

2024 수능대비 화학 I 주간지 위클리 부스터

WEEK 9

 nitro_chemistry



제작 | 수능화학연구팀Nitro

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

[목 차]

◆ Reverse 기출분석

- 2021학년도 10월 고3 전국연합학력평가

◆ EBS 트레이닝 & 변형문제

- 2024 EBS 수능특강 | 11 산 염기와 중화 반응

◆ Nitro Original

- 동적 평형 / 양자수 / 화학양론

◆ Reverse 기출분석 ◆

2021학년도 10월 고3 전국연합학력평가

2021학년도 10월 고3 전국연합학력평가 15번 [동위원소]

15. 다음은 자연계에 존재하는 분자 XCl_3 와 관련된 자료이다.

○ X와 Cl의 동위 원소의 존재 비율과 원자량

동위 원소		존재 비율(%)	원자량
X의 동위 원소	${}^m\text{X}$	a	m
	${}^{m+1}\text{X}$	$100 - a$	$m + 1$
Cl의 동위 원소	${}^{35}\text{Cl}$	75	35
	${}^{37}\text{Cl}$	25	37

○ $\frac{\text{분자량이 가장 큰 } \text{XCl}_3 \text{의 존재 비율}}{\text{분자량이 가장 작은 } \text{XCl}_3 \text{의 존재 비율}} = \frac{4}{27}$

X의 평균 원자량은? (단, X는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

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

[Comment]

동위원소 유형에서 분자의 존재 비율을 사용할 때, 확률 계산에 대한 이해가 있다면 숫자를 간단하게 조작할 수 있다. 결국 존재 비율이라는 것은 $\frac{\text{일부}}{\text{전체}}$ 를 말하는 것인데, 동일한 원소에서 분모 부분은 같을 수밖에 없다. 이를 분자에선 어떻게 이용할 수 있을까?

[문제 풀이]

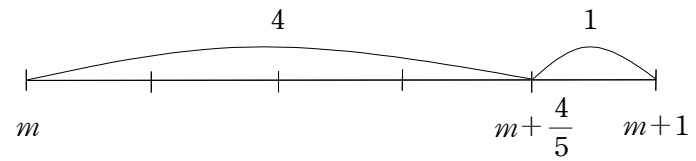
$\frac{\text{분자량이 가장 큰 } \text{XCl}_3 \text{의 존재 비율}}{\text{분자량이 가장 작은 } \text{XCl}_3 \text{의 존재 비율}}$ 을 각 동위원소의 존재 확

률을 이용하여 계산할 경우, 같은 동위 원소의 존재 확률에서 분모는 어차피 약분된다. 따라서 존재 비율만을 이용해 해당 값을 계산할 수 있다. 분자량이 가장 큰 분자에는 ${}^{m+1}\text{X}$ 가 1개, ${}^{35}\text{Cl}$ 가 3개 있어야 하고, 분자량이 가장 작은 분자에는 ${}^m\text{X}$ 가 1개, ${}^{37}\text{Cl}$ 가 3개 있어야 한다. ${}^{35}\text{Cl}$ 와 ${}^{37}\text{Cl}$ 의 존재 비율은 3 : 1이다. 따라서

$$\frac{\text{분자량이 가장 큰 } \text{XCl}_3 \text{의 존재 비율}}{\text{분자량이 가장 작은 } \text{XCl}_3 \text{의 존재 비율}} = \frac{4}{27} = \frac{1 \times 1 \times 1}{3 \times 3 \times 3} \cdot \frac{4}{1}$$

고, 결국 ${}^{m+1}\text{X}$ 과 ${}^m\text{X}$ 의 존재 비율은 4 : 1이다.

내분을 이용하여 평균 원자량을 구하면 다음과 같다.



따라서 X의 평균 원자량은 $m + \frac{4}{5}$ 이다.

답) ⑤

2021학년도 10월 고3 전국연합학력평가 18번 [화학양론]

18. 표는 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 원소 X ~ Z로 이루어진 기체 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 분자당 구성 원자 수가 3 이하이고, 원자량은 $Y > Z > X$ 이다.

