A(g)와 B(g)가 반응하여 C를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 실린더 (가)와 (나)에 A(g)와 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 각각 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후 기체에 대한 자료이다. A의 분자량은 4이고,  $x < 15$  이다.

실린더	반응 전		반응 후		
	A의 질량 (g)	B의 질량 (g)	A 또는 B의 양	전체 기체의 부피 (L)	생성된 C(g)의 양(mol) 반응 후 전체 기체의 양(mol) (상대값)
(가)	$x$	25	$a\text{g}$	$2V$	9
(나)	20	28	$b\text{mol}$	$3V$	8

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 반응 전과 후의 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

<보기>

ㄱ.  $x = 12$   
 ㄴ. 분자량비는  $B:C = 7:11$ 이다.  
 ㄷ.  $\frac{a}{b} = 4$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[문제 풀이]

표에서 (가)와 (나)의  $\frac{\text{생성된 C(g)의 양(mol)}}{\text{반응 후 전체 기체의 양(mol)}}$  값의 비가 9:8, (가)와 (나)의 전체 기체의 부피 비가 2:3 이라는 조건으로  $\frac{\text{생성된 C(g)의 양(mol)}}{2:3} = 9:8$ 를 세울 수 있다. 따라서 (가)와 (나)에서 생성된 C(g)의 양(mol)의 비가 3:4이다. 각각 6mol, 8mol이라 하자.

1) (가)와 (나) 모두 A(g)가 한계반응물  
 (나)에서 A(g)가 4mol 반응, 질량으로는 20g이다. (가)에서 A(g)는 3mol 반응 이므로 질량으로는 15g이어야 하는데, 주어진 조건에서  $x < 15$ 이므로 모순이다.

2) (가)와 (나) 모두 B(g)가 한계반응물  
 반응하는 mol수비가 6mol:8mol = 3:4이므로 질량비도 3:4여야 하는데, 각각 25g, 28g이므로 모순이다.

따라서 (가)에서는 A(g)가 한계반응물, (나)에서는 B(g)가 한계반응물이다.

[선지 풀이]

ㄱ. (가)에서 A(g)가 3mol 반응하고, 분자량은 4로 주어졌으므로  $x = 12$ 이다. (O)

ㄴ. (나)에서 A(g)가 4mol 반응 즉, 16g 반응하고, B(g)는 28g 반응하므로 질량보존에 의해 C(g)는 44g 생성된다. 이때, B(g)와 C(g)의 반응 mol수비가 같으므로 분자량 비는 B(g)와 C(g)가 28:44 = 7:11이다. (O)

ㄷ. (나)에서 B(g) 8mol이 28g이었으므로 6mol은 21g이고,  $a = 25 - 21 = 4$ 이다. A(g) 20g은 5mol이므로, (나)에서 반응 후 남은 A(g)의 양은  $5 - 4 = 1(\text{mol})$ , 즉  $b = 1$ , 따라서  $\frac{a}{b} = 4$ 이다. (O)

답) ⑤

2024 수능특강 48p 6번

2. 다음은 A(g)와 B(g)의 반응에 대한 자료와 실험이다.

[자료]

- 화학 반응식 :  $A(g) + bB(g) \rightarrow cC(g)$
- $t\text{ }^\circ\text{C}$ , 1 atm에서 기체 1mol의 부피 : 24 L
- 반응 전 실린더 속 A(g)의 밀도 :  $\frac{4}{3}\text{ g/L}$

[실험 과정 및 결과]

- A(g) 4wg이 들어 있는 실린더에 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준 B(g)의 질량에 따른 전체 기체의 양(mol)은 표와 같았다.

넣어 준 B(g)의 질량(g)	6w	10w	14w	18w	22w
전체 기체의 양(mol)	$\frac{11}{16}$	$\frac{13}{16}$	$\frac{15}{16}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{11}{8}$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 곳은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은  $t\text{ }^\circ\text{C}$ , 1 atm으로 일정하다.)

< 보 기 >

ㄱ.  $\frac{b+c}{w} = 1$ 이다.

ㄴ. 넣어 준 B(g)의 질량이 16wg일 때  $t\text{ }^\circ\text{C}$ , 1atm에서 실린더 속 기체의 밀도는  $\frac{10}{3}\text{ g/L}$ 이다.

ㄷ. 넣어 준 B(g)의 질량이 20wg일 때,  $\frac{C(g)\text{의 질량}}{\text{전체 기체의 질량}} = \frac{5}{6}$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

혼합유형에서의 양적 계산이다. 혼합유형에서는 먼저 주어진 자료를 우리가 보기 편한 숫자로 고치는 것이 중요하다. 그 후 <B를 하나도 넣지 않았을 때>, <B를 넣기 시작했을 때>, <반응이 완결되었을 때>, <완결된 후 B를 추가로 넣었을 때> 총 4가지 구간으로 나누어 반응을 분석해야 한다.

