

2024 수능대비 화학 I 주간지 위클리 부스터

WEEK 5

 nitro_chemistry



제작 | 수능화학연구팀Nitro

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

[목 차]

◆ Reverse 기출분석

- 2023학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가

◆ EBS 트레이닝 & 변형문제

- 2024 EBS 수능특강 | 6 원소의 주기적 성질

◆ Nitro Original 자작문제

- 양적계산 / 원소의 주기적 성질 / 화학식량과 몰
pH pOH / 중화반응

◆ Reverse 기출분석 ◆

2023학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가

2023학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 16번 [pH/pOH]

16. 표는 25°C의 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 각각 HCl(aq), H₂O(l), NaOH(aq) 중 하나이고, pH = -log[H₃O⁺], pOH = -log[OH⁻]이다.

물질	(가)	(나)	(다)
$\frac{\text{pH}}{\text{pOH}}$	1	$\frac{1}{6}$	$\frac{5}{2}$
부피(mL)	100	200	400

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 온도는 25°C로 일정하고, 25°C에서 물의 이온화 상수 (K_w)는 1×10^{-14} 이며, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 물 또는 용액의 부피의 합과 같다.) [3점]

<보 기>

ㄱ. (가)는 HCl(aq)이다.

ㄴ. $\frac{\text{(나)에서 H}_3\text{O}^+\text{의 양(mol)}}{\text{(다)에서 OH}^-\text{의 양(mol)}} = 50$ 이다.

ㄷ. (가)와 (다)를 모두 혼합한 수용액에서 pH < 10이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

pH, [H₃O⁺] 사이의 관계, pOH, [OH⁻] 사이의 관계를 알고 있는 것이 중요하다.

[문제 풀이]

$\frac{\text{pH}}{\text{pOH}}$ 의 값과 pH + pOH = 14 임을 이용해 (가)~(다)의 pH, pOH 값을 알아낼 수 있다.

(가): $1 = \frac{7}{7}$ / (나): $\frac{1}{6} = \frac{2}{12}$ / (다): $\frac{5}{2} = \frac{10}{4}$

- ∴ (가)는 pH = 7 이므로 H₂O(l)
 (나)는 pH = 2 이므로 HCl(aq)
 (다)는 pH = 10 이므로 NaOH(aq)

[선지 풀이]

ㄱ. (가)는 H₂O(l)이다. (X)

ㄴ. $\frac{\text{(나)에서 H}_3\text{O}^+\text{의 양(mol)}}{\text{(다)에서 OH}^-\text{의 양(mol)}} = \frac{10^{-2} \times 200}{10^{-4} \times 400} = \frac{1}{2} \times 10^2 = 50$ (O)

ㄷ. (다) 수용액의 [OH⁻] = 10⁻⁴, pOH = 4, pH = 10이다.
 pH = 10인 (다)에 pH = 7인 (가)를 섞으면 pH는 당연히 10보다 작아진다. (O)

답) ⑤

2023학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 17번 [동위원소]

17. 다음은 분자 XY에 대한 자료이다.

○ XY를 구성하는 원자 X와 Y에 대한 자료

원자	${}^a\text{X}$	${}^b\text{Y}$	${}^{b+2}\text{Y}$
$\frac{\text{전자 수}}{\text{중성자수}}$ (상댓값)	5	5	4

○ ${}^a\text{X}$ 와 ${}^{b+2}\text{Y}$ 의 양성자수 차는 2이다.

○ $\frac{{}^a\text{X}{}^b\text{Y} \text{ 1 mol에 들어 있는 전체 중성자수}}{{}^a\text{X}{}^{b+2}\text{Y} \text{ 1 mol에 들어 있는 전체 중성자수}} = \frac{7}{8}$ 이다.

$\frac{{}^{b+2}\text{Y의 중성자수}}{{}^a\text{X의 양성자수}}$ 는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

① $\frac{3}{5}$ ② $\frac{4}{3}$ ③ $\frac{3}{2}$ ④ $\frac{5}{3}$ ⑤ $\frac{8}{3}$

[Comment]

원자를 구성하는 입자들의 관계와 동위원소에 대한 이해를 복합적으로 묻는 문제. 항상 강조하지만, 정해진 것이 별로 없는 문제의 경우 달려들면 안된다! 나에게 주어진 조건을 하나하나 보는 것이 아닌 전체적으로 보는 습관을 들이고, 그 중 가장 건들기 쉬운 조건 먼저 해결하는 것이 합리적이다. 마지막 조건인 중성자수의 비율을 가장 세련되게 사용할 수 있는 방법이 뭐가 있을까? 자료를 먼저 보는 것이 아닌, 내가 구해야 하는 것을 먼저 보고 자료를 분석하는 것 역시 문제를 푸는 좋은 습관이 될 수 있다.

[문제 풀이]

${}^b\text{Y}$ 와 ${}^{b+2}\text{Y}$ 의 $\frac{\text{전자 수}}{\text{중성자수}}$ 에서 전자 수는 같아야 하고, 중성자 수는 ${}^{b+2}\text{Y}$ 가 ${}^b\text{Y}$ 보다 2만큼 커야 한다. 전자 수는 곧 양성자수(원자번호)이므로 주어진 $\frac{\text{전자 수}}{\text{중성자수}}$ (상댓값)을 그대로 써 주면, ${}^b\text{Y}$ 의 중성자수를 x 라 할 때 전자 수는 $5x$ 라고 둘 수 있다. 전자 수는 ${}^{b+2}\text{Y}$ 역시 같아야 하므로 ${}^{b+2}\text{Y}$ 의 전자 수는 $5x$, 중성자수는 $x+2$ 이다. 이 둘의 비율인 $\frac{5x}{x+2}$ 의 값이 4가 되어야 하므로, $x=8$ 이다. 따라서 ${}^b\text{Y}$ 의 중성자 수는 8이고, ${}^{b+2}\text{Y}$ 의 중성자 수는 10이다.

