

2024 수능대비 화학 I 주간지 위클리 부스터

WEEK 4

 nitro_chemistry



제작 | 수능화학연구팀Nitro

본 분석서에 사용된 총평 및 해설에 대한 저작권은 팀Nitro에게 있습니다.
무단 도용 및 수정을 금합니다.

[목 차]

◆ Reverse 기출분석

- 2022학년도 7월 고3 전국연합학력평가

◆ EBS 트레이닝 & 변형문제

- 2024 EBS 수능특강 | 5 현대적 원자모형과 전자 배치

◆ Nitro Original 자작문제

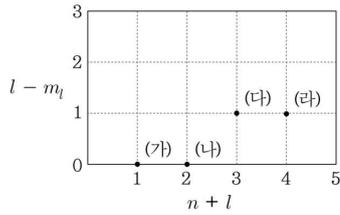
- 양적계산1 / 양자수 / pH pOH / 실험분석 / 양적계산2

◆ Reverse 기출분석 ◆

2022학년도 7월 고3 전국연합학력평가

2023학년도 7월 고3 전국연합학력평가 11번 [양자수]

11. 그림은 수소 원자의 오비탈 (가)~(라)에 대한 자료이다.
 n, l, m_l 는 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수, 자기 양자수이다.



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

- <보 기>
- ㄱ. (가)의 모양은 구형이다.
 ㄴ. 자기 양자수(m_l)는 (다)와 (라)가 다르다.
 ㄷ. 에너지 준위는 (다) > (나)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

양자수 문제는 바로 어떤 경우인지 생각나지 않을 수 있기 때문에 조건에 적합한 경우의 수를 하나하나 다 적어보는 것이 좋다.

[문제 풀이]

$n+l$ 의 값에 따른 (가)~(라)의 경우의 수를 적어보면

- (가): $1+0$
- (나): $2+0$
- (다): $2+1, 3+0$
- (라): $3+1, 4+0$

따라서 (가)는 $1+0$, (나)는 $2+0$ 이다.

$l=0$ 일 때, $m_l=0$ 만 가능하고 $l=1$ 일 때, $m_l=-1, 0, 1$ 이 가능하다. $l-m_l$ 의 값이 (가), (나)는 0이고 $1s, 2s$ 이므로 오비탈 수가 각각 하나이다. 따라서 $m_l=0$ 이다.

(다)의 $l-m_l$ 값이 1이므로 $n=3$ 이고 $l=0$ 이라면 $m_l=0$ 이어서 $l-m_l$ 의 값이 0이 되기 때문에 조건에 알맞지 않다. 따라서 $n=2, l=1$ 이고 $m_l=0$ 일 때만 조건을 만족한다.

(라)의 $l-m_l$ 값이 1이므로 $n=4$ 이고 $l=0$ 이라면 $m_l=0$ 이어서 $l-m_l$ 의 값이 0이 되기 때문에 조건에 알맞지 않다. 따라서 $n=3, l=1$ 이고 $m_l=0$ 일 때만 조건을 만족한다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (가)는 $1s$ 이므로 구형이다. (O)
- ㄴ. 자기 양자수(m_l)는 (다)와 (라)가 모두 0으로 같다. (X)
- ㄷ. (나), (다)가 각각 $2s, 2p$ 이므로 주양자수가 같고 수소 원자이므로 에너지 준위는 같다. (X)

답) ①

2022학년도 7월 고3 전국연합학력평가 12번 [pH / pOH]

12. 다음은 25℃에서 수용액 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

○ (가)와 (나)는 각각 a M $\text{HCl}(aq)$, $\frac{1}{100} a$ M $\text{NaOH}(aq)$ 중 하나이다.

수용액	(가)	(나)
$ \text{pH} - \text{pOH} $	8	12
부피(mL)	100 V	V

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25℃에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10^{-14} 이다.) [3점]

<보 기>

- ㄱ. (가)는 $\frac{1}{100} a$ M $\text{NaOH}(aq)$ 이다.
- ㄴ. $\frac{\text{(나)의 } [\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{(가)의 } [\text{OH}^-]} = 100$ 이다.
- ㄷ. H_3O^+ 의 양(mol)은 (나)가 (가)의 10^{10} 배이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

용액의 몰농도가 상대적으로 작다. = pH와 pOH의 차의 절댓값이 상대적으로 작다!

[문제 풀이]

(가)와 (나)의 $|\text{pH} - \text{pOH}|$ 를 비교했을 때, (나)가 (가)보다 크기 때문에 (나)의 몰농도는 (가)의 몰농도보다 크다. 따라서 (가) 수용액은 $\frac{1}{100} a$ M $\text{NaOH}(aq)$, (나) 수용액은 a M $\text{HCl}(aq)$ 이다.

(나) 수용액의 pH는 1로, $a = 0.1$ 이다.

[선지 풀이]

ㄱ. (가)는 $\frac{1}{100} a$ M $\text{NaOH}(aq)$ 이다. (O)

ㄴ. $\frac{\text{(나)의 } [\text{H}_3\text{O}^+]}{\text{(가)의 } [\text{OH}^-]} = \frac{10^{-1}}{10^{-3}} = 10^2 = 100$ 이다 (O)

ㄷ. H_3O^+ 의 양(mol)은 $[\text{H}_3\text{O}^+] \times (\text{용액의 부피(L)})$ 이다.

(가)의 $[\text{H}_3\text{O}^+] \times (\text{용액의 부피}) = 10^{-11} \times \frac{100V}{1000} = 10^{-12} V$

(나)의 $[\text{H}_3\text{O}^+] \times (\text{용액의 부피}) = 10^{-1} \times \frac{V}{1000} = 10^{-4} V$ 로,

(나)가 (가)의 10^8 배이다. (X)

답) ③

2022학년도 7월 고3 전국연합학력평가 14번 [중화적정]

14. 다음은 중화 적정 실험이다.

[실험 과정]

- (가) a M $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 20 mL를 준비한다.
- (나) (가)의 용액 x mL를 취하여 용액 I을 준비한다.
- (다) (나)에서 사용하고 남은 (가)의 용액에 물을 넣어 b M $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 25 mL 용액 II를 만든다.
- (라) 삼각 플라스크에 용액 I을 모두 넣고 페놀프탈레인 용액을 2~3 방울 떨어뜨린다.
- (마) (라)의 용액에 0.1 M $\text{NaOH}(aq)$ 을 한 방울씩 떨어뜨리고 용액 전체가 붉게 변하는 순간 적정을 멈춘 후 적정에 사용된 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피(V_1)를 측정한다.
- (바) I 대신 II를 사용해서 과정 (라)와 (마)를 반복하여 적정에 사용된 $\text{NaOH}(aq)$ 의 부피(V_2)를 측정한다.

