

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติความเป็นกรด-เบสของสาร ความแรงของกรด-เบส การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์และค่า pH ปฏิกริยาระหว่างกรดกับเบส การไทเทรตกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ความรู้พื้นฐานในการเรียนเคมีไฟฟ้า เซลล์กัลวานิก เซลล์อเล็กโทรไลต์

โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรมและจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

1. ระบุ และอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเต็ด-ลาวรี และลิวอิส
2. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเต็ด-ลาวรี
3. คำนวณ และเปรียบเทียบความสามารถในการแตกตัวหรือความแรงของกรดและเบส
4. คำนวณค่า pH ความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส
5. เขียนสมการเคมีแสดงปฏิกิริยาสะเทิน และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายหลังการสะเทิน
6. เขียนปฏิกิริยาไฮโดรลิซิสของเกลือ และระบุความเป็นกรด-เบสของสารละลายเกลือ
7. ทดลอง และอธิบายหลักการการไทเทรตและเลือกใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการไทเทรตกรด-เบส
8. คำนวณปริมาณสารหรือความเข้มข้นของสารละลายกรดหรือเบสจากการไทเทรต
9. อธิบายสมบัติ องค์ประกอบ และประโยชน์ของสารละลายบัฟเฟอร์
10. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างการใช้ประโยชน์ และการแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับกรด-เบส
11. คำนวณเลขออกซิเดชัน และระบุปฏิกิริยาที่เป็นปฏิกิริยารีดอกซ์
12. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันและระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ รวมทั้งเขียนครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันและครึ่งปฏิกิริยารีดักชันของปฏิกิริยารีดอกซ์
13. ทดลอง และเปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดส์ และเขียนแสดงปฏิกิริยารีดอกซ์
14. อธิบายปฏิกิริยารีดอกซ์ด้วยการใช้เลขออกซิเดชันและวิธีครึ่งปฏิกิริยา
15. ระบุองค์ประกอบของเซลล์เคมีไฟฟ้า และเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาที่แอโนดและแคโทด ปฏิกิริยารวม และแผนภาพเซลล์
16. คำนวณค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และระบุประเภทของเซลล์เคมีไฟฟ้า ชั่วไฟฟ้า และปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น
17. อธิบายหลักการทำงาน และเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาของเซลล์ปฐมภูมิและเซลล์ทุติยภูมิ
18. ทดลองชุบโลหะและแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า และอธิบายหลักการทางเคมีไฟฟ้าที่ใช้ในการชุบโลหะ การแยกสารเคมีด้วยกระแสไฟฟ้า การทำโลหะให้บริสุทธิ์ และการป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
19. สืบค้นข้อมูล และนำเสนอตัวอย่างความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เคมีไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน

รวมทั้งหมด 19 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์
เจียมจิต กุลลาลา

ผู้ตรวจ

รศ. ดร.คณิตา ตั้งคณานุรักษ์
ดร.ธีระชาติ สี่ประเสริฐ
ดร.ลัดดา ผลวัฒน์

บรรณาธิการ

รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เคมี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง	ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ เจียมจิต กุลมาลา
ผู้ตรวจ	รศ. ดร.คณิตา ตั้งคณานุรักษ์ ดร.ธีระชาติ ลิ้ประเสริฐ ดร.ลัดดา ผลวัฒน์
บรรณาธิการ	รศ. ดร.นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์.

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2--กรุงเทพฯ : แม็คเ็ดดูเคชั่น, 2562.
344 หน้า.

1. เคมี--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).

I. เจียมจิต กุลมาลา, ผู้แต่งร่วม. II. ชื่อเรื่อง.

540.7

ISBN 978-616-345-149-1

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 15,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากนี้ยังได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

MAC EDUCATION

ส่งขนาดไฟล์ส่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว

ในนาม บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด

9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว

แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท พิมพ์ดี จำกัด

คำชี้แจง

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการ
ทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยในระยะแรกให้ปรับปรุงมาตรฐาน
การเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระภูมิศาสตร์
ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับใช้ในปีการศึกษา 2561 ในชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ปีการศึกษา 2562 ให้ใช้ในชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 เป็นต้นไปให้ใช้
ในทุกชั้นเรียน ซึ่งการปรับหลักสูตรครั้งนี้มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการเรียนรู้อ
ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ
สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือ
สร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังให้เกิดการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ทั้งด้านความสามาร
ทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่าง
ถูกต้องและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนหลักสูตรข้างต้น บริษัท แม็คเ็ดดูเคชั่น จำกัด
จึงได้มอบหมายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านกาวัดและประเมินผล
ได้ปรับปรุงพัฒนาหนังสือเรียนให้สอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ของหลักสูตรในกลุ่มสาระ
การเรียนรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลง และให้สอดคล้องกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 และยุทธศาสตร์ชาติ
20 ปี

โดยหนังสือเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้ผู้ใช้หนังสือเรียนได้ทราบเป้าหมายการเรียนรู้
ในตอนต้นหน่วยการเรียนรู้ จากสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี และทุกหัวข้อหลักจะนำเสนอแนวคิด
สำคัญเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็ความรู้ ความคิดที่เป็นแกนสำคัญที่ต้องเรียนรู้ให้ลึกซึ้ง และการเรียนรู้ที่ดี
ผู้เรียนควรได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ ก่อนเรียนเรื่องใหม่ ดังนั้น ในหนังสือเรียนจะมีการ
สอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ

ตนเอง หรือบางหัวข้ออาจเป็นการฝึกทักษะให้ชำนาญก่อน สิ่งที่เพิ่มเติมในหนังสือเรียนเล่มนี้คือ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและสารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนเล่มนี้จึงได้มีการเสริมเนื้อหาเพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วยโดยใช้สัญลักษณ์  ผู้เรียนสามารถใช้ส마트โฟนสแกน QR Code หรือเปิดเว็บไซต์ MACeducation.com เพื่อเข้าเมนู การศึกษาพื้นฐาน >>> MAC iLink และเลือกเปิดดูส่วนเสริมของบทเรียนในหนังสือเรียนแต่ละเล่มได้ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียนสำหรับผู้เรียนได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบองค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ หรือเป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำและทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการปรับปรุงหนังสือเรียนครั้งนี้ให้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอดูเคชัน จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้การศึกษา เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของการปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอดูเคชัน จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2 ได้พัฒนาและปรับปรุงเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

คณะผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียนการสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิธีการสำรวจตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาการทำงานร่วมกัน นำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 9 หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ระบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด คณะผู้เรียบเรียงขอน้อมรับคำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

ศรีลักษณ์ ผลวัณณะ
เจียมจิต กุลมาลา

สารบัญ

ตอนที่ 1 กรด-เบส	1-207
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สมบัติความเป็นกรด-เบสของสาร	2
1. การจำแนกประเภทของสารจากสูตรเคมี	5
2. สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์	13
3. สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย	16
4. ทฤษฎีกรด-เบส	23
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	36
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความแรงของกรด-เบส	38
1. กรดแก่-กรดอ่อน	41
2. เบสแก่-เบสอ่อน	55
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	69
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์และค่า pH	70
1. การแตกตัวของน้ำบริสุทธิ์	73
2. การคำนวณความเข้มข้นของไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนของสารละลายกรดและเบส	75
3. pH ของสารละลาย	81
4. อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส	88
5. pH ของสารในชีวิตประจำวัน	97
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	105
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปฏิกริยาระหว่างกรดกับเบส	107
1. ปฏิกริยาสะเทินและสมบัติของระบบ ณ จุดสมมูล	110
2. เกลือ	116
3. ปฏิกริยาไฮโดรลิซิส	119
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	128

หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 การไทเทรตกรด-เบส	130
1. หลักการไทเทรตกรด-เบส	133
2. การเปลี่ยนแปลงค่า pH ในการไทเทรตกรด-เบส	141
3. การคำนวณเกี่ยวกับการหาปริมาณสารในปฏิกริยาระหว่างกรดกับเบส	146
4. อินดิเคเตอร์กับการไทเทรตกรด-เบส	152
5. การหาปริมาณสารด้วยวิธีไทเทรต	155
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	166
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6 สารละลายบัฟเฟอร์และประโยชน์ของกรด-เบส	169
1. ความหมายของสารละลายบัฟเฟอร์	172
2. วิธีตรวจสอบสารละลายบัฟเฟอร์	177
3. การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์และปฏิกริยาการควบคุมค่า pH	179
4. การคำนวณหาค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์	185
5. สารละลายบัฟเฟอร์ในธรรมชาติ	191
6. ประโยชน์ของกรด-เบสและการแก้ปัญหาที่เกิดจากสมบัติความเป็นกรด-เบส	196
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	202
ตอนที่ 2 เคมีไฟฟ้า	208-329
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 ความรู้พื้นฐานในการเรียนเคมีไฟฟ้า	209
1. เลขออกซิเดชัน	212
2. ปฏิกริยารีดอกซ์	215
3. ปฏิกริยาเคมีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชัน	220
4. การดุลสมการรีดอกซ์	221
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	233

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เซลล์เคมีไฟฟ้า : เซลล์กัลวานิก

1. การสร้างเซลล์กัลวานิก
 2. การเขียนแผนภาพเซลล์กัลวานิก
 3. ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของเซลล์และศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์
 4. ประโยชน์ของค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของครึ่งเซลล์
 5. เซลล์ความเข้มข้น
 6. ประเภทของเซลล์กัลวานิกและการนำไปใช้ประโยชน์
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

235

237

245

247

251

253

258

283

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 เซลล์เคมีไฟฟ้า : เซลล์อิเล็กโทรไลต์

1. ส่วนประกอบและหลักการของเซลล์อิเล็กโทรไลต์
 2. การแยกสารด้วยกระแสไฟฟ้า
 3. การชุบโลหะและการทำโลหะให้บริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้า
 4. การป้องกันการกัดกร่อนของโลหะ
 5. ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการนำหลักการของเคมีไฟฟ้าไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