$\frac{{}^a\text{X}{}^b\text{Y} \text{ 1 mol에 들어 있는 전체 중성자수}}{{}^a\text{X}{}^{b+2}\text{Y} \text{ 1 mol에 들어 있는 전체 중성자수}} = \frac{7}{8}$ 인데, ${}^a\text{X}{}^b\text{Y}$ 와 ${}^a\text{X}{}^{b+2}\text{Y}$ 를 같은 몰수에서 비교한 것이고, 두 화합물의 중성자수 차이는 2이므로 중성자수 비의 차이를 2로 맞춰주면 $\frac{14}{16}$ 가 된다. 따라서 ${}^a\text{X}{}^b\text{Y}$ 1mol에 들어 있는 전체 중성자수는 14이다. ${}^b\text{Y}$ 의 중성자 수가 8이므로 ${}^a\text{X}$ 의 중성자수는 6이다.

끝으로 ${}^a\text{X}$ 의 양성자수를 구해보자. ${}^a\text{X}$ 와 ${}^{b+2}\text{Y}$ 의 양성자수 차가 2라는 것은 전자 수의 차이 역시 2라는 것을 뜻한다. ${}^a\text{X}$ 의 양성자수(전자수)를 n 라고 하면 ${}^a\text{X}$ 와 ${}^{b+2}\text{Y}$ 의 $\frac{\text{전자 수}}{\text{중성자수}}$ 의 값은 각각 $\frac{n}{6}$, $\frac{n+2}{10}$ 이고 이 둘의 비율이 5:4가 되어야 한다. 따라서 $n=6$ 이고 ${}^a\text{X}$ 의 양성자수는 6이다. (사실 양성자수가 누가 더 크다고 알려준 것이 아닌 차이가 2라고만 알려줬으므로 둘 중 누구의 양성자수를 더 크게 잡아야 하는지 따져야 한다. 그러나 ${}^a\text{X}$ 의 중성자 수가 ${}^b\text{Y}$ 의 중성자 수 보다 작으므로 원자번호 역시 ${}^a\text{X}$ 가 더 작다고 직관적으로 생각할 수 있다. 반대의 경우는 당연히 모순이 나온다!)

따라서 $\frac{{}^{b+2}\text{Y의 중성자수}}{{}^a\text{X의 양성자수}} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$ 이다.

답) ④

2023학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 18번 [화학양론]

18. 표는 기체 (가)와 (나)에 대한 자료이다. (가)의 분자당 구성 원자 수는 7이다.

기체	분자식	1 g에 들어 있는 전체 원자 수(상댓값)	분자량 (상댓값)	구성 원소의 질량비
(가)	$X_m Y_{2n}$	21	4	$X:Y=9:1$
(나)	$Z_n Y_n$	16	3	

$\frac{m}{n} \times \frac{Z \text{의 원자량}}{X \text{의 원자량}}$ 은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

- ① $\frac{7}{4}$ ② $\frac{7}{8}$ ③ $\frac{6}{7}$ ④ $\frac{7}{9}$ ⑤ $\frac{4}{7}$

[Comment]

원자량(분자량)에 g 단위를 붙인 값은 해당 원자(분자)의 1몰의 질량이다. (1g에 들어 있는 전체 원자 수)×(분자량)=(분자 1몰에 들어 있는 전체 원자 수)×(분자당 구성 원자 수)를 통해 문제를 풀 수 있다.

[문제 풀이]

(1 g에 들어 있는 전체 원자 수)×(분자량)=(분자 1몰에 들어 있는 전체 원자 수)를 이용해서 각각 (가)와 (나)에 해당하는 값을 구하면 (가):(나)=84:48=7:4이다. 분자 1몰에 들어 있는 전체 원자 수는 분자당 구성 원자 수에 비례하므로, (가)의 분자당 구성 원자 수가 7이라면, (나)의 분자당 구성 원자 수는 4이다. 따라서 $m=3$, $n=2$ 이다.

(가)의 구성 원소의 질량비 $X:Y=9:1$ 을 이용하면, $3 \times (X \text{의 원자량}) : 4 \times (Y \text{의 원자량})=9:1$ 이다. 식을 풀어 Y의 원자량을 1이라 하면, X의 원자량은 12이고, $X_m Y_{2n}$ 의 분자량은 40이다.

$X_m Y_{2n}$ 과 $Z_n Y_n$ 의 분자량은 4:3으로, $Z_n Y_n$ 의 분자량은 30이고, Z의 원자량은 14가 나온다.

따라서, $\frac{m}{n} \times \frac{Z \text{의 원자량}}{X \text{의 원자량}} = \frac{3}{2} \times \frac{14}{12} = \frac{7}{4}$ 이다.

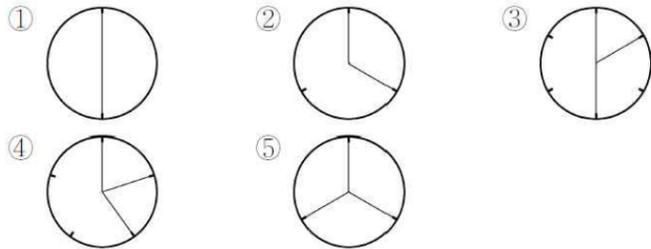
답) ①

2023학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 19번 [중화반응]

19. 표는 $x\text{ M H}_2\text{A}(aq)$ 과 $y\text{ M NaOH}(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(라)에 대한 자료이다.

혼합 용액		(가)	(나)	(다)	(라)
혼합 전 용액의 부피(mL)	$\text{H}_2\text{A}(aq)$	10	10	20	$2V$
	$\text{NaOH}(aq)$	30	40	V	30
모든 음이온의 몰 농도(M) 합 (상댓값)		3	4	8	

(라)에 존재하는 이온 수의 비율로 가장 적절한 것은? (단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, H_2A 는 수용액에서 H^+ 과 A^{2-} 으로 모두 이온화되며, 물의 자동 이온화는 무시한다.) [3점]



[Comment]

학생들 각각의 풀이법의 차이는 있겠지만 이런 18, 19, 20번과 같은 킬러문항들은 문제풀 때 “어떤 값을 대입하고 풀면 답이 나올거같다.” 라는 감각을 키우는것도 좋은 방법이라고 생각한다.

[문제 풀이]

우선 문제에서 주어진 음이온의 몰농도 합에 각각의 부피를 곱해 몰수비를 찾으면, (가), (나), (다) 순서대로 120, 200, $8(20+V)$ 이다. 이를 8로 나누면 15, 25, $(20+V)$ 이 되는데, 이때 (가)와 (나)를 비교하면 A^{2-} 의 양은 일정한데, OH^- 의 값은 증가한 것을 알 수 있다. 이를 바탕으로 (가)를 산성 또는 중성으로 가정하면 15는 모두 A^{2-} 의 양이 되고, (나)에서 OH^- 의 양은 10이 된다.

