

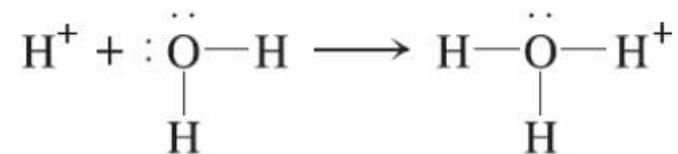
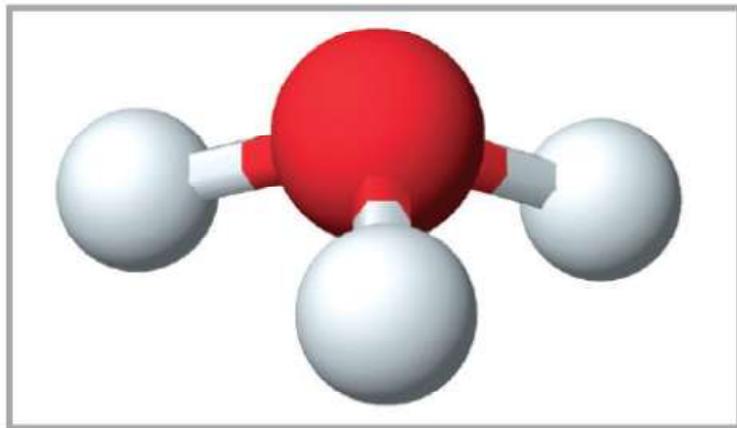
제 8 장 수용액에서의 반응

8-1 아레니우스(Arrhenius) 이론

산(acid)은 수소를 가지고 있으며, 수용액에서 H^+ 를 내는 물질이다. 염기(base)는 OH^- 를 가지며, 수용액에서 수산화 이온 OH^- 를 내는 물질이다.



양성자 이온은 수용액에서 H_3O^+ (히드로늄 이온, 수화된 수소 이온)으로 수화되어 존재
수화된 수소 이온은 산의 수용액에서 산성의 특징을 나타내는 화학종이다.

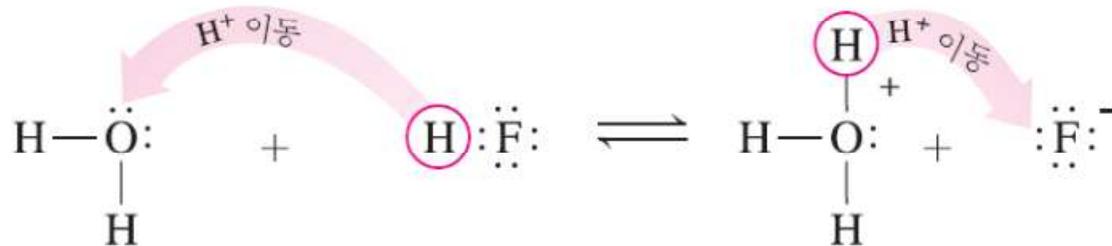
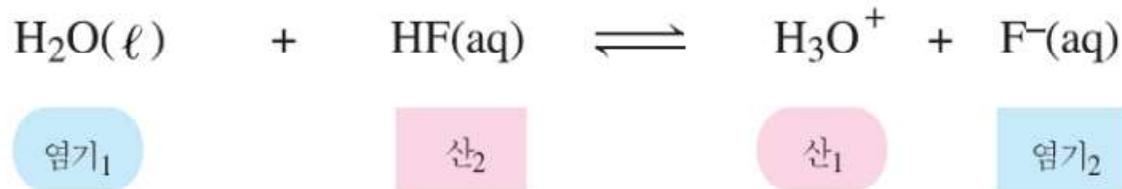
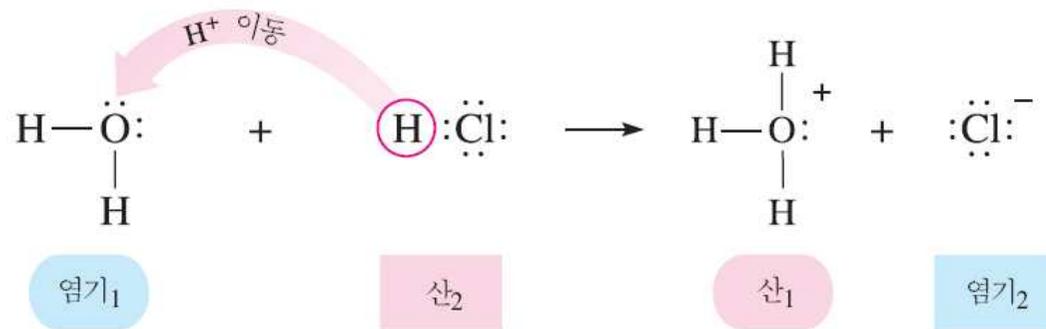


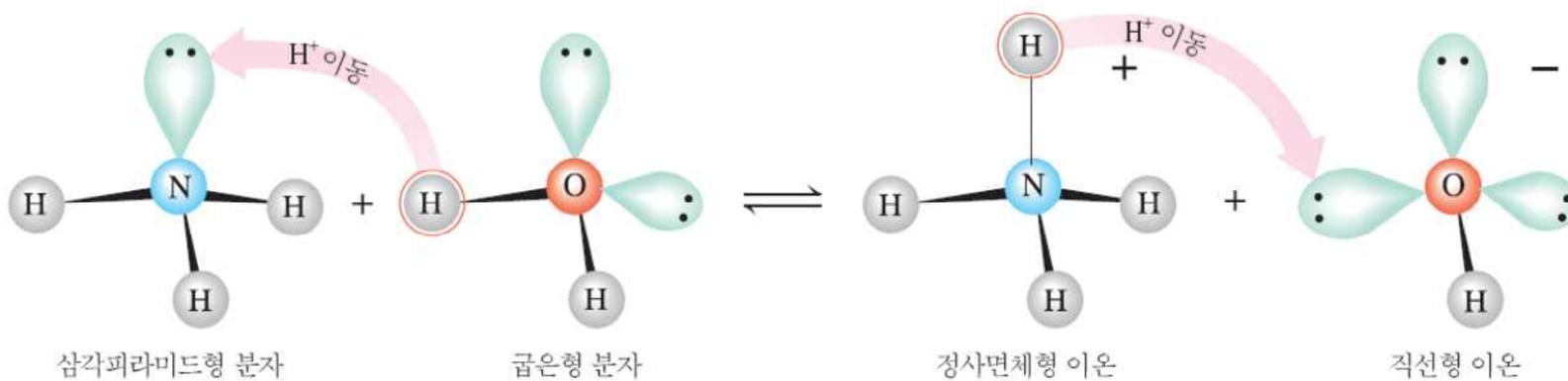
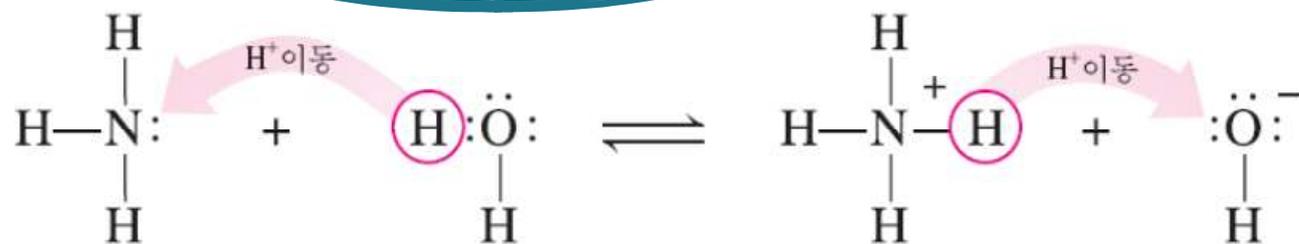
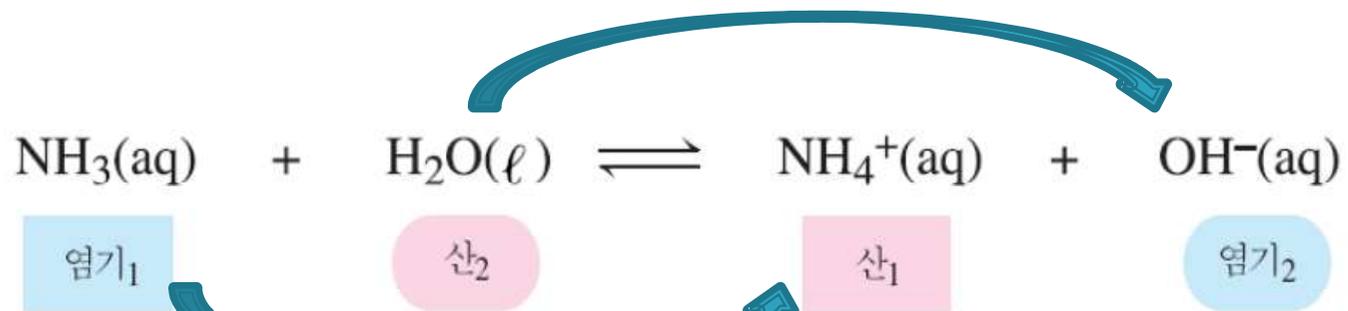
◀ 히드로늄 이온, H_3O^+

8-3 브론스테드-로리 이론-아레니우스이론 확장

산은 양성자 주개(H^+)로 정의되고, 염기는 양성자 받개로 정의된다.