287

289

291

301

308

317

326

บรรณานุกรม

330

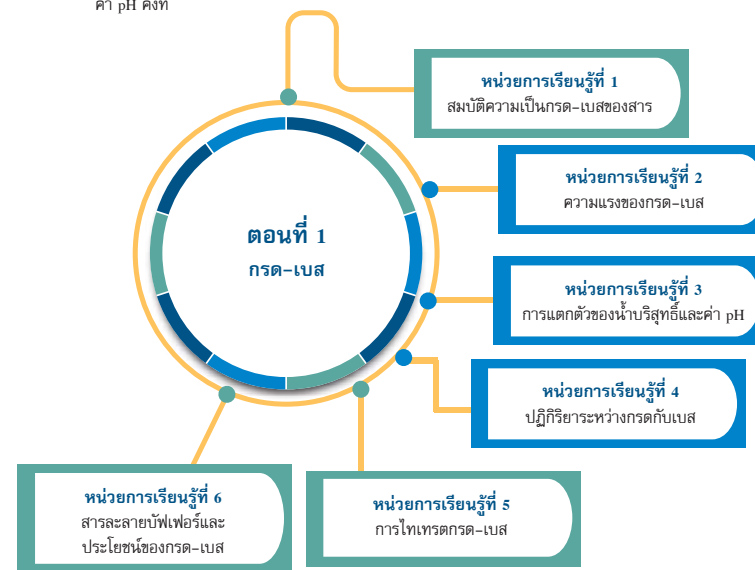
อภิธานศัพท์

331

ตอนที่ 1

กรด-เบส

ศึกษาสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารโดยดูจากสูตรเคมีหรือใช้ทฤษฎีกรด-เบส ความแรงของกรด-เบส พิจารณาจากสมการแตกตัวในน้ำ ถ้าเป็นกรดแก่-เบสแก่จะแตกตัวเป็นไอออนได้อย่างสมบูรณ์ ไม่มีค่าคงที่สมดุล ค่าคงที่สมดุลของกรดอ่อน-เบสอ่อนใช้เปรียบเทียบความแรงของกรดอ่อน-เบสอ่อน และคำนวณหาปริมาณไฮโดรเนียมไอออนหรือไฮดรอกไซด์ไอออนในสารละลายได้ การบอกค่าความเป็นกรดอ่อน-เบสอ่อนอาจบอกได้ด้วยค่า pH การศึกษาปฏิกิริยาระหว่างกรด-เบสทำให้ทราบสมบัติของระบบ ณ จุดสมดุล ในกรณีที่ต้องการทราบความเข้มข้นของกรด-เบสสามารถทำได้โดยการไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้นแล้ว สมบัติอีกประการ คือ สมบัติความเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตและสิ่งแวดล้อมเพื่อรักษาสถิตของของเหลวให้มีค่า pH คงที่





หน่วยการเรียนรู้ที่

1



สมบัติความเป็นกรด-เบสของสาร

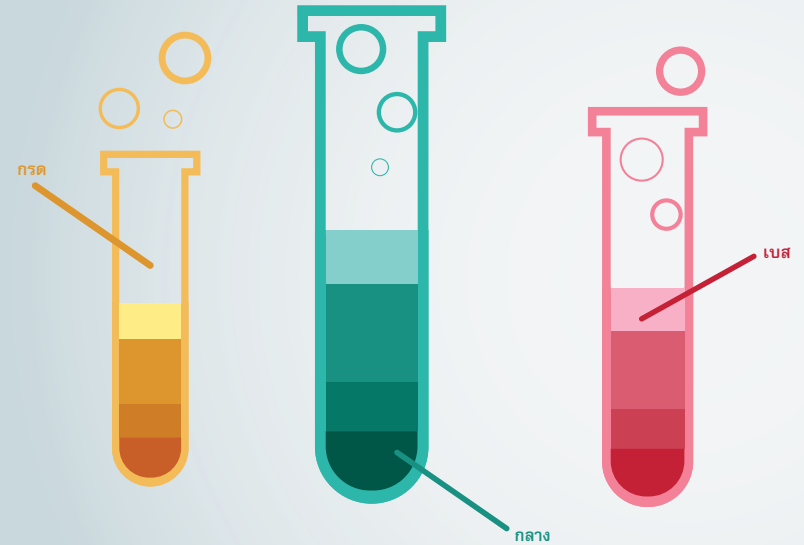
สาระการเรียนรู้

1. การจำแนกประเภทของสารจากสูตรเคมี
2. สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์
3. สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย
4. ทฤษฎีกรด-เบส

ผลการเรียนรู้

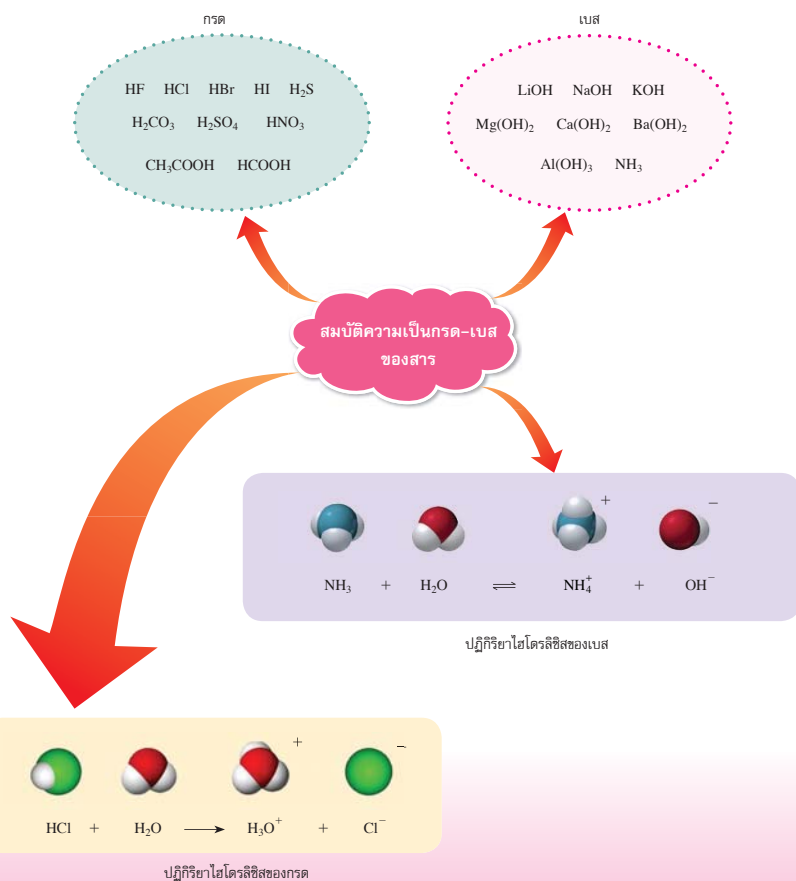
1. ระบุและอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส
2. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

สารละลายบางชนิดมีสมบัติเป็นกรดหรือเบสเนื่องจากไอออนที่อยู่ในสารละลาย



ไอออนใดที่ทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส

การแบ่งประเภทของสารเคมีอาจพิจารณาจากสูตรเคมี จำแนกได้เป็นกรด เบส และเกลือ ซึ่งเมื่อสารละลายในน้ำจะทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลางและสามารถตรวจสอบได้ การแบ่งประเภทของสารตามสมบัติความเป็นกรด-เบสในทางทฤษฎีใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส



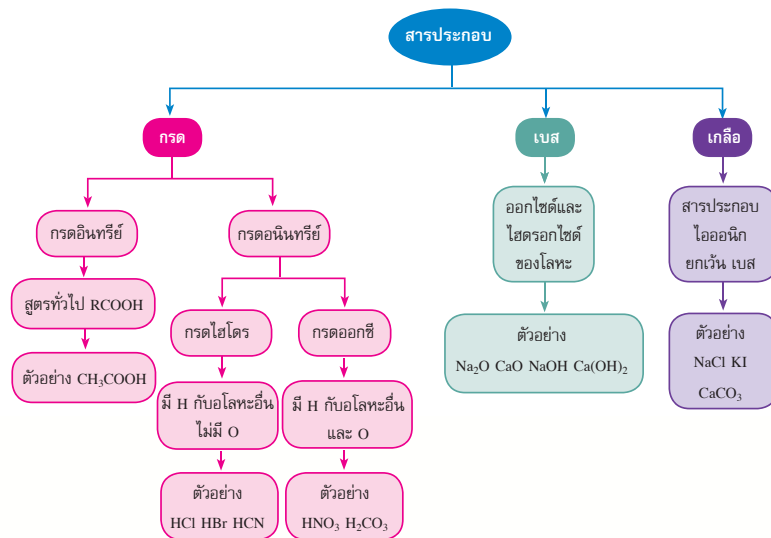
1. การจำแนกประเภทของสารจากสูตรเคมี



แนวคิดสำคัญ

การแบ่งประเภทของสารเคมีอาจพิจารณาจากสูตรเคมี จำแนกได้เป็นกรด เบส และเกลือ ซึ่งเมื่อสารละลายในน้ำจะทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลางและสามารถตรวจสอบได้ การแบ่งประเภทของสารตามสมบัติความเป็นกรด-เบสในทางทฤษฎีใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวอิส

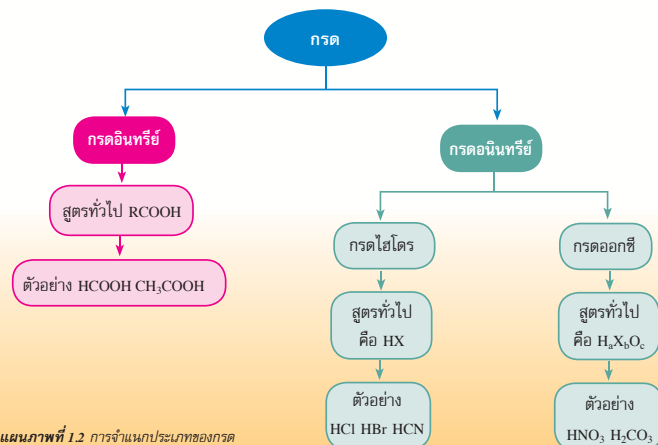
สารประกอบมีจำนวนมากมาย เพื่อให้เกิดความสะดวกในการศึกษาจึงจำแนกประเภทของสารประกอบโดยพิจารณาจากสูตรเคมีและสมบัติของสารประกอบได้เป็น 3 ชนิด คือ กรด เบส และเกลือ ดังแผนภาพที่ 1.1



แผนภาพที่ 1.1 การจำแนกประเภทของสารจากสูตรเคมี

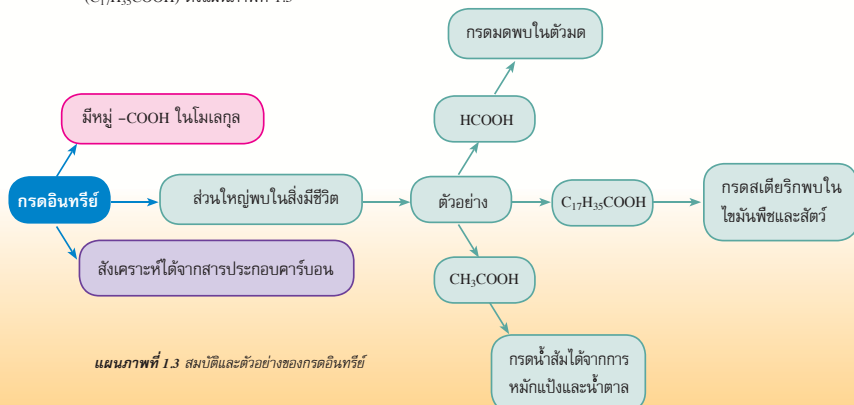
1.1 กรด

กรด (acid) เป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจนสร้างพันธะโคเวเลนต์กับโลหะที่มีค่าอิเล็กโตร-เนกาติวิตีสูง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ กรดอินทรีย์และกรดอนินทรีย์ ดังแผนภาพที่ 1.2