이때, 초기 양을 찾아보면

	H^+	A^{2-}	Na^+	OH^-	반응 후 몰수
(가)	30	15	30	30	15
(나)	30	15	40	40	25
(다)	60	30	V	V	$20+V$

로 정리할 수 있다.

여기서 (다)의 반응 후 용액을 OH^- 이 있는 경우와 없는 경우로 나누어 가정하면, 먼저 수산화이온이 있는 경우엔 용액은 염기성으로 $1:2 = \frac{25}{50} : \frac{(V-60)+30}{20+V}$ 으로 이 식을 정리하면 $V = 25$ 가 나온다. 이때, 반응 후 남은 이온은 H^+ 이 된다. 처음에 용액은 염기성이라 가정하였기 때문에 이는 맞지 않다.

그럼 수산화이온이 없는 경우를 가정해보자. 그렇다면 용액은 중성 또는 산성이 될것이고, $1:2 = \frac{25}{50} : \frac{30}{20+V}$ 이 된다. 이를 정리하면 $V = 10$ 이 되고 용액은 산성이 되어 조건이 맞게된다.

이를 토대로 (라)의 이온들을 정리해보면

	H^+	A^{2-}	Na^+	OH^-
(라)	60	30	30	30

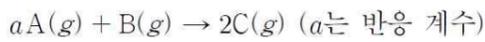
이다.

반응 후 용액에는 H^+ 30, A^{2-} 30, Na^+ 30으로 존재하기 때문에 세 가지의 이온이 1:1:1로 존재하는 그래프를 찾으면 된다.

답) ⑤

2023학년도 대학수학능력시험 6월 모의평가 20번 [양적계산]

20. 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.

실험	반응 전		반응 후		
	전체 기체의 질량(g)	전체 기체의 밀도(g/L)	A의 질량(상댓값)	전체 기체의 부피(상댓값)	전체 기체의 밀도(g/L)
I	3w	5d ₁	1	5	7d ₁
II	5w	9d ₂	5	9	11d ₂

$a \times \frac{B \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}}$ 은? (단, 실린더 속 기체의 온도와 압력은 일정하다.) [3점]

- ① $\frac{1}{4}$ ② $\frac{4}{5}$ ③ $\frac{8}{9}$ ④ 1 ⑤ $\frac{10}{9}$

[Comment]

각 실험 별로 무려 5가지의 정보를 제공하고 있다. 하지만, 보이는가? 결국 제공한 정보는 두 종류라는 것을. 전체 기체의 밀도 변화와 전체 기체의 부피 상댓값을 같은 정보라고 받아들인다면, 자료 정리가 훨씬 편해진다. 반응 전후의 각 기체의 양을 정리할 때 《세 줄 치기》 풀이를 써도 되지만, 안 쓰고도 풀어낼 수 있다면 양적계산에서도 시간을 단축할 수 있을 것이다!

[문제 풀이]

혼합유형에서의 양적계산이므로 같은 실험일 때 반응 전후로 전체 질량이 변하지 않는다. 따라서 반응 전후의 전체 기체의 밀도비는 전체 기체의 부피비의 역수($d = \frac{1}{V} = \frac{1}{\text{부피}}$)로 볼 수 있다. 따라서 실험 I에서 반응 전후의 부피비 7 : 5이고, 실험 II에서 반응 전후의 부피비는 11 : 9이다. 이 때 반응 후 전체 기체의 부피 상댓값이 실험 I에서 5, 실험 II에서 9인데, 이는 앞서 정리한 부피비와 동일하므로 결국 반응 전후의 부피비를 전부 몰수로 바꾸어 사용할 수 있다.

실험 I에서 반응 전후의 몰수 변화는 7몰 → 5몰로 2몰 감소, 실험 II에서 반응 전후의 몰수 변화는 11몰 → 9몰로 2몰 감소한다. 감소한 양이 동일하므로 반응한 반응물의 양 역시 동일해야 하고, 생성된 생성물의 양 역시 동일해야 한다. 실험 I과 실험 II 모두 A가 남았으므로, B가 한계반응물이다. 즉 실험 I과 실험 II의 반응 전 전체 기체의 질량 차이는 곧 반응 후 A의 질량 차이와 같다. A의 질량 상댓값을 실제값으로 써주면, A 2w = 4g이라고 볼 수 있다. 같은 논리로 실험 I과 실험 II의 반응 전 전체 기체의 몰수 차이 역시 A의 몰수 차이이므로 A 2w = 4g = 4몰이라고 할 수 있다.

실험 I에서 반응 후 A의 질량은 1g, 즉 1몰이다. 반응 후 전체 몰수는 5몰이므로 C는 4몰 존재한다. B와 C의 계수비는 1 : 2이므로 반응 B는 2몰 존재해야 한다. 반응 전 전체 몰수는 7몰이므로 반응 전 A는 5몰 존재한다. A는 4몰, B는 2몰 감소했으므로 A와 B의 계수비는 1 : 2이다. 따라서 a = 2이다.

실험 I에서 반응 전 전체 질량은 3w = 6g이고, 반응 후 남은 A는 1g이므로 생성된 C 4몰의 질량은 5g이다(질량보존). 이는 A 4몰(4g)이 반응했을 때 생성되는 양이므로 B 2몰은 결국 1g이다(질량보존). 같은 몰수일 때 질량비는 분자량비로 쓸 수 있다. C 4몰의 질량은 5g, B 4몰의 질량은 2g 이므로 $\frac{B \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}}$ 은 $\frac{2}{5}$ 이다.

따라서 $a \times \frac{B \text{의 분자량}}{C \text{의 분자량}} = 2 \times \frac{2}{5} = \frac{4}{5}$ 이다.

답) ②

◆ EBS 트레이닝 & 변형문제 ◆

2024 EBS 수능특강
6 | 원소의 주기적 성질

2024 수능특강 94p 2번

2. 다음은 2, 3주기 원소 A~E에 대한 자료이다.

- A~E 중 3주기 원소는 3가지이다.
- A와 B의 원자 번호는 각각 n , $n+2$ 이다.
- A와 D는 같은 족 원소이다.
- 전자 수는 C^{2+} 과 B^{2-} 이 같다.
- 양성자 수비는 C:E=3:4이다.