<완결된 후 B를 추가로 넣었을 때> 이 구간에서는 넣은 B의 양만큼 전체 기체의 양이 늘어난다. 즉 전체 mol수가 증가한 정도를 알면, B의 양을 특정할 수 있다. 이 문제에서는 완결 후 B를 넣었을 때, 넣은 B의 mol수와 전체 기체의 양이 동일하다는 걸 이용해서 계수  $b=c$ 임을 알아낼 수 있는지가 관건!

이 문제는 선지 분석도 실력 향상에 영향을 미친다. 선지를 분석하면서 흔히 말하는 <세 줄 치기> 풀이를 하지 않고 풀 수 있으면 좋겠다. 아래 선지 풀이에 자세히 적어 놓았으니 참고하자.

[문제 풀이]

전체 기체의 양에 대한 자료가 전부 분수로 표시되어 있다. 정수로 바꾸기 위해 16n을 곱해보면 전체 기체의 양은 11n, 13n, 15n, 18n, 22n이 된다. 11n → 13n일 때는 2n만큼 증가했으나 15n → 18n으로 증가할 때는 3n만큼, 18n → 22n으로 증가할 때는 4n만큼 증가했다. 세 구간에서 mol수가 변화한 양상이 다르므로 각각 <B를 넣기 시작했을 때>, <반응이 완결되었을 때>, <완결 후 B를 추가로 넣었을 때> 세 구간이 위 자료에 분포한다고 생각할 수 있다. 18n → 22n으로 증가할 때는 4n만큼 증가했는데 이는 완결 후 이므로 증가한 4nmol이 바로 넣은 B의 양이다. 18w에서 22w로 늘어날 때 4w만큼 넣었으므로 B 4wg=4nmol 이다. 위의 내용을 토대로 표를 mol수로 정리하면 다음과 같다.

넣어 준 B(g)의 양(mol)	6n	10n	14n	18n	22n
전체 기체의 양(mol)	11n	13n	15n	18n	18n

B가 18n, 22n 들어갔을 때는 이미 완결이 된 상태다. 그 때 전체 기체의 양이 넣은 B의 양과 같다는 것은 C만 존재하는 완결점에서 넣어준 B의 양이 곧 전체 기체의 양, 즉 C의 양과 같아야 한다. 역시 완결 후에도 B를 넣은 만큼 전체 기체의 양이 늘어나야 하므로 넣어준 B의 mol수와 전체 기체의 양은 바뀌지 않는다. 이는 반응하는 B의 양과 생성되는 C의 양이 같다는 뜻이므로 둘의 계수비  $b=c$ 이다.

화학 반응식을 다시 써보면  $A + bB \rightarrow cC$ 이고, 반응 전 mol수는  $(1+b)$ , 반응 후 mol수는  $b$ 이다. 따라서 mol수 변화 양상은  $(1+b) \rightarrow b$ , 한 번 반응할 때 1mol 감소 한다고 볼 수 있다.

B를 6n에서 10n으로 늘렸을 때 전체 기체의 mol수는 11n에서 13n으로, 2n만큼 증가한다. 즉 완결 전일 때 B가 2n들어났을 때 전체 부피는 n만큼 증가한다. 따라서 B를 하나도 넣지 않았을 때(-6n) 전체 기체의 양은 8n이 되어야 한다(-3n). 맨 처음에 16n을 곱한 상태로 mol수를 표현했으므로, 최초 A의 양은  $\frac{8n}{16n} = \frac{1}{2}\text{ mol}$ 이다.

기체 1mol의 부피가 24L이므로 A = 12L이고, 밀도가  $\frac{4}{3}\text{ g/L}$ 이므로 반응 전 A의 질량은 16g이다. 반응 전 A의 질량이 4wg라고 했으므로  $w=4$ 이다.

이제  $b(=c)$ 를 구해보자. B를  $6nmol$ 에서  $10nmol$ 로 늘렸을 때 추가로 들어간 B의 mol수는  $4nmol$ 이다.  $11nmol$ 에서  $4nmol$ 이 더해진 상태에서 반응 후  $13nmol$ 이 된 것이므로 반응 전후로 mol수는  $15n \rightarrow 13n$ 로  $2nmol$ 이 감소한다. 이때 B는 완결 전이라 전부 반응하므로 B가  $4nmol$  반응할 때 전체 mol수가  $2nmol$  줄었다고 볼 수 있다. 우리가 앞서 적은 반응식에서는  $(1+b) \rightarrow b$ 로 B가  $bmol$  반응할 때 전체 mol수가  $1mol$  감소했다. 이 둘의 비율은 같아야 하므로  $4n : 2n = b : 1$ 이다. 따라서  $b=2, c=2$ 이다.

정리하면, A는 반응 전에  $\frac{1}{2}mol(16g = 4wg)$  존재했고, 완결점에서 B는  $1mol(64g = 16wg)$  존재했다. 따라서 반응 질량비, mol수비, 그리고 분자량비를 정리하면 다음 표와 같다.