แผนภาพที่ 1.2 การจัดประเภทของกรด

1. กรดอินทรีย์ (organic acid) หมายถึง กรดที่มีหมู่คาร์บอกซิล ($-\text{COOH}$) ในโมเลกุลของกรด ส่วนใหญ่พบในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดฟอร์มิกหรือกรดมด (HCOOH) กรดแอซิกหรือกรดน้ำส้ม (CH_3COOH) กรดสเตียริก ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$) ดังแผนภาพที่ 1.3



แผนภาพที่ 1.3 สมบัติและตัวอย่างของกรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์จัดเป็นกรดอ่อน แตกตัวเป็นไอออนได้น้อย

การเรียกชื่อกรดอินทรีย์ให้อ่านจำนวนอะตอมของธาตุคาร์บอนเป็นภาษากรีกแล้วลงท้ายด้วย _าโนอิก ดังตัวอย่าง

ภาษากรีก	กรดอินทรีย์	การเรียกชื่อ
1 = เมทา (meth)	HCOOH	กรดเมทาโนอิก (methanoic acid)
2 = เอทา (eth)	CH_3COOH	กรดเอทาโนอิก (ethanoic acid)
3 = โพรพา (prop)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	กรดโพรพาโนอิก (propanoic acid)
4 = บิวทา (bute)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	กรดบิวทาโนอิก (butanoic acid)
5 = เพนทา (pent)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	กรดเพนทาโนอิก (pentanoic acid)

2. กรดอนินทรีย์ (inorganic acid) หรือกรดแร่ (mineral acid) เป็นกรดที่ได้จากแร่ธาตุ แบ่งตามชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบได้เป็น 2 ประเภท คือ กรดไฮโดรและกรดออกซี

2.1 กรดไฮโดร (hydro acid) เป็นกรดที่มีธาตุไฮโดรเจนและโลหะอื่น ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นแก๊ส เมื่อละลายน้ำจะได้สารละลายกรด ซึ่งเรียกชื่อต่างกันดังนี้

การเรียกชื่อกรดในสถานะแก๊ส

อ่านชื่อธาตุ H และโลหะเปลี่ยนท้ายเสียงเป็น _ได์ (_ide) เช่น HCl(g) อ่านว่า แก๊สไฮโดรเจนคลอไรด์

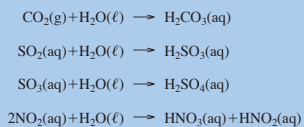
การเรียกชื่อกรดเมื่อเป็นสารละลาย

อ่านไฮโดร แล้วอ่านชื่อโลหะเปลี่ยนท้ายเสียงเป็น _ิก (_ic) เช่น HCl(aq) อ่านว่า กรดไฮโดรคลอริก

ตัวอย่างการเรียกชื่อกรดไฮโดร

สูตรเคมี	ชื่อเมื่อเป็นสารละลาย	ชื่อเมื่อมีสถานะเป็นแก๊ส
HF	กรดไฮโดรฟลูออริก	แก๊สไฮโดรเจนฟลูออไรด์
H_2S	กรดไฮโดรซัลฟิวริก	แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์
HCN	กรดไฮโดรไซยานิก	แก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์

2.2 กรดออกซี (oxy acid หรือ oxo acid) เป็นกรดที่ประกอบด้วยไฮโดรเจน โลหะอื่น และออกซิเจน ส่วนใหญ่เกิดจากออกไซด์ของโลหะทำปฏิกิริยากับน้ำ เช่น



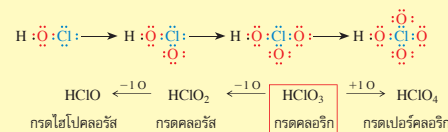
การเรียกชื่อกรดออกซีให้อ่านชื่อโลหะตัวกลางแล้วเปลี่ยนท้ายเสียงเป็น ิก (_ic) ถ้ามีอะตอมของธาตุออกซิเจน (O) น้อยกว่า 1 อะตอม ให้เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น ัส (_ous)

- กรณีที่มีอะตอมของธาตุออกซิเจนน้อยกว่ากรด ัส 1 อะตอมให้อ่าน **ไฮโป (hypo)** แล้วจึงอ่านชื่อกรด ัส
- กรณีที่มีอะตอมของธาตุออกซิเจนมากกว่ากรด ิก 1 อะตอมให้อ่าน **เปอร์ (per)** แล้วจึงอ่านชื่อกรด ิก ดังตัวอย่าง

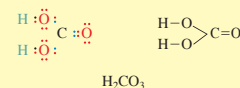
↑ O เพิ่มขึ้น 1 อะตอม ↑ O ลดลง 1 อะตอม ↑ O ลดลง 1 อะตอม			
กรดเปอร์ ิก	กรด ิก	กรด ัส	กรดไฮโป ัส
HClO ₄ กรดเปอร์คลอริก	HClO ₃ กรดคลอริก	HClO ₂ กรดคลอรัส	HClO กรดไฮโปคลอรัส
-	H ₂ SO ₄ กรดซัลฟิวริก	H ₂ SO ₃ กรดซัลฟิวรัส	-
-	HNO ₃ กรดไนตริก	HNO ₂ กรดไนตรัส	-
-	H ₃ PO ₄ กรดฟอสฟอริก	H ₃ PO ₃ กรดฟอสฟอรัส	-
-	H ₂ CO ₃ กรดคาร์บอนิก	-	-

ความรู้เพิ่มเติม

1. กรด ิก ของธาตุคลอรีนมีกรดเปอร์ ิก เนื่องจากคลอรีน (Cl) เป็นธาตุในหมู่ VIIA เมื่อสร้างพันธะเดียวกับ H และ O แล้วจะมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวให้อะตอมของธาตุออกซิเจนใช้ร่วมกันได้แบบโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ 3 คู่ เพื่อให้ทุกอะตอมมีการจัดเรียงอิเล็กตรอนครบ 8 ตามกฎออกเตต ดังนี้



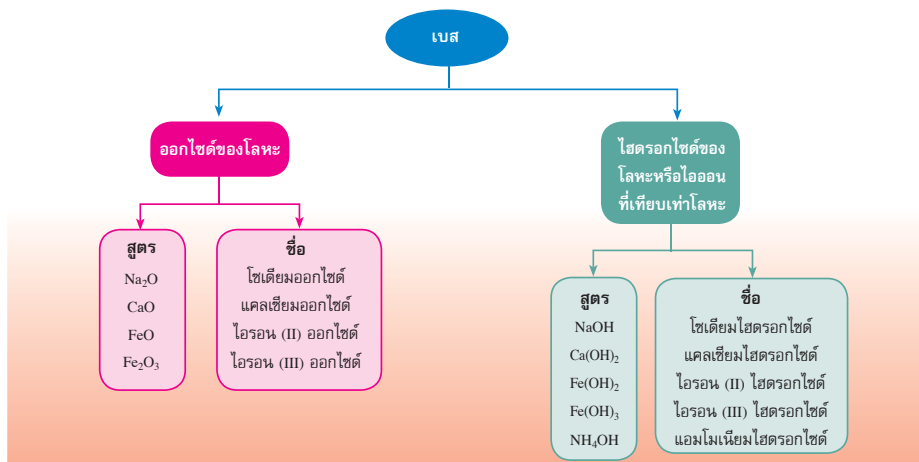
2. กรดคาร์บอนิกไม่มีกรด ัส หรือเปอร์ ิก เพราะอะตอมของธาตุคาร์บอน (C) ใช้อิเล็กตรอนสร้างพันธะครบกฎออกเตตแล้ว ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว ดังนี้



3. การเขียนสูตรการสร้างพันธะของกรดออกซีต้องให้ H สร้างพันธะเดียวกับออกซิเจนอะตอม แล้วนำไปสร้างพันธะเดียวกับอะตอมกลาง และกรดออกซีส่วนมากจะเป็นไปตามกฎออกเตต

1.2 เบส

เบส (base) เป็นสารประกอบไอออนิกที่เป็นออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของโลหะหรือไอออนที่เทียบเท่าโลหะ การเรียกชื่อให้อ่านชื่อโลหะ+ออกไซด์ หรือชื่อโลหะ+ไฮดรอกไซด์ ดังแผนภาพที่ 1.4



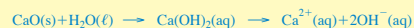
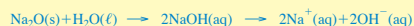
แผนภาพที่ 1.4 การเรียกชื่อสารประเภทเบส

แก๊ส NH_3 มีสมบัติเป็นเบสเพราะเมื่อละลายน้ำได้สารละลาย NH_4OH ดังสมการ



ข้อสังเกต

1. ออกไซด์ของโลหะละลายน้ำจะได้สารประกอบไฮดรอกไซด์ เช่น



ส่วนต่าง (alkaline) คือ เบสที่ละลายน้ำได้และแตกตัวให้ OH^- ได้แก่ เบสของโลหะหมู่ IA และ IIA

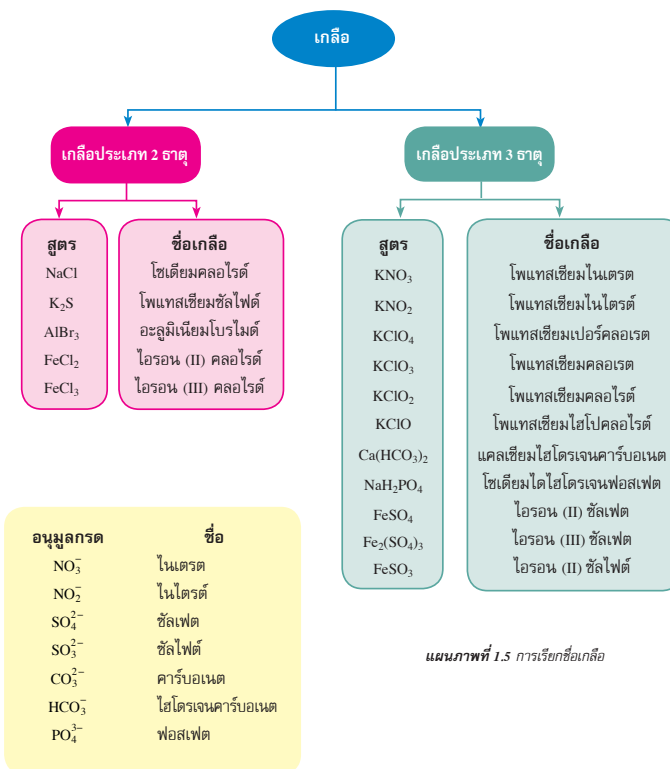
2. สารประกอบออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของโลหะหมู่ IIIA และแทรนซิชันจะไม่ละลายน้ำ เช่น Al_2O_3 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, Fe_2O_3 และ $\text{Fe}(\text{OH})_3$

1.3 เกลือ

เกลือ (salt) เป็นสารประกอบไอออนิก ยกเว้นออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของโลหะ เกลือแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เกลือที่เป็นสารประกอบ 2 ธาตุ และสารประกอบ 3 ธาตุ

การเรียกชื่อเกลือประเภท 2 ธาตุหรือธาตุคู่ ให้อ่านชื่อเรียงตามชื่อธาตุ แล้วเปลี่ยนท้ายเสียงเป็น 'ไต์' (ide) ถ้าเป็นโลหะแทรนซิชันต้องอ่านค่าไอออนของแทรนซิชันเป็นภาษาอังกฤษ แล้วจึงอ่านชื่อโลหะ เปลี่ยนท้ายเสียงเป็น 'ไต์' (ide)