기체	(가)	(나)	(다)
구성 원소	X, Y	X, Y	Y, Z
1g당 전체 원자 수	$22N$	$21N$	$21N$
1g당 부피(상대값)	11	7	7

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

< 보 기 >

ㄱ. (가)의 분자식은 XY_2 이다.
 ㄴ. 원자량 비는 $X : Z = 6 : 7$ 이다.
 ㄷ. 1g당 Y 원자 수는 (나)가 (다)의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

일정량에 들어 있는 다양한 물리량에 대한 자료는 얼마든지 응용이 가능하다는 것을 보여주는 문항이다. 단순히 분자량으로 나눈다는 생각보다는, 각 자료가 의미하는 것이 무엇인지 파악한다면 그 안에 숨어 있는 물리량을 손쉽게 파악할 수 있다.

[문제 풀이]

1g당 부피는 결국 기체를 1g으로 만들었을 때의 부피를 의미하므로 1g일 때 몰수와 같은 말이다. 즉 같은 몰수일 때 화학식량으로 나누면 1g일 때 몰수가 나오므로 1g당 부피 = $\frac{1}{M}$ (M은 화학식량)이다. 따라서 M의 비는 (가) : (나) : (다) = 7 : 11 : 11이다.

또한, 1g당 전체 원자 수는 분자당 원자 수를 각 기체의 M으로 나눈 값이므로 분자당 원자 수의 비는 (가) : (나) : (다) = $22 \times 7 : 21 \times 11 : 21 \times 11 = 2 : 3 : 3$ 이다. 따라서 (가)는 XY 이고, 원자량은 $Y > X$ 이므로 그에 따라 원자량을 조절하면 (나)는 XY_2 와 X_2Y 중 XY_2 이고 X의 원자량은 3, Y의 원자량은 4라고 할 수 있다. 또한 (다) 역시 분자당 원자 수가 3이고 원자량은 $Y > Z$ 이므로 그에 따라 원자량을 조절하면 (다)는 YZ_2 와 Y_2Z 중 YZ_2 이고 Z의 원자량은 3.5이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (가)의 분자식은 XY 이다. (X)
 ㄴ. 원자량 비는 $X : Z = 3 : 3.5 = 6 : 7$ 이다. (O)
 ㄷ. (나)와 (다)는 분자량이 같다. 따라서 1g당 Y 원자 수는 (나) : (다) = $\frac{2}{1} : \frac{1}{1} = 2 : 1$ 이다. (O)

답) ④

2021학년도 10월 고3 전국연합학력평가 19번 [중화반응]

19. 다음은 중화 반응 실험이다.

[자료]
 ○ 수용액에서 $X(OH)_2$ 는 X^{2+} 과 OH^- 으로 모두 이온화된다.

[실험 과정]
 (가) a M $X(OH)_2(aq)$ V mL와 b M $HCl(aq)$ 50 mL를 혼합하여 용액 I을 만든다.
 (나) 용액 I에 c M $NaOH(aq)$ 20 mL를 혼합하여 용액 II를 만든다.

[실험 결과]
 ○ 용액 I과 II에 대한 자료

용액	I	II
음이온의 양(mol) 양이온의 양(mol)	$\frac{5}{3}$	$\frac{3}{2}$
모든 이온의 몰 농도의 합(상댓값)	1	1

$\frac{c}{a+b}$ 는? (단, X는 임의의 원소 기호이고, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같으며, 물의 자동 이온화는 무시한다.) [3점]

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

[Comment]

중화반응 문제풀이를 연습하기 좋은 간단한 문제. 세 개의 몰농도가 모두 미지수로 주어졌으므로 함부로 문자를 사용하면 안된다. 반드시 존재하는 구경꾼 이온을 먼저 나열해보고, 주어진 자료에 맞게 양을 조절해보자.

[문제 풀이]

I에는 X^{2+} , Cl^- 가 존재한다. 주어진 비를 그대로 사용하여 I에서 양이온이 X^{2+} 만 5몰만큼 존재한다면, 전체 음전하량은 -10 이 되어야 하는데 전체 음이온의 양은 5몰이고 존재할 수 있는 음이온은 전부 1가 음이온이므로 불가능하다. 따라서 I에는 X^{2+} 2몰, Cl^- 5몰 그리고 H^+ 1몰이 존재한다.

II에는 X^{2+} 2몰, Cl^- 5몰 그리고 Na^+ 가 존재한다. OH^- 가 존재한다고 가정하면 X^{2+} 2몰, Cl^- 5몰, Na^+ 2몰, OH^- 1몰이 존재한다.

