@nitro_chemistry

2024 수능대비
화학 I 주간지

위클리 부스터
- WEEK 1 -

제작 | 수능화학연구팀Nitro

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

[목차]

1 | 리버스 기출 분석

- 2023학년도 대수능 -

2 | EBS 트레이닝 & 변형문제

- 2024 수능특강 | 2 화학식량과 몰 -

3 | Nitro Original 자작문제

- 양적계산 / 이온화에너지 / 기체양론 1 / 기체양론 2 / 중화반응 -

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

팀 Nitro 수능화학연구진

REVERSE ANALYSIS

WEEK 1

화학 I 리버스 기출분석 _1주차

2023학년도 대수능 16번 [pH / pOH]

표는 25℃의 물질 (가)~(다)에 대한 자료이다. (가)~(다)는 $HCl(aq)$, $H_2O(l)$, $NaOH(aq)$을 순서 없이 나타낸 것이고, H_3O^+의 양(mol)은 (가)가 (나)의 200배이다.

물질	(가)	(나)	(다)
$\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$ (상댓값)	10^8	1	10^{14}
부피(mL)	10	x	

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

〈 보 기 〉

ㄱ. (가)는 $HCl(aq)$이다.

ㄴ. $x=500$이다.

ㄷ. $\frac{\text{(나)의 pOH}}{\text{(다)의 pH}}>1$이다.

[Comment]

상댓값에 현혹되지 말고, 이용하자! 실제값이 아니라 농도를 함부로 결정할 수는 없지만, (가), (나), (다) 용액의 '농도 비교'는 할 수 있어야 한다. 산 용액이 상댓값이 가장 클 수밖에 없음!

[문제 풀이]

$\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$값이 가장 큰, (다)가 산인 HCl, 그 다음으로 큰 값인 (가)가 H_2O, (나)가 NaOH임을 알 수 있다. (ㄱ보기 틀림)

따라서 (가)H_2O의 실제 $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$값은 1, pH는 7임을 알 수 있고, (나)와 (다)의 $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$값은 각각 아래 표에 나타내었다. (나)의 $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$값이 (가)$\times10^{-8}$이므로 이는 (가)$\times\frac{10^{-4}}{10^4}$임을 의미하고 pH값은 7+4=11 임을 알 수 있다. 같은 방식으로, (다)의 $\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$값은 (가)$\times\frac{10^3}{10^{-3}}$이므로 pH값은 7-3=4 임을 알 수 있다.

물질	(가) H_2O	(나) NaOH	(다) HCl
$\frac{[H_3O^+]}{[OH^-]}$ 실제값	1	10^{-8}	10^6
pH	7	11	4

H_3O^+의 몰수가 (가)=(나)$\times$200이라는 조건과 $n=M\times V$ 임을 이용하여 ㄴ보기를 해결 할 수 있다. (나)의 pH 값을 구하는 과정에서 (가)의 $[H_3O^+]$값이 (나)$\times10^4$라는 조건을 얻어낼 수 있다.

n = M × V

×200 ×10^4 ×$\frac{1}{50}$

따라서 $x\times\frac{1}{50}=10$ 이므로 $x=500$ (ㄴ보기 맞음)

(다)의 pH는 4임을 이미 구했고, (나)의 pH는 11인 것을 통해 (나)의 pOH=14-11, 즉 3임을 알 수 있다.

따라서 $\frac{\text{(나)의 pOH}}{\text{(다)의 pH}}$ 값은 $\frac{3}{4}$이므로 ㄷ보기 틀림.

답) ㄴ

2023학년도 대수능 17번 [실험분석 - 중화적정]

다음은 25℃에서 식초 A 1g에 들어 있는 아세트산(CH_3COOH)의 질량을 알아보기 위한 중화 적정 실험이다.

[자료]
○ 25℃에서 식초 A의 밀도 : dg/mL
○ CH_3COOH의 분자량 : 60

[실험 과정 및 결과]
(가) 식초 A 10mL에 물을 넣어 수용액 50 mL를 만들었다.
(나) (가)의 수용액 20mL에 페놀프탈레인 용액을 2~3 방울 넣고 aM KOH(aq)으로 적정하였을 때, 수용액 전체가 붉게 변하는 순간까지 넣어 준 KOH(aq)의 부피는 30mL이었다.
(다) (나)의 적정 결과로부터 구한 식초 A 1g에 들어 있는 CH_3COOH의 질량은 0.05g이었다.

a는? (단, 온도는 25℃로 일정하고, 중화 적정 과정에서 식초 A에 포함된 물질 중 CH_3COOH만 KOH과 반응한다.) [3점]

[Comment]

모든 실험 분석 유형에서는 항상 **'내가 지금 어디에 있는가'**를 잊지 말자. 처음부터 우당탕탕 계산하다 보면 내가 어디에 있는지, 이제 무얼 해야 하는지 잊게 된다. 어떤 것을 구할 것인가에 대한 목적을 갖고, 문제를 넓게 보려고 노력하자. 전체적인 실험 과정을 이해한 뒤 내가 필요한 것만 계산하면 끝!

[문제 풀이]

A의 밀도가 d g/mL 로 주어졌으므로 A 10mL는 10dg이고, (가)수용액 50mL 속에는 A가 10dg 들어있다. (나)에서 이 수용액을 20mL만 사용하였으므로 그 속에는 A가 4dg 들어있다. (다) 조건을 통해 식초 A 4dg에 들어있는 CH_3COOH의 질량은 4dg×0.05 = 0.2dg 이다.

(나)과정에서 aM인 KOH를 30mL 사용하였으므로

$$a\times 0.03\text{L} = \frac{0.2\text{dg}(=\text{식초 A 4dg에 들어있는 } CH_3COOH\text{의 질량})}{60(=CH_3COOH\text{의 분자량})}$$

라는 식을 세울 수 있고, 정리하면 $a=\frac{d}{9}$이다.

