# 3.ทฤษฎีกรด-เบส (Acids - Bases Theory)

ในการนิยามกรด-เบส มีนักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาค้นคว้าและให้ทฤษฎีกรด-เบสที่สำคัญไว้ดังนี้

## 3.1 ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส

อาร์เรเนียส เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดนได้ตั้งทฤษฎีกรด-เบส ในปี ค.ศ. 1887 (พ.ศ. 2430) และได้ให้คำนิยามไว้ดังนี้

Ref. http://ntc.wattano.ac.th/www/scorm/science

**กรด** คือ สารที่เมื่อละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน($H^+$) หรือ ไฮโดรเนียมไอออน($H_3O^+$) เช่น

$$HCl\ (g) \xrightarrow{H_2O} H^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$

$$HClO_4\ (l) \xrightarrow{H_2O} H^+\ (aq) + ClO_4^-\ (aq)$$

$$CH_3COOH\ (l) \xrightarrow{H_2O} H^+\ (aq) + CH_3COO^-\ (aq)$$

$$H_2SO_4\ (l) \xrightarrow{H_2O} H^+\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq)$$

$$H_2CO_3\ (l) \xrightarrow{H_2O} H^+\ (aq) + HCO_3^-\ (aq)$$

**เบส** คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน ($OH^-$) เช่น

$$NaOH\ (s) \xrightarrow{H_2O} Na^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

$$Ca(OH)_2\ (s) \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}\ (aq) + 2OH^-\ (aq)$$

$$KOH\ (s) \xrightarrow{H_2O} K^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

$$NH_4OH\ (l) \xrightarrow{H_2O} NH_4^+\ (aq) + OH^-\ (aq)$$

*** พบว่าทฤษฎีของอาร์เรเนียส จะต้องนำสารมาละลายน้ำเท่านั้นถึงจะทราบความเป็นกรด-เบสได้*** ^.^

สำหรับ www.weebly.kunkru.com

**ดังนั้นข้อจำกัดของทฤษฎีกรด-เบส อาร์เรเนียส**

- ทฤษฎีกรด-เบส อาร์เรเนียส จะเน้นเฉพาะการแตกตัวในน้ำ ให้เป็น $H^+$ และ $OH^-$ โดยไม่รวมถึงตัวทำละลายอื่นๆ จึงทำให้อธิบายความเป็นกรด-เบสได้จำกัด
- สารที่จะเป็นกรดได้ต้องมี $H^+$ อยู่ในโมเลกุล และสารที่จะเป็นเบสได้ก็ต้องมี $OH^-$ อยู่ในโมเลกุลเท่านั้น จึงทำให้อธิบายความเป็นกรด-เบสได้จำกัด

## 3.2 ทฤษฎีกรด-เบส ของเบรินสเตด-เลารี

โจฮันส์ นิโคลัส เบรินสเตด นักเคมีชาวเดนมาร์ก และ โทมัส มาร์ติน ลาวรี นักเคมีชาวอังกฤษ ได้ศึกษาการให้และรับโปรตอนของสาร เพื่อใช้ในการอธิบายและจำแนกกรด-เบสได้กว้างขึ้น และได้ตั้งทฤษฎีกรด-เบสขึ้นในปี ค.ศ.1923

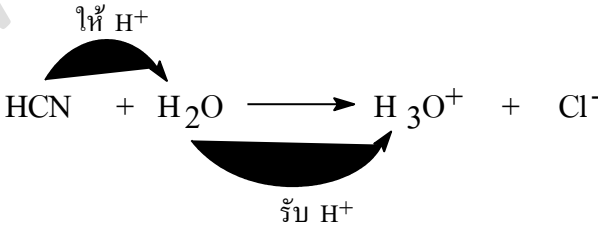
(Ref. http://www.mundoeducacao.com/autor/)

**กรด** คือ สารที่ให้โปรตอนแก่สารอื่น (Proton donor)

**เบส** คือ สารที่รับโปรตอนจากสารอื่น (Proton acceptor)

พิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้

1.

