

산-염기 반응

Acid-Base Reactions

제 4 장



4.1 산과 염기 : 반대성질을 가진 화합물

산(acid)과 염기(base)

● 산과 염기

: 강한 산(자동차 축전지), 강한 염기(화장실 세정제)는 위험한 물질 !!!

: 묽은 산(식초), 묽은 염기(비누)는 생활 속에 사용한다^^.

산성 용액

◆ 신 또는 시큼함의 뜻을 가진 라틴어에서 유래

◆ 산의 이온화 정도

- 수소 이온 (H^+)를 방출하는 능력



◆ 수용액 속에서는 수소이온이 물 분자와 결합하여 하이드로늄(H_3O^+)
이온으로 존재.



염기성 용액

- 염기성 또는 알칼리성 수용액

- 미끈거리거나 비누같은 촉감

하이드록시 (수산) (OH⁻) 이온을 포함

- 염기화합물은 수용액에 하이드록시(수산)이온(OH⁻)이 존재.

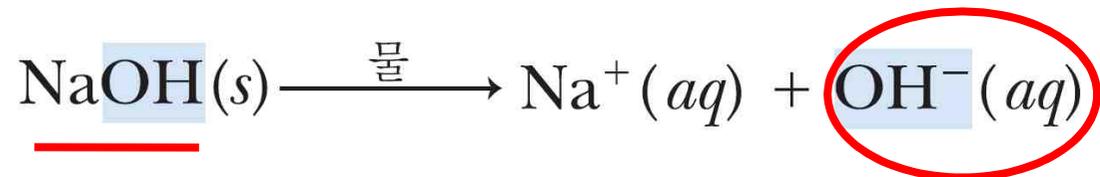


표 4.1 • 산과 염기의 성질

산

신 맛

H^+ 이온 제공

활성이 큰 금속과 반응하여 수소 발생
지시약의 색 변화

(예: 리트머스- 푸른색에서 붉은색으로)

석회석($CaCO_3$)에 더하면 CO_2 생성

염기를 중화

산 물질

식초

토마토

신 과일

탄산 음료

커피

위액

비타민 C

아스피린

개미 분비물

축전지 산

염기

쓴 맛

OH^- 이온 제공

미끈거리는 느낌

지시약의 색 변화

(예: 리트머스- 붉은색에서 푸른색으로)

산을 중화

염기 물질

가정용 암모니아

제빵용 소다

비누

세제

마그네시아 현탁액(milk)

오븐 세제

알칼리

하수구 세정제

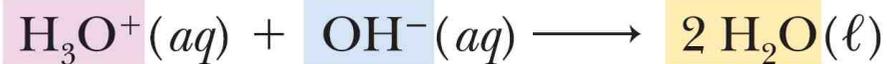
제산제



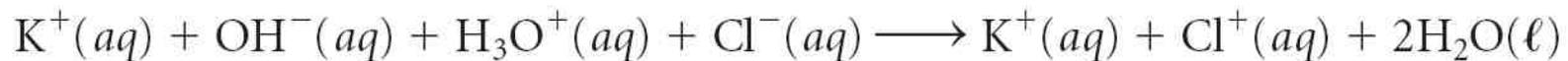
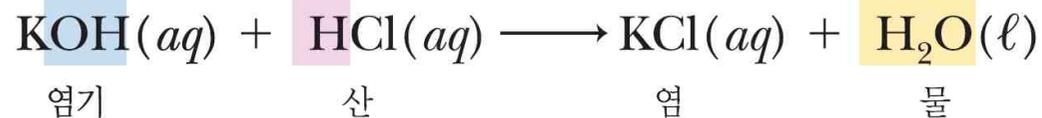
염기를 함유한 세제 제품.

중화 반응

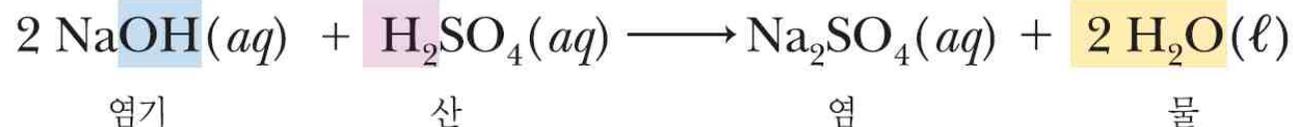
- 산성 용액은 H_3O^+ 그리고 염기성은 OH^- 의 이온 농도가 높다.
- 산성 용액을 염기성 용액과 섞으면 물이 생성된다.



