

유기화학 기초개념

산과 염기

(Acid and Base)

신

■ 목 차 ■

○ 서론

- 산과 염기의 기본적 성질

○ 본론

- Arrhenius의 정의
- Bronsted-Lowry의 정의
- 산과 염기의 세기
- pK_a 값으로부터 산·염기 반응의 예측
- 유기 산과 유기 염기
- Lewis의 정의

송

■ 산과 염기의 기본적 성질

○ 산(acid)

- 신맛이 난다.
- 푸른색 리트머스 종이를 붉게 변화시킨다.
- 수소보다 이온화 경향이 큰 금속과 반응하여 수소 기체를 발생한다.
- 염기와 중화 반응을 한다.

주



○ 염기(base)

- 쓴맛이 난다.
- 붉은색 리트머스 종이를 푸르게 변화시키고,
페놀프탈레인 용액을 붉게 변화시킨다.
- 단백질을 녹이는 성질이 있어 촉감이
미끈미끈하다.
- 산과 중화 반응을 한다.

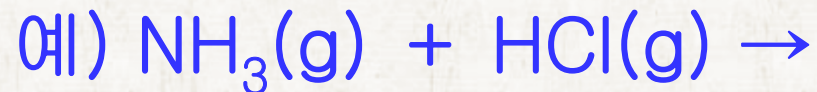
가

■ Arrhenius의 정의

- 산(acid) : 수용액에서 H^+ 을 내어 산성을 나타내는 물질 (H^+ 은 수용액 속에서 H_2O 분자와 결합하여 H_3O^+ 로 존재함)
- 염기(base) : 수용액에서 OH^- 을 내어 염기성을 나타내는 물질

※ Arrhenius 산·염기 정의의 제한점

i) 불용성 물질이나 수용액이 아닌 경우에는
산·염기를 정의할 수 없다.



$\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 는 불용성 물질

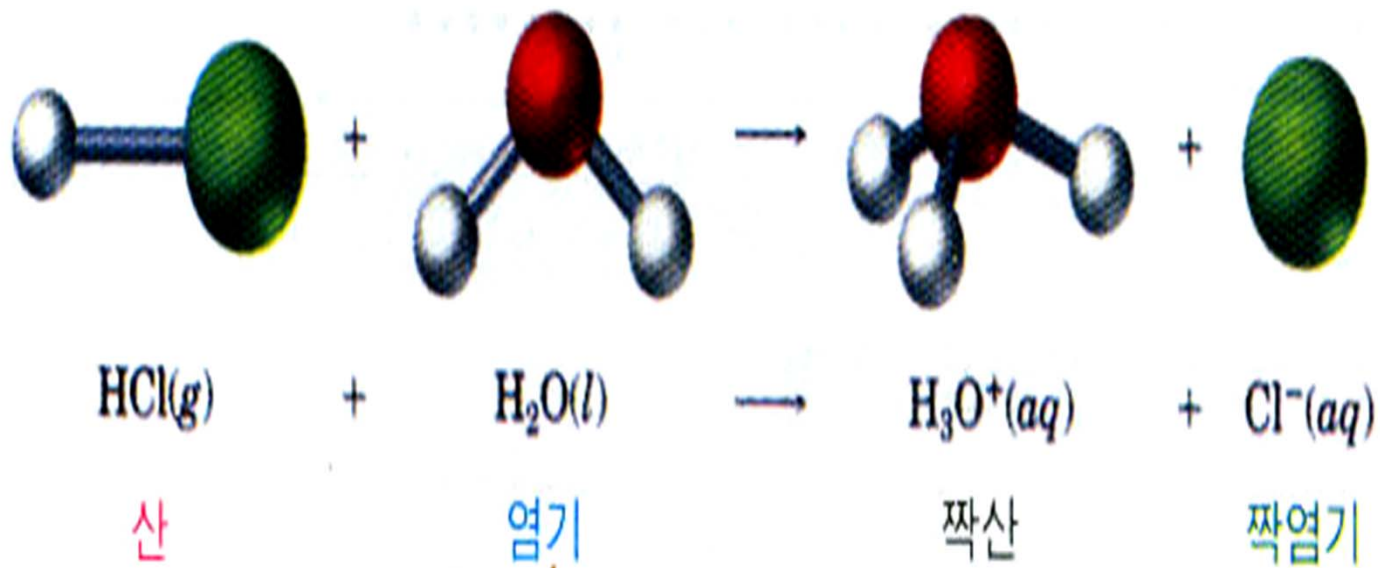
ii) 절대적 개념이다.