I의 전체 부피는 $V+50$, II의 전체 부피는 $V+70$ 이다. 모든 이온의 몰농도의 합이 I과 II에서 같으므로 모든 이온수의 비는 I과 II에서 $V+50 : V+70 = 8 : 10$ 이다. 따라서 $V=30$ 이다.

$\frac{c}{a+b}$ 는 결국 세 용액의 농도 비 이므로 일정 부피에 들어 있는 구경꾼 이온의 몰수로 설정해 주면 된다. $X(OH)_2$ 는 2몰/30mL, HCl 은 5몰/50mL, $NaOH$ 는 2몰/20mL이므로 $a : b : c = \frac{2}{3} : \frac{5}{5} : \frac{2}{2}$ 이다.

따라서 $\frac{c}{a+b} = \frac{1}{\frac{2}{3}+1} = \frac{3}{5}$ 이다.

답) ②

2021학년도 10월 고3 전국연합학력평가 20번 [양적계산]

20. 다음은 기체 A와 B가 반응하여 기체 C가 생성되는 반응의 화학 반응식이다.

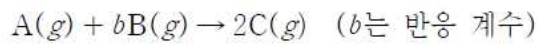
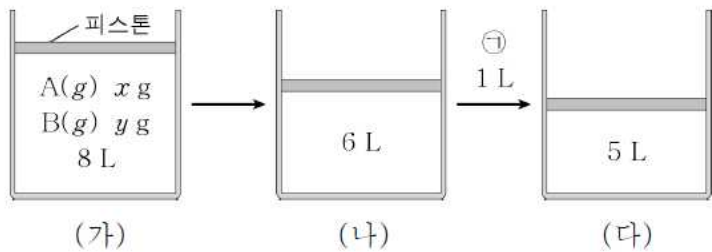


그림 (가)는 실린더에 A(g) x g과 B(g) y g을 넣은 것을, (나)는 (가)의 실린더에서 반응을 완결시킨 것을, (다)는 (나)의 실린더에 ① 1L를 추가하여 반응을 완결시킨 것을 나타낸 것이다. ①은 A(g), B(g) 중 하나이고, 실린더 속 기체의 밀도비는 (나):(다) = 1:2이다.



$b \times \frac{y}{x}$ 는? (단, 온도와 압력은 t °C, 1 atm으로 일정하고, 피스톤의 질량과 마찰은 무시한다.) [3점]

- ① $\frac{1}{2}$
- ② $\frac{5}{4}$
- ③ $\frac{3}{2}$
- ④ 10
- ⑤ 12

[Comment]

뭐 하나 명확하게 정해진 게 없다. 계수도 모르고 얼마나 들어있는지도 모른다. 오직 반응 전후의 몰수 변화로만 판단해야 한다. 양적계산에서 흔히 등장하지 않는, 가정하여 문제를 푸는 유형이다. 수능에서 나올 가능성은 희박하나, 출제된다면 무엇을 해야 할지 몰라 머뭇거릴 수 있다. 이러한 문제는 가능한 반응 계수를 한두개 적어 보면 금방 답이 나오도록 설계되어 있으므로, 모르겠으면 일단 해보자!

[문제 풀이]

실린더 속 기체의 밀도비는 (나) : (다) = 1 : 2이고 부피비는 6 : 5이다. 따라서 질량비는 (나) : (다) = 6 : 10이다. 즉 (나)에서 (다)로 갈 때 추가한 ① 1L는 4g이라고 볼 수 있다.

(가)에서 (나)로 갈 때 전체 부피는 8L → 6L로 2L 감소, (나)에서 ①을 추가 후 (다)로 갈 때 전체 부피는 7L → 5L로 2L 감소한다. 따라서 전체 반응은 몰수가 감소하는 반응이고, 감소한 비율이 같으므로 반응한 반응물의 양과 생성된 생성물의 양 역시 두 반응이 같다.

