

กว่าจะเป็น “ทฤษฎีกรด – เบส” (Acid – Base Theory)

มนุษย์เริ่มให้ความสนใจและศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเรื่อง กรด – เบส (Acid – Base) และสามารถนำสารชนิดต่าง ๆ รอบตัวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ตั้งแต่ ศตวรรษที่ 13 โดยนักเล่นแร่แปรธาตุชื่อ เรย์มอนด์ ลูลีย์ (Raymund Lully) ได้นำกรดในธรรมชาติมาผสมกับกรดไฮโดรคลอริกที่เรียกว่า Acqua Water หรือ Water of Kings แล้วนำไปใช้ในการละลายทองได้

คำว่า Acid เป็นคำที่มาจากภาษาละตินว่า Acetum ซึ่งแปลว่า เบียร์ว ดังนั้นคำว่า กรด จึง เป็นคำที่ใช้ อธิบายถึงสิ่งที่มีรสเปรี้ยว แต่เมื่อเวลาผ่านไป นักเคมีพบว่ากรดมีสมบัติอื่น ๆ อีก เช่น เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นสีแดง กัดกร่อนโลหะ และตกตะกอน ซัลเฟตจากสารละลายแอลคาไลน์ (Alkaline) ส่วนคำว่า Alkaline เป็นคำที่มาจากภาษาอารบิกว่า Al Kalja ซึ่งใช้ เรียกส่วนที่ละลายน้ำได้จากเถ้าของพืช นักเคมีรุ่นก่อนยังพบว่าแอลคาไลน์มี คุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ลื่นมือ ใช้น้ำจัดไขมัน และน้ำมันจากเสื้อผ้า และสามารถเปลี่ยน สีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ซึ่ง

ในช่วงแรกคำว่าแอลคาไลน์นี้จะหมายถึง สารประกอบประเภทไฮดรอกไซด์และ คาร์บอเนตของโซเดียมและโพแทสเซียม เท่านั้น แต่ต่อมาในปี ค.ศ. 1744 นักเคมีชื่อ Ruoelle ได้ขยายความให้ครอบคลุมถึง Alkaline Earth Analogues และได้สร้างนิยามคำศัพท์เรียกสารประเภท แอลคาไลน์นี้ว่า เบส (Base)

คำนิยาม : กรด - เบส คืออะไร?

ปี ค.ศ. 1648 Johann Rudolph Glauber เป็นนักเคมีคนแรกที่ทำให้คำนิยาม ของกรดและเบสว่าเป็นสารที่มีสมบัติตรงข้ามกัน และให้คำนิยามของเกลือว่าเกิด จากการทำปฏิกิริยาของกรดและเบส ซึ่ง

นำไปสู่แนวคิดที่ว่าเกลือสามารถแตกตัว เป็นกรดและเบสได้ แต่ก็มีนักวิทยาศาสตร์ จำนวนมากที่ไม่เห็นด้วยกับแนวคิดนี้ โดยเฉพาะ Robert Boyle ซึ่งอ้างหลักฐาน ของลักษณะกายภาพและอธิบายการมีรส เปรี้ยวของกรดว่าเกิดจากการที่กรดมี อนุภาคเล็กๆ ที่แหลมคม และการที่เกลือ ไม่มีรสเปรี้ยวเนื่องจากอนุภาคของกรดถูก ห่อหุ้มด้วยอนุภาคกลม ๆ ของเบส

นักเคมีชื่อ Lavoisier ให้ คำอธิบายว่ากรดมีออกซิเจนเป็นองค์ ประกอบและกรดต้องเป็นสารประกอบ ของออกซิเจนกับสารอื่นที่ไม่ใช่โลหะ โดยสารประกอบพวกซิลิกา (SiO₂) จัดเป็น สารประเภทกรด แต่นักธรณีวิทยาส่วนใหญ่ไม่เห็นด้วยกับแนวคิดนี้ เพราะหินมี สารพวกซิลิกาเป็นองค์ประกอบจำนวนมาก และไม่จัดหินเป็นสารประเภทกรด

ต่อมา นักเคมีชาวอังกฤษชื่อ Humphry Davy ได้ศึกษาเพื่อหาหลักฐาน มาล้มล้างแนวคิดของ Lavoisier ได้ในช่วงต้นศตวรรษที่ 19 โดยอธิบายว่ากรด