	A	B	C
반응 질량비	$4w$	$16w$	$20w$
반응 mol수비	1	2	2
분자량비	2	4	5

**[선지 풀이]**

ㄱ.  $\frac{b+c}{w} = \frac{2+2}{4} = 1$ 이다. (O)

ㄴ. 아무거나 막 물어보지는 않는다. 넣어 준 B의 질량이  $16wg$ 일 때는 결국 완결점일 때, 즉 C만 존재할 때를 묻는 것이다. 이때 기체의 밀도를 물어봤는데, 반응 전 실린더에 A만 존재했을 때 밀도가  $\frac{4}{3}g/L$ 임을 알려줬다. C만 존재할 때, 밀도는 결국 <밀도비 = 분자량비>임을 이용해 A와의 분자량을 비교하면 끝이다! A와 C의 분자량비는 2:5이므로 밀도비 역시 2:5가 나와야 한다. A의 밀도는  $\frac{4}{3}g/L$ 이므로 C의 밀도는  $\frac{10}{3}g/L$ 이다. (O)

ㄷ. 넣어 준 B의 질량이  $20wg$ 일 때 반응 결과를 분석하라 하였다. 굳이 세 줄을 칠 필요가 없는 문제다. 우리가 구하는 것은 결국 질량이기 때문이다. 반응 전 A의 질량은  $4wg$ 이다. 여기에 B를  $20wg$ 넣었으니 반응 후 전체 질량은  $24wg$ 가 되어야 한다. 또한 생성된 C의 질량은 한계반응물에 의해 결정되는데, A와 B의 반응 질량비는  $4w : 16w$  이므로 A를  $4wg$ , B를  $20wg$ 넣었을 때 A가 전부 반응한다.

A가  $4wg$  반응할 때 C는  $20wg$  생성되므로  $\frac{C(g)의\ 질량}{전체\ 기체\의\ 질량} = \frac{20wg}{24wg} = \frac{5}{6}$ 이다. (O)

답) ⑤

2024 수능특강 48p 6번 변형문제

2. 다음은 A(g)와 B(g)의 반응에 대한 자료와 실험이다.

[자료]

- 화학 반응식 :  $aA(g)+bB(g) \rightarrow cC(g)$  ( $c < 6$ )
- $t^\circ\text{C}$ , 1 atm에서 기체 1mol의 부피 : 24 L
- 반응 전 실린더 속 A(g)의 밀도 :  $\frac{4}{3} \text{ g/L}$

[실험 과정 및 결과]

- A(g) 8wg이 들어 있는 실린더에 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준 B(g)의 질량에 따른 전체 기체의 양(mol)은 표와 같았다.

넣어 준 B(g)의 질량(g)	6w	9w	xw	13w	14w
전체 기체의 양(mol)	1	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{19}{12}$	$\frac{5}{3}$

- B(g)를 xwg넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 후 실린더에는 C(g)만 존재했다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 곳은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은  $t^\circ\text{C}$ , 1 atm으로 일정하다.)

<보 기>

ㄱ.  $\frac{a+b+c}{w} = 3$ 이다.

ㄴ. 넣어 준 B(g)의 질량이 xwg일 때  $t^\circ\text{C}$ , 1atm에서 실린더 속 기체의 밀도는  $\frac{10}{9} \text{ g/L}$ 이다.

ㄷ. 넣어 준 B(g)의 질량이 15wg일 때  $\frac{C(g) \text{의 질량}}{\text{전체 기체의 질량}} = \frac{20}{23}$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

문제의 구성은 크게 다르지 않게 세팅했다. 다만, 계수가 달라 mol 수 변화의 양상이 다를 것이다. 위에서 연습했던 대로 자료 먼저 보기 쉬운 숫자로 고치자. 만약 반응 처음부터 끝까지 mol수 변화 양상이 변하지 않는다면, 계수의 관계는 어떻게 될까?

[문제 풀이]

전체 기체의 양에 12n을 곱해 정수로 만들어보자. 전체 기체의 양이 12n, 15n, 18n, 19n, 20n 으로 정리되는데, B(g)를 xwg 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 후 실린더에는 C(g)만 존재한다고 했으므로 B(g)를 xwg 넣었을 때 완결점이다. 따라서 13w, 14w넣었을 때는 완결 이후이므로 넣은 B의 양 만큼 전체 기체의 양이 증가한다. 13w → 14w일 때 전체 기체의 양은 19n → 20n이므로 Bwg=nmol이다. 위의 내용을 토대로 표를 정리하면 다음과 같다.