■ Bronsted-Lowry의 정의

- 산 : 양성자(수소이온, H^+)를 제공하는 물질
- 염기 : 양성자를 받아들이는 물질

※ 양성자라는 이름은 종종 H^+ 에 대한 동의어로 사용되며, 중성수소가 원자가 전자를 상실하면 단지 수소 핵(양성자)만 남기 때문이다.

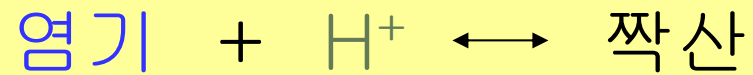
○ HCl 기체를 물에 녹이면 산·염기 반응이 일어난다.



- 짝산 과 짝염기 (conjugate acid, base)

양성자를 내어주는 HCl은 산, 양성자를 받는 H₂O는 염기로 반응한다. 다시 역반응을 살펴보면 H₃O⁺은 산으로 양성자를 내어주며, Cl⁻은 염기로 양성자를 받는다. 즉, 염기는 산이 되고(H₂O→H₃O⁺), 산은 염기가 된다(HCl→Cl⁻). 이러한 산-염기의 쌍을 짝산과 짝염기라고 한다.

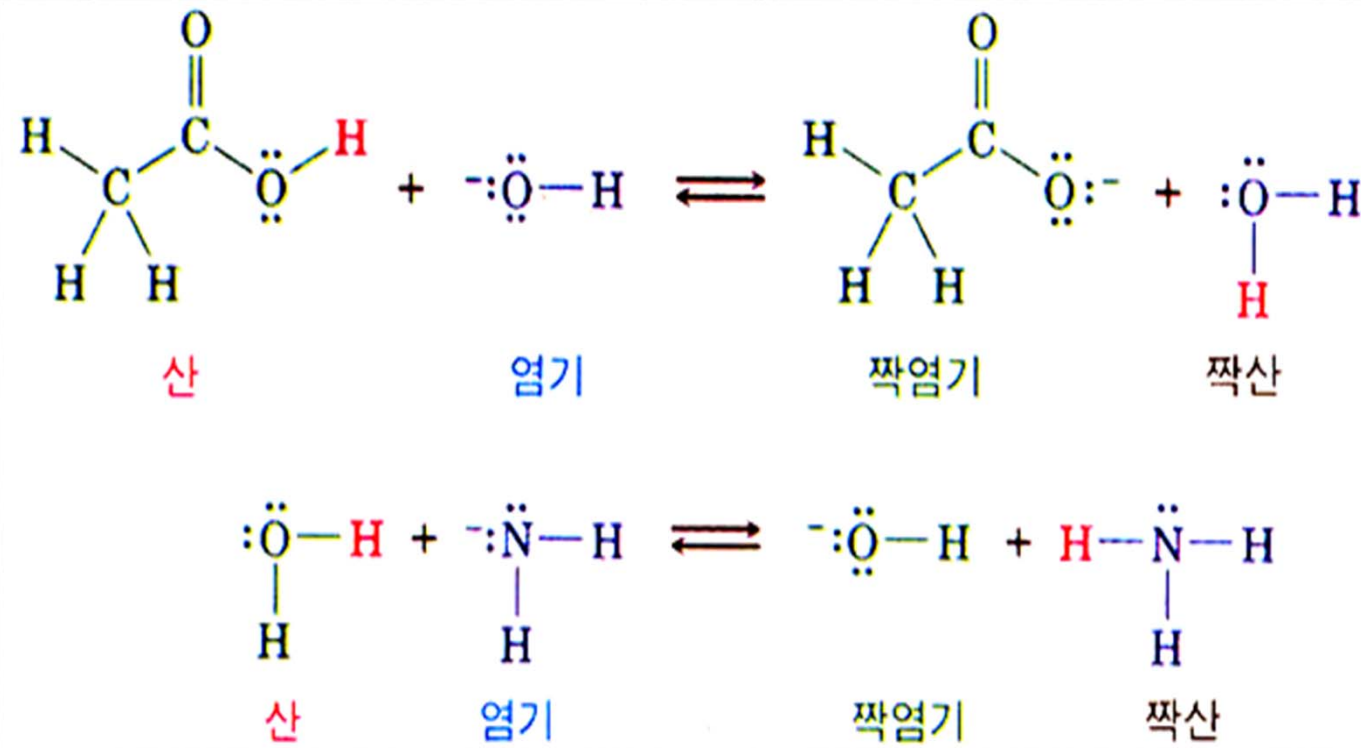
- 짝산과 짝염기의 상관관계 -



○ 일반적으로,

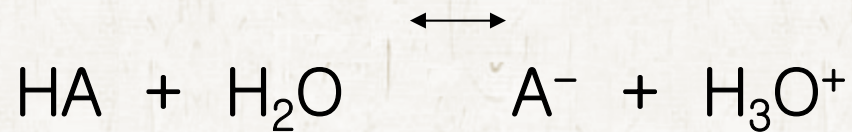


○ 예를 들면,



■ 산과 염기의 세기

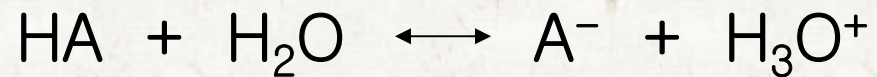