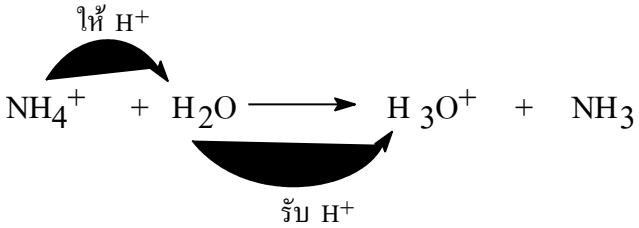



HCN เป็นสารที่ให้โปรตอน ($H^+$) ดังนั้น HCN จึงเป็นกรด

$H_2O$ เป็นสารที่รับโปรตอน ($H^+$) ดังนั้น $H_2O$ จึงเป็นเบส

สำหรับ www.weebly.kunkr.com

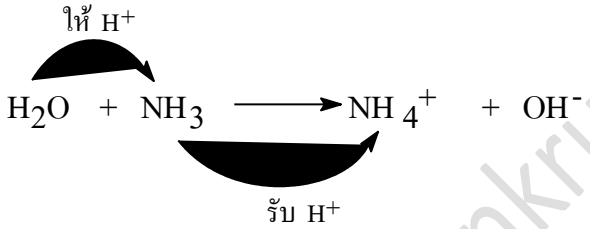
2.




$NH_4^+$ เป็นสารที่ให้โปรตอน ($H^+$) ดังนั้น $NH_4^+$ จึงเป็นกรด

$H_2O$ เป็นสารที่รับโปรตอน ($H^+$) ดังนั้น $H_2O$ จึงเป็นเบส

3.

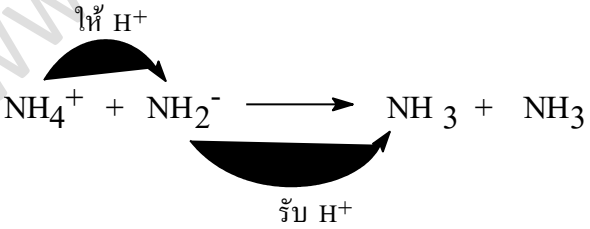



$H_2O$ เป็นสารที่ให้โปรตอน ($H^+$) ดังนั้น $H_2O$ จึงเป็นกรด

$NH_3$ เป็นสารที่รับโปรตอน ($H^+$) ดังนั้น $NH_3$ จึงเป็นเบส

*****จากปฏิกิริยาทั้ง 3 ปฏิกิริยา จะมีสารที่ให้และรับโปรตอนในแต่ละปฏิกิริยา และมี $H_3O^+$ และ $OH^-$ เกิดขึ้น แต่บางปฏิกิริยาอาจจะไม่มีสารทั้งสองชนิดนี้เลย ทฤษฎีนี้ก็ยังคงอธิบายได้ เช่น

4.



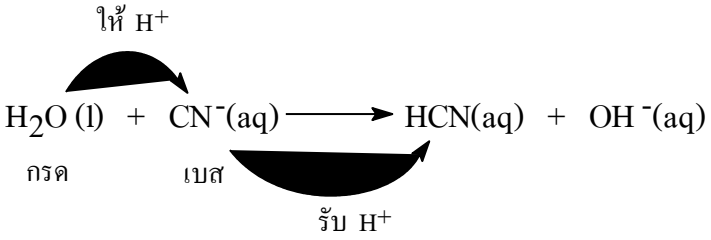

$NH_4^+$ เป็นกรด เพราะเป็นสารที่ให้โปรตอน

$NH_2^-$ เป็นเบส เพราะเป็นสารที่รับโปรตอน

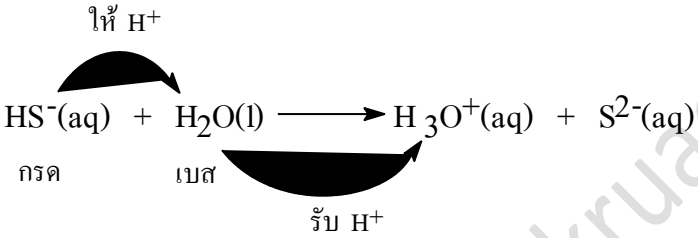
สำหรับ www.weebly.kunkruaon.com

ตัวอย่างอื่นๆ ได้แก่

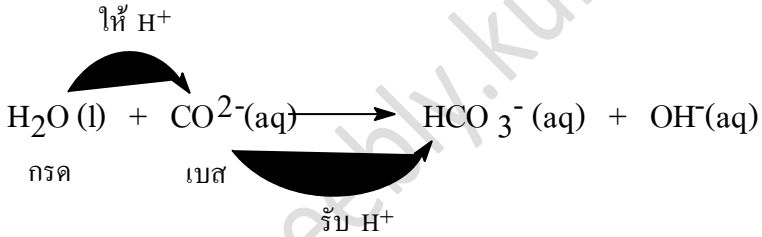
5.