넣어 준 B(g)의 양(mol)	6n	9n	xn	13n	14n
전체 기체의 양(mol)	12n	15n	18n	19n	20n

완결 전 B가 6n → 9n (+3n)이 되었을 때 전체 기체의 양은 12n → 15n (+3n)이 되었으므로 B를 하나도 넣지 않았을 때(-6n) 전체 기체는 6nmol이다. 따라서 반응 전 실린더에는 A가 6nmol이 존재했고, 처음에 기체의 양에 12n을 곱했으므로 A의 mol수는  $\frac{6n}{12n} = \frac{1}{2}$ 이다. 기체 1mol의 부피가 24L이므로 A = 12L이고, 밀도가  $\frac{4}{3} \text{ g/L}$ 이므로 반응 전 A의 질량은 16g이다. 반응 전 A의 질량이 8wg라고 했으므로 w = 2이다.

B가 6n → 9n일 때 3n이 추가되었는데 전체 기체의 양은 반응 전 12n, 그리고 여기에 3n이 추가되어 반응 후 15n이 되었다. 즉 반응 전후의 mol수 비가 12n → 15n란 뜻인데, 완결 전임에도 불구하고 반응 전후의 mol수 차이가 나지 않는다는 것은 반응식  $aA+bB \rightarrow cC$ 에서 반응 전 mol수비인 (a+b)와 반응 후 mol수비인 c가 같다는 것을 의미한다. 따라서 (a+b)=c이다.

반응 전 실린더에는 A가 6nmol 존재했다 하였고, 전체 기체의 양이 18nmol이 되었으니 B가 12nmol 반응해야 한다. 완결점에서는 C만 존재하므로 전체 기체의 양이 곧 C의 mol수이니 C는 18nmol 생성된다. 따라서 A와 B, C의 반응비(=계수비)는 a:b:c=1:2:3 이고, x=12이다. c < 6이라 하였으니 a=1, b=2, c=3이다.

반응 전 A는  $\frac{1}{2} \text{ mol}$  (8wg, 16g)이고 완결점에서 B는 1mol (12wg, 24g)이다. 따라서 반응 질량비, mol수비, 그리고 분자량비를 정리하면 다음 표와 같다.

	A	B	C
반응 질량비	8w	12w	20w
반응 mol수비	1	2	3
분자량비	12	9	10

## [선지 풀이]

ㄱ.  $\frac{a+b+c}{w} = \frac{1+2+3}{2} = 3$ 이다. (O)

ㄴ. B를  $xw$  넣었을 때 완결점이므로 실린더에는 C만 존재한다. 밀도비는 분자량비이므로 최초 A만 존재했을 때 밀도는  $\frac{4}{3} \text{ g/L}$ 이고, A와 C의 분자량비는 12:10이므로 B를  $xw$  넣었을 때 C의 밀도는  $\frac{4}{3} \text{ g/L} \times \frac{10}{12} = \frac{10}{9} \text{ g/L}$ 이다. (O)

ㄷ. B를  $15w$  넣었을 때는 이미 완결점이 지난 이후다. 따라서 C는  $20w$  존재해야 한다. 전체 질량은 질량 보존의 법칙에 의해 A  $8w$  + B  $15w = 23w$ 이다. 따라서  $\frac{C(g) \text{의 질량}}{\text{전체 기체의 질량}} = \frac{20}{23}$ 이다. (O)

답) ⑤



2024 수능특강 49p 8번

3. 다음은 A(aq)을 만드는 실험이다.

- (가) 소량의 물에 A(s) 36 g을 녹인 후 x mL 부피 플라스크에 모두 넣고 표시선까지 물을 넣고 섞어 1.2 M A(aq)을 만든다.
- (나) (가)에서 만든 A(aq) 300 mL에 물을 넣어 a M A(aq) 400 mL를 만든다.
- (다) (가)에서 만든 A(aq) (x - 300) mL에 A(s) 3.6 g을 추가로 녹인 후 물을 넣어 0.5 M A(aq) y mL를 만든다.
- (라) (나)에서 만든 수용액과 (다)에서 만든 수용액을 혼합하여 b M A(aq)을 만든다.

$\frac{y \times a}{x \times b}$  는? (단, A의 화학식량은 60이고, 온도는 일정하며, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.)

- ①  $\frac{11}{18}$     ②  $\frac{22}{25}$     ③  $\frac{25}{22}$     ④  $\frac{18}{11}$     ⑤  $\frac{9}{5}$

[Comment]

용액을 분배하면 녹아 있는 용질도 똑같이 분배될까? 용액의 농도는 변하지 않는다! 이렇게 생각하면 쉽게 풀 수 있다. 걱정마라, 제시한 실험과정대로 천천히 풀어나가면 된다! 용액의 희석과 혼합 문제는 1문제는 무조건 출제되니 많이 풀어서 시간을 단축시키는 것이 목표다!

[문제 풀이]

실험 과정대로 차근차근 풀어나가보자.  
 (가)에서 1.2 M A(aq)에 녹아 있는 A의 mol수는 0.6 mol이니 (가) 용액의 부피는 500 mL가 된다. 따라서  $x = 500$ 이다.