산-염기 반응은 양성자가 산에서 염기로 이동하는 것이다.





[짜 산-염기 쌍]



정반응에서, H₂S는 H⁺를 NH₃에 제공하므로 산의 역할을 한다. NH₃는 이것을 수용하므로 염기의 역할을 한다. 역반응에서는 또 다른 산-염기쌍을 가진다. NH₄⁺ 암모니아 이온은 H₂S에 H⁺를 제공함으로써 산의 역할을 하고 HS⁻는 염기의 역할을 한다. 산인 H₂S는 HS⁻가 되어 염기가 되고 염기인 NH₃는 NH₄⁺가 되어 산이 된다.

짜 산-염기쌍

짜 산-염기쌍

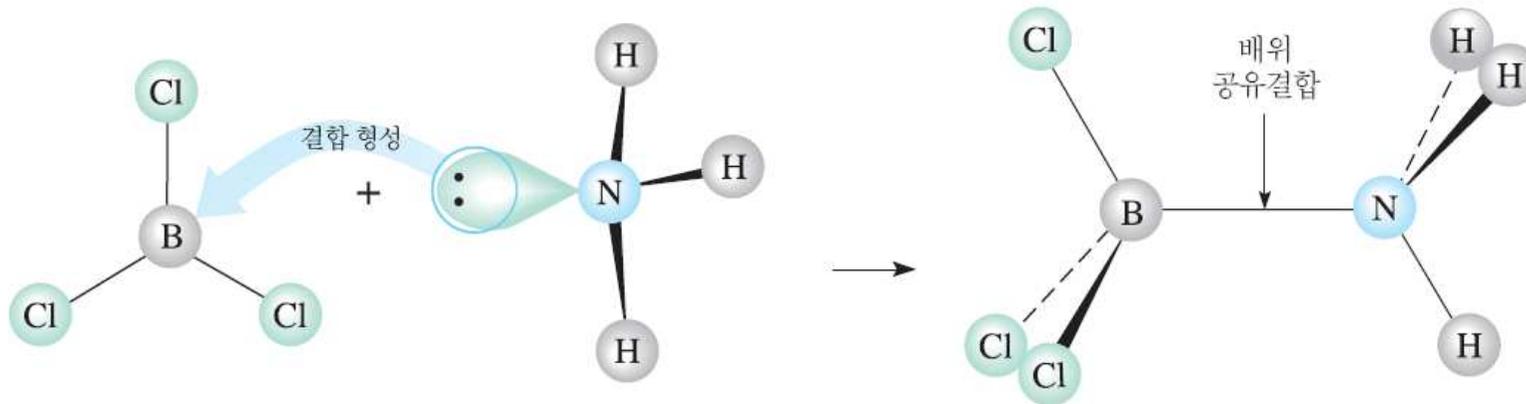
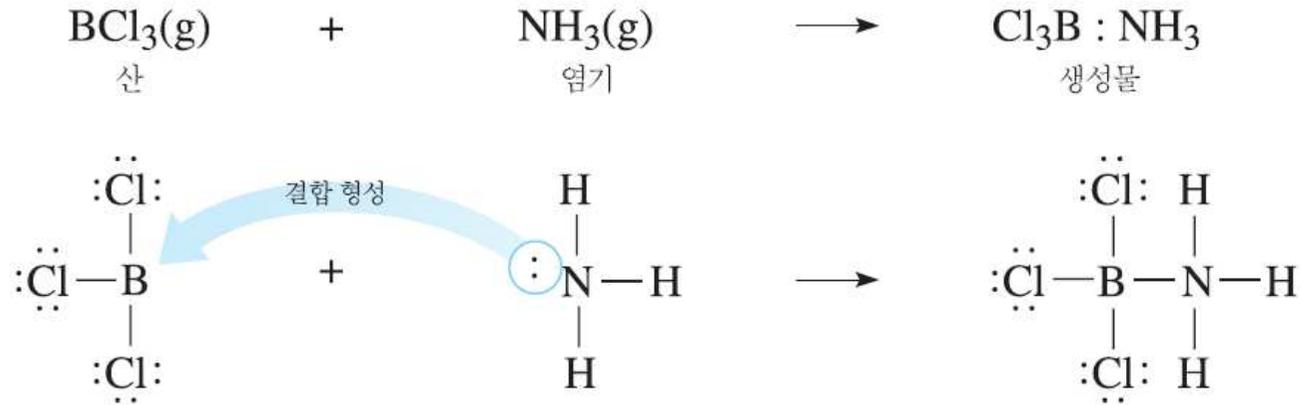


짜염기는 산보다 1개 적은 H를 가지고 1개 많은 음의 전자를 가진다.

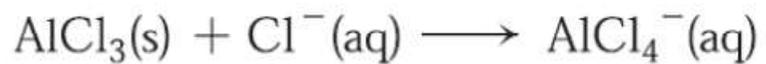
짜산은 염기보다 1개 많은 H를 가지고 1개 적은 음의 전자를 가진다.

8-9 루이스 이론

산은 공유할 전자 쌍을 “받을 수 있는” 화학종이다. 염기는 공유할 전자 쌍을 “줄 수 있는” 화학종이다.



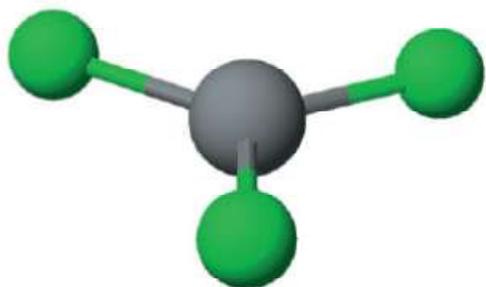
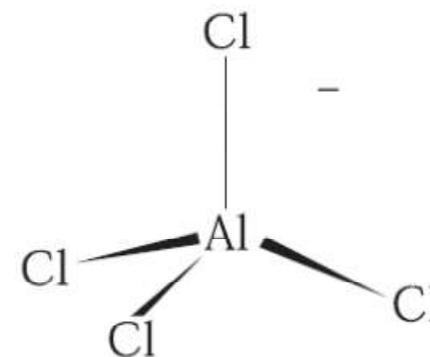
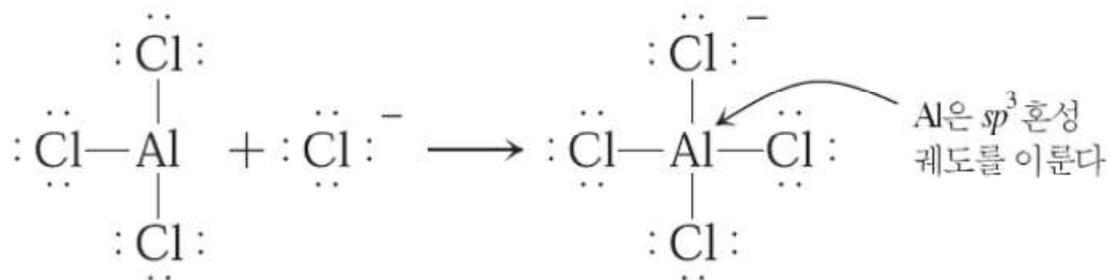
중화는 배위 공유 결합(coordinate covalent bond)의 형성으로 정의



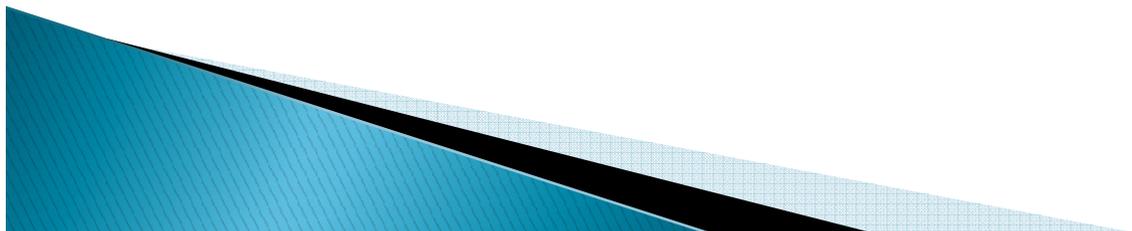
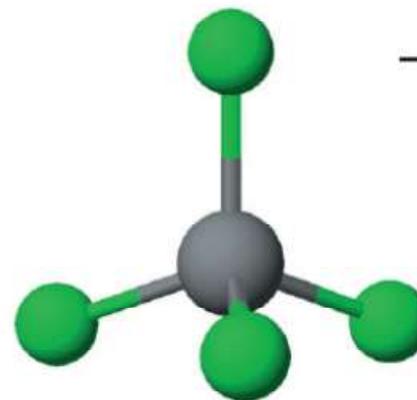
산

염기

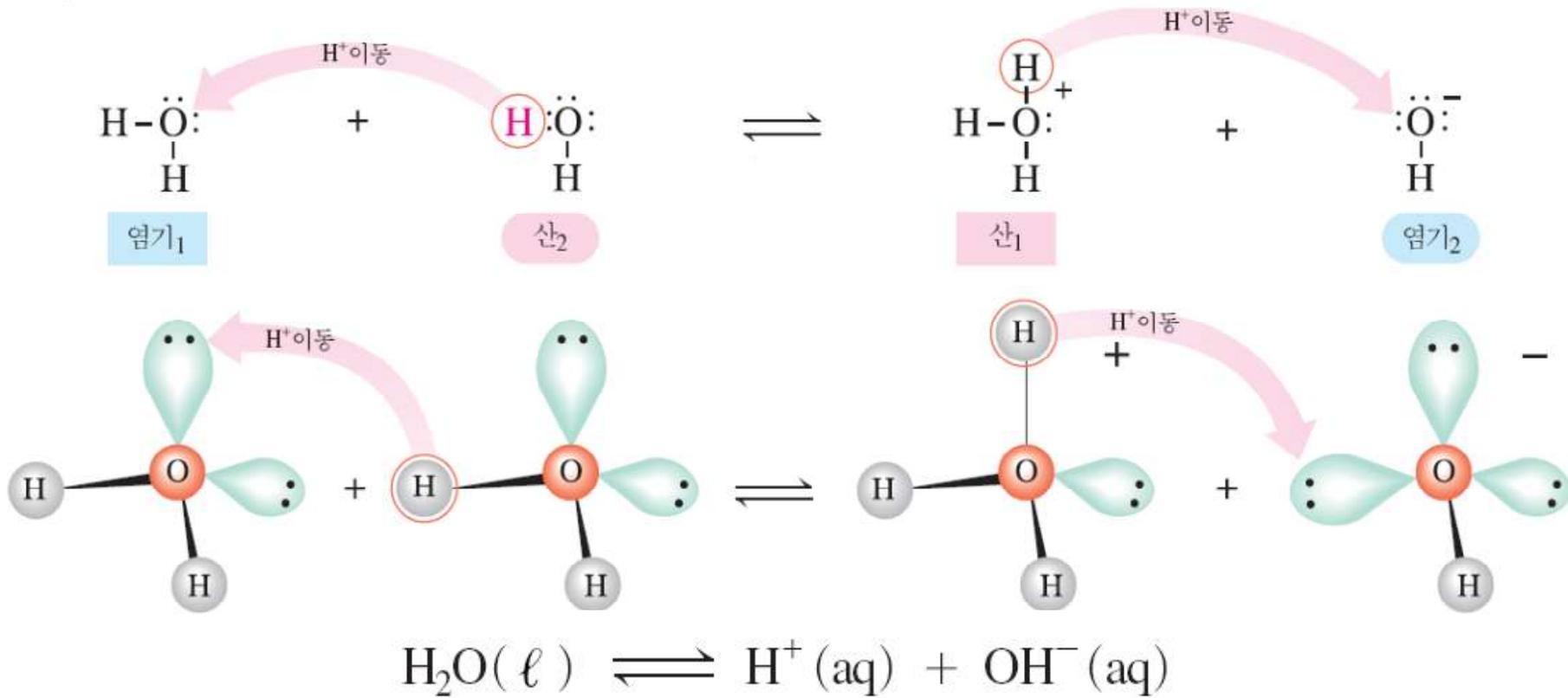
생성물



+



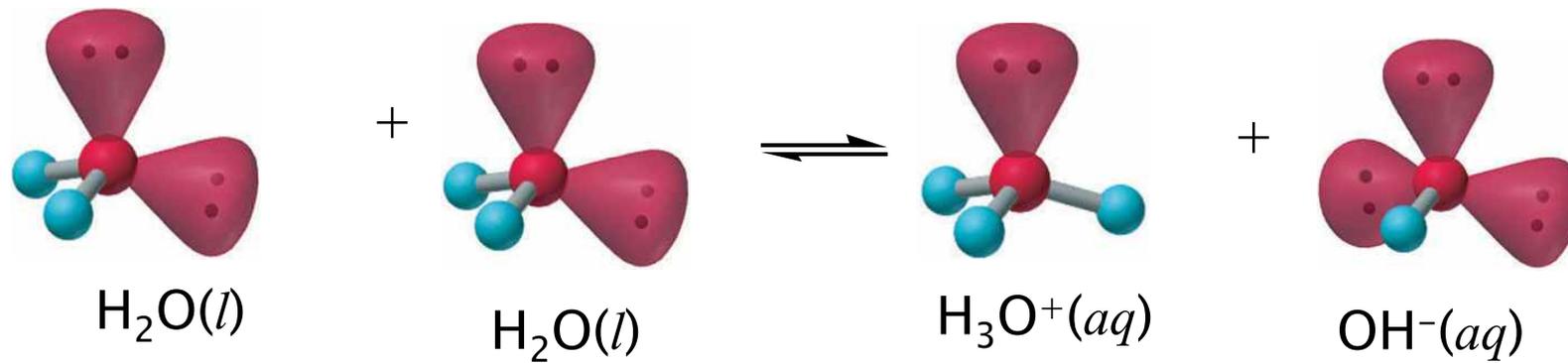
8-4 물의 자동 이온화



어떤 화학종이 존재하느냐에 따라 물은 산으로 작용할 수도 있고 염기로 작용할 수도 있다.

물의 자동 이온화와 pH 단위

자동이온화 (autoionization, 자체 이온화)
물은 약한 전해질이다. 물 자체가 평형상태에서 미약하게 이온으로 해리된다.





$$K_c = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]^2}$$

평형상수

물의 이온 곱 상수 (The Ion-Product Constant for Water, K_w)

$$K_c[\text{H}_2\text{O}]^2 = \star K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \text{ at } 25^\circ\text{C}$$

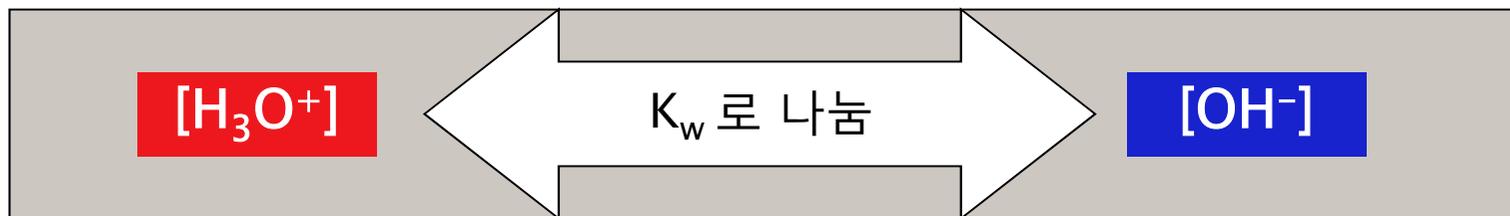
$[\text{H}_3\text{O}^+]$ 의 증가는 반대로 $[\text{OH}^-]$ 의 감소를 야기한다.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} \quad \text{또는} \quad [\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