[실험 결과]

- V_1 : 25 mL
- V_2 : 75 mL

$\frac{b}{a} \times x$ 는? (단, 온도는 25℃로 일정하다.) [3점]

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

[Comment]

하나하나 정리하면서 풀면 헛갈리지 않고 정확하게 풀 수 있다.

[문제 풀이]

용액 I과 II에서 a M $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 20 mL에 있는 CH_3COOH 의 양은 0.1 M NaOH (25 + 75) mL에 있는 NaOH 의 양과 동일하므로 $20a = 0.1 \times 100$ 이다.

용액 I은 a M $\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$ 가 x mL 만큼 있는 것이고 (라)와 (마)를 보면 0.1 M $\text{NaOH}(aq)$ 를 25 mL 만큼 첨가했을 때 혼합용액이 중성인 것을 알 수 있다. 따라서 혼합용액에서 CH_3COOH 의 양과 NaOH 의 양이 동일하다는 것을 이용하여 수식을 세우면 $a \times x = 0.1 \times 25$ 이다.

용액 II에 0.1 M $\text{NaOH}(aq)$ 를 75 mL 만큼 넣었을 때 혼합용액이 중화되므로 혼합용액에서 CH_3COOH 의 양과 NaOH 의 양이 동일하다는 것을 알 수 있다. 따라서 $b \times 25 = 0.1 \times 75$ 이다.

$20a = 0.1 \times 100$ 에서 $a = 0.5$, $b \times 25 = 0.1 \times 75$ 에서 $b = 0.3$ 이다. $ax = 2.5$ 에 $a = 0.5$ 를 대입하면 $x = 5$ 라는 것을 알 수 있다.

$\therefore a = 0.5, b = 0.3, x = 5 \rightarrow \frac{b}{a} \times x = \frac{0.3}{0.5} \times 5 = 3$ 이다.

답) ④

2022학년도 7월 고3 전국연합학력평가 18번 [화학식량과 몰]

18. 표는 용기 (가)와 (나)에 들어 있는 기체에 대한 자료이다. 용기에 들어 있는 전체 기체 분자 수 비는 (가) : (나) = 4 : 3이다.

용기	기체	기체의 질량 (g)	단위 질량당 X의 원자 수 (상댓값)	용기에 들어 있는 Z의 질량 (g)
(가)	XY_2, XZ_4	$10w$	9	$\frac{38}{15}w$
(나)	YZ_2, XZ_4	$9w$	5	$\frac{19}{3}w$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이고, 모든 기체는 반응하지 않는다.) [3점]

— <보 기> —

가. XZ_4 의 양(mol)은 (나)에서가 (가)에서의 2배이다. 나. $\frac{YZ_2\text{의 분자량}}{XZ_4\text{의 분자량}} = \frac{1}{2}$ 이다. 다. (나)에서 $\frac{X\text{의 질량(g)}}{Y\text{의 질량(g)}} = 4$ 이다.

- ① 가 ② 다 ③ 가, 나 ④ 나, 다 ⑤ 가, 나, 다

[Comment]

주어진 자료들을 조합하여 숨겨진 조건들을 찾아내면 쉽게 풀이할 수 있는 문제이다. 작년 수능 문항과 거의 동일한 아이디어가 사용됐기 때문에 기출분석이 잘 되어있는 학생들은 쉽게 풀 수 있었을 것이다.

[문제 풀이]

(기체의 질량)×(단위 질량당 X의 원자 수) = X의 원자 수이고, Z의 질량은 Z의 원자수에 비례하므로 다음과 같은 조건을 얻어낼 수 있다.

용기	기체	전체 기체 분자 수	X의 원자수 (상댓값)	Z의 원자수 (상댓값)
(가)	XY_2, XZ_4	4	2	2
(나)	YZ_2, XZ_4	3	1	5

용기 (가), (나)의 분자 수를 각각 4 mol, 3 mol이라고 하고, 용기 속 각 기체들의 분자 수를 알아내 보자.

XY_2, XZ_4 모두 1분자당 X의 원자수가 1이므로 (가)에서의 X의 원자수는 4이다. 따라서 (나)에서 X의 원자수는 2여야 하고, XZ_4 2mol, YZ_2 1mol임을 알 수 있다. (나)에서 Z의 원자수는 10이므로 (가)에서 Z의 원자수는 4가 되어야 하고, 따라서 XY_2 3mol, XZ_4 1mol임을 알 수 있다.

[선지 풀이]

- 가. 용기 (가), (나)에 XZ_4 가 1:2 비율로 들어있다. (O)
 나. 분수인 상태로 계산하는 것은 번거로우므로 w 에 적당한 값을 대입하여 편하게 계산하는 것이 좋다. w 값을 15로 하면 당장은 분수가 사라지지만, (나)에서 Z의 원자량을 계산할 때 또다시 분수가 생기므로 30으로 하여 계산하겠다.
 (나)에서 Z의 원자수가 10, 질량은 190이므로 Z의 원자량은 19 (여기서 많이 단련된 수험생이라면, 바로 F을 떠올려 Z의 원자량이 19가 나오도록 w 값을 조절할 수도 있겠다.)
 (가)에서 기체의 질량은 300g, Z의 질량은 76g이므로 이를 통해 X와 Y의 질량의 합을 구할 수 있다. XY_2 3mol, XZ_4 1mol 이므로 $4x + 6y = 224$ ($x = X$ 의 원자량, $y = Y$ 의 원자량)
 즉, $2x + 3y = 112$
 같은 방식으로, (나)에서 기체의 질량은 270g, Z의 질량은 190g 이고, XZ_4 2mol, YZ_2 1mol이므로 $2x + y = 80$
 알아낸 두 관계식을 연립하면, $2y = 32$ 즉, $y = 16$, $x = 32$ 이다. Z의 원자량은 19로 가정했으므로 YZ_2 의 분자량은 54, XZ_4 의 분자량은 108이다. (O)
 다. (나)에서 X의 원자수는 2, Y의 원자수는 1이므로
 $\frac{X\text{의 질량(g)}}{Y\text{의 질량(g)}} = \frac{64}{16}$ (O)

답) ⑤

2022학년도 7월 고3 전국연합학력평가 19번 [양적계산 - 적정유형]

19. 다음은 A(g)와 B(g)의 반응에 대한 실험이다.

[화학 반응식]
 $aA(g) + bB(g) \rightarrow 2C(g) + dD(g)$ (a, b 는 반응 계수)

[실험 과정]
 ○ A(g) x mol이 들어 있는 용기에 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시킨다.