(나)의 과정은 (가)의 용액에서 300 mL를 추출하고 희석하는 과정인데, 용액을 추출하더라도 용액의 몰농도는 변하지 않으니,  $MV = M'V'$ 를 이용하면 된다.  $1.2 \times 300 = a \times 400$ ,  $a = 0.9$ 이다.

(다)의 과정은 (가)의 용액에서 200 mL를 추출하고, A(s)를 추가로 녹인 후 물을 넣어 0.5 M A(aq) y mL를 만드는 과정이다. 먼저, (가)의 200 mL에 녹아 있는 A의 mol수는 0.24 mol이고, A(s) 3.6 g은 0.06 mol이니, (다)의 용액에 녹아 있는 A의 mol수는 0.3 mol이 된다. 0.5 M A(aq)를 만들기 위해서는 용액의 부피는 600 mL가 된다. 따라서  $y = 600$ 이다.

(라)는 (나)와 (다) 용액의 혼합이다. 혼합 용액의 부피는 1 L이고, 혼합 용액에 녹아 있는 A의 mol수는 기존 0.6 mol에 추가한 0.06 mol을 더한 0.66 mol이다. 따라서  $b = 0.66$ 이다.

$$\frac{y \times a}{x \times b} = \frac{600 \times 0.9}{500 \times 0.66} = \frac{18}{11}$$

이 나와, 정답은 ④이다.

답) ④

2024 수능특강 49p 8번 변형문제

3. 다음은 X(aq)을 만드는 실험이다.

- (가) 소량의 물에 X(s) 96 g을 녹인 후 800 mL 부피 플라스크에 모두 넣고 표시선까지 물을 넣고 섞어 2.0 M X(aq)을 만든다.
- (나) (가)에서 만든 X(aq) 300 mL에 물을 넣어 a M X(aq) 500 mL를 만든다.
- (다) (가)에서 만든 X(aq) 200 mL에 X(s) 36 g을 추가로 녹여 bM X(aq)을 만든다.
- (라) 남은 (가)에서 만든 수용액과 (나)에서 만든 수용액, (다)에서 만든 수용액을 모두 혼합하여 c M X(aq)을 만든다.

$\frac{a \times b}{c}$ 는? (단, 온도는 일정하며, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.)

- ① 3      ②  $\frac{30}{11}$       ③  $\frac{5}{2}$       ④  $\frac{30}{13}$       ⑤  $\frac{15}{7}$

[문제 풀이]

실험 과정대로 차근차근 풀어나가보자.

(가)에서 2.0 M X(aq) 800 mL에 녹아 있는 X의 mol수는 1.6 mol이다. X의 분자량은  $\frac{96}{1.6} = 60$ 이다.

(나)의 과정은 (가)의 용액에서 300 mL를 추출하고 희석하는 과정인데, 용액을 추출하더라도 용액의 몰농도는 변하지 않으니,  $MV = M'V'$ 를 이용하면 된다.  $2.0 \times 300 = a \times 500$ ,  $a = 1.2$ 이다.

(다)의 과정은 (가)의 용액에서 200 mL를 추출하고, X(s)를 36 g을 추가로 녹여 bM X(aq)을 만드는 과정이다. (가)의 200 mL에 녹아 있는 X의 mol수는 0.4 mol이고, X(s) 36 g은 0.6 mol이니, (다)의 용액에 녹아 있는 X의 mol수는 1 mol이 된다. 따라서  $b = 5$ 이다.

(라)는 남은 (가)와 (나), (다) 용액의 혼합이다. 혼합 용액의 부피는 1 L이고, 혼합 용액에 녹아 있는 X의 mol수는 기존 1.6 mol에 추가한 0.6 mol을 더한 2.2 mol이다. 따라서  $c = 2.2$ 이다.

$$\frac{a \times c}{c} = \frac{1.2 \times 5}{2.2} = \frac{30}{11} \text{이 나와, 정답은 ②이다.}$$

답) ②



# NITRO ORIGINAL

## WEEK 2

화학 I Nitro Original 자작문제 \_ 2주차

01 | 양적계산 - 혼합 유형

1. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)를 생성하는 화학 반응식이다.

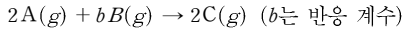
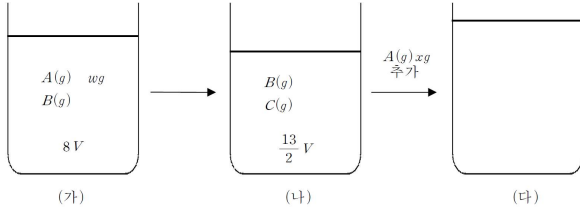


그림 (가)는 실린더에 A(g)  $wg$ 과 B(g)를 넣은 것을, (나)는 (가)의 실린더에서 반응을 완결시킨 것을, (다)는 (나)의 실린더에 A(g)  $xg$ 를 추가하여 반응을 완결시킨 것을 나타낸 것이다. 실린더 속 B(g)의 양(mol) 비는 (가) : (나) = 10 : 7이고

$\frac{\text{실린더 속 C(g)의 양(mol)}}{\text{실린더 속 전체 기체의 양(mol)}}$ 의 비는 (나) : (다) = 36 : 65이다.