산성용액에서, $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$

염기성 용액에서, $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$

중성 용액에서, $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$



$[H_3O^+] > [OH^-]$

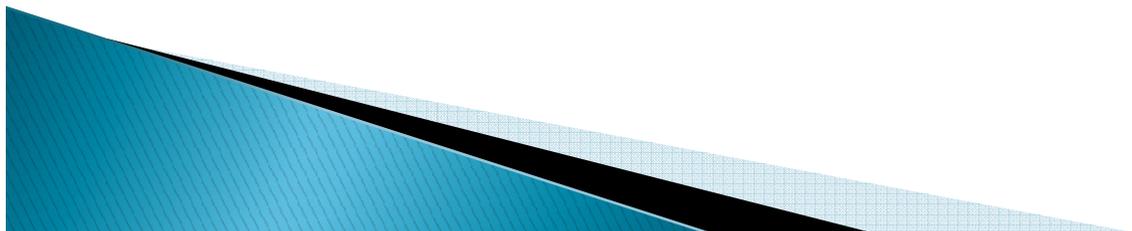
산성용액

$[H_3O^+] = [OH^-]$

중성용액

$[H_3O^+] < [OH^-]$

염기성용액

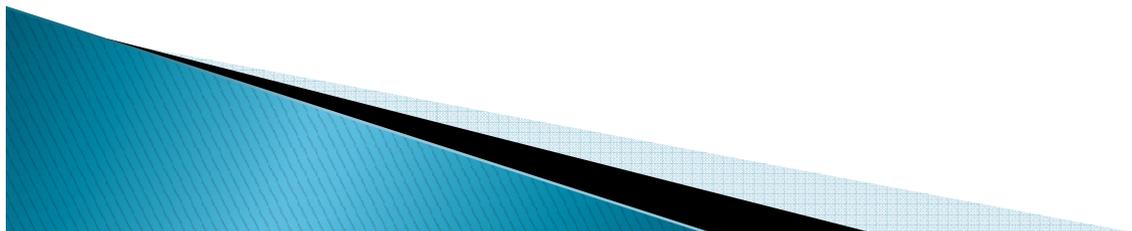


수용액 속 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 계산 HCl

문제 화학 연구자가 25°C 순수한 물에 일정한 염화 수소 기체를 넣어 $[H_3O^+] = 3.0 \times 10^{-4} M$ 이 되게 하였다. $[OH^-]$ 를 계산하라. 이 용액은 산성인가, 중성인가, 염기성인가?

계획: 25°C ($1.0 \times 10^{-14} M$)에서의 K_w 값과 주어진 $[H_3O^+]$ 농도 ($3.0 \times 10^{-4} M$)로부터 $[OH^-]$ 의 값을 알 수 있다. $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 를 비교하여 용액이 산성, 염기성, 중성인가를 판별한다(그림 18.4 참조).

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} \quad \text{또는} \quad [OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]}$$



수용액 속 $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 계산

문제 화학 연구자가 $25^\circ C$ 순수한 물에 일정한 염화 수소 기체를 넣어 $[H_3O^+] = 3.0 \times 10^{-4} M$ 이 되게 하였다. $[OH^-]$ 를 계산하라. 이 용액은 산성인가, 중성인가, 염기성인가?

계획: $25^\circ C$ ($1.0 \times 10^{-14} M$)에서의 K_w 값과 주어진 $[H_3O^+]$ 농도 ($3.0 \times 10^{-4} M$)로부터 $[OH^-]$ 의 값을 알 수 있다. $[H_3O^+]$ 와 $[OH^-]$ 를 비교하여 용액이 산성, 염기성, 중성인가를 판별한다(그림 18.4 참조).

풀이: $[OH^-]$ 의 계산

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H_3O^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{3.0 \times 10^{-4}} = 3.3 \times 10^{-11} M$$

$[H_3O^+] > [OH^-]$ 이므로 이 용액은 산성이다.

점검: 물에 산을 첨가하면 산성 용액이 되는 것은 당연하다. 더욱이, K_w 는 일정하므로 $[H_3O^+]$ 는 $10^{-7} M$ 보다 크고 $[OH^-]$ 는 $10^{-7} M$ 보다 작다.

[하이드로늄 이온의 농도 표현 : pH 척도]



$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

중성 용액의 pH = 7.00

산성 용액의 pH < 7.00

염기성 용액의 pH > 7.00

$10^{-12}M$ 에서 H_3O^+ 의 pH 값은 얼마인가?

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 10^{-12}M = (-1)(-12) = 12$$

유사하게, $10^{-3}M \text{H}_3\text{O}^+$ 용액에서 pH 값은 3이고 $5.4 \times 10^{-4} M \text{H}_3\text{O}^+$ 용액에서 pH 값은 3.27이다.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = (-1)(\log 5.4 + \log 10^{-4}) = 3.27$$

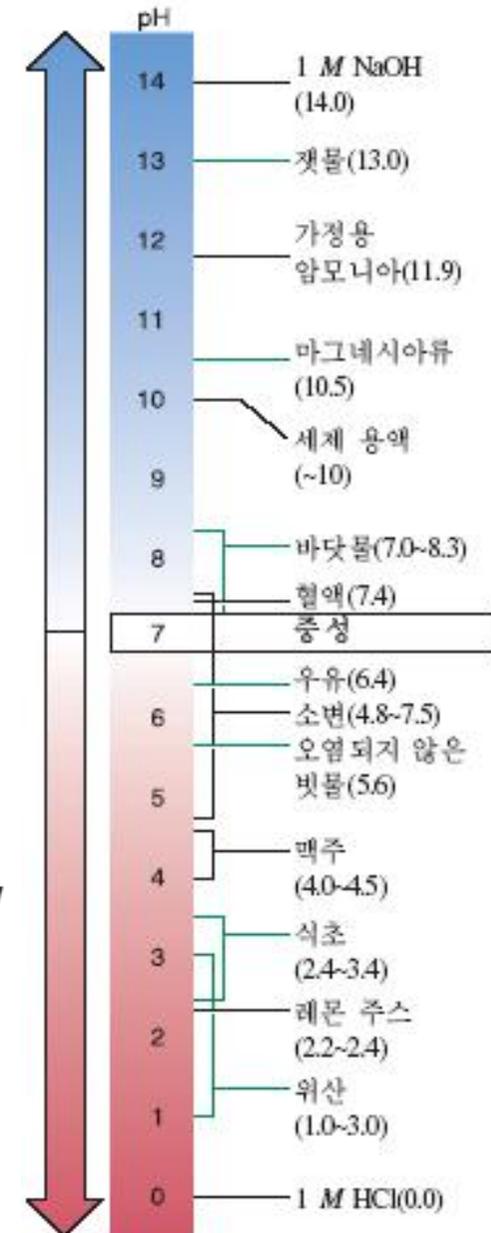


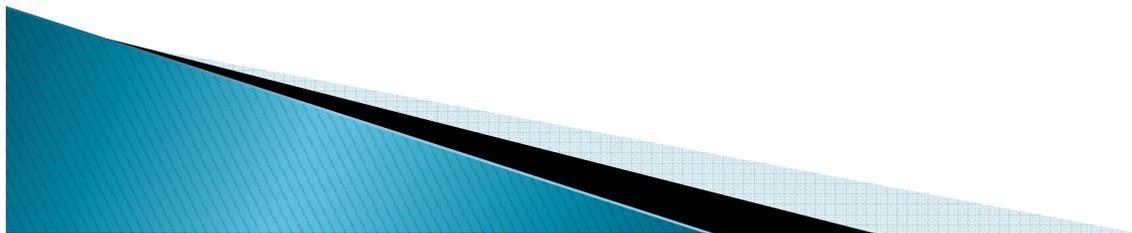
그림 18.5 몇 가지 친숙한 수용액의 pH값

pH, pOH, pK_w의 관계 아래와 같이 K_w 식 양쪽에 음의 로그를 취하면 pK_w, pH, pOH에 관한 유용한 식을 얻을 수 있다.

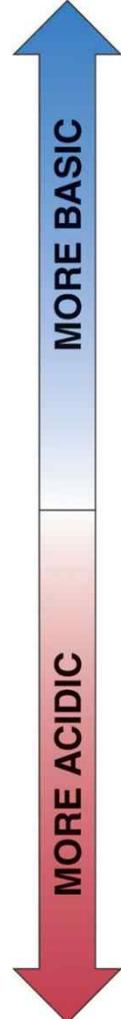
$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14} \quad (25^\circ\text{C에서})$$

$$-\log K_w = (-\log [\text{H}_3\text{O}^+]) + (-\log [\text{OH}^-]) = -\log (1.0 \times 10^{-14})$$

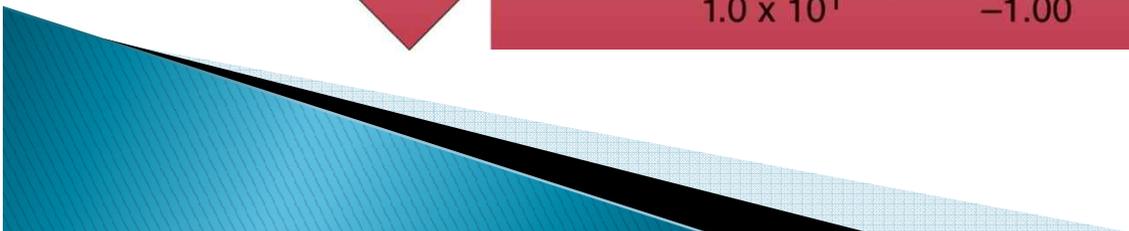
$$\text{p}K_w = \text{pH} + \text{pOH} = 14.00 \quad (25^\circ\text{C에서}) \quad (18.4)$$



The relations among $[H_3O^+]$, pH, $[OH^-]$, and pOH.



