

스포 방지를 위해 여백을 뒀습니다. 스크롤 천천히 내리면서 푼 다음 해설을 읽으세요. 중간에 말투가 여러번 바뀌는데, 반년에 걸쳐 천천히 작업한 문서라 그렇습니다.

**07** [22024-0045] 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 용기에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후
	A(g)의 양(mol)	B(g)의 양(mol)	$\frac{C(g) \text{의 양(mol)}}{\text{전체 기체의 양(mol)}}$
I	2	3	$x$
II	3	12	$x$

$b \times x$ 는?

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

관련 칼럼 : <https://cafe.naver.com/pnmath/2860924>

0. 위 글에 의해 (생성된 C의 양/전체 기체의 양) 이 같으면, (생성된 C의 양/반응 전 전체 기체의 양)도 같다.

1. 따라서 실험 II를 3으로 나눠주면, 반응 전 전체기체의 양이 같아지고, 생성된 C의 양이 같아진다. 즉 반응량이 같다.

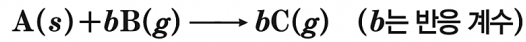
2. 실험 I은 A 2 mol B 3 mol, 실험 II(3으로 나눔)는 A 1 mol B 4 mol로 존재하는데, 반응량이 같으므로 1 mol : 3 mol로 반응했음을 알 수 있다.

3. 따라서  $b=3$ . 실험 I을 반응시켜보면 A 1 mol, C 2 mol이므로  $x = \frac{2}{3}$ . 따라서 답은 2 (⑤)

07

[22024-0057]

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



표는 용기에 A(s)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후에 대한 자료이다. 분자량비는 B : C = 1 : 2이다.

실험	반응 전		반응 후
	A(s)의 질량(g)	B(g)의 질량(g)	전체 기체의 질량(g)
I	2w	w	x
II	w	y	1.5x

$\frac{y}{x}$ 는?

①  $\frac{1}{2}$

②  $\frac{3}{4}$

③ 1

④  $\frac{3}{2}$

⑤ 2

0. A만 고체이고 B, C는 기체이므로, 반응한 A의 질량 + 반응 전 B의 질량 = 반응 후 전체 기체의 질량을 알 수 있다.

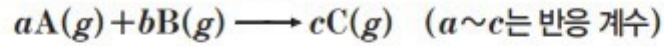
1. 분자량비가 B:C=1:2이므로, 준 화학반응식에 대입해서 생각 해 보자. B와 C의 계수가 같으니 반응 질량비가 1:1:2임을 알 수 있다.

2. 실험 I에서 A는 w 반응하므로, 0.에서의 등식에 의해  $x=2w$ 임을 쉽게 알 수 있다.

3. 실험 II에서는 반응 후 전체 기체의 질량이 3w가 되어야 하는데, 앞서 0.에서의 등식에 의해  $y=2w$ 임을 쉽게 얻을 수 있다(B가 한계이면 모순인데, 굳이 증명할 필요 없이 당연).

Comment : 반응 질량비 못 구하면 안 풀린다. 계수가 같다는 조건은 매우 크리티컬한 조건이니 잘 생각을 해 보아야 한다. 이런 문제 상황에서 0.에서의 등식을 이용하는 경우가 많으니 참고해서 알아두자.

11 [2024-0061] 다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)를 생성하는 반응의 화학 반응식이다.



표는 용기에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시켰을 때, 반응 전과 후에 대한 자료이다.

실험	용기 속 기체의 몰비	
	반응 전(A : B)	반응 후(반응물 : 생성물)
I	1 : 1	1 : 1
II	5 : 1	1 : 1

$$\frac{a+b}{c} \text{는?}$$

- ① 1                      ② 1.5                      ③ 2                      ④ 3                      ⑤ 4

1) 반응 전 전체 기체의 양에 대해 통분을 하자. 즉,  
 실험 I은 (A, B) = (3, 3) 있었다고 두고,  
 실험 II는 (A, B) = (5, 1) 있었다고 두자.

2) 반응 후 생성물의 몰분율이 같고, 통분을 했으니 반응 이전 반응물의 총 양이 같다. 따라서 반응 한 양이 같아야 함을 떠올릴 수 있다.

3) 반응한 양이 같아야 하니, I, II에서, 한계반응물이 각각 A, B임도 바로 알 수 있다.  
 두 반응에서 모두 A, B는 각각 3, 1만큼 반응한다. 두 반응 모두 반응 후 반응물이 2가 남는데, 생성물과 반응물의 비가 1:1이므로 생성되는 C의 양은 2이다.  
 따라서 계수 비 3:1:2, 답 ③

10 [22024-0234] 다음은 중화 반응 실험이다.

[자료]

○ 수용액에서  $H_2A$ 는  $H^+$ 과  $A^{2-}$ 으로 모두 이온화된다.

[실험 과정]

(가)  $a$  M  $H_2A(aq)$ ,  $b$  M  $NaOH(aq)$ ,  $c$  M  $KOH(aq)$ 을 준비한다.

(나)  $H_2A(aq)$   $V_1$  mL에  $NaOH(aq)$  20 mL를 첨가한다.

(다) (나)의 혼합 용액에서 10 mL를 취하여 비커에 넣는다.

(라) 비커에 넣은 혼합 용액 10 mL에  $KOH(aq)$   $V_2$  mL를 첨가한다.

[실험 결과]

○  $H_2A(aq)$   $V_1$  mL에 들어 있는 X 이온의 몰 농도 :  $3n$  M

○ (라) 과정 후 혼합 용액은 중성이다.

○ (나)와 (라) 과정 후 혼합 용액에 대한 자료

과정	(나)		(라)	
	X 이온	Y 이온	X 이온	Y 이온
혼합 용액 속 이온의 몰 농도(M)	$n$	$0.8n$	$dn$	$0.32n$

$\frac{b}{c} \times d$ 는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시한다.)

- ① 0.4                      ② 0.6                      ③ 0.8                      ④ 1.2                      ⑤ 1.5

추가 조건 :  $d \neq 0$

1. X는  $H_2A$ 에 존재하므로  $H^+$  or  $A^{2-}$ 인데, (라)에서 X 이온이 존재하므로 X는  $A^{2-}$ 이다. Y는 (라)에 존재하고 (나)에 존재하므로  $Na^+$ 이다.

2.  $A^{2-}$ 의 몰 농도( $3n$ )가 (나)에서 혼합 후  $\frac{1}{3}$ 배 되었으므로,  $V_1 = 10$ 이다.

3.  $Na^+$ 의 몰 농도( $0.8n$ )가 (라)에서 혼합 후  $\frac{2}{5}$ 배 되었으므로,  $V_2 = 15$ 이다.

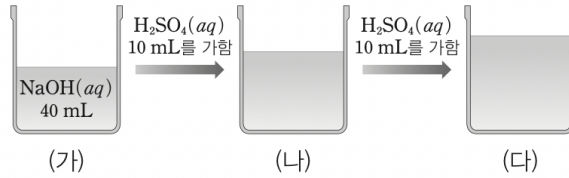
$A^{2-}$ 의 몰 농도도 같이  $\frac{2}{5}$ 배가 되어야 하므로  $d = 0.4$ 이다.

4. (나)의 부피는 30mL이므로 (나)에서  $Na^+$ 의 양은  $24n$  mmol이고, 이것이 20mL에 들어있으니  $b = 1.2n$ 이다.

5. (나)를 중화시키려면  $(n \times 2 - 0.8n) \times 30 \text{ mmol} = 36n$  mmol의  $OH^-$ 가 필요하다. (다)에서  $\frac{1}{3}$ 을 취했으니  $KOH$   $V_2$  mL에 들어있던  $OH^-$ 의 양은  $12n$  mmol이며,  $c = 0.8n$ 이다. 따라서 답은 0.6이다.