답) $\frac{d}{9}$

2023학년도 대수능 18번 [실험분석 - 중화적정]

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

$$A(g) + 4B(g) \rightarrow 3C(g) + 2D(g)$$

표는 실린더에 A(g)와 B(g)를 넣고 반응을 완결시킨 실험 Ⅰ~Ⅲ에 대한 자료이다. Ⅰ과 Ⅱ에서 B(g)는 모두 반응하였고, Ⅰ에서 반응 후 생성물의 전체 질량은 21wg이다.

실험	반응 전		반응 후
	A(g)의 질량(g)	B(g)의 질량(g)	생성물의 전체 양(mol) / 남아 있는 반응물의 양(mol) (상댓값)
Ⅰ	15w	16w	3
Ⅱ	10w	$x w$	2
Ⅲ	10w	48w	y

$x+y$는? [3점]

[Comment]

상댓값의 향연! 양적계산에서 질량 따로, 몰수 따로 출제하는 문제는 이제 더 이상 볼 수 없다. 나올 수 있는 모든 유형이 다 나왔으므로 우린 지금까지 나온 모든 걸 대비해야 한다. 실험을 3번이나 시행해 귀찮을 뿐이지, 상댓값을 실제값으로 바꾸어 양을 정리하면 그리 어렵지 않게 풀린다. '우리가 원하는 몰수 스케일로 질량을 바꾸기'가 이 문제의 키!

[문제 풀이]

Ⅰ에서 반응 후 생성물의 전체 질량이 21wg이므로 반응한 반응물의 양이 21wg이어야 한다. B는 16wg 반응했으므로 A가 5wg 반응한 것. 따라서 A와 B의 반응비(질량비)는 5 : 16 이다.

A와 B의 반응비(몰수비)는 1 : 4이므로, A 5wg을 n몰, B 16wg을 4n몰이라 하면 주어진 표는 다음과 같이 고칠 수 있다.

실험	반응 전		반응 후	
	A	B	생성물/남은반응물 (실제값)	생성물/남은반응물 (상댓값)
Ⅰ	3n몰	4n몰	$\frac{5n}{2n}$ ←	$3\times\frac{5}{6}$
Ⅱ	2n몰		$\frac{5m}{3m}$ ←	$2\times\frac{5}{6}$
Ⅲ	2n몰	12n몰		

실험 Ⅱ에서 생성물을 5m이라 하면, 남은 반응물은 3m이라 할 수 있으므로 실험 Ⅱ에 대한 반응을 정리하면 다음과 같다.

A + 4B -> 3C + 2D			
4m = 2n	4m	0	0
-m몰	-4m몰	+3m몰	+2m몰
3m몰	0	3m몰	2m몰

m : n = 1 : 2 이므로 실험 Ⅱ에서 반응 전 B의 몰수는 2n몰이다. 따라서 x는 8이다.

이제 실험 Ⅲ을 분석하면 다음과 같다.

A + 4B -> 3C + 2D			
2n몰	12n몰	0	0
-2n몰	-8n몰	+6n몰	+4n몰
0	4n몰	6n몰	4n몰

실험	반응 후	
	생성물/남은반응물 (실제값)	생성물/남은반응물 (상댓값)
Ⅲ	$\frac{5}{2}$ ←	$y\times\frac{5}{6}$

y = 3 이므로 x + y = 11이다.

답) 11

2023학년도 대수능 19번 [중화반응 - 혼합유형]

다음은 aM HA(aq), bM H_2B(aq), $\frac{5}{2}a$M NaOH(aq)의 부피를 달리하여 혼합한 수용액 (가)~(다)에 대한 자료이다.

○ 수용액에서 HA는 H^+과 A^-으로, H_2B는 H^+와 B^{-2}으로 모두 이온화된다.

혼합 수용액	혼합 전 수용액의 부피(mL)			모든 양이온의 몰농도(M) 합 (상댓값)
	HA (aq)	H_2B (aq)	NaOH (aq)	
(가)	$3V$	V	$2V$	5
(나)	V	xV	$2xV$	9
(다)	xV	xV	$3V$	y

○ (가)는 중성이다.

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

[Comment]

(몰농도M)×(부피L)=(몰수n)를 이용해 실제 부피(L)를 곱해 이온의 몰수를 구하려는 정직한 풀이도 있을 것이다. 근데 그렇게 안하잖아? 중화반응에서는 오직 '이온이 몇 개인가' 만 생각하자. 단위는 고민하지 말고, 있는 그대로의 부피를 곱해서 이온수를 꺼내자. 이 문제에서는 (나)의 산/염기를 결정할 때 어떤 단서를 이용해 판단했는지가 중요하다.

[문제 풀이]

중화반응에서는 모든 부피를 L로 바꿀 필요는 없다. (가)는 중성이므로 수용액 속 양이온은 오직 Na^+뿐이다. 전체 부피는 6V이므로 각 용액의 몰농도에 부피를 곱해 표로 정리하면 다음과 같다.

혼합 수용액	혼합 전 수용액의 부피(mL)			모든 양이온의 몰농도(M) 합
	HA (aq)	H_2B (aq)	NaOH (aq)	
(가)	$3a/3V$	V	$5a/2V$	$5\times6=30$

-〉 Na^+ 30
A^- 18
B^{-2} 6

이를 토대로 주어진 표를 정리하면 다음과 같다.

혼합 수용액	혼합 전 수용액의 부피(mL)			모든 양이온의 몰농도(M) 합 (상댓값)
	HA (aq)	H_2B (aq)	NaOH (aq)	
(가)	$18/3V$	$6/V$	$30/2V$	5
(나)	$6/V$	$6x/xV$	$30x/2xV$	$9\times(1+3x)$ $=9+27x$
(다)	$6x/xV$	$6x/xV$	$45/3V$	y

(나)에서

Na^+ $30x$ 또는 Na^+ $30x$
A^- 6 A^- 6
B^{-2} $6x$ B^{-2} $6x$
H^+ OH^-

(나)에 H+가 있다해도 모두 1가 양이온이므로 (나)에서 양전하는 +(9+27x)이다. 따라서 음전하도 같은 양만큼 존재해야 하는데, 음전하가 A-와 B2-만 존재할 경우 -(6+12x)로 턱없이 부족하다. 따라서 OH-도 함께 존재한다.

(나)에서 양이온은 Na+만 존재하는데 양이온 수의 합이 9+27x 이므로
30x = 9+27x, x = 3이다. 이를 토대로 표를 완성하면 다음과 같다.

혼합 수용액	혼합 전 수용액의 부피(mL)			모든 양이온의 몰농도(M) 합 (상댓값)
	HA (*aq*)	H_2B (*aq*)	NaOH (*aq*)	
(가)	$18/3V$	$6/V$	$30/2V$	5
(나)	$6/V$	$18/3V$	$90/6V$	9
(다)	$18/3V$	$18/3V$	$45/3V$	y

(다)에서 이온의 조성은
Na^+ 45
A^- 18
B^{-2} 18
H^+ 9
이다.

(다)에서 전제 부피는 9V이고, 모든 양이온의 양은 54이다.
따라서 몰농도
y = 6이다.
따라서 y/x = 2이다.

답)2

2023학년도 대수능 20번 [기체양론]

표는 t℃, 1기압에서 실린더 (가)와 (나)에 들어 있는 기체에 대한 자료이다.

실린더	기체의 질량비	전체 기체의 밀도 (상댓값)	$\frac{\text{X원자수}}{\text{Y원자수}}$
(가)	$X_aY_{2b} : X_bY_c = 1 : 2$	9	$\frac{13}{24}$
(나)	$X_aY_{2b} : X_bY_c = 3 : 1$	8	$\frac{11}{28}$

$\frac{X_bY_c\text{의 분자량}}{X_aY_{2b}\text{의 분자량}} \times \frac{c}{a}$는? (단, X와 Y는 임의의 원소 기호이다.) [3점]

[Comment]

기출이라는 것이 그렇다. 아무리 문제가 이상하고 난이도가 괴랄해도 한 번 출제된 순간, 그 문제는 기출이 되어 우리가 공부해야 할 과제로 남는다. 실제 시험장에서 이 문제를 풀었을 인원은 얼마 없었으므로 난이도를 논하는 것은 이제 의미가 없다. 다음 시험을 준비하는 우리들은 어떻게든 이 문제에서 무언가를 뽑아내려 노력하면 된다.

Nitro는 이 문제에 대해 두 가지 풀이를 제안한다. 두 개 모두 읽어보고, 논리적으로 타당한지 따져보며 앞으로 실제 시험장에서 사용할 수 있는 풀이인지 비판적으로 바라봐 주었으면 한다.

우리의 방법이 유일한 해답은 아닐 것이다. 하지만 우리는, 수험생이 우리의 풀이를 보고 새로운 아이디어를 얻었으면 한다. 그들에게 도움이 되길 바란다.

우리의 역할은 그걸로 충분하다.

[문제풀이_1]

(가)와 (나)모두 비율로 주어져 있으므로 기준점을 잡아야 한다. (가)에서 X_aY_{2b}의 질량을 1g이라 하면 (가)에서 X_bY_c의 질량은 2g이 된다. 또한 (나)에서 X_aY_{2b}의 질량을 3g이라 하면 (나)에서 X_bY_c의 질량은 1g이 된다. 전체 기체의 밀도는 질량 / 부피(몰수) 이므로, 실질적인 양과 관련이 있는 값이 아닌, 질량과 몰수의 비율이 된다. 실린더 (가)의 전체 질량을 3g, 실린더 (나)의 전체 질량을 4g이라 하면 실린더 (가)와 (나)의 전체 기체의 몰수 비는 2 : 3이 된다. (가)에서 X_aY_{2b}의 몰수를 n몰이라 하면 (나)에서 X_aY_{2b}의 몰수는 3n몰이 되고, (나)에서 X_bY_c의 몰수를 2m몰이라 하면 (나)에서 X_bY_c의 몰수는 m몰이 된다. 따라서 $n + 2m : 3n + m = 2 : 3$ 이므로 $n = 4$, $m = 3$이다. 동일 몰수에서의 질량비는 곧 분자량비 이므로 X_bY_c의 분자량 : X_aY_{2b}의 분자량 = 4 : 3이다.

마지막 남은 자료인 X원자수/원자수를 이용하면 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$\frac{2a+3b}{4b+3c} = \frac{13}{24}$, $\frac{4a+b}{8b+c} = \frac{11}{28}$

이후 처리는 개인 취향이다. 미지수가 3개인 연립방정식으로 풀어도 답은 나온다. 그러나, 우리가 하는 건 수학이 아니라 화학이다. a, b, c에 적당한 수를 넣어 성립하는 경우를 찾아보면

$a = 2$, $b = 3$, $c = 4$이다. 따라서 $\frac{c}{a} = 2$이다.

따라서 답은 $\frac{8}{3}$이다.

(마지막 과정이 억지 같아 보여도, 가을 쯤 되면 시간단축에 매우 유용한 스킬임을 깨닫게 될 것이다.)

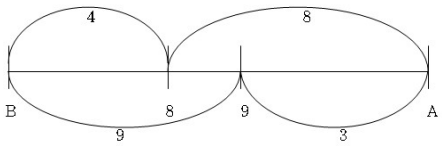
[문제풀이_2]

X_aY_{2b}를 A, X_aY_c를 B라 하자.

밀도$=\frac{\text{질량}}{\text{부피}}$이므로, $\frac{1}{\text{밀도}}=\frac{\text{부피}}{\text{질량}}$이다. (가)와 (나)의 $\frac{\text{부피}}{\text{질량}}$ 값은 8 : 9 임을 알 수 있고,

실린더	기체의 질량비	전체 기체의 $\frac{1}{\text{밀도}}(=\frac{\text{부피}}{\text{질량}})$
(가)	A : B = 1 : 2	8
(나)	A : B = 3 : 1	9

(가)에서 (나)로 A의 비율이 증가할 때, $\frac{1}{\text{밀도}}$값의 크기가 증가하므로, A가 B보다 더 큰 값을 가짐을 알 수 있다.



(가)에서 B의 비율이 많으므로 B에 더 가까운 1:2 내분점을 찍으면 8에 위치하고, (나)에서 A의 비율이 많은 3:1 내분점을 찍으면 9에 위치한다. 이때 1:2를 4:8로 하고, 3:1을 9:3으로 표현하면 위 그림과 같다.

이떼 8과 9사이가 설정한 비율값의 5만큼을 차지하므로, 4:8을 $\frac{4}{5}:\frac{8}{5}$, 9:3을 $\frac{9}{5}:\frac{3}{5}$으로 값을 결정지을 수 있다. 따라서 B 위치의 값은 $8-\frac{4}{5}=\frac{36}{5}$, A 위치의 값은 $9+\frac{3}{5}=\frac{48}{5}$임을 알 수 있는데, 이들의 역수인 밀도가 분자량에 비례하므로, $\frac{\text{B의 분자량}}{\text{A의 분자량}}$ 값은 $\frac{48}{36}=\frac{4}{3}$이다.

이때, A의 분자량과 B의 분자량을 각각 3과 4라고 가정하면 (가)에서 A와 B의 몰수비는 $\frac{1}{3}:\frac{1}{2}$ 즉, 2:3 이고, (나)에서는 $\frac{3}{3}:\frac{1}{4}$ 즉, 4:1임을 알 수 있다.

따라서 (가)의 $\frac{\text{X원자수}}{\text{Y원자수}}=\frac{13}{24}$이므로,

$\frac{2a+3b}{4b+3c}=\frac{13}{24}$,

(나)의 $\frac{\text{X원자수}}{\text{Y원자수}}$값은 $\frac{11}{28}$이므로, $\frac{4a+b}{8b+c}=\frac{11}{28}$ 이라는 식을 얻어낼 수 있다.

두 식을 연립하여 계산하면, $48a+72b=52b+39c$ 즉, $20b=39c-48a$.

$72a+28b=88b+11c$ 즉, $60b=72a-11c$.

$72a-11c=117c-144a$이므로 $216a=128c$이고, $\frac{c}{a}=2$ 이다.

$\frac{\text{B의 분자량}}{\text{A의 분자량}}\times\frac{c}{a}=\frac{4}{3}\times 2=\frac{8}{3}$

EBS TRAINING & VARIATION

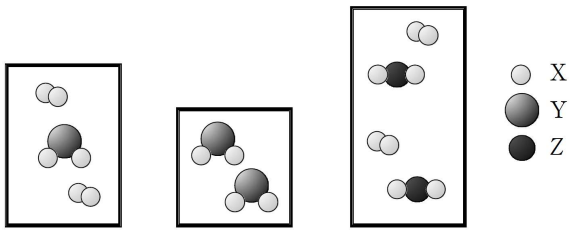
WEEK 1

화학 I EBS 트레이닝 & 변형문제 _ 1주차

팀 Nitro 수능화학연구진

2024 수능특강 29p 1번

그림은 용기 (가)~(다)에 들어 있는 기체를 분자 모형으로 나타낸 것이다. (가)~(다)에서 기체의 온도와 압력은 같고, 용기에 들어 있는 기체의 전체 질량 비는 (가):(나):(다)=16:16:19이며, 모든 기체는 반응하지 않는다.



(가) (나) (다)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 곳은? (단, X~Z는 임의의 원소 기호이다.)

<보 기>

ㄱ. 원자량비는 X:Z=3:4이다.
ㄴ. 용기에 들어있는 전체 기체의 밀도비는 (가):(나)=2:3이다.
ㄷ. YX_2 1g에 들어있는 X 원자의 양(mol)은 ZX_2 1g에 들어있는 Z 원자의 양(mol)보다 크다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

우리에게 익숙한 분자 모형을 제시하여 자연계에 존재하는 값으로 푼다면 꽤 많은 시간을 소모할 문제. X, Y, Z의 원자량비를 정직하게 구해 자료를 정리하자!

수능 화학 I 을 준비하는 수험생이라면 ㄷ번 보기는 이제 기본 소양.

[문제 풀이]

원자 X의 원자량을 x, 원자 Y의 원자량을 y, 원자 Z의 원자량을 z라 하면 $(6x+y):(4x+2y):(8x+2z)=16:16:19$에서 $x:y:z=4:8:3$이고 분자량비는 $X_2:YX_2:ZX_2=8:16:11$이다.

[선지 풀이]

ㄱ. 원자량비는 X:Z=4:3이다. (X)

ㄴ. (가)~(다)에서 기체의 온도와 압력은 같기에, 용기 안에 들어있는 분자의 개수비는 용기 기체의 부피비와 같다. 따라서 (가)와 (나)의 부피비는 3:2이다. 같은 질량에서 밀도는 부피와 반비례하기에 (가)와 (나)의 밀도비는 2:3이다. (O)

ㄷ. YX_2 1g에 들어 있는 X 원자의 양(mol) : ZX_2 1g에 들어 있는 Z 원자의 양(mol)의 비는 $\frac{2}{16}:\frac{1}{11}=11:8$이다. 따라서 YX_2 1g에 들어 있는 X 원자의 양(mol)은 ZX_2 1g에 들어 있는 Z 원자의 양(mol)보다 크다. (O)

2024 수능특강 31p 5번

표는 기체 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

기체	분자식	1g당 전체원자 수	1g당 분자 수	$\frac{\text{H 원자의 질량}}{\text{전체 질량}}$
(가)	X_mH_m	$\frac{2}{13}N_A$	$\frac{1}{26}N_A$	
(나)	Y_mH_n	$\frac{2}{16}N_A$	㉠ N_A	$\frac{1}{8}$

㉠은? (단, X, Y는 임의의 원소 기호이고, H의 원자량은 1이며, N_A는 아보가드로수이다.)

[풀이 전략]

- 1g당 원자 수와 분자 수의 관계를 이용해 (가)의 전체 원자 수를 구한다.
- H원자의 원자량이 1이라는 것을 이용해 (나)의 $\frac{\text{H원자의 질량}}{\text{전체 질량}}$을 $\frac{n}{8n}$으로 바꾸어 풀이한다.

[문제 풀이]

(가)에서 1g당 분자 수가 $\frac{1}{26}N_A$이므로 X_mH_m의 분자량이 26이다. 1g당 전체 원자 수가 $\frac{2}{13}N_A=\frac{4}{26}N_A$이므로 X_mH_m은 한 분자 당 4개의 원자로 이루어져 있다. 따라서 $m=2$이다. $\frac{\text{H원자의 질량}}{\text{전체 질량}}$이 $\frac{1}{8}$이고 H원자의 원자량이 1이므로 $\frac{n}{8n}$으로 바꿔서 생각하면 1몰에 들어있는 Y_mH_n에서 Y의 질량은 $7n$이다. 1g당 전체 원자 수는 $\frac{3}{16}N_A$임을 이용해 n을 구하면 $\frac{2+n}{8n}=\frac{3}{16}$이고 $n=4$다. Y_mH_n의 분자량은 32이고 Y의 분자량은 14이다. 따라서 ㉠은 $\frac{1}{28+4}=\frac{1}{32}$이다.

답 : $\frac{1}{32}$

2024 수능특강 31p 5번 변형문제

표는 기체 (가)와 (나)에 대한 자료이다.

기체	분자식	1g당 H 원자 수	1g당 분자 수	1g당 원자 수(상댓값)
(가)	X_aH_b	$\frac{2}{11}N_A$	$\frac{1}{44}N_A$	17
(나)	YH_a	㉠ N_A	$\frac{1}{17}N_A$	16

㉠은?(단, X, Y는 임의의 원소 기호이고, H의 원자량은 1이며, N_A는 아보가드로수이다.)

[풀이 전략]

- 1g당 원자 수와 분자 수의 관계를 이용해 (가)의 H원자 수를 구한다.
- (가)와 (나)의 1g당 원자 수 상댓값을 이용해 a를 구한다.

[문제 풀이]

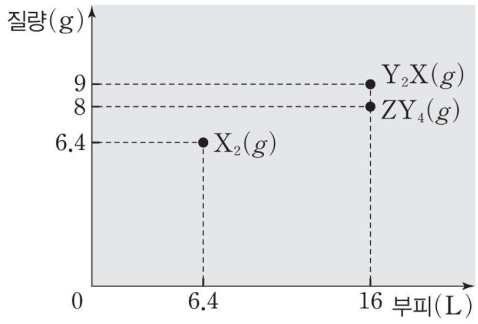
(가)에서 1g당 분자 수가 $\frac{1}{44}N_A$이고 1g당 H원자 수는 $\frac{2}{11}N_A=\frac{8}{44}N_A$이므로 b=8이다.

X_aH_b의 분자량은 44, YH_a의 분자량은 17이고, (가)와 (나)의 1g당 원자 수 상댓값을 이용해 비례식을 세우면 $\frac{a+8}{44}:\frac{1+a}{17}=17:16$이고 비례식을 풀면 $a=3$이다. 따라서 ㉠은 $\frac{3}{17}$이다.

답: $\frac{3}{17}$

2024 수능특강 33p 10번

그림은 $t°C$, 1 atm 에서 3가지 기체의 부피와 질량을 나타낸 것이다.



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

〈 보 기 〉

ㄱ. 분자량은 $ZY_4 > X_2$이다.

ㄴ. 원자량비는 X:Z=4:3이다.

ㄷ. 1g에 들어있는 Y원자 수는 $ZY_4(g) > Y_2X(g)$이다.

[Comment]

온도와 압력이 동일할 때, 동일 부피에서 기체의 질량비는 곧 기체의 분자량 비가 된다. 세 종류의 기체를 모두 16L로 바꾸어 분자량 비를 비교하면 간단하게 풀 수 있는 문제!

[문제 풀이]

X_2는 부피와 질량의 숫자 스케일이 같다. (6.4L일 때 6.4g 임) 따라서 X_2는 16L일 때 16g이다. 세 종류의 기체가 모두 동일 부피인 16L가 됐으니 그들의 질량비는 곧 분자량 비다. 따라서 분자량 비는 $X_2:Y_2X:ZY_4=16:9:8$이다. X, Y, Z 각각의 원자량으로 방정식을 세워 연립하면 원자량 비는 X : Y : Z = 16 : 1 : 12이다.

ㄱ. 분자량은 $ZY_4 < X_2$이다. (X)

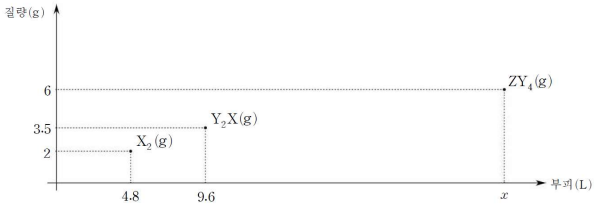
ㄴ. 원자량비는 X : Z = 4 : 3이다. (O)

ㄷ. 1g에 들어있는 Y원자 수는 $ZY_4(g):Y_2X(g) = \frac{4}{8}:\frac{2}{9}=9:4$이다. (O)

답) ㄴ, ㄷ

2024 수능특강 33p 10번 변형문제

그림은 $t°C$, 1 atm 에서 3가지 기체의 부피와 질량을 나타낸 것이다. $X_2(g)$와 $ZY_4(g)$의 분자량의 비는 2:1이다.



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

〈 보 기 〉

ㄱ. $x=28.8$이다.

ㄴ. 1g에 들어있는 X원자 수는 $X_2(g):Y_2X(g)=7:4$이다.

ㄷ. $t°C$, 1 atm에서 9.6L에 들어있는 분자 수는 Y_2X 〈 ZY_4이다.

[문제 풀이]

ㄱ. 온도와 압력이 일정할 때, 동일 부피에서의 질량비는 곧 기체의 분자량비로 사용할 수 있다.$X_2(g)$와 $ZY_4(g)$의 분자량비가 2 : 1 이므로, 동일 부피인 xL일 때 $ZY_4(g)$가 6g이니 $X_2(g)$은 12g이어야 한다. $X_2(g)$는 2g일 때 4.8L이므로 12g일 때는 4.8L × 6 = 28.8L이다. 따라서 x = 28.8 이다.

ㄴ. 부피가 9.6L일 때 $Y_2X(g)$의 질량은 3.5g이고, $X_2(g)$의 질량은 2g × 2 = 4g이다. 따라서 두 기체의 분자량 비는 $X_2(g)$: $Y_2X(g)$ = 8 : 7 이다. 따라서 1g에 들어있는 X원자 수의 비는 $X_2(g)$: $Y_2X(g)$ = $\frac{2}{8}$: $\frac{1}{7}$ = 7 : 4 이다.

ㄷ. 온도와 압력이 일정할 때 부피가 같다면 분자수 역시 같다. 따라서 $t°C$, 1 atm에서 9.6L에 들어있는 분자수는 $Y_2X=ZY_4$ 이다.

답) ㄱ, ㄴ

팀 Nitro 수능화학연구진

NITRO ORIGINAL

WEEK 1

화학 I Nitro Original 자작문제 _ 1주차

01 | 양적계산 - 혼합 유형

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

$$\mathrm{A}(g) + b\mathrm{B}(g) \rightarrow c\mathrm{C}(g)$$

표는 A(g) xg이 들어있는 실린더에 B(g)의 질량을 달리하여 넣고 반응을 완결시킨 실험 Ⅰ~Ⅳ에 대한 자료이다. Ⅲ에서 실린더에 C(g)만 존재하고, Ⅳ에서 실린더에 존재하는 B(g)와 C(g)의 몰수비는 1:2이다.

실험	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
넣어 준 B(g)의 질량(g)	w	$2w$		$4w$
반응 후 $\frac{\text{실린더 내의 질량(g)}}{\text{C}(g)\text{의 몰수(mol)}}$ (상댓값)	45	24	17	18

$x \times \frac{c}{b}$는?(단, 온도와 압력은 일정하다.)

① $14w$ ② $9w$ ③ $\frac{28}{3}w$ ④ $10w$ ⑤ $\frac{14}{3}w$

[Comment]

양적계산에서 나올 수 있는 유형은 전부 나왔다. 하지만 양을 달리 적정하는 적정 유형은 출제될 때마다 처참한 정답률을 기록했다. 지금까지 나온 적정 유형은 기출문제를 통해 충분히 연습해야 하고, 올해EBS에서도 적정 유형이 등장했으니 반드시 짚고 넘어가야 한다. (EBS 트레이닝 WEEK 2에서 그 문제를 다룰 것.

또한 적정 유형에서 실험 전, 실험 끝 이 두 가지 특수한 구간을 통해 힌트를 얻는 문제는 많이 출제되었으나, **일반적인 구간(실험 Ⅰ과 실험 Ⅱ)**에서 문제풀이를 시작하는 문제는 좀처럼 등장하지 않았다. 적정 유형의 난이도를 극한까지 끌어올리되 수능에 출제할 수 있을 정도로 조절한다면 이런 형태의 문제가 될 것이다. 적정에서 반응이 완결되기 전까지는 한계반응물이 생성되는 생성물의 양을 결정한다. 쉽게 말해 **B를 넣은 만큼 C가 생성된다.-〉 넣은 B의 비율과 C의 비율이 같다!**

[문제 풀이]

Step 0) 어느 자료에 주목해야 하는가?

일반적으로 가장 많이 확인하는 화학 반응식을 보면 A를 제외하고 모두 계수가 가려져 있다. 또한 한계반응물인 B와 생성물인 C의 계수가 가려져 있어 화학 반응식에서는 아무런 단서도 얻을 수 없다고 생각해야 한다.

Step 1) "상댓값" 자료를 이용해 실험 Ⅰ과 실험 Ⅱ에서 C의 양을 설정한다.

실험 Ⅰ에서 생성된 C의 몰수를 n몰이라 하면 실린더 내의 질량은 $45n$g이 될 것이다. 또한, 실험 Ⅱ에서는 아직 완결점 전이기 때문에 생성된 C의 몰수는 한계반응물인 B의 양에 비례한다. B가 wg 들어온 실험 Ⅰ에서 C는 n몰 생성했다고 가정했으므로 실험 Ⅱ에서 실린더 내의 질량은 $48n$g이어야 한다.

Step 2) 질량보존법칙을 이용해 모든 실험을 분석하고 A와 B 그리고 C의 반응비를 구해 최초에 실린더에 들어있던 A의 양을 구한다.

실험 Ⅰ에서 실린더 내의 질량은 $45n$g이었는데, 실험 Ⅱ에서 B를 wg 더 추가하니 $3n$g늘어난 $48n$g이 전체 질량이 되었다. 따라서 wg = $3n$g이라고 볼 수 있으며 모든 B의 질량을 n으로 정리하면 다음과 같다.

실험	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
넣어 준 B(g)의 질량	$3n$g	$6n$g		$12n$g
$\frac{\text{실린더 내의 질량(g)}}{\text{C}(g)\text{의 몰수(mol)}}$	$\frac{45n\text{g}}{n\text{몰}}$	$\frac{48n\text{g}}{2n\text{몰}}$	$\frac{51n\text{g}}{3n\text{몰}}$	$\frac{54n\text{g}}{3n\text{몰}}$

실험 Ⅳ에서는 반응 후 남은 B와 생성된 C가 존재할 것이다. 실험 Ⅰ에서 $3n$g 넣었을 때 전체가 $45n$g이었는데, 실험 Ⅳ는 그것보다 B가 $3n$g 더 들어갔으므로 질량보존법칙에 의

해 전체 질량은 $54ng$이란 것을 알 수 있다. 상댓값이 18이니 $\frac{54ng}{3n몰}$몰로 숫자를 바꾸는 것이 가장 합리적인 선택일 것이다. 실험 Ⅲ은 완결점이므로 실험 Ⅳ에 존재하는 C의 몰수와 같아야 한다. 따라서 실험 Ⅲ은 $\frac{51ng}{3n몰}$이다. 결국 실험 Ⅰ~Ⅳ 모두 질량이 3n씩 늘어나고 있으니, 실험 Ⅲ에 들어간 B의 질량은 $3wg$ $(=9ng)$이다.

A와 B가 만나 C가 총 $51ng$ 생성됐다. 이 중 B는 $9ng$이므로 A는 $42ng$ 반응했을 것이다.(질량보존) 따라서 A와 B, C의 반응비는 $42n:9n:51n=14:3:17$이다. 최초 실린더에 A는 $42ng(=14wg)$ 들어있으므로 $x=14w$이다.

Step 3) 실험 Ⅳ에 들어있는 B와 C의 양을 분석해 반응계수를 구한다.

완결점에서는 C만 존재하므로 실험 Ⅲ에 들어있는 질량은 모두 C의 질량이 된다. 또한, 실험 Ⅳ에서는 오직 B만 추가된 것이므로 C $51ng$와 B $3ng$이 존재한다. 이 둘의 몰수비가 1:2이므로 둘의 분자량 비는 다음과 같다.

	B	C
질량비	$3n$	$51n$
몰수비	1	2
분자량비	2	17

B와 C의 반응비(질량비)와 알아낸 분자량비를 이용해 반응계수비(몰수비)를 구한다.

	B	C
반응비(질량비)	3	17
분자량비	2	17
계수비(몰수비)	3	2

따라서 계수비인 $b:c=3:2$ 이므로 $x\times\frac{c}{b}=\frac{28}{3}w$이다.

답) $\frac{28}{3}w$

02 | 이온화 에너지

표는 바닥상태 원자 A, B의 전자 배치와 순차 이온화 에너지의 일부를 나타낸 것이다.

n은 주 양자수이고, E_1~E_3은 각각 제1 이온화 에너지 ~ 제3 이온화 에너지이다.

원자	전자 껍질에 있는 전자 수			순차 이온화 에너지 (kJ/mol)		
	$n=1$	$n=2$	$n=3$	E_1	E_2	E_3
A	2	8	2	a	b	c
B	2	8	3	d		

바닥상태 원자 A, B에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B는 임의의 원소 기호이다.)

〈 보 기 〉

ㄱ. $d > a$이다.

ㄴ. $\frac{b}{a} < \frac{c}{b}$이다.

ㄷ. $A(s)$를 $A^{2+}(aq)$으로 만들기 위해 필요한 최소 에너지는 $(a+b)$ kJ/mol이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

사실 수능화학 고득점을 위해서는 킬러 정복 역시 중요하지만, 4페이지에 도달하기까지 얼마나 많은 시간을 썼는지가 더 중요하다. 특히 화학1 출제 경향이 2, 3페이지의 난이도를 올리는 방향으로 자리를 잡았기 때문에 우리는 양자수, 이온화에너지 등 비킬러~준킬러 파트에서 시간을 줄여야 한다. 방법은 간단하다. 다양한 문제를 많이 풀어보면 된다. 솔직히 모든 경우의 수를 외워서 시험에 들어가는 건 불가능하다. 기존에 나온 기출문제와 더불어 여러분의 논리력을 자극하는 다양한 문제를 접해보자. 차근차근 읽어보고 타당성을 따져가며 풀어보자. Nitro가 도울 것이다.

[문제 풀이]

ㄱ. 2족과 13족의 제1 이온화 에너지를 비교하면, 2족의 3s 오비탈의 전자보다 13족의 3p 오비탈의 전자가 에너지 준위가 높기 때문에 손쉽게 전자를 제거할 수 있다. 2족보다 13족의 제1 이온화 에너지가 낮으므로 $d < a$이다. (X)

ㄴ. A는 2족 원소이기에 제3 이온화 에너지에서는 L껍질에 위치한 전자를 떼어내기 때문에 제3 이온화에너지에서 이온화 에너지는 급격하게 증가하게 된다. $a < b \ll c$이므로, $\frac{b}{a} < \frac{c}{b}$이다. (O)

ㄷ. 이온화 에너지란 기체 상태의 원자 1mol에서 전자 1mol을 떼어 내는 데 필요한 에너지를 뜻한다. ㄷ에서는 상태가 고체이기 때문에 이온화에너지 해당되지 않는다. (X)

답) ㄱ, ㄷ

03 | 기체양론

표는 t ℃, 1기압에서 기체 (가)~(다)에 대한 자료이다.

기체	분자식	질량	부피(상댓값)	5g당 원자 수 (상댓값)
(가)	AB_4	4	x	75
(나)	A_2B_6	15	1	64
(다)	C_2B_4	12	$\frac{3}{4}$	y

기체 (가)~(다)에 대한 설명으로 옳은 것만을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A, B, C는 임의의 원소 기호이다.)

〈보기〉

ㄱ. $xy=\frac{45}{2}$이다.

ㄴ. A의 원자량 : C의 원자량 = 3 : 7 이다.

ㄷ. $\frac{\text{단위 부피당 (다)의 질량}}{\text{단위 부피당 (나)의 질량}} = \frac{16}{15}$ 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

[Comment]

1g에 들어있는 ~~~... 화학1을 처음 공부하는 수험생이 어려움을 겪는 요소 중 하나다. 몇 g에 들어있든, 거기에 들어있는 게 뭐든 간에 결국 양(비율)을 따지는 것과 같다. "5g당 원자 수" 라고 기계적으로 받아들이지 말고, "질량이 같을 때 원자 수" 라고 생각해보자. 공식으로 따로 외우지 않아도 분자량을 이용해 식을 조작해보려는 시도를 하려는 자신을 발견하게 될 것이다.

.

[문제 풀이]

(가)와 (나)의 부피를 x로 하면 (가)의 질량은 4, (나)의 질량은 $15x$가 되고 기체의 부피와 몰수는 비례하므로 (가)와 (나)는 몰수가 같다. 따라서 5g당 원자 수의 상댓값이 동일한 질량에서 원자 수의 상댓값과 동일하다는 것을 이용하면 $\frac{5}{4}:\frac{8}{15x}=75:64$, $x=\frac{1}{2}$이다. 부피가 k일 때 $A+4B=8k$, $2A+6B=15k$를 연립하면 $B=\frac{1}{2}k$, $A=6k$이고, $2C+4B=16k$에 $B=\frac{1}{2}k$를 대입하면 $C=7k$이다. $\frac{8}{15}:\frac{6}{16}=64:y$를 계산하면 $y=45$이다. 따라서 $xy=\frac{45}{2}$이고 A의 원자량:C의 원자량은 6:7, 단위 부피당 두 원자의 질량비는 같은 부피일 때의 두 원자의 질량비이므로 $\frac{\text{단위 부피당 (다)의 질량}}{\text{단위 부피당 (나)의 질량}}=\frac{16}{15}$이다.

답: ④

04 | 기체양론

표는 같은 온도와 압력에서 기체 (가), (나), (다)에 대한 자료이다.

기체	분자식	질량(g)	부피(L)	1g당 전체 원자 수 (상대값)
(가)	AC_2	9.2		$22n$
(나)	A_2C	13.2	$3V$	
(다)	BC_2	8.8	$2V$	$23n$

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이다.)

〈보기〉

ㄱ. A와 B의 원자량 비는 7:6이다.
ㄴ. 분자량은 A_2C 〉 BC_2 이다.
ㄷ. 1g에 들어있는 C 원자 수는 $AC_2 : BC_2 = 22 : 23$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

아직 4월 말이니, 기체양론을 한번 더 연습해보라는 뜻으로 선정했다. 항상 기체양론을 접근할 때는 가장 먼저 분석해야 할 자료가 뭔지 생각하자. 그래야 길을 헤매지 않는다. 이 문제에서는 세 종류의 기체를 구성하는 원자 수 가 모두 같다. 그럼 당연히 표 가장 오른쪽을 봐야겠지?

[문제 풀이]

기체 (가), (나), (다)의 구성 원자수가 같기 때문에 전체 원자수비를 몰수비와 동일하게 생각할 수 있다. 이를 바탕으로 1g당 전체 원자수는 몰수를 질량으로 나눈 값이라고 생각할 수 있고 이는 분자량비의 역수가 된다. 따라서 (가)와 (다)의 분자량 비율은 23:22이다. (가)와 (나)의 질량을 보면 이 값 또한 23:22임을 알 수 있다. 따라서 (가)와 (나)의 몰수가 같다. (가)와 (나)의 부피를 동일하게 맞추면 23:22의 분자량비를 얻을 수 있다. 따라서 (가), (나), (다)의 분자량비는 23:22:22이며, A, B, C의 원자량비는 14:12:16으로이다.

ㄱ. A와 B의 원자량 비는 7:6이다. (O)
ㄴ. 분자량은 $A_2C = BC_2$ 이다. (X)
ㄷ. 1g에 들어있는 C 원자 수는
$AC_2 : BC_2 = \frac{2}{23} : \frac{2}{22} = 22 : 23$이다. (O)

답) ④

05 | 중화반응 - 적정 유형

그림은 xM $H_2X(aq)$ 100mL에 yM $YOH(aq)$을 가할 때, 가한 yM $YOH(aq)$의 부피에 따른 혼합 용액의 양이온 수를 나타낸 것이다. (나)는 중성이고 a>20이다. 수용액에서 H_2X은 H^+와 X^-으로 YOH은 Y^+와 OH^-으로 모두 이온화된다.

	(가)	(나)	(다)
넣어준 $YOH(aq)$의 부피(mL)	10mL	20mL	amL
양이온 수(상댓값)		$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$

이에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은? (단, A ~ C는 임의의 원소 기호이다.)

〈보기〉

ㄱ. $10x=y$ 이다.
ㄴ. $a=40$ 이다.
ㄷ. (다)에서 $\frac{\text{양이온수}}{\text{전체이온수}}=\frac{3}{5}$이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

[Comment]

가벼운 중화반응이다. 다만 혼합이 아닌 적정 유형이다! 산성 용액을 중화시킬 때 중화가 되기 전까지 양이온 수는 변하지 않는다는 것을 이용하자. 이해가 되지 않는다면 본인이 직접 농도를 설정해 반응을 시켜보자. 특히 중화반응은 어떤 상황에서 어느 정도를 넣었을 때 어떤 결과가 나오는지 이해하고 있는 것이 중요하다.

[문제 풀이]

$YOH(aq)$를 20mL 넣었을 때 중화점이므로 $200x=20y$, $10x=y$이다.

넣어준 $YOH(aq)$ 부피(mL)	H^+	X^-	Y^+	OH^-
10mL	$200x$	$100x$	$100x$	$100x$
20mL	$200x$	$100x$	$200x$	$200x$
a	$200x$	$100x$	$10xa$	$10xa$

넣어준 $YOH(aq)$의 부피가 20mL일 때와 a일 때의 상댓값을 이용하면 $200x:10xa=\frac{1}{2}:\frac{3}{4}$, $a=30$이다.

넣어준 $YOH(aq)$ 부피(mL)	H^+	X^-	Y^+	OH^-
10mL	$200x$	$100x$	$100x$	$100x$
20mL	$200x$	$100x$	$200x$	$200x$
a	$200x$	$100x$	$300x$	$300x$

(다)에서 전체 이온 수는 $500x$이고 양이온 수는 $300x$이므로 $\frac{\text{양이온수}}{\text{전체이온수}}$는 $\frac{3}{5}$이다.

답: ④