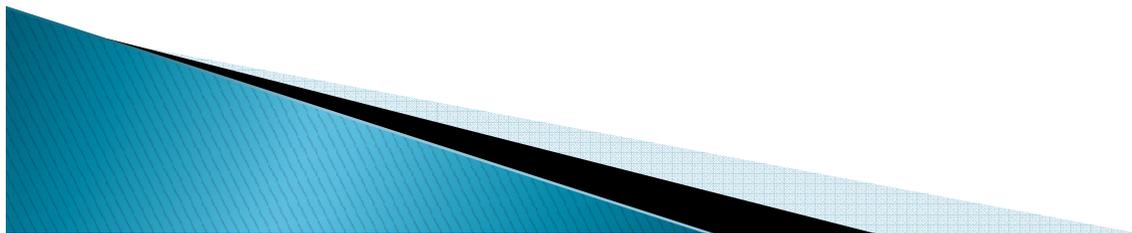
	$[H_3O^+]$	pH	$[OH^-]$	pOH
BASIC	1.0×10^{-15}	15.00	1.0×10^1	-1.00
	1.0×10^{-14}	14.00	1.0×10^0	0.00
	1.0×10^{-13}	13.00	1.0×10^{-1}	1.00
	1.0×10^{-12}	12.00	1.0×10^{-2}	2.00
	1.0×10^{-11}	11.00	1.0×10^{-3}	3.00
	1.0×10^{-10}	10.00	1.0×10^{-4}	4.00
	1.0×10^{-9}	9.00	1.0×10^{-5}	5.00
	1.0×10^{-8}	8.00	1.0×10^{-6}	6.00
NEUTRAL	1.0×10^{-7}	7.00	1.0×10^{-7}	7.00
ACIDIC	1.0×10^{-6}	6.00	1.0×10^{-8}	8.00
	1.0×10^{-5}	5.00	1.0×10^{-9}	9.00
	1.0×10^{-4}	4.00	1.0×10^{-10}	10.00
	1.0×10^{-3}	3.00	1.0×10^{-11}	11.00
	1.0×10^{-2}	2.00	1.0×10^{-12}	12.00
	1.0×10^{-1}	1.00	1.0×10^{-13}	13.00
	1.0×10^0	0.00	1.0×10^{-14}	14.00
	1.0×10^1	-1.00	1.0×10^{-15}	15.00



$[\text{H}_3\text{O}^+]$, pH, $[\text{OH}^-]$, pOH의 값 계산.

문제 예술품 복구 계획에서 복구자는 동판을 부식시킬 용액을 진한 질산을 희석시켜 HNO_3 2.0M, 0.30M, 0.0063M을 준비한다. 위 3가지 용액들에서 온도가 25°C 일 때 세 용액들의 $[\text{OH}^-]$, $[\text{H}_3\text{O}^+]$, pH, pOH를 계산하라.

계획: HNO_3 가 강산이라는 것은 알고 있다. 따라서 이것은 완전히 해리한다. 그러므로 $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HNO}_3]_{\text{초기}}$. 주어진 농도와 25°C 일 때의 K_w 값 (1.0×10^{-14})를 사용하여 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 와 $[\text{OH}^-]$ 의 값을 구하고 그것을 이용하여 pH와 pOH의 값을 구한다.



풀이: HNO_3 2.0M 일 때 값 계산

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 2.0M$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 2.0 = -0.30$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{2.0} = 5.0 \times 10^{-15}M$$

$$\text{pOH} = -\log(5.0 \times 10^{-15}) = 14.30$$

0.30M일 때 값 계산.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.30M$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0.30 = 0.52$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{0.30} = 3.3 \times 10^{-14}M$$

$$\text{pOH} = -\log(3.3 \times 10^{-14}) = 13.48$$

HNO_3 가 0.0063M일 때 값 계산

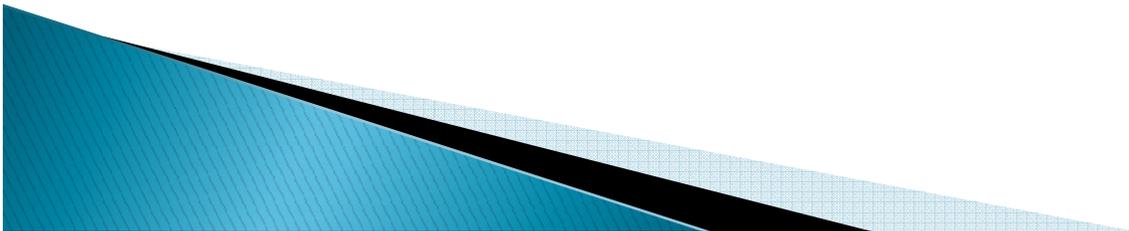
$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 6.3 \times 10^{-3}M$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (6.3 \times 10^{-3}) = 2.20$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{6.3 \times 10^{-3}} = 1.6 \times 10^{-12}M$$

$$\text{pOH} = -\log(1.6 \times 10^{-12}) = 11.80$$

8-5 양쪽성



8-6 산의 세기

분자의 특성과 산의 세기

[비금속 수소화물에서 산의 세기 경향성]

1. 주기의 오른쪽으로 갈수록 비금속 수소화물(E-H)의 산의 세기는 증가.
: E-H에서 E의 전기음성도 증가.
(E-H에서 H⁺는 보다 쉽게 떨어진다)
2. 족의 아래로 갈수록 비금속 수소화물의 산의 세기는 증가.
: E-H에서 E가 커지고 결합길이가 길어지고 결합 약해진다. (결합세기 감소)
H⁺가 보다 쉽게 떨어진다.

전기음성도 증가,
산도 증가 →

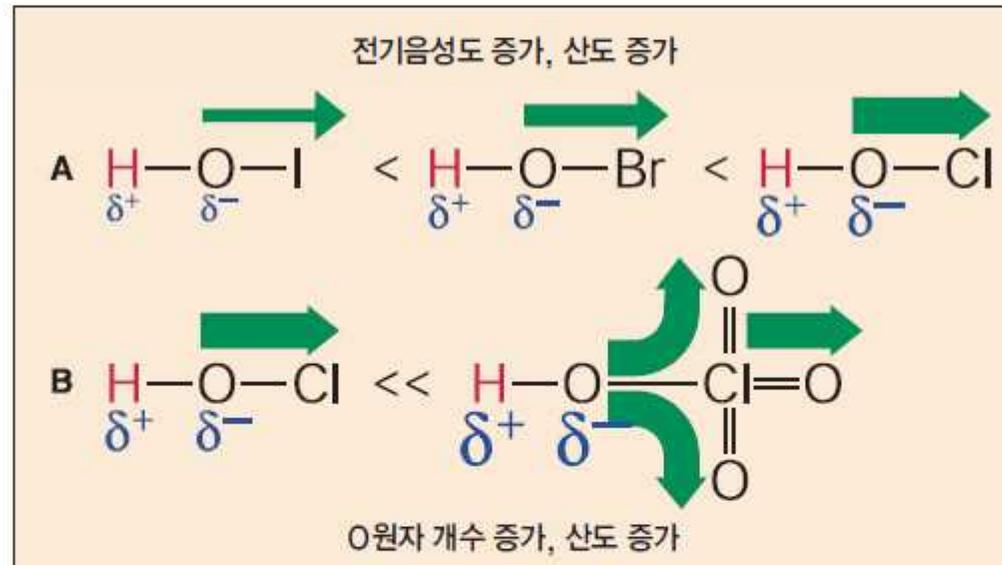
6A(16)	7A(17)
H ₂ O	HF
H ₂ S	HCl
H ₂ Se	HBr
H ₂ Te	HI

↓ 결합세기 감소,
산도 증가

비금속 수소화물의 산도에 미치는 원자와 분자 특성. 이온화되는 양성자에 결합된 비금속(E)의 전기음성도가 증가함에 따라(왼쪽에서 오른쪽으로 진행) 산도는 증가한다. E-H 결합 길이가 증가함에 따라(위에서 아래로 진행) 결합 세기는 감소하므로 산도는 증가한다. (물에서, HCl, HBr, HI는 동일한 세기를 갖는다.)

[산소산의 산의 세기의 경향성]

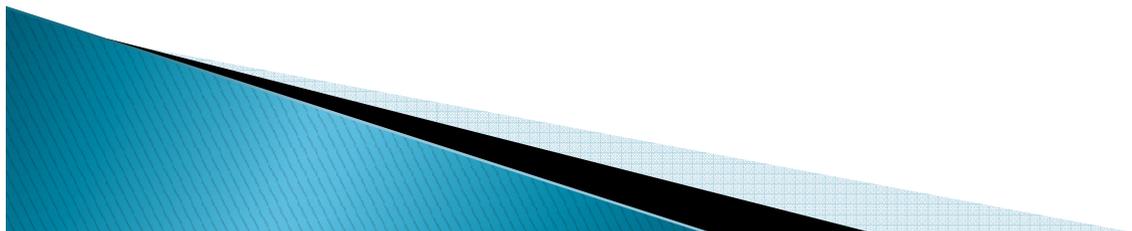
- 비금속(E)를 둘러싸고 있는 산소의 개수가 같은 산소산에 대해서는 E의 전기음성도가 클수록 산의 세기도 증가한다.
 $\text{HOCl} > \text{HOBr} > \text{HOI}$
- E를 둘러싸고 있는 산소의 개수가 다른 산소산에 대해서는 산소의 수가 많을수록 산의 세기도 증가한다.
 $\text{HOCl} < \text{HOClO} < \text{HOClO}_2 < \text{HOClO}_3$



산소산의 상대적인 세기. A, 하이포아할로젠산 중에서 HOCl은 가장 센 산이며, HOI는 가장 약한 산이다. Cl 원자는 그림에 나타난 할로젠 원자 중에서 가장 전기 음성도가 크므로 Cl 원자는 O—H 결합의 전자밀도를 가장 효율적으로 끌어당기므로 HOCl에서 극성이 가장 세게 나타난다. B, Cl 결합 산소산 중에서 HOClO₃의 부가적인 산소 원자는 O—H 결합의 전자 밀도를 끌어당기므로 HOCl보다 결합의 극성이 훨씬 더 커진다.

8-7 수용액에서 산-염기 반응

8-8 산성 염과 염기성 염



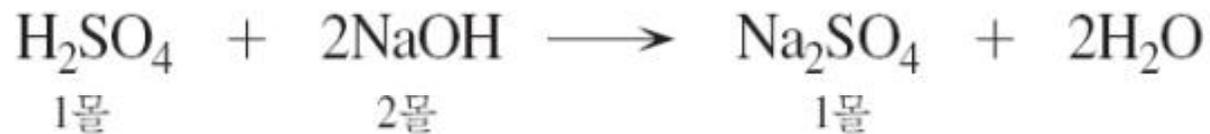
수용액에서 산-염기 반응 : 계산

8-10 몰 농도와 관련된 계산

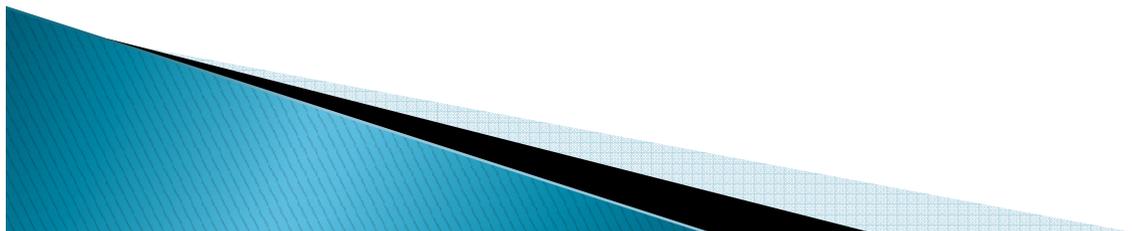
$$\text{몰 농도} = \frac{\text{용질의 밀리몰 수}}{\text{용액의 밀리리터 수}}$$



: 1몰 농도의 1 리터는 두 염기 중 어떤 염기의 용액과 도 1몰 농도의 1 리터와 반응
 $MV = M'V'$



: 1 M H_2SO_4 1L를 중화
하는데 1 M NaOH 염기
2 L 필요
→ 1몰 : 2 몰



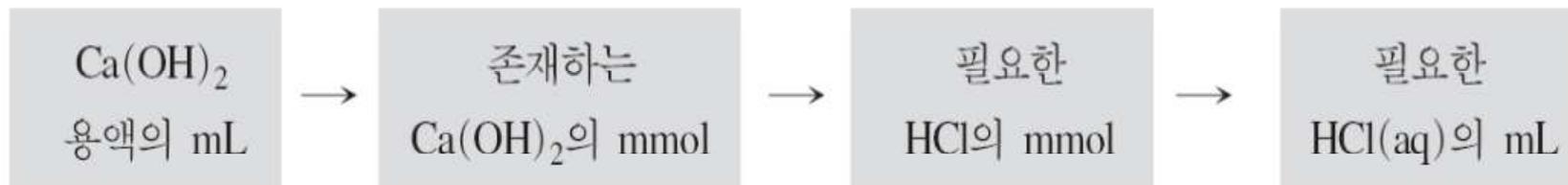
예제 8-2 염기를 중화하는 산의 부피

0.00100 M Ca(OH)_2 용액 30.0 mL를 중화하는데 0.00300 M HCl 용액이 얼마나 필요한가?

계획

(1) 반응 비를 구하기 위하여 반응에 대한 균형 방정식을 쓴다. 그리고 Ca(OH)_2 용액의 밀리리터를 몰 농도의 단위 인자 $0.00100 \text{ mmol Ca(OH)}_2/1.00 \text{ mL Ca(OH)}_2$ 를 사용하여 Ca(OH)_2 의 밀리몰로 바꾼다.

(2) Ca(OH)_2 의 밀리몰을 단위 인자 $2 \text{ mmol HCl}/1 \text{ mmol Ca(OH)}_2$ (균형 방정식에서 반응 비)를 사용하여 HCl의 밀리몰로 바꾼다; (3) HCl의 밀리몰을 HCl 용액의 밀리리터로 바꾸기 위하여 단위 인자 $1.00 \text{ mL HCl}/0.00300 \text{ mmol HCl}$ 를 사용한다.



반응식?

풀이

반응에 대한 균형 방정식은 다음과 같다.



$$\begin{aligned} \underline{\quad} \text{ mL HCl} &= 30.0 \text{ mL Ca(OH)}_2 \times \frac{0.00100 \text{ mmol Ca(OH)}_2}{1.00 \text{ mL Ca(OH)}_2} \times \frac{2 \text{ mmol HCl}}{1 \text{ mmol Ca(OH)}_2} \times \frac{1 \text{ mL HCl}}{0.00300 \text{ mmol HCl}} \\ &= 20.0 \text{ mL HCl} \end{aligned}$$

0.001 M

2몰 : 1몰

$$\begin{array}{l} \text{Ca(OH)}_2 \quad \text{HCl} \\ 2 \times MV = 1 \times M'V' \\ V' = MV \times 2 \times 1/M \end{array}$$

8-11 적정

적정은 적정제(titrant)인 반응물 용액을 다른 반응물 용액에 첨가하여, 반응이 완전히 끝나는데 필요한 적정제의 부피를 측정하는 과정이다.

당량점(equivalence point) : 반응하는 산과 염기의 양이 화학량적으로 같은 점.

종말점(end point) : 지시약의 색깔이 변하고 적정제의 첨가가 끝나는점.