반응은 몰수가 감소하는 반응이므로 $b = 2, 3, \dots$ 이다. $b = 2$ 일 경우 제시된 화학 반응식에 의해 반응 전후 몰수의 변화는 3 → 2로 1몰 감소하는 반응이다. (가)에서 (나)로 갈 때 2L 감소했으므로 (나) 6L에 C가 4몰 존재한다고 하면, (나)에서 ①을 추가 후 (다)로 갈 때 역시 2L로 동일한 양 감소하므로 C가 8몰 존재한다고 할 수 있다. 그러나 (다)의 전체 부피는 5L이므로 8몰만큼 존재할 수 없다. 따라서 모순이다.

$b = 3$ 일 경우 반응 전후 몰수의 변화는 4 → 2로 2몰 감소하는 반응이다(부피를 몰수로 전환). 따라서 (나)에는 C가 2몰, (다)에는 C가 4몰 존재한다. (나)에서 ①을 추가 후 (다)로 갈 때 C가 2몰 생성되므로 ① 1몰은 반드시 A여야 한다. B일 경우 값이 최소 3몰 이상이어야 C가 2몰 생성되기 때문이다. 따라서 (다)에는 C 4몰, B 1몰 존재하고, (나)에는 B 4몰과 C 2몰 존재하고, (가)에는 B 7몰과 A 1몰 존재한다. (가)의 전체 질량은 (나)와 같으므로 6g이다. A 1몰은 4g이므로 B 7몰은 나머지 질량인 2g이다.

따라서 $\frac{y}{x} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ 이다.

$$\therefore b \times \frac{y}{x} = 3 \times \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

답) ③

◆ EBS 트레이닝 & 변형문제 ◆

2024 EBS 수능특강 11 | 산 염기와 중화 반응

2024 수능특강 181p 7번

7. 다음은 식초 속 CH_3COOH 의 함량을 구하기 위한 중화 적정 실험이다.

[실험 과정]
 (가) 식초 50mL를 물로 희석하여 250mL 수용액을 만든다.
 (나) 삼각 플라스크에 (가)에서 만든 수용액 20mL를 넣고 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린다.
 (다) 0.1M $\text{NaOH}(aq)$ 을 ㉠
 (라) (다)의 삼각 플라스크 속 수용액 전체가 붉게 변하는 순간 적정을 멈추고 적정에 사용된 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피(V)를 측정한다.

[자료 및 실험 결과]
 ○ 식초의 밀도 : 1.05g/mL
 ○ CH_3COOH 의 화학식량 : 60
 ○ $V = 35\text{mL}$
 ○ 식초 속 CH_3COOH 의 농도 : $x\%$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 25°C 로 일정하고, 식초에서 CH_3COOH 의 중화 반응만 고려한다.)

<보 기>

ㄱ. '뷰렛에 넣고 (나)의 삼각 플라스크에 떨어뜨리면서 잘 흔들어 준다.'는 ㉠으로 적절하다.
 ㄴ. (가)에서 만든 수용액에서 CH_3COOH 의 몰 농도는 $\frac{7}{40}\text{M}$ 이다.
 ㄷ. $x = 6$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

실험의 전체적인 과정이 눈으로 그려진다면 정말로 어렵지 않게 풀 수 있다. 모의고사와 수능에서 꼭 한 문제는 출제되는 유형이므로, 문제를 많이 풀어보면서 반드시 익혀보도록 하자!

[문제 풀이]

식초 속 CH_3COOH 은 산성으로, 염기성인 NaOH 표준 용액을 떨어뜨리면 지시약인 페놀프탈레인의 색이 무색에서 붉은색으로 변한다. 이때, $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 과 $\text{NaOH}(aq)$ 는 1:1로 반응한다. 따라서 적정에 사용된 $\text{NaOH}(aq)$ 의 정보를 통해 CH_3COOH 의 정보를 얻을 수 있다.

[선지 풀이]

ㄱ. '뷰렛에 넣고 (나)의 삼각 플라스크에 떨어뜨리면서 잘 흔들어 준다.'는 ㉠으로 적절하다. (O)

ㄴ. (나)에서 사용한 수용액과 (가)에서 만든 수용액이 같으므로, (나)에서 사용한 수용액에서 CH_3COOH 의 몰 농도를 구하면 답을 얻을 수 있다.