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

- <보 기>
- ㄱ. A와 C는 같은 주기의 원소이다.
 - ㄴ. 원자 반지름은 $C > B$ 이다.
 - ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $D > E$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

조건을 다 읽어보고 어떤 조건을 먼저 봐야 할지 빠르게 파악해야 한다. 따라서 이런 유형의 문제들을 많이 풀어서 감을 찾는 것이 중요하다.

[문제 풀이]

전자 수는 C^{2+} 과 B^{2-} 이 같으므로 C는 B보다 원자 번호가 4만큼 크다. A와 B의 원자 번호가 n , $n+2$ 라면 C의 원자 번호는 $n+6$ 이다. A~E 중 3주기 원소는 3가지이므로 C는 3주기 원소이다. 양성자 수비는 C:E=3:4이므로 가능한 경우의 수는 12:16이다. C의 원자 번호가 12이므로 A와 B의 원자 번호는 6, 8이다. A와 D는 같은 족 원소이다. 따라서 A가 2주기 14족 원소 이므로 D는 3주기 14족 원소이다.

∴ A=C, B=O, C=Mg, D=Si, E=S이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. A(C)는 2주기 C(Mg)는 3주기 원소이므로 같은 주기의 원소가 아니다. (X)
- ㄴ. 원자 반지름은 $C(Mg) > B(O)$ 이다. C(Mg)는 3주기 금속원소, B(O)는 2주기 비금속원소이다. 따라서 원자 반지름은 $C(Mg) > B(O)$ 이다. (O)
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $E(S) > D(Si)$ 이다. 같은 주기에서는 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효핵전하가 크다. (X)

답) ②

2024 수능특강 94p 2번 변형

2. 다음은 2, 3주기 원소 A~E에 대한 자료이다.

- A~E 중 3주기 원소는 2가지이다.
- D는 15족 원소이다.
- A와 B는 같은 족 원소이다.
- C와 E의 안정한 화합물은 CE_4 이다.
- 양성자 수비는 $B:D:E = 4:5:3$ 이다.

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

—<보 기>—

- ㄱ. D와 E는 같은 주기의 원소이다.
- ㄴ. 원자 반지름은 $A > B$ 이다.
- ㄷ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 $C > A$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

[문제 풀이]

양성자 수비는 $B:D:E = 4:5:3$ 이므로 가능한 경우의 수는 $4:5:3, 8:10:6, 12:15:9$ 이다. D는 15족 원소이므로 $B:D:E = 12:15:9$ 이다. 따라서 $B=Mg, D=P, E=F$ 이다.

B는 3주기 2족 원소인데 A와 B는 같은 족 원소이므로 A는 2주기 2족 원소이다. 따라서 $A=Be$ 이다.

C와 E의 안정한 화합물은 CE_4 이고 3주기 원소는 2가지인데 B와 D가 3주기 원소이므로 C는 2주기 원소이다. 2주기 원소 중 E(F) 4개와 결합하는 원소는 C(탄소)이다.

∴ $A=Be, B=Mg, C=C, D=P, E=F$ 이다.

[선지 풀이]

ㄱ. D(P)는 3주기 원소이고 E(F)는 2주기 원소이므로 같은 주기의 원소가 아니다. (X)

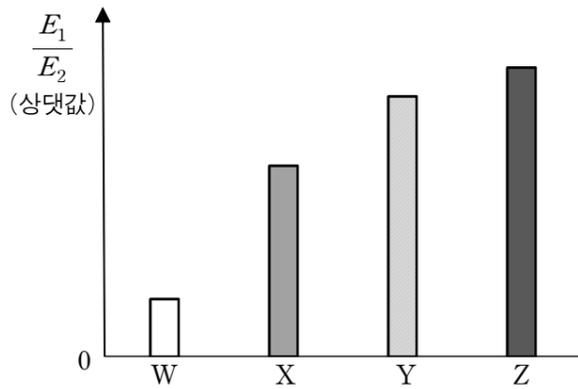
ㄴ. 원자 반지름은 $B(Mg) > A(Be)$ 이다. A와 B는 같은 족 원소인데 A는 2주기, B는 3주기이므로 원자 반지름은 B가 더 크다. (X)

ㄷ. 같은 주기에서 원자 번호가 클수록 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하가 크다. 따라서 $C(C) > A(Be)$ 이다. (O)

답) ③

2024 수능특강 95p 4번

4. 그림은 원자 W~Z의 제1 이온화 에너지(E_1) 제2 이온화 에너지(E_2)를 나타낸 것이다. W~Z는 각각 Li, Be, B, C 중 하나이고, 원자 반지름은 $Z > Y$ 이다.



W~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 원자 반지름은 W가 가장 크다.
 - ㄴ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 Z가 가장 크다.
 - ㄷ. 제1 이온화 에너지는 $Y > X$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

[Comment]

E_1 이 클수록, E_2 이 작을수록 $\frac{E_1}{E_2}$ 은 커진다.

[문제 풀이]

Li, Be, B, C의 제1 이온화 에너지와 제2 이온화 에너지를 비교해보면, E_1 : $Li < B < Be < C$ / E_2 : $Be < C < B \ll Li$ 이다.

그림을 통해 W의 $\frac{E_1}{E_2}$ 가 다른 원자들에 비해 제일 작은 것을 알 수 있다. 주어진 원자에서 E_1 이 제일 작고, E_2 이 제일 큰 원자는 Li이다. 따라서 W는 Li이다. 마찬가지로, 남은 원자 중 B의 E_1 이 제일 작고, E_2 가 제일 큰 것을 통해 X는 B임을 알 수 있다.

남은 Y와 Z는 원자 반지름은 $Z > Y$ 인 조건을 통해 Z는 Be, Y는 C이다.