[실험 결과]

실험	I	II	III	IV
넣어 준 B(g)의 질량(g)	w	$2w$	$3w$	$4w$
반응 후 $\frac{C(g)의 양(mol)}{전체 기체의 양(mol)}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{5}$		$\frac{2}{5}$

○ 실험 III에서 반응 후 용기에는 C(g)와 D(g)만 있다.

실험 I에서 넣어 준 B(g)의 양을 y mol이라고 했을 때,

$(a + b) \times \frac{y}{x}$ 는? [3점]

- ① $\frac{3}{2}$ ② $\frac{5}{2}$ ③ 3 ④ $\frac{10}{3}$ ⑤ $\frac{15}{4}$

[Comment]

적정유형의 등장! 적정유형을 다룰 때는 <반응 시작 전>, <반응 중>, <완결점>, <완결점 이후> 4가지 구간으로 나누어 생각해야 한다. 대부분 완결점을 경계로 값을 정리하는데, 이 문제는 완결점 이전의 값을 분석해서 물질의 양을 결정해야 한다. 이렇게 일반적인 구간을 이용해 푸는 문제는 좀처럼 출제된 적이 없는데, 관련 문제를 2024 수능대비 위클리부스터 1주차 <Nitro Original 자작 문제> 1번에 수록해 놓았으므로 확인해보길 바란다. 완결 전까지는 넣은 B의 양만큼 C가 생성된다!

[문제 풀이]

실험 III에서 반응 후 용기에는 C와 D만 존재하므로 실험 III에서 반응은 완결된다. 즉 실험 I, II에서는 완결점 전이고 실험 III에서는 완결점이므로 세 구간에서는 넣은 B의 양만큼 C가 생성된다. 실험 I, II, III에서 넣은 B의 양은 1:2:3이므로 실험 I, II, III에서 생성된 C의 양도 1:2:3가 되어야 한다. 자료를 보면 반응 후 $\frac{C의 양}{전체 기체의 양}$ 에서 C의 양은 실험 I에서 1, 실험 II에서 2이므로 주어진 자료 그대로 몰수로 바꾸어 사용할 수 있다. 또한 실험 IV에서는 완결점 이후이므로 C의 양은 실험 III에서와 같아야 한다. 위의 내용을 정리하면 다음과 같다.

실험	넣어준 B의 질량	반응 후 $\frac{C의 양(mol)}{전체 기체의 양(mol)}$
반응 전	0	$\frac{0}{A\ 3몰}$
I	w	$\frac{1}{4} = \frac{C\ 1몰}{(A+D)\ 3몰 + C\ 1몰}$
II	$2w$	$\frac{2}{5} = \frac{C\ 2몰}{(A+D)\ 3몰 + C\ 2몰}$
III	$3w$	$\frac{C\ 3몰}{D\ 3몰 + C\ 3몰}$
IV	$4w$	$\frac{2}{5} = \frac{C\ 3몰}{D\ 3몰 + C\ 3몰 + B\ 1.5몰}$

화학반응식을 보면 A와 D의 반응 계수가 같다. 따라서 실험 I, II에서 A+D의 값이 3몰로 일정할 것이고, A가 반응한 양만큼 D가 생성되므로 반응 전, 반응 중, 완결되었을 때 모두 A+D의 값이 3몰로 일정해야 한다. 즉 반응 전 A는 3몰 존재했고($x = 3$), 반응이 완결되었을 때 D는 3몰 존재해야 한다(실험 III). 실험 III에서 C와 D의 존재 비율이 같으므로 C와 D의 반응 계수는 같다. 따라서 $a = 2$ 이다.

실험 III에서 실험 IV로 진행될 때 넣은 B w g은 1.5몰이다. 완결점에서 넣은 B $3w$ 은 곧 4.5몰이고 이때 생성된 C의 양은 3몰이므로 B와 C의 계수 비는 4.5 : 3 = 3 : 2이다. 따라서 $b = 3$ 이다.

실험 I에서 넣어 준 B는 w g, 즉 1.5몰이므로 $y = 1.5$ 이다. 따라서 $(a + b) \times \frac{y}{x} = (2 + 3) \times \frac{1.5}{3} = \frac{5}{2}$ 이다.

답) ②

2022학년도 7월 고3 전국연합학력평가 20번 [중화반응]

20. 다음은 중화 반응에 대한 실험이다.

[자료]

○ 수용액에서 AOH는 A^+ 과 OH^- 으로, H_2B 는 H^+ 과 B^{2-} 으로, HC는 H^+ 과 C^- 으로 모두 이온화된다.

[실험 과정]

- (가) a M AOH(aq) 20 mL에 b M H_2B (aq) 5 mL를 첨가하여 혼합 용액 I을 만든다.
- (나) I에 c M HC(aq) V mL를 첨가하여 혼합 용액 II를 만든다.
- (다) II에 c M HC(aq) 10 mL를 첨가하여 혼합 용액 III을 만든다.

[실험 결과]

혼합 용액	II	III
음이온의 양(mol)	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{5}$
양이온의 양(mol)	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{5}$

○ 모든 음이온의 몰 농도(M)의 합은 I과 II가 같다.

$\frac{c}{a+b} \times V$ 는? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의

합과 같고, 물의 자동 이온화는 무시하며, A^+ , B^{2-} , C^- 은 반응하지 않는다.) [3점]

- ① 3 ② 5 ③ 6 ④ 12 ⑤ 15

[Comment]

이 문제에 대해 하고 싶은 말이 정말 많지만.. 하나만 꼭 적어서 말하자면, 풀이가 너무 다양하다는 것이다. 중화반응유형은 문제마다 쓸 수 있는 것들이 정해져 있어 다양한 문제풀이 스킬을 안다고 하여 유리한 것이 아니다. 반드시 알아야 하는 것들로만 푸는 연습을 해보자.

[문제 풀이]

실험 후 우리에게 주어진 혼합용액이 몇 가지 종류인지, 그리고 그 용액이 산인지 염기인지 파악하는 것이 우선이다.

혼합 용액 I은 산과 염기를 섞은 용액이다. 혼합 용액 II는 이러한 I에 산을 추가한 용액이다. 혼합 용액 III은 이 용액에 다시 한번 산을 추가했다. 즉, I에서 II, III으로 갈수록 산을 추가하는 상황이라고 볼 수 있다. 이때 I과 II의 음이온의 몰농도 합이 같다고 하였는데, 어떤 용액이든 간에 '반응이 진행되는 중이면' 이온의 몰농도의 합은 줄어들어야 한다. 산인지 염기인지 알 수 없는 혼합용액 I에 산을 넣어 II를 만들었는데 몰농도 합이 같다는 것은, 이미 II에서는 반응이 완결된 이후라는 뜻이므로 혼합용액 II는 산성이다. 이러한 용액 II에 다시 산을 추가한 용액 III은 산성이어야 한다.