$b \times x$ 는?(단, 온도와 압력은  $t^\circ C$ , 1atm으로 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

- ①  $w$       ②  $2w$       ③  $3w$       ④  $4w$       ⑤  $5w$

[Comment]

$8V, \frac{13}{2}V$ 를 그대로 놓고 풀 것인가? 부피로 표현된 양적계산에서는 이를 최대한 빨리, 가장 간단한 몰수 스케일로 바꾸는 것이 중요하다. (가)를 16mol, (나)를 13mol로 두면 반응 전후 몰수 변화를 바로 확인할 수 있다. 또, 반응 계수를 살펴보자. A의 계수와 C의 계수가 같다는 것이 무엇을 의미할까? 이것이 바로 보이지 않는 학생들은 아래 문제 풀이를 상세히 들여다보길 바란다.

[문제 풀이]

(가)를 16mol, (나)를 13mol로 두면 (가)  $\rightarrow$  (나)로 진행되는 반응은 16mol  $\rightarrow$  13mol, 3mol 감소하는 반응이다. (나)에서는 B가 남아있으므로 한계반응물은 A다.

화학 반응식을 보면  $2A + bB \rightarrow 2C$  인데 A와 C의 계수가 같다. 즉 A가 반응한 만큼 C가 생성된다는 것을 알 수 있다. 또한 화학 반응식에서 반응 전후 몰수비를 보면  $(2+b) \rightarrow 2$ 로 한 번 반응할 때 전체 몰수는  $b$ 만큼 감소한다. 결국 반응 전후 몰수 차이는 반응한 B의 몰수와 같다. 실린더 속 B의 몰수비는 (가):(나)=10:7인데 그 차이는 3이다. 전체 몰수는 16mol에서 13mol로 3mol 감소하므로, 문제에서 주어진 비율을 그대로 B의 몰수로 바꾸어 쓸 수 있다. 따라서 기체 16mol이 존재하는 (가)에는 B가 10mol, 나머지 A가 6mol 존재하고 (나)에는 B가 7mol, C가 6mol 존재한다. A가 6mol 반응할 때 B는 3mol 반응했으므로 둘의 반응비(계수비)는 2:1이다. 따라서  $b=1$ 이다.

(나)에서  $\frac{\text{실린더 속 C(g)의 양(mol)}}{\text{실린더 속 전체 기체의 양(mol)}}$ 를 구해보면  $\frac{6}{13}$ 이다.

문제에서 주어진 비를 이용하면 (다)에서 해당 값의 실제값은  $\frac{6}{13} \times \frac{65}{36} = \frac{5}{6}$ 이다. 즉 (다)의 전체 기체의 몰수가 6nmol이라 하면 C의 몰수는 5n몰, A와 B중 하나의 물질의 몰수가 nmol이라고 할 수 있다. (나)에서 (다)로 반응이 진행될 때 B가 한계반응물이라는 가정을 하고 반응을 진행시키면 다음과 같다.

	2A	+	B	$\rightarrow$	2C
처음	18mol		7mol		6mol
반응	-14mol		-7mol		+14mol
나중	$n=4$		0		20
					=5nmol

$n=4$ 이므로 위와 같이 표를 채울 수 있다. (A가 한계반응물이라 풀면 모순이 나온다. 애초에 A는 양이 어느 정도인지 알 수 없으므로 B를 한계반응물이라고 가정하는 풀이를 먼저 하는 게 가장 합리적이다. 실제로 그렇게 의도했다.)

(가)에서 A  $wg$ 을 6mol이라 정했다. 따라서 (나)  $\rightarrow$  (다)로 진행할 때 넣은 A는 18mol이므로  $x=3wg$ 이다. 따라서  $b \times x = 3w$ 이다.

답) ③

**02 | 분자의 구조**

2. 다음은 2주기 원소로 구성된 분자 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- 구성 원자의 원자가 전자 수는 각각 4, 6, 7 중 하나이다.
- (가)~(다)에서 중심 원자는 1개이고, 나머지 원자는 모두 중심 원자와 결합한다.
- (가)~(다)에서 구성 원자는 옥텟 규칙을 만족한다.

분자	(가)	(나)	(다)
원자 수	3	4	5
공유 전자쌍 수 비공유 전자쌍 수 (상댓값)	6	3	2

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

- ㄱ. (가)와 (나)에는 모두 2중 결합이 있다.
- ㄴ. (가)와 (다)의 쌍극자 모멘트는 0이다.
- ㄷ. (나)의 분자 구조는 평면 삼각형이다.