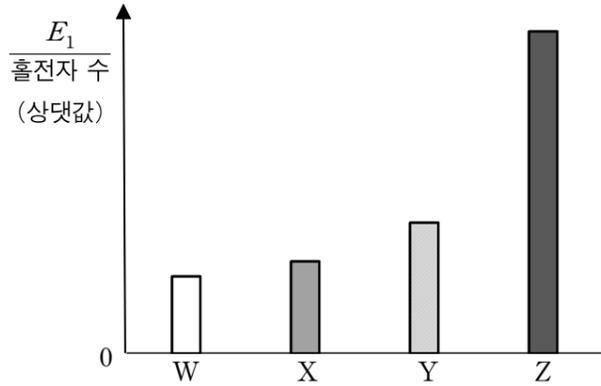
[선지 풀이]

- ㄱ. 같은 주기에서 원자 반지름은 원자 번호가 작을수록 크다. 따라서 원자반지름이 W(Li)가 가장 크다. (O)
- ㄴ. 같은 주기에서 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 원자 번호가 클수록 크다. 따라서 Y(C)가 가장 크다. (X)
- ㄷ. X와 Y의 제1 이온화 에너지를 비교했을 때, $Y(C) > X(B)$ 이다. (O)

답) ⑤

2024 수능특강 95p 4번 변형문제

4. 그림은 원자 W~Z의 제1 이온화 에너지(E_1)를 나타낸 것이다. W~Z는 각각 N, O, F, Si 중 하나이고, 이온 반지름은 $X < Y$ 이고, 원자 반지름은 $W > X$ 이다.



W~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. 원자 반지름은 W가 가장 크다.
 - ㄴ. 원자가 전자수는 Z가 가장 크다.
 - ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $Y > X$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄴ, ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

E_1 이 클수록, 홀전자 수가 작을수록 $\frac{E_1}{\text{홀전자 수}}$ 은 커진다.

[문제 풀이]

표는 N, O, F, Si의 제1 이온화 에너지와 홀전자 수를 나타낸 것이다.

	N	O	F	Si
E_1	$Si < (C) < O < N < F$			
홀전자	3	2	1	2

그림을 통해 Z의 $\frac{E_1}{\text{홀전자 수}}$ 가 다른 원자들에 비해 제일 큰 것을 알 수 있다. 주어진 원자에서 E_1 이 제일 크고, 홀전자 수가 제일 작은 원자는 F이다. 따라서 Z는 F이다.
Si와 O의 제1 이온화 에너지는 $Si < O$ 이고, 홀전자 수는 같으니, $\frac{E_1}{\text{홀전자 수}}$ 는 $Si < O$ 이다. (N, O)는 (W, Y), (X, Y), (Y, X)가 될 수 있는데, 이온 반지름은 $X < Y$ 이므로 (Y, X)는 불가능하다. 따라서 Y는 O이다. 남은 원자 중 원자 반지름은 Si가 더 크므로, W는 S, X는 N이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. 원자 반지름은 W(Si)가 가장 크다. (O)
- ㄴ. 원자가 전자수는 Z(F)가 7로 가장 많다. (O)
- ㄷ. N, O, F, Si의 제2 이온화 에너지는 $Si < (C) < N < F < O$ 이므로, $Y(O) > X(N)$ 이다. (O)

답) ⑤

2024 수능특강 97p 7번

7. 다음은 원소 A ~ D에 대한 자료이다.

- A ~ D는 각각 O, F, Na, Mg 중 하나이다.
- 각 원자의 이온은 모두 Ne과 같은 전자 배치를 갖는다.
- $\frac{\text{원자 반지름}}{\text{이온 반지름}}$ 은 $A > B > C$ 이다.
- $\frac{\text{이온 반지름}}{\text{이온의 전하}}$ 은 D가 가장 작다.
- 제1 이온화 에너지는 $B > C$ 이다.

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- <보 기>
- ㄱ. D는 $\frac{\text{원자 반지름}}{\text{이온 반지름}} > 1$ 이다.
 - ㄴ. 제1 이온화 에너지는 $B > A$ 이다.
 - ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $C > D$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

원자 반지름과 이온 반지름의 관계를 잘 따지고 절댓값으로 주어진 자료를 바로 해석할 수 있다면 쉽게 풀리는 문제이다.

[문제 풀이]

일단 이온 반지름을 이온의 전하의 절댓값으로 나눈 값을 비교해보자. O, F, Na, Mg을 이온 반지름이 큰 순서대로 나열하면, $O > F > Na > Mg$ 이다. 이때 Mg 이온의 전하는 +2로, D는 Mg이 된다.

원자 반지름을 이온 반지름으로 나눈 값을 비교하면, 비금속원소는 이온 반지름이 원자 반지름보다 크다. 따라서 A는 Na가 된다.

B, C의 제1 이온화 에너지를 비교할 때, O, F 중 제1 이온화 에너지는 F이 더 크기 때문에 A ~ D는 순서대로 Na, O, F, Mg이 된다.

[선지 풀이]

- ㄱ. D는 Mg으로, 이온 반지름보다 원자 반지름이 크기 때문에 1보다 크다. (O)
- ㄴ. Na과 O의 제1 이온화 에너지를 비교하면 O가 더 크다. (O)
- ㄷ. F과 Mg의 제2 이온화 에너지를 비교하면 F이 더 크다. (O)

답) ⑤

2024 EBS 수능특강 99p 12번

12. 다음은 18족이 아닌 2, 3주기 바닥상태 원자 W ~ Z에 대한 자료이다.

원자	W	X	Y	Z
홀전자 수	a	$b-2$	b	$a+1$
원자가 전자 수	㉠	$a+3$	㉡	$2b+1$

- W ~ Z 중 2주기 원자는 2가지이다.
- $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 $X > W > Y$ 이다.

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

<보 기>

ㄱ. ㉠ + ㉡ = 7이다.
ㄴ. 원자 반지름은 $W > X$ 이다.
ㄷ. 제2 이온화 에너지는 $Y > Z$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

홀전자 수와 원자가 전자 수는 주기율표에서 주기와 관계없이 족에만 영향을 받는다. 그러나 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 주기별로 값이 달라지므로 두 가지 조건을 구분해 정리하는 것이 좋다. 관련 값들을 빠르게 나열하여 신속하게 문제를 해결해보자!

[문제 풀이]

18족이 아닌 바닥상태 원자의 홀전자 수와 원자가 전자 수를 각각 족 순서대로 나열하면 다음과 같다.

1	0	1	2	3	2	1
1	2	3	4	5	6	7

X의 홀전자 수는 $b-2$ 이므로 b 는 2 또는 3이어야 한다. b 가 2일 경우 X의 홀전자 수는 0이므로 X의 원자가 전자 수인 $a+3$ 은 2가 되어야 한다. 그러나 a 는 W의 홀전자 수이므로 음수가 될 수 없다. 따라서 b 는 3이다.