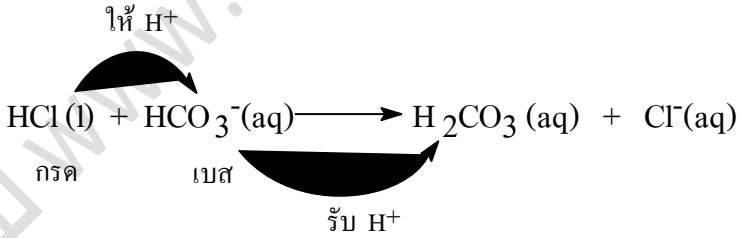

6.




7.




8.




*****จากทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตต-ลาวรี่ พบว่าลดข้อจำกัดของทฤษฎีของอาร์เรเนียสลงได้ เนื่องจากสารไม่ต้องละลายน้ำก็สามารถบอกความเป็นกรดเป็นเบสได้ ^.^*****

**!! แต่ก็ยังพบข้อจำกัดของทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตต-ลาวรี** คือ

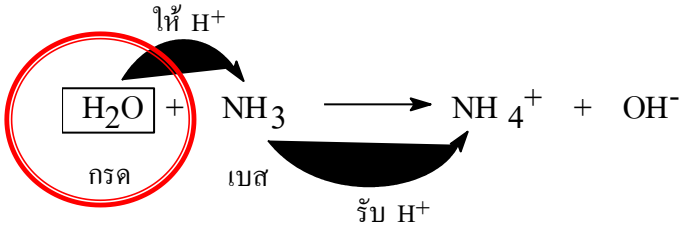
ทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตต-ลาวรี ใช้อธิบายสมบัติของกรด-เบส ได้กว้างกว่าทฤษฎีของอาร์เรเนียส แต่ยังมีข้อจำกัดคือ สารที่จะทำหน้าที่เป็นกรดจะต้องมีโปรตอนอยู่ในสารเท่านั้น

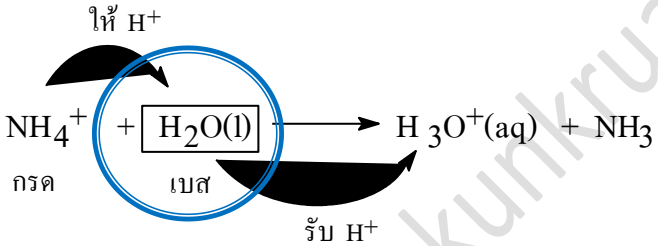
สำหรับ www.weebly.kunkruaon.com

**สารที่เป็นได้ทั้งกรดและเบส (Amphoteric)**

สารบางตัวทำหน้าที่เป็นทั้งกรด เมื่อทำปฏิกิริยากับสารหนึ่ง และทำหน้าที่เป็นเบส เมื่อทำปฏิกิริยากับอีกสารหนึ่ง นั่นคือสามารถทั้งให้โปรตอนและรับโปรตอนได้ สารที่มีลักษณะนี้เรียกว่า สารเอมโพเทอริก(Amphoteric) เช่น $H_2O$ , $HCO_3^-$ เป็นต้น