- ① ㄴ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄱ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

**[Comment]**

‘킬러문항’은 아니지만, 시간을 뺏기에는 충분한 문제유형 중 하나이다. 2단원과 마찬가지로 3단원 또한 실수하면 등급이 바뀌기에 문제에 익숙해지고, 빠르게 풀면 된다!

**[문제 풀이]**

구성 원자의 원자가 전자 수는 각각 4, 6, 7 중 하나이기에 구성 원자는 C, O, F이다. 중심 원자는 1개이고, 나머지 원자는 모두 중심 원자와 결합하기 때문에, 중심 원자는 C, O만이 될 수 있고, 가능한 분자의 경우는 CO<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, OF<sub>2</sub>, COF<sub>2</sub>이다.

분자	CO <sub>2</sub>	CF <sub>4</sub>	COF <sub>2</sub>	OF <sub>2</sub>
원자 수	3	5	4	3
공유 전자쌍 수	4	4	4	2
비공유 전자쌍 수	4	12	8	8
공유 전자쌍 수 비공유 전자쌍 수	1	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$

따라서 (가)는 CO<sub>2</sub>, (나)는 COF<sub>2</sub>, (다)는 CF<sub>4</sub>이다.

**[선지 풀이]**

- ㄱ. (가)와 (나)에는 모두 2중 결합(C=O)이 존재한다.
- ㄴ. (가)와 (다)는 모두 무극성 분자로 각 분자의 쌍극자 모멘트는 0이다.
- ㄷ. (나)는 중심 원자에 3개의 원자가 결합된 분자이기에 평면 삼각형 구조를 갖는다.

답) ⑤

03 | 양자수

3. 다음은 바닥상태 원자 X~Z에 대한 자료이다.  $n$ 은 주 양자수이고,  $l$ 은 방위(부)양자수이다.

○ X~Z의 전자 배치에 대한 자료

원자	X	Y	Z
2p오비탈에 들어 있는 전자 수	$2a$	$a$	
원자가 전자가 들어 있는 오비탈의 $n+l$	$b+1$	$b$	$b-2$

- X와 Z의 홀 전자수는 같다.
- X~Z는 공유결합을 통해 분자형태로 존재한다.

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

<보 기>

- ㄱ.  $a+b=6$ 이다.
- ㄴ. Z의 오비탈의 에너지 준위는 주양자수에 의해 정해진다.
- ㄷ. Y의 2p오비탈에 들어 있는 전자들은 모두 같은 값의 스핀 자기 양자수를 가진다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄷ      ④ ㄱ, ㄴ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

양자수는 흔히 말하는 '킬러문항' 정도의 난이도를 가진 않지만, 평가원 기출엔 2~3문항씩 출제되고 있어 실수하면 한 등급이 떨어질 수 있어 실수를 방지하기 위해 해당 문제를 만들었다.

이 문제는 비교적 많은 정보를 문제에서 주어지고 있다. 문자가 많다고 귀찮아하지 않고 하나하나 풀어나가면 쉽게 답을 맞출 수 있다.

[문제 풀이]

우선 2p오비탈엔 최대 6개의 전자가 들어갈 수 있다. Y는 2p오비탈에 전자가 모두 채워지지 않아 2주기 원자이며 동시에 원자가 전자가 들어 있는 오비탈은 2p가 되어  $b=3$ 이다. Z의 원자가 전자가 들어 있는 오비탈의  $n+l$ 은 1이 되어 H 또는 He이 된다. 하지만 조건에서 '공유결합을 통해 분자형태로 존재한다.'라고 주어져 있기 때문에 Z는 H가 된다.

이를 통해 가능한 X는 Al 또는 Cl지만 공유결합을 하는 원자는 Cl이다. 따라서 X~Z는 순서대로 Cl, N, H이 된다.

[선지 풀이]

ㄱ.  $a+b=6$ 이다. (O)

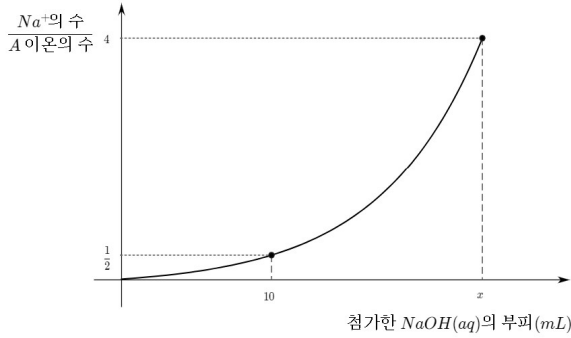
ㄴ. Z는 H로 수소 오비탈의 에너지 준위는 주양자수에 의해 결정된다. (O)

ㄷ. Y는 N로 N의 2p오비탈엔 3개의 같은 방향의 스핀을 가진 전자들이 채워져있다. (O)

답) ⑤

04 | 중화반응

4. 그림은 HCl(aq) 20mL에 NaOH(aq)  $x$ mL를 첨가할 때, 첨가한 NaOH(aq)의 부피에 따른 혼합 용액의  $\frac{\text{Na}^+\text{의 수}}{\text{A 이온의 수}}$ 를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- < 보 기 > —
- ㄱ. A 이온은  $\text{H}^+$ 이다.
  - ㄴ. 단위 부피당 이온 수의 비는  $\text{HCl(aq)}:\text{NaOH(aq)} = 3:2$ 이다.
  - ㄷ.  $x = 24$ 이다.