Z의 원자가 전자 수 $2b+1$ 은 7이다. 따라서 Z의 홀전자 수 $a+1$ 은 1이므로 a 는 0이다.

위의 내용을 토대로 홀전자 수와 원자가 전자 수를 정리하면 다음 표와 같다.

원자	W	X	Y	Z
홀전자 수	0	1	3	1
원자가 전자 수	㉠=2	3	㉡=5	7

따라서 W는 2족, X는 13족, Y는 15족, Z는 17족 원소이다.

2, 3주기 바닥상태 원자의 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 를 족 순서대로 나열하면 다음과 같다. (18족 제외)

2주기	W	X	Y	Z
0	0	1	2	3
3	4	4	4	4
3주기	W	X	Y	Z
6	6	7	8	9
5	6	6	6	6

$\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 $X > W > Y$ 인데, X가 가장 커야 하므로 X는 3주기 원소다. W는 Y보다 큰 값을 가져야 하므로 3주기 원소다. W ~ Z 중 2주기 원자는 2가지라고 했으므로, 나머지 두 원자는 2주기 원소여야 한다.

[선지 풀이]

- ㄱ. ㉠ + ㉡ = 2 + 5 = 7이다. (O)
- ㄴ. W와 X는 같은 주기이므로 족이 작을수록 원자 반지름이 크다. 따라서 원자 반지름은 $W(2\text{족}) > X(13\text{족})$ 이다. (O)
- ㄷ. 제2 이온화 에너지는 15족 원소(Y)가 17족 원소(Z)보다 작다. 따라서 제2 이온화 에너지는 $Y < Z$ 이다. (X)

답) ③

2024 EBS 수능특강 99p 12번 변형문제

12. 다음은 2, 3주기 바닥상태 원자 W~Z에 대한 자료이다.

원자	W	X	Y	Z
홀전자 수	a	①	$a+1$	$a+2$
원자가 전자 수	a	②	$2b-1$	b

- W~Z 중 2주기 원자는 2가지이다.
- $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 $W = X$ 이다.
- 원자번호는 $X > Z > Y$ 이다.

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

<보 기>

ㄱ. ① + ② = 8이다.
ㄴ. 원자 반지름은 $Z > Y$ 이다.
ㄷ. W와 X의 원자번호의 합은 Y와 Z의 원자번호의 합보다 작다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

홀전자 수와 원자가 전자 수가 같은 경우는 몇 족일까? 설마 18족 원소를 배제하진 않겠지?

[문제 풀이]

바닥상태 원자의 홀전자 수와 원자가 전자 수를 각각 족 순서대로 나열하면 다음과 같다.

1	0	1	2	3	2	1	0
1	2	3	4	5	6	7	0

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

<2주기>

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

<3주기>

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

W는 홀전자 수와 원자가 전자 수가 a 로 같다. 이 경우는 1족 또는 18족 원소인데, W가 1족일 때 $\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 $W = X$ 인 조건을 만족시키려면 W는 2주기 1족, X는 2주기 2족 이어야 한다. 그러나 원자번호가 $X > Z > Y$ 이기 때문에 X는 2주기 2족 원소가 될 수 없다. (Z, Y가 1주기 원소가 되어버림) 따라서 W는 18족 원소이고, $a=0$ 이다.

$\frac{p \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}{s \text{ 오비탈에 들어 있는 전자 수}}$ 는 $W = X$ 인데 W가 3주기 18족 원소라면 해당 값이 W와 같은 원소는 2, 3주기에 존재하지 않는다. 따라서 W는 2주기 18족 원소인 $_{10}\text{Ne}$ 이고, 그 값은 $\frac{6}{4}(=\frac{3}{2})$ 이므로 X는 그 값이 $\frac{9}{6}(=\frac{3}{2})$ 인 3주기 15족 원소인 $_{15}\text{P}$ 이다. 따라서 ①은 3이고, ②은 5이다.

$a=0$ 이므로 Y의 홀전자 수는 1, Z의 홀전자 수는 2이다. 이 둘의 원자가 전자 수를 비교해보면 Z의 원자가 전자 수에 2배를 한 뒤 1을 빼 값이 곧 Y의 원자가 전자 수가 된다. 이러한 관계를 가진 원소는 14족(Z)과 17족(Y)족 뿐이다. 또한 W~Z 중 2주기 원자는 2가지이므로 Y와 Z는 각각 2, 3주기 원자 중 하나이고, 원자번호는 $Z > Y$ 이므로 Y는 2주기 17족 원소인 $_{7}\text{F}$, Z는 3주기 14족 원소인 $_{14}\text{Si}$ 이다. 따라서 $b=4$ 이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. ① + ② = 3 + 5 = 8이다. (O)
- ㄴ. Z는 Y보다 주기가 크고, 족이 작다. 원자 반지름은 주기가 커질수록, 족이 작아질수록 커지므로 원자 반지름은 $Z > Y$ 이다. (O)
- ㄷ. W와 X의 원자번호의 합은 25이고, Y와 Z의 원자번호의 합은 23이다. 따라서 W와 X의 원자번호의 합은 Y와 Z의 원자번호의 합보다 크다. (X)

답) ③

◆ Nitro Original 자작문제 ◆

양적계산 / 원소의 주기적 성질 / 화학식량과 몰
pH pOH / 중화반응

01 | 양적계산 - 혼합 유형

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



표는 실린더에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시킨 실험 I, II에 대한 자료이다. I에서 반응 전 실린더의 부피 = $\frac{2}{3}$ 이고, II에서 반응 후 실린더의 부피 = $x < 20$ 이다.

실험	반응 전		반응 후
	A(g)의 질량(g)	B(g)의 질량(g)	남아 있는 반응물의 양(mol) (상댓값)
I	20w	8w	7
II	xw	32w	8

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

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6

[Comment]

양적계산의 테크닉을 종합적으로 물어보고 있는 문제. 반응 전후 몰수 변화의 특징 파악, 그에 따른 자료 해석, 질량 변화에 따른 한계반응물 파악, 질량에 따른 몰수비 결정 후 존재 비율 파악까지. 양적계산과 관련해 우리가 지금까지 배운 모든 것들을 사용해야 풀 수 있는 문제다. 문제 풀이를 꼼꼼히 읽어보며 자신에게 부족한 것이 뭔지 파악해보자. 미지수와 식을 선택하는 것도 센스있게!