○ 평형상수(equilibrium constant ; K_{eq})



$$K_{eq} = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA][H_2O]}$$

※ []는 주어진 물질의 mole/L로 표시하는
M농도를 나타낸다.

○ 산도상수(acidity constant ; K_a)



$$K_a = K_{\text{eq}} [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] [\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

※ $[\text{H}_2\text{O}]$ 는 거의 변화 없이 55.6M 농도로 남아 있게 된다.

$$\text{p}K_a = -\log K_a$$

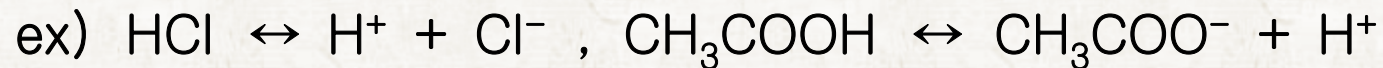
※ 산과 염기의 종류

1) 산의 염기도, 염기의 산도에 따른 분류

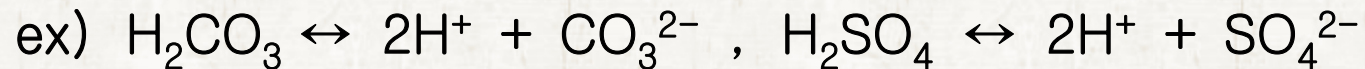
※ 산의 염기도 : 산 1mol이 이온화할 때 생성되는 H^+ 의 mol수