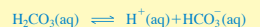
การเรียกชื่อเกลือประเภท 3 ธาตุ ซึ่งเกิดจากไอออนของโลหะร่วมกับหมู่ธาตุที่มีประจุไฟฟ้าลบที่เป็นอนุมูลกรต ให้อ่านชื่อธาตุตามด้วยการอ่านชื่ออนุมูลกรต ดังแผนภาพที่ 1.5



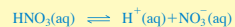
แผนภาพที่ 1.5 การเรียกชื่อเกลือ

ข้อสังเกต

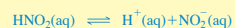
1. หมู่ธาตุที่แตกตัวจากกรด Cl ให้อ่านท้ายเสียงเป็น เอต (ate) หมู่ธาตุที่แตกตัวจากกรด อัส ให้อ่านท้ายเสียงเป็น ไต์ (ite)
2. ถ้ามี H เหลืออยู่ให้อ่านจำนวนอะตอมของ H ด้วย เช่น



ไฮโดรเจนคาร์บอเนต



ไนเตรต



ไนไตรต์



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. วิเคราะห์สูตรของสารแล้วระบุประเภทของสารประกอบว่าเป็นกรด เบส หรือเกลือ กรณีที่เป็นสารประเภทกรดให้ระบุด้วยว่าเป็นกรดอินทรีย์หรือกรดอนินทรีย์ ประเภทกรดไฮโดรหรือกรดออกซี HBr H_2S HClO KOH Na_2SO_4 NH_4OH HCOOH NaNO_3 และ CH_3COOH
2. เติมคำตอบลงในตารางให้ถูกต้อง

สูตรเคมี	ชื่อสาร	ประเภทของสารประกอบ
HF		กรดไฮโดร
NaOH		ให้นักเรียนบันทึกผลลงในสมุดประจำตัวนักเรียน
	ไฮโดรซัลฟิวริก	
	โพแทสเซียมไนเตรต	
BaSO_4		
	แคลเซียมซัลไฟด์	เกลือ
H_2SO_4		
	แบเรียมคลอไรด์	
	ไอออน (II) ไนเตรต	
HNO_2		

2. สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์



แนวคิดสำคัญ

สารประกอบที่แตกตัวให้อิออนได้ ทำให้น้ำไฟฟ้าได้เรียกว่า สารอิเล็กโทรไลต์ ถ้าเป็นสารละลายเรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ส่วนสารที่ไม่แตกตัวเป็นอิออนจะไม่นำไฟฟ้าเรียกว่า สารนอนอิเล็กโทรไลต์ ถ้าเป็นสารละลายเรียกว่า สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์

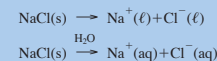
”

สารประกอบแต่ละชนิดเมื่อนำไปทำให้หลอมเหลว หรือนำไปละลายน้ำจะมีความสามารถในการแตกตัวเป็นอิออนได้แตกต่างกัน จึงจำแนกสารตามความสามารถในการแตกตัวเป็นอิออนได้ 2 ประเภท คือ สารอิเล็กโทรไลต์ และสารนอนอิเล็กโทรไลต์

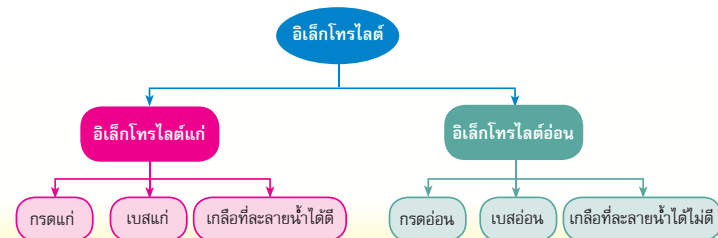
“

2.1 สารอิเล็กโทรไลต์

สารอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) หมายถึง สารที่หลอมเหลวหรือละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นอิออนได้ จึงนำไฟฟ้าได้ เช่น NaCl(s) ดังสมการ



สารละลายที่ตัวละลายแตกตัวเป็นอิออนได้เรียกว่า **สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte solution)** เมื่อจำแนกสารอิเล็กโทรไลต์ตามความสามารถในการแตกตัวเป็นอิออนจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ อิเล็กโทรไลต์แก่ และอิเล็กโทรไลต์อ่อน ดังแผนภาพที่ 1.6



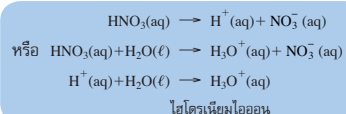
แผนภาพที่ 1.6 การจำแนกประเภทของสารอิเล็กโทรไลต์

อิเล็กโทรไลต์แก่

อิเล็กโทรไลต์แก่ (strong electrolyte) เป็นสารที่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลายได้หมด จึงไม่มีภาวะสมดุล ใช้ → แทนการแตกตัว สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่จึงมีแต่ไอออนบวก ไอออนลบ อาจมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลางก็ได้ ดังนี้

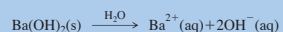
1. กรดแก่ (strong acid) ได้แก่

- กรดไฮโดรอกซิก หมู่ VIIA ยกเว้น HF เรียงลำดับความแรงของกรดได้ดังนี้ $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$
 - กรดออกซิกที่จัดเป็นกรดแก่ที่ควรทราบ ได้แก่ HClO_4 , HClO_3 , HNO_3 และ H_2SO_4
- เขียนสมการการแตกตัวเป็นไอออนเมื่อเป็นสารละลายได้ดังนี้



2. เบสแก่ (strong base) ได้แก่ เบสของหมู่ IA และ IIA ยกเว้น BeO และ Be(OH)₂ ความแก่และอ่อนของเบสขึ้นอยู่กับความเป็นโลหะของธาตุ เบสที่เกิดจากธาตุที่เป็นโลหะมากจะมีสมบัติเป็นเบสที่แก่กว่า ดังนั้น เบสของโลหะหมู่ IA จึงแก่กว่าหมู่ IIA ความแรงของเบสหมู่ IA และ IIA เป็นดังนี้

- เบสหมู่ IA : $\text{CsOH} > \text{RbOH} > \text{KOH} > \text{NaOH} > \text{LiOH}$
 - เบสหมู่ IIA : $\text{Ba(OH)}_2 > \text{Sr(OH)}_2 > \text{Ca(OH)}_2 > \text{Mg(OH)}_2$
- เขียนสมการการแตกตัวเป็นไอออนเมื่อเป็นสารละลายได้ดังนี้



3. เกลือที่ละลายน้ำได้ดี เช่น เกลือของหมู่ IA และเกลือไนเตรด

- เกลือของหมู่ IA เช่น $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
- เกลือไนเตรด เช่น $\text{Pb(NO}_3)_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{NO}_3^-(\text{aq})$

เมื่ออิเล็กโทรไลต์แก่ละลายน้ำแล้วจะได้
สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ด้วย

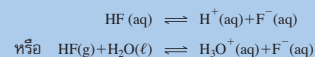


อิเล็กโทรไลต์อ่อน

อิเล็กโทรไลต์อ่อน (weak electrolyte) เป็นสารที่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลายได้เพียงบางส่วน ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อนจะมีทั้งโมเลกุล ไอออนบวก ไอออนลบ จึงมีภาวะสมดุลในสารละลาย ใช้ $\rightleftharpoons$ แทนการแตกตัว อาจมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลางก็ได้ ตัวอย่างอิเล็กโทรไลต์อ่อน ดังนี้

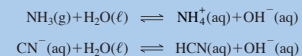
1. กรดอ่อน (weak acid) เช่น HF, H₂S, HCN, HNO₂, HClO₂, H₂SO₃, H₂CO₃, H₃PO₄ และกรดอินทรีย์ทุกชนิด เช่น HCOOH, CH₃COOH

เขียนสมการแสดงการแตกตัวในสารละลายได้ดังนี้



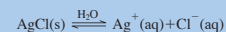
2. เบสอ่อน (weak base) เช่น NH₃, S²⁻(aq), CN⁻(aq), F⁻(aq), CH₃COO⁻(aq)

เขียนสมการแสดงการแตกตัวในสารละลายได้ดังนี้



3. เกลือที่ละลายน้ำได้ไม่ดี คือ เกลือที่ละลายน้ำได้น้อยกว่า 0.1 กรัม ในน้ำ 100 กรัม เช่น AgCl, PbI₂

เขียนสมการแสดงการแตกตัวได้ดังนี้



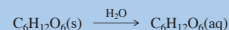
ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา คือ $K = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10}$

เมื่อสารละลายเข้มข้นเท่ากัน สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อนจะมีไอออนน้อยกว่าสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ ทำให้นำไฟฟ้าได้น้อยกว่า

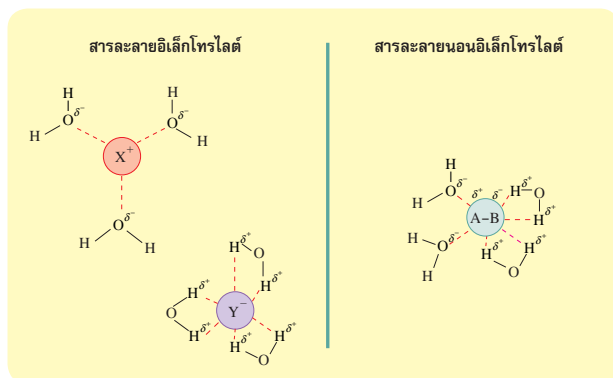


2.2 สารนอนอิเล็กโทรไลต์

สารนอนอิเล็กโทรไลต์ (non-electrolyte) เป็นสารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลาย อยู่เป็นโมเลกุล ส่วนใหญ่เป็นสารโคเวเลนต์ เช่น $C_6H_{12}O_6$ C_2H_5OH NH_2CONH_2 CH_3COOCH_3 เขียนสมการแสดงได้ดังนี้



สารละลายที่ตัวละลายไม่แตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า **สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ (non-electrolyte solution)**



3. สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย



แนวคิดสำคัญ

สารอิเล็กโทรไลต์เมื่อละลายในน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) จะทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นกรด แต่ถ้าแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) จะทำให้สารละลายมีสมบัติเป็นเบส

สารที่ละลายในน้ำได้อาจเป็นสารอิเล็กโทรไลต์หรือสารนอนอิเล็กโทรไลต์ และสารละลายอาจมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง ศึกษาได้จากการทำกิจกรรมที่ 1.1



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.1 สมบัติการนำไฟฟ้าและสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

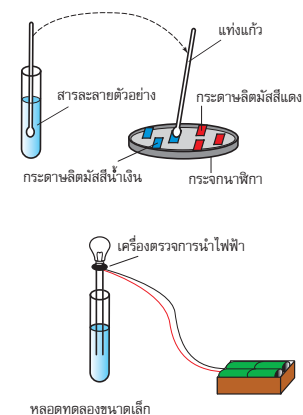
- | | |
|----------------------------------|--------|
| 1. เครื่องตรวจการนำไฟฟ้า | 1 ชุด |
| 2. หลอดทดลองขนาดเล็ก | 9 หลอด |
| 3. แท่งแก้ว | 1 อัน |
| 4. กระดาษกราฟิก | 1 อัน |
| 5. บีกเกอร์ | 1 ใบ |
| 6. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน | |

สารเคมี

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก | 2. สารละลายกรดแอซิติก |
| 3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ | 4. สารละลายแอมโมเนีย |
| 5. สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ | 6. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ |
| 7. สารละลายโพแทสเซียมไนเตรด | 8. สารละลายเอทานอล |
| 9. สารละลายกลูโคส | 10. น้ำ |

วิธีปฏิบัติ

- ใช้แท่งแก้วและสารละลายตัวอย่างเข้มข้น 1 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ที่กำหนดให้ ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) กรดแอซิติก (CH_3COOH) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แอมโมเนีย (NH_3) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) เกลือแกง (NaCl) โพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) เอทานอล (C_2H_5OH) กลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) แล้วนำมาตะบันกระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินที่ละชนิด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของกระดาษลิตมัส แล้วจึงทดสอบการนำไฟฟ้าโดยสังเกตความสว่างของหลอดไฟฟ้าและที่ขาของเครื่องตรวจการนำไฟฟ้า
- ถ้าต้องการเปลี่ยนชนิดของสารละลาย ต้องล้างแท่งแก้วแล้วเช็ดให้แห้งก่อนนำไปใช้



ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

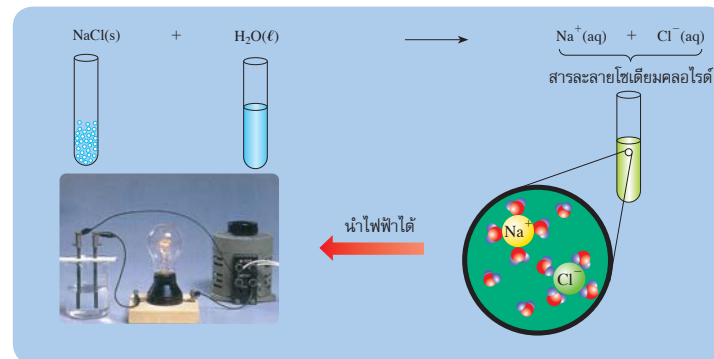
สารละลาย (เข้มข้น 1 mol/dm ³)	การนำไฟฟ้า		การเปลี่ยนสี กระดาษลิตมัส
	ความสว่างของ หลอดไฟฟ้า	ขาของเครื่องตรวจ การนำไฟฟ้า	
1. กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	ให้นักเรียนบันทึกผลลงใน สมุดประจำตัวนักเรียน		
2. กรดแอซิดิก (CH ₃ COOH)			
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)			
4. แอมโมเนีย (NH ₃)			
5. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH ₄ OH)			
6. เกลือแกง (NaCl)			
7. โพแทสเซียมไนเตรต (KNO ₃)			
8. เอทานอล (C ₂ H ₅ OH)			
9. กลูโคส (C ₆ H ₁₂ O ₆)			

คำถามท้ายกิจกรรม

1. สารละลายแต่ละชนิดมีความสามารถในการนำไฟฟ้าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
2. สารละลายต่างชนิดกันมีความเข้มข้นเท่ากัน แต่ความสามารถในการนำไฟฟ้าต่างกัน เป็นเพราะเหตุใด
3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ได้แก่สารใด ทราบได้อย่างไร
4. เขียนสมการแสดงการแตกตัวเป็นไอออนของอิเล็กโทรไลต์แก่
5. สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่มีสมบัติความเป็นกรด-เบสอย่างไร
6. สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อนได้แก่สารใด ทราบได้อย่างไร
7. เขียนสมการแสดงการแตกตัวเป็นไอออนของอิเล็กโทรไลต์อ่อน
8. สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อนมีสมบัติความเป็นกรด-เบสอย่างไร
9. สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ได้แก่สารใด ทราบได้อย่างไร
10. สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์มีสมบัติความเป็นกรด-เบสอย่างไร
11. สารละลายที่เป็นกรดหรือเบสทุกชนิดนำไฟฟ้าหรือไม่ อย่างไร พร้อมทั้งยกตัวอย่าง
12. สารละลายที่เป็นกลางมีสมบัติการนำไฟฟ้าอย่างไร
13. การทดลองการนำไฟฟ้าของสารละลาย สังเกตจากฟองแก๊สที่เกิดขึ้นที่ขั้วเครื่องตรวจการนำไฟฟ้าได้หรือไม่ อย่างไร
14. สรุปสมบัติการนำไฟฟ้าและความเป็นกรด-เบสของสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ อิเล็กโทรไลต์อ่อน และนอนอิเล็กโทรไลต์

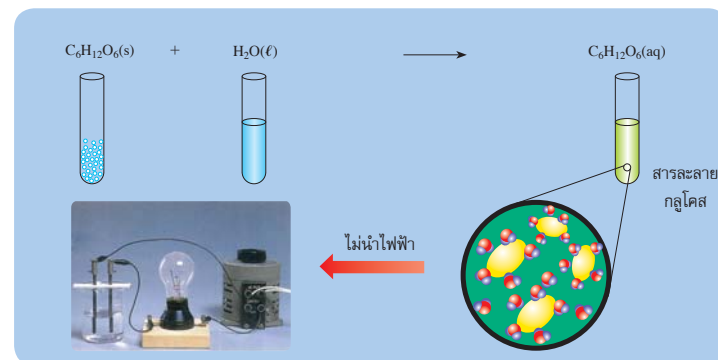
จากการทำกิจกรรมที่ 1.1 สรุปเกี่ยวกับสมบัติการนำไฟฟ้าและสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลายได้ดังนี้

1. สารละลายมีทั้งชนิดที่นำไฟฟ้าและไม่นำไฟฟ้า
2. สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ ได้แก่ HCl NaOH KNO₃ และ NaCl ตัวละลายแตกตัวเป็นไอออนได้มาก จึงนำไฟฟ้าได้ดี และอาจมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง



รูปที่ 1.1 สารละลายโซเดียมคลอไรด์เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ แตกตัวเป็นไอออนได้หมดจึงนำไฟฟ้าได้ดี

3. สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อน ได้แก่ CH₃COOH และ NH₄OH ตัวละลายแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย จึงนำไฟฟ้าได้ไม่ดี และอาจมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง
4. สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ได้แก่ C₆H₁₂O₆ และ C₂H₅OH ตัวละลายไม่แตกตัวเป็นไอออน จึงไม่นำไฟฟ้า และมีสมบัติเป็นกลางเสมอ



รูปที่ 1.2 สารละลายกลูโคสเป็นสารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ ไม่แตกตัวเป็นไอออนจึงไม่นำไฟฟ้า

5. สารละลายที่มีสมบัติเป็นกรดหรือเบสจะนำไฟฟ้าได้เสมอ ส่วนสารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางบางชนิดนำไฟฟ้าได้และบางชนิดไม่นำไฟฟ้า

ไอออนที่แสดงสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารคือไอออนชนิดใด ศึกษาได้จากกิจกรรมที่ 1.2



กิจกรรมเพื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1.2 ไอออนที่แสดงสมบัติกรดและไอออนที่แสดงสมบัติเบส

วิธีปฏิบัติ

ให้นักเรียนจับคู่เป็นเพื่อนคู่คิด วิเคราะห์ตารางแสดงการแตกตัวเป็นไอออน ชนิดของไอออน และความเป็นกรด-เบสของสารละลาย แล้วตอบคำถามท้ายกิจกรรม

ตารางแสดงการแตกตัวเป็นไอออนและความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

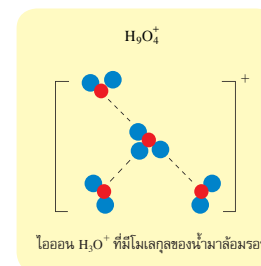
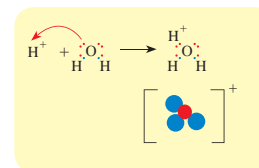
สารละลาย	การแตกตัวเป็นไอออน	ความเป็นกรด-เบส
HCl	$\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	กรด
CH_3COOH	$\text{CH}_3\text{COOH(aq)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq})$	กรด
NH_4Cl	$\text{NH}_4\text{Cl(s)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$	กรด
NaOH	$\text{NaOH(aq)} \rightarrow \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	เบส
KOH	$\text{KOH(aq)} \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	เบส
NH_3	$\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	เบส
CH_3COONa	$\text{CH}_3\text{COONa(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{Na}^+(\text{aq})$ $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH(aq)} + \text{OH}^-(\text{aq})$	เบส
KCl	$\text{KCl(aq)} \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$	กลาง
KNO_3	$\text{KNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$	กลาง
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq})$	กลาง

คำถามท้ายกิจกรรม

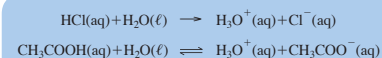
- ไอออนชนิดใดที่แสดงสมบัติความเป็นกรดของสารละลายกรด
- ไอออนชนิดใดที่แสดงสมบัติความเป็นเบสของสารละลายเบส
- สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลางต้องมีไอออนเฉพาะหรือไม่ อย่างไร

จากการทำกิจกรรมที่ 1.2 โดยการวิเคราะห์ชนิดของไอออนในสารละลายกรดและสารละลายเบส สรุปได้ดังนี้

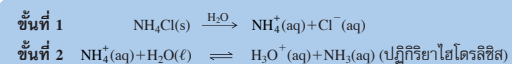
1. สารละลายกรด คือ สารละลายที่มีไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) หรือไฮโดรเจนไอออน (H^+) เป็นผลิตภัณฑ์ จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง (มีค่า pH ต่ำกว่า 7) เช่น HCl CH_3COOH และ NH_4Cl การเขียนสมการแสดงการแตกตัวของสารในน้ำจะต้องมี H^+ หรือ H_3O^+ เนื่องจาก H_3O^+ ไม่ได้เป็นไอออนเดี่ยว แต่จะมีโมเลกุลของน้ำหลายโมเลกุลมาล้อมรอบอยู่ด้วย ในบางสภาวะอาจอยู่ในรูปของ $\text{H}_3\text{O}^+(\text{H}_2\text{O}^+ \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ ดังนี้



เขียนสมการแสดงการแตกตัวของกรดเมื่อละลายในน้ำได้ดังนี้



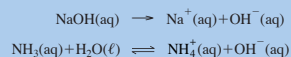
ส่วน NH_4Cl จะมีการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอน จึงจะมี H_3O^+ เกิดขึ้นดังนี้



ไอออนที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง คือ H_3O^+

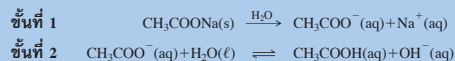


2. สารละลายเบส คือ สารละลายที่มีไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) เป็นผลิตภัณฑ์ ได้แก่ เบสแก่ เบสอ่อน เกลือบางชนิด เช่น NaOH NH_3 และ CH_3COONa ซึ่งเขียนสมการแสดงการแตกตัวของเบสเมื่อละลายในน้ำได้ดังนี้