[문제 풀이]

우선 각 실험에서의 한계반응물을 결정해보자. 남아 있는 반응물의 양이 $I < II$ 이고, $x < 20$ 이므로 실험 I에서 II로 갈 때 A의 양은 감소했고, B의 양은 증가했다. 따라서 두 실험에서의 한계반응물은 다르다고 파악할 수 있고, 실험 I에서는 B가, 실험 II에서는 A가 한계반응물이다.

I에서 반응 후 A 7몰이 존재한다고 하면 I에서의 반응은 다음과 같이 정리할 수 있다.

A(g)	+ 4B(g)	→	3C(g)	+ 2D(g)
(n+7)몰	4n몰 = 8wg		0	0
-n몰	-4n몰		+3n몰	+2n몰
7몰	0		3n몰	2n몰

B 4n몰 = 8wg이라고 결정하였으므로 II에 존재하는 B 32wg은 16n몰이다. II에서 반응 후 B 8몰이 존재한다고 하면 II에서의 반응은 다음과 같이 정리할 수 있다.

A(g)	+ 4B(g)	→	3C(g)	+ 2D(g)
m몰	16n몰		0	0
-m몰	-4m몰		+3m몰	+2m몰
0	7몰		3m몰	2m몰

화학 반응식을 보면 반응 전후 몰수는 5몰 → 5몰로 변화가 없다. 따라서 모든 반응은 반응 전후의 몰수(부피)가 같아야 한다. 이를 실험 II에 적용하면 $m + 16n = 8 + 5m$ 이다.

또한 문제에서 주어진 $\frac{I \text{에서 반응 전 실린더의 부피}}{II \text{에서 반응 후 실린더의 부피}}$ 자료는 (I에서 반응 전 실린더의 부피) : (II에서 반응 전후 실린더의 부피) = 2 : 3이라고 사용할 수 있으므로 마음에 드는 값을 선택해 사용해주면 된다. I에서 반응 전, II에서 반응 후의 값을 선택해주면 $7 + 5n : 8 + 5m = 2 : 3$ 이다. 위 두 식을 연립해주면 $n = 1, m = 2$ 이다.

분자량비는 결국 같은 몰수일 때 질량비이다. n과 m값을 넣어 정리해주면 I에서 A 8몰은 20wg이므로 A 4몰은 10wg이다. I에서 B 4몰은 8wg이므로 $\frac{B \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = \frac{8w}{10w} = \frac{4}{5}$ 이다. II에 존재하는 A는 2몰이므로 5wg 존재한다. 따라서 $x = 5$ 이다.

따라서 $x \times \frac{B \text{의 분자량}}{A \text{의 분자량}} = 5 \times \frac{4}{5} = 4$ 이다.

답) ③

02 | 원소의 주기적 성질

2. 표는 바닥상태 원자 X~Z의 $\frac{\text{원자 반지름}}{\text{원자가 전자 수} - \text{홀전자 수}}$ 를 비교한 것이다. X~Z는 각각 N, F, Mg이다.

	X	Y	Z
$\frac{\text{원자 반지름}}{\text{원자가 전자 수} - \text{홀전자 수}}$	24a	75a	160a

X~Z에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>
ㄱ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 X가 Y보다 크다.
ㄴ. X와 Z는 같은 주기 원소이다.
ㄷ. 제1 이온화 에너지는 Y가 Z보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

각 원자별 (원자가 전자 수 - 홀전자 수)를 파악한 후 원자 반지름의 크기를 비교하면 끝나는 문제. 다만 경우의 수를 두어, 소요 시간을 늘린 케이스라 볼 수 있다. 만약 크기를 비교하기 힘들다면, 두 원소의 특징의 교집합에 해당되는 원소를 가운데에 두고 비교하면 훨씬 편하게 비교할 수 있을 것이다!

[문제 풀이]

표는 N, F, Mg의 주기적 성질을 나타낸 것이다.

	N	F	Mg
원자가 전자 수	5	7	2
홀전자 수	3	1	0
원자가 전자 수 - 홀전자 수	2	6	2
원자 반지름	Mg > (Be) > N > F		

F의 원자 반지름은 보기 원자 중 제일 작으면서, (원자가 전자 수 - 홀전자 수)는 제일 크다. 따라서 X는 F이다. N과 Mg의 (원자가 전자 수 - 홀전자 수)가 같으면서, 원자 반지름은 Mg > (Be) > N 이므로, Z는 Mg, Y는 N이다.

[선지 풀이]

- ㄱ. 원자가 전자가 느끼는 유효 핵전하는 X(F)가 Y(N)보다 크다. (O)
- ㄴ. X(F)는 2주기 원소, Z(Mg)는 3주기 원소로 같은 주기 원소가 아니다. (X)
- ㄷ. 제1 이온화 에너지는 Y(N) > (Be) > Z(Mg)이다. (O)

답) ④

03 | 화학식량과 몰

3. 표는 ^{12}C 의 원자량을 12.000으로 정하고, 이를 기준으로 했을 때의 자료이다. 붕소의 평균 원자량은 10.81이다.

원자	^1H	^{10}B
원자량	1.008	10.013

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. ^1H 1.008 g에 포함된 전체 입자의 몰수는 3몰이다.
 ㄴ. 붕소의 평균 원자량이 ^{10}B 의 원자량보다 큰 것은 중성자가 6개 이상인 붕소가 존재하기 때문이다.
 ㄷ. ^1H 의 원자량을 1.000으로 정하고 이를 기준으로 했을 때, BH_3 1몰의 분자 수는 감소한다.

- ① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

원자량과 아보가드로수의 정의를 잘 기억하고 계셨다면, 충분히 풀 수 있는 문제입니다.

[문제 풀이]

원자량은 ^{12}C 의 원자량을 12.000으로 정하고, 이것을 기준으로 했을 때의 상대적인 질량을 나타낸 값이며, 원자량에 g을 붙이면 원자 1몰의 질량이 된다.