염기의 산도 : 염기 1mol이 이온화할 때 생성되는 OH^- 의 mol수

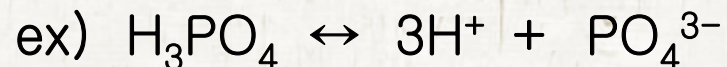
① 1염기산 : 염기도가 1인 산



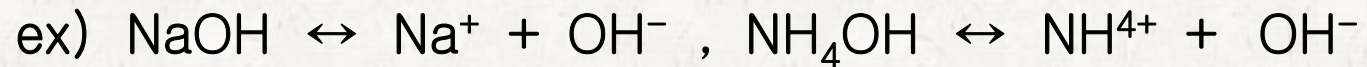
② 2염기산 : 염기도가 2인 산



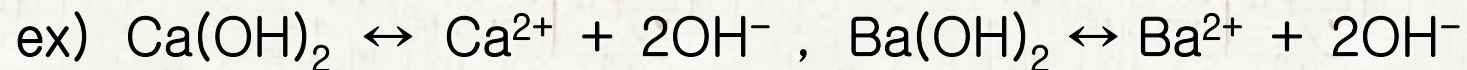
③ 3염기산 : 염기도가 3인 산



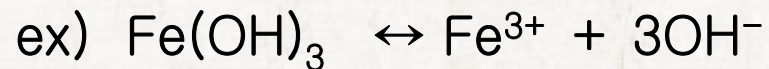
④ 1산염기 : 산도가 1인 염기



⑤ 2산염기 : 산도가 2인 염기

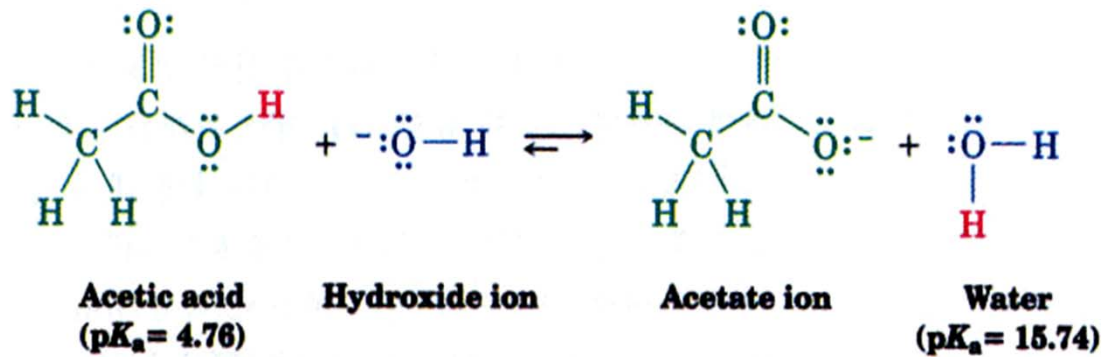
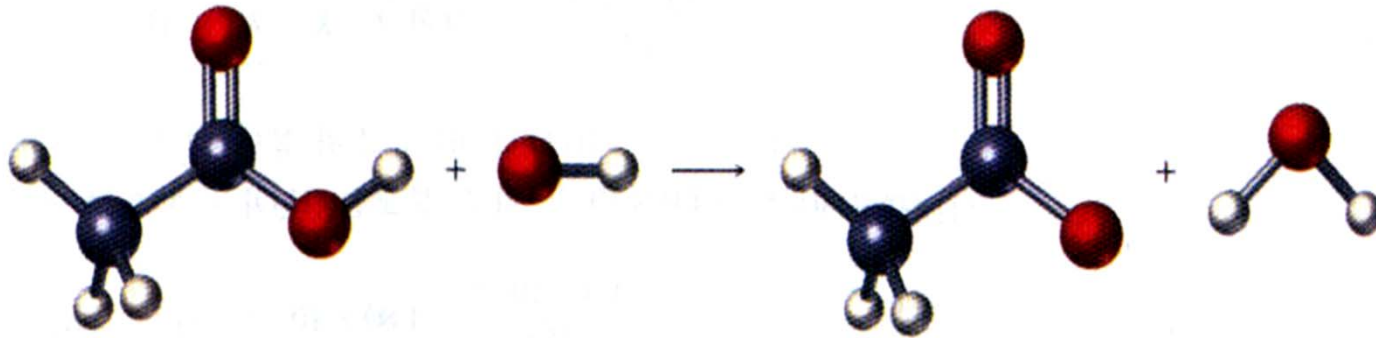


⑥ 3산염기 : 산도가 3인 염기



강산의 짝염기는 약염기이고, 강염기의 짝산은 약산이다.
약산의 짝염기는 강염기이고, 약염기의 짝산은 약산이다.

■ pK_a 값으로부터 산 염기 반응의 예측

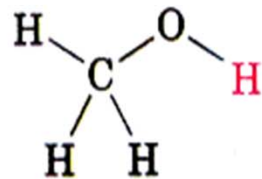


■ 유기산과 유기 염기

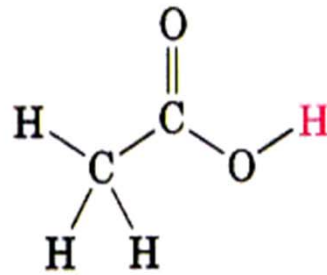
○ 유기 산

- 산소원자에 결합된 수소원자를 포함하고 있는 (O-H) methyl alcohol과 acetic acid
- C=O 이중결합 다음의 탄소원자에 결합된 수소원자를 포함하고 있는 (O=C-C-H) acetone