Comment) 용액을 취해도 몰 농도는 변하지 않는다.  $d = 0$ (즉 X가  $H^+$ )라고 가정하면, 풀리지 않아(Y이온의 여부에 따라 케이스가 2개 나옴) 약간 아쉬운 문항이다.

11 [2024-0235] 그림은  $x$  M NaOH(aq) 40 mL에 0.2 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(aq) 10 mL씩을 차례대로 넣을 때의 과정을 나타낸 것이다. (다)에 들어 있는  $\frac{\text{양이온의 양(mol)}}{\text{음이온의 양(mol)}} = \frac{4}{3}$ 이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 수용액에서 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>은 H<sup>+</sup>과 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>으로 모두 이온화되고, 물의 자동 이온화는 무시한다.)

보기

ㄱ. (다)는 중성 용액이다.

ㄴ.  $x=0.4$ 이다.

ㄷ. (나)에 들어 있는  $\frac{\text{양이온의 양(mol)}}{\text{음이온의 양(mol)}} = \frac{8}{7}$ 이다.

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

1. 1가 염기에 2가 산을 첨가하면,  $\frac{\text{양이온의 양}}{\text{음이온의 양}}$ 은 초기에는 1이다가 중화점까지 2로 증가하고, 이후 2로 유지된다.

따라서 (다)는 염기이며, (나)도 염기이다. ㄱ (X)

2. 용액 전체가 염기성인데 양이온:음이온 = 4:3이려면, Na<sup>+</sup>:SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> = 4:1로 존재해야 한다.

$40x:0.2 \times 20 = 4:1$ 에서  $x=0.4$ 이다. (ㄴ O)

(나)에서는 4:0.5로 존재하므로,  $\frac{\text{양이온의 양}}{\text{음이온의 양}} = \frac{8}{7}$ 이 된다. (ㄷ O)

Comment) 이런 수준의 문항에서는 표를 쓰지 않고도 풀이할 수 있어야 어려운 문항을 풀 때 계산이 빨라진다. 양이온과 음이온의 (상댓값)개수 차가 1이므로 상댓값으로 2가가 1개 존재한다고 추론할 수 있어야 한다.

12 [22024-0236] 다음은 중화 반응 실험이다.

[자료]

○ 수용액에서  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 은  $\text{H}^+$ 과  $\text{SO}_4^{2-}$ 으로 모두 이온화된다.

[실험 과정]

(가)  $2x \text{ M NaOH}(aq)$ ,  $y \text{ M H}_2\text{SO}_4(aq)$ ,  $x \text{ M HCl}(aq)$ 을 준비한다.

(나)  $\text{NaOH}(aq)$   $V \text{ mL}$ 에  $\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$   $10 \text{ mL}$ 를 첨가하여 혼합 용액 I을 만든다.

(다) I에  $\text{HCl}(aq)$   $20 \text{ mL}$ 를 첨가하여 혼합 용액 II를 만든다.

(라) II에  $\text{HCl}(aq)$   $20 \text{ mL}$ 를 추가하여 혼합 용액 III을 만든다.

[실험 결과]

○ (나)에서 생성된 물의 양 :  $0.01 \text{ mol}$

○ II는 중성이다.

○ II와 III에 대한 자료

혼합 용액	II	III
혼합 용액에 존재하는 양이온의 양(mol)	0.02	
혼합 용액에 존재하는 모든 음이온의 몰 농도 합(M)	0.3	$z$

$\frac{x \times y}{z}$ 는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시한다.)

- ① 0.1                      ② 0.2                      ③ 0.5                      ④ 0.7                      ⑤ 0.9

1. 용액 II는 중성이므로, II 존재하는 양이온은 전부  $\text{Na}^+$ 임을 쉽게 알 수 있다. 따라서 (나)과정에서 절반만큼 중화되었고, 중화된 양은 (나)=(다)임을 알 수 있다. 따라서  $10 \times 2 \times y = 20 \times 1 \times x$ 에서  $y = x$ 를 얻고, (다)에서  $\text{Cl}^- : \text{SO}_4^{2-} = 2 : 1$ 이다.

2. 따라서 용액 II에서 각 이온의 존재 비가  $\text{Na}^+ : \text{Cl}^- : \text{SO}_4^{2-} = 4 : 2 : 1$ 임을 구할 수 있다. 따라서 양이온의 몰 농도 합은  $0.4 \text{ M}$ 임을 쉽게 알 수 있고, 용액 속 양이온의 양은  $0.4(V + 30)\text{mmol}$ 이다.  $0.4 \times (V + 30) = 0.02 \times 1000$ 을 풀면  $V = 20$ 을 얻는다.

3.  $2x \text{ M NaOH}(aq)$   $20\text{mL}$ 에 존재하는  $\text{Na}^+$ 의 양이  $20\text{mmol}$ 이므로,  $40x = 20$ 에서  $x = 0.5$ 이다.

4. 용액 III은 산성이므로 용액 III에 존재하는 음이온은 전부 구경꾼 이온이다.  $\text{Cl}^-$ 의 양이 2배가 되었으므로 모든 음이온의 개수 합이  $\frac{5}{3}$ 배 될 것임을 쉽게 알 수 있다.

한편 혼합 용액의 부피는  $\frac{7}{5}$ 배 되었다. 따라서 모든 음이온의 몰 농도 합은 II에 비해  $\frac{5}{3} \times \frac{5}{7} = \frac{25}{21}$

배 된다. 따라서  $z = 0.3 \times \frac{25}{21}$ 이며, 답은  $\frac{0.5 \times 0.5}{0.3 \times \frac{25}{21}} = 0.7$ 이다.

Comment) 마지막  $z$  마무리 관점은 꽤나 유용하니 익혀두도록 하자.

표는  $t^{\circ}\text{C}$ , 1 atm에서 3가지 기체 (가)~(다)에 대한 자료이다.  $\frac{\text{(나)의 밀도}}{\text{(다)의 밀도}} = 3$ 이다.

기체	분자식	부피(L)	전체 원자 수(상댓값)	단위 질량당 전체 원자 수(상댓값)
(가)	$A_2$	$V$	2	9
(나)	$A_xB_y$	$V$	3	8
(다)	$C_yA_x$	$2V$	㉠	㉡

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

보기

ㄱ.  $\frac{y}{x} = \frac{1}{2}$ 이다.

ㄴ.  $\frac{\text{A의 원자량}}{\text{C의 원자량}} = 14$ 이다.

ㄷ.  $\frac{\text{㉡}}{\text{㉠}} = 4$ 이다.

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

- (가)와 (나)의 부피가 같은데 전체 원자수가 2:3이므로,  $x+y=3$ 을 얻는다. 또한 (나)와 (다)의 분자 당 원자 수가 같은데 부피 비가 1:2이므로, ㉠=6이다.
- 전체 원자 수를 단위 질량당 전체 원자 수로 나누면 분자량을 얻는다. 따라서 (가)와 (나)의 분자량 비는  $\frac{2}{9} : \frac{3}{8}$ 이며, (나)의 분자량은 (다)의 3배이므로 (가), (나), (다)의 분자량 비는  $\frac{2}{9} : \frac{3}{8} : \frac{1}{8} = 16 : 27 : 9$ 이며, ㉡=24도 알 수 있다. (ㄷ O)
- 앞서 구한 분자량 비를 실질값으로 두자.  $x=2$ 라면 (다)의 분자량이 9를 초과하여 모순이 되어,  $x=1$ 이고,  $y=2$ 이다. (ㄱ X)
- 분자량 비를 전부 구하려고 할 수도 있으나, 현재 ㄴ 선지만 남았고, A와 C의 원자량 비만 구하면 된다. 따라서 (가) (다)만 확인하면 되는데, 원자량  $A=8$ 이고  $C=0.5$ 이므로 아니다. (ㄴ X)

답 ②

다음은 기체의 성질에 대한 실험이다. X(g)와 Y(g)는 반응하지 않는다.