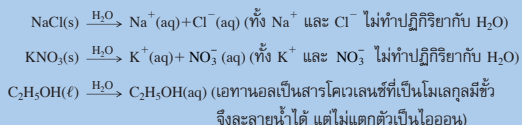


ไอออนที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน คือ OH^-

ส่วน CH_3COONa จะมีการเปลี่ยนแปลง 2 ขั้นตอน จึงจะมี OH^- เกิดขึ้นดังนี้



3. สารละลายที่เป็นกลาง ตัวละลายแตกตัวเป็นไอออนที่ไม่มี H^+ หรือ H_3O^+ หรือ OH^- เกิดขึ้น หรือ โมเลกุลของตัวละลายไม่แตกตัวเป็นไอออน เช่น



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.2

จงตอบคำถามต่อไปนี้

เขียนสมการแสดงความเป็นกรด-เบสของสารละลายจากข้อมูลที่กำหนดให้

1. สารละลาย HI มีสมบัติเป็นกรดแก่
2. สารละลาย LiOH มีสมบัติเป็นเบสแก่
3. สารละลาย NaCN มีสมบัติเป็นเบส
4. สารละลาย NH_4NO_3 มีสมบัติเป็นกรด
5. สารละลาย XOH มีสมบัติเป็นเบสอ่อน

4. ทฤษฎีกรด-เบส



แนวคิดสำคัญ

ทฤษฎีกรด-เบสใช้อธิบายสมบัติความเป็นกรด-เบสของสาร ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส กล่าวว่า กรด คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และเบส คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ซึ่งมีข้อจำกัด

ต่อมาเบรินสเดค-ลาวรีได้เสนอว่า กรด คือ สารที่ให้โปรตอน (H^+) และเบส คือ สารที่รับโปรตอน และสารที่เป็นกรดเมื่อให้โปรตอนแล้วส่วนที่เหลือเรียกว่าคู่เบส ส่วนเบสเมื่อรับโปรตอนส่วนที่เกิดขึ้นเรียกว่าคู่กรด ทฤษฎีนี้ยังมีข้อจำกัดอธิบายได้ไม่ครอบคลุม ลิวอิสจึงเสนอว่า กรด คือ สารที่สามารถรับคู่อิเล็กตรอน และเบส คือ สารที่สามารถให้คู่อิเล็กตรอน ซึ่งทฤษฎีนี้ใช้ระบุสารใดเป็นกรดหรือเบสได้ทุกสาร

ทฤษฎีกรด-เบสเกิดจากนักวิทยาศาสตร์ศึกษา ทดลองสำรวจตรวจสอบสมบัติของสารต่าง ๆ แล้วนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นทฤษฎี เพื่อใช้อธิบายสารที่มีสมบัติเป็นกรดหรือมีสมบัติเป็นเบส ซึ่งทฤษฎีกรด-เบสที่สร้างขึ้นภายหลังจะมีข้อจำกัดน้อยใช้ได้กว้างขวางกว่าทฤษฎีกรด-เบสที่สร้างขึ้นก่อนดังนี้

4.1 ทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส

สวานเต เฮกกุสท์ อาร์เรเนียส (Svante August Arrhenius) นักเคมีชาวสวีเดนได้เสนอทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส (Arrhenius theory) ใน พ.ศ. 2430 ซึ่งได้ให้นิยามว่า



สวานเต เฮกกุสท์ อาร์เรเนียส

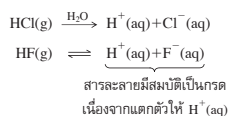
กรด คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+)

เบส คือ สารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-)

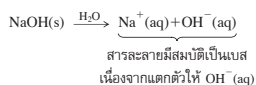
ข้อจำกัดของทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส คือ

1. สารต้องละลายน้ำได้ ถ้าไม่ละลายน้ำจะใช้อธิบายไม่ได้
2. กรดต้องมี H^+ เกิดขึ้น เบสต้องมี OH^- เกิดขึ้น ถ้าไม่มีจะระบุสารใดเป็นกรดหรือเบสไม่ได้

ตัวอย่างที่ 1 กรดไฮโดรคลอริกเป็นกรดแก่ ส่วนกรดไฮโดรฟลูออริกเป็นกรดอ่อน เมื่อนำไปละลายน้ำจะแตกตัวอย่างไร

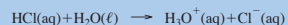


ตัวอย่างที่ 2 โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเบสแก่ เมื่อนำไปละลายน้ำจะแตกตัวอย่างไร



ข้อสังเกต

1. สารที่เป็นกรดตามทฤษฎีนี้จะละลายน้ำได้สารที่มีสมบัติเป็นกรดด้วย (มี H^+ เกิดขึ้น)
2. สารที่เป็นเบสตามทฤษฎีนี้จะละลายน้ำได้สารที่มีสมบัติเป็นเบสด้วย (มี OH^- เกิดขึ้น)
3. มีการอธิบายเพิ่มเติมว่า $\text{H}^+(\text{aq})$ คือ $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ หรือไฮโดรเนียมไอออน จึงเขียนสมการแสดงสมบัติความเป็นกรดตามทฤษฎีอาร์เรเนียสได้ดังตัวอย่าง



4.2 ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี

โยฮันเนส นิโคเลาส์ เบรินสเตด (Johannes Nicolaus Brønsted) นักเคมีชาวเดนมาร์ก และทอมัส มาร์ติน ลาวรี (Thomas Martin Lowry) นักเคมีชาวอังกฤษ ได้เสนอทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี (Brønsted-Lowry theory) ใน พ.ศ. 2466 โดยให้นิยามว่า

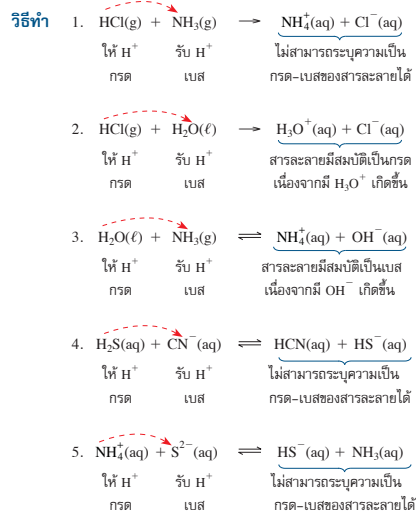


โยฮันเนส นิโคเลาส์ เบรินสเตด ทอมัส มาร์ติน ลาวรี

กรด คือ สารที่ให้โปรตอน (H^+)
เบส คือ สารที่รับโปรตอน (H^+)

โปรตอนหรือไฮโดรเจนไอออน (H^+)
เป็นไอออนที่เกิดขึ้นจากอะตอมของ
ไฮโดรเจนเสียอิเล็กตรอน 1 อิเล็กตรอน

ตัวอย่างที่ 3 แสดงสมบัติความเป็นกรด-เบสตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี



ข้อสังเกต

1. ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีอธิบายปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นมีสถานะเป็นแก๊สได้ เช่น ปฏิกิริยาระหว่าง HCl(g) กับ $\text{NH}_3(\text{g})$ จะสามารถระบุได้ว่าสารใดเป็นกรดหรือเบส ทฤษฎีนี้จึงใช้ได้กว้างขวางกว่าทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส
2. สารที่เป็นกรดตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีได้ต้องมีธาตุไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ และสร้างพันธะกับอะตอมที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (EN) สูง อาจเป็นไอออนบวก โมเลกุล หรือไอออนลบก็ได้ เช่น NH_4^+ , H_2S , HCl , H_2O และ HCO_3^- ส่วน CH_4 เป็นกรดไม่ได้ เนื่องจาก C มีค่า EN ต่ำ
3. สารที่เป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีต้องมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ หรือเป็นโมเลกุลที่อะตอมกลางมีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวที่สามารถรับ H^+ โดยการสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ได้ เช่น OH^- , CN^- , S^{2-} , HCO_3^- , NH_3 และ H_2O
4. สารบางชนิดมีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส เรียกว่า สารแอมโฟเทอริก (amphoteric) สารประเภทนี้จะเป็นเบส (รับ H^+) เมื่อทำปฏิกิริยากับสารที่มีสมบัติเป็นกรดมากกว่า และจะเป็นกรด (ให้ H^+) เมื่อทำปฏิกิริยากับสารที่มีสมบัติเป็นเบสมากกว่า

ศึกษาสมบัติการให้และรับโปรตอนของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน จากการทำกิจกรรมที่ 1.3



กิจกรรมการทดลอง

กิจกรรมที่ 1.3 ปฏิบัติการให้-รับโปรตอนของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน

อุปกรณ์และสารเคมี

อุปกรณ์

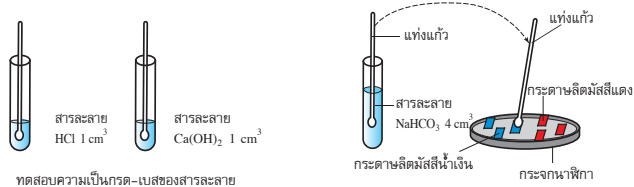
- | | |
|----------------------------------|---------|
| 1. หลอดทดลองขนาดเล็ก | 2. หลอด |
| 2. แท่งแก้ว | 1 อัน |
| 3. กระดาษฟิสิก | 1 อัน |
| 4. กระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงิน | |

สารเคมี

- | | |
|---|---------------------|
| 1. สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) | 4 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |
| 3. สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์อิ่มตัว ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) | 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร |

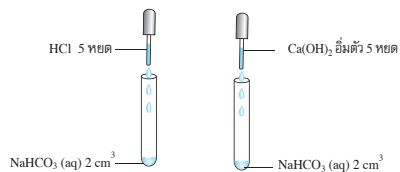
วิธีปฏิบัติ

- ทดสอบสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต สารละลายกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์



ทดสอบความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

- ศึกษาปฏิกิริยาระหว่างสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต และสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์กับโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต



ตัวอย่างตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้
1. ทดสอบความเป็นกรด-เบสของ NaHCO_3 1.1 กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน 1.2 กระดาษลิตมัสสีแดง	ให้นักเรียนบันทึกผลลงในสมุดประจำตัวนักเรียน
2. ทดสอบความเป็นกรด-เบสของ HCl 2.1 กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน 2.2 กระดาษลิตมัสสีแดง	
3. ทดสอบความเป็นกรด-เบสของ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 3.1 กระดาษลิตมัสสีน้ำเงิน 3.2 กระดาษลิตมัสสีแดง	
4. สารละลาย $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl}$	
5. สารละลาย $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2$	