이때, (나) 수용액의 CH_3COOH 와 (다)의 0.1M $\text{NaOH}(aq)$ 35mL가 반응하였으므로, (나) 수용액에서 CH_3COOH 의 몰 농도를 $a\text{M}$ 라고 했을 때, $a\text{M} \times 20\text{mL} = 0.1\text{M} \times 35\text{mL}$ 식을 세울 수 있다. 이 식을 풀면 $a\text{M} = \frac{7}{40}\text{M}$ 임을 얻을 수 있다. (O)

ㄷ. 위에서 얻은 $\frac{7}{40}\text{M}$ 는 결국 250mL CH_3COOH 수용액의 몰 농도

이다. 이때, 몰 농도(M) = $\frac{\text{용질의 양(mol)}}{\text{용액의 부피(L)}}$ 이며, 용질의 양

(mol) = $\frac{\text{질량(g)}}{1\text{mol의 질량(g/mol)}}$ 이므로, 다음과 같은 식을 세울 수 있다.

$$\frac{7}{40}\text{M} = \frac{1.05\text{g/mL} \times 50\text{mL} \times \frac{x}{100}}{60\text{g/mol} \times 0.25\text{L}}, \quad \frac{1.05 \times 50 \times 0.01x}{60} = \frac{7}{160}$$

따라서 $x = 5$ 이다. (X)

답) ③

2024 수능특강 181p 7번 변형문제

7. 다음은 식초 속 CH_3COOH 의 함량을 구하기 위한 중화 적정 실험이다.

[실험 과정]

(가) 식초 40mL를 물로 희석하여 100mL 수용액을 만든다.
 (나) 삼각 플라스크에 (가)에서 만든 수용액 5mL를 넣고 페놀프탈레인 용액을 2~3방울 떨어뜨린다.
 (다) $a\text{M NaOH}(aq)$ 을 뷰렛에 넣고 (나)의 삼각 플라스크에 떨어뜨리면서 잘 흔들어 준다.
 (라) (다)의 삼각 플라스크 속 수용액 전체가 붉게 변하는 순간 적정을 멈추고 적정에 사용된 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피(V)를 측정한다.

[자료 및 실험 결과]

- 식초의 밀도 : 1.05g/mL
- CH_3COOH 의 화학식량 : 60
- $V = 20\text{mL}$
- 식초 속 CH_3COOH 의 농도 : 4%

$\frac{a}{\text{수용액의 몰 농도}(M)}$ 는? (단, 온도는 25°C 로 일정하고, 식초에서 CH_3COOH 의 중화 반응만 고려한다.)

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

[문제 풀이]

수용액의 몰 농도(M)는 $\frac{\text{용질의 양}(\text{mol})}{\text{용액의 부피}(\text{L})}$ 이므로, 다음과 같은 식을 통해 구할 수 있다.

$$\text{수용액의 몰 농도}(M) = \frac{1.05\text{g/mL} \times 40\text{mL} \times 0.04}{60\text{g/mol} \times 0.1\text{L}}$$

이를 계산하면,
 수용액의 몰 농도(M) = 0.28M임을 얻을 수 있다.

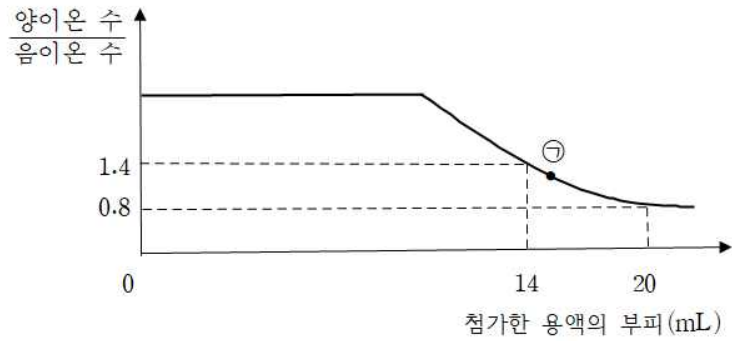
이때, 0.28M $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 수용액 5mL와 $a\text{M NaOH}(aq)$ 20mL는 1:1로 반응하므로, $0.28\text{M} \times 5\text{mL} = a\text{M} \times 20\text{mL}$, 따라서, $a = 0.07$ 이다.

그러므로, $\frac{a}{\text{수용액의 몰 농도}(M)} = \frac{0.07}{0.28} = \frac{1}{4}$ 이다.