- 염기와 산이 반응하여 염과 물이 생성 [염화 포타슘(KCl)은 물에 녹으므로 용액에서 이온을 생성한다.



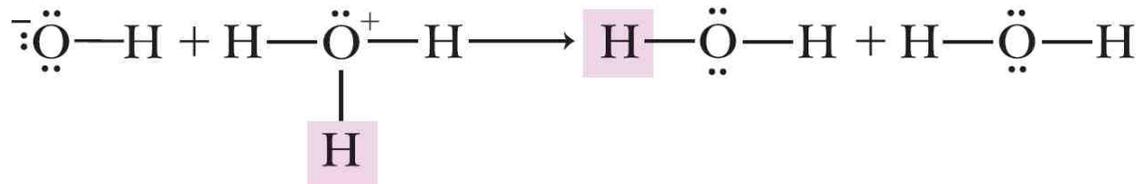
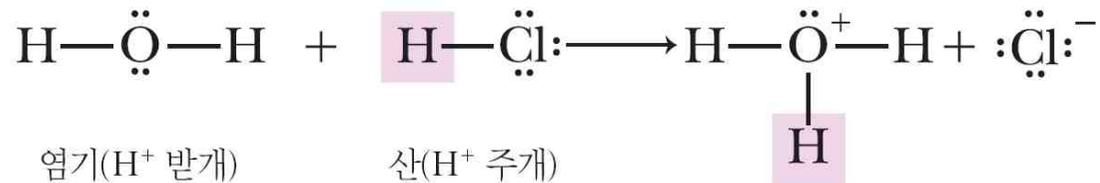
- 중화 반응 : 산과 염기의 정확한 당량 만큼의 양이 반응한 결과.



산-염기 정의



- **산**: 염기에 수소 이온을 줄 수 있는 분자 또는 이온 (H⁺주게)
- **염기**: 산으로부터 수소 이온을 받을 수 있는 분자 또는 이온 (H⁺받게)
- **산 염기 반응**: 수소이온이 반응물간에 교환이 있는 모든 반응.



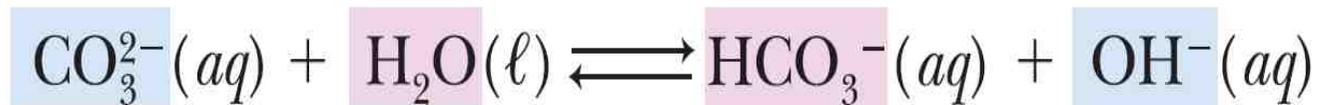
염기(H⁺ 받개) 산(H⁺ 주개)

- 암모니아 분자는 물 분자로부터 수소 이온을 받아서 수산 이온을 포함한 염기성 용액(암모늄이온)을 생성하고 물은 수소 이온을 제공하므로 산이다.



암모늄이온

- 탄산 소듐 (Na_2CO_3) 과 탄산 포타슘 (K_2CO_3)은 수산 이온을 포함하지 않지만 물에 녹아 염기성 용액이 생성



탄산수소이온

산의 종류

표 4.2 • 흔한 산

이름	화학식	세기	용도 또는 출처
황산*	H_2SO_4	강	강철 세정; 자동차 축전지, 플라스틱, 연료, 비료 제조
염산	HCl	강	금속과 블록 접착제(mortar) 세정
질산	HNO_3	강	비료, 폭발물, 플라스틱 제조
인산	H_3PO_4	중	비료, 세제, 음식 첨가제 제조
아세트산	CH_3COOH	약	식초
프로판산	CH_3CH_2COOH	약	스위스 치즈
시트르산	$HOC(COOH)(CH_2COOH)_2$	약	과일
탄산	H_2CO_3	약	탄산 음료
보론산	H_3BO_3	약	안약, 중간세기 방부제

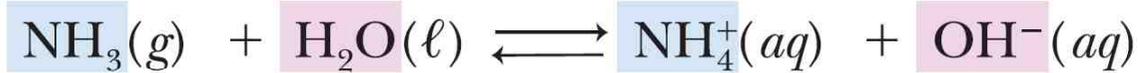
* 황산은 2개 이상의 산성 수소를 가진다는 의미의 다양성자산이다. 첫 단계에서는 완전히 이온화되어 HSO_4^- (황산수소이온, 중황산 이온이라고도 함)를 생성하지만 이것은 약산이어서 일부만 이온화되어 SO_4^{2-} (황산 이온)을 생성한다.

● 강염기 - 수산화 소듐 수산화 포타슘.

: 금속 수산화물은 모두 이온화합물이고 물에 녹을 때 완전히 이온으로 변환된다.

● 약염기 : 암모니아

: 물과 평형을 이루어 상당히 작은 양의 암모늄 이온과 수산 이온을 포함하는 용액을 생성한다.

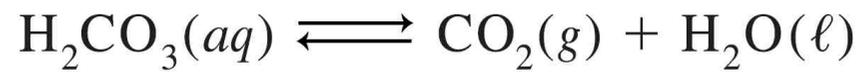


● 염기의 종류

표 4.3 ● 흔한 염기

이름	화학식	세기	용도
<u>수산화 소듐</u>	<u>NaOH</u>	강	하수도 세정제; 알루미늄, 레이온, 비누, 세제 생산
수산화 포타슘	KOH	강	비누, 세제, 비료 생산
수산화 칼슘	Ca(OH) ₂	강	표백제, 종이, 펄프 생산; 물의 연화
<u>암모니아</u>	<u>NH₃</u>	약	비료, 폭발물, 플라스틱, 살충제, 세제 생산
탄산수소소듐	NaHCO ₃	약	제산제
탄산 소듐	Na ₂ CO ₃	약	세제, 유리 제조
탄산 칼슘	CaCO ₃	약	분필

❖ 약산의 음이온은 염기이다



확인문제 4A

1. 산은 수소 이온 주개 이고 염기는 수소 이온 받개 이다.
2. 원하는 정도의 신 맛을 내기 위하여 산 은 많은 탄산음료에 첨가된다.
3. 비누용액은 미끈거리고 쓴 맛을 내며, 이것은 비누가 (염기성, 산성) 물질임을 나타낸다. **염기성 물질**
4. 산과 염기의 반응을 나타내는 다음 반응식을 완결하라.



5. 다음 화합물을 산, 염기 구별하시오. (a) (b) $\text{HF}(\text{aq})$ **산**
(c) (d) KOH **염기**
6. 암모니아는 물과 반응하여 OH^- 이온 이 생성되는 평형 을 이루기 때문에 약 염기이다.
7. 작고 높은 전하를 가지므로 H^+ 는 물에서 하이드로늄 이온으로 알려진 이온으로 존재하며 화학식은 H_3O^+ 이다.
8. 경제적으로 가장 중요한 의미를 가지는 강산은 황산(H_2SO_4)이다.
9. 다음 반응식을 완결하라.

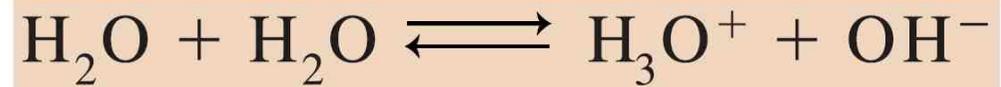


10. 완전히 이온화되지 않고 용액에서 이온들과 평형을 이루는 산은 약 산이다.

4.3 몰농도와 pH 척도

- 순수한 물 : 같은 양의 하이드로늄 이온과 수산 이온을 포함

- 5억 5천개 물 분자 중의 1개 정도가 이온화 된다.



● 몰농도

: 용액 1 L당 용질의 몰수. (mol/L)

M으로 표시한다.

수산화 소듐 1.00 M → 1 L 용액당 1몰, 40.0 g의 NaOH를 포함.

수산화 소듐 0.10 M → 1 L 용액당 0.1몰, 4.00 g의 NaOH를 포함.

● pH 척도

- 순수한 물 에서 하이드로늄 이온과 수산 이온의 농도는 동일
순수한 물에서 하이드로늄 이온과 수산화 이온의 몰농도 곱

$$\underline{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}}$$

$$(1.0 \times 1.0^{-7}) \times (1.0 \times 1.0^{-7}) = (1.0 \times 1.0^{-14})$$

- pH 정의 : 하이드로늄 이온 농도의 음의 로그로 정의

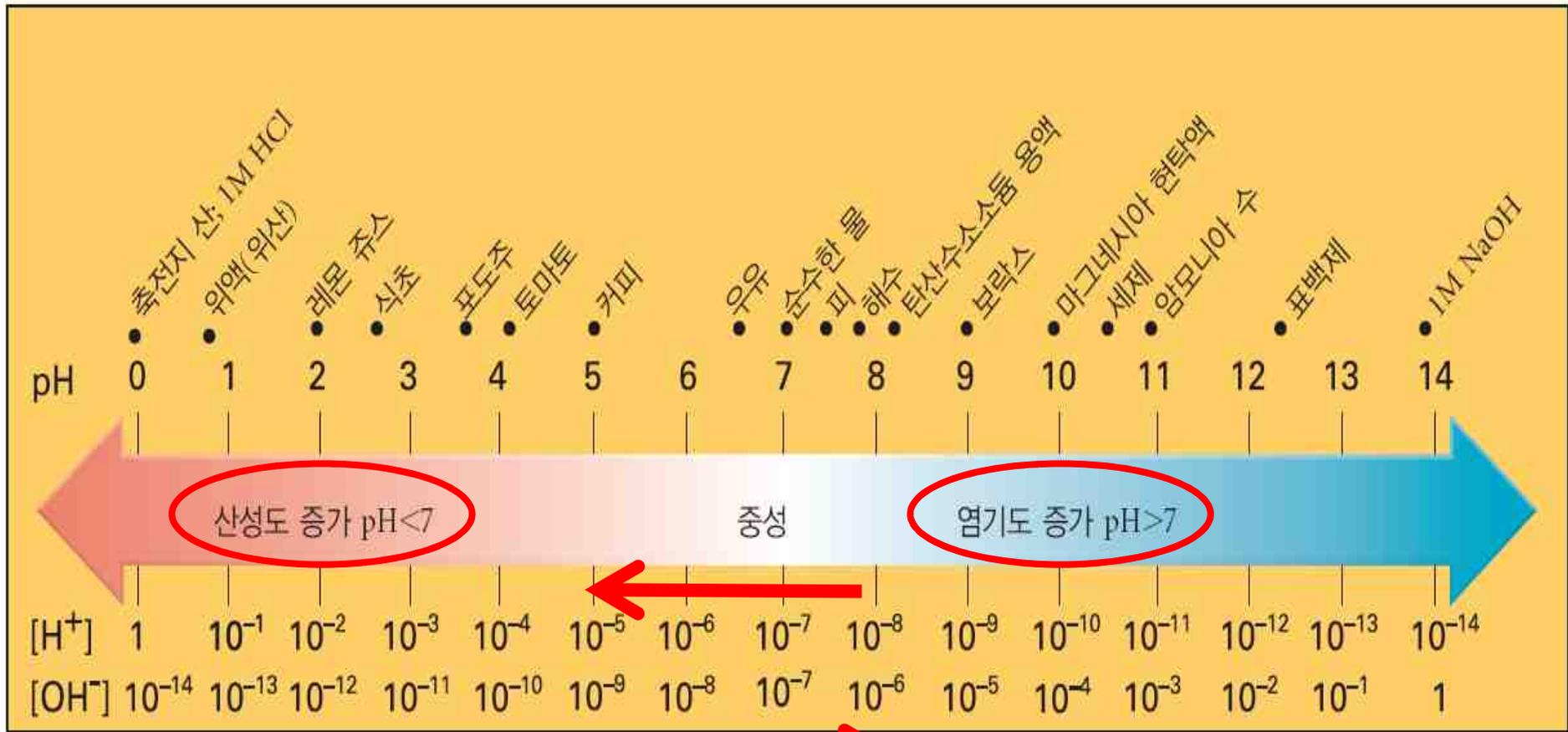
$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

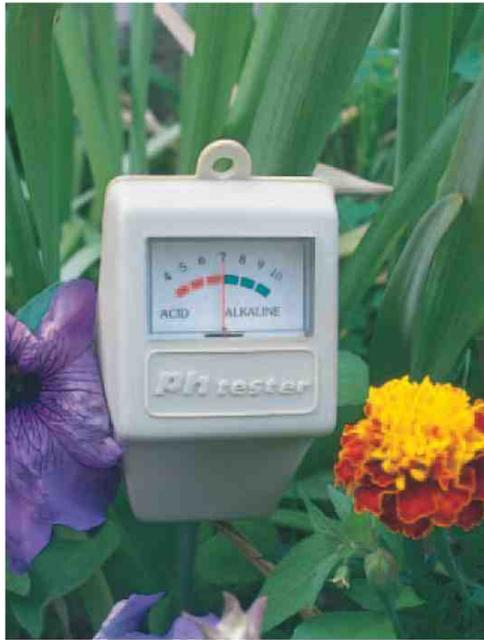
만약 pH < 7.0이면 용액은 산성이다. $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$