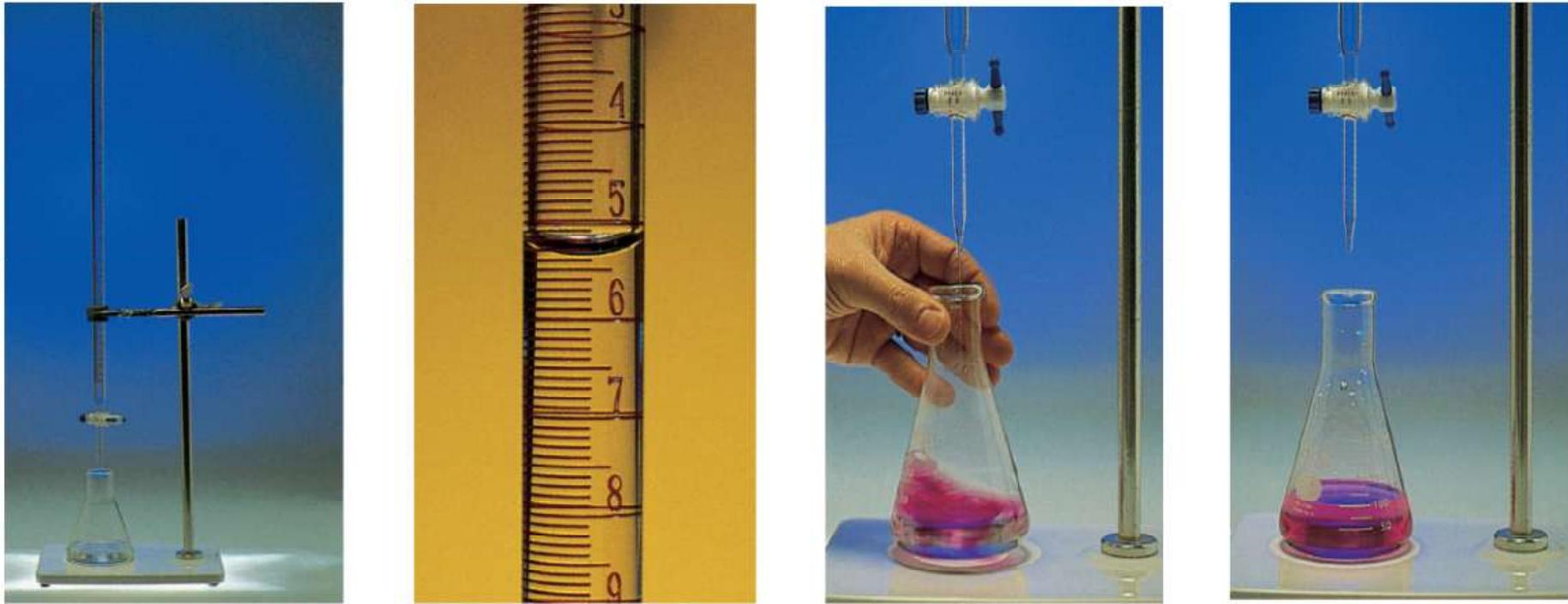


그림 8-1 적정 과정. (a) 실험실에서 적정하는 전형적인 장치. 적정될 용액을 삼각 플라스크에 담고, 몇 방울의 지시약을 첨가한다. 뷰렛에 표준 용액을 채운다(또는 표정되어진 용액). 뷰렛에 담긴 용액의 부피를 조심스럽게 읽는다. (b) 메니스커스(meniscus)는 뷰렛에 있는 액체의 표면을 가르킨다. 수용액은 유리를 적시므로 수용액의 메니스커스는 항상 오목하다. 메니스커스의 바닥 위치를 읽고 기록한다. (c) 휘저어지고 있는 삼각 플라스크의 용액에 뷰렛의 용액이 종말점에 도달할 때까지 첨가된다. (d) 종말점은 적정되는 용액에 색깔이 나타남(또는 변화)으로 알 수 있다(이 사진을 만들기 위하여 매우 과량의 지시약이 사용되었다). 뷰렛에 남은 액체의 부피를 다시 읽는다-뷰렛 눈금의 처음과 마지막의 차이가 적정하는데 사용된 용액의 부피이다.

예제 8-3 적정

만일 0.236 M 수산화나트륨 용액 43.2 mL와 반응하는데 필요한 HCl 용액의 부피가 36.7 mL라면 염산 용액의 몰 농도는 얼마인가?

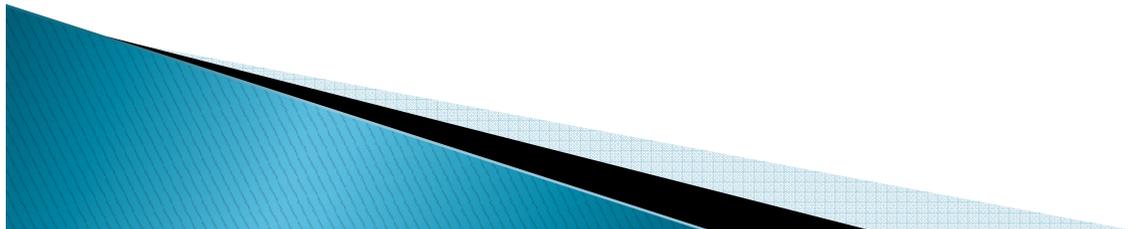


계획

균형 방정식의 반응 비는 1밀리몰의 NaOH에 대하여 1밀리몰의 HCl이다. 즉, 단위 인자가 1 mmol HCl/1 mmol NaOH이다.



먼저 NaOH의 밀리몰 수를 구한다. 반응 비는 1밀리몰의 NaOH에 대하여 1밀리몰의 HCl이므로, HCl용액은 NaOH와 같은 밀리몰 수를 가진다.



풀이

용액의 부피(밀리리터)와 몰 농도를 곱하면 용질의 밀리몰 수이다.

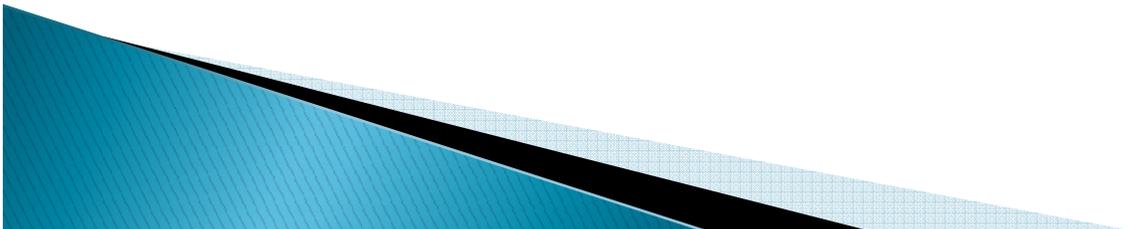
$$\underline{?} \text{ mmol NaOH} = 43.2 \text{ mL NaOH 용액} \times \frac{0.236 \text{ mmol NaOH}}{1 \text{ mL NaOH 용액}} = 10.2 \text{ mmol NaOH}$$

반응 비는 1밀리몰의 HCl에 대하여 NaOH가 1밀리몰이므로 HCl 용액에는 10.2밀리몰의 HCl이 들어 있어야 한다.

$$\underline{?} \text{ mol HCl} = 10.2 \text{ mmol NaOH 용액} \times \frac{1 \text{ mmol HCl}}{1 \text{ mmol NaOH}} = 10.2 \text{ mmol HCl}$$

HCl 용액의 부피를 알고 있으므로 용액의 몰 농도를 계산할 수 있다.

$$\frac{\underline{?} \text{ mmol HCl}}{\text{mL HCl 용액}} = \frac{10.2 \text{ mmol HCl}}{36.7 \text{ mL HCl 용액}} = \mathbf{0.278 \text{ M HCl}}$$



8-12 당량질량과 노르말 농도

노르말 농도(normality, N) : 산과 염기 용액의 농도를 표현

$$\text{노르말 농도} = \frac{\text{용질의 당량 질량 수}}{\text{용액의 부피(L)}} = \frac{\text{당량 수}}{L}$$

당량(eq) : 6.022×10^{23} 개의 수소이온을 생성하는 또는 6.022×10^{23} 개의 수산화 이온과 반응을 할 수 있는 산의 질량으로 정의.

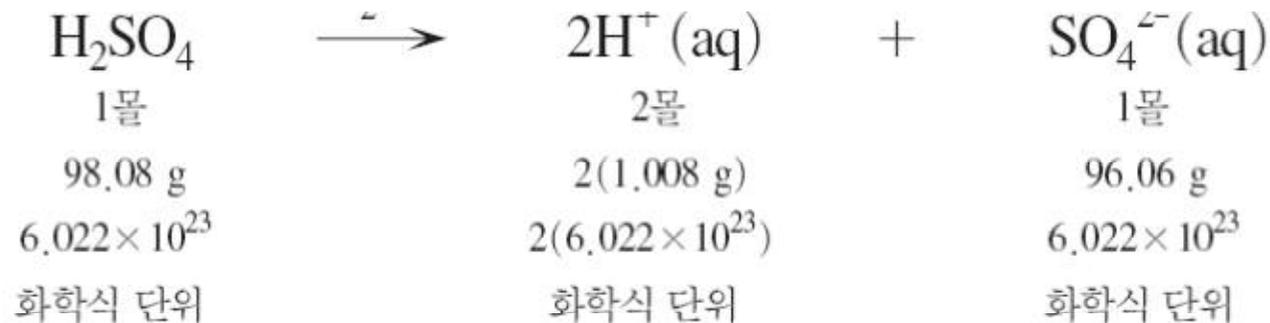
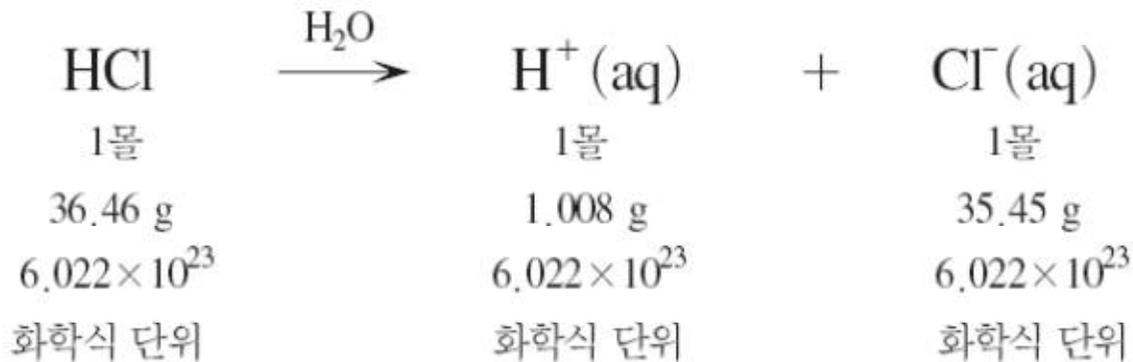
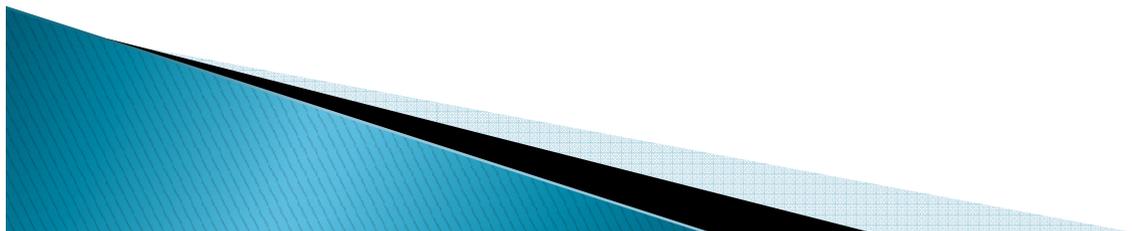