Muriatic (คือกรดไฮโดรคลอริก HCl) เป็นกรดที่ไม่มีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ แต่มีไฮโดรเจนและคลอรีนเป็นองค์ประกอบเท่านั้น ในปี ค.ศ. 1838 นักเคมีชื่อ Justus von Liebig ได้ให้คำอธิบายว่าการดอินทรีย์เป็นสารประกอบที่มีไฮโดรเจนเป็นส่วนประกอบ และไฮโดรเจนสามารถถูกแทนที่ได้ด้วยโลหะ

ความเป็นมาของทฤษฎีกรด - เบส

ปี ค.ศ. 1884 นักเคมีชาวสวีเดนชื่อ สวันเต อาากุสต์ อาร์เรเนียส (Svante A. Arrhenius) ซึ่งกำลังทำวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก ได้เสนอแนวคิดที่ว่า กรดคือสารที่ละลายน้ำแล้วจะแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน ส่วนเบสคือสารที่ละลายน้ำแล้วจะแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน ซึ่งเป็นแนวคิดที่ไม่ได้รับการยอมรับในวงการวิทยาศาสตร์ จนเมื่ออาร์เรเนียสได้รับรางวัลโนเบล (Nobel Prize) สาขาเคมี ในปี ค.ศ. 1903 แนวคิดนี้จึงเป็นที่ยอมรับมากขึ้น โดยอาร์เรเนียสได้อธิบายเพิ่มเติมว่าการดมีสมบัติเฉพาะ คือเมื่อละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออนและแอนไอออน ส่วนเบสคือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกซิลไอออนและแคทไอออน ซึ่งเมื่อไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกซิลไอออนรวมตัวกันจะได้สารประกอบคือน้ำ

นับได้ว่าทฤษฎีของอาร์เรเนียสได้นำไปสู่ความก้าวหน้าด้านเคมีเป็นอย่างมาก ซึ่งต่อมาในปี ค.ศ. 1923 นักเคมีชาวอังกฤษชื่อ มาร์ติน ทอมัส ลาวรี (Martin T. Lowry) และโยฮันเนส



▲ รูปที่ 1 สวันเต อาากุสต์ อาร์เรเนียส (Svante A. Arrhenius)

นิโคเลาส์ เบรินสเตด (Johannes N. Børsted) นักเคมีชาวเดนมาร์ก ได้เสนอแนวคิดที่คล้ายกัน คือ กรดหมายถึงสารที่ให้โปรตอน ส่วนเบสคือสารที่รับโปรตอน โดยมีข้อแตกต่างกันเล็กน้อยคือ เบรินสเตดสรุปสถานะของไฮโดรเจนในสารละลาย



2.

ว่าเป็นไฮโดรเจนไอออน (H^+) แต่ลาวรีเสนอว่าเป็นไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+)

นักเคมีชื่อ กิลเบิร์ต นิวตัน ลิวอิส (Gilbert Newton Lewis) ซึ่งเป็นหัวหน้าภาควิชาเคมีของมหาวิทยาลัยเบิร์กลีย์ (Berkeley University) มลรัฐแคลิฟอร์เนีย ได้ให้คำนิยามของกรดคือสารที่สามารถรับอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจากสารอื่นแล้วเกิดพันธะโคเวเลนต์ ส่วนเบสคือสารที่สามารถให้อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวแก่สารอื่นแล้วเกิดพันธะโคเวเลนต์ ซึ่งทฤษฎีของ ลิวอิสเป็นทฤษฎีที่ได้รับการยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวาง

ความก้าวหน้าของทฤษฎีกรด - เบส

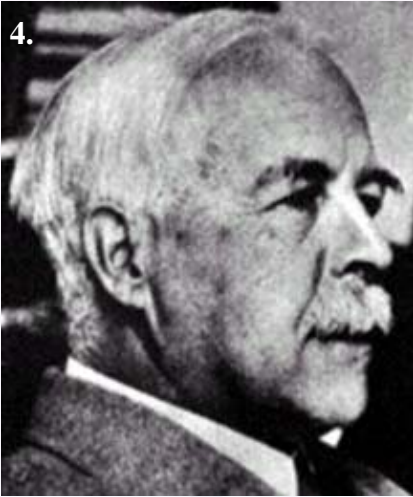
ปี ค.ศ. 1909 นักเคมีชื่อ ซอเรน ซอเรนเซน (Søren Sørensen) ซึ่งเป็นผู้อำนวยการแผนกเคมีของ Calsberg Laboratory เมืองโคเปนเฮเกน ได้ศึกษาเกี่ยวกับโปรตีนในสารละลาย และต่อมาได้ตีพิมพ์ผลงานชื่อ "Studies on Enzymes II"



3.