[자료]  
 ○  $t^{\circ}\text{C}$ , 1 atm에서 Y(g) V L의 질량:  $44w$  g

[실험 과정]  
 (가)  $t^{\circ}\text{C}$ , 1 atm에서 그림과 같이 X(g)와 Y(g)를 넣는다.

(나) I에서 실린더 속 기체의 밀도( $d_1$ )를 측정한다.  
 (다) 꼭지를 열고 고정 장치를 제거한 후, 충분한 시간이 흘렀을 때 실린더 속 전체 기체의 밀도( $d_2$ )와 실린더의 부피를 측정한다.

[실험 결과]  
 ○  $d_1 : d_2 = 2 : 3$ 이다.  
 ○ (다)에서 II의 부피:  $\frac{7}{6}V$  L

$\frac{a}{b} \times (a+b)$ 는? (단, 온도와 압력은  $t^{\circ}\text{C}$ , 1 atm으로 일정하고, 연결관의 부피와 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.)

- ①  $\frac{26}{11}w$       ②  $\frac{52}{11}w$       ③  $7w$       ④  $\frac{84}{11}w$       ⑤  $13w$

**추가조건 : 실린더 I 과 II의 높이는 충분한 시간이 흐르면 동일해진다.**

풀이 전 Comment) 압력이 달라지는 상황의 문제는 일반적으로 출제하기 힘들지만, 수특 수완에서 하도 강조해서 한 문제만 가져왔습니다.

- (나)상황까지는 실린더 I 만 대기압과 같다. 자료로 Y의 밀도가  $\frac{44w}{V}$  g/L임을 쫓는데, X의 밀도( $d_1$ )가  $\frac{16w}{V}$  g/L인 것도 알 수 있다.
- (다) 이후에는 기체가 균일하게 섞여 실린더 I 과 II의 기체 조성비가 같다. 앞서  $d_1$ 을 구했는데, 이에 따라  $d_2 = \frac{24w}{V}$  g/L임을 구할 수 있다.
- 24는 16(X)과 44(Y)의 2:5 내분점이다. 따라서 (다)에서 X와 Y의 존재 비가 5:2임을 구할 수 있으며, (다)에서 실린더의 높이가 같으므로 실린더 I 과 II의 부피 비는 1:2이다. 따라서 총 부피는  $\frac{7}{6}V \times \frac{3}{2} = \frac{7}{4}V$ 이므로, (다)에서 X와 Y는 (대기압 기준으로)  $\frac{5}{4}V$ ,  $\frac{1}{2}V$  존재한다. 따라서 (나)에서 실린더 II에 들어 있던 X와 Y는 각각 (대기압 기준으로)  $\frac{1}{4}V$ ,  $\frac{1}{2}V$ 였음을 구할 수 있다.
- 따라서  $a = \frac{1}{4}V \times \frac{16w}{V} = 4w$ ,  $b = \frac{1}{2}V \times \frac{44w}{V} = 22w$  임을 구할 수 있고, 답은  $\frac{52}{11}w$ (②)이다.  
 Comment)  $V=6$  또는  $V=12$ 등으로 두고 계산하면 더 쉽게 풀 수 있다.



다음은 A(aq)에 관한 실험이다. A의 분자량은 180이다.

(가) a% A(aq) 100 g을 준비한다.

(나) (가)의 A(aq)에서 x g을 취한 뒤 물을 넣어  $\frac{a}{15}$  M A(aq) 50 mL를 만든다.

(다) (나) 과정 후 남은 (가)의 A(aq)에 물을 넣어  $\frac{a}{45}$  M A(aq) y mL를 만든다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 25°C로 일정하다.)

보기

ㄱ. (나)의 A(aq)에 들어 있는 A의 양은  $\frac{a}{300}$  mol이다.

ㄴ. x=40이다.

ㄷ. y=100이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1. (가)에 들어있는 A(aq)의 질량은 a g이다.

2. (나)에서 만든 용액에는 A(aq)가  $\frac{a}{15}(\text{M}) \times \frac{1}{20}(\text{L}) = \frac{a}{300} \text{mol}$  존재한다. (ㄱ O)

3. (나)에서 A의 질량은 분자량을 곱하면  $\frac{3}{5}a$  g임을 알 수 있다. 따라서 (나)에서 취한 (가)의 A(aq)의 질량은 60 g이다. (ㄴ X)

4. (나)과정 후 남은 (가)의 A(aq)의 질량은 40 g이다. 즉 A의 양이 (나)의  $\frac{2}{3}$ 배이다. 그런데 물 농도는 (나)의  $\frac{1}{3}$ 배 이므로, 부피가 (나)의 2배임을 알 수 있다. 따라서 y=100(ㄷ O)

답 ③

퍼센트 농도인데 왜 고름?) 이 문항의 경우 퍼센트 농도-몰 농도 전환 공식이 사용 가능하지 않은 수준에서 퍼센트 농도를 집어넣었기에, 출제가 이론상 가능하다고 생각은 되어 선별했습니다. 그리고 고를 문제가 너무 없어요..ㅠ

### 03

▶ 22067-0253

표는  $t^{\circ}\text{C}$ , 1 atm에서 실린더 (가), (나)에 들어 있는  $\text{A}_2\text{B}_2(\text{g})$ 와  $\text{A}_3\text{B}_4(\text{g})$ 의 혼합 기체에 대한 자료이다. 두 기체는 서로 반응하지 않는다.

실린더	기체의 질량(g)		B 원자의 양(mol)
	$\text{A}_2\text{B}_2(\text{g})$	$\text{A}_3\text{B}_4(\text{g})$	
(가)	1.3	6.0	0.7
(나)	3.9	4.0	0.7

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

보기

- ㄱ. 원자량은 A가 B의 14배이다.
- ㄴ. (가)에 들어 있는 A 원자의 양은 0.55 mol이다.
- ㄷ. 실린더 속 전체 기체의 부피는 (나)가 (가)의 1.5배이다.

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

(실전 모의고사 2회)

1. (가)와 (나)를 비교하면,  $\text{A}_2\text{B}_2$  2.6g의 B원자의 양 (mol) =  $\text{A}_3\text{B}_4$  2.0g의 B원자의 양(mol)이다. 또한,  $\text{A}_3\text{B}_4$  2.0g의 B원자의 양(mol) = 0.2임도 알 수 있다. (물론 연립방정식을 풀어도 되나, 이렇게 값이 같은 경우엔 차를 비교한 후 계산해서 연립방정식 없이 암산이 가능하다. 물론 그냥 연립방정식을 써도 아무런 상관이 없으나, 계산 택틱이 있다는 것은 알아두자)
  2.  $\text{A}_2\text{B}_2$  2.6g의 B원자의 양 (mol) =  $\text{A}_3\text{B}_4$  2.0g의 B원자의 양(mol)인데 분자 당 B원자의 개수는 1:2이므로, 분자량 비가 13:20임을 구할 수 있고, 원자량 비는 A:B=12:1이다. (ㄱ X)
  3.  $\text{A}_3\text{B}_4$  6.0g의 B원자의 양(mol) = 0.6이므로, A의 양(mol)은 0.45이다. 비슷하게 구하면  $\text{A}_2\text{B}_2$  1.3g의 A원자의 양(mol)은 B원자의 양(mol)과 같고, 이는 0.1이다. 더하면 0.55 (ㄴ O)
  4. 앞서 구한 분자량 비를 이용하면 부피비가 4:5임을 구할 수 있다(ㄷ X)
- 답 ②

다음은 3가지 기체 (가)~(다)에 대한 자료이다.