만약 pH = 7.0이면 용액은 중성이다. $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$

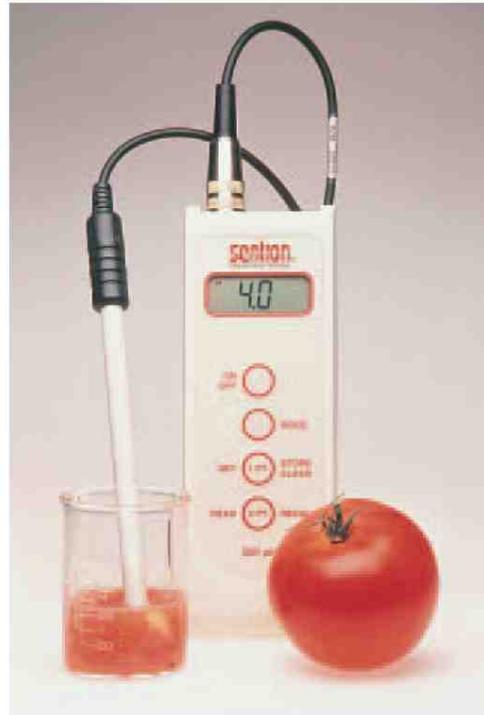
만약 pH > 7.0이면 용액은 염기성이다. $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$



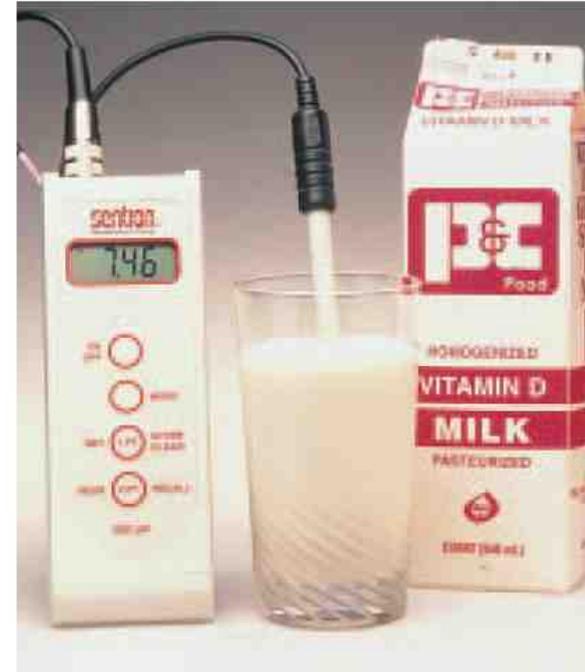
● pH 척도



pH미터를 통하여 식품 및 식물 등의 pH를 확인 가능



산성



약염기성

4.4 부식성 청소제제

● 산성 청소제 : 변기청소제

- 일반적으로 pH 2이하의 강산 : 피부나 눈에 닿을 시 위험
- 보통 염산(HCl)을 포함 : 대부분의 무기물 찌꺼기 (탄산염)와 철 얼룩을 용해
- 인산과 옥살산과 같은 다른 산도 사용

● 염기성 청소제 : 하수관 및 오븐 청소제

- 일반적으로 pH 12이상의 강염기
: 피부나 눈에 닿을 시 위험
- 보통 수산화 나트륨 (NaOH) 과 같은 염기를 포함
: 동물과 식물성 기름과 그리스의 화학 결합을 빠르게 분해
- 고체 하수관에 금속 알루미늄 조각으로 막힐 경우
: 가연성인 수소 기체를 발생하므로 유의

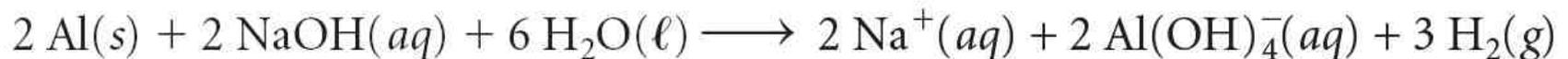


그림 4.3 부식성 가정용 세정제. 표지의 내용을 읽고 조심스럽게 이 화학물질을 다루는 것이 필수적이다.