혼합 용액 II에서 혼합 용액 III으로 갈 때는 완결점 이후이므로 반응이 진행되지 않는다. HC(aq)는 1가 이온의 수용액이므로 추가된 음이온과 양이온의 양이 같아야 한다. $\frac{\text{음이온의 양}}{\text{양이온의 양}}$ 자료를 보면 II에서 III으로 갈 때 음이온의 양이 2몰 증가하면 양이온의 양이 2몰 증가한다고 볼 수 있으므로 HC(aq) 10mL에는 2몰 만큼의 HC가 들어있다. 또한 실험과정 (나)에서 넣은 HC(aq) V mL에는 $\frac{V}{5}$ 만큼의 HC가 들어있다. 위의 내용만을 가지고 용액의 조성을 정리하면 다음과 같다.

I (25ml)	II((25 + V)ml)	III(35 + V)ml
	H^+	H^+
A^+	A^+	A^+
B^{2-}	$B^{2-} (2 - \frac{V}{5})$	$B^{2-} (2 - \frac{V}{5})$
	$C^- \frac{V}{5}$	$C^- \frac{V}{5}$

II에서 양전하와 음전하의 양은 같아야 하는데, 양이온은 전부 1가 이온이고 양이온의 양은 3몰이므로 음전하의 양은 (-3)이 되어야 한다. 따라서 $3 = (4 - \frac{V}{5}) \rightarrow$ (음전하의 합) 이므로 $V = 5$ 이다.

B^{2-} 의 양은 곧 1몰이므로 H_2B 의 농도는 1몰/5ml 라고 표현할 수 있다.

II에서의 음이온의 몰 농도는 2몰/30ml 라고 표현할 수 있는데 이 값이 I과 같다고 하였으므로 I에서의 음이온의 몰 농도는 $\frac{5}{3}$ 몰/25ml 라고 표현할 수 있다. 따라서 I에서 B^{2-} 는 1몰 존재하고, OH^- 는 $\frac{2}{3}$ 몰 존재한다. 위 내용을 토대로 용액의 조성도와 농도를 정리하면 다음과 같다.

I (25ml)	II (30ml)	III (40ml)
	$H^+ \quad \frac{1}{3}$	$H^+ \quad \frac{7}{3}$
$A^+ \quad \frac{8}{3}$	$A^+ \quad \frac{8}{3}$	$A^+ \quad \frac{8}{3}$
$B^{2-} \quad 1$	$B^{2-} \quad 1$	$B^{2-} \quad 1$
$OH^- \quad \frac{2}{3}$	$C^- \quad 1$	$C^- \quad 3$

AOH aM , $\frac{8}{3}$ 몰/20ml

H_2B bM , 1몰/5ml

HC cM , 2몰/10ml

a, b, c 는 세 수용액의 농도이므로 결국 같은 부피일 때 몰수를 임의로 정해 비를 계산하면 된다. 모두 5ml라고 설정한다면 구하는

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

답) ①

◆ EBS 트레이닝 & 변형문제 ◆

2024 EBS 수능특강
5 | 현대적 원자모형과 전자배치

2024 수능특강 77p 2번

2. 다음은 원자 번호가 11 ~ 15인 바닥상태 원자 X에서 전자가 들어 있는 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 $1s, 2s, 2p_x, 3s, 3p_x$ 중 하나이고, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이다.

- $n-l$ 는 $2 \times (\text{가}) = (\text{나}) + (\text{다})$ 이다.
- $n+l$ 는 $(\text{나}) > (\text{가})$ 이다.
- 들어 있는 전자 수는 $(\text{나}) > (\text{다})$ 이다.

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

- <보 기> —
- ㄱ. X의 원자 번호는 13이다.
 - ㄴ. (가)의 $n+l=2$ 이다.
 - ㄷ. 에너지 준위는 $(\text{나}) > (\text{다})$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

원자 X는 바닥상태이기 때문에 에너지 준위가 높은 오비탈에 전자를 채우기 위해서는 에너지 준위가 낮은 오비탈에는 전자가 2개씩 들어있어야만 한다.

[문제 풀이]

원자 번호가 11 ~ 15인 바닥상태 원자 X에서 $1s, 2s, 2p_x, 3s, 3p_x$ 의 n 과 l , 들어 있는 전자수는 다음과 같다.

	n	l	$n-l$	$n+l$	들어 있는 전자 수		
1s	1	0	1	1	2		
2s	2	0	2	2	2		
$2p_x$	2	1	1	3	2		
3s	3	0	3	3	1	2	
$3p_x$	3	1	2	4	0	0	1

(가)의 $n-l$ 이 1이라면 (나)와 (다) 역시 1이어야 하기에, (가)의 $n-l$ 은 2이다. 따라서 (가)는 $2s, 3p_x$ 중 하나이다.

하지만, (가)가 $3p_x$ 라면, 원자 X는 현재 바닥 상태이기에 $3p_x$ 보다 에너지 준위가 낮은 모든 오비탈에 들어 있는 전자 수는 2로 같아야 하기 때문에 모순이다. 따라서 (가)는 $2s$ 이다.

(가)의 $n-l$ 은 2이므로 (나)와 (다) 둘 중 하나는 $3s$, 나머지 하나는 $1s$ 와 $2p_x$ 중 하나이다. 만약 (나)가 $3s$ 라면, 원자 X는 현재 바닥 상태이기에 $3s$ 보다 에너지 준위가 낮은 모든 오비탈에 들어 있는 전자 수는 2로 같아야 하기 때문에 들어 있는 전자 수는 (나)가 (다)보다 클 수가 없다. 따라서, (다)가 $3s$ 고, $n+l$ 이 (가)보다 큰 (나)는 $2p_x$ 이다.

원자 번호가 11 이상인 바닥상태 원자 X의 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^2 2p_z^2 3s^1$ 로 원자 X는 나트륨(Na)이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. 원자 X는 나트륨(Na)으로 원자 번호는 11이다. (X)
- ㄴ. (가)는 $2s$ 로, $n+l=2$ 이다. (O)
- ㄷ. (나)는 $2p_x$, (다)가 $3s$ 로 에너지 준위는 $(\text{나}) < (\text{다})$ 이다, (X)

답) ②

2024 수능특강 77p 2번 변형문제

2. 다음은 원자 번호가 11 ~ 15인 바닥상태 원자 X에서 전자가 들어 있는 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 1s, 2s, 2p_x, 3s, 3p_x 중 하나이고, n은 주 양자수, l은 방위(부) 양자수이다.

- $\frac{n}{l+2}$ 은 (가)>(나)이다.
- $\frac{n+l}{n-l}$ 는 (다)>(가)이다.
- 들어 있는 전자 수는 (다)>(나)이다.

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

- <보 기>
- ㄱ. X의 원자 번호는 11이다.
 - ㄴ. (가)에서 전자가 발견될 확률은 핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 같다.
 - ㄷ. (다)의 $\frac{n}{l+1}$ 은 1이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

바.닥.상.태.기.억.하.자

[문제 풀이]

원자 번호가 11 ~ 15인 바닥상태 원자 X에서 1s, 2s, 2p_x, 3s, 3p_x의 n과 l, 들어 있는 전자수는 다음과 같다.

	n	l	$\frac{n}{l+2}$	n-l	n+l	$\frac{n+l}{n-l}$	들어 있는 전자 수		
1s	1	0	$\frac{1}{2}$	1	1	1	2		
2s	2	0	1	2	2	1	2		
2p _x	2	1	$\frac{2}{3}$	1	3	3	2		
3s	3	0	$\frac{3}{2}$	3	3	1	1	2	
3p _x	3	1	1	2	4	2	0	0	1

(나) 오비탈에 위치한 전자 수는 1개이고, (나)는 3s 또는 3p_x이다.

만약 (나)가 3s라면, 주어진 전자가 들어 있는 오비탈에서 $\frac{n}{l+2}$ 의 값은 3s가 제일 크기 때문에 첫 번째 조건을 만족할 수 없다. 따라서 (나)는 3p_x이다. (나)가 결정되어 원자 번호가 11 ~ 15인 바닥상태 원자 X의 전자배치는 1s²2s²2p_x²2p_y²2p_z²3s²3p_x¹(3p_y¹3p_z¹)로 원자 X는 알루미늄(Al) 또는 규소(Si) 또는 인(P)이다.

$\frac{n}{l+2}$ 은 (가)>(나)와 $\frac{n+l}{n-l}$ 는 (다)>(가)를 모두 만족하는 (가)는 3s이고, (다)는 2p_x가 된다.

[선지 풀이]

- ㄱ. 원자 X는 3p_x을 가지기 때문에 나트륨(Na)이 될 수 없다. (X)
- ㄴ. (가)는 3s로, 전자가 발견될 확률은 핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 같다. (O)
- ㄷ. (다)는 2p_x로, (다)의 $\frac{n}{l+1}$ 은 1이다. (O)

답) ⑤

2024 수능특강 78p 3번

3. 표는 2주기 바닥상태 원자 X에서 전자가 들어 있는 오비탈 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 1s, 2s, 2p_x 중 하나이고, n은 주 양자수, l은 방위(부) 양자수이다.

오비탈	(가)	(나)	(다)
n+l	a	2a	b
n-l	a		a
들어 있는 전자 수			2

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

<보 기>

ㄱ. b=3이다.
 ㄴ. X의 원자 번호는 6이다.
 ㄷ. (나)에서 전자가 발견될 확률은 핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

주 양자수, 방위(부) 양자수의 개념만 알고 있으면 쉽게 해결할 수 있는 문제이다.

[문제 풀이]

1s 오비탈의 n=1, l=0
 2s 오비탈의 n=2, l=0
 2p_x 오비탈의 n=2, l=1

따라서 다음과 같은 표를 작성할 수 있다.

오비탈	1s	2s	2p _x
n+l	1	2	3
n-l	1	2	1
들어 있는 전자 수			2

1s, 2s, 2p_x 순서대로 (가), (나), (다)에 해당한다.

[선지 풀이]

- ㄱ. 위 표에 나타난 것을 보면 a=1, b=3 (O)
 ㄴ. 2p_x에 들어있는 전자 수가 2개인 것으로 봐서 가능한 X는 1s²2s²2p⁴, 1s²2s²2p⁵, 1s²2s²2p⁶ 이고, 원자 번호는 8, 9, 10 중 하나이다. (X)
 ㄷ. (나)는 2s 오비탈이고, 구형이므로 맞는 설명이다. (O)

답) ④

2024 수능특강 78p 3번 변형문제

3. 표는 2주기 바닥상태 원자 X에서 전자가 들어 있는 오비탈 (가) ~ (다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 2s, 2p_x, 3s 중 하나이고, n은 주 양자수, l은 방위(부) 양자수이다.

오비탈	(가)	(나)	(다)
n+l	a	b	b
n-l	a		b
들어 있는 전자 수			1

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

<보 기>

ㄱ. $a+b=5$ 이다.

ㄴ. X는 Na이다.

ㄷ. (나)에서 전자가 발견될 확률은 핵으로부터 거리가 같으면 방향에 관계없이 같다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[문제 풀이]

2s 오비탈의 $n=2, l=0$

2p_x 오비탈의 $n=2, l=1$

3s 오비탈의 $n=3, l=0$

따라서 다음과 같은 표를 작성할 수 있다.

오비탈	2s	2p _x	3s
n+l	2	3	3
n-l	2	1	3
들어 있는 전자 수			1

2s, 2p_x, 3s 순서대로 (가), (나), (다)에 해당한다.

[선지 풀이]

ㄱ. 위 표에 나타난 것을 보면 $a=2, b=3$ (O)

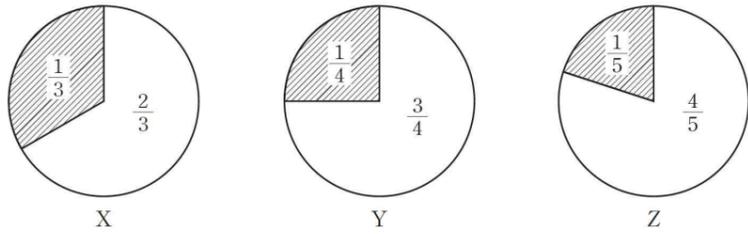
ㄴ. 3s 오비탈에 전자가 1개 들어 있으므로 X는 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ 임을 알 수 있고, 원자번호 11인 Na이다. (O)

ㄷ. (나)는 p오비탈이고, 이 설명은 s 오비탈에 해당한다. (X)

답) ③

2024 수능특강 80p 8번

8. 그림은 원자 번호가 7~12인 바닥 상태 원자 X~Z에서 $n+l=a$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수와 $n+l=b$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비율을 나타낸 것이다. 빗금 친 부분은 $n+l=a$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비율이고, n 은 주 양자 수, l 은 방위(부) 양자수이다.



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

- <보 기>
- ㄱ. $b=3$ 이다.
 - ㄴ. X~Z의 홀전자 수의 합은 3이다.
 - ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 Z가 X의 2배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

원자 번호가 7~12로 제한되어있고, 바닥 상태라는 조건이 주어졌으니 $1s, 2s, 2p, 3s$ 오비탈로만 문제를 해결하는 것이 가장 합리적일 것이다. 또한 $1s, 2s$ 오비탈에는 전자가 모두 채워져 있어야 한다. 각 오비탈에서 나올 수 있는 $n+l$ 을 빠르게 정리해 가능한 전자 배치를 나열해보자.

[문제 풀이]

$1s, 2s, 2p, 3s$ 오비탈 각각에서의 $n+l$ 은 각각 1, 2, 3, 3이다. 자료에 따르면 빗금 친 부분은 전자가 2개를 넘어가므로 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어있는 전자 수를 나타낸다. 또한 원자 번호가 7~12로 제한되어있으므로 $1s, 2s$ 오비탈에는 전자가 모두 채워져 있어야 한다. 따라서 빗금 친 부분에 들어있는 전자 수는 2이다.

자료에서 제시한 빗금 친 부분의 비율을 전부 전자 수인 2로 바꾸면 X는 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 4개, Y는 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 6개, Z는 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수가 8개가 된다.

모든 원자는 바닥상태이므로 $n+l=3$ 인 오비탈에 전자를 채울 때 $2p$ 와 $3s$ 중 $2p$ 에 먼저 전자를 채워야 한다. 따라서 X는 산소(${}_8\text{O}$), Y는 네온(${}_{10}\text{Ne}$), Z는 마그네슘(${}_{12}\text{Mg}$)이다.

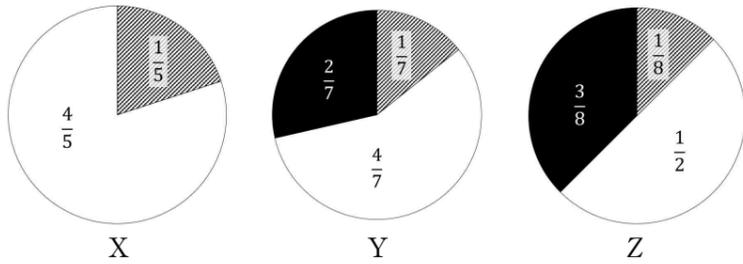
[선지 풀이]

- ㄱ. 빗금 친 부분은 전자가 2개를 넘어가므로 $n+l=3$ 인 오비탈에 들어있는 전자 수를 나타낸다. 따라서 $b=3$ 이다. (O)
- ㄴ. X(O)의 홀전자 수는 2, Y(Ne)의 홀전자 수는 0, Z(Mg)의 홀전자 수는 0이다. 따라서 홀전자 수의 합은 2이다. (X)
- ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 Z가 6개, X가 3개이므로 Z가 X의 2배이다. (O)

답) ③

2024 수능특강 80p 8번 변형

8. 그림은 3주기 바닥 상태 원자 X ~ Z에서 $n+l=a$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수와 $n+l=b$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수, $n+l=c$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비율을 나타낸 것이다. 빗금 친 부분은 $n+l=a$ 인 오비탈에 들어 있는 전자 수의 비율이고, $a < b < c$ 이며, n 은 주 양자수, l 은 방위(부) 양자수이다.



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

<보 기>

ㄱ. $b=3$ 이다.
 ㄴ. X ~ Z의 홀전자 수의 합은 3이다.
 ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 Z가 X의 $\frac{4}{3}$ 배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

3주기인 바닥 상태 원자이기 때문에 $1s, 2s, 2p$ 오비탈에는 전자가 모두 채워져 있다. 그리고 원자 번호가 커질수록 $3s, 3p$ 오비탈이 점차 채워진다. 각 오비탈에서 나올 수 있는 $n+l$ 을 빠르게 정리해 가능한 전자 배치를 나열해보자.

[문제 풀이]

$1s, 2s, 2p, 3s, 3p$ 오비탈 각각에서의 $n+l$ 은 각각 1, 2, 3, 3, 4이다. 또한 3주기 바닥 상태 원자이므로 $1s, 2s, 2p$ 오비탈에는 전자가 모두 채워져 있어야 한다.

만약 $n+l=a$ 과 $n+l=b$ 에 해당되는 오비탈이 각각 $1s$ 와 $2s$ 오비탈이었다면, 두 오비탈에 들어 있는 전자 수가 같기 때문에 해당되는 비율 또한 같아야 하지만, 주어진 원그래프에서는 그렇지 않기 때문에 $1s$ 와 $2s$ 오비탈이 동시에 존재하지 않는다. 따라서 빗금 친 부분인 오비탈은 $1s$ 또는 $2s$ 이며, 해당 오비탈에 들어있는 전자 수는 2이다.

자료에서 제시한 빗금 친 부분의 비율을 전부 전자 수인 2로 바꾸면 X는 하얀색 오비탈에 들어 있는 전자 수가 8개, Y는 하얀색 오비탈에 들어 있는 전자 수가 8개, 검은색 오비탈에 들어 있는 전자 수가 4개, Z는 하얀색 오비탈에 들어 있는 전자 수가 8개, 검은색 오비탈에 들어 있는 전자 수가 6개가 된다. 검은색 오비탈에 들어 있는 전자 수는 X, Y, Z 모두 다르므로, $3p$ 오비탈에 해당되어 $n+l=c=4$ 이며, 자동으로 하얀색 오비탈은 $n+l=b=3$ 이다.

해당 오비탈에 맞는 전자배치를 갖는 3주기 원자 X는 마그네슘($_{12}\text{Mg}$), Y는 황($_{16}\text{S}$), Z는 아르곤($_{18}\text{Ar}$)이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. $a < b < c$ 이며, a, b, c 내에서 1과 2는 같이 존재할 수 없기 때문에 $b=3$ 이다. (O)
- ㄴ. X(Mg)의 홀전자 수는 0, Y(S)의 홀전자 수는 2, Z(Ar)의 홀전자 수는 0이다. 따라서 홀전자 수의 합은 2이다. (X)
- ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 Z($_{18}\text{Ar}$)가 9개, X가 6개이므로 Z가 X의 $\frac{3}{2}$ 배이다. (X)

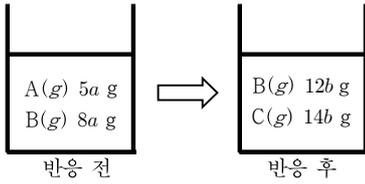
답) ①

◆ Nitro Original 자작문제 ◆

양적계산1 / 양자수 / pH pOH
실험분석 / 양적계산2

01 | 양적계산

1. 그림은 $3A(g) + 2B(g) \rightarrow 5C(g)$ 의 반응에서 $A(g)$ 와 $B(g)$ 를 실린더에 넣고 반응시켰을 때의 반응 전과 후 실린더에 존재하는 물질과 양을 나타낸 것이다.