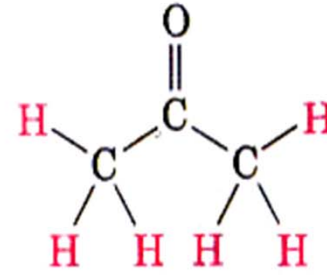
몇 가지 유기산



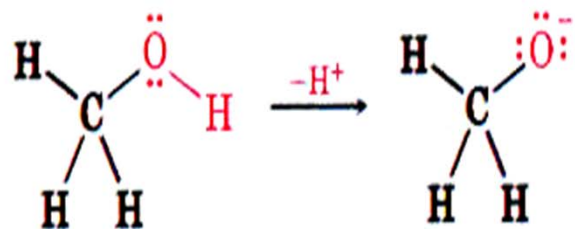
Methyl alcohol
($pK_a = 15.54$)



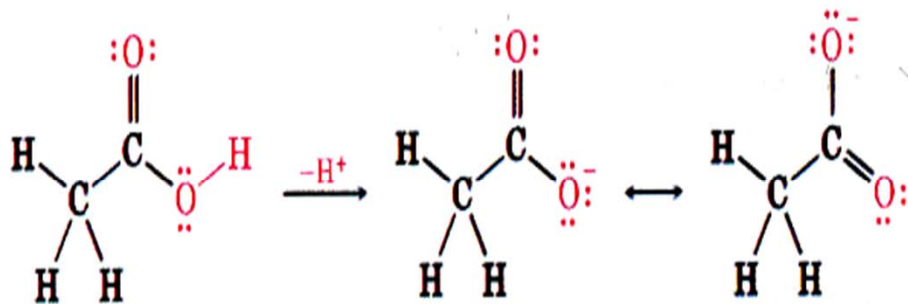
Acetic acid
($pK_a = 4.76$)



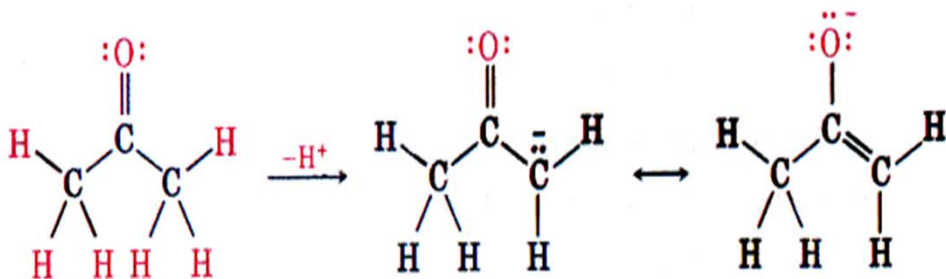
Acetone
($pK_a = 19.3$)



음이온은 전기음성도가 큰 원자에 음전하를 가짐으로써 안정화된다.



음이온은 전기음성도가 큰 원자에 있으므로 안정화되고, 또한 공명에 의해 안정화된다.



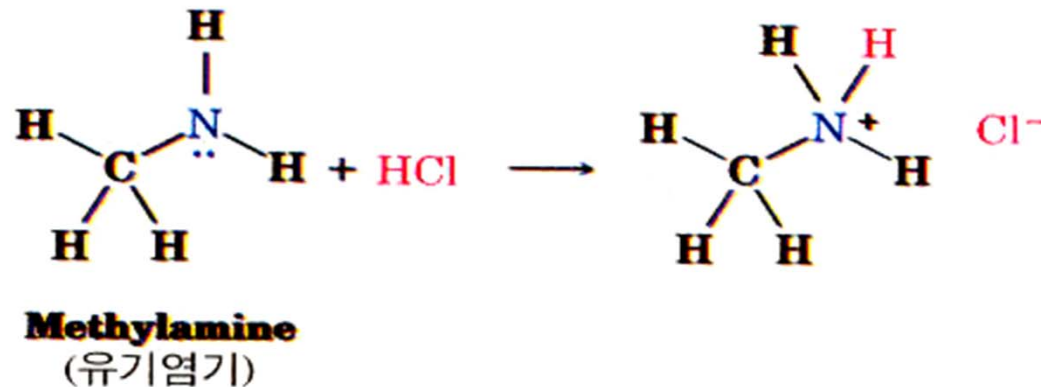
음이온은 공명에 의해 안정화되고 또 전기음성도가 큰 산소에 음전하가 있어 안정화된다.

