

การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

นางสาวนริรัชช์ ทองสะอาด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF ASSESSMENT PROCESSES FOR SCIENCE LABORATORY SKILLS
USING GUIDED INQUIRY APPROACH

Miss Nareerak Thongsa-ard



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education Program in Educational Measurement and
Evaluation

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทาง
	วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง
โดย	นางสาวนริรัชต์ ทองสะอาด
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาษีผล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะศึก นิชานนท์)

นริรักษ์ ทองสะอาด : การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (DEVELOPMENT OF ASSESSMENT PROCESSES FOR SCIENCE LABORATORY SKILLS USING GUIDED INQUIRY APPROACH) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.ศิริเดช สุชีวะ, 135 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง 2) เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง และ 3) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในห้องเรียนที่จัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบสอบแบบแนะแนวทางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนที่อยู่ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 132 คน

ผลการวิจัยพบว่า 1) กระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การตั้งสมมติฐานหรือปัญหาในการทดลอง 2. การวางแผนการทดลอง 3. การสำรวจและเก็บข้อมูล 4. การวิเคราะห์ข้อมูล 5. การสร้างข้อสรุป 6. การประเมิน และ 7. การขยายความรู้ 2) เครื่องมือในการประเมินมีความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน มีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.787 – 0.910 3) เครื่องมือในการประเมินมีค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) มีความสัมพันธ์กันสูงที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 4) ขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในของการประเมินสูงสุด ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การวางแผนการทดลองและการสำรวจและเก็บข้อมูล และขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในการประเมินต่ำสุด ได้แก่ การสรุปผล การประเมินและการสะท้อนข้อมูล และการขยายความรู้

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2558

5583463427 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS: SCIENCE LABORATORY SKILLS / GUIDE-INQUIRY APPROACH

NAREERAK THONGSA-ARD: DEVELOPMENT OF ASSESSMENT PROCESSES FOR SCIENCE LABORATORY SKILLS USING GUIDED INQUIRY APPROACH. ADVISOR: ASSOC. PROF. SIRIDEJ SUJIVA, 135 pp.

The purposes of this research were 1) to develop science laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach ; 2) to develop instrument of science laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach; and 3) to validate the quality of science laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach. Participants were 132 eighth grade students in secondary educational service area.

The research findings were as follows: 1) seven steps of science laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach were assumption, planning, survey and collect data, analysis and synthesis, reach conclusion, evaluation and reflection, and applying; 2) internal consistency reliability instruments of science laboratory skills assessment process using guide-inquiry approach are 0.787 – 0.910; 3) there was a significant at .01 level on consequences from pearson product moment correlation coefficient of inter-rater; and 4) process students had the highest average rating assumptions, planning, surveys and data collection and process that the students had the lowest average in reach conclusion, evaluation and reflection, and applying.

Department: Educational Research and Student's Signature

Psychology Advisor's Signature

Field of Study: Educational Measurement
and Evaluation

Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือ รวมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำวิจัย รวมถึงรองศาสตราจารย์ ดร.โชติกา ภาชีผล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะศึก นิซานนท์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ช่วยให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ต่าง ๆ ให้แก่ผู้วิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยในการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา ขอขอบคุณ คณะครู และนักเรียนที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลตลอดกระบวนการวิจัย

ขอขอบคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ขอขอบคุณ พี่น้องนิสิตสาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา รวมถึงพนักงานธุรการทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือทุกเรื่องด้วยความเต็มใจและมีมิตรภาพที่ดีให้เสมอมา จึงเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และมีความอดทนในการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย	4
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	4
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	7
1.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	7
1.2 ขั้นตอนในการปฏิบัติการทักษะวิทยาศาสตร์.....	8
1.3 ลักษณะการเรียนรู้ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	9
1.4 ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	13
ตอนที่ 2 การวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	16
2.1 ความหมายการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	16
2.2 แนวโน้มการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน.....	17

2.3 เทคนิคที่ใช้วัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	18
2.4 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	19
2.5 กระบวนการพัฒนาเครื่องมือทางการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ	24
ตอนที่ 3 รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง	28
3.1 ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง	29
3.2 ความหมายรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง	30
3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง	32
3.4 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)	34
ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	34
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง	36
กรอบแนวคิดการวิจัย	41
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	42
ตอนที่ 1 การสังเคราะห์กระบวนการที่สำคัญในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง	43
ตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบ สอบแบบแนะแนวทาง	44
ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบ สอบแบบแนะแนวทาง	45
ตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพและผลการใช้แบบประเมินปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้ แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางหลังจากการนำไปใช้ทดลอง	46
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
ตอนที่ 1 ผลของการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิด การสืบสอบแบบแนะแนวทาง	49

1.1	ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	49
1.2	ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach) จาก การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach).....	52
ตอนที่ 2	ผลการพัฒนาเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการ สืบสอบแบบแนะแนวทาง.....	60
2.1	ผลการสร้างและปรับปรุงแบบประเมินการบันทึกกิจกรรมในการประเมินทักษะ ปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางของนักเรียน	61
2.2	ผลตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติทาง วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach).....	62
ตอนที่ 3	ผลการใช้ชุดเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	67
3.1	ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในของ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะ แนวทาง (guide inquiry approach).....	68
3.2	ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการ สืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach).....	68
3.3	ผลการตรวจสอบอำนาจจำแนกรายชื่อของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทาง วิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach).....	69
3.4	ผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการ สืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach).....	70
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	72
	สรุปผลการวิจัย.....	73

อภิปรายผลการวิจัย.....	75
ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้.....	77
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....	78
รายการอ้างอิง.....	79
ภาคผนวก.....	82
ภาคผนวก ก. รายงานผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	83
ภาคผนวก ข. รายงานผู้เชี่ยวชาญผู้ให้สัมภาษณ์.....	85
ภาคผนวก ค. รายงานครูผู้ประเมินปฏิบัติการทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์.....	87
ภาคผนวก ง. หนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย.....	89
ภาคผนวก จ. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการ สืบสอบแบบแนะแนวทาง.....	97
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	135

สารบัญตาราง

ตาราง 2.1	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามกรอบของ PISA	12
ตาราง 2.2	ขอบเขตการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์.....	13
ตาราง 2.3	ตัวอย่างสถานการณ์และข้อคำถามสำหรับใช้ในแบบทดสอบแบบเขียนตอบ.....	20
ตาราง 2.4	ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวม.....	23
ตาราง 2.5	ตัวอย่างการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย.....	24
ตาราง 2.6	ความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง ในทางปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....	31
ตาราง 2.7	ขั้นตอนในการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง	32
ตาราง 3.1	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	47
ตาราง 4.1	ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50
ตาราง 4.2	ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ในการเรียนรู้แบบสืบสอบ มีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach).....	53
ตาราง 4.3	ผลจากการสังเกตครูผู้สอนเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ในการเรียนรู้แบบสืบสอบ มีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach)	54
ตาราง 4.4	ขั้นตอนรายการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง.....	59
ตาราง 4.5	ผลจากการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของกิจกรรมการทดลอง	61
ตาราง 4.6	เกณฑ์การประเมินทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง.....	62
ตาราง 4.7	ผลจากการตรวจสอบความตรงของเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง	67
ตาราง 4.8	ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอดคล้องภายในของประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guideinquiry approach)	68

ตาราง 4.9 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทาง
วิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)..... 69

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทาง
วิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)..... 69

ตาราง 4.11 คะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการ
แนะแนวทาง (guide inquiry approach) 71



สารบัญภาพ

ภาพ 2.1 การวัดภาคปฏิบัติที่พึงประสงค์.....	7
ภาพ 2.2 การกระบวนกรเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์.....	9
ภาพ 2.3 กรอบโครงสร้างการประเมินวิทยาศาสตร์ของ PISA (สสวท., 2554).....	11
ภาพ 2.4 รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry).....	31



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลในระดับนานาชาติ ด้วยข้อสอบที่ใช้เป็นข้อสอบมาตรฐาน เช่น ข้อสอบที่ใช้ในการประเมินนานาชาติตามโครงการ TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study) และ PISA (Programme for International Student Assessment) นั้น ซึ่งข้อสอบดังกล่าวนี้ไม่ได้เน้นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ผู้เรียนกำลังเรียนในห้องเรียนโดยตรง แต่เน้นการประเมินสมรรถนะของผู้เรียนในการใช้ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อศึกษาต่อไปในระดับสูง โดยในข้อสอบตามโครงการ PISA นี้จะประเมินสมรรถนะของผู้เรียน 3 ด้านด้วยกัน ได้แก่ การรู้เรื่องการอ่าน (Reading Literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematics Literacy) และการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554; สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ, 2550) ส่วนข้อสอบตามโครงการ TIMMS จะเน้นการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการสอบนั้นพบว่า ในการสอบ PISA และ TIMMS ครั้งล่าสุด คะแนนการสอบ PISA ปี 2009 ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศ OECD ทั้ง 3 ด้าน โดยในด้านวิทยาศาสตร์ประเทศไทยได้ค่าเฉลี่ย 419 (ค่าเฉลี่ย OECD 496) และคะแนนการสอบ TIMMS ปี 2007 ประเทศไทยได้คะแนนทั้งสองวิชา คือ คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ โดยค่าเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 441 ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับที่ 1 จากทั้งหมด 5 ระดับ (ระดับต่ำที่สุดคือต่ำกว่าระดับ 1) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554) จากผลการประเมินดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในประเทศไทยนั้นยังไม่สามารถทำให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาได้

ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากการเรียนการสอนในภาคทฤษฎีแล้ว ภาคนิปฏิบัติถือว่าเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริง เช่น ทักษะการคิด การใช้เหตุผล การทำงานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้ โดยสรุปความสำคัญของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 ด้านหลัก ๆ ด้วยกัน ได้แก่ ด้านสติปัญญา (ปรีชา อมาตยกุล, 2550; สสวท, 2550) ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์ (มังกร ทองสุชาติ, 2523; สสวท, 2550) และ ด้านเจตคติ (สสวท, 2550) ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามลักษณะที่เกิดขึ้นในห้องเรียน 2 ลักษณะ (สสวท, 2550) ได้แก่ การปฏิบัติการทดลองตามบทเรียนปกติและกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการหรือมีส่วนร่วมโดยตรงในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อตรวจสอบหาความรู้ จากลักษณะห้องเรียนทั้ง

2 ลักษณะ เมื่อพิจารณาในแง่ของการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงจะเห็นว่า การเรียนลักษณะที่ 2 นี้ จะทำให้ผู้สอนทราบได้ว่า เมื่อผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระและทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปแล้ว นักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือเผชิญหน้ากับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้อย่างมั่นใจหรือไม่ มากกว่าการปฏิบัติการในห้องเรียนปกติ ดังนั้นในกระบวนการวัดและประเมินผลผู้สอนจึงต้องใช้กระบวนการวัดและประเมินผลที่หลากหลายเพื่อให้ได้มาซึ่งผลการประเมินที่ตรงตามความสามารถและสภาพจริงของนักเรียนมากที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการในการคิดและแก้ปัญหา (สสวท, 2550; กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งในปัจจุบันถือว่าการวัดและประเมินการปฏิบัติวิทยาศาสตร์นี้ เป็นจุดอ่อนของการวัดและประเมินผลการศึกษามาตลอด ทั้ง ๆ ที่ไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าการปฏิบัตินี้เป็นส่วนสำคัญของการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ (สสวท, 2550)

ในกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้ วิธีการที่นำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่คือ การเรียนรู้รูปแบบสืบสอบ (Inquiry Learning) ซึ่งมีผลดีในการที่จะทำให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล ผู้เรียนมีอิสระในการหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถ นอกจากนี้ความรู้ที่ได้จากการสืบสอบจะมีคุณค่าและมีความหมายกับผู้เรียน เพราะผู้เรียนจะเป็นผู้ค้นพบได้ด้วยตนเอง และความรู้ที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นความรู้ระยะยาวที่นักเรียนจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกนานด้วย ซึ่งต่อมาพบว่าวิธีดังกล่าวนี้หากนำไปใช้กับผู้เรียนที่ไม่คุ้นเคยกับวิธีการเรียนดังกล่าว หรือผู้เรียนที่ไม่เคยได้รับการฝึกฝนให้เกิดทักษะหรือกระบวนการคิดมาก่อนเลยนั้น อาจจะทำให้การจัดการเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังนั้นวิธีการดังกล่าวนี้จึงถูกปรับและนำเสนอการเรียนรู้นี้ในรูปแบบของการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและการความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นในการสร้างความรู้ดังกล่าว ซึ่งผู้เรียนจะใช้ทักษะการสังเกต การสำรวจ การตั้งคำถาม สร้างข้อความคาดการณ์และตรวจสอบข้อความ จนท้ายสุดได้ค้นพบเป็นความรู้ใหม่ ความรู้ใหม่ที่ได้นี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้โดยมีผู้สอนเป็นชี้แนะแนวทาง (เสาวรัตน์ รัมแก้ว, 2552) จากการศึกษางานวิจัยพบว่า มีผู้นำการจัดการเรียนการสอนรูปแบบการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach) มาใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (Donaldson and Odom, 2010) โดยใช้สถานการณ์จำลองเข้ามาเป็นตัวช่วยในการกำหนดปัญหาให้ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา ซึ่งในกระบวนการวัดและประเมินผลจึงต้องประเมินทั้งทักษะการทดลอง และทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยพบว่าวิธีการดังกล่าวนี้นอกจากจะช่วยพัฒนาการสอนของครูแล้วยังช่วยในการประเมินทักษะความคิดระดับสูงทักษะการให้เหตุผล และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วย

จากที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปข้างต้นว่าการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทางนั้นสามารถช่วยฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาได้ นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาได้จริงแล้ว

ยังมีส่วนช่วยให้นักเรียนคุ้นเคยกับการคิดและแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ด้วย ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบ การสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) นี้ ถือเป็นตัวช่วยที่จะทำให้นักเรียนได้ฝึก การค้นพบความรู้ วิธีการแก้ปัญหาที่มีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง จากการศึกษางานวิจัยพบว่าใน กระบวนการวัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์มีผู้ศึกษาการประเมินทักษะปฏิบัติทางบ้างแล้ว ได้แก่ งานวิจัยของกุลชลี ตาลช่วง (2546) ซึ่งเน้นการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ ดำเนินการทดลองตามหนังสือแบบเรียน ไม่ได้เน้นปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไป แก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาจริง นอกจากนี้ในส่วนของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะ แนวทางนั้น การวิจัยส่วนใหญ่ได้ใช้การจัดการเรียนรู้รูปแบบดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการจัดการ เรียนการสอน ได้แก่ งานวิจัยของ เสาวรัตน์ รามแก้ว (2552) จันทร์จิรา แก้วโกย (2554) ศุภิกา ศรีนันทกุล (2551) แจ่มจันทร์ ศรีอรุณรัศมี (2554) ซึ่งพบว่ามีงานวิจัยที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ในห้องเรียน (เสาวรัตน์ รามแก้ว , 2552) ห้องเรียนเสมือน (จันทร์จิรา แก้วโกย, 2554; แจ่มจันทร์ ศรี อรุณรัศมี, 2554) หรือ การเรียนการสอนบนเว็บ (ศุภิกา ศรีนันทกุล, 2551) ซึ่งเมื่อจบการเรียนการ สอน ผู้วิจัยจะทำการประเมินด้วยแบบประเมินอื่นที่สร้างขึ้นเช่น แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา แบบประเมินทักษะการคิดไตร่ตรอง แต่ยังไม่มีส่วนที่ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือในการประเมินที่จะประเมิน การจัดการเรียนรู้รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางโดยตรง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำรูปแบบสืบสอบแบบแนะ แนวทางมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อศึกษาว่าใน กระบวนการประเมินปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวความคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางนั้น มี กระบวนการในการประเมินอย่างไรบ้าง อีกทั้งเครื่องมือในการประเมินปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ แนวความคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางนั้น มีลักษณะอย่างไร ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับครูและผู้นสนใจ นำไปเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนได้

คำถามการวิจัย

1. กระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวความคิดการสืบสอบแบบแนะ แนวทางเป็นอย่างไร
2. เครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวความคิดการสืบสอบแบบ แนะแนวทางเป็นอย่างไร
3. คุณภาพของชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวความคิด การสืบสอบแบบแนะแนวทางที่พัฒนาได้นั้นเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนว
2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง
3. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการพัฒนากระบวนการและเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ประกอบด้วยการศึกษากระบวนการในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง และพัฒนาเครื่องมือเพื่อใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วย การพัฒนาเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 4 ปฏิบัติการ โดยในแต่ละชุดเครื่องมือจะประกอบไปด้วยการกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาดังกล่าวที่แตกต่างกัน ซึ่งในแต่ละสถานการณ์นี้จะมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่อง สารรอบตัว สารละลายกรด-เบส การแยกสาร และการเปลี่ยนแปลงของสาร ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามลำดับ

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

กระบวนการในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง หมายถึง การประเมินกระบวนการทักษะปฏิบัติทางเคมีของนักเรียน โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ซึ่งกระบวนการสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้ มีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา หมายถึง การกำหนดสถานการณ์หรือระบุปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นและเริ่มรับรู้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะเตรียมจากข้อความหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นเครื่องสะท้อนทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เกิดปัญหา อันจะนำไปสู่การให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และค้นคว้าหาคำตอบ

2) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง การกำหนดแนวทางที่จะทำให้นักเรียนแสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องพิจารณาเรื่องราวปัญหาที่ผู้สอนกำหนดมาให้แล้วกำหนดแนวทางที่คาดการณ์ว่าควรจะเป็นคำตอบของปัญหา

3) การวางแผนการทดลอง หมายถึง การนำแนวทางที่คาดการณ์ว่าจะจะเป็นคำตอบของปัญหา มาออกแบบการทดลองเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุป

4) การสำรวจและเก็บข้อมูล หมายถึง การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้ โดยอาจจะศึกษาจากเอกสาร หรือ จากการทำการทดลองในห้องเรียน ซึ่งผู้เรียนควรเป็นผู้ลงมือกระทำการสำรวจและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และจดบันทึกผลที่ได้จากการสำรวจและเก็บข้อมูล

5) การวิเคราะห์ข้อมูล หมายถึง การนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุป

6) การสร้างข้อสรุป หมายถึง การสรุปคำตอบของประเด็นปัญหาจากหลักฐานที่ผู้เรียนรวบรวมมาได้ ซึ่งในข้อสรุปนี้สามารถปรับเปลี่ยนได้ หากผู้เรียนมีหลักฐานอื่นเพิ่มเติมในการเก็บรวบรวมข้อมูล

7) ประเมิน สะท้อนข้อมูล หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ และสะท้อนการสืบสอบของผู้เรียน ผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

8) ขยายความรู้ หมายถึง การนำข้อสรุปที่ได้ไปต่อยอดเพื่อแก้ไขปัญหาอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันได้ หรือเป็นการเชื่อมโยงระหว่างการใช้ปัญหาโดยใช้ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในแบบเรียน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้กระบวนการและเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการ แนะนำแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. หน่วยงานทางการศึกษาสามารถนำกระบวนการและเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะนำแนวทางสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไปใช้เพื่อเป็นทางเลือกในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยการนำเสนอเป็นลำดับขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

- 1.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- 1.2 ขั้นตอนในการปฏิบัติการทักษะวิทยาศาสตร์
- 1.3 ลักษณะการเรียนรู้ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 1.4 ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 การวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

- 2.1 ความหมายการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- 2.2 แนวโน้มการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน
- 2.3 เทคนิคที่ใช้วัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- 2.4 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- 2.5 กระบวนการพัฒนาเครื่องมือทางการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ

ตอนที่ 3 รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง

- 3.1 ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง
- 3.2 ความหมายรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง
- 3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง
- 3.4 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
- 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการการเรียนรู้แบบสืบสอบและการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง

ตอนที่ 1 มโนทัศน์เกี่ยวกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

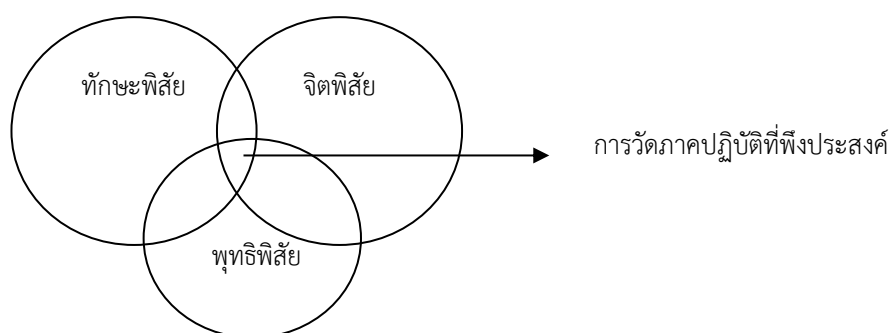
1.1 ความหมายของทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

คำว่า“ทักษะปฏิบัติ” นี้เกิดจากคำ 2 คำ ได้แก่ ทักษะ และ ปฏิบัติ

ทักษะ หมายถึง ความชำนาญ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2542) ในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยความชำนาญนี้จะวัดได้จากความสามารถในการกระทำด้วยการคิดหรือปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้อง และแม่นยำ (มังกร ทองสุคติ, 2533) ซึ่งต้องเกิดจากการฝึกฝนการทำซ้ำบ่อยๆ

ปฏิบัติ หมายถึง การดำเนินตามแบบแผน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2542) ซึ่งการจะดำเนินการตามแผนนั้นจึงต้องอาศัยการเคลื่อนไหวของร่างกาย กระบวนการการทำงานของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ดังนั้นเมื่อรวมคำว่าว่า “ทักษะปฏิบัติ” ในความหมายทั่วไป จึงหมายถึง การเคลื่อนไหวและการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย รวมไปถึงการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว (กมลวรรณ ตังชนกานนท์, 2555) โดยอาศัยกระบวนการการทำงานร่วมกันของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายที่ประสานสัมพันธ์กัน โดยกระบวนการทำงานนี้จะต้องเกิดจากการฝึกฝน การทำซ้ำ จนเกิดเป็นกระบวนการเรียนรู้ (สุวิมล ว่องวาณิช, 2547) ซึ่งเมื่อกล่าวถึง ทักษะปฏิบัติ จะต้องมึลักษณะที่สำคัญคือ กระบวนการในการปฏิบัติ ที่แสดงให้เห็นว่า ผู้ปฏิบัตินั้นมีความรู้หรือทักษะที่เกี่ยวกับสิ่งที่ตนทำการปฏิบัติ ดังนั้นในการวัดทักษะปฏิบัติโดยทั่วไป จะสามารถวัดได้จากทั้งกระบวนการในการปฏิบัติและผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ (เอมอร จังศิริพรภรณ์, 2550; Johnson et al., 2009) โดยผู้ถูกทดสอบจะแสดงพฤติกรรมให้เห็นด้วยการเคลื่อนไหวหรือการแสดงออกเป็นทักษะการปฏิบัติ ภายใต้สถานการณ์ที่ผู้ทดสอบได้กำหนดขึ้น (กุลชลี ตาลช่วง, 2546) นอกจากนี้ที่กล่าวไปข้างต้นนี้ ยังมีผู้ที่ให้ความเห็นว่าการวัดทักษะปฏิบัติที่พึงประสงค์ ควรที่จะเป็นการวัดการประสานสัมพันธ์ระหว่างพุทธิพิสัย จิตพิสัย และ ทักษะพิสัยด้วย (ภัทรา นิคมานนท์, 2540) ดังภาพ 2.1



ภาพ 2.1 การวัดภาคปฏิบัติที่พึงประสงค์

ดังนั้นทักษะการปฏิบัตินี้จะไม่ใช่พฤติกรรมด้านทักษะพิสัยเพียงอย่างเดียว แต่ยังหมายรวมถึง การวัดหรือประเมินความรู้ด้านพุทธิพิสัยและเจตคติด้วย

ในวิชาวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อกล่าวถึง “ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์” จะไม่ได้หมายถึง การทดลองวิทยาศาสตร์ คือ ทักษะในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดลอง เช่น การใช้ เครื่องมือ การดำเนินการทดลองตามแผนที่กำหนดเท่านั้น แต่หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ วางแผน วิเคราะห์และแปลความหมาย และการนำไปใช้ด้วย (ธงชัย ชิวปรีชา, 2537) หรือหากจะ อธิบายอีกนัยหนึ่ง จะสามารถอธิบายได้ว่า ทักษะการทดลองถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนควรมีโดยทักษะการทดลองเป็นทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้น ผสม (วีระชาติ สวนไพรินทร์, 2531; วรณทิพา รอดแรงคำ, 2544) นั่นคือต้องเกิดจากการรวมเอา ทักษะกระบวนการหลาย ๆ อย่างมาผสมกัน เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการ วัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการควบคุมตัวแปร ทักษะการตีความและลงข้อสรุป เป็นต้น

1.2 ขั้นตอนในการปฏิบัติการทักษะวิทยาศาสตร์

โดยกิจกรรมการทดลองจะต้องประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ การวางแผนการทดลอง และการปฏิบัติการทดลอง (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2517)

จากการสังเคราะห์ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ สามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

1. ทักษะการวางแผนการปฏิบัติ เป็นทักษะและความสามารถในการออกแบบวางแผนการ ทดลองอย่างเหมาะสม (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2517; ธงชัย ชิวปรีชา, 2537)

2. ทักษะการปฏิบัติ เป็นทักษะที่สามารถสังเกตได้ขณะทำการทดลองโดยตรง ได้แก่ การใช้ เครื่องมือ อุปกรณ์ได้ถูกวิธีและเหมาะสมกับงาน มีการสังเกตเพื่อค้นหารายละเอียดของการทดลอง ปฏิบัติการทดลองตามวิธี มีความคล่องแคล่วเชี่ยวชาญในการปฏิบัติ รวมไปถึงความเป็นระเบียบ เรียบร้อยของสถานที่ระหว่างปฏิบัติงาน (สุวัฒน์ นิยมคำ, 2517; ธงชัย ชิวปรีชา, 2537; พรพรหม สัมฤทธิ์, 2540; จันทนี อุทธิสินธุ์, 2544)

3. ทักษะการตีความหมายการปฏิบัติ เป็นทักษะในการบันทึกผลและการใช้ผลการทดลองเพื่อ เขียนเป็นรายงานผลการทดลอง ได้แก่ การบันทึก การวิเคราะห์และแปลผลการทดลอง (ธงชัย ชิวปรี ชา, 2537; พรพรหม สัมฤทธิ์, 2540)

การปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากจะทำให้ ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริง เช่น ทักษะการคิด การใช้เหตุผล การทำงานเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิต

จริงได้ สามารถสรุปความสำคัญของการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้เป็น 3 ด้านหลัก ๆ ด้วยกัน คือ

1. ด้านสติปัญญา จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่เรียนไปมากขึ้น หรือเรียกได้ว่าเป็นการเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความหมาย พัฒนาความคิดริเริ่ม ความสามารถในการสร้างคำถาม คำอธิบาย รวมไปถึงได้บทสรุปอันเกิดจากคำถามที่ตั้งขึ้นจากการหาความสอดคล้องระหว่างสิ่งที่ทดลองกับเนื้อหาสาระ (ปรีชา อมาตยกุล, 2528 ; สสวท., 2550)

2. ด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์ตรงจากการได้ทำการทดลองเอง ซึ่งห้องเรียนปฏิบัติการนี้ถือว่าเหมาะสมและดีที่สุดสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยมีครูเป็นผู้แนะแนวหรือเป็นที่ปรึกษา ซึ่งเมื่อสรุปเป็นแผนภาพให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นจะเป็นดังภาพ 2.2 โดยจากภาพนี้สามารถอธิบายได้ว่าการทดลองหรือการที่นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเองบ่อย ๆ จะทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์ตรง และเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนมากขึ้น ๆ จึงเกิดเป็นทักษะเกิดขึ้น (มังกร ทองสุคติ, 2523; สสวท., 2550)



ภาพ 2.2 การกระบวนการเกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์

3. ด้านเจตคติ ทำให้บเรียนหรือเนื้อหาสาระที่เรียนมีชีวิต เกิดความสนุกที่ได้เรียนรู้จากการทำด้วยตนเอง ซึ่งถือได้ว่าเป็นการสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น (สสวท., 2550)

จากที่กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ข้างต้นนั้น มีความสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ที่ได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการศึกษาในยุคปัจจุบัน ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อนำพาผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากประสบการณ์จริง การปฏิบัติลงมือทำจริง เหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร หากผู้เรียนได้รับการฝึกฝนและพัฒนา

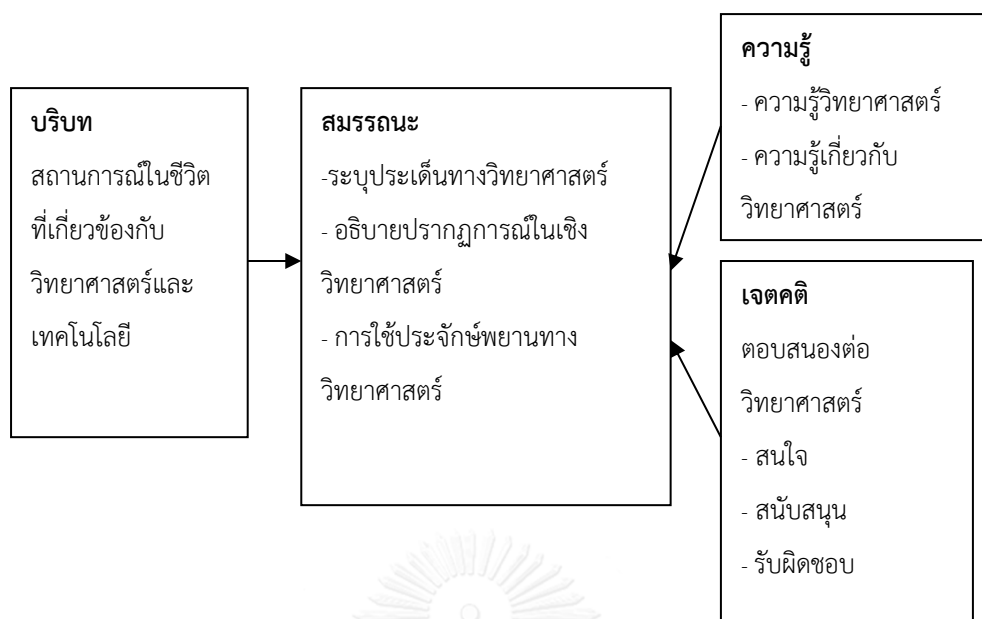
1.3 ลักษณะการเรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท., 2550) ได้จำแนกการเรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามลักษณะที่เกิดขึ้นในห้องเรียน 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การปฏิบัติการทดลองตามบทเรียนปกติ โดยเรียกปฏิบัติการเช่นนี้ว่า การปฏิบัติการหรือ การปฏิบัติการทดลอง ซึ่งจะไม่ได้เน้นเพียงแต่ความรู้ที่ผู้เรียนจะได้รับเท่านั้น แต่นักเรียนจะได้ฝึกทักษะการลงมือทำงานวิทยาศาสตร์ด้วย ทำให้สร้างความรู้สึที่ดี ความพึงพอใจต่อวิชาวิทยาศาสตร์

2. กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินการหรือมีส่วนร่วมโดยตรงในกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อ ตรวจสอบหาความรู้ ซึ่งผู้เรียนนั้นจะเป็นผู้กระทำการทดลอง ได้แก่ การตั้งปัญหาสิ่งที่ศึกษา การออกแบบการสำรวจตรวจสอบ การเก็บข้อมูล โดยผู้เรียนอาจจะกระทำทั้งหมดหรือบางส่วนก็ได้ อาจเรียกระบวนการดังกล่าวนี้ว่าเป็น การแก้ปัญหาการปฏิบัติ กระบวนการดังกล่าวนี้มีมักจะนิยมให้นักเรียนทำโครงการ หรือทำวิจัยเล็ก ๆ เพื่อศึกษาตัวแปรบางตัว

จากลักษณะห้องเรียนทั้ง 2 ลักษณะนั้น เมื่อพิจารณาในแง่ของการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงจะเห็นว่า การเรียนลักษณะที่ 2 นี้จะทำให้ผู้สอนทราบได้ว่า เมื่อผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาสาระและทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปแล้ว นักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือเผชิญหน้ากับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้อย่างมั่นใจหรือไม่ มากกว่าการปฏิบัติในห้องเรียนปกติ ซึ่งการทดสอบนานาชาติของ TIMMS (The Third International Mathematics and Science study) ในส่วนของการทดสอบภาคปฏิบัติ ผู้เรียนจะต้องแสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาภาคปฏิบัติด้วย นอกจากนี้ ในโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA หรือ Programme for International Student Assessment) ในส่วนของการประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์นั้น PISA (สสวท., 2550) ได้นิยามการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงว่าผู้เรียนจะมีความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่า รู้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รู้เนื้อหาสาระที่ทำให้เข้าใจสถานการณ์ในชีวิตจริง และ รู้จักเชื่อมโยงความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตจริงนั่นเอง ซึ่งจากกรอบโครงสร้างการประเมินวิทยาศาสตร์ของ PISA พบว่า สมรรถนะที่คาดหวังได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณานั้นจะสังเกตว่า สมรรถที่คาดหวัง ล้วนมาจากการฝึกฝนด้วยกระบวนการในห้องปฏิบัติการทั้งสิ้น โดยกรอบโครงสร้างในการประเมินวิทยาศาสตร์ของ PISA เป็นดังภาพ 2.3



ภาพ 2.3 กรอบโครงสร้างการประเมินวิทยาศาสตร์ของ PISA

จากกรอบแนวคิดโครงสร้างการประเมินของ PISA สามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

สถานการณ์และบริบท – ถือเป็นส่วนสำคัญของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ คือ ความผูกพันกับวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลายในการจัดการกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเลือกใช้วิธีการที่ใช้มากขึ้นอยู่กับสถานการณ์ของประเด็นปัญหา โดยการประเมินในส่วนนี้จะไม่จัดความรู้หรือความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตร แต่จะใช้วิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิต เช่น ตัวเอง ครอบครัว หรือเพื่อน

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ – โดยจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางสติปัญญาบางอย่าง กระบวนการที่มีความสำคัญต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การใช้เหตุผล การคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์และบูรณาการ การสื่อสารที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลประจักษ์พยาน ซึ่ง PISA เรียกว่าสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำหนดไว้ 3 ประการ ได้แก่ ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (Identify Scientific Issues หรือ ISI) อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Scientific Phenomena หรือ ESP) และ การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (Using Scientific Evidence หรือ USE) โดยมีรายละเอียดดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามกรอบของ PISA

ระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ (ISI)
1. รู้ได้ว่าประเด็นปัญหาหรือคำถามใดสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ระบุได้ว่าจะต้องใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลใดในการสำรวจตรวจสอบ
3. รู้ลักษณะสำคัญของการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์
อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (ESP)
1. ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับประจักษ์พยาน
2. บรรยายหรือตีความปรากฏการณ์และพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์
3. ระบุได้ว่าคำบรรยาย อธิบายและพยากรณ์ใดที่สมเหตุสมผล
การใช้ประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ (USE)
1. ตีความประจักษ์พยานเพื่อลงข้อสรุปและสื่อสารทางวิทยาศาสตร์
2. ระบุข้อตกลงเบื้องต้น ประจักษ์พยานและเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังข้อสรุป
3. สะท้อนความสำคัญของการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคม

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ – โดยกำหนดให้ครอบคลุมความรู้ 2 ประเภทได้แก่ ความรู้วิทยาศาสตร์ (knowledge of science) และความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (knowledge about science) ซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์นี้จะไม่เน้นความรู้ความจำในด้านเนื้อหาหรือแนวคิด แต่จะครอบคลุมเนื้อหาใน 4 ด้าน ได้แก่ ระบบทางกายภาพ ระบบสิ่งมีชีวิต ระบบของโลกและอวกาศ และระบบเทคโนโลยี ซึ่งในเนื้อหาเคมีจะอยู่ในเนื้อหาด้านระบบกายภาพซึ่งเป็นหัวข้อการเปลี่ยนแปลงทางด้านวิทยาศาสตร์เช่น ปฏิกิริยา การถ่ายโอนพลังงาน กรด-เบส เป็นต้น ส่วนความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์นี้จะหมายถึงการสะท้อนถึงวิทยาศาสตร์ในฐานะที่เป็นกระบวนการแสวงหาความรู้ จึงประกอบไปด้วยส่วนแรกคือ กระบวนการเสาะหาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific enquiry) ซึ่งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่วนที่สองคือ การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) ซึ่งจะสืบเนื่องจากกระบวนการหาความรู้จากในส่วนแรก

เจตคติ – โดยจะพิจารณาจากเจตคติใน 3 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ ความสนใจในวิทยาศาสตร์ การสนับสนุนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ และความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีรายละเอียด ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 ขอบเขตการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ความสนใจในวิทยาศาสตร์
1. แสดงออกถึงความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์และเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
2. แสดงความตั้งใจที่จะหาความรู้และทักษะวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม
3. แสดงความตั้งใจที่จะค้นหาสาระและแสดงความสนใจอย่างต่อเนื่อง
การสนับสนุนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
1. ยอมรับความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่างมุมมอง และข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์
2. สนับสนุนการใช้ความเป็นจริงและการอธิบายที่สมเหตุสมผล
3. แสดงออกว่าการสร้างข้อสรุป มีกระบวนการและความเป็นเหตุเป็นผลอย่างระมัดระวัง
ความรับผิดชอบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
1. แสดงออกถึงความรับผิดชอบต่อส่วนบุคคลอื่นที่รักษาสิ่งแวดล้อมให้ยั่งยืน
2. แสดงความตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของคน
3. แสดงความเต็มใจที่จะมีบทบาทในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ

1.4 ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดทักษะปฏิบัติไว้ 29 ทักษะซึ่งมีความสำคัญต่อการทดลอง (สสวท. อ้างถึงใน พรพรหม สัมฤทธิ์, 2540) เมื่อพิจารณาแล้วพบว่ามีทักษะทั้งหมด 17 ทักษะ ที่เกี่ยวข้องกับทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติทางด้านเคมี ดังต่อไปนี้

ทักษะที่ 1 การใช้เทอร์โมมิเตอร์ หมายถึง การใช้และการอ่านเทอร์โมมิเตอร์อย่างถูกวิธี คือ กระจกเงาของเทอร์โมมิเตอร์ต้องสัมผัสกับสิ่งที่ต้องการวัดไม่สัมผัสกับด้านข้างและก้นภาชนะ ขณะอ่านสายตาต้องอยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์โมมิเตอร์ และเมื่อใช้เสร็จแล้วทำความสะอาด เช็ดให้แห้งแล้วเก็บเข้าที่

ทักษะที่ 2 การใช้ตาชั่ง หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ตาชั่งอย่างถูกวิธี คือ ปรับศูนย์ก่อนใช้ ขณะชั่งน้ำหนักค่อย ๆ เลื่อนตุ้มน้ำหนักจนตาชั่งสมดุล และอ่านค่าน้ำหนักได้ถูกต้อง

ทักษะที่ 3 การใช้ตะเกียง หมายถึง ความสามารถในการใช้ตะเกียงอย่างถูกวิธี คือ ก่อนใช้ต้องตรวจสอบสภาพทุกครั้งไม่จุดตะเกียงก่อนที่จะเตรียมสารให้พร้อม ปรับไส้ให้สูงพอเหมาะ เตรียมกระป๋องทรายสำหรับทั้งก้านไม้ขีดไฟที่จุดแล้ว เมื่อเลิกใช้ต้องดับตะเกียงโดยทันทีโดยใช้ฝาครอบ ไม่ใช่ปากเป่า

ทักษะที่ 4 การใช้ช้อนตักสาร หมายถึง การตวงสารให้ได้ปริมาณที่ถูกต้อง คือ ตักสารแต่ละ

ครั้งต้องปาดซ็อนเพียงครั้งเดียวไม่กตสารก่อนปาด เมื่อตักแล้วทำความสะอาดซ็อนและทำให้แห้งก่อน ตัดสารชนิดอื่น และไม่ตักสารในขณะที่ยังร้อน

ทักษะที่ 5 การใช้ไม้หนีบ หมายถึง ความสามารถที่จะใช้ไม้หนีบได้ถูกวิธี คือ หนีบที่ระยะ ประมาณ $1/3$ จากปากหลอดทดลอง เมื่อหนีบบีกเกอร์หรือถ้วยกระเบื้องต้องหนีบให้ลึก ขณะถือไม่ ออกแรงกดไม้หนีบ ถ้าใช้กับขวดตั้งเพื่อหนีบเทอร์โมมิเตอร์ต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษชำระหุ้ม เทอร์โมมิเตอร์ให้แน่นก่อน

ทักษะที่ 6 การใช้หลอดฉีดยา หมายถึง การใช้หลอดฉีดยาได้อย่างถูกวิธี คือ รุ่มปลายหลอด ลงในของเหลว กดก้านสูบให้ขีดตัวกระบอกสูบเพื่อไล่ฟองอากาศ ดึงก้านสูบขึ้นเพื่อดูของเหลว อ่าน ปริมาตรโดยให้สายตาอยู่ในระดับพอดีกับขีดบอกปริมาตร ถ้ามีฟองอากาศต้องกดก้านลงไปใหม่ ใช้ เสร็จแล้วล้างให้สะอาด เมื่อจะดูดของเหลวชนิดอื่นต้องล้างให้สะอาดก่อนทุกครั้ง

ทักษะที่ 7 การใช้หลอดหยด หมายถึง ความสามารถในการใช้หลอดใช้ยาอย่างถูกต้อง คือ ดูด ของเหลวให้มีปริมาณใกล้เคียงกับที่ต้องการใช้ ค่อย ๆ บีบจุกยางเพื่อให้ของเหลวหยดทีละหยดอย่าง สม่าเสมอ ล้างหลอดหยดให้สะอาดทันที สะบัดให้แห้ง ก่อนใช้ดูดสารต่างชนิด ต้องล้างให้สะอาดก่อน ทุกครั้ง

ทักษะที่ 8 การใช้กรดและเบส หมายถึง ความสามารถการใช้กรด-เบสได้อย่างถูกต้องและ ปลอดภัย คือ รินกรดหรือเบสลงในภาชนะที่สะอาดและแห้ง ขณะรินหันภาชนะที่ใส่กรด-เบส ในด้านที่ มีป้ายฉลากขึ้นข้างบน ไม่รินน้ำลงกรด ถ้ากรดหกรดร่างกายต้องรีบล้างด้วยน้ำสะอาดทันที ถ้ากรดหก รดพื้นให้โรยด้วยแคลเซียมคาร์บอเนต ถ้าเบสหกรดให้ล้างด้วยกรดแอซิดิกเจือจางแล้วล้างด้วยน้ำ มาก ๆ อีกครั้ง

ทักษะที่ 9 การใช้กระดาษทดสอบกรด-เบส หมายถึง ความสามารถที่จะรู้จักใช้กระดาษ อินดิเคเตอร์ คือ มือที่หยิบต้องสะอาดปราศจากกรดและเบส หยิบที่ละแผ่นอังที่ปากหลอดโดยไม่ สัมผัสกับหลอด ถ้าจะทดสอบของเหลวให้วางกระดาษอินดิเคเตอร์บนถ้วยกระเบื้อง ใช้แท่งแก้วจุ่ม ของเหลวมาแตะ

ทักษะที่ 10 การสังเกต หมายถึงความสามารถที่จะตรวจรายละเอียดของสิ่งที่ต้องสังเกต โดย ใช้ประสาทสัมผัสครบทุกอย่างได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วแล้วบันทึกทันที

ทักษะที่ 11 การต้มสาร หมายถึง ความสามารถในการต้มสารในหลอดทดลองหรือในบีกเกอร์ อย่างถูกวิธี คือ ก่อนต้มเช็ดก้นภาชนะให้แห้ง ถ้าต้มสารในหลอดที่อยู่กับที่ต้องใส่เศษหินหรือกระเบื้อง ก่อนต้ม ถ้าจับด้วยไม้หนีบต้องสายหลอดไปมาอย่างช้า ๆ หันปากหลอดไปทางด้านที่ไม่มีคนอยู่ เมื่อ ต้มในบีกเกอร์ใช้แท่งแก้วคนอย่างสม่าเสมอ

ทักษะที่ 12 การคนสาร หมายถึง การใช้แท่งแก้วคนสารให้เข้ากันโดยไม่ให้แท่งแก้วกระทบ กับด้านข้างของภาชนะ ใช้แล้วล้างให้สะอาด เมื่อใช้คนสารต่างชนิดกันต้องทำความสะอาดก่อนเสมอ

ทักษะที่ 13 การเขย่าหลอดทดลอง หมายถึงการเขย่าหลอดทดลองอย่างถูกต้อง คือ เขย่าโดยใช้มือจับหลอดทดลอง แล้วเขย่าในส่วนล่างของหลอดกระแทกกับฝ่ามืออีกข้างหนึ่งเบา ๆ

ทักษะที่ 14 การรินสาร หมายถึง การรู้จักรินสารเหลวผ่านแท่งแก้วลงสู่ภาชนะโดยให้ปลายแท่งแก้ว สัมผัสกับขีดขอบภาชนะที่รองรับ

ทักษะที่ 15 การดมสาร หมายถึง ความสามารถที่จะดมกลิ่นของสารได้อย่างถูกวิธี คือ ไม่สูดดมสารโดยตรง แต่ใช้มือข้างหนึ่งถือภาชนะให้ปากภาชนะอยู่ในระดับต่ำกว่า และห่างจากจมูกเล็กน้อย แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกกลิ่นไอของสารเข้าจมูกช้า ๆ

ทักษะที่ 16 การจับเวลา หมายถึง ความสามารถในการใช้เวลาในการจับเวลาได้อย่างคล่องแคล่ว อ่านเวลาได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และให้สัญญาณระหว่างคนที่สังเกตปรากฏการณ์กับคนที่จับเวลาได้

ทักษะที่ 17 การทำเครื่องหมาย ความสามารถที่รู้จักการทำเครื่องหมายบนหลอดทดลองหรือกล่องพลาสติก เมื่อใช้หลาย ๆ ชิ้น หลายสารในเวลาเดียวกัน

โดยเมื่อกล่าวถึงการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่ามีเทคนิคหลายประการที่นักเรียนจำเป็นต้องรู้เพื่อจะทำให้ผลการทดลองนั้นถูกต้องและมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด (สสวท. อ้างถึงในพรพรหม สัมฤทธิ์, 2540) ได้แก่

1. การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตร
2. การใช้เครื่องชั่ง
3. การถ่ายเทสารเคมี
4. การใช้เทอร์โมมิเตอร์
5. การดมกลิ่นสาร
6. การให้ความร้อน
7. การใช้จุกยาง
8. การแยกและทำสารให้บริสุทธิ์
9. การหาจุดหลอมเหลวและจุดเดือด
10. การเตรียมแก๊สและการเก็บแก๊ส
11. การไทเทรต
12. การทำความสะอาดเครื่องแก้ว
13. การทำโครมาโทกราฟี

ตอนที่ 2 การวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

2.1 ความหมายการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

การวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงการที่ผู้สอนนั้นใช้วิธีการหรือเครื่องมือต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้ เพื่อตรวจสอบลักษณะของผู้เรียนที่แสดงพฤติกรรมตอบสนองต่อวิธีการหรือเครื่องมือที่ได้นั้น ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นอาจจะเป็นตัวเลขหรือข้อมูลเชิงปริมาณ ที่สามารถนำมาแปลความหมายพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออกมาได้ (จันทน์ อุทธิสินธุ์, 2544) ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ สิ่งที่จะต้องนึกคือ เครื่องมือหรือชุดข้อคำถามที่แสดงถึงสถานการณ์ที่จะใช้วัดทักษะปฏิบัติทางผู้เรียน ซึ่งผู้สอนเป็นผู้กำหนดขึ้น โดยอาจจะอิงจากสถานการณ์ในชีวิตจริง มีเกณฑ์การตรวจให้คะแนนที่ชัดเจน เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2539; จันทน์ อุทธิสินธุ์, 2544)

แนวทางในการวัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์นี้ จะพบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. การวัดกระบวนการหรือวิธีการปฏิบัติงาน ได้แก่ การวัดวิธีการทักษะและเทคนิคในการปฏิบัติงาน เช่น การใช้เครื่องมือในการทดลอง ลำดับขั้นตอนในการทดลอง การแก้ปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะแสดงพฤติกรรมออกมาผ่านทางกรปฏิบัติ (สุวิมล ว่องวานิช, 2547; จันทน์ อุทธิสินธุ์, 2544; Johnson et al., 2009)
2. การวัดที่ผลงานที่เกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียน ได้แก่ การเขียนรายงาน การวิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลอย่างถูกต้อง (สุวิมล ว่องวานิช, 2547; จันทน์ อุทธิสินธุ์, 2544) การวัดประเภทนี้จะแสดงให้เห็นถึงผลงานที่ออกมาในเชิงประจักษ์
3. การวัดทั้งกระบวนการและผลงานที่ได้จากการปฏิบัติ โดยการพิจารณาทั้งกระบวนการในการปฏิบัติและผลงานที่ได้จากการปฏิบัติของผู้เรียนรวมกัน (ภัทรา นิคมานนท์, 2540; สุวิมล ว่องวานิช, 2547)

ในกระบวนการวัดและการประเมินทักษะปฏิบัติทางส่วนใหญ่ในโรงเรียนนั้น มักจะเน้นการวัดที่ผลงานที่เกิดจากการปฏิบัติของผู้เรียนเป็นหลัก เนื่องจากครูอาจจะไม่ได้ใส่ใจในกระบวนการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน หรือเวลาในการเรียนไม่เพียงพอต่อการประเมิน (มังกร ทองสุขดี, 2523) ซึ่งความจริงแล้วทักษะการปฏิบัติการทดลองนี้ถือได้ว่าเป็นทักษะที่สามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์จริงนอกห้องเรียน ถึงแม้ว่าจะมีการเรียนการสอนเกิดขึ้น แต่ไม่มีการประเมินผลว่านักเรียนได้บรรลุถึงจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ จนสุดท้ายทำให้ผู้สอนละเลยการวัดในส่วนของการปฏิบัติการปฏิบัติไป (สสวท., 2550) ดังนั้นในการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้และทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์นั้น ก็ควรที่จะทำการ

วัดและประเมินทั้งกระบวนการและผลงานที่ได้จากการปฏิบัติร่วมกัน ซึ่งจะทำให้การประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพกว่าการวัดเพียงอย่างเดียวใดอย่างหนึ่ง

องค์ประกอบในการประเมินทักษะปฏิบัติ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อ้างถึง Klainin (สสวท, 2550) ซึ่งเหมาะสำหรับการเรียนการสอนของประเทศไทย มีส่วนประกอบและตัวชี้วัดในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ด้านด้วยกัน สามารถกล่าวโดยสรุป ได้ดังนี้

1. เทคนิควิธีการทดลอง (Experimental techniques) โดยมีตัวชี้วัดคือ การจับถือ ใช้ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการถูกต้องเหมาะสมและถุกวิธีสามารถทำการทดลองเป็นไปตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง
2. กระบวนการทดลอง (Procedure) โดยมีตัวชี้วัดคือ การออกแบบ วางแผน การทดลอง หรือทำการทดลองตามคู่มือที่กำหนดให้และดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสม
3. ความคล่องในการปฏิบัติงาน (Dexterity) โดยมีตัวชี้วัดคือ การทำงานด้วยความรวดเร็ว การดำเนินงานด้วยความมั่นใจและถูกต้องทุกขั้นตอน
4. ความเป็นระเบียบในการทำงาน (Neatness) โดยมีตัวชี้วัดคือ การทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีระเบียบในการทำงาน หยิบของใช้ได้สะดวกไม่สับสน รวมไปถึงการรักษาพื้นที่การทำงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อยไม่เกะกะ

2.2 แนวโน้มการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

การศึกษาในปัจจุบันให้ความสำคัญกับการประเมินผลจากการแสดงออกหรือผลงานของผู้เรียน (สสวท., 2555) ซึ่งในส่วนของวิชาวิทยาศาสตร์เองก็เช่นกัน จะเห็นว่าในอเมริกาเริ่มมีการใช้วัดผลเชิงปฏิบัติมานานมากแล้ว โดยการวัดและประเมินผลเชิงปฏิบัตินี้สามารถประเมินจาก การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การปฏิบัติการในวิชาต่าง ๆ ซึ่งได้นำรูปแบบการวัดและประเมินผลเชิงปฏิบัติมาเสริมแทนการสอบแบบดั้งเดิมที่นิยมใช้การเขียนตอบ เนื่องจากการวัดผลเชิงปฏิบัติสามารถที่จะแสดงให้ผู้สอนรู้ว่าผู้เรียนมีความรู้โดยการเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ และแก้ไขปัญหาเหล่านั้นโดยใช้ทักษะและความรู้ที่ได้เรียนไปในชั้นเรียน(สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543) ซึ่งก่อนหน้านี้จะมีการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ในอเมริกานั้นการเรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะเป็นการเรียนเพื่อพิสูจน์ให้เห็นจริงว่าทฤษฎีถูกต้อง สามารถทำการทดลองที่เห็นได้จริงตามทีผู้สอนได้สอน แต่หลังการปฏิรูปนี้การเรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จะเน้นความสำคัญที่กระบวนการและการสร้างทักษะทางสติปัญญามากขึ้น โดยการสอนที่นำเข้ามาใช้ได้แก่ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry) (สสวท., 2550)

ในประเทศไทยนักการศึกษาหลายท่านเชื่อว่าวิธีการประเมินผลที่สามารถสะท้อนเป้าหมายของการศึกษาได้นั้น คือการประเมินตามสภาพจริงหรือการประเมินความรู้ที่แท้จริง (Authentic Assessment) ซึ่งตามสภาพจริงในความหมายนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2550) ได้กล่าวไว้ว่าความรู้ที่แท้จริงนี้เป็นความรู้ที่ผู้เรียนสามารถใช้ได้ในโลกของชีวิตจริง ซึ่งจะทำให้การประเมินทักษะและสมรรถนะที่แท้จริงในการเผชิญหน้ากับปัญหา โดยในการประเมินความรู้ที่แท้จริงสามารถประเมินในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ซึ่งการประเมินจะต้องประกอบไปด้วยสถานการณ์ที่นักเรียนอาจพบเจอนอกห้องเรียน

2. ความสามารถ คือ นักเรียนจะต้องนำความรู้และทักษะที่ตนมีนั้นมาแก้ปัญหาหรือนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง ซึ่งความสามารถนี้รวมไปถึงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น ทักษะการทดลองที่ต้องอาศัยทักษะการวางแผน เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูล ตีความและแปลความหมายข้อมูล เป็นต้น

2.3 เทคนิคที่ใช้วัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

เทคนิคที่ใช้ในการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (จำนงพรายแย้มแฉ และสงบ แสงบำรุง, 2516) มีดังนี้

1. เทคนิคการสังเกต โดยการให้ผู้เรียนปฏิบัติจริงและผู้วัดใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมการทำงานของผู้ปฏิบัติ เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบการสังเกตคือ การบันทึกข้อมูลการใช้แบบสำรวจ (checklist) และ มาตรฐานประมาณค่า (rating scale) ซึ่งเทคนิคนี้ นอกจากจะให้ครูเป็นผู้สังเกตนักเรียนแล้ว อาจจะให้ผู้เรียนสังเกตกันเองก็ได้ โดยการสังเกตมี 2 ระบบ ได้แก่

1.1 การสังเกตตัวอย่างพฤติกรรม ที่เป็นตัวแทนของสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง การสุ่มตัวอย่างพฤติกรรมที่ดีต้องไม่กำหนดเวลาสังเกตที่แน่นอนตายตัว แต่เป็นการสังเกตโดยการสุ่มเวลา (time sampling) สุ่มสถานที่ซึ่งจะให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้

1.2 การสังเกตระบบมาตรฐาน (standard) ผู้สังเกตจะกำหนดสถานการณ์ในการสังเกตให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ทุกคนที่ถูกสังเกตจะถูกจัดให้อยู่ในสถานการณ์ แบบเดียวกัน ซึ่งจะทำให้ควบคุมสถานการณ์หรือตัวแปรแทรกซ้อนอื่น ๆ ได้

2. เทคนิคการตรวจสอบผลงาน เทคนิคในการตรวจสอบผลงาน โดยต้องคำนึงถึงทั้ง ปริมาณ คุณภาพ และกระบวนการการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งวิธีการเรียงอันดับ และการจัดอันดับคุณภาพ

3. เทคนิคการสัมภาษณ์ เทคนิคในการสัมภาษณ์ การวัดประเภทนี้จะรวมถึง การซักถาม อภิปราย การโต้แย้ง โดยครูจะต้องมีจุดหมายว่าจะสัมภาษณ์เรื่องใด และพยายามสร้างบรรยากาศใน

การสัมภาษณ์ที่ดี พยายามให้เด็กใช้ความคิดลึก ๆ ในการตอบ (แต่ไม่ใช่การถามสิ่งยาก ๆ ที่เด็กตอบไม่ได้แล้วเสียเวลาให้ใช้ความคิดลึก ๆ) ไม่ควรถามเพื่อให้เด็กตอบว่า ใช่ ไม่ใช่ เท่านั้น ควรมีการสัมภาษณ์ต่อเนื่อง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลง และหลังจากการสัมภาษณ์ ควรมีการเก็บบันทึกรวบรวมข้อมูล

2.4 เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

การประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ มี 2 รูปแบบ คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบ และการประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2555; สรศักดิ์ แพรรค์ดำ, 2544) ดังนี้

1. การประเมินโดยใช้แบบทดสอบ โดยสามารถใช้ในการทดสอบได้ทั้งการสอบปากเปล่าหรือการสอบข้อเขียน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 แบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดสมรรถภาพด้านการคิดด้วยการเขียนตอบเกี่ยวกับการวางแผน วิธีการ ขั้นตอนการปฏิบัติ การตั้งสมมติฐาน การกำหนดและควบคุมตัวแปร การวิเคราะห์การคำนวณค่า การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล การแปลความหมายข้อมูล การแสดงความคิดเห็น และการให้ข้อเสนอแนะการลงมือปฏิบัติจริงที่ผู้เรียนไม่สามารถทำได้ เนื่องจากเกินระดับความสามารถของผู้เรียนทั้งทางด้านความปลอดภัยและความไม่เหมาะสมของสถานการณ์ ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะปฏิบัติทางหรือสมรรถภาพนี้ จะมีลักษณะเช่นเดียวกับแบบสอบที่มีลักษณะเขียนตอบโดยทั่วไป ที่จะครอบคลุมด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่เป็นทักษะขั้นพื้นฐานและขั้นผสมผสาน แต่ลักษณะของข้อสอบเขียนตอบเกี่ยวกับทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์นี้จะแตกต่างจากแบบทดสอบแบบเขียนตอบโดยทั่วไปตรงที่ จะเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการความคิดระดับสูงเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ที่ซับซ้อนหรือเกี่ยวข้องกับการทำปฏิบัติการ โดยอาจจะให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดออกมาด้วยการเขียนแสดงกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอน และมีการให้คะแนนตามความถูกต้องของคำตอบร่วมกับส่วนของวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้เพื่อแก้ปัญหาด้วย (สสวท., 2555)

ลักษณะของสถานการณ์และคำถามของแบบทดสอบ อาจจะมีลักษณะเป็นดังนี้ (สสวท., 2555)

1. สถานการณ์ จะใช้สถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เหตุการณ์ของสังคม หรือสถานการณ์จำลองที่สมมติเหตุการณ์เลียนแบบจากสถานการณ์จริง หรือสมมติเรื่องราวอย่างมีเหตุผล

2. คำถาม จะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดหรือคำสั่งให้ผู้เรียนได้แสดงออกซึ่งความรู้ความสามารถ การเขียนคำถามจะต้องมีความชัดเจนในประเด็นสำคัญของการเขียนตอบ เช่น

การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การเปรียบเทียบ การอธิบายวิธีการ และขั้นตอนการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน การสร้างแบบจำลอง และการลงข้อสรุป
สถานการณ์และข้อคำถามสามารถยกตัวอย่างได้ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 ตัวอย่างสถานการณ์และข้อคำถามสำหรับใช้ในแบบทดสอบแบบเขียนตอบ

สถานการณ์	คำถาม	สมรรถนะที่ต้องการวัด
กำหนดเหตุการณ์ บทความ แนวความคิด หรือข้อความ	ให้แปลความหมายเหตุการณ์หรือให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งหรือให้เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	- การแก้ปัญหา - การคิดวิเคราะห์ - การตัดสินใจ - การคิดสร้างสรรค์
กำหนดภาพแสดงวิธีการทดลองของผู้เรียนมากกว่า 1 กลุ่มที่มีวิธีการปฏิบัติที่แตกต่างกัน	ให้เปรียบเทียบและเลือกวิธีทดลอง ให้เหตุผลในการเลือกวิธีการนั้น ๆ	- การกำหนดปัญหาสมมติฐาน ตัวแปร - การออกแบบการทดลอง - การแปลความหมาย - การอภิปรายและลงข้อสรุป
ตัวอย่าง		
สถานการณ์ : ปลูกต้นไม้ชนิดเดียวกัน มีขนาดและความสูงเท่ากันลงในกระถางด้วยดินชนิดเดียวกัน คำถาม : ให้ออกแบบวิธีการทดลองเพื่อทดสอบว่า “พืชมีการตอบสนองต่อแสง”		
แนวคำตอบ		
<ul style="list-style-type: none"> - การตั้งสมมติฐาน ควรตั้งสมมติฐานว่า “พืชที่มีการตอบสนองต่อแสงจะเจริญเข้าหาแสง” - การออกแบบการทดลอง มีการอธิบายวิธีการทดลอง ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1. ครอบต้นไม้กระถางที่ 1 ด้วยกล่องทึบสีดำที่มีช่องเปิดให้แสงเข้าด้านข้าง 1 ช่อง ส่วนต้นไม้กระถางที่ 2 ปล่อยให้ตามปกติ 2. ตั้งต้นไม้ทั้ง 2 กระถางไว้กลางแดด และรดน้ำทั้ง 2 กระถางทุกวัน วันละ 1 ครั้งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ 3. สังเกตและบันทึกการเจริญเติบโตของต้นไม้ทั้ง 2 กระถางทุก ๆ สัปดาห์ 		

แนวทางการให้คะแนน
<p>1. พิจารณาการเขียนสมมติฐานว่าสามารถตั้งสมมติฐานได้อย่างถูกต้อง</p> <p>2. พิจารณาการเขียนการออกแบบการทดลองได้ถูกต้องตามสมมติฐานที่ตั้งไว้</p> <p>** โดยการกำหนดการให้คะแนนจะต้องกำหนดให้สอดคล้องกับแนวคำตอบ โดยแบ่งเป็นส่วนของการเขียนสมมติฐานและการเขียนวิธีการทดลอง ซึ่งการกำหนดคะแนนในแต่ละส่วนจะไม่เท่ากัน เนื่องจากการเขียนอธิบายวิธีการทดลองมีรายละเอียดมากกว่าการเขียนสมมติฐาน จึงควรกำหนดน้ำหนักคะแนนให้มากกว่าสมมติฐาน</p>

แบบทดสอบแบบเขียนตอบนี้ เหมาะกับการทดสอบความสามารถของผู้เรียนเป็นรายคน ซึ่งถือว่าเป็นวิธีที่สะดวก เก็บข้อมูลได้รวดเร็ว ไม่เสียเวลา และมีความเป็นปรนัยค่อนข้างสูง แต่มีข้อเสียคือ เรื่องความตรงของเครื่องมือที่สามารถวัดทักษะได้เพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งแบบทดสอบแบบเขียนตอบเกี่ยวกับการวัดทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ได้นั้น ไม่ควรถามเพื่อวัดความรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติ ซึ่งจะไม่สามารถยืนยันได้แน่นอนว่าผู้เรียนนั้นปฏิบัติเป็น แต่ควรเป็นคำถามที่เน้นให้ผู้เรียนอธิบายประสบการณ์หรือวิธีการที่เน้นการวัดกระบวนการทำงาน (สุวิมล ว่องวานิช, 2547)

1.2 แบบทดสอบแบบปากเปล่า โดยเป็นส่วนที่สามารถวัดในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ แต่วิธีการนี้ไม่สะดวกที่จะนำไปใช้ เนื่องจากจะสิ้นเปลืองเวลาในการทดสอบ ต้องทดสอบผู้เรียนทีละคน ซึ่งการสอบปากเปล่านั้นจะเหมาะกับการใช้ในสถานการณ์ดังต่อไปนี้ (สุวิมล ว่องวานิช, 2547)

1. ต้องการตรวจสอบความมีส่วนร่วมในการทำงานของผู้เรียนโดยเฉพาะการทำงานกลุ่ม
2. ต้องการตรวจสอบดูว่าผู้เรียนได้ปฏิบัติงานนั้นด้วยตนเองจริง ๆ หรือไม่
3. ต้องการตรวจสอบทักษะการทำงาน เมื่องานที่ให้ทำมีความหลากหลายในแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม ซึ่งการใช้ข้อสอบชุดเดียวกันจะเป็นเรื่องที่ยาก

เมื่อเปรียบเทียบการประเมินด้วยแบบทดสอบแบบเขียนตอบและแบบทดสอบแบบปากเปล่านั้นจะพบว่าการสอบปากเปล่านั้นมีความเป็นปรนัยน้อยกว่า เพราะเข้าสอบได้ที่ละคน ซึ่งคำถามในแต่ละข้ออาจจะมีความแตกต่างกันก็ได้ นอกจากนี้ผู้เข้าสอบที่หลังอาจจะได้เตรียมตัวมากกว่าโดยดูแนวข้อสอบจากผู้สอบก่อน ซึ่งอาจจะไม่ยุติธรรมสำหรับผู้สอบ ดังนั้นการสอบปากเปล่าจึงเป็นเพียงยุทธวิธีที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจในการปฏิบัติงานด้วยตนเองเท่านั้น (สุวิมล ว่องวานิช, 2547)

2. การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถแบ่งออกเป็น เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินพฤติกรรม ได้แก่ แบบสำรวจ แบบมาตรฐานประมาณค่า และการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1 แบบสำรวจ (checklist) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยเครื่องมือใช้การทำรายการตรวจหรือแบบสำรวจ (check list) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ (สสวท., 2550) ได้ดังนี้

1.1 การประเมินปฏิบัติการเฉพาะเรื่อง โดยทำการตรวจว่านักเรียนทำตามรายการที่ต้องการตรวจเช็คนั้นได้มากหรือน้อย สมควรที่จะผ่านได้หรือไม่ ซึ่งครูต้องตั้งเกณฑ์ว่าควรทำได้อะไรอะไรเท่าใดจึงจะได้คะแนนหรือคะแนนระดับใด

ตัวอย่าง การประเมินโดยใช้การตรวจการทำรายการปฏิบัติการเฉพาะเรื่อง

เรื่อง การกลั่น ชื่อนักเรียน กลุ่มที่ ชั้น

ถ้านักเรียนทำข้อความดังกล่าวในรายการให้เช็คลงในช่อง “ใช่” ถ้าไม่ได้ทำเช่นนั้น ให้เช็คลงในช่อง “ไม่ใช่”

ข้อ	รายการประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1	นักเรียนเตรียมพื้นที่การทำงานเหมาะสมสำหรับการปฏิบัติการ			4
2	นักเรียนเทสารผ่านแท่งแก้ว เมื่อถ่ายเทสารจากภาชนะที่บรรจุลงในขวดกลั่น			1
3	กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ถูกจุ่มอยู่ภายใต้ผิวของของเหลว			1
4	นักเรียนทำการทดลองเสร็จตามเวลาที่กำหนด			3
5	นักเรียนทำการทดลองตามลำดับขั้นที่ครูได้กำหนด			2

หมายเหตุ (1) เทคนิคการทดลอง (2) ขั้นตอนวิธีการ
(3) ความคล่อง (4) ความเป็นระเบียบ

1.2 การประเมินปฏิบัติการทั่วไป ซึ่งไม่ได้เจาะจงว่าจะเป็นเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยเฉพาะ โดยรายการตรวจสอบเช่นนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับการใช้ประเมินผลต่อเนื่อง ว่านักเรียนมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด นับแต่วันที่เริ่มเข้าชั้นเรียน จนวันที่ครูต้องการประเมินผล แบบรายการตรวจสอบประเภทนี้ครูสามารถหยิบมาใช้ได้ทันทีที่ต้องการ

ตัวอย่าง การประเมินโดยใช้การตรวจการทำรายการปฏิบัติการทั่วไป

การทดลองเรื่อง ชื่อนักเรียน กลุ่มที่ ชั้น

ถ้านักเรียนทำข้อความดังกล่าวในรายการให้เช็คลงในช่อง “ใช่” ถ้าไม่ได้ทำเช่นนั้น ให้เช็คลงในช่อง “ไม่ใช่”

ข้อ	รายการประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1	พื้นที่การทำงานมีความเป็นระเบียบตลอดเวลา			4
2	การจัดตั้งเครื่องมือ/อุปกรณ์เป็นไปอย่างคล่องแคล่ว			1
3	นักเรียนใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน			1
4	นักเรียนคอยมองดูกลุ่มนักเรียนข้างเคียงเสมอว่าต้องทำอะไร			3
5	นักเรียนทำการทดลองตามลำดับขั้นที่ครูได้กำหนด			2

หมายเหตุ (1) เทคนิคการทดลอง (2) ขั้นตอนวิธีการ
(3) ความคล่อง (4) ความเป็นระเบียบ

2. แบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ซึ่งจะมีการกำหนดเกณฑ์ที่จะประเมินและให้ระดับคะแนนตามสิ่งที่นักเรียนปฏิบัติได้โดยจะแบ่งเป็นการประเมินแบบองค์รวมและการประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อยซึ่งการประเมินแบบภาพรวมนั้นจะเขียนโดยรวมคุณลักษณะเข้าไว้ด้วยกันดังตาราง 2.4 แต่การประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อยนั้นจะเขียนโดยแยกแต่ละคุณลักษณะออกจากกัน (นันทนัช อ่อนพวน, 2553) ดังตาราง 2.5

ตาราง 2.4 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวม

ทักษะที่ประเมิน	ผลการประเมิน		
	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
การทดลอง (สังเกตจากการวางแผน ทักษะปฏิบัติ และการบันทึกผลการทดลอง) 1. วางแผนการทดลองอย่างเป็นขั้นตอน 2. ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและจัดวางอุปกรณ์เป็นระเบียบ สะดวกต่อการใช้งาน 3. บันทึกผลการทดลองได้ถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์	หมายถึง ปฏิบัติได้ทั้ง 3 ข้อ	หมายถึง ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	หมายถึง ปฏิบัติได้ 1 ข้อ

ตาราง 2.5 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบย่อย

ทักษะปฏิบัติ	คะแนน		
	3	2	1
การเลือกใช้ อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลอง	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลอง ได้ถูกต้องเหมาะสมกับ งาน	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลอง ได้ถูกต้องแต่ไม่ เหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการ ทดลองไม่ถูกต้อง
การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการ ทดลอง	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือใน การทดลองได้อย่าง คล่องแคล่วและถูกต้อง ตามหลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือใน การทดลองได้ ถูกต้องตามหลักการ ปฏิบัติแต่ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองไม่ ถูกต้อง
การทดลองตาม แผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและ ขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่าง ถูกต้องมีการปรับปรุง แก้ไขเป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและ ขั้นตอนที่กำหนดไว้และ มีการปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองตามวิธีการและ ขั้นตอนที่กำหนดไว้ หรือดำเนินการข้าม ขั้นตอนที่กำหนดไว้ ไม่มีการปรับปรุงแก้ไข

2.5 กระบวนการพัฒนาเครื่องมือทางการวัดและประเมินทักษะปฏิบัติ

เครื่องมือในการวัดและประเมินผลวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปที่ใช้ในสถานศึกษา มาได้จาก 3 แนวทางด้วยกัน ได้แก่ 1. ใช้เครื่องมือที่มีผู้พัฒนาไว้แล้ว 2. ดัดแปลงจากเครื่องมือที่ผู้อื่นทำไว้ 3. การจัดทำเครื่องขึ้นเพื่อใช้เอง ซึ่งในกรณีที่ 2 และ 3 นี้เมื่อทำการดัดแปลงแล้วเมื่อนำไปทดลองใช้ ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือด้วย (สสวท., 2555)

กระบวนการในการสร้างเครื่องมือหลัก ๆ แล้วสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน (สสวท., 2555) ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ระบุเนื้อหาความรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้และการ

วัดประเมินผลวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงต้องศึกษา วิเคราะห์สาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตร เพื่อสร้างเครื่องมือให้มีคุณภาพครอบคลุมทั้งเนื้อหาความรู้ ทักษะ ความสามารถ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.2 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน

โดยตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังจะนำมาสู่การกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งในการประเมินปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นนี้จะให้ความสำคัญกับพฤติกรรมระดับสูง เช่น พฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการ การแก้ปัญหา การคิดระดับสูง หลังจากกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดแล้วจะต้องให้หน้าหนักคะแนนแต่ละพฤติกรรมตามความสำคัญด้วย

1.3 กำหนดรูปแบบของเครื่องมือที่จะใช้วัดและประเมิน

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผลมีอยู่หลายรูปแบบ ดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ดังนั้นจึงต้องกำหนดรูปแบบของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่วิเคราะห์ไว้ในตารางหลักสูตร เพื่อนำไปใช้ออกแบบและสร้างเครื่องมือให้ได้ตรงตามจุดมุ่งหมายของการวัดประเมินผล ซึ่งปัจจัยที่จะช่วยในการตัดสินใจเลือกรูปแบบเครื่องมือมีอยู่หลายปัจจัย เช่น จุดประสงค์ของการนำผลการประเมินไปใช้ (เพื่อปรับปรุงการเรียนรู้หรือสรุปผลการเรียนรู้) เนื้อหาหรือเรื่องที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ พฤติกรรมของผู้เรียนที่ต้องการประเมิน ระดับชั้นของผู้เรียน และสถานการณ์หรือบริบทของการนำเครื่องมือไปใช้

2. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

2.1 จัดทำเครื่องมือฉบับร่าง

โดยทั่วไปเครื่องมือวัดและประเมินผลจะประกอบด้วยสถานการณ์ ข้อคำถาม แนวคำตอบ และเกณฑ์ในการประเมิน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1.1 สถานการณ์และข้อคำถาม โดยสถานการณ์ อาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูล แผนภูมิ แผนภาพ หรือรูปภาพ ซึ่งเป็นสถานการณ์จริงที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งเนื้อหาของสถานการณ์ดังกล่าวต้องสอดคล้องกับความรู้ในบทเรียนหรือสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดตามหลักสูตร และข้อคำถาม เป็นข้อความเพื่อถามในรูปของคำสั่งหรือคำชี้แจงที่สัมพันธ์กับสถานการณ์ ซึ่งคำถามที่ดีนั้น ต้องสั้น ชัดเจน ตรงประเด็น ใช้ศัพท์และภาษาที่ถูกต้อง เข้าใจง่าย และเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน

2.1.2 แนวคำตอบ เป็นคำตอบของคำถามของเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินกรณีที่มีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว แนวคำตอบคือการเฉลยคำตอบนั้น ส่วนคำถามที่มีคำตอบเป็นไปได้นั้นมากกว่า 1 คำตอบ แนวคำตอบจะต้องเป็นการเฉลยในหลายแนวทาง นอกจากนี้เมื่อมีการเครื่องมือไปทดลองใช้แล้ว ต้องนำคำตอบของผู้เรียนที่ได้จากการทดลองใช้มากำหนดเป็นแนวคำตอบที่เป็นไปได้เพิ่มเติมด้วย

2.1.3 เกณฑ์การประเมิน เกณฑ์ในการประเมินที่กำหนดขึ้นนี้จะเป็นบรรทัดฐานในการตรวจให้คะแนนคำตอบ การสร้างเกณฑ์วัดพฤติกรรมของผู้เรียนนั้นจะขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการนำผลการประเมินไปใช้ เกณฑ์ในการประเมินต้องมีความชัดเจนและมีความเป็นปรนัยเพียงพอที่จะทำให้ผู้ประเมินทุกคนเข้าใจและให้คะแนนคำตอบของผู้เรียนได้ตรงกัน ซึ่งเกณฑ์การประเมินมี 2 ลักษณะ ได้แก่ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวม และเกณฑ์การประเมินแบบแยกองค์ประกอบย่อย เครื่องมือในการประเมินที่สร้างขึ้นครั้งแรกนี้จัดเป็นเครื่องมือฉบับร่าง และจะนำไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขให้เป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพต่อไป

2.2 ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อตรวจสอบคุณภาพ

เพื่อให้เครื่องมือที่สร้างขึ้นมีคุณภาพด้านสถิติจำเป็นต้องนำไปทดลองใช้เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือ โดยการนำเครื่องมือไปทดสอบกับกลุ่มผู้เรียนซึ่งเป็นตัวแทนที่ดี ประมาณ 50-100 คน เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านความเข้าใจในคำสั่ง คำถาม ภาษาที่ใช้

ประเด็นในการตรวจสอบเครื่องมือ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทาง(สุวิมล ว่องวานิช, 2547) มีดังต่อไปนี้

1. ความตรง แบ่งออกเป็น

1.1 ความตรงตามเนื้อหา คือ ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้อย่างถูกต้อง เครื่องมือที่มีความตรงตามเนื้อหาจะต้องวัดครอบคลุมครบถ้วนตามจุดประสงค์ของการวัด ซึ่งประกอบด้วยความเหมาะสมของคุณลักษณะที่มุ่งวัด โดยคุณลักษณะนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ คุณลักษณะที่ใช้วัดกระบวนการปฏิบัติงาน และคุณลักษณะที่ใช้วัดผลงาน ซึ่งไม่ว่าจะวัดกระบวนการหรือผลงานนี้ วิธีการตรวจสอบคุณภาพความตรงตามเนื้อหาเป็นหลักการที่เหมือนกัน

โดยมีกระบวนการในการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ซึ่งมักใช้การพิจารณาตัดสินจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาหรืองานที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1) เลือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยต้องกำหนดว่าผู้เชี่ยวชาญที่จะตรวจสอบเครื่องมือเป็นใคร เป็นที่ยอมรับว่ามีความเชี่ยวชาญในสาขานั้นอย่างน้อยเพียงใด นอกจากนี้จะกำหนดผู้เชี่ยวชาญที่จะใช้ในการตรวจสอบ ซึ่งไม่ได้มีเกณฑ์กำหนดแน่นอนว่าจะต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญกี่ท่าน แต่ควรให้มากพอที่จะตัดสินความครอบคลุมของเนื้อหาได้

2) การเตรียมเนื้อหาให้ผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณา ซึ่งผู้สร้างเครื่องมือจะต้องศึกษาและเข้าใจจุดมุ่งหมายหลักของการประเมิน เพื่อเตรียมเนื้อหาเป็นข้อมูลขั้นต้นสำหรับผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบ โดยจะต้องเตรียม คุณลักษณะที่มุ่งวัดพฤติกรรมปฏิบัติ และน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะในแต่ละด้าน

1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ คือความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดแล้วให้ผลสอดคล้องกับการวัดโดยใช้เครื่องมืออื่นหรือข้อมูลที่เชื่อถือได้ที่นำมาเป็นเกณฑ์

กระบวนการในการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของเครื่องมือที่มุ่งวัดกระบวนการซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบบสังเกตนั้น เนื้อหาที่วัดประกอบด้วยคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมและขั้นตอนในการทำงาน การตรวจสอบสามารถทำได้หลายวิธี โดยใช้เกณฑ์เป็นตัวเทียบ โดยเกณฑ์ดังกล่าวนี้มากกว่าวิธีการดังนี้

1) การใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน ในกรณีที่มีเครื่องมือที่ได้มาตรฐานที่สามารถวัดทักษะที่ผู้ทดสอบต้องการวัดผู้เรียน เราสามารถใช้เครื่องมือนี้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความตรงของเครื่องมือที่สร้างขึ้นใหม่ได้ โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างผลจากการวัดจากเครื่องมือทั้งสอง หากผลการวัดพบว่ามีความสัมพันธ์และสอดคล้องกันสูง แสดงว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณภาพที่ดี

2) การใช้เครื่องมือที่ไม่ได้วัดทักษะปฏิบัติโดยตรง เนื่องจากบางครั้งไม่สามารถหาเครื่องมือวัดทักษะที่เหมาะสมมาเป็นตัวเปรียบเทียบได้ สามารถใช้เกณฑ์อื่นได้ เช่น เราพบวาทักษะการปฏิบัติในเนื้อหาบางวิชาสัมพันธ์กับความรู้ความสามารถด้านทฤษฎี ผู้สร้างเครื่องมืออาจทดสอบความรู้ด้านทฤษฎีในเนื้อหาที่ต้องการทดสอบจากผู้เรียน แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับผลการประเมินทักษะจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น

กระบวนการในการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของเครื่องมือที่มุ่งวัดผลงาน ซึ่งผลงานนั้นสามารถวัดได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ คุณลักษณะที่มุ่งวัดจึงมีความเป็นไปได้ทั้งความถูกต้อง ความสวยงาม ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเกณฑ์ในการพิจารณามีดังต่อไปนี้

1) การใช้การจัดลำดับคุณภาพผลงานเป็นเกณฑ์ โดยมีการรวบรวมผลงานของผู้เรียนไว้เป็นจำนวนมาก การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ทำได้โดยนำผลงานที่มีอยู่มาเป็นเกณฑ์ คือนำมาจัดระดับคุณภาพเป็นกลุ่ม ซึ่งอาจแบ่งเป็น 3, 4, 5 กลุ่มแล้วแต่ผู้สร้างเครื่องมือ ซึ่งการจัดลำดับผลงานนี้จะเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ เป็นผู้จัดลำดับ โดยผลงานเหล่านี้ให้ยึดเป็นเกณฑ์ที่เชื่อถือได้ แล้วนำผลงานของผู้เรียนกลุ่มปัจจุบันไปเทียบแล้วจัดประเภทตามระดับคุณภาพ จากนั้นนำงานที่นักเรียนทำไปให้ผู้สอนตรวจสอบประเมินคุณภาพโดยยึดเครื่องมือที่ระบุไว้เป็นเกณฑ์ แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบว่าให้ผลสอดคล้องกับการจัดอันดับผลงานที่ทำไว้ในตอนแรกหรือไม่ หากสอดคล้องแสดงว่าเครื่องมือประเมินผลงานที่สร้างขึ้นมีความตรง

2) การใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เป็นวิธีการตรวจสอบที่นำผลงานไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินหลังจากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับผลการประเมินเมื่อใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นเอง ถ้าผลสอดคล้องกันแสดงว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นมีความตรง

ซึ่งไม่ว่าจะใช้วิธีการใดเป็นเกณฑ์ การศึกษาความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์จะมีลักษณะการหาความสัมพันธ์ที่คล้ายกันคือ นิยมใช้ การใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product

Moment Correlation) และ การใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบจัดอันดับ (Rank-order Correlation) มาใช้ในการวิเคราะห์

1.3 ความตรงเชิงจำแนก โดยวิธีการที่นิยมใช้คือการจำแนกทักษะความสามารถของผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง คือใช้หลักการ know-group โดยหลักการคือ สามารถจำแนกความสามารถความสามารถของผู้เรียนแยกออกจากกันได้

2. ความเที่ยง แบ่งออกเป็น

2.1 ความเที่ยงแบบวัดซ้ำ ใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยการให้ผู้เรียนสอบซ้ำกัน 2 ครั้ง ทั้งช่วงห่างประมาณ 2 สัปดาห์ โดยผู้เรียนทำข้อสอบชุดเดียวกันซ้ำภายใต้สถานการณ์เดียวกัน หากคะแนนการสอบทั้ง 2 ครั้งสัมพันธ์กันแสดงว่าเครื่องมือที่มีความเที่ยง โดยในการวัดทักษะการปฏิบัตินี้การให้ผู้เรียนปฏิบัติซ้ำเป็นเรื่องยาก มักจะไม่ใช้กับการวัดกระบวนการ แต่อาจจะใช้กับการวัดผลงานได้

2.2 ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน หากเครื่องมือมีคุณภาพ คู่มือการให้คะแนนงานมีคุณภาพดี เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนหรือการประเมินมีความชัดเจน เมื่อใช้ผู้ประเมินอย่างน้อย 2 คนเป็นผู้สังเกต หากผลการประเมินของผู้ประเมินมีความสอดคล้องกัน แสดงว่ามีความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน โดยการหาความสัมพันธ์นี้ สามารถหาความสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) ได้ หากผู้ประเมินมี 2 คน แต่หากมีมากกว่านั้น สามารถใช้ Analysis of Variance (ANOVA) ช่วยในการทดสอบหาความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน

ตอนที่ 3 รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง

การเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry) นี้ เป็นวิธีการที่มีพื้นฐานมาจากแนวคิดที่ว่า ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีบทบาทหลักในการเรียนรู้ของตนเอง สามารถจัดการเรียนรู้แบบสืบสวน (Inquiry Learning) ในรูปแบบการเรียนการสอนแบบกระตือรือร้น (Active Learning) ซึ่งการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) จะเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (Active Learning) นี้ไม่เพียงแต่หมายถึงการเรียนรู้แบบ inquiry อย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมไปถึงการเรียนรู้รูปแบบอื่นด้วย เช่น การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery Learning) การเรียนรู้จากปัญหา (Problem-Based Learning) และ การเรียนรู้จากการทำกิจกรรม (Activity-Based Learning) (สุรัตน์ บรรจงจิตร, 2551)

3.1 ความเป็นมาของการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง

การเรียนรู้รูปแบบการสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้ได้รับการพัฒนามาจากโมเดลรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบ (Inquiry Learning) ของ Suchman (อ้างถึงในเสาวรัตน์ งามแก้ว, 2552) โดยเริ่มต้นครั้งแรกที่รัฐอิลลินอยส์ในปี ค.ศ. 1957 ซึ่งเป็นระยะที่อเมริกาตื่นตัว เนื่องจากว่ารัสเซียมีความก้าวหน้าสามารถส่งจรวดขึ้นอวกาศได้สำเร็จ จึงได้มีการปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งพบว่าเมื่อความรู้ต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จนผู้เรียนไม่สามารถรับรู้ได้ทั้งหมดและถ้าผู้เรียนเรียนรู้ตามความรู้ที่มีอยู่ก็จะทำให้ผู้เรียนนั้นค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ได้ช้า ดังนั้นจึงต้องปรับปรุงการเรียนการสอนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิด และแก้ปัญหาได้ (นวลเพ็ญและวีระยุทธ วิเชียรโชติ, 2517)

จากแนวคิดการปรับปรุงคุณภาพการศึกษา Richard Suchman จัดโครงการวิจัยเกี่ยวกับการสอนแบบสืบสอบขึ้นที่มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ในปี ค.ศ.1961 เริ่มใช้กับวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการให้ผู้เรียนตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหลักการและกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง กระบวนการสืบสอบของ Suchman สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา โดยครูจะสร้างสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนเกิดช่องว่างระหว่างโครงสร้างการรับรู้และความคิดเห็นกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ทำให้นักเรียนต้องการอยากรู้ จึงเกิดการสืบสอบต่อไป

ขั้นที่ 2 การซักถาม ซึ่งผู้เรียนจะตั้งคำถามเพื่อซักถามครู โดยครูจะต้องตอบคำถามในรูปแบบของคำตอบว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” เท่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด ในระยะแรกครูไม่จำเป็นต้องจัดวัสดุมาให้ผู้เรียนทำการทดลอง เพราะหากผู้เรียนทำการทดลองซ้ำ ๆ กันแล้วจะทำให้เด็กไม่จำเป็นต้องคิด แต่ครูจะส่งเสริมให้ผู้เรียนนำตัวแปรต่าง ๆ และทำนายผลตามตัวแปรด้วยตนเอง จะทำให้ครูทราบกระบวนการคิดของผู้เรียน โดยครูจะเป็นผู้ช่วยหรือกระตุ้นในบางโอกาส เพื่อไม่ให้ออกนอกเรื่องที่เรียนมากเกินไป

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์กระบวนการสืบสอบ ซึ่งครูจะช่วยวิจารณ์ว่าผู้เรียนคำถามของนักเรียนเหมาะสมหรือไม่และควรปรับปรุงหรือแก้ไขคำถามอย่างไร

หลังจากนั้นจึงได้มีการนำการเรียนรู้แบบสืบสอบไปใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวนี้ทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการค้นคว้าและสืบสอบหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าที่ครูเป็นผู้บอกทั้งหมด ให้ผู้เรียนมีอิสระในการหาความรู้ได้อย่างเหมาะสมตามความสามารถ นอกจากนี้ความรู้ที่ได้จากการสืบสอบจะมีคุณค่าและมีความหมายกับผู้เรียนมากกว่าความรู้ที่ผู้อื่นบอกให้จำ เพราะผู้เรียนจะเป็นผู้ค้นพบได้ด้วยตนเอง

และความรู้ที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นความรู้ระยะยาวที่นักเรียนจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกนาน (เสาวรัตน์ รามแก้ว, 2552)

ต่อมาได้มีผู้นำหลักการของ Suchman ไปประยุกต์ใช้ คือ Lasley Matczynski และ Rowley (2002) ซึ่งพบว่าในระยะเริ่มต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบผู้เรียนต้องใช้ความคิดในการตั้งคำถามเพื่อใช้ในการค้นคว้าข้อมูล อาจจะทำให้เรียนไม่คุ้นเคย จึงนำมาปรับและนำเสนอการเรียนรู้อินรูปแบบของการสืบสอบแบบแนะแนวทาง เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและการความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือสถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นในการสร้างความรู้ดังกล่าว ซึ่งผู้เรียนจะใช้ทักษะการสังเกต การสำรวจ การตั้งคำถาม สร้างข้อความคาดการณ์และตรวจสอบข้อความ จนท้ายสุดได้ค้นพบเป็นความรู้ใหม่ ความรู้ใหม่ที่ได้นี้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

3.2 ความหมายรูปแบบการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะแนวทาง

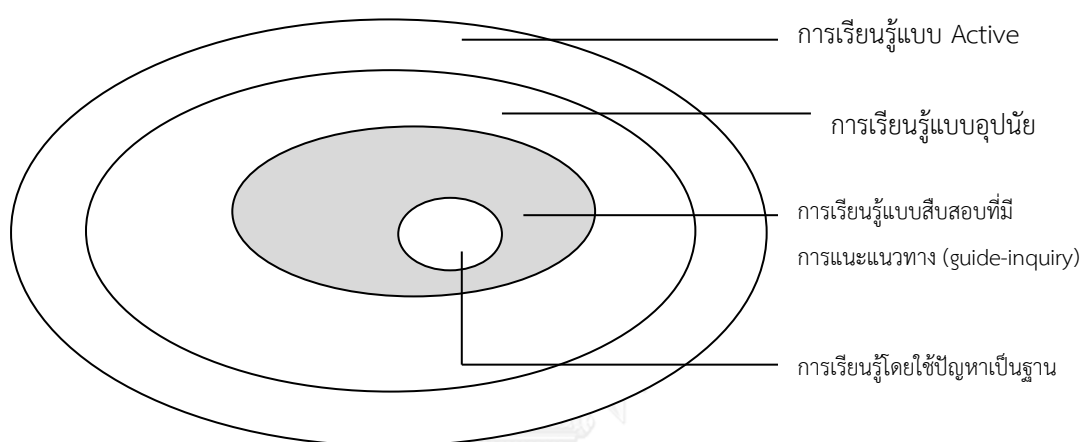
การเรียนรู้สืบสอบแบบแนะแนวทาง หมายถึง การสนับสนุนการได้มาซึ่งความรู้ใหม่ ความสามารถ และทัศนคติ ผ่านทางการค้นพบของผู้เรียนจากการตั้งคำถาม สถานการณ์การแก้ปัญหา (Lee, 2012) ซึ่งกระบวนการในการจัดกิจกรรมจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยได้รับการแนะแนวจากทางครูหรือผู้เกี่ยวข้องกับการศึกษาในแต่ละขั้นตอนของการสืบสอบ ซึ่งครูจะต้องวางแผนมาอย่างละเอียดรอบคอบ และดูแลเอาใจใส่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด ซึ่งสิ่งสำคัญของการสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้ คือ การช่วยเหลือนักเรียนในกระบวนการของการค้นคว้าที่จะนำไปสู่การค้นพบ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lasley, Matczynski, & Rowley, 2002; Kuhlthau, Maniotes & Caspari, 2007; Fitzgerald, 2008 อ้างถึงในเสาวรัตน์ รามแก้ว, 2552)

หลักในการเรียนรู้อินแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง สามารถสรุปได้เป็น 6 ข้อดังนี้ (เสาวรัตน์ รามแก้ว, 2552)

1. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการถูกกระตุ้นให้มีความกระตือรือร้นและการสะท้อนความรู้ที่ได้จากประสบการณ์
2. ผู้เรียนเรียนรู้โดยการสร้างความรู้ใหม่ผ่านความรู้และประสบการณ์เดิม
3. ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดระดับสูงผ่านการแนะแนวทางในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้
4. ผู้เรียนมีวิธีการและรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

5. ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมกับผู้อื่น
6. ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านวิธีสอนและประสบการณ์ที่สอดคล้องกันการพัฒนาความรู้

เมื่อแสดงเป็นแผนภาพตามแนวคิดของ Virginia S. Lee (Lee, 2012) การเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry) และการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based) นี้ต่างก็เป็นการเรียนรู้รูปแบบกระตือรือร้น (active learning) ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ สนใจในสิ่งใหม่ ๆ ที่ตนเองศึกษา โดยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem based) นี้ ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry)



ภาพ 2.4 รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry)

แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) จะเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry) แต่ในทางปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สามารถระบุความแตกต่างของรูปแบบการเรียนรู้ของทั้ง 2 รูปแบบได้ ดังตาราง 2.6

ตาราง 2.6 ความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง ในทางปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ส่วนประกอบของปฏิบัติการ	guide inquiry	problem-based
ทดสอบก่อนเริ่มปฏิบัติ	present	present
สมมติฐาน/การทำนาย	provided	provided
อุปกรณ์	provided or generated	provided
วิธีการ	provided	student generate

ส่วนประกอบของปฏิบัติการ	guide inquiry	problem-based
การวิเคราะห์	guide or not guide	not guide
การสรุปผล	student generate	student generate
การอภิปรายผล	expand with reflection and argumentation	reduce or absent

3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะแนวทาง

ได้มีนักการศึกษาได้เสนอขั้นตอนในการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry) หลายขั้นตอน (Lasley, Matczynski, & Rowley, 2002; Orlich et al., 2001; Kuhlthau, Maniotes & Caspari, 2007; Fitzgerald, 2008 อ้างถึงในเสาวรัตน์ งามแก้ว, 2552; วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2538; สุวัฒน์ นิยมคำ, 2521; สสวท., 2547; Romey, 1968; Joyce & Weil, 2000 อ้างถึงในจันทร์จิรา แก้วโกย, 2554) ซึ่งพบว่ามียุทธศาสตร์คล้ายกับขั้นตอนในการเรียนรู้แบบสืบสอบ (inquiry learning) จะแตกต่างกันตรงเพียงการสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้จะมีสิ่งที่เป็นตัวชี้แนะแนวทางในการตอบคำถามให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์มากขึ้น ซึ่งเมื่อสังเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนแล้วสามารถแสดงได้ ดังตาราง 2.7

ตาราง 2.7 ขั้นตอนในการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ขั้นตอน	Romey (1968)	Massialas and Cox (1968)	Joyce and Weil (2000)	Orlich et al.(2001)	Lasley,Matczynski, and Rowley (2002)	Kuhlthau et al. (2007)	สุวัฒน์ นิยมคำ (2531)	วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2538)	สสวท. (2554)	สรุป
กำหนดสถานการณ์หรือปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วางแผน ตั้งสมมติฐาน	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓
นิยามความหมาย		✓								
สำรวจและเก็บข้อมูล		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วิเคราะห์ข้อมูล	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สร้างข้อสรุป	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓

ขั้นตอน	Romey (1968)	Massialas and Cox (1968)	oyce and Weil (2000)	Orlich et al.(2001)	Lasley,Matczynski, and Rowley (2002)	Kuhlthau et al. (2007)	สัวฒัน นียมค้ำ (2531)	วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2538)	สสทท..(2554)	สรุป
ประเมิน สะท้อนหรือวิเคราะห์กระบวนการ			✓	✓		✓		✓	✓	✓
ขยายความรู้					✓				✓	✓

ซึ่งจากการสังเคราะห์กระบวนการการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) มีด้วยกัน 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. กำหนดสถานการณ์หรือปัญหา โดยในขั้นนี้ครูผู้สอนอาจทำการสร้างสถานการณ์หรือระบุปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นและเริ่มรับรู้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะเตรียมจากข้อความหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นเครื่องสะท้อนทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เกิดปัญหา อันจะนำไปสู่การให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และสืบสอบในขั้นต่อไป

2. วางแผน ตั้งสมมติฐาน เป็นแนวทางที่นักเรียนจะทำการแสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องพิจารณาเรื่องราวปัญหาที่ผู้สอนกำหนดมาให้แล้วกำหนดสมมติฐานที่คาดการณ์ว่าน่าจะเป็นคำตอบของปัญหา โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ

3. สืบค้นและเก็บข้อมูล โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองด้วยตนเอง และจดบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง

4. วิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุป

5. สร้างข้อสรุป เป็นขั้นตอนของการสรุปคำตอบของประเด็นปัญหาจากหลักฐานที่ผู้เรียนรวบรวมได้มา ซึ่งในขั้นตอนนี้ข้อสรุปสามารถเปลี่ยนได้ หากผู้เรียนมีหลักฐานอื่นเพิ่มเติมในการเก็บรวบรวมข้อมูล

6. ประเมิน สะท้อนหรือวิเคราะห์กระบวนการ เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ และสะท้อนการสืบสอบของตนว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด

7. ขยายความรู้ เป็นขยายความรู้ว่าในเนื้อหา นั้น ๆ สามารถนำไปต่อยอดเพื่อแก้ไขปัญหาหรือ

สร้างสิ่งอื่นได้ หรือเป็นการเชื่อมโยงระหว่างการแก้ไขปัญหาโดยใช้ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาในบทเรียน

3.4 ประโยชน์ของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

ประโยชน์ของการเรียนรู้สืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach) (bruner, 1968 อ้างถึงในเสาวรัตน์ รามแก้ว, 2552) สามารถสรุปได้มีดังนี้

1. ช่วยเพิ่มแรงจูงใจภายในมากกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ โดยเมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาหรือค้นพบความรู้ด้วยตนเองจะทำให้เกิดความรู้สึกว่าตนเองได้รับรางวัลจากการทำงานของตนเอง
2. ทำให้สติปัญญาของผู้เรียนฉลาดยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนเป็นนักสร้างสรรค์ เป็นผู้สามารถจัดระเบียบสิ่งที่พบเห็นได้อย่างเหมาะสม การฝึกหัดให้ค้นพบด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
3. ฝึกฝนให้เกิดเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง และช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำความรู้ได้ดีกว่าการเรียนรู้รูปแบบอื่น

ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

Prades และ Espinar (2009) ได้ทำการวิจัยเพื่อหาความพอเพียงของการประเมินปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ในภาควิชาวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยบาเซโลนา ประเทศสเปน จากผลการศึกษาพบว่ากลยุทธ์ของกระบวนการประเมินปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้สอนควรจะทำให้ผลที่ได้นั้นมี ความตรงและความเชื่อมั่น คือ ทำการประเมินจากพื้นฐานข้อมูลที่หลากหลาย มีการรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาประเมินทั้งจากการสังเกต การสัมภาษณ์และผลการทดลองที่นักเรียนได้ทำการบันทึกและสรุปผลไว้ นอกจากนี้ในการประเมินแต่ละครั้ง ควรใช้ผู้ประเมินหรือครูประเมิน 3 ท่าน ต่อ 1 กลุ่มและสุดท้ายคะแนนที่นักเรียนจะได้เป็นคะแนนเฉลี่ยของผู้ประเมินหรือครูทั้ง 3 ท่าน

กุลชลี ตาลช่วง (2546) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการประเมินและตรวจสอบคุณภาพของการปฏิบัติงานกลุ่ม ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยเลือกใช้การปฏิบัติงานกลุ่มที่เป็นความสามารถในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 คือ แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 5 ด้านได้แก่ 1) ด้านการปฏิบัติการทดลอง 2) ด้านการสังเกตและบันทึกข้อมูล 3) ด้าน

การจัดกระทำข้อมูลและการแปลความหมาย 4) ด้านการเขียนรายงานผลการทดลองและผลงาน 5) ด้านความเป็นระเบียบและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน รวมทั้งสิ้น 19 รายการ ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ scoring rubric คะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนกลุ่ม แบบประเมินความร่วมมือในการปฏิบัติงานกลุ่ม ประกอบไปด้วยองค์ประกอบทั้งหมด 6 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความรับผิดชอบ 2) ด้านให้ความช่วยเหลือ 3) ด้านการแสดงความคิดเห็น 4) ด้านการรับฟังความคิดเห็น 5) ด้านการสื่อความหมาย 6) ด้านการใช้กระบวนการกลุ่ม รวมทั้งสิ้น 18 รายการ รายการ ใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบ scoring rubric คะแนนที่ได้จะเป็นคะแนนรายบุคคล ส่วนที่ 2 จะเป็นเครื่องมือที่เป็นแบบทดสอบสาระที่ 3 เรื่องสารและสมบัติของสาร ประกอบด้วย แบบวัดความรู้ด้านวิชาการใช้วัดความรู้ของผู้เรียนในสาระที่ 3 เรื่องสารและสมบัติของสาร โดยประกอบไปด้วยเนื้อหา 5 หน่วยย่อยด้วยกัน ได้แก่ สารรอบตัว สารละลายกรด-เบส การแยกสาร สารประกอบและธาตุ และการเปลี่ยนแปลงของสาร ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของแบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ มีความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.9-1.0 และมีความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินเท่ากับ 0.99 แบบประเมินความร่วมมือในการปฏิบัติงานกลุ่ม มีความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.7-1.0 และมีความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินเท่ากับ 0.56 และ 0.85 แบบวัดความรู้ทางวิชาการทั้ง 5 ฉบับ มีความตรงตามเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.6-1.0 และมีความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.72-0.80 นอกจากนี้พบว่าวิธีการประเมินปฏิบัติงานกลุ่มมีความตรงตามสภาพ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.70 เมื่อคำนวณจากคะแนนดิบ และมีค่า 0.68 เมื่อคำนวณจากคะแนนมาตรฐาน

พรพรม สัมฤทธิ์ (2540) ศึกษาทักษะปฏิบัติในการปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในด้านการใช้วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้ทักษะที่ต้องใช้ประกอบการใช้วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การใช้สารวิทยาศาสตร์การติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ การดำเนินการทดลองและการดัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม ตัวอย่างประชากรเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2539 จำนวน 22 กลุ่มการทดลอง ซึ่งสุ่มแบบแบ่งชั้นมาจากโรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย ในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยปรากฏว่า ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่มีทักษะการใช้วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทักษะที่ต้องใช้ประกอบกับทักษะการใช้วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทักษะการใช้สารวิทยาศาสตร์ทักษะการติดตั้งอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ทักษะการดำเนินการทดลอง และทักษะการดัดแปลงอุปกรณ์ได้ตามความเหมาะสม ในการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 4 ด้านคือ ด้านความสามารถ ด้านความชำนาญและความคล่องแคล่ว ด้านความระมัดระวังในเรื่องความปลอดภัย และด้านความเป็นระเบียบเรียบร้อย ยกเว้น ทักษะการดำเนินการทดลอง พบว่าตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่ยังขาดทักษะ เกี่ยวกับความชำนาญและความคล่องแคล่ว

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้สืบทอดแบบแนะแนวทาง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสืบทอดและแบบสืบทอดแบบแนะแนวทางสามารถแบ่งงานวิจัยออกได้เป็นดังนี้

1. การศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบทอดของครูซึ่งพบว่าในการเรียนการสอนรูปแบบสืบทอดยังพบว่าครูเคมีส่วนใหญ่ยังขาดความรู้เกี่ยวกับการประเมินผล โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ทงสัคดี ชัยชนะปัญญา (2549) ได้ศึกษาสภาพและปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีด้วยวิธีสืบทอดของครูชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในนครหลวงเวียงจันทร์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ ครูสอนวิชาเคมีจำนวน 89 คน และหัวหน้าหมวดวิชาวิทยาศาสตร์จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า สภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีด้วยวิธีสืบทอดของครูมัธยมศึกษาตอนปลายอยู่ในระดับน้อย ใช้สื่อการเรียนการสอนอยู่ในระดับน้อย โดยปัญหาที่พบในการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีดังกล่าว พบว่า ครูเคมีร้อยละ 51.8 ขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบทอด ร้อยละ 31.04 ให้ความเห็นว่า ขาดแคลนสื่อ อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีและครูเคมีร้อยละ 92.59 ให้ความเห็นว่าครูขาดความรู้เกี่ยวกับการประเมินที่หลากหลาย

2. การศึกษาผลของรูปแบบสืบทอดแบบแนะแนวทางในด้านความคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยงานวิจัยที่ใช้การเรียนการสอนรูปแบบสืบทอดแบบแนะแนวทางนั้นจะใช้กับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งพบว่าการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้นักเรียนมีมีโนทัศน์ด้านความคิด ทักษะการให้เหตุผล และผลสัมฤทธิ์ดีขึ้น โดยมีรายละเอียดงานวิจัย ดังต่อไปนี้

Donaldson และ Odom (2010) ได้ศึกษาการประเมินปฏิบัติการวิชาวิทยาศาสตร์ จากการใช้รูปแบบการสืบทอดแบบได้รับคำแนะนำ ซึ่งเป็นงานวิจัยที่เป็นกรณีศึกษา เรื่อง อะไรที่มีผลต่อเวลาในการแก้ ? โดยนักเรียนจะต้องเขียนตอบคำถามที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้ ซึ่งแบบฝึกหัดของปฏิบัติการนั้นจะเริ่มต้นจากการสถานการณ์ที่ถาถามนักเรียนเพื่อแนะนำในการเขียนปัญหาการทดลองจนในที่สุดจะนำไปสู่การออกแบบการทดลอง โดยครูนั้นจะต้องเตรียมแนวทางการตอบหลังจากที่นักเรียนเขียนตอบคำถามทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์แต่ละข้อ ซึ่งผู้วิจัยมีเกณฑ์ในการให้คะแนนในด้านต่าง ๆ ดังนี้ 1) การสร้างคำถามการทดลอง 2) การกำหนดตัวแปรต้นในการทดลอง 3) การกำหนดตัวแปรตามในการทดลอง 4) การกำหนดตัวแปรคงที่ 5) การออกแบบการทดลอง 6) ขั้นตอนในการทดลอง 7) การสร้างตารางผลการทดลอง 8) การอธิบายความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการทดลอง 9) การสรุปและอภิปรายผล ซึ่งจากการ

วิจัยนี้พบว่าวิธีการดังกล่าวสามารถช่วยฝึกฝนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาและประเมินทักษะการคิดระดับสูง ทักษะการให้เหตุผล และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วย โดยจะให้ผลที่ดีกว่าการให้คะแนนจากการทดลองตามหนังสือเรียนที่ไม่ได้สร้างความเข้าใจที่แท้จริงให้กับผู้เรียน

เสาวรัตน์ รามแก้ว (2552) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบแนะแนวทางที่มีต่อเมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้เมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบแนะแนวทางกับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบปกติ ซึ่งเป็น การวิจัยเชิงทดลอง มีการใช้รูปแบบการสืบสอบแบบแนะแนวทาง คือ จัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมาย ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ชื่นเฉยปัญหา 2) ชื่นตั้งคำถามและเก็บรวบรวมข้อมูล 3) ชื่นลงมือปฏิบัติและตั้งสมมติฐานที่อาจเป็นไปได้ 4) ชื่นคัดเลือกสมมติฐานที่สมเหตุสมผล 5) ชื่นวิเคราะห์ 6) ชื่นขยายความคิด โดยทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพนมศึกษา จำนวน 66 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 34 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบแนะแนวทาง และนักเรียนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปกติ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบวัดเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน แบบวัดเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียน แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบแนะแนวทางมีเมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปกติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จักรจิรา แก้วโกย (2554) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบและผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ด้วยการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทาง ซึ่งเป็นห้องเรียนที่บนเว็บที่ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนสำหรับผู้เรียนได้พิสูจน์ข้อสงสัย หรือปัญหา หรือสมมติฐาน หรือสมมติฐานที่ตนตั้งขึ้น โดยผู้สอนมีการวางแผนและข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่สืบสอบ ซึ่งมีขั้นตอนและองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้ 1) ปฐมนิเทศ 2) ชื่นสร้างความสนใจ 3) ชื่นเสนอปัญหา 4) ชื่นตั้งสมมติฐานร่วมกัน 5) ชื่นรวบรวมและทดสอบ 6) ชื่นวิเคราะห์และสรุปผล โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอรัญประเทศ จังหวัดสระแก้ว จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เว็บบการเรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางแบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องงานและพลังงาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แจ่มจันทร์ ศรีอรุณศรี (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนโดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนและศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนโดยใช้ทัศนศึกษาเสมือน ด้วยกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างผลของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาได้แก่ 1) ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 104 คน 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 31 คน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 พัฒนารูปแบบการเรียนโดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณเพื่อเสริมสร้างผลของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบวัดทัศนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ แบบวัดความสามารถในการสืบค้นข้อมูล แบบวัดความสามารถในการสื่อความหมาย แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเว็บไซต์ตามรูปแบบการเรียนโดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ระยะที่ 2 ทดลองใช้และประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนโดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนโดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการสืบสอบประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) กระตุ้นความสนใจ 2) การสำรวจและสืบค้น 3) การอธิบาย 4) การขยายความรู้ และ 5) การประเมินผล และกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กระตุ้นความสนใจ 2) การวิเคราะห์สถานการณ์และปัญหา 3) การประเมิน 4) การวินิจฉัย 5) การลงข้อสรุป และหลังการทดลองนักเรียนด้วยรูปแบบการเรียนโดยใช้ทัศนศึกษาเสมือนด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นักเรียนมีผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

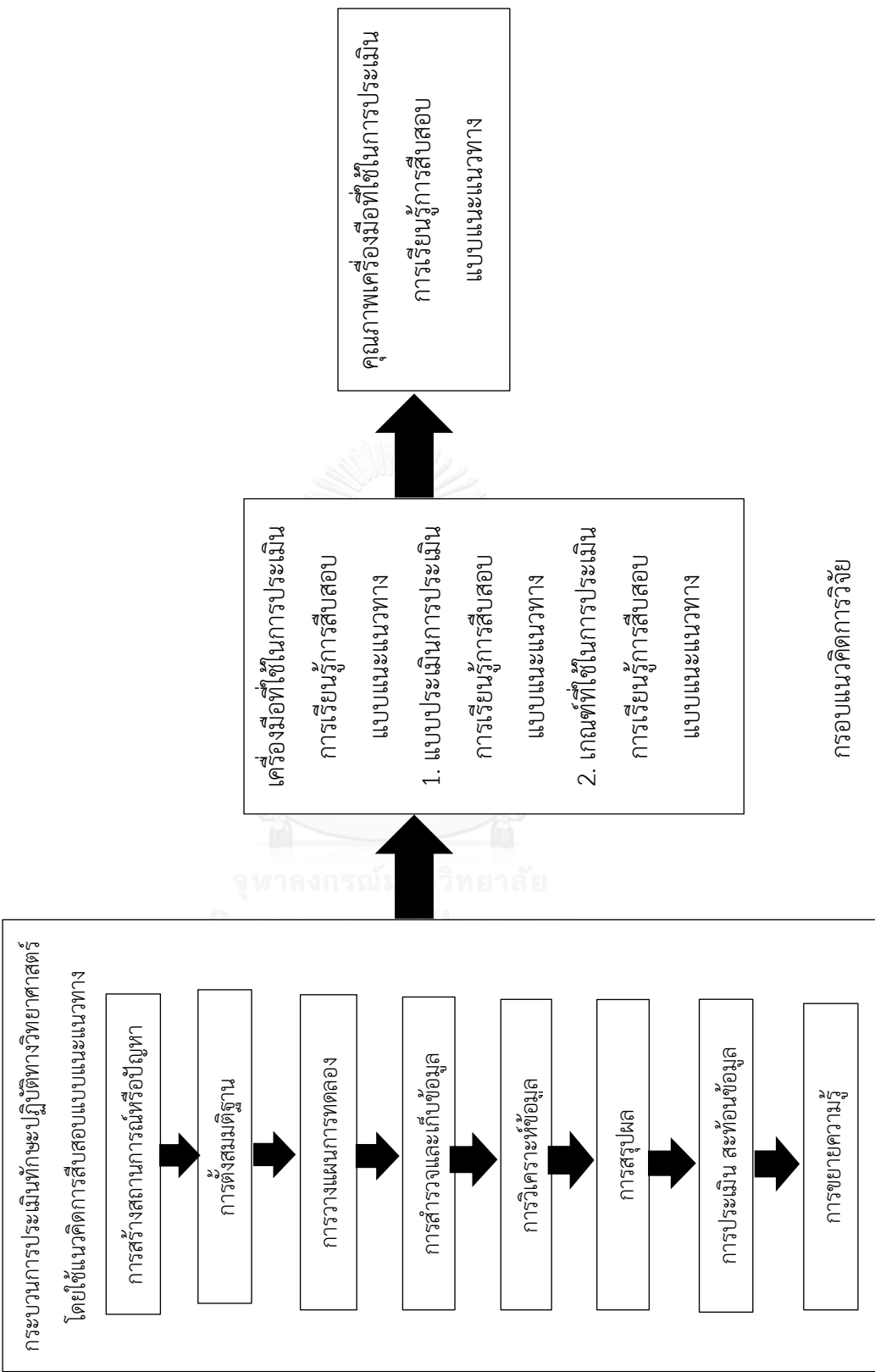
ศุจิภา ศรีนนท์กุล (2551) ได้ศึกษาผลของการเรียนแบบสืบสอบเชิงปรัชญาบนเว็บล็อกที่มีต่อการคิดไตร่ตรองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนการคิดไตร่ตรองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาพัฒนาการคิดไตร่ตรองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสืบสอบเชิงปรัชญาบนเว็บล็อกแบบแนะแนวทางและแบบไม่แนะแนวทาง โดยการเรียนแบบสืบสอบเชิงปรัชญาแบบแนะแนวทางนี้ คือการเรียนที่ผู้สอนเข้าไปมีส่วนร่วมในการ

เรียนทั้ง 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การรับรู้เนื้อหา (ประเด็น/สถานการณ์) ในขั้นตอนนี้จะแบ่งเนื้อหาการเรียนรู้อันมีความแตกต่างกันตามระดับของการฝึกคิดไตร่ตรองเป็น 4 ระดับ 2) การตั้งประเด็นคำถาม 3) ขั้นการรวบรวมข้อมูล 4) การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน 5) การสรุปคำตอบ ส่วนการเรียนแบบสืบสอบเชิงปรัชญาแบบไม่แนะแนวทางนั้นจะมีบางขั้นตอนที่ครูไม่ได้มีส่วนร่วม ซึ่งขั้นตอนที่ครูไม่ได้มีส่วนร่วมได้แก่ การรวบรวมข้อมูล โดยกลุ่มเรียนแบบแนะแนวทางได้รับการเตรียมแหล่งข้อมูลและชี้แนะหัวข้อการสืบค้น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยกลุ่มเรียนแบบแนะแนวทางจะมีปฏิสัมพันธ์ในการแสดงความคิดเห็นร่วมกับผู้สอน การสรุปคำตอบ โดยกลุ่มผู้เรียนแบบแนะแนวทางจะได้รับผลสะท้อนกลับและการเสริมแรง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบเชิงปรัชญาบนเว็บล็อกแบบแนะแนวทางและแบบไม่แนะแนวทาง มีเครื่องมือที่ใช้ในการคือ 1) เว็บการเรียนเรื่อง การใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในการดำเนินชีวิตที่ได้พัฒนาขึ้นใน 2 รูปแบบคือ วิธีสืบสอบเชิงปรัชญาบนเว็บล็อกแบบแนะแนวทาง และแบบไม่แนะแนวทาง 2) เว็บล็อกการเรียน 3) คำถามเพื่อวัดระดับคะแนนและพัฒนาการด้านการคิดไตร่ตรอง 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบเชิงปรัชญาบนเว็บล็อกแบบแนะแนวทางการสืบสอบ มีคะแนนการคิดไตร่ตรองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบเชิงปรัชญาบนเว็บล็อกแบบไม่แนะแนวทางการสืบสอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพัตรา จันทระโมชิต (2552) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางชีววิทยา ความสามารถในการสร้างคำอธิบาย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย หลังการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพ และเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายระหว่างกลุ่มที่เรียนวิชาชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพกับกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน ซึ่งเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ค่อย ๆ ลดบทบาทครูโดยเริ่มต้นจากการที่ครูมีบทบาทมาก (guide inquiry) ไปเป็นครูมีบทบาทลดลง (less-guide inquiry) และท้ายสุดครูมีบทบาทน้อยหรือแทบไม่มีบทบาทเลย (unguided inquiry) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนกรุงเทพคริสเตียน จำนวน 48 คน เรียนด้วยรูปแบบการสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพและกลุ่มเปรียบเทียบจำนวน 50 คนเรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) แบบวัดมโนทัศน์ทางชีววิทยา เรื่องเซลล์ของสิ่งมีชีวิต 2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย แบ่งออกเป็น แบบประเมินกระบวนการสร้าง

คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐาน และแผนการเรียนรู้วิชาชีววิทยาด้วยด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายระหว่างเรียนจำแนกตามประเภทการสืบสอบ 3 ประเภท คือ 1) การสืบสอบแบบมีการแนะนำ 2) การสืบสอบแบบมีการร่วมแนะนำ 3) การสืบสอบแบบไม่มีการแนะนำ มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เท่ากับร้อยละ 70.83 77.08 และ 89.58 ตามลำดับ มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายวิทยาศาสตร์ เท่ากับร้อยละ 78.33 88.33 และ 95.00 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้คือ ร้อยละ 70





กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางโดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง 2) เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง และ 3) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การสังเคราะห์กระบวนการที่สำคัญในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพและผลการใช้แบบประเมินปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางหลังจากการนำไปใช้ทดลอง

ตอนที่ 1 การสังเคราะห์กระบวนการที่สำคัญในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ผู้วิจัยมุ่งสังเคราะห์กระบวนการที่สำคัญในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง เพื่อนำขั้นตอนที่สังเคราะห์ได้ไปกำหนดขั้นตอน ประเด็นการประเมินในเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง

เก็บรวบรวมข้อมูล

1) การสังเคราะห์กระบวนการที่สำคัญในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง เพื่อนำผลไปเป็นกรอบในการพัฒนาแบบสัมภาษณ์ แบบสังเกตการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

2) สัมภาษณ์ ครูเชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 4 ท่าน เป็นการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ (informal interview) โดยวิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้าง (semi-structured interview) มีเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

(1) เป็นผู้ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีประสบการณ์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี

(2) เป็นผู้มีผลงานทางวิชาการ เอกสาร ตำรา หนังสือ เกี่ยวกับการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามเป็นกรอบกว้าง ๆ เพื่อหาขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง ดังนี้

- กระบวนการเรียนรู้แบบสืบสอบควรเป็นอย่างไร
- ขั้นตอนในการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทางควรเป็นอย่างไร

3) สังเกตการสอนและการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของครูในชั้นเรียนจริง จำนวน 6 ท่าน โดยใช้แบบสังเกตขณะที่ครูกำลังทำการสอนเพื่อวิเคราะห์ขั้นตอนในการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทางว่าเป็นอย่างไร ดังนี้

ขั้นตอน	กระบวนการจัดการเรียนการสอน	วิธีการประเมิน

ตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางสามารถแบ่งออกได้เป็น 1) แบบประเมินกระบวนการทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง และ 2) เกณฑ์ในการประเมินกระบวนการทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ขั้นที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ของเครื่องมือ

เครื่องมือนี้สร้างขึ้นเพื่อพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ขั้นที่ 2 กำหนดประเด็นหลักที่จะประเมิน

ผู้วิจัยประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง ภายใต้สถานการณ์หรือปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ซึ่งขั้นตอนละเอียดประเด็นในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสังเคราะห์ได้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 3 สร้างแบบประเมิน

1) แบบประเมินที่ผู้ประเมินสร้าง สร้างเพื่อประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางโดยประกอบไปด้วยการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาขึ้น 4 สถานการณ์หรือปัญหาด้วยกัน โดยครอบคลุมเนื้อหาเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่อง สารรอบตัว สารละลายกรด-เบส การแยกสาร และการเปลี่ยนแปลงของสาร ตรงตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลังจากนั้นนำแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง แต่ละสถานการณ์หรือปัญหา

2) เกณฑ์การประเมินที่ผู้วิจัยสร้างนั้น มีลักษณะของเกณฑ์เป็นแบบแยกแยะองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) เพื่อประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางในขั้นตอนต่าง ๆ

ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

1. ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือในการประเมิน ประกอบด้วย

1.1) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบกระบวนการทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเกณฑ์และความตรงเชิงเนื้อหาประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกนั้นจะเป็นครุวิชาวิทยาศาสตร์ และเป็นครูที่มีความรอบรู้ในการวัดและประเมินผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

(1) ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นครุวิชาเคมีหรือวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน จำนวน 3 ท่าน

(2) ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรอบรู้ในการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (IOC) ของแบบทดสอบกระบวนการทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์และข้อคำถาม

R คือ คะแนนผลการตัดสินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์และข้อคำถาม

+1 หมายถึง แน่ใจว่า จุดประสงค์และข้อคำถาม มีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า จุดประสงค์และข้อคำถาม มีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึง แน่ใจว่า จุดประสงค์และข้อคำถามมีความสอดคล้องกัน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า $IOC > 0.5$ ถือว่า จุดประสงค์และข้อคำถาม มีความสอดคล้องกัน

1.2) ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตอนต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้นั้นมีลักษณะแบบแยกแยะองค์ประกอบ (analytic rubric scoring) โดยผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบเกณฑ์และความตรงเชิงเนื้อหาประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกนั้นจะเป็นครุวิชาเคมีหรือวิทยาศาสตร์ และเป็นครูที่มีความรอบรู้ในการวัดและประเมินผล ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย

(1) ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นครุวิชาเคมีหรือวิทยาศาสตร์ภายในโรงเรียน จำนวน 3 ท่าน

(2) ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรอบรู้ในการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (IOC) ของแบบประเมินและเกณฑ์ในการประเมิน โดยใช้สูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC คือดัชนีความสอดคล้องระหว่างเกณฑ์การประเมินและทักษะที่มุ่งประเมิน และทักษะที่มุ่งประเมินกับข้อคำถามที่ใช้ในการประเมิน

R คือ คะแนนผลการตัดสินความสอดคล้องระหว่าง เกณฑ์การประเมินและทักษะที่มุ่งประเมิน และ ทักษะที่มุ่งประเมินกับข้อคำถามที่ใช้ในการประเมิน

+1 หมายถึง แน่ใจว่า เกณฑ์การประเมินและทักษะที่มุ่งประเมิน และ ทักษะที่มุ่งประเมินกับข้อคำถามที่ใช้ในการประเมิน มีความสอดคล้องกัน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า เกณฑ์การประเมินและทักษะที่มุ่งประเมิน และ ทักษะที่มุ่งประเมินกับข้อคำถามที่ใช้ในการประเมิน มีความสอดคล้องกัน

-1 หมายถึง แน่ใจว่า เกณฑ์การประเมินและทักษะที่มุ่งประเมิน และ ทักษะที่มุ่งประเมินกับข้อคำถามที่ใช้ในการประเมิน มีความสอดคล้องกัน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ค่า IOC > 0.5 ถือว่า เกณฑ์การประเมินและทักษะที่มุ่งประเมิน และ ทักษะที่มุ่งประเมินกับข้อคำถามที่ใช้ในการประเมิน มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพและผลการใช้แบบประเมินปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทางหลังจากการนำไปใช้ทดลอง

เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือแล้วทำการปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางไปใช้ กับประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบแนะแนวทาง ดังนั้นจึงต้องมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างเฉพาะเจาะจง โดยมีเกณฑ์ในการเลือกกลุ่มตัวอย่างอย่างเฉพาะเจาะจง ดังนี้

1) มีการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการเรียนแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยใช้วิธีการสังเกตกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูในชั้นเรียน

2) มีความพร้อมในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์
 ดังนั้นจากการศึกษาด้วยการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ในส่วนของวิธีการ
 ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จึงได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

โรงเรียน	สังกัดสำนักงาน คณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน	ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน (คน)
1. สตรีวัดอัมพรสวรรค์	เขต 1	ม.2/9	36
		ม.2/10	35
2. วัดสุทธิวราราม	เขต 1	ม.2/11	37
3. จุฬารัตน์ราชวิทยาลัย เพชรบุรี	เขต 10	ม.2/2	24
รวม			132

หลังจากได้นำชุดเครื่องมือใช้กับกลุ่มตัวอย่างแล้ว จึงดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพหลังการทดลอง โดยมีการตรวจสอบคุณภาพในประเด็น ดังต่อไปนี้

1) นำเครื่องมือนี้มาตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาร์ค เนื่องจากทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวางกับเครื่องมือที่ให้คะแนนแบบ 0,1 หรือเครื่องมือที่กำหนดคะแนนแบบมาตราประมาณค่า (rating scale) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552)

2) ตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) เครื่องมือที่มีคุณภาพดี เกณฑ์ที่ใช้ในการตรวจให้คะแนนหรือการประเมินมีความชัดเจน ส่งผลให้การประเมินระหว่างผู้ประเมินสอดคล้องกัน ในการวิจัยนี้จึงศึกษาความเที่ยงแบบความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (pearson product moment correlation coefficient) โดยเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างครูผู้ตรวจให้คะแนนในแบบประเมิน ถ้าหากเครื่องมือมีคุณภาพดี จะส่งผลให้การประเมินระหว่างผู้ประเมินสอดคล้องกัน

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการและเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง 2) เพื่อพัฒนาเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง 3) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยเป็นการรวบรวม สังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้เชี่ยวชาญ และครูผู้สอนเพื่อพัฒนาขั้นตอนในกระบวนการประเมิน

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง จากการตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือในการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ตอนที่ 3 ผลการใช้เครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยเป็นการรายงานผลการดำเนินการพัฒนาชุดเครื่องมือในการนำไปทดลองใช้ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลของการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ในการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการประเมินผู้เรียนโดยแบ่งออก 2 ด้าน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) 2) ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

1.1 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ได้มีผู้เสนอเสนอขั้นตอนในการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry) หลายขั้นตอนด้วยกัน (Lasley, Matczynski, & Rowley, 2002; Orlich et al., 2001; Kuhlthau, Maniotes & Caspari, 2007; Fitzgerald, 2008 อ้างถึงในเสาวรัตน์ งามแก้ว, 2552; วีรยุทธ วิเชียรโชติ, 2538; สุวัฒน์ นิยมคำ, 2521; สสวท., 2547; Romey, 1968; Joyce & Weil, 2000 อ้างถึงในจันทร์จิรา แก้วโกย, 2554) ซึ่งพบว่ามีวิธีการคล้ายกับขั้นตอนในการเรียนรู้แบบสืบสอบ (inquiry learning) จะแตกต่างกันตรงเพียงการสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้จะมีสิ่งที่เป็นตัวชี้แนะแนวทางในการตอบคำถามให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์มากขึ้น ซึ่งเมื่อสังเคราะห์ในแต่ละขั้นตอนแล้วสามารถแสดงได้ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอน	Romey (1968)	Massialas and Cox (1968)	oyce and Weil (2000)	Orlich et al.(2001)	Lasley,Matczynski, and Rowley (2002)	Kuhlthau et al. (2007)	สุวัฒน์ นิยมคำ (2531)	วิริยฤทธิ์ วิเชียรโชติ (2538)	สสวท. (2554)	สรุป
1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. วางแผน ตั้งสมมติฐาน	✓		✓	✓	✓		✓	✓		✓
3. นิยามความหมาย		✓								
4. สำรวจ/เก็บข้อมูล		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. วิเคราะห์/สังเคราะห์ข้อมูล	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. สร้างข้อสรุป	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓
7. ประเมิน สะท้อนหรือ วิเคราะห์กระบวนการ			✓	✓		✓		✓	✓	✓
8. ขยายความรู้					✓				✓	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารตามตารางที่ 4.1 สรุปเป็นสาระสำคัญเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญของการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ดังนี้

เมื่อพิจารณาขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach) พบว่าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 9 ฉบับ เสนอขั้นตอนการสร้างสถานการณ์หรือปัญหา เป็นขั้นตอนแรกของขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach) โดยการสร้างสถานการณ์หรือระบุปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นและเริ่มรับรู้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะเตรียมจากข้อความหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นเครื่องสะท้อนทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เกิดปัญหา อันจะนำไปสู่การให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และสืบสอบในขั้นต่อไป

ในส่วนขั้นตอนการวางแผนการทดลองและตั้งสมมติฐานมีผู้นำเสนอขั้นตอนนี้จำนวน 6 ฉบับ เป็นแนวทางที่นักเรียนจะทำการแสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องพิจารณาเรื่องราว ปัญหาที่ผู้สอนกำหนดมาให้แล้วกำหนดสมมติฐานที่คาดการณ์ว่าน่าจะเป็นคำตอบของปัญหาโดยใน

ขั้นตอนดังกล่าวนี้ยังสามารถแนะแนวทางให้กับนักเรียนได้เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนได้วางแผนการทดลองจากการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และตั้งสมมติฐานได้ดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนการนิยามความหมายมีเพียงเอกสารและงานวิจัยเพียงฉบับเดียว ได้แก่ Massialas and Cox (1968) ที่กล่าวถึง ซึ่งในขั้นตอนดังกล่าวนี้ นักเรียนจะต้องนิยามความหมายในเชิงปฏิบัติการสำหรับการทำการทดลองต่าง ๆ โดยการกำหนดขอบเขตของคำหรือข้อความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรควบคุม แต่อย่างไรก็ตามพบว่าในขั้นตอนการนิยามความหมายนี้เมื่อเทียบกับเอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฉบับอื่น ๆ จะมีความคล้ายคลึงกับขั้นตอนการวางแผนการทดลองและตั้งสมมติฐานด้วยการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมนั่นเอง

ขั้นตอนการสำรวจและเก็บข้อมูล มีเอกสารและงานวิจัย 8 ฉบับที่นำเสนอขั้นตอนดังกล่าวนี้ โดยผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองด้วยตนเองเพื่อหาคำตอบสมมติฐานที่ตนเองได้ตั้งขึ้น และจดบันทึกผลที่ได้จากการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ขั้นตอนการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล มีเอกสารและงานวิจัย 7 ฉบับที่นำเสนอขั้นตอนดังกล่าวนี้ โดยเป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุป ซึ่งครูอาจจะสร้างเป็นข้อคำถามให้นักเรียนได้ฝึกคิดเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้วนำไปสู่ข้อสรุป

ขั้นตอนการสร้างข้อสรุป มีเอกสารและงานวิจัย 6 ฉบับที่นำเสนอขั้นตอนดังกล่าว โดยเป็นขั้นตอนของการสรุปคำตอบของประเด็นปัญหาจากหลักฐานที่ผู้เรียนรวบรวมได้มา ซึ่งในขั้นตอนนี้ข้อสรุปสามารถเปลี่ยนได้ หากผู้เรียนมีหลักฐานอื่นเพิ่มเติมในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการประเมิน สะท้อนหรือวิเคราะห์กระบวนการ มีเอกสารและงานวิจัย 5 ฉบับที่นำเสนอขั้นตอนดังกล่าว โดยเป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ และสะท้อนการสืบสอบของตนว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และอย่างน้อยเพียงใด นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าตนเองได้ทำการทดลองผิดพลาดอย่างไร ถ้าข้อสรุปที่ได้ไม่ถูกต้องหรือไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

ขั้นตอนการขยายความรู้มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพียง 2 ฉบับที่นำเสนอขั้นตอนดังกล่าวได้แก่ Lasley, Matczynski, and Rowley (2002) และ สสวท. (2554) โดยเป็นการขยายความรู้ว่าในเนื้อหานั้น ๆ สามารถนำไปต่อยอดเพื่อแก้ไขปัญหาหรือสร้างสิ่งอื่นได้ หรือเป็นการเชื่อมโยงระหว่างการแก้ไขปัญหาโดยใช้ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาในบทเรียน

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าโดยทั่วไปแล้วขั้นตอนของการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach) นี้ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกับการตั้งปัญหาสมมติฐานการทดลองโดยทั่วไป แต่แตกต่างตรงที่ว่าผู้สอนสามารถให้ข้อมูล

เพิ่มเติมเพื่อแนะแนวทางให้กับนักเรียนสามารถวางแผนการทดลองและตั้งสมมติฐานได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ส่วนใหญ่ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จำนวน 6 ขั้นตอน จากตาราง 4.1 เป็นการนำเสนอการวิเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เกณฑ์ที่ผู้วิจัย กำหนดขึ้นนั้นมี 5 รายการขึ้นไปในแต่ละตอน ซึ่งประกอบด้วย 1) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา 2) การวางแผนการทดลองและตั้งสมมติฐาน 3) การสำรวจและเก็บข้อมูล 4) การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล 5) การสร้างข้อสรุป และ 6) การประเมิน สะท้อนหรือวิเคราะห์กระบวนการ

1.2 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

จาก การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน เกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จากโรงเรียนสาธิตน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย โรงเรียนปทุมคงคา โรงเรียนนนทรีวิทยา และการสังเกตการณ์จัดการเรียนการสอน การประเมินนักเรียนในชั้นเรียน ของครู 3 โรงเรียนได้แก่ โรงเรียนสตรีวิฑฒ์อุปสรรสวรรค์ โรงเรียนวัดสุทธิวราราม และโรงเรียนจุฬารัตน์ราชวิทยาลัย เพชรบุรี โดยผู้วิจัยใช้แบบสังเกตและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ (informal interview) โดยวิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งมีโครงสร้าง (semi-structured interview) ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการสังเคราะห์กระบวนการในการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง(guide-inquiry approach) จากการสังเกตและสัมภาษณ์ปรากฏตามตาราง 4.2 และ 4.3 ดังนี้

ตาราง 4.2 ผลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ในการเรียนรู้แบบสืบสอบ
มีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

ขั้นตอน	ผู้เชี่ยวชาญ 1	ผู้เชี่ยวชาญ 2	ผู้เชี่ยวชาญ 3	ผู้เชี่ยวชาญ 4
1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหา	✓	✓	✓	✓
2. ตั้งสมมติฐาน	✓	✓	✓	✓
3. การวางแผนการทดลอง	✓	✓	✓	✓
4. สืบค้นและเก็บข้อมูล	✓	✓	✓	✓
5. วิเคราะห์ข้อมูล	✓	✓	✓	✓
6. การสรุปผล	✓	✓	✓	✓
7. ประเมิน สะท้อนข้อมูล			✓	✓
8. ขยายความรู้	✓	✓	✓	✓

ตาราง 4.3 ผลจากการสังเกตครูผู้สอนเกี่ยวกับขั้นตอนต่าง ๆ ในการเรียนรู้แบบสืบสอบ มีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

ขั้นตอน	ครูโรงเรียนสตรีวังอัปสรสวรรค์ 1	ครูโรงเรียนสตรีวังอัปสรสวรรค์ 2	ครูโรงเรียนวัดสุทธิวราราม 1	ครูโรงเรียนวัดสุทธิวราราม 2	ครูโรงเรียนจุฬารามณ์ฯ เพชรบุรี 1	ครูโรงเรียนจุฬารามณ์ฯ เพชรบุรี 2
1. สร้างสถานการณ์หรือปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. ตั้งสมมติฐาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. การวางแผนการทดลอง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. สำรองและเก็บข้อมูล	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. วิเคราะห์ข้อมูล	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. การสรุปผล	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7. ประเมิน สะท้อนข้อมูล			✓	✓	✓	✓
8. ขยายความรู้	✓	✓			✓	✓

สำหรับกระบวนการที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จากการสังเกตครูผู้สอนและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่ามีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) สร้างสถานการณ์หรือปัญหา 2) ตั้งสมมติฐาน 3) การวางแผนการทดลอง 4) สำรองและเก็บข้อมูล 5) การวิเคราะห์ข้อมูล 6) การสรุปผล 7) การประเมิน สะท้อนข้อมูล 8) การขยายความรู้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การสร้างสถานการณ์หรือปัญหา จากการวิเคราะห์พบว่าครูมักจะเชื่อมโยงกระบวนการเรียนการสอนไปสู่การทดลองเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ ที่ใกล้ตัวกับนักเรียน ซึ่งมักเป็นสถานการณ์ที่ไม่ต้องอาศัยการคิดที่ซับซ้อน เมื่อฟังแล้วนักเรียนเข้าใจง่ายและโน้มน้าวให้นักเรียนเกิดความสงสัย อยากหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับผู้เชี่ยวชาญที่กล่าวว่าการสร้างสถานการณ์นี้ครูจะเป็นตัวแปรสำคัญในการที่จะทำให้กระบวนการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนนั้นเป็นไปอย่าง

มีประสิทธิภาพ นักเรียนอยากคิดค้นหาคำตอบ โดยในขั้นตอนนี้ครูเป็นผู้ดำเนินการ จึงไม่มีการประเมินนักเรียนในขั้นตอนนี้

“ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นควรเป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัว นักเรียนจะได้อยากหาคำตอบด้วยตัวเอง เป็นการสร้างแรงกระตุ้นให้นักเรียนได้นะ”

(ผู้เชี่ยวชาญ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา)

“ในการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้ ครูควรจะเป็นผู้กำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนเองก่อน เมื่อนักเรียนได้ทำการทดลองจนชำนาญแล้วจึงค่อย ๆ ฝึกให้เขาคิดเอง ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ต้องเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป ครูต้องค่อย ๆ ฝึกเขา”

(ผู้เชี่ยวชาญ 2 โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย)

“ในแบบเรียนมักจะเป็นปัญหาที่วิชาการเกินไป บางทีนักเรียนก็ไม่ได้รู้สึกอยากทำการทดลอง”

(ผู้เชี่ยวชาญ 3 โรงเรียนปทุมคงคา)

“ครูถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง ไม่ว่าจะป็นแบบบรรยายหรือแบบทดลองนะ พอพิจารณาถึงการเรียนแบบปฏิบัติ สถานการณ์หรือปัญหาที่ครูกำหนดขึ้นนี้ จะเป็นมีช่วยให้นักเรียนเข้าใจวัตถุประสงค์ของการทดลองมากยิ่งขึ้น เพราะเขาเห็นว่าอะไรที่มันใกล้ตัวเขา เขาก็อยากรู้ อยากรู้กันคักว่า”

(ผู้เชี่ยวชาญ 4 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ)

2) การตั้งสมมติฐาน จากการสังเกต พบว่าในขั้นตอนการตั้งสมมติฐานนี้ ส่วนใหญ่แล้วครูจะเป็นผู้นำในการดำเนินการตั้งสมมติฐาน หรือบางครั้งเป็นเพียงการตั้งคำถามหรือปัญหาในการทดลองเท่านั้น ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ให้สัมภาษณ์ว่าในขั้นตอนนี้ควรจะให้ให้นักเรียนได้มีบทบาทในการตั้งสมมติฐานในการทดลองเอง เพื่อให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการคิด และพร้อมที่จะสนุกกับปฏิบัติการทดลองในขั้นตอนต่อไป โดยในขั้นตอนนี้จากการสังเกตครูที่ทำการสอนไม่มีการประเมินนักเรียนในขั้นตอนดังกล่าว เป็นเพียงแต่การตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนคิดตามครูเท่านั้น มีส่วนน้อยที่ลองให้นักเรียนเขียนสมมติฐานของตนเองก่อนแล้วครูจึงเฉลย

“สมมติฐานเป็นขั้นตอนสำคัญที่ขาดไม่ได้ เพราะเป็นแนวทางในการนำไปสู่การออกแบบการทดลองเพื่อหาคำตอบ”

(ผู้เชี่ยวชาญ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา)

“ครูต้องสอนให้นักเรียนเข้าใจเรื่องการตั้งสมมติฐานเสียก่อนว่ามีกี่รูปแบบ การตั้งสมมติฐานคืออะไร บางทีครูให้เข้าตั้งสมมติฐาน ทั้ง ๆ ที่เขาไม่มีความรู้พื้นฐานตรงนี้ ก็เป็นไปได้ยากที่จะตอบคำถามได้”

(ผู้เชี่ยวชาญ 2 โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย)

“ครูต้องมีการแนะแนวทางในการตั้งสมมติฐานบ้าง ว่าต้องการให้ขอบเขตการทดลองเป็นในรูปแบบใด เนื่องจากการทดลองในห้องเรียนเป็นสถานการณ์ที่เราสมมติขึ้น”

(ผู้เชี่ยวชาญ 3 โรงเรียนปทุมคงคา)

“นักเรียนควรตั้งสมมติฐานการทดลองได้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ดัดทิ้งไม่ได้ ไม่ว่าจะเป็นการประเมินทักษะปฏิบัติแบบธรรมดา หรือแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางก็ตาม ไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถคิดออกแบบการทดลองได้”

(ผู้เชี่ยวชาญ 4 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ)

3) การวางแผนการทดลอง จากการสังเกต พบว่าในขั้นตอนการวางแผนการทดลอง นักเรียนจะไม่ได้เป็นผู้ดำเนินแผนการทดลองเอง ซึ่งการทดลองส่วนใหญ่จะอยู่ในแบบเรียนที่มีผู้กำหนดแผนการทดลองเป็นขั้นตอนให้อยู่แล้ว แต่อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์ครูผู้เชี่ยวชาญพบว่า ควรให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการวางแผนการทดลองเพื่อให้เห็นความเชื่อมโยงของการตั้งสมมติฐานที่นำมาสู่การวางแผนการทดลอง โดยจะทำให้ให้นักเรียนได้รู้สึกมีส่วนร่วมมากขึ้น นอกจากนี้จากการสังเกตการสอนพบว่าครูไม่ได้มีการประเมินนักเรียนในขั้นตอนนี้ เป็นเพียงการตั้งคำถาม ตอบคำถามเพียงเท่านั้น เพราะขั้นตอนการทดลองมีอยู่ในหนังสือเรียนหรือเอกสารประกอบการเรียนของนักเรียนเรียบร้อยแล้ว

“ขั้นตอนการวางแผนการทดลองนี้จะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การสำรวจและเก็บข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้อง ซึ่งครูต้องตรวจก่อนด้วยนะ ว่าทำถูกต้องหรือไม่ มิฉะนั้นในการทดลองนักเรียนอาจทำการทดลองผิดพลาดได้”

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(ผู้เชี่ยวชาญ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา)

“ในแบบเรียนไม่ค่อยให้นักเรียนได้วางแผนการทดลองเท่าไร หากทำให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์เพื่อวางแผนการทดลองได้ ก็ถือว่าดี”

(ผู้เชี่ยวชาญ 4 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ)

4) การสำรวจและการเก็บข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ได้ให้สัมภาษณ์ว่าเป็นขั้นตอนในการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งในการปฏิบัติการทดลองนี้ครูจะต้องเป็นผู้ควบคุมนักเรียนให้ดำเนินการทดลองให้เป็นไปอย่างเรียบร้อยและถูกต้อง ซึ่งต้องพิจารณาจากองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ความถูกต้องของการใช้อุปกรณ์ เวลาในการทำการทดลอง เป็นต้น ซึ่งจากการสังเกตครูผู้สอนพบว่ามีส่วนใหญ่มีการประเมินนักเรียนในขั้นตอนนี้ แต่ไม่ได้มีแบบประเมินอย่างเป็นทางการ เป็นเพียงการดูลักษณะการใช้อุปกรณ์อย่างคร่าว ๆ เท่านั้น

“ขาดไม่ได้เลยแหละ ขั้นตอนนี้ ทำการทดลอง ต้องมีการเก็บข้อมูลอยู่แล้ว จากการปฏิบัติการทดลองนี้แหละ ความจริงแล้วศาสตร์อื่น ๆ ก็มีขั้นตอนนี้นะ นักประวัติศาสตร์ก็ต้องมีการเก็บข้อมูล”

(ผู้เชี่ยวชาญ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา)

“ต้องลองไปศึกษาอีกทีนะว่าขั้นตอนในการทดลองหรือเก็บข้อมูลนี้ ถ้าจะประเมินนักเรียนจะประเมินอะไรเขาบ้าง”

(ผู้เชี่ยวชาญ 3 โรงเรียนปทุมคงคา)

5) การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ได้ให้สัมภาษณ์ว่าเป็นขั้นตอนการลงข้อมูลจากการทดลอง ซึ่งปกติแล้วตารางผลการทดลองนี้จะมีรูปแบบสำเร็จจากหนังสือเรียนจากการสังเกตครูผู้สอนพบว่าในขั้นตอนนี้ครูจะมีการประเมินการใส่ผลการทดลองว่าถูกต้องหรือไม่

“ในแบบเรียนมักจะมีคำถามก่อนที่จะให้สรุปผลการทดลองนะ ถือว่าค่อนข้างดีที่จะนำไปใช้ ถือว่าเป็นคำถามที่ใช้แนะแนวทางไปในตัวได้”

(ผู้เชี่ยวชาญ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา)

“เป็นขั้นตอนที่สำคัญนะ นักเรียนควรจะต้องคิดเชื่อมโยงระหว่าง สมมติฐาน การทดลองที่เข้าได้ทดลองนั้นว่าจะไปสู่กระบวนการสรุปอย่างไรครูต้องแนะแนวทางเขาด้วยให้ขอบเขตการตอบคำถามของเขาแคบลง ไม่หลงทาง”

(ผู้เชี่ยวชาญ 3 โรงเรียนปทุมคงคา)

6) การสรุปผล ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ได้ให้สัมภาษณ์ว่าเป็นขั้นตอนลงข้อสรุปจากผลการวิเคราะห์ซึ่งหากเป็นนักเรียนที่ไม่ได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดมาก่อนหน้านี้จะทำได้ยากต้องค่อย ๆ ฝึกนักเรียนให้รู้จักวิเคราะห์ผลการทดลองลงเป็นข้อสรุป จากการสังเกตครูผู้สอนพบว่าในขั้นตอนนี้ครูจะเป็นผู้ชี้แนะเหตุการณ์เชื่อมโยงจากผลสรุปที่นักเรียนได้จากการทดลอง แต่ไม่มีการประเมินนักเรียนอย่างมีแบบแผน

“นักเรียนต้องคิดวิเคราะห์ให้ได้ จึงจะทำขั้นตอนนี้ได้นะ ครูเป็นส่วนสำคัญ ตั้งคำถามให้ดี แนะแนวทางให้ได้ขอบเขตคำตอบที่ต้องการ”

(ผู้เชี่ยวชาญ 3 โรงเรียนปทุมคงคา)

“เป็นขั้นตอนที่ถือว่าเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตีความ คิดเชื่อมโยงจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลมาเป็นข้อสรุป ค่อนข้างยากทีเดียว แต่คิดว่าถ้าฝึกให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ให้ได้ จะทำให้เขาพัฒนาในด้านกระบวนการคิดมากเลย”

(ผู้เชี่ยวชาญ 4 โรงเรียนสาयน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ)

7) การประเมิน การสะท้อนข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ได้ให้สัมภาษณ์ว่าเป็นขั้นตอนที่เป็นการประเมินกระบวนการปฏิบัติการทดลองจากขั้นตอนการตั้งสมมติฐานว่ามีสิ่งใดผิดพลาดหรือมีผลที่จะทำการทดลองคลาดเคลื่อนได้บ้าง ซึ่งทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ว่าสาเหตุที่การทดลองคลาดเคลื่อนเกิดจากสิ่งใดบ้าง จากการสังเกตครูผู้สอนพบว่าในขั้นตอนนี้ครูจะเป็นผู้แนะแนวทางการประเมินเพื่อหาข้อผิดพลาด โดยเป็นการตั้งคำถามให้นักเรียนคิดตาม แต่ไม่มีการประเมินนักเรียนอย่างมีแบบแผน

“ในขั้นตอนนี้มีเพื่อที่จะให้นักเรียนเขาได้คิดนะ ว่าหากนักเรียนเขาทำการทดลองผิดพลาด เขาต้องวิเคราะห์ได้ว่าเกิดจากอะไร หรือได้ข้อค้นพบใหม่เขาต้องรู้ว่าทำไมถึงเป็นเช่นนั้น ถ้าวินิจฉัยขั้นตอนนี้ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียนนะ เราไม่ค่อยได้ฝึกในส่วนนี้ให้กับเขาเท่าไร”

(ผู้เชี่ยวชาญ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา)

“เป็นขั้นตอนที่เขาจะได้ตรวจสอบกระบวนการทดลองของเขาว่าทำถูกต้องหรือไม่ หากมีสถานการณ์ที่เพื่อนคนหนึ่งทำผิดพลาด จะได้วิเคราะห์ได้ว่าเกิดการผิดพลาดในขั้นตอนใด”

(ผู้เชี่ยวชาญ 4 โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ)

8) การขยายความรู้ ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ได้ให้สัมภาษณ์ว่าเป็นขั้นตอนที่ถือว่าสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เนื่องจากจะเป็นตัวเชื่อมโยงจากสิ่งที่นักเรียนได้ค้นพบเพื่อนำไปเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน จากการสังเกตครูผู้สอนพบว่าในขั้นตอนนี้ครูจะเป็นผู้ชี้แนะเหตุการณ์เชื่อมโยงจากผลสรุปที่นักเรียนได้จากการทดลอง แต่ไม่มีการประเมินนักเรียนอย่างมีแบบแผน

“ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญนะ นักเรียนจะได้รู้ว่าสิ่งที่เขาเรียนจะนำไปใช้อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจริง หรือแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างไร”

(ผู้เชี่ยวชาญ 1 โรงเรียนนนทรีวิทยา)

“ขั้นตอนนี้ จะช่วยให้นักเรียนรู้จัก คิด วิเคราะห์เชื่อมโยงสิ่งที่เขาเรียนกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งนักเรียนไทยค่อนข้างอ่อนเรื่องนี้นะ บางทีเรียนไป แต่ไม่รู้ว่าจะเอาไปอธิบายอย่างไร ตรงนี้ครูต้องแนะแนวทางให้เขาบ้างเล็กน้อย”

(ผู้เชี่ยวชาญ 2 โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย)

จากขั้นตอนวิธีการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide inquiry approach) จะสังเกตว่าในขั้นตอนการสำรวจและรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้เรียนจำเป็นที่จะต้องอาศัยทักษะในการทดลองหรือปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการประเมินทักษะดังกล่าวอยู่ในขั้นตอนนี้ด้วย จากการศึกษาองค์ประกอบในการประเมินทักษะปฏิบัติทางที่สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างถึง Klainin (สสวท, 2550) ซึ่งเหมาะสำหรับการเรียนการสอนของประเทศไทย มีส่วนประกอบและตัวชี้วัดในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ด้านด้วยกัน ได้แก่

ด้านที่ 1 เทคนิควิธีการทดลอง (Experimental techniques) โดยมีตัวชี้วัดคือ การจับถือ ใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการถูกต้องเหมาะสมและถูกวิธีสามารถทำการทดลองเป็นไปตามขั้นตอนอย่างถูกต้อง

ด้านที่ 2 กระบวนการทดลอง (Procedure) โดยมีตัวชี้วัดคือ การออกแบบ วางแผน การทดลอง หรือทำการทดลองตามคู่มือที่กำหนดให้และดำเนินการตามขั้นตอนที่เหมาะสม

ด้านที่ 3 ความคล่องในการปฏิบัติงาน (Dexterity) โดยมีตัวชี้วัดคือ การทำงานด้วยความรวดเร็ว การดำเนินงานด้วยความมั่นใจและถูกต้องทุกขั้นตอน

ด้านที่ 4 ความเป็นระเบียบในการทำงาน (Neatness) โดยมีตัวชี้วัดคือ การทำงานด้วยความเป็นระเบียบเรียบร้อย มีระเบียบในการทำงาน หยิบของใช้ได้สะดวกไม่สับสน รวมไปถึงการรักษาพื้นที่การทำงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อยไม่เกะกะ

จากการศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) และทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ทั้งจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและการสังเกตการสอน การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและการสังเกตกระบวนการจัดการเรียนการสอนและการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จะมีกระบวนการจัดการเรียนการสอนทั้งหมด 8 ขั้นตอน แต่อย่างไรก็ตามในขั้นตอนของการตั้งสถานการณ์นั้น ครูจะเป็นกุญแจสำคัญในการตั้งสถานการณ์ต่าง ๆ หากจะประเมินว่านักเรียนมีทักษะในการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยการใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จึงประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอนเท่านั้น ดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ขั้นตอนรายการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ขั้นตอน	ประเด็นการประเมิน
สร้างสถานการณ์หรือปัญหา	- การตั้งสถานการณ์ให้นักเรียนได้คิด วางแผนแก้ปัญหา *
1. การตั้งสมมติฐาน	- การตั้งคำถาม สมมติฐานในการทดลองได้

ขั้นตอน	ประเด็นการประเมิน
2. การวางแผนออกแบบการทดลอง	- การออกแบบการทดลองที่สอดคล้องกับสมมติฐาน - การระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุมที่เกี่ยวข้องในการทดลอง
3. สำรวจ/เก็บข้อมูล	
3.1 เทคนิคการทดลอง	- การเลือกใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ในการทำงาน - การใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดถูกต้องตามหลักการใช้งาน
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	- การปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ได้วางแผน - การตรวจสอบความถูกต้องของการทดลอง
3.3 ความเป็นระเบียบ	- การจัดอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ สะอาดอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำการทดลอง - การจัดพื้นที่ให้เป็นระเบียบ สะอาดอยู่ตลอดเวลาในขณะที่ทำการทดลอง
3.4 ความคล่องในการทำงาน	- การใช้อุปกรณ์อย่างคล่องแคล่ว มั่นใจ - ปฏิบัติการทดลองเสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด
4. วิเคราะห์/สังเคราะห์ข้อมูล	- การวิเคราะห์ข้อมูลจากบันทึกผลการทดลอง
5. สร้างข้อสรุป	- การสรุปผลข้อมูลจากการทดลอง
6. การประเมิน	- การระบุสาเหตุของความผิดพลาดในการทดลอง
7. ขยายความรู้	- การยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่สามารถนำผลสรุปไปอธิบายได้

หมายเหตุ : * เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนแก้ปัญหา ดังนั้นจึงไม่มีการประเมินนักเรียนในหัวข้อดังกล่าว

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ผลการวิจัยในตอนนี้นำประกอบด้วย ผลการสร้างและปรับปรุงเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ซึ่งเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้ ประกอบไปด้วย

- 1) แบบประเมินซึ่งมีลักษณะเป็นแบบบันทึกกิจกรรม ประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบ

แบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach) 2) เกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach) โดยมีรายละเอียดในการนำเสนอ ดังนี้

2.1 ผลการสร้างและปรับปรุงแบบประเมินการบันทึกกิจกรรมในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางของนักเรียน

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินการบันทึกกิจกรรม โดยมีการประเมินทั้งหมด 4 กิจกรรมด้วยกัน ได้แก่ ปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน สารที่ใช้ทำความสะอาด อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์1 และอัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์2 ซึ่งในแต่ละแบบบันทึกกิจกรรมจะประกอบไปด้วยขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach) แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่ามีความสอดคล้องอยู่ที่ 0.8-1.00 สามารถนำไปใช้ได้ โดยมีรายละเอียดสรุป ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ผลจากการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของกิจกรรมการทดลอง

สถานการณ์	ค่า IOC	หมายเหตุ
สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง สารที่ใช้ทำความสะอาด	0.8-1.0	ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะในขั้นตอน 1) การกำหนดสถานการณ์ 2) การวางแผน/ตั้งสมมติฐาน 3) การวิเคราะห์/สังเคราะห์ข้อมูล
สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง ปฏิบัติเคมีในชีวิตประจำวัน	0.8-1.0	ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะในขั้นตอน 1) การวางแผน/ตั้งสมมติฐาน
สถานการณ์ที่ 3 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์1	1.0	-
สถานการณ์ที่ 4 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์2	0.8-1.0	ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะในขั้นตอน 1) การกำหนดสถานการณ์ 2) การวางแผน/ตั้งสมมติฐาน 3) สรุปรวบรวม/เก็บข้อมูล

2.2 ผลตรวจสอบและปรับปรุงคุณภาพเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach) มีลักษณะของเกณฑ์เป็นแบบแยกแยะองค์ประกอบ (analytic scoring rubric) ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 เกณฑ์การประเมินทักษะการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
1. ตั้งสมมติฐาน	นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานการทดลองได้ตรงตามสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด และถูกต้องตามหลักการตั้งสมมติฐาน	นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานการทดลองได้ตรงตามสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด แต่ยังไม่ถูกต้องตามหลักการตั้งสมมติฐาน	นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานการทดลองได้ตรงตามสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด และถูกต้องตามหลักการตั้งสมมติฐาน	พิจารณาจากใบงานกิจกรรมการทดลอง ในส่วนของตาราง ออกแบบการทดลอง และการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
2. การวางแผนและออกแบบการทดลอง	นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน และปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน และปฏิบัติตามขั้นตอนได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่สามารถออกแบบการทดลองได้	พิจารณาจากใบงานกิจกรรมการทดลอง ในส่วนของตาราง ออกแบบการทดลอง และการระบุตัวแปรต้น

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
2. การวางแผนและออกแบบการทดลอง (ต่อ)	นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่สามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้	ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
3. การเก็บสำรวจข้อมูลการปฏิบัติการทดลอง	นักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานทุกชิ้น	นักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานเป็นบางชิ้น	นักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดไม่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน	พิจารณาจากขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง
3.1 เทคนิคการทดลอง	สามารถใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้องตามหลักการใช้งานทั้งหมด	สามารถใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้องตามหลักการใช้งานเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่สามารถใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้ถูกต้องตามหลักการใช้งาน	
3. การเก็บสำรวจข้อมูลการปฏิบัติการทดลอง	นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ได้อย่างถูกต้อง	นักเรียนสามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้เป็นบางส่วน	นักเรียนไม่สามารถปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้	พิจารณาจากขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	มีการตรวจสอบความถูกต้องของการทดลองและปรับปรุงเป็นระยะ	มีการตรวจสอบความถูกต้องของการทดลองและปรับปรุงเป็นบางครั้ง	นักเรียนไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของการทดลองและปรับปรุง	

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
3. การเก็บสำรวจ ข้อมูล การปฏิบัติการ ทดลอง 3.3 ความเป็น ระเบียบ	นักเรียนสามารถ จัดอุปกรณ์ให้มี ความเป็น ระเบียบ สะอาด อยู่ตลอดเวลา ขณะที่ทำการ ทดลอง	นักเรียนสามารถ จัดอุปกรณ์ให้มี ความเป็น ระเบียบ สะอาด เป็นบางครั้งคราว ขณะที่ทำการ ทดลอง	นักเรียนไม่ สามารถจัด อุปกรณ์ให้มี ความเป็น ระเบียบ สะอาด อยู่ตลอดเวลา ขณะที่ทำการ ทดลอง	พิจารณาจาก ขณะที่นักเรียน ปฏิบัติการ ทดลอง
	นักเรียนสามารถ จัดพื้นที่ในการ ปฏิบัติการ ทดลองให้มีความ เป็นระเบียบ สะอาด อยู่ ตลอดเวลาขณะที่ ทำการทดลอง	นักเรียนสามารถ พื้นที่ในการ ปฏิบัติการ ทดลองให้มีความ เป็นระเบียบ สะอาด เป็นครั้ง คราว ขณะที่ทำ การทดลอง	นักเรียนไม่ สามารถจัดพื้นที่ ในการปฏิบัติการ ทดลองให้มีความ เป็นระเบียบ สะอาด อยู่ ตลอดเวลาขณะที่ ทำการทดลอง	
3. การเก็บสำรวจ ข้อมูล การปฏิบัติการ ทดลอง 3.4 ความคล่อง การทำงาน	นักเรียนสามารถ ใช้อุปกรณ์การ ทดลองได้อย่าง คล่องแคล่ว มั่นใจ โดยไม่ต้อง สอบถามหรือมอง กลุ่มเพื่อนใน ระหว่างการ ปฏิบัติการ ทดลอง	นักเรียนสามารถ ใช้อุปกรณ์การ ทดลองได้อย่าง คล่องแคล่ว มั่นใจ แต่ต้องมี การสอบถามหรือ มองกลุ่มเพื่อนใน ระหว่างการ ปฏิบัติการ ทดลอง	นักเรียนไม่ สามารถใช้ อุปกรณ์การ ทดลองได้อย่าง คล่องแคล่ว มั่นใจ และต้องมี การสอบถามหรือ มองกลุ่มเพื่อนใน ระหว่างการ ปฏิบัติการ ทดลอง	นักเรียน ปฏิบัติการ ทดลองพิจารณา จากขณะที่ ทดลอง

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
	นักเรียนสามารถ ปฏิบัติการ ทดลองได้เสร็จ ภายในเวลา ที่กำหนดไว้ (20 นาที)	นักเรียนไม่ สามารถ ปฏิบัติการ ทดลองภายใน เวลาที่กำหนดไว้ โดยใช้เวลา ระหว่าง 21-29 นาที	นักเรียนไม่ สามารถ ปฏิบัติการ ทดลองภายใน เวลาที่กำหนดไว้ โดยใช้เวลา 30 นาทีขึ้นไป	
4. การวิเคราะห์ ข้อมูล	นักเรียนสามารถ วิเคราะห์ข้อมูล จากตารางบันทึก ผลการทดลอง เพื่อใช้ในการ ตอบคำถามหลัง กิจกรรมได้ ถูกต้องทั้งหมด	นักเรียนสามารถ วิเคราะห์ข้อมูล จากตารางบันทึก ผลการทดลอง เพื่อใช้ในการ ตอบคำถามหลัง กิจกรรมได้ ถูกต้องเป็น บางส่วน	นักเรียนไม่ สามารถวิเคราะห์ ข้อมูลจากตาราง บันทึกผลการ ทดลองเพื่อใช้ใน การตอบคำถาม หลังกิจกรรมได้ ถูกต้อง	พิจารณาจากใบ งานกิจกรรมการ ทดลอง ในส่วน ของคำถามหลัง กิจกรรมการ ทดลอง
5. การสรุปผล ข้อมูล	นักเรียนสามารถ สรุปผลจากการ ใช้ข้อมูลที่ได้มา อย่างละเอียด ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนสามารถ สรุปผลจากการ ใช้ข้อมูลที่ได้มา อย่างละเอียด ถูกต้องเป็น บางส่วน	นักเรียนไม่ สามารถสรุปผล จากการใช้ข้อมูล ที่ได้	พิจารณาจากใบ งานกิจกรรมการ ทดลอง ในส่วน ของการสรุปผล การทดลอง
6. การ ประเมินผลที่ได้ จากข้อมูล	นักเรียนสามารถ ประเมินความ ผิดพลาดของ ขั้นตอน การทดลองและ	นักเรียนสามารถ ประเมินความ ผิดพลาดของ ขั้นตอนการ ทดลอง แต่ยังไม่	นักเรียนไม่ สามารถประเมิน ความผิดพลาด ของขั้นตอนการ ทดลองและระบุ	พิจารณาจากใบ งานกิจกรรมการ ทดลอง ในส่วน คำถามหลัง

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
	ระบุสาเหตุของความผิดพลาดในกระบวนการปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องและชัดเจน	สามารถระบุสาเหตุของความผิดพลาดในกระบวนการปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องและชัดเจน	สาเหตุของความผิดพลาดในกระบวนการปฏิบัติการทดลองได้ถูกต้องและชัดเจน	สรุปผลการทดลอง
7. การขยายความรู้	นักเรียนสามารถยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่สามารถนำผลสรุปที่ได้จากการทดลองไปอธิบายได้ 2 ตัวอย่าง ขึ้นไป	นักเรียนสามารถยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่สามารถนำผลสรุปที่ได้จากการทดลองไปอธิบายได้อย่างน้อย 1 ตัวอย่าง	นักเรียนไม่สามารถยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่สามารถนำผลสรุปที่ได้จากการทดลองไปอธิบายได้เลย	พิจารณาจากใบงานกิจกรรมการทดลอง ในส่วนคำถามหลังสรุปผลการทดลอง

โดยจากการตรวจสอบความตรงของเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8-1.0 โดยมีรายละเอียดดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ผลจากการตรวจสอบความตรงของเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง

รายการ	ค่า IOC	หมายเหตุ
1. วางแผน/ตั้งสมมติฐาน	1.00	เพิ่มตามข้อเสนอแนะ
2. การวางแผน/ออกแบบการทดลอง		
2.1 การออกแบบการทดลอง	1.00	เพิ่มตามข้อเสนอแนะ
2.2 การระบุตัวแปร	1.00	-
3. การปฏิบัติการทดลอง		
3.1 เทคนิคการทดลอง	1.00	-
3.2 ขั้นตอนการทดลอง	1.00	-
3.3 ความเป็นระเบียบ	0.80	เพิ่มตามข้อเสนอแนะ
3.4 ความคล่องการทำงาน	1.00	-
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	1.00	-
5. การสรุปผลข้อมูล	1.00	-
6. การประเมินผลที่ได้จากข้อมูล	1.00	-
7. การขยายความรู้	1.00	-

ตอนที่ 3 ผลการใช้ชุดเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

หลังจากนำเครื่องมือที่ได้รับการปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญใช้เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยเลือกนักเรียนในห้องเรียนที่ใช้การเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยวิธีการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ซึ่งเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อนำมาทดลองใช้กับชุดเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้นักเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียนจากทั้งหมด 3 โรงเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/9 (จำนวน 36 คน) และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/10 (จำนวน 35 คน) โรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2/11 (จำนวน 37 คน) โรงเรียนวัดสุทธิวรา และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 (จำนวน 24 คน) โรงเรียนจุฬารามราชวิทยาลัย เพชรบุรี พบว่าผลที่ได้จากการทดลอง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

หลังจากการทดลองใช้เครื่องมือแล้ว ผู้วิจัยนำแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) มาตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบารค พบว่าแบบ ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ทั้ง 4 ฉบับมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.787 – 0.910 โดยใช้เกณฑ์พิจารณาพบว่ามีระดับความเที่ยงสูง (เกียรติสุตา ศรีสุข, 2552) ดังตาราง 4.8

ตาราง 4.8 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอดคล้องภายในของประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guideinquiry approach)

แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	ความเที่ยง
1. สารเคมีในชีวิตประจำวัน	0.858
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์1	0.910
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์2	0.787
3. ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	0.878

3.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในด้านความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

จากการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (pearson product moment correlation coefficient) โดยเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างครูผู้ตรวจให้คะแนน เนื่องจากในแต่ละโรงเรียนผู้วิจัยได้ใช้ผู้ประเมินต่างกลุ่มกัน ดังนั้นจึงเสนอข้อมูลเป็นรายโรงเรียน ซึ่งพบว่า ผู้ประเมินทั้ง 3 คนในแต่ละโรงเรียน ประกอบด้วยครูภายในโรงเรียนที่รับผิดชอบรายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 คน และครูผู้มีความรู้ด้านการวัดและประเมินผลทางการศึกษาจำนวน 1 คน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (pearson product moment correlation coefficient) สัมพันธ์กันสูงที่ระดับนัยสำคัญที่ .01 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีความเที่ยงสูงเนื่องจากผู้ประเมินแต่ละคนประเมินได้สอดคล้องกัน ดังตาราง 4.9

ตาราง 4.9 ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงระหว่างผู้ประเมินของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

โรงเรียนสตรีวัดอัสสัมชัญ		
ผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน 2	ผู้ประเมิน 3
ผู้ประเมิน 1 pearson correlation	.929	.890
sig	.00	.00
โรงเรียนวัดสุทธิวราราม		
ผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน 2	ผู้ประเมิน 3
ผู้ประเมิน 1 pearson correlation	.634	.468
sig	.00	.00
โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย เพชรบุรี		
ผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน 2	ผู้ประเมิน 3
ผู้ประเมิน 1 pearson correlation	.661	.715
sig	.00	.00

3.3 ผลการตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach)

การตรวจสอบอำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) นี้โดยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม (Item Total Correlation) พบว่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ทุกสถานการณั้มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.220 – 0.815 ดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์อำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide inquiry approach)

แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1. สารเคมีในชีวิตประจำวัน	0.313 – 0.684
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์ 1	0.465 – 0.815

แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์	ค่าอำนาจจำแนก (r)
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์2	0.220 – 0.682
4. ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	0.408 – 0.692

3.4 ผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach)

จากการวิเคราะห์คะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ในสถานการณ์ที่ 1 สารที่ใช้ในการทำความสะอาด พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนสำรวจและเก็บข้อมูล มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (M=2.73 S.D.=0.45) รองลงมาคือ การตั้งสมมติฐาน (M=2.72 S.D.=0.52) และ การวางแผนออกแบบการทดลอง (M=2.63 S.D.=0.54) ตามลำดับ สถานการณ์ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนสำรวจและเก็บข้อมูล มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (M=2.73 S.D.=0.63) รองลงมาคือ การวางแผนออกแบบการทดลอง (M=2.63 S.D.=0.61) และ การตั้งสมมติฐาน (M=2.63 S.D.=0.71) ตามลำดับ สถานการณ์ที่ 3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนสำรวจและเก็บข้อมูล มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (M=2.71 S.D.=0.54) รองลงมาคือ การวางแผนและออกแบบการทดลอง (M=2.68 S.D.=0.54) และ การตั้งสมมติฐาน (M=2.62 S.D.=0.60) ตามลำดับ และสถานการณ์ที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (M=2.71 S.D.=0.51) รองลงมาคือ การตั้งสมมติฐาน (M=2.61 S.D.=0.45) และ การวางแผนออกแบบการทดลอง (M=2.60 S.D.=0.54) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ในขั้นตอนของทุกสถานการณ์นักเรียนมีค่าเฉลี่ยในขั้นตอน การสร้างข้อสรุป การประเมิน และการขยายความรู้ที่น้อยที่สุด ดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 คะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะนำทาง (guide inquiry approach)

ขั้นตอน	สถานการณ์ที่ 1 สารในชีวิตประจำวัน		สถานการณ์ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยา วิทยาศาสตร์1		สถานการณ์ที่ 3 อัตราการเกิดปฏิกิริยา วิทยาศาสตร์2		สถานการณ์ที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน	
	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1. การตั้งสมมติฐาน	2.72	0.52	2.63	0.71	2.62	0.60	2.72	0.51
2. การวางแผนนอกแบบการทดลอง	2.63	0.54	2.63	0.60	2.68	0.54	2.61	0.45
3. สืบค้นและเก็บข้อมูล	2.73	0.45	2.73	0.63	2.71	0.54	2.60	0.54
4. วิเคราะห์ข้อมูล	2.61	0.60	2.52	0.60	2.54	0.45	2.54	0.71
5. สร้างข้อสรุป	2.45	0.71	2.50	0.45	2.45	0.71	2.34	0.52
6. การประเมิน	2.52	0.63	2.51	0.53	2.51	0.61	2.50	0.61
7. การขยายความรู้	2.50	0.61	2.42	0.61	2.43	0.60	2.43	0.51

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง เพื่อ 1) พัฒนาการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง 2) พัฒนาชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง และ 3) ตรวจสอบคุณภาพของชุดเครื่องมือในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

ขั้นตอนในการวิจัย มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การสังเคราะห์กระบวนการที่สำคัญในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางก่อนนำไปใช้ในการทดลอง และขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพและผลการใช้แบบประเมินปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางหลังจากการนำไปใช้ทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยมุ่งสังเคราะห์กระบวนการที่สำคัญในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง เพื่อนำขั้นตอนที่สังเคราะห์ได้ไปกำหนดขั้นตอน ประเด็นการประเมินในเครื่องมือการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจาก เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ครูเชี่ยวชาญการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนจำนวน 4 ท่าน

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาเครื่องมือเพื่อประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ภายใต้สถานการณ์หรือปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้ ประกอบไปด้วย 1) แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง 2) เกณฑ์ในการประเมิน

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพแบบประเมินปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง ก่อนการนำไปใช้ในการทดลอง โดยตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือในการประเมิน ประกอบด้วย 1) แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง 2) เกณฑ์ในการประเมิน จากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 5 ท่าน

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบคุณภาพและผลการใช้แบบประเมินปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางหลังจากการนำไปใช้ทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ดังนี้ 1) มีการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการเรียนแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยใช้วิธีการสังเกตกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูใช้ชั้นเรียน 2) มีความพร้อมในด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้แก่ นักเรียนโรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์ 2 ห้องเรียน จำนวน 71 คน นักเรียนโรงเรียนวัดสุทธิวาราม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 37 คน และ นักเรียนโรงเรียนจุฬารัตน์ราชวิทยาลัย เพชรบุรี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 24 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและพิจารณาผลที่ได้การนำไปใช้ทดลอง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางสามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ ดังนี้

1. กระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ของครูใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) จากงานวิจัย และการสัมภาษณ์ ประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 การกำหนดสถานการณ์หรือปัญหา เป็นการสร้างสถานการณ์หรือระบุปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นและเริ่มรับรู้ปัญหา ซึ่งครูอาจจะเตรียมจากข้อความหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อเป็นเครื่องสะท้อนทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด เกิดปัญหา อันจะนำไปสู่การให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ และสืบสอบในขั้นต่อไป

1.2 การตั้งสมมติฐาน เป็นแนวทางที่นักเรียนจะทำการแสวงหาข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนจะต้องพิจารณาถึงปัญหาที่ผู้สอนกำหนดขึ้นแล้วตั้งสมมติฐานที่คาดการณ์ว่าน่าจะเป็นคำตอบของปัญหา โดยผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการร่วมคิดและพร้อมที่จะสนุกกับการค้นหาคำตอบเพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนออกแบบการทดลอง

1.3 การวางแผนการทดลอง เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องวิเคราะห์สถานการณ์และสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ว่าควรจะวางแผนในการทดลองอย่างไร เพื่อให้ได้คำตอบของสถานการณ์หรือปัญหาที่ตั้งขึ้น

1.4 การสำรวจและการเก็บข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองด้วยตนเอง และจดบันทึกผลการทดลองที่ได้ในแบบบันทึก หรือ ตารางบันทึกผลการทดลอง ในด้านการเก็บข้อมูลซึ่งต้องอาศัยทักษะปฏิบัติทางจากการศึกษาองค์ประกอบในการประเมินทักษะ

ปฏิบัติทางจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ มีส่วนประกอบและตัวชี้วัดในการประเมินขั้นตอน การสำรวจและเก็บข้อมูล 4 ด้านด้วยกัน ได้แก่ ด้านที่ 1 เทคนิควิธีการทดลอง (Experimental techniques) ด้านที่ 2 กระบวนการทดลอง (Procedure) ด้านที่ 3 ความคล่องในการปฏิบัติงาน (Dexterity) และด้านที่ 4 ความเป็นระเบียบในการทำงาน (Neatness)

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นตอนของการนำเสนอข้อมูล ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียน ต้องคิด วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุป

1.6 การสรุปผล เป็นขั้นตอนของการสรุปคำตอบของประเด็นปัญหาจากหลักฐาน ที่นักเรียนเรียนรวบรวมได้มา ซึ่งข้อสรุปที่นักเรียนได้มานี้สามารถเปลี่ยนได้ หากนักเรียนมีหลักฐานอื่น เพิ่มเติมในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1.7 การประเมิน สะท้อนหรือวิเคราะห์กระบวนการ เป็นขั้นตอนการประเมินการ เรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ และสะท้อนการสืบสอบของตนว่าผู้เรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด หากมีการเก็บรวบรวมข้อมูลผิดพลาด นักเรียนสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเกิดจาก การผิดพลาดในกระบวนการใด

1.8 การขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวิเคราะห์ข้อสรุปของสถานการณ์หรือ ปัญหา นั้น ๆ ว่าสามารถนำไปต่อยอดเพื่อแก้ไขปัญหาหรือสร้างสิ่งอื่นได้ หรือเป็นการเชื่อมโยงระหว่าง การแก้ไขปัญหาโดยใช้ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์กับเนื้อหาในบทเรียนอื่น ๆ

3. ผลการตรวจสอบความตรง (IOC) ของเครื่องมือในการประเมินพบว่าความตรงเชิง โครงสร้างของแบบประเมินกิจกรรมการทดลอง และ ความตรงของเกณฑ์ในการประเมินทักษะปฏิบัติ ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทาง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.8-1.0

4. ผลตรวจสอบความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (internal consistency) โดยใช้ วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบารค เนื่องจากทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว สามารถใช้ได้ อย่างกว้างขวางกับเครื่องมือที่ให้คะแนนแบบ 0,1 หรือเครื่องมือที่กำหนดคะแนนแบบมาตรฐาน ค่า (rating scale) พบว่าแบบ ประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบ แนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ทั้ง 4 ฉบับมีค่าความเที่ยงอยู่ระหว่าง 0.787 – 0.910 โดยใช้เกณฑ์พิจารณาพบว่า มีระดับความเที่ยงสูง

5. ผลการวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน (inter-rater reliability) โดยใช้สูตร สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (pearson product moment correlation coefficient) โดย เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างครูผู้ตรวจให้หมีค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (pearson product moment correlation coefficient) สัมพันธ์กันสูงที่ระดับนัยสำคัญที่ .01

6. ผลการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ทุกสถานการณ์นั้นมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.220 – 0.815

7. จากการวิเคราะห์คะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ในสถานการณ์ที่ 1 สารที่ใช้ในการทำความเข้าใจ สะอาด ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนสำรวจและเก็บข้อมูล มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($M=2.73$ $S.D.=0.45$) รองลงมาคือ การตั้งสมมติฐาน ($M=2.72$ $S.D.=0.52$) และ การวางแผนออกแบบการทดลอง ($M=2.63$ $S.D.=0.54$) ตามลำดับ สถานการณ์ที่ 2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์ 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนสำรวจและเก็บข้อมูล มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($M=2.73$ $S.D.=0.63$) รองลงมาคือ การวางแผนออกแบบการทดลอง ($M=2.63$ $S.D.=0.61$) และ การตั้งสมมติฐาน ($M=2.63$ $S.D.=0.71$) ตามลำดับ สถานการณ์ที่ 3 อัตราการเกิดปฏิกิริยาวิทยาศาสตร์ 3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนสำรวจและเก็บข้อมูล มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($M=2.71$ $S.D.=0.54$) รองลงมาคือ การวางแผนและออกแบบการทดลอง ($M=2.68$ $S.D.=0.54$) และ การตั้งสมมติฐาน ($M=2.62$ $S.D.=0.60$) ตามลำดับ และสถานการณ์ที่ 4 ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนการตั้งสมมติฐาน มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($M=2.71$ $S.D.=0.51$) รองลงมาคือ การตั้งสมมติฐาน ($M=2.61$ $S.D.=0.45$) และ การวางแผนออกแบบการทดลอง ($M=2.60$ $S.D.=0.54$) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลจากการสังเคราะห์กระบวนการการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) และ ทักษะที่ใช้ในการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์ได้ทั้งหมด 8 ขั้นตอน ซึ่งจากการสังเกตและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นตรงกันว่าทั้ง 8 ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญในการการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) โดยสอดคล้องกับ Lasley, Matczynski, & Rowley (2002) : Orlich et al (2001) : Kuhlthau, Maniotes & Caspari, (2007): วีรยุทธ วิเชียรโชติ (2517) : สุวัฒน์ นิยมคำ (2521) : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) และ Romey (1968) ; Joyce & Weil, 2000 อ้างถึงในจันทร์จิรา แก้วโกย, 2554) ซึ่งมีบางขั้นตอนที่คล้ายคลึงกัน จึงสามารถยุบรวมกันได้ตามความเหมาะสม เช่น การนิยามความหมายซึ่งมีขั้นตอนคล้ายกับการวางแผนการออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม นอกจากนี้ใน

ขั้นตอนของการขยายความรู้ถึงแม้ว่านักวิชาการส่วนน้อยจะเห็นความสำคัญของขั้นตอนดังกล่าวน้อย แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อสังเกตและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและครูผู้สอนแล้ว กลับพบว่า เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนได้ค้นพบเพื่อนำไปอธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้น จึงควรมีขั้นตอนดังกล่าว นักเรียนจึงเห็นความสำคัญในการค้นหาคำตอบของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยจาก 8 ขั้นตอนที่สำคัญในการการเรียนรู้แบบสืบสอบมีการแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) มี 7 ประเด็นสำหรับการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ด้วยกัน ได้แก่ 1) การตั้งสมมติฐาน 2) การวางแผนการทดลอง 3) การสำรวจและการเก็บข้อมูล 4) การวิเคราะห์ข้อมูล 5) การสรุปผล 6) การประเมิน การสะท้อนข้อมูล และ 7) การขยายความรู้ สำหรับขั้นตอนการตั้งสถานการณ์หรือปัญหานั้น เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่กำหนดขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้หาแนวทางในการแก้ปัญหาตนเอง

2. ในการสร้างแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) นี้เป็นการประเมินทักษะปฏิบัติทางที่มีพื้นฐานการเริ่มต้นจากการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาซึ่งทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จักการคิด วางแผนในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทำแบบทดสอบที่คิด วิเคราะห์มากขึ้น เพื่อรองรับการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA หรือ Programme for International Student Assessment) และยกระดับผลสัมