การศึกษาแนวแนวคิดเรื่อง กรด–เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จิณห์ณิภา นาคะเสนีย์[1] ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง[1*] และพรพรรณ พรศิลปทิพย์[2]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
และ [2]สาขาวิชาเคมีวิเคราะห์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร 10900
[*]E-mail: fedupppi@ku.ac.th

รับบทความ: 5 มีนาคม 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 18 พฤษภาคม 2558

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาแนวคิดเรื่อง กรด–เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรีจำนวน 48 คน เครื่องมือที่ใช้ในงาน วิจัย ได้แก่ แบบวัดแนวคิดชนิดปลายเปิด ในหัวข้อสารละลายกรด–เบสและทฤษฎีกรด–เบส วิเคราะห์ข้อมูลโดยจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนตามการจัดกลุ่มของ Andersson (1990) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 46.51 ใช้องค์ประกอบของสารในการพิจารณาว่าสารชนิดใดเป็นกรด เช่น สารที่เป็นกรดคือสารที่มี H หรือ S เป็นองค์ประกอบ และนักเรียนร้อยละ 48.84 ใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันในการอธิบายความเป็นเบสของสาร เช่น เบสคือสารที่สัมผัสแล้วลื่น มีรสฝาด ไม่เปรี้ยวและไม่กัดกร่อน สำหรับหัวข้อทฤษฎีกรด–เบส แบ่งได้เป็น 3 ประเด็น คือ ทฤษฎีกรด–เบสของอาร์เรเนียส พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 48.49 อธิบายว่ากรดคือสารที่แตกตัวได้ H^+ และนักเรียนร้อยละ 42.43 อธิบายว่าเบสคือสารที่แตกตัวได้ OH^- โดยส่วนมากไม่ได้กล่าวถึงน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลาย สำหรับทฤษฎีกรด–เบสของเบรินเสตด–ลาวรี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 33.33 อธิบายความเป็นกรดของสารโดยใช้เหตุผลอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีกรด–เบส เช่น อธิบายกว่ากรดคือสารที่มีประจุบวก กรดคือสารที่มี H มากกว่า และนักเรียนร้อยละ 33.33 อธิบายความเป็นเบสของสารว่า เบสคือสารที่มีประจุลบหรือเป็นสารที่ไม่นำไฟฟ้า และสำหรับทฤษฎีกรด–เบสของลิวอิส พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 18.18 อธิบายว่า กรดคือสารที่รับอิเล็กตรอนจากสารอื่น และเบสคือสารที่ให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่น

คำสำคัญ: แนวคิด กรด–เบส ทฤษฎีกรด–เบส

The Study of Grade 11th Students' Acid–Base Conceptions

Jinnipa Nakasenee[1], Pattamaporn Pimthong[1*] and Pornpun Pornsilapatip[2]

[1]Division of Science Education, Department of Education, Faculty of Education, and
[2]Division of Analytical Chemistry, Department of Chemistry, Faculty of Science,
Kasetsart University, Bangkhen, Bangkok 10900, Thailand
[*]E-mail: fedupppi@ku.ac.th

Abstract

The purpose of this study was to study forty eight Grade 11th students' conceptions about acids and bases in a special large school of Nontaburi province. The research instrument was an open-ended concept survey about acids and bases and theories of acids and bases. The data were analyzed by categorizing into groups based on Andersson (1990). The result found that 46.51% of students identified acids by using the compositions of substance. For example, acid was included H and S. While 48.84% of students identified bases by relating to everyday life. For instance, base felt slippery, bitter, was not sour and corrosion. There were three theories of acid and base. Following the Arrhenius theory, most students (48.49%) explained that acids produced H^+ while 42.43% of students explain that bases produced OH^-. Most of them did not mention water as a solvent. Following the Brønsted–Lowry theory, most students (33.33%) gave other explanations which did not related to theories of acids and bases. For example, acids hold positive ion, acids had H more than bases. Other 33.33% of students gave similar explanations, for example, bases hold negative ion and base did not conduct electricity. For the Lewis theory, most students (18.18%) explained that acid was an electron acceptor and base was an electron donor.

Keywords: Concept, Acid-base, Acid-base theory

บทนำ

มโนมติหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์นั้นมีทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม โดยแนวคิดหนึ่งอาจเกิดจากการเอาแนวคิดหลายอย่างมาสัมพันธ์กันตามหลักของความเป็นเหตุเป็นผลมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนและมีความรู้ในระดับที่สูงขึ้น (ภพ เลาหไพบูลย์, 2534) ถ้าแนวคิดนั้นเกิดความคลาดเคลื่อนไปจากแนวคิดวิทยาศาสตร์หรือเรียกว่า แนวคิดคลาดเคลื่อน (alternative conception) จะเกิดอุปสรรคต่อการเรียนรู้ใหม่ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2554) โดยครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่จะจัดการเรียน การสอนเพื่อแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนให้สอดคล้องกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ ในส่วนของเนื้อหาวิชาเคมีที่อยู่ในสาระที่ 3 (สารและสมบัติของสาร) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552) จัดเป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญและมีเนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง โดยมุ่งเน้นไปที่การ ศึกษาเกี่ยวกับสมบัติของวัสดุและสารแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมีและการแยกสาร เนื้อหาเหล่านี้เป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนและมักจะสอนโดยการแสดงให้นักเรียนเห็นของจริงได้ยาก เช่น พันธะของสารเคมี โครงสร้างภายในอะตอม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Nieswandt, 2001) แนวคิดเหล่านี้ส่งผลต่อการยอมรับและทำความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ การพยายามตรวจสอบแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียน จะทำให้ครูผู้สอนสามารถวางแผนจัดการและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากแนวคิดเหล่านั้นได้

สำหรับเนื้อหาเรื่องกรด–เบส เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสมบัติของสารละลายกรดและเบส ซึ่งมีสมบัติเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ คือ สารที่เมื่อละลายแล้วเกิดการแตกตัวเป็นไอออนและนำไฟฟ้าได้ เกี่ยวข้องกับการอธิบายสมบัติความเป็นกรด–เบส โดยใช้ทฤษฎีกรด–เบส เช่น ทฤษฎีกรด–เบสของอาร์เรเนียส ทฤษฎีกรด–เบสของเบรินสเตด–ลาวรี (สสวท., 2554) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นั้นเคยเรียนเนื้อหากรด–เบสมาแล้วในเรื่อง สารและสมบัติของสาร ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากข้อมูลในตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2552) ตัวชี้วัดที่ 3 สารและสมบัติของสาร ดังนี้

มาตรฐาน ว 3.1	
ระดับชั้น	**ตัวชี้วัด**
ม. 1	- ทดลองและอธิบายสมบัติความเป็นกรด–เบสของสารละลาย - ตรวจสอบค่า pH ของสารละลายและนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
มาตรฐาน ว 3.2	
ระดับชั้น	**ตัวชี้วัด**
ม. 2	- ทดลอง อธิบายและเขียนสมการเคมีของปฏิกิริยาของสารต่าง ๆ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

จะเห็นว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เคยเรียนเนื้อหาเรื่อง กรด–เบส มาแล้ว ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งศึกษาการวัดค่า pH ของสารละลาย โดยใช้กระดาษลิตมัสหรือยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ และศึกษาสมบัติพื้นฐานของกรด–เบส เช่น กรดคือสารที่มีรสเปรี้ยว ทำปฏิกิริยากับโลหะได้แก๊สไฮโดรเจน กรดทำปฏิกิริยากับหินปูนได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และเบสคือสารที่มีรสฝาด ไม่ทำปฏิกิริยากับโลหะยกเว้นอะลูมิเนียม ทำ

ปฏิกิริยากับไขมันได้สบู่ และเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน (ประดับ นาคแก้ว, 2553)

จากการศึกษางานวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนมากเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนในแนวคิดนี้ เช่น จากงานวิจัยของ สุภาพร อินบุญนะ (2541) ศึกษาแนวคิดเรื่องกรด–เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 344 คนในจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า นักเรียนมีแนวคิดคลาดเคลื่อนในทุกแนวคิดที่ได้เลือกมาศึกษา เช่น เข้าใจว่าสารที่มีคุณสมบัติเป็นกลางทุกชนิด ไม่นำไฟฟ้า หรือสารละลายอิเล็กโทรไลต์ทุกชนิดต้องมีคุณสมบัติเป็นกรดหรือเบส และจากงานวิจัยของ จิตตมาส สุขแสวง (2549) ศึกษาแนวคิดของนักเรียนและพฤติกรรมการสอนของครูเรื่อง กรด–เบส ในระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตจตุจักร กรุงเทพฯ พบว่า โดยภาพรวมแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดคลาดเคลื่อน เช่น ไม่เข้าใจว่าสารคู่ใดเป็นคู่กรด–เบสซึ่งกันและกันและสารใดที่ไม่ได้เป็นคู่กรด–เบสซึ่งกันและกัน เลือกใช้ทฤษฎีกรด–เบสไม่ถูกต้องในการอธิบายสมบัติของกรดและเบสชนิดต่าง ๆ และไม่สามารถจำแนกสมบัติความเป็นกรด–เบสของสารบางชนิดได้ เช่น แอมโมเนีย (NH_3)

คำถามการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีแนวคิดในวิชาเคมีเรื่อง กรด–เบส เป็นอย่างไร

นิยามศัพท์

แนวคิดคลาดเคลื่อน หมายถึงแนวคิด ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ วัดโดยใช้แบบวัดแนวคิดและแบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง

แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ มาจากการรับรู้ การศึกษาจากหลักการ ข้อเท็จจริงและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลกัน และเป็นแนวคิดที่ได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ วัดโดยใช้แบบวัดแนวคิดและแบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้างซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ใช้การจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนตามการจัดกลุ่มของ Andersson (1990)

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) เพื่อสำรวจแนวคิดเรื่องกรด–เบสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีขั้นตอนในการศึกษาดังนี้

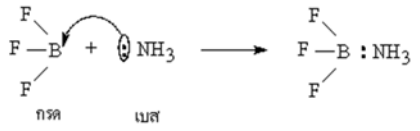
1. การสร้างแบบวัดแนวคิด ผู้วิจัยได้ทำสร้างแบบวัดแนวคิดเริ่มจากการศึกษาหลักสูตรและหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6 และสรุปแนวคิดทั้งหมดที่ต้องการศึกษาในเรื่องกรด–เบส ในหัวข้อสารอิเล็กโทรไลต์และนอนอิเล็กโทรไลต์ สารละลายกรด–เบส ทฤษฎีกรด–เบส ความแรงของกรด–เบส กรดมอโนโพรทิกและกรดพอลิโพรทิก ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดและกรอบเครื่องมือ จากนั้นสร้างแบบวัดแนวคิด และส่งแบบวัดแนวคิดให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบและแก้ไขก่อนปรับแก้แบบวัดและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่านตรวจสอบ เมื่อได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ปรับแก้แบบวัดแนวคิดและนำ ไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน จากนั้นปรับแก้แบบวัดอีกครั้งก่อนนำไปใช้จริง

ตัวอย่างข้อคำถามในแบบวัดแนวคิด

1. จากสารละลายตัวอย่างทั้ง 6 ชนิด คือ สารละลาย H_2SO_4, NH_3, NaCl, CsOH, $CaCl_2$ และ HBr ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในตารางให้สมบูรณ์

ความเป็นกรด–เบสของสาร	ให้นักเรียนนำสูตรเคมีของสารตัวอย่างเติมลงในตาราง	นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าสารเหล่านี้มีสมบัติเป็นกรดหรือเบส (อธิบายเหตุผลประกอบ)
กรด		
เบส		

2. จงพิจารณาข้อมูลที่กำหนด แล้วให้ “คำจำกัดความ” ของกรดและเบส

ข้อมูล
สมการที่ 1 $HCl_{(g)} \xrightarrow{H_2O} H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$ กรด คำตอบ .....
สมการที่ 2 $NaOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ เบส คำตอบ .....
สมการที่ 3 $CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$ กรด 1 เบส 2 เบส 1 กรด 2 คำตอบ .....
สมการที่ 4 $NH_{3\ (aq)} + H_2O_{(l)} \leftrightharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ เบส 1 กรด 2 กรด 1 เบส 2 คำตอบ .....
สมการที่ 5  กรด เบส คำตอบ .....

2. การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ ชุดละ 20 นาที และสัมภาษณ์เพิ่มเติมสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีคำตอบที่น่าสนใจ โดยให้นักเรียนอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ตอบลงในแบบวัดแนวคิด จากนั้นจึงวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ร้อยละ แบ่งกลุ่มแนวคิดของผู้เรียนตามการจัดกลุ่มของ Andersson (1990) โดยจัดกลุ่มแนวคิดที่มีความคล้ายคลึงกันไว้ในกลุ่มเดียวกัน จากนั้นตั้งชื่อกลุ่ม และวิเคราะห์หาแนวคิดคลาดเคลื่อนของผู้เรียน

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ โรงเรียนรัฐบาลขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 48 คน

ผลการวิจัย

1. แนวคิดเรื่องสารละลายกรด–เบส ประกอบด้วย 2 แนวคิดย่อย ดังนี้

1.1 แนวคิดเกี่ยวกับสารละลายกรด จากการศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในหัวข้อสารละลายกรด

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
1. พิจารณาโดยใช้องค์ประกอบของสารหรือดูจากสูตรเคมี (Name, N)	
1.1 กรดคือสารที่มี H หรือ มี H^+ เป็นองค์ประกอบ (N1)	25.58
1.2 กรดคือสารที่มีองค์ประกอบอื่น เช่น S, SO_4, Ca, Na, Cl (N2)	18.61

ตาราง 1 (ต่อ)

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
1.3 กรดคือสารที่มีเลขห้อย (N3)	2.32
2. พิจารณาจากสมบัติของสาร เช่น กรดคือ สารที่ทำให้ระคายเคือง กัดกร่อนได้ เป็นอันตราย ดูไม่คุ้นเคยหรือเป็นเกลือ (Property of acid, PA)	37.21
3. ไม่อธิบายเหตุผล หรือไม่ตอบคำถาม (No respond, NO)	16.28
รวม	**100.00**

1.2 แนวคิดเกี่ยวกับสารละลายเบส

จากการศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 2

ตาราง 2 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในหัวข้อสารละลายเบส

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
1. พิจารณาโดยใช้องค์ประกอบของสารหรือดูจากสูตรเคมี (Name, N)	
1.1 เบสคือสารที่มี OH หรือ OH^- เป็นองค์ประกอบ (N4)	20.93
1.2 เบสคือสารที่ไม่มี H หรือ Cl เป็นองค์ประกอบ (N5)	4.65
1.3 เบสคือสารที่มีองค์ประกอบอื่น ๆ (N6)	6.98
1.4 เบสคือสารที่ไม่มีเลขห้อย (N7)	2.32
2. พิจารณาจากสมบัติของสาร เช่น เบสคือสารที่สัมผัสแล้วลื่น มีรสฝาด ไม่เปรี้ยวและไม่กัดกร่อน หรือไม่เป็นอันตราย (Property of base, PB)	48.84
3. ไม่อธิบายเหตุผล หรือไม่ตอบคำถาม (No respond, NO)	16.28
รวม	**100.00**

จากผลการศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อธิบายความเป็นกรดของสารโดยพิจารณาจากองค์ประกอบของสารหรือสังเกตจากสูตรเคมี (ร้อยละ 46.51) เช่น กรดคือสารที่มี H หรือ มี H^+ เป็นองค์ประกอบ และอธิบายความเป็นเบสโดยใช้สมบัติของเบสหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาอธิบายความเป็นเบส (ร้อยละ 48.84) เช่น เบสคือสารที่สัมผัสแล้วลื่น มีรสฝาด ไม่เปรี้ยว และไม่กัดกร่อน หรือไม่เป็นอันตรายจากการสัมภาษณ์ตัวอย่างนักเรียนเพิ่มเติมได้ข้อมูล ดังนี้

> ครู: ตรงนี้เราตอบครูว่า H_2SO_4 NH_3 และ HBr เป็นกรด เพราะอะไร เราอธิบายเพิ่มเติมให้ครูฟังได้ไหม
>
> น้ำมนต์: หนูดูจากองค์ประกอบของมันค่ะหนู จำได้ว่ากรดจะต้องมีไฮโดรเจนอยู่ด้วย

จะเห็นได้ว่า น้ำมนต์มีแนวคิดคลาดเคลื่อน สารที่มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ มีสมบัติเป็นกรด โดยไม่ได้พิจารณาถึงไอออนที่ได้จากการแตกตัวของสาร ทำให้น้ำมนต์เข้าใจว่า แอมโมเนียเป็นกรด เพราะในสูตรเคมีของแอมโมเนียมีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบด้วย ซึ่งสารทุกชนิดที่มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบไม่ได้มีสมบัติเป็นกรดเสมอไป

> ครู: อธิบายคำตอบตรงนี้ให้ครูฟังเพิ่มเติมได้ไหมคะ ทำไมหนูถึงคิดว่า H_2SO_4 และHBr เป็นกรดล่ะ
>
> มุตตา: หนูคิดว่ามันมี H^+ เป็นองค์ประกอบค่ะ
>
> ครู: รู้ได้ยังไงว่ามันมี H^+ เป็นองค์ประกอบล่ะ
>
> มุตตา: ในสูตรมันมีไฮโดรเจนค่ะครู หนูคุ้น ๆ เหมือนเคยเรียนมาแล้วว่ากรดมันจะมี H^+ เป็นองค์ประกอบด้วย
>
> ครู: แล้ว CsOH ล่ะ มันก็มีไฮโดรเจนนะ ทำไมเราถึงตอบว่ามันเป็นเบสล่ะ
>
> มุตตา: อันนี้มันมีทั้ง O กับ H เลยค่ะครู ถ้ามี OH^- เป็นองค์ประกอบ ก็จะเป็นเบส
>
> ครู: ในสูตร มันก็มีแค่ O กับ H นี่ เรารู้ได้ยังไงล่ะว่ามันต้องมี OH^- เป็นองค์ประกอบ ทำไมต้องเป็นไอออนลบล่ะ เป็น OH^- ไม่ได้เหรอ

มุตตา: ... (หัวเราะ) ไม่อ่ะครู หนูจำได้ว่าเบสมันเกี่ยวกับ OH^- หนูคิดว่ามันต้องมี OH^- เป็นองค์ประกอบค่ะ

จากคำตอบของมุตตา จะเห็นว่า มุตตามีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า กรดคือสารที่มี H^+ เป็นองค์ประกอบ และเบสคือสารที่มี OH^- เป็นองค์ประกอบ อาจเป็นเพราะมุตตาไม่ได้มีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์อย่างลึกซึ้ง แต่จำได้ว่ากรดเกี่ยวข้องกับ H^+ และเบสเกี่ยวข้องกับ OH^- จึงเข้าใจว่ากรดมี H^+ เป็นองค์ประกอบ และเบสมี OH^- ซึ่งในความเป็นจริงจากสูตรเคมี H_2SO_4 และ HBr มีองค์ประกอบคือ H และ CsOH มีองค์ประกอบคือ O และ H และหากพิจารณาการถึงแตกตัว เมื่อกรดแตกตัวในน้ำจะได้ H^+ ส่วนเบสแตกตัวในน้ำจะได้ OH^- นอกจากนี้ สารที่มีหมู่ OH เป็นองค์ประกอบ ก็ไม่ใช่เบสเสมอไป เช่น สารประกอบแอมโมเนีย

ครู: อ่ะ ทำไมเลือกสารพวกนี้เป็นเบสล่ะ

ราตรี: อันนี้หนูไม่รู้ แต่ตัวนี้คือแอมโมเนียใช่ไหม ... หนูคิดว่ามันเอาไว้ดม ไม่น่าจะเป็นกรด ส่วน $CaCl_2$ มันมีแคลเซียม

ครู: ทำไมถึงคิดว่าถ้ามีแคลเซียมแล้วต้องเป็นเบสล่ะ

ราตรี: เพราะมันกินได้ มันอยู่ในตัวเรา

จากการสัมภาษณ์ จะเห็นว่า ทิวาและราตรีมีแนวคิดคลาดเคลื่อน โดยทิวามีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า CsOH เป็นกรด เนื่องจากมีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ และสำหรับราตรีมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า $CaCl_2$ เป็นเบส เนื่องจากแคลเซียมเป็นสารที่ไม่มีอันตราย เพราะเป็นองค์ประกอบของร่างกาย

2. แนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด–เบส ประกอบด้วย 3 แนวคิดย่อย ดังนี้

2.1 ทฤษฎีกรด–เบสของอาร์เรเนียส

จากการศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 3

ตาราง 3 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในหัวข้อทฤษฎีกรด–เบสของอาร์เรเนียส

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
กรด	
1. พิจารณาไอออนจากการแตกตัวหรือการละลายของสาร (Ionization of acid, IA)	
1.1 กรดคือสารที่ละลายน้ำหรือแตกตัวในน้ำได้ H^+ (IA1)*	27.27
1.2 กรดคือสารที่แตกตัวได้ H^+ (IA2)	48.49
2. พิจารณาโดยใช้ทฤษฎีกรด–เบสอื่น (Other theories of acid-base, OT)	3.03
3. พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น (Other, O)**	18.18
4. ไม่อธิบายเหตุผล หรือไม่ตอบคำถาม (No respond, NO)	3.03
รวม	**100.00**

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
เบส	
1. พิจารณาไอออนจากการแตกตัวหรือการละลายของสาร (Ionization of base, IB)	
1.1 เบสคือสารที่ละลายน้ำหรือแตกตัวในน้ำแล้วได้ OH^- (IB1)*	30.30
1.2 เบสคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ OH^- (IB2)	42.43
2. พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น (O)***	21.21
3. ไม่อธิบายเหตุผล หรือไม่ตอบคำถาม (NO)	6.06
รวม	**100.00**

*แนวคิดวิทยาศาสตร์

**พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น เช่น กรดคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้หรือแตกตัวได้ดี กรดคือสารที่มีหมู่โลหะผสมอยู่ กรดคือสารที่มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ กรดมีฤทธิ์กัดกร่อน เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากน้ำเงินเป็นแดง

***พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น เช่น เบสคือสารที่มีหมู่โลหะและอโลหะผสมอยู่ เบสคือสารที่แตกตัวได้ Na^+ เบสคือสารที่เป็นของแข็ง หรือเบสคือสารที่มีรสฝาด ลื่น เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากแดงเป็นน้ำเงิน

จากการสำรวจแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีกรด–เบสของอาร์เรเนียส พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 48.49) อธิบายว่า กรดคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ H^+ และเบสคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ OH^- (ร้อยละ 42.43) โดยไม่ได้อธิบายถึงตัวทำละลายตามทฤษฎีของอาร์เรเนียส คือ น้ำ จากการสัมภาษณ์ตัวอย่างนักเรียนเพิ่มเติมได้ข้อมูลดังนี้

ครู: ข้อนี้ ทำไมหนูถึงคิดว่า HCl เป็นกรดล่ะ

น้ำฝน: หนูดูตรงนี้ค่ะ (ไฮโดรเจนไอออนที่ได้จากการแตกตัวของ HCl ในน้ำ) อันนี้มีน้ำใช่ไหมค่ะ ก็คือมันแตกตัวในน้ำ กรดมันจะแตกตัวในน้ำได้ H^+ ค่ะครู

หรือ

ครู: แล้วที่หนูตอบครูมาว่า NaOH เป็นเบส เพราะแตกตัวได้ OH^- ล่ะ อธิบายเพิ่มเติมได้ไหม

น้ำค้าง: อันนี้หนูดูจากสมการค่ะ ในสมการมันแตกตัวได้ OH^- ออกมา

ครู: แล้วที่เขียนว่า OH^- เป็นเบส และ Na^+ เป็นกรดล่ะ เราทราบได้อย่างไร

น้ำค้าง: ก็เบสมันจะแตกตัวได้ OH^- ใช่ไหมคะ OH^- มันคือตัวที่เป็นเบส เพราะฉะนั้นอีกตัวก็ตรงต้องข้ามกันค่ะ คือเป็นกรด

จะเห็นว่า สายฝนมีแนวคิดวิทยาศาสตร์โดยอธิบายว่า HCl เป็นกรด เพราะเมื่อแตกตัวในน้ำได้ H^+ ส่วนน้ำค้างถึงแม้จะมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ว่า NaOH เป็นเบส เพราะแตกตัวได้ OH^- แต่พบแนวคิดคลาดเคลื่อนเพิ่มเติมจากที่น้ำค้างอธิบายว่า OH^- ที่ได้จากการแตกตัวนั้นเป็นเบส ส่วน Na^+ เป็นกรด

2.2 ทฤษฎีกรด–เบสของเบรินสเตด–ลาวรี จากการศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 4

ตาราง 4 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในหัวข้อทฤษฎีกรด–เบสของเบรินสเตด–ลาวรี

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
กรด	
1. พิจารณาจากการให้โปรตอน (Proton donor, PD)*	6.06
2. พิจารณาโดยใช้ทฤษฎีกรดเบสอื่น (Other theories of acid-base, OT)	15.15
3. พิจารณาโดยใช้ทฤษฎีกรดเบสอื่น และมีเหตุผลอื่นประกอบด้วย (Other theories of acid-base and other reason, OTO)	12.13
4. พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น (Other, O)**	33.33
5. ไม่อธิบายเหตุผล หรือไม่ตอบคำถาม (No respond, NO)	33.33
รวม	**100.00**

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
เบส	
1. พิจารณาจากการรับโปรตอน (Proton acceptor, PA)*	9.09
2. พิจารณาโดยใช้ทฤษฎีกรดเบสอื่น (OT)	12.12
3.พิจารณาโดยใช้ทฤษฎีกรดเบสอื่น และมีเหตุผลอื่นประกอบด้วย (OTO)	3.03
4. พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น (O)***	33.33
5. ไม่อธิบายเหตุผล หรือไม่ตอบคำถาม (NO)	42.43
รวม	**100.00**

*แนวคิดวิทยาศาสตร์

**พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น เช่น กรดคือสารที่มีความแรงมากกว่าน้ำ กรดคือสารที่ทำปฏิกิริยากับเบส กรดคือสารที่เป็นประจุบวกหรือนำไฟฟ้าได้

***พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น เช่น เบสคือสารที่ทำปฏิกิริยากับกรด เบสคือสารที่เป็นประจุลบหรือที่ไม่นำไฟฟ้า

จากการสำรวจแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีกรดเบสของเบรินสเตด–ลาวรี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 33.33) อธิบายความเป็น

กรด–เบสของสารโดยใช้เหตุผลอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีกรด–เบส เช่น อธิบายกว่า กรดคือสารที่มีประจุบวก กรดคือสารที่มี H มากกว่า หรือใช้ข้อมูลจากการทดลองในห้องเรียนมาตอบคำถาม นอกจากนี้นักเรียนบางส่วนยังอธิบายความเป็นกรดของสารในส่วนนี้ว่า กรดคือสารที่แตกตัวได้ H^+ แสดงว่า จากข้อมูลที่กำหนดให้ในสมการ นักเรียนไม่ได้พิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างนิยามว่ากรดคือสารที่แตกตัวได้ H^+ กับกรดคือสารที่ให้ H^+ แก่สารอื่น และอธิบายความเป็นเบสของสารว่าเบสคือสารที่มีประจุลบ หรือเป็นสารที่ไม่นำไฟฟ้า (ร้อยละ 33.33) จากการสัมภาษณ์ตัวอย่างนักเรียนเพิ่มเติมได้ข้อมูลดังนี้

ครู: อธิบายคำตอบข้อนี้ให้ครูฟังเพิ่มเติมได้ไหม ที่บอกว่า CH_3COOH เป็นกรด เพราะนำไฟฟ้าได้

นับดาว: หนูคิดว่ากรดมันคืออะไรที่มันแรง ๆ ค่ะ ตอนทดลองหนูจำได้สารตัวนี้มันนำไฟฟ้า

ครู: คือกรดทุกชนิดนำไฟฟ้าได้เหรอ

นับดาว: ค่ะ ก็กรดมันต้องแรงกว่าเบสอ่ะครู มันเลยนำไฟฟ้าได้ดี

ครู: แล้วเบสล่ะ หนูจะอธิบายได้ไหมว่าสารพวกนี้เป็นเบสเพราะอะไร

นับดาว: หนูคิดว่ามันไม่นำไฟฟ้าค่ะ มันดูอ่อน ๆ มันไม่น่าจะทำอะไรได้

จากการสัมภาษณ์ จะเห็นว่า นับดาวมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า กรดคือสารที่นำไฟฟ้าได้ ส่วนเบสคือสารที่ไม่สามารถนำไฟฟ้าได้

2.3 ทฤษฎีกรด–เบสของลิวอิส จากการศึกษาจัดกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้ดังตาราง 5

จากการสำรวจแนวคิดของนักเรียน เกี่ยวกับทฤษฎีกรด–เบสของลิวอิส พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ตอบคำถามในข้อนี้สำหรับนักเรียนที่ตอบคำถาม ส่วนใหญ่อธิบายว่า กรดคือสารที่รับอิเล็กตรอนจากสารอื่น และเบสคือสารที่ให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่น (ร้อยละ 18.18) แต่ยังนักเรียนบางส่วนที่ใช้ทฤษฎีกรด–เบส อื่นหรือใช้สมบัติต่าง ๆ ของกรด–เบสในการอธิบายความเป็นกรด–เบสของสารในสมการเคมี แสดงให้เห็นว่า นักเรียนไม่ได้พิจารณาข้อมูลตามที่ให้ในสมการและไม่สามารถเลือกใช้แนวคิดให้เหมาะสมได้ จากการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติมได้ข้อมูลดังนี้

ตาราง 5 ร้อยละของกลุ่มแนวคิดของนักเรียนจากแบบวัดแนวคิดในหัวข้อทฤษฎีกรด–เบสของลิวอิส

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
กรด	
1.พิจารณาจากการรับอิเล็กตรอน (Electron acceptor, EA)	18.18
2. พิจารณาโดยใช้ทฤษฎีกรดเบสอื่น (Other theories of acid-base, OT)	6.06
3. พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น (Other, O)*	12.12
4. ไม่อธิบายเหตุผล หรือไม่ตอบคำถาม (No respond, NO)	63.64
รวม	**100.00**

กลุ่มแนวคิด	ร้อยละ
เบส	
1.พิจารณาจากการให้อิเล็กตรอน (Electron donor, ED)	18.18
2. พิจารณาโดยใช้ทฤษฎีกรด–เบสอื่น (OT)	6.06
3. พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น (O)**	6.06
4. ไม่อธิบายเหตุผล หรือไม่ตอบคำถาม (NO)	69.70
รวม	**100.00**

*พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น เช่น กรดคือสารที่เป็นตัวรับไอออน กรดคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ดีหรือแตกตัวหมด

**พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น เช่น เบสคือสารที่เป็นตัวให้ไอออน

ครู: ตรงนี้ ทำไม BF_3 ถึงเป็นกรดล่ะ หนูอธิบายได้ไหม

นับเดือน: กรดมันก็แตกตัวให้ H^+ ไงคะครู

ครู: แต่ BF_3 มันไม่มีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบนะ มันแตกตัวให้ H^+ ได้ด้วยเหรอ

นับเดือน: (เงียบ) (หัวเราะ) ... ก็ถ้าเป็นกรดมันก็คงแตกตัวได้ H^+ แหละค่ะ มันเป็นสมบัติของกรดไม่ ใช่เหรอคะ

ครู: แล้วแอมโมเนียล่ะ ทำไมมันถึงเป็นเบส

นับเดือน: มันแตกตัวให้ OH^- ค่ะครู

ครู: แต่ตัวมันเองไม่มีองค์ประกอบเป็นไฮโดรเจน กับออกซิเจนเลยนะ

นับเดือน: ก็ดูจากสมการข้างบนเอาไงคะ มันก็มี OH^- อยู่

จะเห็นว่า นับเดือนเลือกใช้ไอออนที่ได้จากการแตกตัวของสารในการอธิบายความเป็นกรด–เบส ถึงแม้ในสมการเคมีจะไม่ได้เกี่ยวข้องกับการแตกตัวในน้ำแต่อย่างใด แสดงว่า นับเดือนไม่สามารถเลือกใช้แนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีกรด–เบสให้เหมาะสมกับบริบทได้ นอกจากนี้นับเดือนยังมีแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ในสมการมาจากการแตกตัวของ NH_3 ทั้งที่จริงแล้วไฮดรอกไซด์ไอออนในสมการเกิดจากน้ำที่เสียโปรตอนไป 1 ตัว

เนื่องจากในแนวคิดเรื่องทฤษฎีกรด–เบสของเบรินสเตด–ลาวรีและทฤษฎีกรด–เบสของลิวอิส มีนักเรียนในกลุ่มที่ไม่อธิบายเหตุผลหรือไม่ตอบคำถาม (NO) เป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้สัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม ดังนี้

ครู: เจนจิรา แล้วข้อนี้ที่หนูเขียนตอบครูว่าไม่ทราบ คือหนูไม่เคยเรียนเรื่องนี้มาก่อนเลยใช่ไหม

เจนจิรา: ค่ะครู หนูไม่รู้จริง ๆ ก็ไม่รู้จะเขียนว่ายังไงค่ะ เขียนมั่วไป ถ้าเกิดถูกแล้วหลังเรียนหนูผิดขึ้นมา ก็เท่ากับหนูโง่ลงซิคะ (หัวเราะ)

ครู: แล้วหนูเคยเรียนเรื่องกรด–เบสมาก่อนบ้างไหม

เจนจิรา: เคยค่ะ จำได้ตอน ม.ต้น ครูเค้าให้ทดสอบกระดาษลิตมัส แล้วก็สอนว่ากรดจะเปรี้ยว กัดกร่อนได้ เบสจะฝาด ๆ ลื่น ๆ ประมาณนั้นค่ะ

หรือ

ครู: มุนินทร์ ตรงนี้นี่เราเว้นว่างไว้ เราตอบไม่ได้เลยเหรอ แบบ... เอาตามที่เราคิดก็ได้ ผิดถูกไม่เป็นไรหรอก

มุนินทร์: (หัวเราะ) ... หนูไม่รู้จะอธิบายว่ายังไงจริง ๆ ค่ะครู มันนึกไม่ออกเลย

ครู: แล้วตอนนี้ล่ะ พอจะนึกออกหรือยังว่าทำไมสารตัวนี้ถึงเป็นกรด แล้วสารตัวนั้นถึงเป็นเบส

มุนินทร์: (เงียบ) อืม ไม่รู้จริง ๆ ค่ะครู

จากการสัมภาษณ์ จะเห็นว่า มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีกรด–เบสมาก่อนเลย จึงไม่สามารถเขียนอธิบายคำตอบนี้ส่วนนี้ได้ นอกจากนี้นักเรียนบางส่วนมีความกังวลว่าถ้าเดาคำตอบมาแล้ว คำตอบนั้นถูกต้อง หากหลังเรียนนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้เท่ากับว่านักเรียนมีพัฒนาการที่แย่ลง จึงตัดสินใจไม่เขียนคำตอบในข้อนั้น

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาแนวคิดของนักเรียนในวิชาเคมี เรื่องกรด–เบส ในหัวข้อ สารละลายกรด–เบส และทฤษฎีกรด–เบส สามารถสรุปประเด็นสำคัญมาใช้ในการอภิปรายผลได้ดังนี้

1. แนวคิดของนักเรียนในเรื่องสารละลายกรด–เบส พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ใช้องค์ประกอบของสารในการพิจารณาว่าสารชนิดใดเป็นกรด เช่น สารที่เป็นกรดคือสารที่มี H, H^+,

S, SO_4, Ca, Na และ Cl ที่เป็นองค์ประกอบในสูตรเคมี หรือเป็นสารที่มีเลขห้อยในสูตรเคมี รองลงมาคือ พิจารณาจากสมบัติของสาร เช่น กรดคือสารที่ทำให้ระคายเคือง เป็นอันตรายมากกว่าเบส เป็นสารที่ไม่คุ้นเคย หรือเป็นเกลือ เพราะสามารถกัดผิวหนังทำให้เรารู้สึกแสบได้ ส่วนการพิจารณาว่าสารชนิดใดเป็นเบส นักเรียนส่วนใหญ่ใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันในการอธิบาย เช่น เบสคือสารที่สัมผัสแล้วลื่น มีรสฝาด ไม่เปรี้ยว และไม่กัดกร่อน หรือไม่เป็นอันตราย รองลงมาคือ พิจารณาโดยใช้องค์ประกอบของสารหรือดูจากสูตรเคมี เช่น เบสคือสารที่มี OH, OH^-, H และ Cl เป็นองค์ประกอบ หรือเป็นสารที่ไม่มีเลขห้อยในสูตรเคมี และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า นักเรียนอธิบายสมบัติของเบสโดยเทียบจากสมบัติของกรด เช่น เบสต้องฝาดและไม่เปรี้ยว เพราะถ้ามีรสเปรี้ยวจะเป็นกรด เบสต้องเป็นสารที่ไม่มีอันตรายเพราะกรดคือสารที่กัดกร่อนรุนแรงและมีอันตราย หรืออธิบายว่าเบสคือสารที่รับประทานได้ ดมได้ เช่น เกลือหรือแอมโมเนีย เพราะถ้าสารเหล่านี้เป็นกรดคงทำอันตรายแก่ร่างกาย สอดคล้องกับงาน วิจัยที่พบว่า นักเรียนมีแนวคิดว่ากรดเป็นอันตรายมากกว่าเบส ทำให้ผิวหนังเกิดการระคายเคืองและไหม้ได้ หรือวิธีที่จะทดสอบว่าสารชนิดต่าง ๆ เป็นกรดหรือไม่ คือ ต้องพิจารณาว่ามันสามารถกัดกินสิ่งต่าง ๆ ได้ เช่น โลหะ พลาสติก คน หรือสัตว์ได้หรือไม่ (Cetingul and Geban, 2005; Demircioglu, Ayas and Demircioglu, 2005)

2. แนวคิดของนักเรียนในเรื่องทฤษฎีกรด–เบส เมื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับสมการเคมี จำแนกแนวคิดของนักเรียนได้เป็น 3 ประเด็น ดังนี้

- ทฤษฎีกรด–เบสของอาร์เรเนียส พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดว่า กรดคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ H^+ รองลงมาคือใช้เหตุผลอื่น ๆ ในการตอบคำถาม เช่น กรดคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ กรดคือสารที่มีหมู่โลหะผสมอยู่หรือมีไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดว่า เบสคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ OH^- รองลงมาคือเบสคือสารที่ละลายน้ำแล้วได้ OH^- สอดคล้องกับงาน วิจัยที่พบว่า สารละลายทุกชนิดที่มี H^+ เป็นองค์ประกอบจะมีสมบัติเป็นกรด ส่วนสารละลายที่มี OH^- เป็นองค์ประกอบจะมีสมบัติเป็นเบสเสมอ (สุภาพร อินบุญนะ, 2547; Cetingul and Geban, 2005; Demircioglu, Ayas and Demircioglu, 2005) นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้พบประเด็นเพิ่มเติมว่า ถึงแม้นักเรียนส่วนใหญ่จะอธิบายว่า กรดคือสารที่แตกตัวให้ H^+ สารที่แตกตัวได้ OH^- แต่นักเรียนพิจารณาเพียงไอออนที่ได้จากการแตกตัวเท่านั้น โดยไม่ได้อธิบายถึงตัวทำละลาย (น้ำ) ในสมการ

- ทฤษฎีกรด–เบสของเบรินสเตด–ลาวรี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่พิจารณาโดยใช้เหตุผลอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับทฤษฎีกรด–เบส เช่น มีแนวคิดว่ากรดคือสารที่มี H มากกว่า หรือใช้ข้อมูลจากการทดลองในห้องเรียนมาตอบคำถาม เช่น กรดคือสารที่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นแดง รองลงมาคือมีแนวคิดว่า กรดคือสารที่แตกตัวเป็นไอออนได้ H^+ ทั้ง ๆ ที่ในสมการนั้น กรดไม่ได้แตกตัวให้ H^+ออกมาเป็นสารผลิตภัณฑ์ แต่กรดนั้นทำหน้าที่ในการให้ H^+ แก่เบส และนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดว่าเบสคือสารที่มีประจุลบหรือเป็นสารที่ไม่นำไฟฟ้า รองลงมาคือ ตอบคำถามโดยใช้ทฤษฎีกรด–เบสอื่น ๆ เช่น เบสคือสารที่แตกตัวได้ OH^- แสดงว่า นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้ทฤษฎีกรด–เบสในการอธิบายความเป็นกรด–เบสของสารต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับบริบทได้ สอดคล้องกับงานวิจัยที่

พบว่า นักเรียนมีแนวคิดว่า กรดนำไฟฟ้าได้แต่เบสนำไฟฟ้าไม่ได้ นอกจากนี้ นักเรียนบางคนเลือกใช้ทฤษฎีกรด–เบสไม่ถูกต้อง โดยใช้ทฤษฎีกรด–เบสของอาร์เรเนียสหรือลิวอิสในการอธิบาย (จิตตมาส สุขแสวง, 2549; Cetingul and Geban, 2005) และจากการสัมภาษณ์เพิ่มเติม พบว่า ถึงแม้นักเรียนบางส่วนจะเขียนคำตอบเป็นแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้ แต่เมื่อให้นักเรียนอธิบายคำตอบในแบบวัดแนวคิด นักเรียนอธิบายโดยใช้ประสบการณ์ในชีวิตประจำวันในการอธิบายความเข้าใจของตนอยู่ดี นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนบางส่วนที่เขียนคำตอบได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่า สารใดให้โปรตอนแก่สารใด และสารใดรับโปรตอนจากสารใด แสดงว่า นักเรียนจำแนวคิดวิทยาศาสตร์และนำมาตอบโดยที่ไม่ได้เข้าใจอย่างแท้จริง

- ทฤษฎีกรด–เบสของลิวอิส พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ตอบคำถามในส่วนนี้ สำหรับนักเรียนที่ตอบคำถามส่วนใหญ่มีแนวคิดว่า กรดคือสารที่รับอิเล็กตรอนจากสารอื่น และเบสคือสารที่ให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่น และพบแนวคิดคลาดเคลื่อนเพิ่มเติมคือ นักเรียนมีแนวคิดว่า NH_3 เป็นเบสเพราะแตกตัวให้ไฮดรอกไซด์ไอออน โดยดูจากปฏิกิริยาในด้านบนที่ NH_3 ทำปฏิกิริยากับน้ำ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว NH_3 ไม่ได้แตกตัวให้ OH^- แต่น้ำให้โปรตอนแก่แอมโมเนียแล้วกลายเป็น OH^- สอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า นักเรียนไม่สามารถเลือกใช้ทฤษฎีกรด–เบสในการอธิบายหน้าที่ของสารและไอออนในสมการได้อย่างถูกต้อง (จิตตมาส สุขแสวง, 2549)

จะเห็นได้ว่า แนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้น ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ที่ไม่มากพอ เช่น จากความรู้เดิมที่นักเรียนจำมาว่า กรดคือสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนได้ เมื่อรวมกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนว่า เกลือซึ่งทำให้เรารู้สึกแสบได้เมื่อสัมผัสกับผิวที่บอบบางหรือมีแผล ก็เป็นกรดชนิดหนึ่งเช่นกัน และทำให้เกิดแนวคิดว่า เบสเป็นอันตรายน้อยกว่ากรด เช่น นักเรียนมีแนวคิดว่า แอมโมเนียเป็นเบส เพราะถ้าเป็นกรดคงไม่สามารถนำมาใช้ดมได้ และกรดมีฤทธิ์กัดกร่อนทำให้จมูกพัง ทั้งที่ในความเป็นจริงแล้ว เบสที่มีความเข้มข้นสูงก็ก่อให้เกิดอันตรายได้เช่นกัน แนวคิดเหล่านี้เป็นสิ่งที่ติดตัวมาตั้งแต่เด็ก หรือติดตัวมาจากชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้แนวคิดนั้นหยั่งรากลึกและแก้ไขได้ยาก มีความคงทนไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการสอนโดยทั่วไป (Fisher, 1985 อ้างถึงในสุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2540) โดยเฉพาะแนวคิดเกี่ยวกับวิชาเคมีที่มีความซับซ้อนและไม่สามารถสอนโดยแสดงให้นักเรียนเห็นเป็นรูปธรรมได้ เช่น พันธะของสารเคมี โครงสร้างภายในอะตอม ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือแนวคิดทางเลือก (Nieswandt, 2001) ดังนั้นสิ่งสำคัญคือจะทำอย่างไรให้นักเรียนทราบว่าแนวคิดที่พวกเขามีนั้นเป็นแนวคิดคลาดเคลื่อน และจะมีวิธีสอนอย่างไรเพื่อพัฒนาหรือเปลี่ยนแปลงแนวคิดนั้น โดยแสดงให้นักเรียนตระหนักว่า ในบางสถานการณ์แนวคิดคลาดเคลื่อนที่เขามีนั้น ไม่สามารถนำมาใช้ตอบปัญหาได้ ซึ่งแนวคิดวิทยาศาสตร์สามารถตอบปัญหาเหล่านี้ได้อย่างสมเหตุสมผล ทำให้เกิดการเลือกใช้และยอมรับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์นั้น ๆ ได้ (Caravita and Hallden, 1994 อ้างถึงใน Tyson, 1997)

ข้อเสนอแนะ

1. การตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยในการวางแผนจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาแนวคิดของผู้เรียน ดังนั้นจึงควรศึกษาแนวคิดหัวข้ออื่น ๆ ในวิชาเคมี เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่กว้างและครอบคลุมมากขึ้น

2. จากการศึกษาพบว่า แนวคิดคลาดเคลื่อนบางส่วนเกิดจากการที่ผู้เรียนไม่มีความเข้าใจวิทยาศาสตร์ที่ลึกซึ้งเพียงพอ เมื่อนำไปรวมกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันอาจทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนได้ เช่น การที่ผู้เรียนมีแนวคิดว่า กรดคือสารที่กัดกร่อนได้ เมื่อสัมผัสเกลือแกง (NaCl) แล้วเกิดอาการแสบคัน ผู้เรียนจึงเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนว่าเกลือเป็นกรด เนื่องจากกัดกร่อนผิวได้

3. ควรศึกษาปัจจัยและสาเหตุที่ส่งผลให้เกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียนเพื่อหาแนวทางในการป้องกันไม่ให้เกิดแนวคิดคลาดเคลื่อนและหาทางแก้ไขแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน

4. แนวคิดคลาดเคลื่อนเหล่านี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนได้ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้ตรงกับความแนวคิดคลาดเคลื่อนของนักเรียน เช่น การจัดการเรียนการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวคิด

เอกสารอ้างอิง

จิตตมาส สุขแสวง. (2549). **การศึกษาแนวคิดของนักเรียน และพฤติกรรมการสอนของครูเรื่อง กรด–เบส ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) สาขาการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประดับ นาคแก้ว. (2553). **หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. กรุงเทพฯ: แม็ค.

ชาตรี ฝ่ายคำตา. (2554). **วิธีสอนวิทยาศาสตร์ระดับ ประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ: เอพริลเรนพริ้นติ้ง.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2534). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [สสวท.]. (2554). **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สุภาพร อินบุญนะ. (2541). **มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง กรด–เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดนครศรีธรรมราช.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา**. ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. ปัตตานี: มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2552). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศ.

Andersson, B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations (age 12–16). **Studies in Science Education** 18(1): 53– 58.

Cetingul, P. I., and Geban, O. (2005). Understanding of acid–base concept by using conceptual change approach. **H. U. Journal of Education** 29: 69–74.

Demircioglu, G., Ayas, A., and Demircioglu, H. (2005).Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. **Chemistry Education Research and Practice** 6(1): 36–51.

Nieswandt, M. (2001). Problems and possibilities for learning in an introductory chemistry course from a conceptual change perspective. **Science Education** 85: 158–179.

Tyson, L. M., Venville, G. J., Harrison, A. G., and Treagust, D. F. (1997). A multidimensional framework for interpreting conceptual change events in the classroom. **Science Education** 81: 387–404.