4.5 속쓰림: 제산제

◆사람의 위는 미생물을 죽이고 소화를 도우는 목적으로 염산을 분비하는 세포를

포함 : 위 내부벽은 매우 낮은 pH 1.5~2.0의 염산의 존재에 의해 상해를 입지 않음

◆속 쓰림 : 산성 내용물이 식도를 거슬러 올라와 가슴과 목에 타는 듯한 느낌 줌

◆제산제

: 속쓰림을 일으키는 위 내의 산을 중화시키기 위해 사용하는 염기

- 수산화 마그네슘, 수산화 알루미늄, 탄산수소화물 또는 탄산염 등



(산 중화 메커니즘 : 염기성 이온인 탄산수소 이온은 염산의 하이드로늄 이온과 반응 탄산생성 그리고 이산화탄소와 물로 분해된다)

● 발포성 감기약

- 탄산수소소듐, 탄산수소포타슘, 시트르산, 아스피린이 들어있다.

● 수산화 마그네슘

: 적은 양을 복용시 제산제로 작용하지만, 과다 복용시 설사제로 작용

● 탄산 칼슘은 Tums로 알려진 약제의 활성 성분으로 작용

- 염기인 탄산 이온은 하이드로늄 이온을 중화한다
- 적은 양의 탄산 칼슘(분피로 또한 알려져 있음)은 안전하지만, 정기적인 복용은 변비를 발생

표 4.4 • **흔한 제산제**

화합물	화학식	시판되는 상품의 예
수산화 마그네슘	$Mg(OH)_2$	Phillips' 마그네시아 현탁액
탄산 칼슘	$CaCO_3$	텀스, 타이트라락
탄산수소소듐	$NaHCO_3$	알카-셀처, 제빵용 소다
<u>수산화 알루미늄</u>	<u>$Al(OH)_3$</u>	암포젤
수산화 알루미늄과 수산화 마그네슘		말록스, 미란타, 다이-젤 정제
수산화 알루미늄, 수산화 마그네슘과 탄산 마그네슘	$MgCO_3$	액상 다이-젤
<u>이수산화 알루미늄탄산소듐</u>	<u>$NaAl(OH)_2CO_3$</u>	롤레이드
탄산 칼슘과 수산화 마그네슘		소듐이 없는 롤레이드

확인문제 4B

1. pH 6과 2 중에서 어느 것이 더 산성인가? pH 2

14 2. 높은 pH는 (a) 높은 하이드로늄 이온 농도 (b) 낮은 하이드로늄 이온 농도를 의미한다. (b)

1 3. 낮은 pH는 (a) 높은 하이드로늄 이온 농도 (b) 낮은 하이드로늄 이온 농도를 의미한다. (a)

HCl

4. $1.0 \times 10^{-3} \text{M}$ 염산의 pH는 얼마인가? $\text{pH} = -\log(1.0 \times 10^{-3}) = 3$

NaOH

5. $1.0 \times 10^{-3} \text{M}$ 수산화 소듐의 pH는 얼마인가? $[\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-14}$
 $\text{pH} = -\log(1.0 \times 10^{-11}) = 11$

6. 가정용 암모니아의 pH는 11이다. 하이드로늄 이온의 농도는 얼마인가? 수산 이온의 농도는 얼마인가? $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1.0 \times 10^{-11} \text{M}$ $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-3} \text{M}$

7. 수산화 소듐의 pH가 10이다. 수산 이온의 농도는 얼마인가? $[\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-4} \text{M}$

8. 0.01M HCl 용액의 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ 는 얼마인가? $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0.01 \text{M} = 1.0 \times 10^{-2} \text{M}$

9. 대부분의 변기 청소제는 강한 산성 이고 대부분의 오븐 청소제는 강한 염기성 이다.

10. 다음 화합물에서 속쓰림을 치료할 때 제산제로 작용할 수 있는 것은 어느 것인가?

(a) 탄산수소소듐 (b) MgCl_2 (c) MgCO_3 (d) $\text{Al}(\text{OH})_3$ (e) 염화 알루미늄