답) ①

2024 수능특강 182p 10번

10. 그림은 0.2 M $H_2X(aq)$ 10 mL에 (가) 수용액과 (나) 수용액을 10 mL씩 순서대로 첨가할 때, 첨가한 용액의 부피에 따른 혼합 용액의 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{음이온 수}}$ 를 나타낸 것이다. (가) 수용액과 (나) 수용액은 각각 $Y(OH)_2(aq)$ 과 $ZOH(aq)$ 중 하나이고, ㉠에서 혼합 용액의 액성은 중성이다.



혼합 전 $Y(OH)_2(aq)$ 과 $ZOH(aq)$ 의 몰농도(M) 합은? (단, 온도는 일정하고, 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.)

- ① 0.2 ② 0.25 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5

[Comment]

그래프 형태와 양이온 수의 변화를 통해 (가)와 (나)의 수용액 종류를 찾아야 하는 문제이다.

[문제 풀이]

그래프의 모양을 보면 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{음이온 수}}$ 가 일정하다가 감소한다. 만약 (가)가 $Y(OH)_2(aq)$ 라면, Y^{2+} 과 OH^- 가 1:2로 반응하므로 감소하는 H^+ 의 수가 증가하는 Y^{2+} 의 수보다 크므로 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{음이온 수}}$ 는 감소한다. (가)가 $ZOH(aq)$ 라면, 감소하는 H^+ 의 수와 증가하는 Z^+ 의 수가 같으므로 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{음이온 수}}$ 는 일정하다. 따라서 (가)는 $ZOH(aq)$ 이다. $Y(OH)_2(aq)$ 과 $ZOH(aq)$ 의 몰농도를 각각 x, y 라고 하면 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{음이온 수}}$ 으로 x, y 의 값을 구하는 것이므로 mL에서 L로 단위를 변환할 때 $\frac{1}{1000}$ 을 곱하는 것은 약분되므로 이를 무시하고 계산하면

	H^+	Z^+	Y^{2+}	X^{2-}	OH^-
14mL	$4 - 10y - 8x$	$10y$	$4x$	2	0
20mL	0	$10y$	$10x$	2	$20x + 10y - 4$

중화점이 14mL와 20mL사이이므로, $\frac{4-4x}{2} = \frac{7}{5}$, $x = 0.3$ 이고,

$\frac{10x + 10y}{20x + 10y - 2} = \frac{3 + 10y}{4 + 10y} = \frac{4}{5}$, $y = 0.1$ 이다. 따라서 $x + y = 0.4$ 이다.

답)④

2024 수능특강 182p 10번 변형

10. 그림은 0.2 M $X(OH)_2(aq)$ 10 mL에 (가) 수용액과 (나) 수용액을 10 mL씩 순서대로 첨가할 때, 첨가한 용액의 부피에 따른 혼합 용액의 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{전체 이온 수}}$ 를 나타낸 것이다. (가) 수용액과 (나) 수용액은 각각 $H_2Y(aq)$ 과 $HZ(aq)$ 중 하나이고, 첨가한 용액의 부피(mL)가 15 mL에서 20 mL 사이일 때 혼합 용액의 액성은 중성이다.

첨가한 용액의 부피(mL)	0 mL	5 mL	15 mL	20 mL
$\frac{\text{양이온 수}}{\text{전체 이온 수}}$ (상댓값)	1	1	$\frac{12}{11}$	$\frac{9}{7}$

혼합 전 $H_2Y(aq)$ 과 $HZ(aq)$ 의 몰농도(M) 합은? (단, 온도는 일정하고, 수용액에서 $X(OH)_2$ 는 X^{2+} 과 OH^- 으로, H_2Y 는 H^+ 과 Y^{2-} 으로, HZ 는 H^+ 과 Z^- 으로 모두 이온화된다.)

- ① 0.2 ② 0.25 ③ 0.3 ④ 0.4 ⑤ 0.5

[문제 풀이]