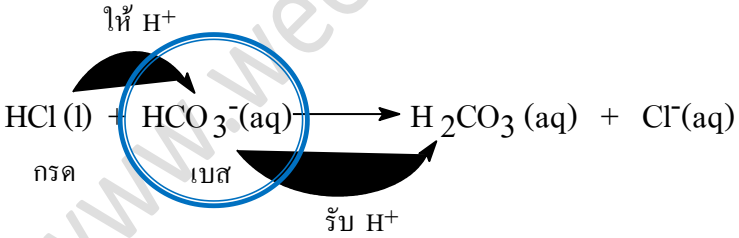
<u>กรณีของ $H_2O$</u>

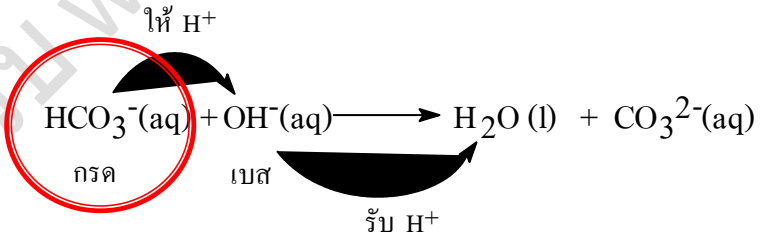



ในกรณีนี้ $H_2O$ เป็นกรดเมื่อทำปฏิกิริยากับ $NH_3$ และเป็นเบสเมื่อทำปฏิกิริยากับ $NH_4^+$

<u>กรณีของ $HCO_3^-$</u>



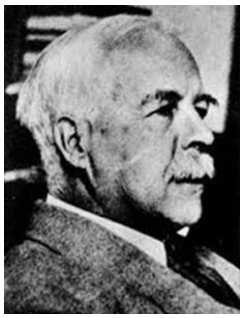




ในกรณีนี้ $HCO_3^-$ เป็นเบสเมื่อทำปฏิกิริยากับ HCl และ $HCO_3^-$ เป็นกรดเมื่อทำปฏิกิริยากับ $OH^-$

ดังนั้นจึงจะสรุปได้ว่า สารที่เป็นเอมโฟเทอริก เมื่อทำปฏิกิริยากับสารที่ให้โปรตอนได้ดีกว่า ตัวมันเองจะทำหน้าที่รับโปรตอน (เป็นเบส) แต่เมื่อทำปฏิกิริยากับสารที่รับโปรตอนได้ดีกว่า ตัวมันเองจะทำหน้าที่ให้โปรตอนกับสารนั้น (เป็นกรด) ...^.^...

สำหรับ www.weebly.kunkruaon.com

## 3.3 ทฤษฎีกรด-เบสของลิวอีส



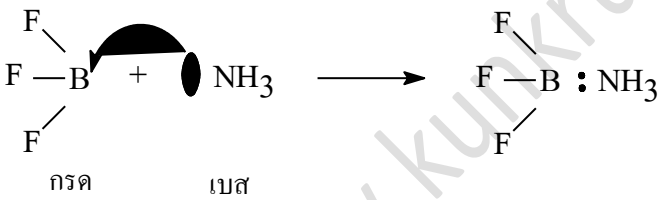
ในปี ค.ศ. 1923 (พ.ศ. 2466) ลิวอีส ได้เสนอนิยามของกรดและเบสดังนี้

**กรด** คือ สารที่สามารถรับอิเล็กตรอนคู่ จากเบส แล้วเกิดพันธะโคเวเลนต์

**เบส** คือ สารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่ในการเกิดพันธะโคเวเลนต์

(Ref.http://wiroty.blogspot.com/2011/08/blog-post.html)

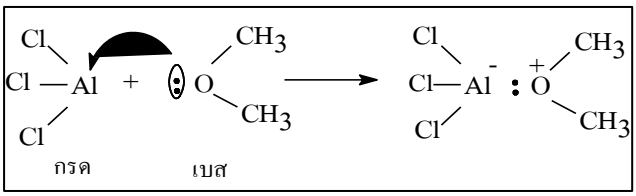
ปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบส ตามทฤษฎีนี้ อธิบายในเทอมที่มีการใช้อิเล็กตรอนคู่ร่วมกัน กรดรับอิเล็กตรอนเรียกว่าเป็น Electrophile และเบสให้อิเล็กตรอนเรียกว่าเป็น Nucleophile และตามทฤษฎีนี้สารที่เป็นเบสต้องมีอิเล็กตรอนคู่อิสระ เช่น