- (가)~(다)의 질량은 모두 같다.
- X의 질량비는 (가) : (다) = 1 : 2이다.
- Z의 질량비는 (나) : (다) = 4 : 15이다.

기체	구성 원소	분자당 구성 원자 수	단위 질량당 전체 원자 수(상댓값)
(가)	X, Y	2	20
(나)	Y, Z	6	12
(다)	X, Z	7	35

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

- 보기
- ㄱ.  $\frac{\text{(다)의 양(mol)}}{\text{(가)의 양(mol)}} = \frac{1}{2}$ 이다.
  - ㄴ. (다)의 분자식은  $Z_3X_4$ 이다.
  - ㄷ. 원자량비는  $Y : Z = 6 : 7$ 이다.

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

(실전 모의고사 3회)

1. 분자당 구성 원자 수를 단위 질량당 전체 원자 수로 나누면 분자량 상대값을 얻을 수 있다. 분자량 비 (가):(나):(다) =  $\frac{1}{10} : \frac{1}{2} : \frac{1}{5} = 1 : 5 : 2$ 를 얻는다.
2. (가)~(다)의 질량이 모두 같으므로, 개수 비는 10 : 2 : 5이다. (ㄱ O)
3. (가)의 분자식은 XY로 확정된다. (가)와 (다)의 개수 비는 2 : 1인데, (가)와 (다)의 X의 총 질량비(곧 총 개수 비)가 1 : 2이므로, 분자 당 X 개수 비는 1 : 4이다. 따라서 (다)는  $Z_3X_4$ 이다. (ㄴ O)
4. 마찬가지로, (나)와 (다)의 개수 비는 2 : 5인데, Z의 개수 비가 4 : 15이므로, 분자 당 Z 개수 비는 2 : 3이다. 따라서 (나)는  $Y_4Z_2$ 이다.
5. (정해)  $\begin{cases} X+Y=1 \\ 4Y+2Z=5 \\ 4X+3Z=2 \end{cases}$ 를 풀면  $X : Y : Z = \frac{1}{20} : \frac{19}{20} : \frac{3}{5} = 1 : 19 : 12$ 이다. (ㄷ X), 답 ③
6. (별해) 이 연립방정식을 전부 풀 필요 없이, 선지대입법을 사용하자.  $Y = 6k, Z = 7k$ 라고 두고 위 연립방정식을 적으면 다음과 같다.
 
$$\begin{cases} X+6k=1 \\ 38k=5 \\ 4X+21k=2 \end{cases}$$
 의 첫 식을 변형해서  $\begin{cases} 4X+24k=4 \\ 38k=5 \\ 4X+21k=2 \end{cases}$  로 두면  $3k=2$ 를 얻고, 이는 둘째식과 모순이다.

다음은 A(aq)에 대한 실험이다.

[실험 과정]

(가) A(s)  $x$  g을 모두 물에 녹여  $a$  M A(aq) 100 mL를 만든다.

(나) (가)에서 만든 A(aq) 50 mL에 A(s)  $y$  g을 모두 녹이고 물을 넣어 A(aq) 200 mL를 만든다.

(다) (가)에서 만든 A(aq) 50 mL와 (나)에서 만든 A(aq) 50 mL를 혼합하고 물을 넣어  $b$  M A(aq) 200 mL를 만든다.

[실험 결과]

○  $a : b = 16 : 7$ 이다.

$\frac{y}{x}$  는? (단, 온도는 일정하다.)

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

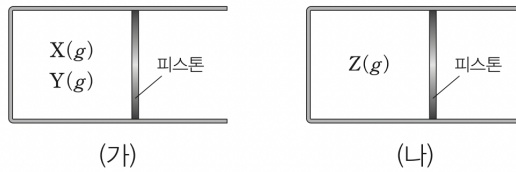
(실전 모의고사 4회)

0. 내분을 사용하기 위해, '혼합용액의 부피의 합은 혼합 전 용액의 부피 합과 같다'고 가정하자. 또한 계산의 편의를 위해  $a = 16$ ,  $b = 7$ 이라고 그냥 두자.
1. (다)에서 혼합 후 물을 넣어 희석할 때 용액의 부피가 2배가 된다. 따라서 희석 전의 물 농도는  $2b = 14$ 이다.
2. (가)에서 만든 A(aq)의 물 농도는  $a = 16$ 이고, (나)에서 만든 A(aq)와 1:1로 혼합했더니 물 농도 14이 만들어졌다 생각할 수 있다. 따라서 (나)에서 만든 용액의 물 농도는 12이다.
3. (가)에 의해  $x$  g은  $16 \times 100 = 1600$  mmol만큼의 A(s)에 해당한다.
4. (나)에 의해  $16 \times 50 + (y \text{ g만큼의 A(s)}) = 12 \times 200$ 이므로,  $y$  g은 1600 mmol만큼의 A(s)에 해당한다.
5. 따라서  $x = y$ 이고, 답은 1이다. (②번)

다음은 X(g)~Z(g)에 대한 자료이다.

- 분자당 구성 원자 수비는 X : Y : Z = 2 : 4 : 3이다.
- 1g당 전체 원자 수는 모두 같다.

그림은  $t^{\circ}\text{C}$ , 1 atm에서 X(g)와 Y(g)의 혼합 기체와 Z(g)가 각각 실린더에 들어 있는 것을 나타낸 것이다. 단위 부피당 전체 원자 수는 (가)와 (나)에서 같고, X(g)와 Y(g)는 서로 반응하지 않는다.



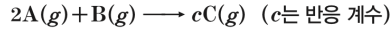
$\frac{Z\text{의 분자량}}{Y\text{의 분자량}} \times \frac{(\text{가에서 } Y(g)\text{의 질량})}{(\text{가에서 } X(g)\text{의 질량}}$  은? (단, 온도와 압력은 일정하고, 피스톤의 마찰은 무시한다.) [3점]

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

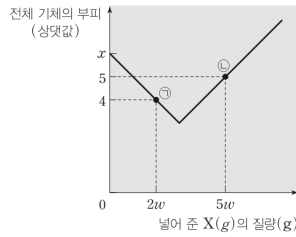
(실전 모의고사 4회)

1. 각 기체의 1g당 전체 원자수가 모두 같다는 것은 원자 개수와 질량을 같은 자료로 둘 수 있다는 뜻이다.
2. 따라서 분자당 구성 원자 수비는 분자량 비와 일치한다.
3. (가)와 (나)에서 단위 부피당 전체 원자수가 같으므로, 밀도(평균 분자량)이 같으며, 3(Z)은 2(X)와 4(Y)의 1:1 내분점 이므로, X:Y=1:1로 존재하면 평균 분자량이 Z의 분자량과 같다.
4. 따라서 '(가)에서 X와 Y의 질량 비'는 분자량 비와 같고, 답은  $\frac{Z\text{의 분자량}}{X\text{의 분자량}} = \frac{3}{2}$  이다. 답 ③

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



그림은 A(g) 또는 B(g)가 들어 있는 실린더에 X(g)를 넣어 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준 X(g)의 질량에 따른 반응 후 전체 기체의 부피를 나타낸 것이다. X(g)는 A(g) 또는 B(g) 중 하나이고,  $\frac{B \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = \frac{7}{8}$ 이다.



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

보기

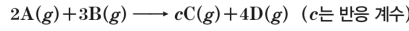
ㄱ.  $c=2$ 이다.  
 ㄴ.  $x=6$ 이다.  
 ㄷ. C의 질량 전체 기체의 질량은 ㉠에서가 ㉡에서보다 크다.

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

1. 완결점 이전에 전체 기체의 부피가 감소하므로, 원래 있던 기체의 계수가 C의 계수보다 커야한다. 따라서 X(g)는 B(g)이고,  $c=1$ 임을 바로 알 수 있다. (ㄱ X)
2. 이제 ㄱ지점과 ㄴ지점을 적절히 연립하면  $x$ 가 나올 것이다.
3. (알아두면 좋습니다) 투입유형에서, 투입하는 기체의 계수와 생성물의 계수가 같다면 완결점 이후 그래프는 원점과 연결된다. 따라서 B  $w$ g당 부피는 상댓값으로 1이다. 이 정보를 들고 ㄱ지점에서 계산을 하면 되고, 사실 더 뇌절 안하는게 좋다. 다만 연습용으로 계속 세줄식 없이 풀어보자.
4. 기울기 공식에 의해 완결점 이전 기울기와 완결점 이후 기울기는  $-1:1$ 이다.
5. 완결점 이후 기울기를 1로 두면,  $2w$ 구간 ~  $5w$ 의 기울기는  $\frac{1}{3}$ 이다. 기울기 내분을 이용하면 완결점이  $3w$ 임을 구할 수 있다(사실 숫자가 바로 보일 것이다)
6. 따라서 완결점에서 부피는 상댓값으로 3,  $x=6$ 임을 구할 수 있다. (ㄴ O)
7. 생성된 C의 양의 비는 ㄱ과 ㄴ에서 2:3이다. 한편 A의 부피당 분자량을 대충 8로 두어, 초기 질량을  $6 \times 8 = 48$ 로 두면,  $w$ 당 B는 부피 1이었으니  $w$ 당 7이다. 따라서  $2w$ 지점의 질량은 62,  $5w$ 지점의 질량은 83이다. ㄱ과 ㄴ의 질량비는  $2 \uparrow : 3$ 이므로,  $\frac{C \text{의 질량}}{\text{전체 기체의 질량}}$ 은  $\uparrow < \downarrow$ 이다. (ㄷ X)

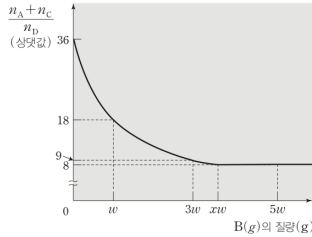
(2  $\uparrow$ : 2보다는 크다) 답 ②. 다음장 풀이가 길어서 스포일러 조심

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



그림은 A(g)와 D(g)가 각각  $\frac{7}{3}w$  g,  $\frac{3}{4}w$  g씩 들어 있는 용기에 B(g)를 넣어 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준

B(g)의 질량에 따른  $\frac{n_A+n_C}{n_D}$ 를 나타낸 것이다.  $n_A, n_C, n_D$ 는 각각 A, C, D의 양(mol)이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

보기

ㄱ.  $c=2$ 이다.

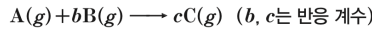
ㄴ.  $x=\frac{7}{2}$ 이다.

ㄷ.  $\frac{D \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}} = \frac{9}{22}$ 이다.

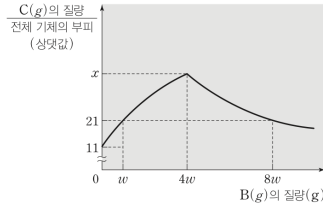
- ① ㄱ                      ② ㄷ                      ③ ㄱ, ㄴ                      ④ ㄴ, ㄷ                      ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

1. 잘 생각해 보면, 완결점 이전까지 B(g)에 대해, 분모도 직선이고 분자도 직선이다. 맨날 풀었던 비슷한 상황이 존재한다. 중화반응 기출 문제를 떠올려보자. 분모가 직선, 분자가 직선이기 때문에 분모에 적절한 수를 곱해서 분자만 남겨두고 분자의 선형성을 이용했다. 즉.. 중화반응 기출처럼 풀면 된다.
  2. 상댓값으로, 초기 D의 양을 1이라고 하고, B w g당 생성되는 D의 양을 t라고 두자. 그러면 0g 지점에서  $n_D = 1$ , w g 지점에서  $n_D = 1+t$ , 3w g 지점에서  $n_D = 1+3t$ 이다.
  3. 중화반응 문항을 풀 때처럼, 곱하면 직선이 나올 것이다.  $36 \times 1$ ,  $18 \times (1+t)$ ,  $9 \times (1+3t)$ 가 선형성을 가지고, 이에 따라 내분을 사용하면 0g 지점의 값과 3w g 지점의 값의 1:2내분점이 w g 지점의 값이므로,  $18 \times (1+t) = \frac{(36 \times 1) \times 2 + (9 \times (1+3t)) \times 1}{3}$  이 성립하며,  $t = 10$ 이다.
  4. 잘 보면 분자가 계속 36으로 일정함을 알 수 있다. 이는 A와 C의 계수가 같다는 것을 의미하며,  $c = 2$ 이다. (ㄱ O)
  5. 또한 분자가 36으로 일정하니 완결점에서  $8 \times (1+xt) = 36$ 을 만족해야 하는데  $t = 1$ 을 구했으므로,  $x = 3.5$ 이다. (ㄴ O)
  6.  $x = 3.5$ 에서 A(g)  $\frac{7}{3}w$ g과 B(g) 3.5wg이 반응하였음을 알 수 있고, D의 양이 4.5배가 되었으니 원래 질량의 3.5배만큼 생성되었다. 즉,  $\frac{21}{8}w$ 만큼 생성되었다. 여기서 반응 질량비 A:B:D=8:12:9를 얻고, 이에 따라 반응 질량비 A:B:C:D=8:12:11:9를 얻는다. 반응 계수 비에 의해 분자량 비 C:D=22:9이다. (ㄷ O), 답 ⑤번
- Comment) 선형성에 대한 깊은 이해를 요구하는 문항이다.

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



그림은 A(g)와 C(g)가 각각 w g씩 들어 있는 실린더에 B(g)를 넣어 반응을 완결시켰을 때, 넣어 준 B(g)의 질량에 따른 실린더 속  $\frac{C(g) \text{의 질량}}{\text{전체 기체의 부피}}$  을 나타낸 것이다.



$x \times \frac{B \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}}$  은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.)

- ①  $\frac{77}{4}$       ②  $\frac{154}{5}$       ③  $\frac{77}{2}$       ④  $\frac{154}{3}$       ⑤ 77

- 반응 질량비 A:B:C = w:4w:5w는 바로 찾을 수 있다.
- 이런 상황의 경우, 'B의 음수 질량'을 생각해서 풀면 편한 경우가 있다. 이 풀이로 풀어보겠다. (정석적인 풀이의 경우, 각 지점에서 C의 질량을 전부 구하고 부피 비를 역산하면 된다)
- 실린더에 C w g이 이미 들어있는데, 이를 A와 B가 반응하여 생성되었다고 생각하자. 그러면 초기에 A 1.2w g이 존재했고, B 0.8w g을 투입해 0 g 지점이 되었다고 생각할 수 있다. 즉 B -0.8w g 지점을 마치 초기점처럼 생각하고 일반적인 투입 유형처럼 푸는 것이다.
- 그러면 0지점, w지점, 4w지점의 생성된 C의 양의 비는 -0.8w지점과의 거리와 같다. 따라서 0 + 0.8w : w + 0.8w : 4w + 0.8w = 4 : 9 : 24이며, 8w지점의 경우 4w지점의 양과 일치한다.
- 0지점과 w지점의 C의 밀도 비가 11 : 21이므로, 부피 비는  $\frac{4}{11} : \frac{9}{21} = 28 : 33$ 임을 구할 수 있다.  
이를 실재값으로 두자. 완결점 이전까지 부피는 선형이므로, 4w지점의 부피는 48이며, -0.8w지점의 부피(초기 A 1.2w의 부피)는 24이다. 따라서 부피가 초기의 2배가 되었으므로 c = 2이다.
- w지점과 8w지점의 밀도는 같은데 생성된 C의 양이 비가 3 : 8이므로, 부피 비도 3 : 8이다. 즉 8w지점의 부피는 88이다. 따라서 B w당 부피는 10이다.
- A 1.2w(부피 24)와 B 4.8w가 완전히 반응하였으므로, 반응 한 부피 비는 1 : 2이고, b = 2이다.
- 0지점과 4w지점을 비교해서 x를 구하자. 0지점과 4w지점의 부피 비는 28 : 48 = 7 : 12이고, 생성된 C의 양의 비는 1 : 6이다. 따라서  $\frac{1}{7} : \frac{6}{12} = 11 : x$ 에서  $x = \frac{7}{2} \times 11$ 이며,  $\frac{B \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}} = \frac{4}{5}$  이므로 답은  $\frac{154}{5}$  이다. (②번)

Comment) 정석적으로 풀든, 스킬을 쓰든, 문제 상황의 숫자를 깔끔히 맞추려는 노력을 별로 하지 않은 문항이기에 필연적으로 약간의 계산이 존재한다. **다음장도 스포 주의**

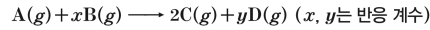


시간이 없으면  $x, y$ 까지만 구하고 이후는 풀지 않는걸 추천합니다... 문항 아이디어는 그럭저럭 나쁘지 않을 수도 있는데, 숫자를 맞추려는 노력을 전혀 하지 않아서 좀 짜증납니다.

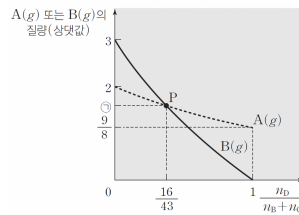
10

▶22067-0240

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



그림은 강철 용기에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응시켰을 때,  $\frac{n_D}{n_B + n_C}$ 에 따른 A(g)와 B(g)의 질량을 나타낸 것이다.  $n_B \sim n_D$ 는 각각 B(g)~D(g)의 양(mol)이고, P에서  $\frac{D \text{의 질량}}{A \text{의 질량}} = \frac{1}{3}$ 이다.



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

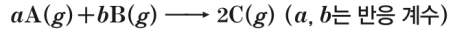
보기

ㄱ. ㉠ =  $\frac{27}{17}$ 이다.  
 ㄴ.  $\frac{y}{x} = 1$ 이다.  
 ㄷ.  $\frac{D \text{의 분자량}}{B \text{의 분자량}} = \frac{9}{16}$ 이다.

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

0.  $\frac{n_D}{n_B + n_C}$ 가 최종적으로 1이 되었으니,  $n_C = n_D$ 이고,  $y = 2$ 이다.
1. 적당히 질량의 상댓값들에 8을 곱해서 통분하자. B의 초기 질량은 24, 최종적으로 0이 된다. A의 초기질량은 16, 최종적으로 9가 된다. 이제 반응 진행도  $t$ 를 구하자. 반응진행도  $t$ 에 대해 A의 질량은  $16 - 7t$ , B의 질량은  $24 - 24t$ 이다. 이 둘이 같아야 하므로 반응진행도  $t = \frac{8}{17}$ 을 얻는다.
2. P에서 B의 질량은 초기의  $\frac{9}{17}$ 배 이므로, ㉠은  $\frac{27}{17}$ 이다. (ㄱ O)
3. 항상  $n_C = n_D$ 이므로,  $\frac{16}{43} = \frac{16}{27 + 16}$ 이다. 즉,  $n_B : n_C$  or  $n_D = 27 : 16$ 이다.
4. 반응물의 경우, 현재 반응 진행도가  $\frac{8}{17}$ 이면 초기 양의  $\frac{9}{17}$ 배가 현재 양이고, 생성물의 경우 완결점의 양의  $\frac{8}{17}$ 배가 현재 양이다. 초기 B를  $x$ 라고 두면 완결점의 C or D의 양은 2이다. 따라서  $9x : 8 \times 2 = 27 : 16$ 을 얻는다.  $x = 3$ . (ㄴ X)
5. P에서 A질량을 직접 꺼내긴 정말 귀찮은데, B질량의 경우 초기값의  $\frac{9}{17}$ 만 곱하면 되니 편하다. 이를 감안해서 생각하면 생성된 D의 질량은  $24 \times \frac{9}{17} \times \frac{1}{3}$ 이며, 반응한 B의 질량은  $24 \times \frac{8}{17}$ 이므로, B와 D의 반응 질량비는 8:3이고, 계수 비에 의해 분자량 비 16:9이다. (ㄷ O), 답 ④
- Comment) 반응 진행도가  $p$ 일 때, 완전히 반응하는 반응물의 초기 양에 대한 현재 양의 비율은  $1 - p$ .

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



표는 A(g)와 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시킨 실험 I~III에 대한 자료이다.

실험	반응 전		반응 후	
	A(g)의 질량(g)	B(g)의 질량(g)	C(g)의 질량(g)	전체 물질의 양(mol)
I	6.0	4.8	9.2	2.5n
II	12.0	3.2	㉠	4n
III	18.0	6.4	18.4	6n

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

□ 보기 □

ㄱ. ㉠=15.2이다.  
 ㄴ. 분자량비는 B : C=3 : 2이다.  
 ㄷ. a=2b이다.

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

0. 해설에서 사용하는 실험 III은 나누기 2 한 상황이고, 아래와 같다.

A의 질량	B의 질량	C의 질량	전체 물질의 양(mol)
9.0	3.2	9.2	3n

- 실험 III을 나누기 2 하면, I과 III의 생성량이 9.2g으로 같아진다. 반응 전 질량이 서로 다르므로, 적은 쪽이 한계반응물이 된다. A와 B 각각 6.0g, 3.2g임을 알 수 있다.
- 앞서 구한 반응질량비에 의해, 실험 II의 경우에도 A가 남는 반응이며, 생성량은 I, III의 생성량과 같음을 구할 수 있다. 따라서 ㉠은 9.2이다. (ㄱ X)
- 실험 I, II, III 각각 B, A, A가 남고, 남은 질량은 1.6g, 6g, 3g임을 구할 수 있다. 실험 II, III의 남은 반응물은 A로 같고, 전체 물질의 양(mol)차는 n이고, 질량 차가 3g이므로, A n mol이 3g에 대응한다.(모든 반응에서 생성량이 같음을 상기하자)
- 위를 통해 반응들에서 생성된 C의 양이 2n mol임을 구할 수 있으며, B 1.6g이 0.5n mol임을 구할 수 있다.
- A와 B 각각 6.0g, 3.2g 반응함을 안다. 몰로 치환하면 각각 2n, n이다. 또한, 앞서 생성된 C의 양이 2n mol임을 구했으므로, 반응량 2n : n : 2n이다. 즉 a=2, b=1이다. (ㄷ O)
- 6.0:3.2:9.2를 2:1:2로 나누면 분자량비 3.0:1.6:4.6을 얻는다. (ㄴ X), 답 ②

Comment) 정말 정석적인 문항이다. 이제 이런 문항은 ‘얼마나 빨리 풀 수 있는가’가 관건이다.

# 10

▶22067-0280

다음은 A(g)와 B(g)가 반응하여 C(g)와 D(g)를 생성하는 반응의 화학 반응식이다. c는 3 이하의 자연수이다.