○ 유기 염기

- 하나의 고립된 전자쌍을 가지고 있는 질소원자를 포함하고 있고, 따라서 ammonia (NH₃)처럼 거동한다.

⇒ methyl amine은 HCl과 ammonia처럼 반응한다.

♀



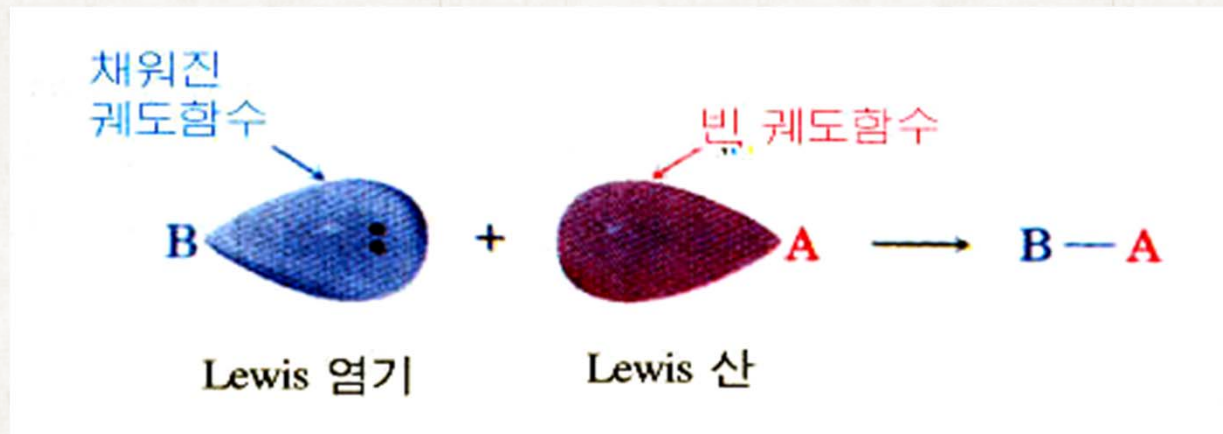
■ Lewis의 정의

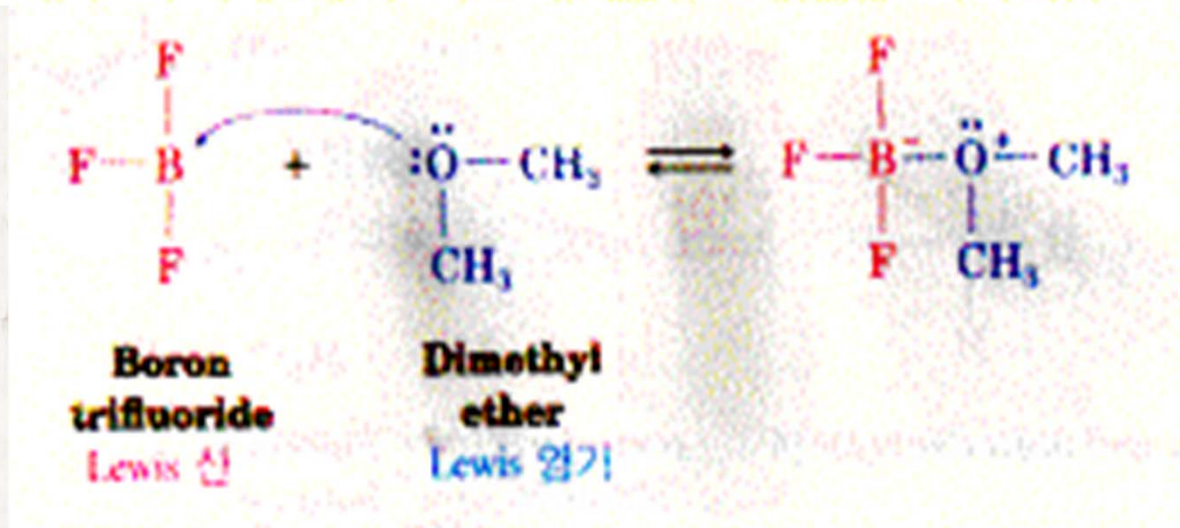
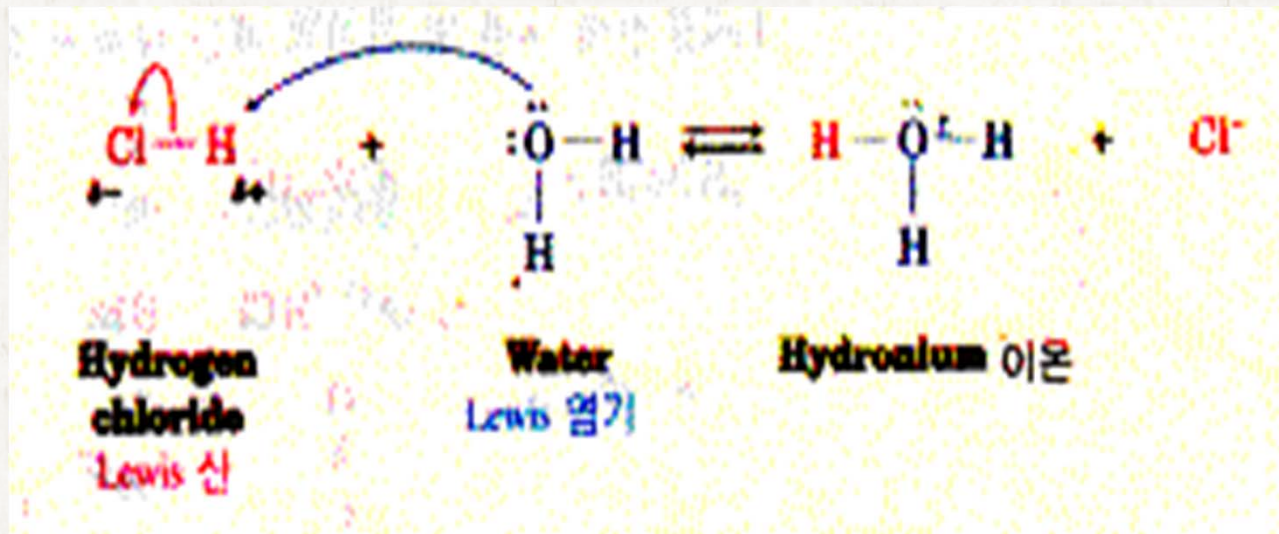
○ 산 : 비공유 전자쌍을 받을 수 있는 물질

○ 염기 : 비공유 전자쌍을 제공하는 물질

⇒ 염기에서 산으로 제공한 전자를 공유함으로서
공유결합이 형성된다.

능







Aluminum trichloride
Lewis 산

Trimethylamine
Lewis 염기

■ 정리

○ 아레니우스(Arrhenius, S. A.)의 정의

⇒ 가장 고전적인 산·염기의 정의

* 산 : 수용액에서 이온화하여 H^+ 을 이온을 내는 물질
(H^+ 은 수용액 속에서 H_2O 분자와 결합하여 H_3O^+ 로 존재함.)

* 염기 : 수용액에서 이온화하여 OH^- 을 내는 물질

예) 산 : HNO_3 , H_2SO_4 , HCl , CH_3COOH , H_3PO_4

염기 : $NaOH$, KOH , $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, NH_4OH

○ Brönsted, J. N. & Lowry, T. M. 의 정의

⇒ 확장된 산·염기의 정의

* 산 : 다른 물질에 H^+ (양성자)를 제공할 수 있는 물질

* 염기 : 다른 물질로부터 H^+ (양성자)를 제공받을 수
있는 물질

⇒ 짝산 - 짝염기의 개념을 설명할 수 있음.

- 짝산과 짝염기의 상관관계 -

산 \leftrightarrow 짝염기 + H^+

염기 + H^+ \leftrightarrow 짝산



○ 루이스(Lewis)의 정의

* 산 : 배위 결합이 형성될 때 비공유 전자쌍을
제공받는 물질

* 염기 : 배위 결합이 형성될 때 비공유 전자쌍을
제공하는 물질