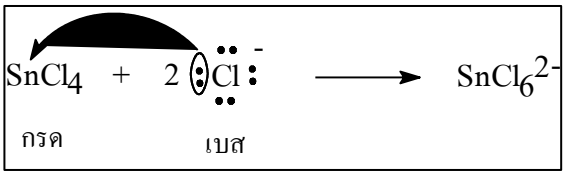


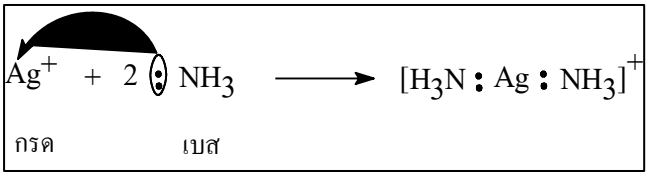

ในกรณีนี้ $NH_3$ เป็นเบส มีอิเล็กตรอนคู่ 1 คู่ จะให้อิเล็กตรอนคู่กับกรดในการเกิดพันธะโคเวเลนต์ และ $BF_3$ รับอิเล็กตรอนจาก $NH_3$ $BF_3$ จึงเป็นกรด

****ทฤษฎีของลิวอิสนี้มีข้อดีคือ สามารถจำแนกกรด-เบส ที่ไม่มีทั้ง $H^+$ หรือ $OH^-$ ในสารนั้น และแม้ว่าสารนั้นไม่ได้อยู่ในรูปสารละลาย แต่อยู่ในสถานะก๊าซก็สามารถใช้ทฤษฎีลิวอิสอธิบายความเป็นกรดเบสได้

ตัวอย่างอื่นๆ เช่น




สำหรับ www.weebly.kunkruaon.com

**<u>แบบทดสอบความรู้ ^,^</u>**

**ตัวอย่างที่ 1** ปฏิกิริยาต่อไปนี้ สารตั้งต้นใดทำหน้าที่เป็นกรด สารใดทำหน้าที่เป็นเบสตามทฤษฎีของอาร์เรเนียส

ก. $HSO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$

ข. $LiOH(s) \xrightleftharpoons{H_2O} Li^{2+} + OH^-$

ค. $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

เฉลย

ก. $HSO_4^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$

$HSO_4^-$ ให้ $H^+$ ในน้ำดังนั้น $HSO_4^-$ ทำหน้าที่เป็นกรด

ข. LiOH (s) เป็นเบสเพราะ แตกตัวให้ $OH^-$ ในน้ำ

ค. $H_2O$ เป็นทั้งกรดและเบส โมเลกุลหนึ่งให้ $H_3O^+$ (เป็นกรด) อีกโมเลกุลหนึ่งแตกตัวให้ $OH^-$ (เป็นเบส)

**<u>ตัวอย่างที่ 2</u>** ในปฏิกิริยาต่อไปนี้ $HCO_3^-$ ไอออนทำหน้าที่เป็นกรดในปฏิกิริยาใด

ก. $HCO_3^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + OH^-(aq)$

ข. $HCO_3^-(aq) + OH^-(aq) \rightleftharpoons H_2O(l) + CO_3^{2-}(aq)$

ค. $HCO_3^-(aq) + HSO_4^-(aq) \rightleftharpoons H_2CO_3(aq) + SO_4^{2-}(aq)$

ง. $HCO_3^-(aq) + CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H_2O(l) + CO_2(g) + CH_3COO^-(aq)$

เฉลย

ก. $HCO_3^-(aq)$ ไม่ใช่กรด แต่เป็นเบสเพราะรับ $H^+$

ข. $HCO_3^-(aq)$ เป็นกรด เพราะให้ $H^+$ กับ $OH^-$

ค. $HCO_3^-(aq)$ เป็นเบส เพราะรับ $H^+$

ง. $HCO_3^-(aq)$ เป็นเบส เพราะรับ $H^+$ จาก $CH_3COOH(aq)$ ได้ $H_2O(l) + CO_2(g)$

สำหรับ www.weebly.kunkruaon.com

**<u>ตัวอย่างที่ 3</u>** สารต่อไปนี้ ข้อใดทำหน้าที่ได้ทั้งกรดและเบส

ก. $HC_2O_4^{2-}$

ข. $CO_3^{2-}$

ค. $CN^-$

ง. $HSO_4^-$

เฉลย

ข้อ ก และ ง เป็นได้ทั้งกรดและเบส (Amphoteric) เพราะสามารถให้ และรับ $H^+$ ได้

ข้อ ข และ ค. เป็นเบสได้เพียงอย่างเดียว เพราะให้โปรตอนไม่ได้เนื่องจากไม่มี H แต่สามารถรับโปรตอนได้ กลายเป็น $HCO_3^-$ และ HCN ตามลำดับ

สำหรับ www.weebly.kunkruaon.com

สำหรับ www.weebly.kunkruaon.com