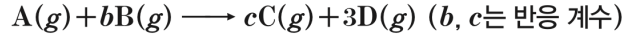
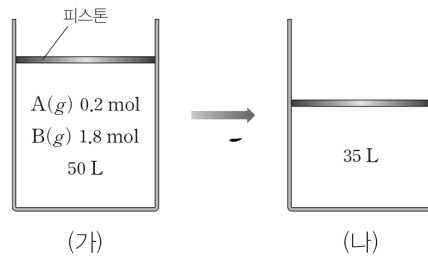


그림 (가)는 실린더에 A(g)와 B(g)가 들어 있는 상태를, (나)는 반응이 완결된 상태를 나타낸 것이다. (나)에서  $\frac{D(g) \text{의 질량}(g)}{\text{남은 반응물의 질량}(g)} = \frac{27}{32}$ 이고, 분자량비는 B : D = 16 : 9이다.



$b \times \frac{\text{(나)에서 C(g)의 양(mol)}}{\text{(나)에서 전체 기체의 양(mol)}}$ 은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

- ① 1
- ② 2
- ③ 4
- ④ 6
- ⑤ 8

0. 화2에서의 부분압력은 고려하지 않고 해설하고 있다. 그러니 (가)의 A는 5 L, B는 45 L라 하자.
1. 한계 반응물이 B라면, B를 가리고 풀자. B를 가리면  $A \rightarrow cC + 3D$ 이므로, A의 초기 부피 5L에서 최대  $5(c+3)$  L까지가 반응 후 부피 범위이다. 허나  $c \leq 3$ 이므로, 35 L가 불가능해 모순이다.
2. 한계 반응물이 A이고, 반응 후 남은 반응물이 B이므로 준 질량 비 조건에서 반응 후 D와 B의 몰수 비가 2:3임을 구할 수 있다.
3. A가 5 L 반응했음을 계속 상기하자. 계수 비에 의해 반응 후 D는 15 L 존재하므로, B는 10 L 남아있다. B 35 L가 반응했으니  $b=7$ 이다. 또한 (나)에서의 최종 부피 35 L 조건에 의해 (나)에서 C는 10 L 존재한다. 따라서  $c=2$ 이다.
4.  $b=7$ , (나)에서 C의 몰분율은  $\frac{2}{7}$ 이므로 답은 2, ②이다.

Comment) 전체적으로 매우 쉬운 문항이나, 한계반응물 논리가 꽤 중요해서 고른 문항입니다.

표는 25°C에서 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다. X와 Y는 각각 HCl과 NaOH 중 하나이고,  $a+b=14$ 이다.

수용액	용질	몰 농도(M)	부피(상댓값)	pH	OH <sup>-</sup> 의 양(mol)
(가)	X	$x$	10	$a$	$n_1$
(나)	Y	$1 \times 10^{-2}$	100	$b$	$n_2$
(다)	Y	$1 \times 10^{-4}$	1	$c$	$n_2$

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

보기

ㄱ. X는 NaOH이다.

ㄴ.  $2b=c$ 이다.

ㄷ.  $\frac{n_1}{n_2} = 10^{11}x$ 이다.

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

- (가)와 (나)에서  $a+b=14$ 이며, 용질이 HCl과 NaOH중 각각 하나이므로, 두 용액의 몰 농도가 같아야 합니다. 따라서  $x=1 \times 10^{-2}$ 임을 쉽게 알 수 있습니다.
- (나)와 (다)를 비교했을 때, (나)의 몰농도와 부피가 동시에 (다)보다 더 큼니다. 따라서 넣은 용질에 해당하는 이온의 개수가 (나)가 무조건 더 큼니다. 하지만 OH<sup>-</sup>의 양(다)와 같으므로, Y는 HCl이고, X는 NaOH입니다.
- 따라서 (가), (나), (다)의 pH는 각각 12, 2, 4입니다. (ㄴ O)
- (가)와 (나)의 [OH<sup>-</sup>] 비는  $10^{10}:1$ 이고, 부피 비는  $1:10$ 이므로 OH<sup>-</sup>의 양의 비는  $10^9:1$ 입니다. 따라서  $\frac{n_1}{n_2} = 10^9$ 인데,  $x=10^{-2}$ 이므로, ㄷ은 옳습니다. (ㄷ O) 답 ⑤

# 20

▶22067-0250

표는 0.2 M  $H_2A(aq)$   $V$  mL에  $x$  M  $BOH(aq)$ 을 첨가할 때 혼합 용액 속 이온 ㉠과 ㉡의 몰 농도에 대한 자료이다. 수용액에서  $H_2A$ 는  $H^+$ 과  $A^{2-}$ 으로,  $BOH$ 는  $B^+$ 과  $OH^-$ 으로 모두 이온화된다.

혼합 용액		(가)	(나)	(다)
가한 $BOH(aq)$ 의 부피(mL)		4	16	20
이온의 몰 농도(M)	㉠	$\frac{1}{12}$	$a$	$\frac{1}{4}$
	㉡	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{9}$	$b$

$$\frac{a+b}{x} \times V \text{ 는?}$$

(단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며,  $A^{2-}$ 과  $B^+$ 은 반응하지 않는다.) [3점]

원본 문항은 부피  $V$ 가 주어져 있으나, 너무 쉽고 의미가 없는 문항이 됩니다.  $V$ 를 가리면 논증이 꽤나 어려운 문항으로 변모하고 꽤 관찰기에 이렇게 변형했습니다.

$A^{2-}$ 의 몰 농도는 계속 감소하고,  $H^+$ 의 경우 감소하다가 중화점에서 0이 됩니다.  $OH^-$ 의 경우 중화점 이전까지 0이다가 중화점 이후부터 증가합니다.  $B^+$ 의 경우 0에서 시작하여 계속 증가합니다. 따라서, ㉠으로는  $OH^-$ 와  $B^+$ 가 가능하며, ㉡으로는  $H^+$ 와  $A^{2-}$ 가 가능합니다.

1) ㉡이  $H^+$ 라면, 알짜 이온은 동시에 존재할 수 없으므로 ㉠은  $B^+$ 입니다. (가)에서  $H^+$ 가 존재하므로 아직 중화점 이전이고,  $H^+ : B^+ = 2 : 1$ 로 존재하므로, (가)는  $\frac{1}{3}$  중화점입니다(생각해보세요). 따라서 (나)는 중화점 이후이나, 아직  $H^+$ 가 존재하므로 모순입니다. 따라서 ㉡은  $A^{2-}$ .

2) ㉡이  $A^{2-}$ 이므로, 부피를 구할 수 있습니다. 실제 개수가 계속 일정하므로,  $\frac{1}{6}(V+4) = \frac{1}{9}(V+16)$ 에서  $V = 20$ 입니다.  $b = \frac{4}{40} = \frac{1}{10}$ 을 구할 수 있습니다.

3) ㉠의 종류에 무관하게, 우선 (가)에서 ㉠의 양은 2 mmol, (다)에서 양은 10 mmol입니다. 넣은 부피에 이온의 개수가 비례합니다. 따라서 ㉠은  $B^+$ 일 수 밖에 없습니다. 한편,  $BOH$  16 mL에  $B^+$  8 mmol이 증가했으니  $x = 0.5$ 임을 알 수 있습니다. (나)에서  $B^+$ 의 양은 8 mmol일 것이고,

부피는 36이므로  $a = \frac{2}{9}$ 입니다. 답은  $\frac{\frac{1}{10} + \frac{2}{9}}{0.5} \times 20 = \frac{116}{9}$ 입니다.

다음은 중화 반응에 대한 실험이다.