표 8-3 몇 가지 산과 염기의 당량 질량

산		염기	
기호 표시법	1당량	기호 표시법	1당량
$\frac{\text{HNO}_3}{1}$	$= \frac{63.02 \text{ g}}{1} = 63.02 \text{ g HNO}_3$	$\frac{\text{NaOH}}{1}$	$= \frac{40.00 \text{ g}}{1} = 40.00 \text{ g NaOH}$
$\frac{\text{CH}_3\text{COOH}}{1}$	$= \frac{60.03 \text{ g}}{1} = 60.03 \text{ g CH}_3\text{COOH}$	$\frac{\text{NH}_3}{1}$	$= \frac{17.04 \text{ g}}{1} = 17.04 \text{ g NH}_3$
$\frac{\text{KHP}}{1}$	$= \frac{204.2 \text{ g}}{1} = 204.2 \text{ g KHP}$	$\frac{\text{Ca(OH)}_2}{2}$	$= \frac{74.10 \text{ g}}{2} = 37.05 \text{ g Ca(OH)}_2$
$\frac{\text{H}_2\text{SO}_4}{2}$	$= \frac{98.08 \text{ g}}{2} = 49.04 \text{ g H}_2\text{SO}_4$	$\frac{\text{Ba(OH)}_2}{2}$	$= \frac{171.36 \text{ g}}{2} = 85.68 \text{ g Ba(OH)}_2$

$$\text{노르말 농도} = \text{몰 농도} \times \frac{\text{당량 수}}{\text{mol}} \quad \text{또는} \quad N = M \times \frac{\text{당량 수}}{\text{mol}}$$



예제 8-4 용액의 농도

600 mL 용액 속에 4.202 그램의 HNO_3 가 들어 있는 용액의 노르말 농도를 계산하여라.

계획

먼저 HNO_3 의 그램을 HNO_3 의 몰 수로 바꾸고, 다음에 HNO_3 의 당량으로 바꾸어 노르말 농도를 계산한다.

$$\frac{\text{g HNO}_3}{\text{L}} \longrightarrow \frac{\text{mol HNO}_3}{\text{L}} \longrightarrow \frac{\text{eq HNO}_3}{\text{L}} = N \text{ HNO}_3$$

예제 8-4 용액의 농도

600 mL 용액 속에 4.202 그램의 HNO_3 가 들어 있는 용액의 노르말 농도를 계산하여라.

계획

먼저 HNO_3 의 그램을 HNO_3 의 몰 수로 바꾸고, 다음에 HNO_3 의 당량으로 바꾸어 노르말 농도를 계산한다.

$$\frac{\text{g HNO}_3}{\text{L}} \rightarrow \frac{\text{mol HNO}_3}{\text{L}} \rightarrow \frac{\text{eq HNO}_3}{\text{L}} = N \text{ HNO}_3$$

풀이

$$N = \frac{\text{no. eq HNO}_3}{L}$$

$$\frac{? \text{ eq HNO}_3}{\text{L}} = \frac{4.202 \text{ g HNO}_3}{0.600 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol HNO}_3}{63.02 \text{ g HNO}_3} \times \frac{1 \text{ eq HNO}_3}{\text{mol HNO}_3} = 0.111 N \text{ HNO}_3$$

M_{HNO_3}

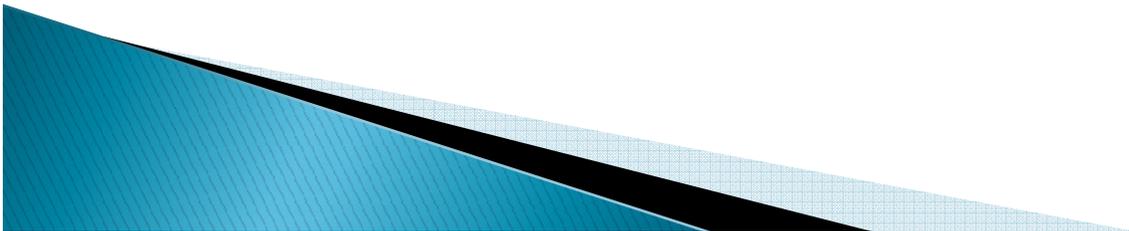
반응이 완결되는 모든 산-염기 반응

→ 산의 당량 수 = 염기의 당량 수

산-염기의 중화

$$\rightarrow L_{\text{산}} \times N_{\text{산}} = L_{\text{산}} \times \frac{\text{산의 당량 수}}{L_{\text{산}}} = \text{산의 당량 수}$$

$$L_{\text{산}} \times N_{\text{산}} = L_{\text{염기}} \times N_{\text{염기}} \quad \text{또는} \quad mL_{\text{산}} \times N_{\text{산}} = mL_{\text{염기}} \times N_{\text{염기}}$$



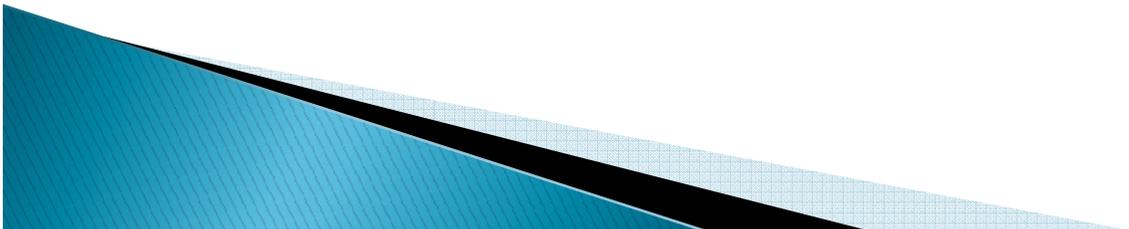
예제 8-5 중화에 필요한 부피

0.150 N Ba(OH)₂ 용액 50.0 mL를 완전히 중화하는데 필요한 0.100 N HNO₃ 용액의 부피는 얼마인가?

계획

다음 관계식에서 4개의 변수 중 3개를 알고 있다.

$$\text{mL}_{\text{산}} \times N_{\text{산}} = \text{mL}_{\text{염기}} \times N_{\text{염기}} \text{이므로 mL}_{\text{산}} \text{에 대하여 푼다.}$$



예제 8-5 중화에 필요한 부피

0.150 N Ba(OH)₂ 용액 50.0 mL를 완전히 중화하는데 필요한 0.100 N HNO₃ 용액의 부피는 얼마인가?

계획

다음 관계식에서 4개의 변수 중 3개를 알고 있다.

$$\text{mL}_{\text{산}} \times N_{\text{산}} = \text{mL}_{\text{염기}} \times N_{\text{염기}} \text{이므로 } \text{mL}_{\text{산}} \text{에 대하여 푼다.}$$

풀이

$$\begin{aligned} \underline{?} \text{ mL}_{\text{산}} &= \frac{\text{mL}_{\text{염기}} \times N_{\text{염기}}}{N_{\text{산}}} = \frac{50.0 \text{ mL} \times 0.150 \text{ N}}{0.100 \text{ N}} \\ &= 75.0 \text{ mL HNO}_3 \text{ 용액} \end{aligned}$$