- ① ㄱ      ② ㄷ      ③ ㄱ, ㄴ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

중화반응이 일어나면서 알짜 이온과 구경꾼 이온 수의 변화를 바로 알아채면, 쉽게 풀 수 있는 문제 중 하나다.

[선지 풀이]

ㄱ. HCl(aq)에 NaOH(aq)를 첨가할 때,  $\text{Cl}^-$ 는 일정,  $\text{H}^+$ 는 감소,  $\text{Na}^+$ 는 증가한다. 만약 A 이온이  $\text{Cl}^-$ 이라면, 그래프의 기울기가 일정해야하지만, 그렇지 않기 때문에 A 이온은  $\text{Cl}^-$ 이 될 수 없다. 또한 A 이온이  $\text{OH}^-$ 이라면, 초반 반응에서 분모가 0이기에 그래프가 그려질 수 없다. 따라서 A 이온은  $\text{H}^+$ 이다. (O)

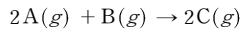
ㄴ. HCl(aq)의 몰농도를  $a$ M, NaOH(aq)의 몰농도를  $b$ M이라고 했을 때, 첨가한 NaOH(aq)의 부피가 10mL일 때,  $\frac{\text{Na}^+\text{의 수}}{\text{A 이온의 수}} = \frac{10b}{20a - 10b} = \frac{1}{2}$ 이다. 식을 정리하면  $a = \frac{3}{2}b$ 이고, 따라서 단위 부피당 이온 수의 비는  $\text{HCl(aq)} : \text{NaOH(aq)} = 3:2$ 이다. (O)

ㄷ. 첨가한 NaOH(aq)의 부피가  $x$ mL일 때,  $\frac{\text{Na}^+\text{의 수}}{\text{A 이온의 수}} = \frac{xb}{20a - xb} = \frac{xb}{(30 - x)b} = 4$ ,  $x = 24$ 이다. (O)

답) ⑤

05 | 양적계산

5. 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)를 생성하는 화학 반응식이다.



표는 xg의 A(g)가 들어 있는 실린더에 B(g)를 첨가하여 반응을 진행시킬 때, 첨가한 B(g)의 질량에 따른 생성된 C(g)의 질량을 나타낸 것이다.

첨가한 B의 질량(g)	2	3	5	8
생성된 C의 질량(g)	4	6	y	10

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. x=5이다.  
 ㄴ. y=8이다.  
 ㄷ. 반응 후 남은 B(g)와 생성물의 몰수가 같아지는 시점은 B를 15g 넣었을 때이다.

- ① ㄱ      ② ㄴ      ③ ㄱ, ㄷ      ④ ㄴ, ㄷ      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

A와 B의 몰비(반응식의 계수)가 주어져 있으므로, 표 조건을 통해 질량비를 알아내면 문제를 쉽게 해결할 수 있다.

수험생은 시험장에서 ㄷ 유형의 보기를 마주했을 때, B를 정확히 얼마 넣어야 하는지를 구하기보다는 15g이 맞는지만 확인하고 빨리 다음 문제로 넘어가는 것이 좋다.

[문제 풀이]

첨가한 B의 질량이 2g에서 3g으로 증가할 때 생성된 C의 질량이 증가한다. 따라서 B가 2g일 때는 B가 전부 반응하였고, 질량 보존의 법칙을 통해 A와 B가 각각 2g씩 반응하였음을 알 수 있다. 즉, 반응 과정에서 A와 B의 질량비는 1:1이다.

[선지 풀이]

ㄱ, ㄴ. 첨가한 B의 질량이 8g일 때, 생성된 C의 질량은 10g인데, 이는 A와 B가 각각 5g씩 반응하였음을 의미한다. 따라서 초기 A의 질량은 5g이고, y값은 10이다. (ㄱ. O, ㄴ. X)

ㄷ. 반응 과정에서 A, B, C의 질량비는 1:1:2 이고, 주어진 반응식을 통해 몰수비는 2:1:2 임을 알 수 있다.

따라서 분자량의 비는  $\frac{1}{2} : \frac{1}{1} : \frac{2}{2}$  즉, 1:2:2 이다.

반응 후 B가 남아야 하므로 A가 한계반응물이어야 하고, B와 C의 몰수가 동일하기 위해서는 B, C의 질량 역시 같아야 한다.

초기 A의 질량이 5g이므로, C는 총 10g 생성되고, 남은 B의 질량이 10g이 되어야 하므로, 초기 B의 질량은 15g이어야 한다. (O)

답) ③