표를 보면 $\frac{\text{양이온 수}}{\text{전체 이온 수}}$ 가 일정하다가 증가한다. 0 mL일 때, $\frac{\text{양이온 수}}{\text{전체 이온 수}} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$ 이다. 만약 (가)가 $H_2Y(aq)$ 라면, 5 mL만큼 첨가했을 때, 양이온 수는 일정하고, 감소하는 OH^- 의 수가 증가하는 Y^{2-} 의 수보다 크므로 전체 이온 수가 감소하고, $\frac{\text{양이온 수}}{\text{전체 이온 수}}$ 는 증가한다. (가)가 $HZ(aq)$ 라면, 5 mL만큼 첨가했을 때, 양이온 수는 일정하고, 감소하는 OH^- 의 수와 증가하는 Z^- 의 수가 같고, $\frac{\text{양이온 수}}{\text{전체 이온 수}}$ 는 일정하다. 따라서 (가)는 $HZ(aq)$ 이다. $H_2Y(aq)$ 과 $HZ(aq)$ 의 몰농도를 각각 x, y 라고 하면

$\frac{\text{양이온 수}}{\text{전체 이온 수}}$ 으로 x, y 의 값을 구하는 것이므로 mL에서 L로 단위를 변환할 때 $\frac{1}{1000}$ 을 곱하는 것은 약분되므로 이를 무시하고 계산하면

산하면

	OH^-	Z^-	Y^{2-}	X^{2+}	H^+
15mL	$4 - 10y - 10x$	$10y$	$5x$	2	0
20mL	0	$10y$	$10x$	2	$20x + 10y - 4$

15 mL에서 20 mL 사이일 때 혼합 용액이 중성이므로,
 $\frac{1}{3} : \left(\frac{2}{4 - 10y - 10x + 2 + 5x + 10y} = \frac{2}{6 - 5x} \right) = 1 : \frac{12}{11}$, $x = 0.1$ 이고,
 $\frac{1}{3} : \left(\frac{2 + 20x + 10y - 4}{10x + 10y + 2 + 20x + 10y - 4} = \frac{10y}{20y + 1} \right) = 1 : \frac{9}{7}$, $y = 0.3$ 이다.
 따라서 $x + y = 0.4$ 이다.

답) ④

◆ Nitro Original 자작문제 ◆

동적 평형 / 양자수 / 화학양론

01 | 동적 평형

1. 표는 밀폐된 진공 용기에 X(l)를 넣은 후 시간에 따른 X의 증발 속도와 응축 속도에 대한 자료이다. v_1 과 v_2 는 각각 증발 속도와 응축 속도 중 하나이다. $0 < t_1 < t_2 < t_3$ 이고, t_2 일 때 X(l)과 X(g)는 동적 평형 상태에 도달하였다.

시간	t_1	t_2	t_3
v_1	a	b	c
v_2	x	y	z

$a > b$ 일 때, 이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 일정하다.)

—<보 기>—

ㄱ. t_2 에서 X(l)의 증발이 일어나지 않는다.

ㄴ. $\frac{a}{x} > 1$ 이다.

ㄷ. X(l)의 양(mol)은 t_1 에서가 t_2 에서보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

동적 평형에서는 정반응과 역반응이 계속 진행되고 있으나, 두 반응의 속도가 같아 겉보기에는 아무런 반응도 일어나지 않는 것처럼 보인다는 것을 이해하고 있다면 쉽게 풀 수 있는 문제다. 표에 나타난 자료를 꼼꼼히 체크하여 실수하지 않도록 조심하자!

[문제 풀이]

이 문제에서는 액체 상태의 물질 X를 진공 용기에 넣었다. 따라서 t_1 에서는 증발 속도 > 응축속도이다. 이후 증발 속도는 점차 느려지고 응축 속도는 점차 빨라지다가 t_2 일 때 동적 평형 상태에 도달하게 되는 것이다. 즉, 문제에서 $a > b$ 라는 조건이 주어졌으므로, v_1 이 증발 속도, v_2 가 응축 속도이다. 이에 따라 $a > b = c$, $x < y = z$ 임을 알 수 있다.

[선지 풀이]

ㄱ. 동적 평형에서는 아무런 반응이 일어나지 않는 것처럼 보이지만, 정반응과 역반응의 속도가 같다. 따라서 증발이 일어난다. (X)
 ㄴ. t_1 에서는 증발 속도 > 응축속도이다. 따라서 $a > x$ 이다. (O)
 ㄷ. X(l)의 양(mol)은 동적 평형 상태에 도달하기 이전까지 감소하므로 t_1 에서가 t_2 에서보다 크다.

답) ⑤

02 | 양자수

2. 다음은 바닥상태 원자 X에서 전자가 들어 있는 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. n, l, m_s 는 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수, 스핀 자기 양자수이다.