◀ รูปที่ 2 โยฮันเนส นิโคเลาส์ เบรินสเตด (Johannes N. Børsted)

▲ รูปที่ 3 มาร์ติน ทอมัส ลาวรี (Martin T. Lowry)



รูปที่ 4 กิลเบิร์ต นิวตัน ลิวอิส (Gilbert Newton Lewis)

ซึ่งซอเรนเซนได้อธิบายว่า อัตราการแยกตัวของโปรตีนโดยเอนไซม์เกิดจากปัจจัยหลายประการ รวมถึงระดับความเป็นกรดหรือเบสของสารละลายนั้นด้วย ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายไม่ใช่ตัวแปรสำคัญ แต่เกิดจากปริมาณของกรดที่แตกตัวมากกว่า ดังนั้น ซอเรนเซน จึงได้ทำการศึกษาจนสามารถพัฒนาเครื่องวัดค่าพีเอช (pH - Meter) เพื่อวัดค่าความเป็นกรด - เบสได้ เช่น สารละลายที่มีไฮโดรเจนไอออนเท่ากับ 0.01 จะมีค่า pH เป็น 10^{-2} ทั้งนี้ ซอเรนเซน ไม่ได้อธิบายว่าทำไมถึงใช้สัญลักษณ์ pH แทนค่าระดับความเป็น

เฉพาะแนวคิดของลาร์รีที่ว่า “ปัจจัยสำคัญของการวัดค่า pH มาจากไฮโดรเนียมไอออนมากกว่าไฮโดรเจนไอออน” ทำให้ได้สมการของการคำนวณค่า pH ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ $pH = -\log a_{H_3O^+}$ ซึ่งสามารถตรวจวัดปริมาณของไฮโดรเนียมไอออนได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า แมสสเปกโทรสโกปี (Mass Spectroscopy)

จะพบว่าความรู้เกี่ยวกับเรื่องทฤษฎีกรด - เบส มีวิวัฒนาการและมีการเปลี่ยนแปลงที่น่าสนใจตลอดช่วงหลายศตวรรษที่ผ่านมา ดังจะเห็นได้จากการเสนอหลักฐาน



รูปที่ 5 Søren Sørensen

“ นักเคมีคนแรกก็ให้คำนิยามของกรดและเบสว่าเป็นสารที่มีสมบัติตรงข้ามกัน และให้คำนิยามของเกลือว่าเกิดจากการทำปฏิกิริยาของกรดและเบส ซึ่งนำไปสู่แนวคิดที่ว่าเกลือสามารถแตกตัวเป็นกรดและเบสได้...”

กรด - เบส แต่มีผู้สันนิษฐานว่า p มาจากภาษาเยอรมันว่า Potenz แปลว่าพลังหรือความเข้มข้นนั่นเอง

ซอเรนเซนนับเป็นนักเคมีที่มีบทบาทและความสำคัญต่อวงการวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นผู้บุกเบิกแนวคิดและทฤษฎีที่สำคัญ ๆ หลายเรื่อง เช่น คอลลอยด์ (Colloid) สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer) และปฏิกิริยาของบอเรต ซิเตรต ฟอสเฟตและไกลซีน (Aminoethanoic Acid)

จากการศึกษาและค้นคว้าของนักเคมีในหลายศตวรรษที่ผ่านมา โดย

และทฤษฎีใหม่ ๆ ของนักเคมีหลาย ๆ คน เพื่อมาลบล้างแนวคิดเดิมที่ยังไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนักเคมีให้ความสนใจและมุ่งศึกษาเพื่อหาคำอธิบายที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับทฤษฎีกรด - เบสอย่างไม่หยุดนิ่ง โดยนักเคมีบางคนอาจจะใช้เวลาเกือบทั้งชีวิตเพื่อศึกษา ทดลอง และหาคำตอบ แต่ก็ยังคงมีประเด็นต่าง ๆ ที่น่าสนใจให้นักเคมีศึกษาและค้นคว้าต่อไป และคงเป็นเรื่องที่น่าชื่นชมมากทีเดียว ถ้านักเคมีของไทยสามารถคิดค้นทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับไปทั่วโลกเช่นทฤษฎีกรด - เบสบ้าง !