[선지 풀이]

- ㄱ. 원자는 양성자와 중성자, 전자로 이루어져 있다. 질량수가 1인 ^1H 원자는 중성자가 없고 양성자 1개와 전자 1개를 가지므로, ^1H 1.008 g에 포함된 전체 입자의 몰수는 2몰이다. (X)
- ㄴ. 붕소의 평균 원자량은 10.81로 ^{10}B 의 원자량 10.013보다 큰 이유는 질량수가 더 큰 동위 원소가 존재하기 때문이다. 즉, 중성자가 5개인 ^{10}B 보다 더 많은 중성자를 가지는, 중성자가 6개 이상인 붕소가 존재한다는 것을 의미한다. (O)
- ㄷ. ^1H 의 원자량을 1.000으로 정하면, ^1H 에 1.000 g에 들어 있는 원자수가 1몰이 되고, 아보가드로수는 기존의 6.02×10^{23} 보다 작아진다. 1몰의 입자 수가 감소하게 되므로, BH_3 1몰의 분자 수도 감소하게 된다. (O)

답) ④

04 | pH / pOH

4. 표는 25°C에서 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

수용액	(가)	(나)	(다)
[H ₃ O ⁺] (상대값)	10	10 ⁴	1
pH		<i>x</i>	2 <i>x</i>

(가)~(다)에 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 중성이다.
 ㄴ. *x* = 4이다.
 ㄷ. 같은 부피의 (나)와 (다)를 혼합한 수용액의 pH = 7이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

[H₃O⁺]와 pH 사이의 관계를 이해하고 있으면 굳이 수식을 쓰지 않아도 문제를 더 빠르게 풀 수 있다.

[문제 풀이]

풀이 방법 I)

(나)와 (다)의 pH가 각각 *x*와 2*x*이므로 10^{-*x*} : 10^{-2*x*} = 10⁴ : 1,
 10^{4-2*x*} = 10^{-*x*}, 4 - 2*x* = -*x*, *x* = 4
 ∴ [H₃O⁺]는 (가) = 10⁻⁷, (나) = 10⁻⁴, (다) = 10⁻⁸

풀이 방법 II)

(나)와 (다)의 pH는 1:2이고 [H₃O⁺]는 10⁴:1이므로
 (나)와 (다)의 pH가 각각 1, 2라면, [H₃O⁺]는 10:1
 (나)와 (다)의 pH가 각각 2, 4라면, [H₃O⁺]는 10²:1
 (나)와 (다)의 pH가 각각 3, 6라면, [H₃O⁺]는 10³:1
 (나)와 (다)의 pH가 각각 4, 8라면, [H₃O⁺]는 10⁴:1
 (나)와 (다)의 pH가 각각 5, 10라면, [H₃O⁺]는 10⁵:1
 .
 .
 .

이므로 [H₃O⁺]는 (나) = 10⁻⁴, (다) = 10⁻⁸일 때만 가능하다.
 ∴ [H₃O⁺]는 (가) = 10⁻⁷, (나) = 10⁻⁴, (다) = 10⁻⁸

[선지 풀이]

- ㄱ. (가)는 10⁻⁷이므로 중성이다. (O)
 ㄴ. *x* = 4이다. (O)
 ㄷ. (나)는 산성이고 pH = 4이다. (다)는 염기성이고 pOH = 4이다. 따라서 같은 부피라면 (나)와 (다) 수용액에 있는 용질의 양이 같다. 따라서 같은 부피의 (나)와 (다)를 혼합한 수용액의 pH = 7이다. (O)

답) ⑤

05 | 중화반응

5. 표는 0.3 M $H_2A(aq)$ 와 b M $HB(aq)$ 와 c M $COH(aq)$ 의 부피를 달리하여 혼합한 용액 (가)~(라)에 대한 자료이다.

용액	$H_2A(aq)$ 의 부피(L)	$HB(aq)$ 의 부피(L)	$COH(aq)$ 의 부피(L)	반응 후 전체 이온의 몰 비
(가)	V_1	10	5	2:3:3:5
(나)	V_1	$3V_2$	$2V_3$	1:1:1:4
(다)	$2V_1$	$4V_2$	$3V_3$	1:2:3:9
(라)	$3V_1$	$4V_2$	$2V_3$	

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, H_2A 는 수용액에서 H^+ 과 A^{2-} 으로, HB 는 수용액에서 H^+ 과 B^- 으로, COH 는 수용액에서 C^+ 과 OH^- 으로 모두 이온화되고, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같고, 혼합 전과 후의 온도 변화는 없으며, 물의 자동 이온화는 무시한다.)

<보 기>

ㄱ. $V_1 + V_2 + V_3 = 25$ 이다.

ㄴ. 염기성인 용액은 2개이다.

ㄷ. 용액 (라)에서 C^+ 의 몰농도는 $\frac{4}{35}M$ 이다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

문제에서 반응 후 전체 이온의 몰 비를 제시해줬다. 그렇다면 이 문제는 쉽게 풀 수 있는 문제인 건 수능을 준비하는 화학러들에겐 당연한 사실!

[문제 풀이]

(가)에서 전체 이온의 몰 비를 보면 2:3:3:5이다. 이때 가장 작은 값인 2를 A^{2-} 라고 가정하면, B^- 는 3, C^+ 는 3, H^+ 는 4가 되어 비율이 맞지 않는다. 따라서 3을 A^{2-} 로 가정하면, B^- 는 2, C^+ 는 3, H^+ 는 5가 되어 비율이 맞게 된다.

(나)에선 A^{2-} 의 비율이 3으로 (가)와 같기 때문에, 전체 이온의 몰 비에 3씩 곱해 비율을 찾으면 B^- 는 3, C^+ 는 12, OH^- 는 3이 된다.

위에서 구한 몰수를 바탕으로 부피들을 구하면 $V_1 = 10$, $V_2 = 5$, $V_3 = 10$ 이 된다. 따라서 $b = 0.2$, $c = 0.6$ 이 된다.

[선지 풀이]

- ㄱ. $V_1 + V_2 + V_3 = 10 + 5 + 10 = 25$ 이다. (O)
- ㄴ. (나)와 (다)는 염기성이고, (가)와 (라)는 산성이다. (O)

	A^{2-}	B^-	C^+	H^+	OH^-
(가)	3	2	3	5	-
(나)	3	3	12	-	3
(다)	6	4	18	-	2
(라)	9	4	12	10	-

- ㄷ. (라)에서 전체 부피는 70L이고, C^+ 의 몰수는 12몰로, 몰농도는 $\frac{6}{35}M$ 이다. (X)

답) ③