- (가)~(다)의 $(n+l)$ 은 각각 4 이하이다.
- $(n-1)$ 의 비는 (가) : (나) : (다) = 2:2:1이다.
- 에너지 준위는 (가)가 제일 작다.
- (다)에 들어 있는 전자의 m_s 의 합은 0이 아니다.

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

—————<보 기>—————

- ㄱ. (가)의 자기 양자수(m_l)은 0이다.
- ㄴ. $n+l$ 은 (나)와 (다)가 같다.
- ㄷ. X는 3주기 원소이다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

바닥상태 원자에서 홀전자는 에너지 준위가 제일 높은 오비탈에 존재한다.

[문제 풀이]

$(n+l)$ 이 4 이하인 오비탈의 $(n-1)$ 은 다음과 같다.

오비탈	1s	2s	2p	3s	3p	4s
n	1	2	2	3	3	4
l	0	0	1	0	1	0
$n+l$	1	2	3	3	4	4
$n-1$	1	2	1	3	2	4

((가), (나), (다))를 만족하는 오비탈 순서쌍은 (1s, 2p, 2s) 또는 (2s, 3p, 4s)이다.

(다)에 들어 있는 전자의 m_s 의 합은 0이 아니기에, (다)의 전자는 홀전자이다. 홀전자는 전자가 들어 있는 오비탈 중에서 에너지 준위가 제일 높은 오비탈에 존재하기 때문에, 이를 만족하는 ((가), (나), (다))는 (2s, 3p, 4s)이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (가)는 2s 오비탈로, 가능한 자기 양자수(m_l)는 0이다. (O)
- ㄴ. (나)는 3p, (다)는 4s로, $n+l$ 은 4로 같다. (O)
- ㄷ. X의 전자가 들어 있는 오비탈 중에서 에너지가 제일 높은 오비탈은 4s이기 때문에, X는 4주기 원소이다. (X)

답) ③

03 | 화학양론

3. 표는 $t^{\circ}\text{C}$, 1 atm에서 원소 A, B로 이루어진 화합물 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)의 분자식은 각각 AB_2 , A_2B , A_2B_3 중 하나이다.

화합물	(가)	(나)	(다)
질량(g)	46	11	38
부피(L)	$2V$	$\frac{1}{2}V$	V
$\frac{\text{B의 질량}}{\text{A의 질량}}$	$\frac{16}{7}$	$\frac{4}{7}$	

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

<보기>

ㄱ. 원자량은 A가 B보다 크다. ㄴ. (나)는 A_2B 이다. ㄷ. $\frac{\text{(다)의 1g당 A 원자 수}}{\text{(가)의 1g당 B 원자 수}} = \frac{33}{38}$ 이다.
--

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

같은 온도와 압력에서 모든 기체는 같은 부피 속에 들어 있는 분자 수가 같다는 것을 이용하여 분자 수가 같을 때 화합물 (가)~(다)의 질량을 비교한다.

[문제 풀이]

(가)~(다)를 각각 부피가 V 일 때, 질량을 구하면

화합물	(가)	(나)	(다)
질량(g)	23	22	38

분자량이 가장 큰 화합물은 A_2B_3 이므로 (다)는 A_2B_3 이다.

A의 원자량을 a , B의 원자량을 b 라고 하면

AB_2 의 $\frac{\text{B의 질량}}{\text{A의 질량}} = \frac{2b}{a}$ 이고, A_2B 의 $\frac{\text{B의 질량}}{\text{A의 질량}} = \frac{b}{2a} = \frac{1}{2} \frac{b}{a}$ 이다.

따라서 (가)는 AB_2 , (나)는 A_2B 이고

A의 원자량 : B의 원자량 = 7 : 8이다.

ㄱ. 원자량은 A가 B보다 크다. (X)

ㄴ. (나)는 A_2B 이다. (O)

ㄷ. $\frac{\text{(다)의 1g당 A 원자 수}}{\text{(가)의 1g당 B 원자 수}} = \frac{33}{38}$ 이다. (X)

$\frac{\text{(다)의 1g당 A 원자 수}}{\text{(가)의 1g당 B 원자 수}} = \frac{\frac{2}{38}}{\frac{23}{2}} = \frac{2}{38} \cdot \frac{2}{23} = \frac{2}{23}$ 이다.

답) ②