[자료]

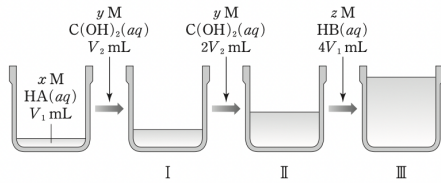
○ 수용액에서 HA는 H<sup>+</sup>과 A<sup>-</sup>으로, HB는 H<sup>+</sup>과 B<sup>-</sup>으로, C(OH)<sub>2</sub>는 C<sup>2+</sup>과 OH<sup>-</sup>으로 모두 이온화된다.

[실험 과정]

(가) x M HA(aq) V<sub>1</sub> mL가 담긴 비커에 y M C(OH)<sub>2</sub>(aq) V<sub>2</sub> mL를 첨가하여 혼합 용액 I을 만든다.

(나) I에 y M C(OH)<sub>2</sub>(aq) 2V<sub>2</sub> mL를 추가하여 혼합 용액 II를 만든다.

(다) II에 z M HB(aq) 4V<sub>1</sub> mL를 첨가하여 혼합 용액 III을 만든다.



[실험 결과]

- I의 액성은 중성이다.
- II에서 [OH<sup>-</sup>]=0.1 M이다.
- 혼합 용액에 존재하는 모든 이온의 몰 농도 합은 I : II : III = 12 : 18 : 13이다.

$(x+y+z) \times \frac{V_2}{V_1}$ 는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며, A<sup>-</sup>, B<sup>-</sup>, C<sup>2+</sup>은 반응하지 않는다.) [3점]

- ① 0.45                      ② 0.50                      ③ 0.55
- ④ 0.60                      ⑤ 0.65

문제가 세로로 너무 길어서 잘라서 캡처했습니다.

0) I은 중성이고, II는 확실히 염기성입니다. 들어 있는 산은 1가 뿐이므로, 용액이 염기성 또는 중성일 때 전체 이온수에 영향을 미치지 않습니다. 넣은 2가 염기 × 3이 전체 이온수입니다.

1) 따라서 I과 II에서 이온 수 비는 1:3입니다. 몰 농도 비가 2:3이므로, 부피 비는 1:2입니다. 이를 통해 V<sub>1</sub> = V<sub>2</sub>를 구할 수 있습니다.

실용적인 잔머리) 실제 부피가 하나도 주어지지 않고, 구할 방법이 없기에, 문제를 풀 때 부피의 스케일을 맘대로 맞춰도 됩니다. V<sub>1</sub> = V<sub>2</sub> = 10으로 두고 해설하겠습니다.

3) I, II, III의 부피는 각각 20, 40, 80입니다. II에 존재하는 OH<sup>-</sup>의 양은 4 mmol입니다. I은 중성이었으므로 이 OH<sup>-</sup>는 전부 C(OH)<sub>2</sub>의 것이며,  $y = \frac{4}{20} \times \frac{1}{2} = 0.1$ 을 알 수 있습니다. 한편 HA와 C(OH)<sub>2</sub>를 같은 부피로 혼합했을 때 중성이므로(I) x = 0.2입니다.

4) y = 0.1이므로, II에서 모든 이온의 양은 30 × 0.1 × 3 = 9 mmol입니다. II와 III의 부피 비 1:2를 고려하면, 이온 수 비는 9:13이기에 III에 존재하는 모든 이온의 양은 13 mmol입니다.

5) III은 II보다 이온 수가 크기에 산성이어야 하며, 이온 수 공식(1가 산과 2가 염기의 혼합 상황에서 용액 전체가 산성이면 1가 산 × 2 - 2가 염기)을 생각하면 존재하는 1가 산의 양이 8 mmol이어야 함을 구할 수 있습니다. 앞서 0.2 M HA 10 mL를 넣었으니, B<sup>-</sup> 6 mmol이 남았고, z = 0.15이어야 함을 알 수 있습니다. 답은 (0.2 + 0.1 + 0.15) ×  $\frac{10}{10} = 0.45$ 입니다. (①)

다음은 중화 반응에 대한 실험이다.

[자료]

○ 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.

[실험 과정]

(가) 0.4 M  $X(OH)_2(aq)$ ,  $y$  M  $HY(aq)$ ,  $z$  M  $H_2Z(aq)$ 을 준비한다.

(나)  $X(OH)_2(aq)$   $V$  mL에  $HY(aq)$   $a$  mL를 조금씩 첨가한다.

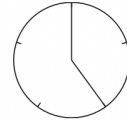
(다) (나) 과정 후 혼합 용액에  $H_2Z(aq)$   $a$  mL를 첨가한다.

[실험 결과]

○ (나)에서 첨가한  $HY(aq)$ 의 부피에 따른 A 이온의 몰 농도

HY(aq)의 부피(mL)	0	10	15	$a$
A 이온의 몰 농도(상댓값)	8	3	2	

- (다) 과정 후 혼합 용액은 중성이다.
- (다) 과정 후 혼합 용액에서 양이온 수와 음이온 수의 비율



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며,  $X^{2+}$ ,  $Y^-$ ,  $Z^{2-}$ 은 반응하지 않는다.) [3점]

[보기]

- ㄱ. A 이온은  $X^{2+}$ 이다.      ㄴ.  $\frac{V}{a} = \frac{1}{2}$ 이다.
- ㄷ.  $y+z=0.4$ 이다.

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

0) 문제에서 준 비율은 2:3일 뿐이지, 양이온과 음이온이 2와 3중 각각 무엇일지 모르는게 핵심.

1) (다)과정 후 혼합용액은 중성이므로 전부 존재하는 양이온과 음이온은 구경꾼 이온입니다. 양이온의 경우 전부 2가( $X^{2+}$ )이고, 음이온의 경우 1가( $Y^-$ )와 2가( $Z^{2-}$ )가 섞여있으니, 평균 전하량은 양이온이 더 큼니다. 따라서 양이온의 개수가 더 작고, 양이온:음이온=2:3입니다.

2) 양이온과 음이온 개수의 차가 상대적으로 1이라는 것은, 2가의 개수가 양이온이 상대적으로 1 더 많다는 뜻. 따라서, (다) 이후  $X^{2+}:Y^-:Z^{2-}=2:2:1$ 로 존재함을 구할 수 있습니다.

3) (다)까지 첨가한  $HY$ 와  $H_2Z$ 의 부피가 같으므로,  $y=2z$ 입니다.

4) A이온은 초기부터 존재했으니  $X^{2+}$  or  $OH^-$ 입니다.

몰 농도(상댓값)에 혼합 용액의 총부피를 곱하면 다음과 같습니다.

HY(aq)의 부피(mL)	0	10	15
A 이온의 양(상댓값)	8V	3V+30	2V+30

5) 잘 보면 10 mL일 때의 A 이온의 양이 15 mL일 때의 A이온의 양보다 큼니다. 즉 감소했으므로 A이온의 양은  $X^{2+}$ 가 아닌,  $OH^-$ 입니다. (ㄱ X)

6)  $OH^-$ 의 양은 넣어준  $HY$ 의 부피에 대해 일차함수적으로 감소합니다. 보통의 경우엔 내분을 사용하나, 좀 생각해 보면.. 10 mL→15 mL에서  $V$  감소했으니, 0 mL→10 mL에서  $2V$  감소했을 겁니다. 따라서,  $8V-2V=3V+30$ 에서,  $V=10$ 을 얻습니다.

7) (다)에서  $Y^-:Z^{2-}$ 의 비는 2:1이므로 중화한  $OH^-$ 의 양이 같습니다. 따라서  $a$  mL만큼  $HY$ 를 첨가했을 때 초기  $OH^-$ 의 양의 절반이 되어야 하고,  $a=20$ 을 얻습니다. (ㄴ O)

8) (다)에서  $X^{2+}:Y^+=1:1$ 이므로  $0.4 \times 10 = 20 \times y$ 에서  $y=0.4$ ,  $z=0.2$ 입니다. (ㄷ X) 답 : ②