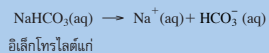
คำถามท้ายกิจกรรม

- สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตมีสมบัติเป็นกรดหรือเบส ทราบได้อย่างไร
- สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตแตกตัวในน้ำได้อิออนใดเป็นผลิตภัณฑ์บ้าง เขียนสมการแสดงการแตกตัว
- จากข้อ 2 ผลิตภัณฑ์ที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วได้อิออนชนิดใดที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส เขียนสมการพร้อมทั้งระบุว่าสารใดทำหน้าที่เป็นกรดหรือเบส
- สารละลายกรดไฮโดรคลอริกแตกตัวในน้ำได้อิออนชนิดใดบ้าง เขียนสมการแสดงการแตกตัว
- เมื่อผสมสารละลายกรดไฮโดรคลอริกกับสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ไอออนคู่ใดทำปฏิกิริยากันและได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารใด เขียนสมการพร้อมทั้งระบุว่าสารใดทำหน้าที่เป็นกรดหรือเบส
- สารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์แตกตัวในน้ำได้อิออนชนิดใดบ้าง เขียนสมการแสดงการแตกตัว
- เมื่อผสมสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นได้ควรเป็นสารใด เขียนสมการที่เกี่ยวข้อง
- คาร์บอเนตไอออน (CO_3^{2-}) ที่เกิดขึ้น เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างไอออนใด เขียนสมการพร้อมทั้งระบุว่าสารใดทำหน้าที่เป็นกรดหรือเบส
- สรุปสมบัติความเป็นกรด-เบสของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน

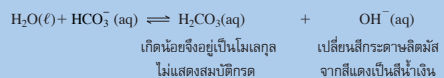
จากการทำกิจกรรมที่ 1.3 สรุปสมบัติของไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO_3^-) ได้ดังนี้

1. สารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน จึงมีสมบัติเป็นเบส แสดงว่ามี OH^- อยู่ในสารละลายดังนี้

1.1 NaHCO_3 เป็นอิเล็กโทรไลต์แก่ แตกตัวได้ตั้งสมการ

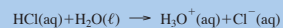


1.2 เมื่อสารตั้งต้นไม่มี OH^- แสดงว่า OH^- ต้องเกิดจาก H_2O ให้ H^+ แก่สารอื่น ส่วนที่เหลือจึงเป็น OH^- โดยไอออนที่รับ H^+ จาก H_2O ควรเป็น HCO_3^- ซึ่งปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังนี้

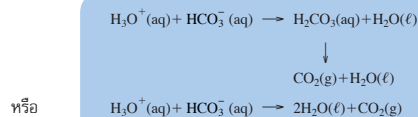


ดังนั้น HCO_3^- จึงเป็นเบส เนื่องจากรับโปรตอนจาก H_2O

2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ซึ่งเป็นกรดแก่ ให้ H^+ แก่ H_2O ตั้งสมการ



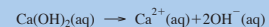
3. เมื่อหยดสารละลาย HCl ลงในสารละลาย NaHCO_3 จะเกิดฟองแก๊ส ซึ่งควรเป็นแก๊ส CO_2 ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง H_3O^+ ของกรด HCl กับ HCO_3^- ของ NaHCO_3 ได้เป็น H_2CO_3 ซึ่งเป็นกรดที่ไม่เสถียรจะสลายตัวให้ H_2O กับ CO_2 ดังสมการ



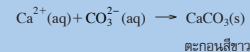
ดังนั้น HCO_3^- ทำหน้าที่เป็นเบส เนื่องจากรับโปรตอนจาก H_3O^+

4. เมื่อหยดสารละลายแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) ลงในสารละลาย NaHCO_3 จะเกิดตะกอนสีขาวที่ไม่ละลายน้ำ คือ แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ดังนี้

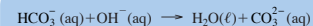
4.1 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ เป็นเบสแก่ แตกตัวได้ตั้งสมการ



4.2 Ca^{2+} รวมตัวกับ CO_3^{2-} ที่มีอยู่ในสารละลายได้ CaCO_3 ดังสมการ



4.3 CO_3^{2-} เกิดจาก HCO_3^- ให้โปรตอนแก่ OH^- ซึ่งมีสมบัติเป็นเบสมากกว่า ดังสมการ



ดังนั้น HCO_3^- ทำหน้าที่เป็นกรด เนื่องจากให้โปรตอนแก่ OH^-

5. สรุปได้ว่า

5.1 HCO_3^- ทำปฏิกิริยากับสารที่มีสมบัติเป็นกรดมากกว่า เช่น H_3O^+ ได้โดย HCO_3^- จะทำหน้าที่เป็นเบส

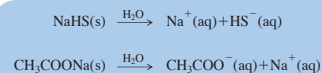
5.2 HCO_3^- ทำปฏิกิริยากับสารที่มีสมบัติเป็นเบสมากกว่า เช่น OH^- ได้โดย HCO_3^- จะทำหน้าที่เป็นกรด

5.3 HCO_3^- มีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส

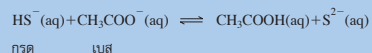
มีสารหลายชนิดที่สามารถให้หรือรับโปรตอนได้ จึงมีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบสขึ้นอยู่กับสารที่ทำปฏิกิริยาด้วย ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ 4 การผสมสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์กับสารละลายโซเดียมแอซิเตต และการผสมสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์กับสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ จะเกิดปฏิกิริยาการให้และรับโปรตอนแตกต่างกันอย่างไร

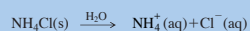
วิธีทำ 1. ผสมสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์ (NaHS) กับสารละลายโซเดียมแอซิเตต (CH_3COONa) ซึ่งเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่ จะแตกตัวให้อิออนดังนี้



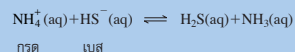
ดังนั้น ไอออนคู่ที่ทำปฏิกิริยา คือ HS^- กับ CH_3COO^- ซึ่งวิเคราะห์จากสูตร CH_3COO^- เป็นเบสได้เท่านั้น ส่วน HS^- เป็นได้ทั้งกรดและเบส เพราะสามารถให้และรับโปรตอนได้ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจึงเป็นดังนี้



2. ผสมสารละลายโซเดียมไฮโดรซัลไฟด์ (NaHS) กับสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ซึ่งแตกตัวได้ดังนี้



ในระบบมี NH_4^+ Cl^- Na^+ และ HS^- ไอออนที่เกิดปฏิกิริยาการให้และรับโปรตอนควรเป็นได้ทั้งกรดและเบส ในกรณีนี้ HS^- จึงต้องทำหน้าที่เป็นเบส ส่วน NH_4^+ ให้โปรตอนได้เท่านั้นจึงทำหน้าที่เป็นกรด ดังสมการ



ข้อสังเกต

การเขียนสมการแสดงการให้และรับ H^+ ถ้าไม่ใช่กรดแก่จะใช่ $\rightleftharpoons$ แทนการเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าเป็นกรดแก่จะใช่ $\rightarrow$ แทนการเปลี่ยนแปลง



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. กำหนดสารให้ดังนี้



- 1.1 สารใดมีสมบัติเป็นกรดตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส เขียนสมการประกอบคำอธิบาย
- 1.2 สารใดมีสมบัติเป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส เขียนสมการประกอบคำอธิบาย
- 1.3 สารใดมีสมบัติเป็นกรดตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี เขียนสมการประกอบคำอธิบาย
- 1.4 สารใดมีสมบัติเป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี เขียนสมการประกอบคำอธิบาย
- 1.5 สารใดเป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียสไม่ได้ เพราะเหตุใด
- 1.6 สารที่มีสมบัติเป็นกรดตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส สามารถเป็นกรดตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีได้หรือไม่ เพราะเหตุใด
- 1.7 สารที่มีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบสตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีได้แก่สารใด เพราะเหตุใด
2. เขียนสมการแสดงปฏิกิริยาการให้และรับโปรตอนตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรีระหว่างแอมโมเนียกับซัลไฟด์ไอออน
3. ถ้าผสมสารละลายที่มีไฮโดรเนียมไอออนกับแอมโมเนียจะเกิดปฏิกิริยาให้-รับโปรตอนหรือไม่ อย่างไร
4. ถ้าผสมสารละลายที่มีไฮยาไนด์ไอออนกับแอมโมเนียจะเกิดปฏิกิริยาให้-รับโปรตอนหรือไม่ อย่างไร

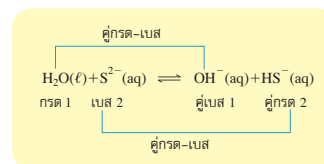
คู่กรด-เบส

ตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี เมื่อพิจารณาพบว่า

1. สารที่ทำหน้าที่เป็นกรด เมื่อให้ H^+ ไปแล้วอนุภาคที่เหลืออยู่สามารถรับ H^+ ได้ จึงเรียกเบสที่เกิดขึ้นว่า

คู่เบสของกรด หรือเรียกสั้น ๆ ว่า **คู่เบส (conjugate base)**

2. สารที่ทำหน้าที่เป็นเบส เมื่อรับ H^+ จากสารอื่นมาแล้วได้อนุภาคที่มี H^+ เพิ่มขึ้น 1 ตัว ดังนั้นจึงสามารถทำหน้าที่เป็นกรดให้ H^+ ได้ จึงเรียกกรดที่เกิดขึ้นจากเบสว่า **คู่กรดของเบส** หรือเรียกสั้น ๆ ว่า **คู่กรด (conjugate acid)** ดังตัวอย่าง



ข้อสังเกต

1. สารที่เป็นคู่กรด-เบสจะมีโปรตอน (H^+) ต่างกัน 1 โปรตอน ส่วนอะตอมอื่นเหมือนกัน
2. คู่กรดจะมี H^+ มากกว่าคู่เบสอยู่ 1 อะตอม หรือคู่เบสจะมี H^+ น้อยกว่าคู่กรดอยู่ 1 อะตอม



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.4

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ระบุคู่กรดของสารต่อไปนี้ OH^- H_2O CO_3^{2-} HCO_3^- และ NH_3
2. ระบุคู่เบสของสารต่อไปนี้ HCl H_2O NH_4^+ H_2SO_4 HCO_3^- $H_2PO_4^-$ และ H_2S
3. เขียนสมการแสดงคู่กรด-เบสของสารต่อไปนี้
 - 3.1 H_2O กับ S^{2-}
 - 3.2 NH_3 กับ CN^-

4.3 ทฤษฎีกรด-เบสลิวิส

กิลเบิร์ต นิวตัน ลิวอิส (Gilbert Newton Lewis) นักเคมีชาวอเมริกันได้เสนอทฤษฎีกรด-เบสลิวิส (Lewis theory) ใน พ.ศ. 2466 โดยให้นิยามว่า

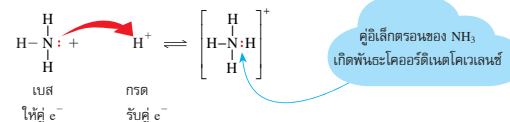
กรด คือ สารที่สามารถรับคู่อิเล็กตรอน
เบส คือ สารที่สามารถให้คู่อิเล็กตรอน



กิลเบิร์ต นิวตัน ลิวอิส

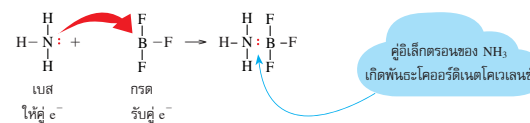
ตัวอย่างที่ 5 การพิจารณาความเป็นกรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสลิวิส

1. ปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียกับกรดไฮโดรคลอริก



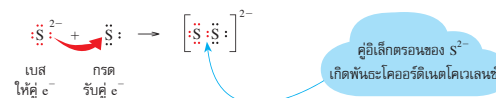
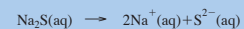
NH_3 มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ จึงเป็นสารที่ให้คู่อิเล็กตรอน ส่วน H^+ เป็นสารที่รับคู่อิเล็กตรอน ดังนั้น NH_3 จึงเป็นเบส ส่วน H^+ เป็นกรด

2. ปฏิกิริยาระหว่างแอมโมเนียกับโบรอนไตรฟลูออไรด์ (BF_3)



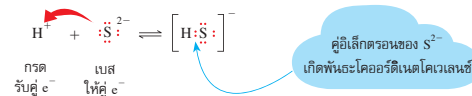
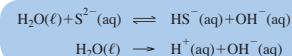
NH_3 มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่ จึงเป็นสารที่ให้คู่อิเล็กตรอน ส่วน BF_3 เป็นสารที่รับคู่อิเล็กตรอน ดังนั้น NH_3 จึงเป็นเบส ส่วน BF_3 เป็นกรด

3. ปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) กับผงกำมะถัน (S) ซึ่ง Na_2S แตกตัวให้ S^{2-}



S^{2-} เป็นสารที่ให้คู่อิเล็กตรอน ส่วน S เป็นสารที่รับคู่อิเล็กตรอน ดังนั้น S^{2-} จึงเป็นเบส ส่วน S เป็นกรด และแสดงว่ากำมะถันละลายใน S^{2-} ที่เป็นไอออนของสารละลาย Na_2S ได้

4. ปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับซัลไฟด์ไอออน



จากตัวอย่างพบว่าทฤษฎีกรด-เบสลิวิสสามารถอธิบายสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารได้ทุกสาร เนื่องจากทุกสารต้องมีอิเล็กตรอน และการทำปฏิกิริยาระหว่างสารเกี่ยวข้องกับอิเล็กตรอนของแต่ละสาร จึงสามารถระบุได้ว่าสารใดให้คู่อิเล็กตรอนใช้ร่วมกัน และสารใดใช้คู่อิเล็กตรอน ทฤษฎีนี้จึงใช้อธิบายความเป็นกรด-เบสได้กว้างขวางกว่าทฤษฎีอื่น

สรุปเรื่องสมบัติความเป็นกรด-เบสของสาร

Knowledge

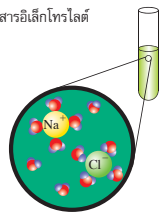
การจำแนกประเภทของสารจากสูตรเคมี

- สารประกอบเมื่อจำแนกประเภทโดยพิจารณาจากสูตรเคมีและสมบัติจะได้ 3 ประเภท คือ กรด เบส และ เกลือ
- กรด (acid) คือ สารประกอบที่มีธาตุไฮโดรเจนสร้างพันธะโคเวเลนต์กับโลหะที่มีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีสูง แบ่งออกเป็นกรดอินทรีย์ (organic acid) ซึ่งมีหมู่คาร์บอกซิลในโมเลกุล และกรดอนินทรีย์ (inorganic acid) ซึ่งเป็นกรดที่ได้จากแร่ธาตุ
- เบส (base) คือ สารประกอบไอออนิกที่เป็นออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์ของโลหะหรือไอออนที่เทียบเท่าโลหะ
- เกลือ (salt) คือ สารประกอบไอออนิกยกเว้นออกไซด์และไฮดรอกไซด์ของโลหะ หรือสารประกอบไอออนิกที่ไม่ใช่เบส

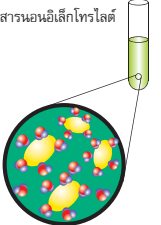
สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์

- สารประกอบเมื่อจำแนกประเภทตามความสามารถในการแตกตัวเป็นไอออน จะได้ 2 ประเภท คือ สารอิเล็กโทรไลต์และสารนอนอิเล็กโทรไลต์
- สารอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte) คือ สารที่หลอมเหลวหรือละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไอออนได้ เมื่อจำแนกตามความสามารถในการแตกตัวเป็นไอออน จะได้ 2 ประเภท คือ อิเล็กโทรไลต์แก่ (strong electrolyte) ซึ่งแตกตัวเป็นไอออนได้หมด เช่น กรดแก่ เบสแก่ เกลือที่ละลายน้ำได้ดี และอิเล็กโทรไลต์อ่อน (weak electrolyte) ซึ่งแตกตัวเป็นไอออนได้เพียงบางส่วน เช่น กรดอ่อน เบสอ่อน เกลือที่ละลายน้ำได้ไม่ดี
- สารละลายที่ตัวละลายแตกตัวเป็นไอออนได้ เรียกว่า สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (electrolyte solution)
- สารนอนอิเล็กโทรไลต์ (non-electrolyte) เป็นสารที่ไม่แตกตัวเป็นไอออนในสารละลาย ส่วนใหญ่เป็นสารโคเวเลนต์
- สารละลายที่ตัวละลายไม่แตกตัวเป็นไอออน เรียกว่า สารละลายนอน-อิเล็กโทรไลต์ (non-electrolyte solution)

สารอิเล็กโทรไลต์



สารนอนอิเล็กโทรไลต์



สมบัติความเป็นกรด-เบสของสารละลาย

- สารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่แตกตัวเป็นไอออนได้มาก จึงนำไฟฟ้าได้ดี และอาจมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง
- สารละลายอิเล็กโทรไลต์อ่อนแตกตัวเป็นไอออนได้น้อย จึงนำไฟฟ้าได้ไม่ดี และอาจมีสมบัติเป็นกรด เบส หรือกลาง
- สารละลายนอนอิเล็กโทรไลต์ไม่แตกตัวเป็นไอออน จึงนำไฟฟ้าไม่ได้ และมีสมบัติเป็นกลางเสมอ
- สารละลายที่แตกตัวให้ไฮโดรเนียมไอออน (H_3O^+) จะมีสมบัติเป็นกรด สารละลายที่แตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) จะมีสมบัติเป็นเบส ส่วนสารละลายที่ไม่มี H_3O^+ หรือ OH^- จะมีสมบัติเป็นกลาง

ทฤษฎีกรด-เบส

- ทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส (Arrhenius theory) กล่าวว่า กรดคือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และเบสคือสารที่ละลายน้ำแล้วแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-)



สวante อาร์เรเนียส

- ทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเตด-ลาวรี (Bronsted-Lowry theory) กล่าวว่า กรดคือสารที่ให้โปรตอน (H^+) และเบสคือสารที่รับโปรตอน (H^+)



โยฮันเนส นิคอลาส เบรินสเตด



ทอมัส มาร์ติน ลาวรี

- ทฤษฎีกรด-เบสลิวิส (Lewis theory) กล่าวว่า กรดคือสารที่สามารถรับคู่อิเล็กตรอน และเบสคือสารที่สามารถให้คู่อิเล็กตรอน ซึ่งทฤษฎีนี้ใช้ระบุสารใดเป็นกรดหรือเบสได้ทุกชนิด



กิลเบิร์ต นิวตัน ลิวิส

Process

1. ระบุและอธิบายว่าสารเป็นกรดหรือเบสโดยใช้ทฤษฎีกรด-เบสของอาร์เรเนียส เบรินสเตด-ลาวรี และลิวิส
2. ระบุคู่กรด-เบสของสารตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเตด-ลาวรี

Attribute

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน



คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้

1. จากสารที่กำหนดสารให้ สารใดจัดเป็นกรด



2. เรียกชื่อสารต่อไปนี้



3. จากสารที่กำหนดให้ สารใดจัดเป็นสารอิเล็กโทรไลต์แก่



4. เปรียบเทียบความสามารถในการนำไฟฟ้าเมื่อกำหนดให้สารละลายเข้มข้นเท่ากัน



5. จากข้อมูลต่อไปนี้

สารละลาย (1 mol/dm ³)	การเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัส	ความสว่างของหลอดไฟฟ้า
A	น้ำเงิน $\rightarrow$ แดง	สว่างมาก
B	ไม่เปลี่ยนสี	ไม่สว่าง
C	แดง $\rightarrow$ น้ำเงิน	สว่างน้อย
D	ไม่เปลี่ยนสี	สว่างปานกลาง

- 5.1 สารละลายใดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

- 5.2 สารละลายใดเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์แก่

6. ข้อความต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

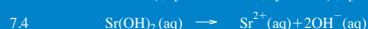
- 6.1 สารละลายกรดนำไฟฟ้าได้เสมอ

- 6.2 สารละลายที่นำไฟฟ้าได้มีสมบัติเป็นกรดหรือเป็นเบสเท่านั้น

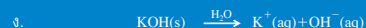
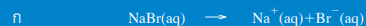
- 6.3 สารละลายที่เป็นกลางบางชนิดนำไฟฟ้าได้ แต่บางชนิดไม่นำไฟฟ้า

- 6.4 สารละลายที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน นำไฟฟ้าได้ทุกชนิด

7. การเขียนสมการการแตกตัวเป็นไอออนของสารต่อไปนี้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร



8. จากสมการต่อไปนี้



- 8.1 สารละลายใดไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสทั้งสีน้ำเงินและสีแดง

- 8.2 สารละลายใดเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน

9. สารที่เป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียสได้ต้องมียอดประจุลบ เพราะเหตุใด อธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่าง

10. ตามทฤษฎีกรด-เบสอาร์เรเนียส การอธิบายว่าสารใดเป็นกรดจะต้องมีไอออนชนิดใดเกิดขึ้นเสมอ

11. สารที่เป็นเบสตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเต็ด-ลาวรีต้องมียอดประจุลบ เพราะเหตุใด อธิบายพร้อมทั้งยกตัวอย่าง

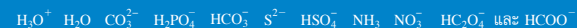
12. เมื่อแก๊สแอมโมเนียละลายน้ำจะแตกตัวได้ดังสมการ $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$ ระบุว่าสารใดเป็นกรดหรือเบสตามทฤษฎีกรด-เบสของเบรินสเต็ด-ลาวรี

13. จากปฏิกิริยาต่อไปนี้



ไอออนใดเป็นคู่กรด-เบสซึ่งกันและกัน

14. จากสารต่อไปนี้



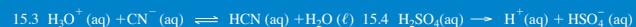
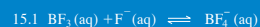
จัดกลุ่มสารที่มีสมบัติความเป็นกรด-เบสตามทฤษฎีกรด-เบสเบรินสเต็ด-ลาวรีดังนี้

- 14.1 สารที่มีสมบัติเป็นกรดเท่านั้น

- 14.2 สารที่มีสมบัติเป็นเบสเท่านั้น

- 14.3 สารที่มีสมบัติเป็นได้ทั้งกรดและเบส

15. จากสมการที่กำหนดให้อธิบายสมบัติความเป็นกรด-เบสของสารด้วยทฤษฎีใด พร้อมทั้งระบุสารที่กำหนดให้ว่าเป็นกรดหรือเบส



16. แก๊มะถันละลายในสารละลายไฮเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) ได้เพราะเหตุใด อธิบายพร้อมทั้งเขียนสมการ