

다음 문제는 Chem's tree N제 118번에 실린 문제입니다. 이번 6월 모평과 거의 비슷합니다. 먼저 118번을 풀고 평가원 18번으로 잡시다.

118. 표는 HCl(aq) , NaOH(aq) , KOH(aq) 의 부피를 달리하여 혼합한 용액에 대한 자료이다.

	HCl(aq)	NaOH(aq)	KOH(aq)	단위 부피당 H^+ 이온 수(상댓값)
(가)	x	0	0	4
(나)	$2x$	$2y$	0	2
(다)	$3x$	0	$2y$	1
(라)	$2x$	$3y$	y	$\frac{1}{4}$

(단, 혼합 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.)

① $x:y$ 를 구하시오.

② HCl(aq) , NaOH(aq) , KOH(aq) 의 단위 부피당 이온 수 비를 구하시오.

[해설]

① $x:y=2:1$, ② $\text{HCl(aq)}:\text{NaOH(aq)}:\text{KOH(aq)}=2:1:4$

① (가)에서 HCl 1mL에 들어 있는 H^+ 가 1개라고 가정하면 HCl x mL에는 H^+ 가 $4x$ 개 들어 있다. NaOH 1mL에 들어 있는 OH^- 수를 a 개라 하고 KOH 1mL에

들어 있는 OH^- 수를 b 개라 하면 각 혼합 용액에 들어 있는 반응 전 알짜 이온의 수는 다음과 같다.

	반응 전 HCl(aq) 의 H^+ 의 수	반응 전 NaOH(aq) 의 OH^- 수	반응 전 KOH(aq) 의 OH^- 의 수
(가)	$4x$	0	0
(나)	$8x$	$2ay$	0
(다)	$12x$	0	$2by$
(라)	$8x$	$3ay$	by

각 혼합 용액에서 H^+ 는 모두 존재하므로 (나)에서 $\frac{8x-2ay}{2x+2y}=2$, (다)에서 $\frac{12x-2by}{3x+2y}=1$, (라)에서 $\frac{8x-3ay-by}{2x+4y}=\frac{1}{4}$ 라는 세 분수식을 얻을 수 있고,

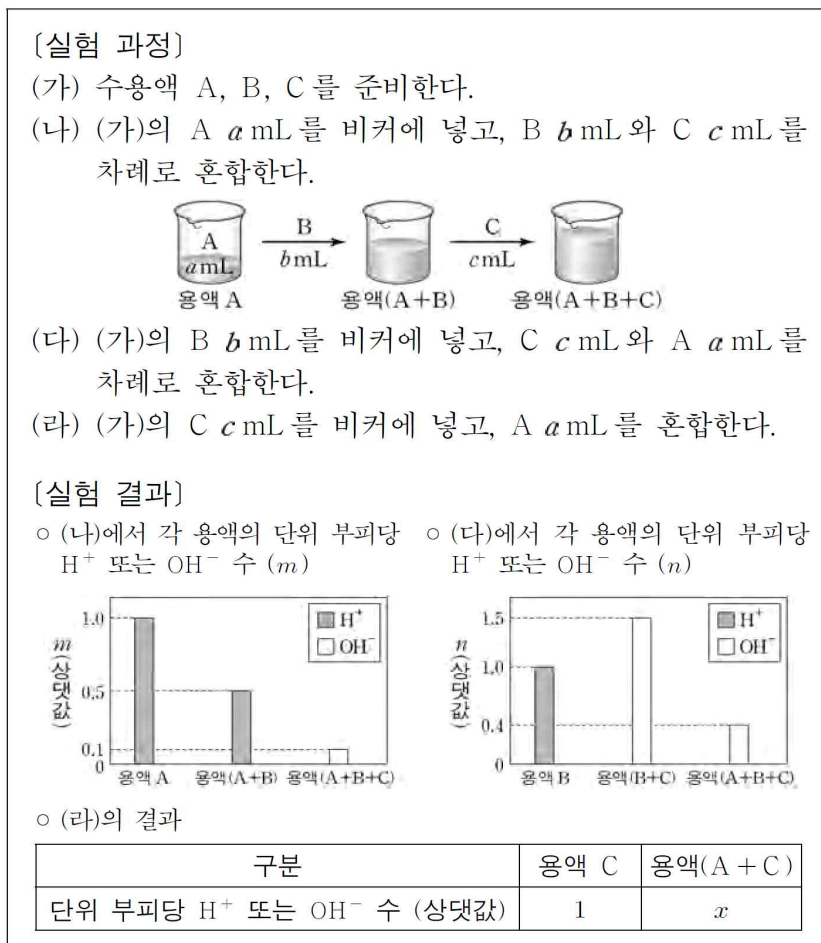
각각을 계산해보면 (나)에서 $x=\frac{a+2}{2}y$, (다)에서 $x=\frac{2(b+1)}{9}y$, (라)에서 $x=\frac{6a+2(b+1)}{15}y$ 라는 것을 알 수 있다. (다)의 식과 (라)의 식을

연립하면 $x=ay$ 이고, 이 식을 (나)의 식과 연립하면 $a=2$, (다)의 식과 연립하면 $b=8$ 임을 알 수 있다. 따라서 $x:y=2:1$ 이다.

② $x=2y$ 이므로 (가)의 HCl(aq) , (나)의 NaOH(aq) , (다)의 KOH(aq) 가 모두 부피가 같다는 것을 알 수 있다. 각각에 들어 있는 알짜 이온 수가 $4x$, $4y$, $16y$ 이고,

$x=2y$ 이므로 단위 부피 당 이온 수 비는 $\text{HCl(aq)}:\text{NaOH(aq)}:\text{KOH(aq)}=2:1:4$ 이다.

18. 다음은 수용액 A~C와 관련된 실험이다. A~C는 각각 HCl(aq) , HBr(aq) , NaOH(aq) 중 하나이다.



x 는? (단, 혼합 후 용액의 부피는 혼합 전 각 용액의 부피의 합과 같다.) [3점]

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

표1: (나)를 표로 만들면 다음과 같다. (나)와 (다)를 통해 A와 B 용액은 산성이고 C 용액은 염기성이다.

	A	B	C	단위 부피당 이온 수(상댓값)
용액 A	a	0	0	1
용액 A+B	a	b	0	0.5
용액 A+B+C	a	b	c	0.1

표2: 먼저 (표1) (나)의 A+B+C의 용액에 단위 부피당 이온 수 0.1를 (다)와 같이 0.4로 맞춘다.

	A	B	C	단위 부피당 이온 수(상댓값)
용액 A	a	0	0	4
용액 A+B	a	b	0	2
용액 A+B+C	a	b	c	0.4

표3: (나)의 단위부피당 이온 수를 1mL라고 가정하고 실제 단위 부피 당 이온수로 바꿔준다.

	A(H ⁺)	B(H ⁺)	C(OH ⁻)	단위mL 부피당 이온 수(상댓값)	실제 부피 당 이온 수(상댓값)
용액 A	부피:amL 이온수:4a	0	0	4H ⁺	4a H ⁺
용액 A+B	amL 4a	bmL 2b-2a	0	2H ⁺	(2a+2b) H ⁺
용액 A+B+C	amL 4a	bmL	cmL	0.4OH ⁻	(0.4a+0.4b+c.0.4)OH ⁻

빨간색은 실제 부피에서 이온수를 나타낸다.

용액 A amL에 실제 4a가 있고, 산성인 용액 A+B의 실제 이온수는 2a+2b이므로 용액 B bmL에는 실제 2b-2a의 이온수가 있다.

실험 (다)의 용액 B도 똑같이 실제 부피로 바꾸고 아래표와 표3과 비교한다.

실험(다)	A	B	C	단위mL 부피당 이온 수(상댓값)	실제 부피 당 이온 수(상댓값)
용액 B	0	bmL b	0	1H ⁺	b H ⁺

위 표에 있는 용액 B bmL 당 이온수와 표3의 용액 B bmL 당 실제 이온수는 같다.
2b-2a=b 따라서 b=2a이다. 따라서 표3을 아래와 같이 다시 표현할 수 있다.

표3-1

	A(H ⁺)	B(H ⁺)	C(OH ⁻)	단위mL 부피당 이온 수(상댓값)	실제 부피 당 이온 수(상댓값)
용액 A+B	amL 4a	2amL 2a	0	2H ⁺	(2a+2b) H ⁺
용액 A+B+C	amL 4a	2amL 2a	cmL k=7.2a+0.4c	0.4OH ⁻	(1.2a+0.4c)OH ⁻

용액 C의 부피당 이온 수는 cmL에 k개가 있다고 가정하면 k-6a=1.2a+0.4c이다.
(실제 이온이 염기성이므로 용액 C의 부피에서 용액 A+B의 부피를 빼주어야한다.)

표4: (다)의 단위부피당 이온 수를 1mL라고 가정하고 실제 단위 부피당 이온수로 바꿔준다.

	A	B	C	단위mL 부피당 이온 수(상댓값)	실제 부피 당 이온 수(상댓값)
용액 B	0	2amL 2a	0	1H^+	2a H^+
용액 B+C	0	2amL 2a	cmL	1.5OH^-	$(3a+1.5c)\text{OH}^-$
용액 A+B+C	amL 4a	2amL 2a	cmL	0.4OH^-	OH^-

위 표에서 용액 B와 용액 B+C의 차이에서 C의 cmL에 들어 있는 이온수를 구할 수 있다. C의 cmL에는 $5a+1.5c$ 가 있다. 이것과 표3-1에서 구한 C의 cmL에 있는 $7.2a+0.4c$ 는 같으므로 $5a+1.5c=7.2a+0.4c$, $c=2a$ 이다. 이것을 표 3-1에 대입하면 C 2amL 용액당 8a가 있다.

결론 A amL에 4a개

B 2amL에 2a개

C 2amL에 8a개

$1:x = \frac{8a}{2a} : \frac{4a}{3a}$, 따라서 $x = \frac{1}{3}$ 이다.