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

- <보기>
- ㄱ. $a : b = 1 : 2$ 이다.
 - ㄴ. 분자량비는 $A : B = 5 : 3$ 이다.
 - ㄷ. 반응 전후 실린더 속 기체의 밀도는 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

주어진 반응식을 보고, 반응 전과 후 기체의 분자수가 변하지 않는다는 것, 즉 실린더의 부피는 변하지 않는다는 조건을 바로 파악해야 한다.

[선지 풀이]

ㄱ. 반응 전과 후의 전체 기체의 질량은 같으므로 이를 통해 $13a = 26b$ 라는 식을 얻어낼 수 있다. 따라서 $a : b = 2 : 1$ (X)
 ㄴ. 분자를 소거하기 위해 간단히 $a = 2, b = 1$ 을 대입해 보자.
 $A(g)$ 10 g, $B(g)$ 4 g이 반응하여 $C(g)$ 14g이 생성되었음을 알 수 있다. 이때 $\frac{\text{질량}}{\text{몰수}} = \text{분자량}$ 을 활용해서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

	$3A(g)$	+	$2B(g)$	\rightarrow	$5C(g)$
질량	10		4		14
몰수	3		2		5
$\frac{\text{질량}}{\text{몰수}} = \text{분자량}$	$\frac{10}{3}$		2		$\frac{14}{5}$

따라서 분자량비는 $A : B = \frac{10}{3} : 2 = 5 : 3$ (O)

ㄷ. 반응 전후 실린더 속 기체의 질량, 부피가 모두 동일하므로 밀도도 같다. (O)

답) ④

02 | 양자수

2. 다음은 원소 X의 전자 배치에 대한 자료이다. (가)~(다)에서 모든 전자의 주 양자수는 2 이하이다.

	(가)	(나)	(다)
모든 전자의 n 의 합	10	b	
모든 전자의 l 의 합	a	2	5
모든 전자의 m_s 의 합	+2	-1	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, n, l, m_s 은 각각 주 양자수, 방위(부) 양자수, 스핀 자기 양자수이며, X는 임의의 원소 기호이고, (가)~(다)는 파울리 배타 원리를 만족한다.)

<보기>

ㄱ. $a+b=13$ 이다.
ㄴ. s 오비탈에 들어 있는 전자수 p 오비탈에 들어 있는 전자수 는 (가)=(나)이다.
ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 (가)<(다)이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

우선 원소 X가 무엇인지 파악해야한다. 당신은 어떤 전자배치를 보고 원소를 파악했는가?

[문제 풀이]

(가)의 전자배치에서 모든 전자의 m_s 의 합이 +2인 것을 보면 전자가 1개 들어 있는 오비탈이 4개인 것을 알 수 있다. 또한, 1s에서 전자가 1개 들어 있다면, 모든 전자의 n 의 합은 홀수가 되기에 1s에는 전자가 1개 들어 있을 수 없다. 따라서 남은 2s, 2p에 홀전자가 배치되어야 한다. 위 조건에 모든 전자의 n 의 합이 10을 만족하는 (가)의 전자배치는 $1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ 이다. 또한 총 전자의 개수는 6개이다. (가)의 전자 배치에서 모든 전자의 l 의 합은 2p 오비탈에 전자가 3개 위치해 있으므로 $a=3$ 이다.

(나)의 전자배치에서 모든 전자의 m_s 의 합이 -1인 것을 보면 전자가 1개 들어 있는 오비탈이 2개 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 모든 전자의 l 의 합의 2인 것을 통해 2p 오비탈에 전자가 2개 위치한 것을 알 수 있다. 총 전자의 개수가 6개면서 위 조건을 만족하는 (나)의 전자배치는 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 (= 1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_z^1 = 1s^2 2s^2 2p_y^1 2p_z^1)$ 이다. 따라서, (나)에서 모든 전자의 n 의 합 $b=10$ 이다.

(다)의 전자배치에서 모든 전자의 l 의 합이 5인 것을 통해 2p 오비탈에 전자가 5개 위치한 것을 알 수 있다. (다)에서 가능한 전자배치는 $1s^1 2p^5$ 또는 $2s^1 2p^5$ 이다.

전자배치	(가)	(나)	(다)
	$1s^2 2s^1 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$	$1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1$	$1s^1 2p^5$ or $2s^1 2p^5$
모든 전자의 n 의 합	10	$b=10$	
모든 전자의 l 의 합	$a=3$	2	5
모든 전자의 m_s 의 합	+2	-1	

[선지 풀이]

ㄱ. $a+b=3+10=13$ (O)

ㄴ. (가)의 $\frac{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자수}}{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자수}} = \frac{3}{3} = 1$,

(나)의 $\frac{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자수}}{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자수}} = \frac{4}{2} = 2$ 로, (가) \neq (나)이다.

(X)

ㄷ. 전자가 2개 들어 있는 오비탈 수는 (가)에서는 1s로 1개, (다)에서는 2p에서 2개로 (가)<(다)이다. (O)

답) ③

03 | pH / pOH

3. 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	2	①
[H ₃ O ⁺] (상댓값)	1	10 ⁶
부피(mL)	100	500

이에 대한 옳은 설명만을 <보기> 에서 있는 대로 고른 것은? (단, 25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)는 1×10⁻¹⁴이다.)

<보 기>

ㄱ. (가)는 HCl(aq)이다.
 ㄴ. ①은 10이다.
 ㄷ. $\frac{\text{(가)에서 OH}^- \text{의 양(mol)}}{\text{(나)에서 H}_3\text{O}^+ \text{의 양(mol)}} = 2 \times 10^{-5}$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

25°C에서 물의 이온화 상수(K_w)가 1×10⁻¹⁴이므로 pH+pOH=14임을 이용하면 쉽게 풀리는 문제이다.

[문제 풀이]

(가)의 pH-pOH가 2이므로 pH가 pOH 보다 더 큰 것을 알 수 있다. pH+pOH=14임을 이용하여 pH, pOH 값을 구하면 pH=8, pOH=6이다. (가)와 (나)의 [H₃O⁺] 값의 비율이 1:10⁶이고 (가)의 [H₃O⁺]=10⁻⁸이므로 (나)의 [H₃O⁺]=10⁻²이다. 따라서 (나)의 pH=2, pOH=12이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. (가)는 NaOH(aq)이다. (X)
 ㄴ. ①은 2-12=-10이다. (X)
 ㄷ. $\frac{\text{(가)에서 OH}^- \text{의 양(mol)}}{\text{(나)에서 H}_3\text{O}^+ \text{의 양(mol)}} = \frac{10^{-6} \times 100}{10^{-2} \times 500} = \frac{1}{5} \times 10^{-4} = 2 \times 10^{-5}$
 (O)

답) ③

04 | 실험분석 - 중화 적정

4. 다음은 중화 적정을 이용하여 식초 1g에 들어 있는 아세트산 (CH_3COOH)의 질량을 알아보기 위한 실험이다.

[실험 과정]

- (가) 식초 5mL에 물을 넣어 수용액 100mL를 만들었다.
- (나) (가)의 수용액 30mL에 페놀프탈레인 용액을 2 ~ 3방울 넣고 0.1M KOH (aq)으로 적정하였을 때, 수용액 전체가 붉게 변하는 순간까지 넣어 준 KOH (aq)의 부피는 20mL 이었다.
- (다) (나)의 적정 결과로부터 구한 식초 1g에 들어 있는 CH_3COOH 의 질량은 x g이었다.

[실험 결과 및 자료]

- CH_3COOH 의 분자량: 60
- 25 °C에서 식초의 밀도: d g/mL

x 는? (단, 중화 적정 과정에서 식초에 포함된 물질 중 CH_3COOH 만 KOH과 반응한다.) [3점]

- ① $\frac{1}{25d}$ ② $\frac{2}{25d}$ ③ $\frac{1}{50d}$ ④ $\frac{1}{100d}$ ⑤ $\frac{1}{125d}$

[Comment]

중화적정 과정을 잘 알고있는지에 대한 문제이다. 식초와 아세트산을 헷갈리지 말고 풀어나가는 과정에서 무엇을 구한건지 잘 숙지하면서 풀자!

[문제 풀이]

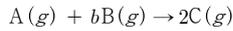
식초 5mL에 해당하는 질량은 $5d$ g이다. 이때 1g에 들어 있는 CH_3COOH 의 질량이 x g이기 때문에 $5d$ g에 들어 있는 CH_3COOH 는 $5dx$ g이 된다. 이때 수용액 100mL 중 30mL를 사용했기 때문에 $\frac{3}{2}dx$ g이 중화적정에 사용된다. 이는 $\frac{dx}{40}$ 몰에 해당한다.

0.1M KOH (aq) 20mL엔 0.002몰이 들어있다. 따라서 $\frac{dx}{40} = 0.002$ 를 정리하면 $x = \frac{2}{25d}$ 이 된다.

답) ②

05 | 양적계산

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



표는 실린더에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I, II에 대한 자료이다. I, II에서 반응 후 남아있는 반응물의 종류는 각각 다르고, II에서 반응 전 A(g)의 몰수와 B(g)의 몰수가 각각 n_A, n_B 일 때, $\frac{n_B}{n_A} > 2$ 이다.

실험	반응 전		반응 후	
	전체 기체의 부피	전체 기체의 부피	반응 후 남아있는 반응물의 양(mol)	생성된 생성물의 양(mol)
I	3V	$\frac{5}{3}V$	$\frac{1}{4}$	
II	9V	5V		

실험 I에서 반응 전 A의 부피
실험 II에서 반응 전 B의 부피 $\times b$ 의 값은? (단, 온도와 압력은 $t^\circ C, 1atm$ 으로 일정하다.)

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

[Comment]

푸는건 문제가 안된다. 질량이 아닌 몰수만 다루고 있으므로 크게 어렵지 않다. 하지만 자신의 풀이가 과연 효율적인지는 고민해 봐야 한다. 또한 숫자를 쓰기 시작했을 때 그 숫자를 쓴 근거 역시 생각해 봐야 할 것이다. 6평이 얼마 남지 않은 이 시점에서 다시 한번 자신의 풀이를 검토해보자!

[문제 풀이]

Step 1) 자료 이해하기

실험 II에서 전체 기체의 부피가 9V에서 5V로 감소했다. 이때 반응 후 남아있는 반응물의 양(mol)의 값이 $\frac{1}{4}$ 인데, 분자는 '반응 생성된 생성물의 양(mol)' 후 남아있는 반응물'이고 분모는 '생성된 생성물의 양'이다. 즉, 두 값의 합이 곧 반응 후 전체 기체의 양이 된다. 분자와 분모의 값을 합하면 5라는 값이 되고, 이는 실험 II에서 반응 후 전체 기체의 몰수인 5V와 일치한다. **따라서 자료에 있는 모든 부피 값을 그대로 몰수로 바꿔 사용할 수 있다.**

Step 2) 실험 II 분석하기

실험 II에서는 한계반응물이 제시되어 있지 않다. 따라서 다음 두 가지 경우의 화학 반응이 가능하다. (반응 전 9몰 → 반응 후 5몰 이용)

	A(g)	+	bB(g)	→	2C(g)
반응 전	3몰		6몰		0
반응	-2몰		-2b = -6몰		+4몰
반응 후	1몰		0		4몰

또는

	A(g)	+	bB(g)	→	2C(g)
반응 전	2몰		7몰		0
반응	-2몰		-2b = -6몰		+4몰
반응 후	0		1몰		4몰

$\frac{n_B}{n_A} > 2$ 이므로 후자가 정답이다. 따라서 $b = 3$ 이다.

Step 3) 실험 I 분석하기

실험 I과 실험 II는 한계반응물이 다르다고 했으므로 실험 I에서는 B가 전부 반응한다.

실험 I 역시 반응 후 남아있는 반응물의 양(mol)의 값이 $\frac{1}{4}$ 인 것을 잊지 말자. 굳이 미지수 쓸 필요 없이, 반응 후에 $\frac{5}{3}$ 몰이므로 실험 II의 결과에서 3씩 나눠주면 된다.

	A(g)	+	bB(g)	→	2C(g)
반응 전	1몰		2몰		0
반응	$-\frac{2}{3}$ 몰		-2몰		$+\frac{4}{3}$ 몰
반응 후	$\frac{1}{3}$ 몰		0		+4몰

따라서, $\frac{\text{실험 I에서 반응 전 A의 부피}}{\text{실험 II에서 반응 전 B의 부피}} \times b = \frac{1}{7} \times 3 = \frac{3}{7}$ 이다.

답) ③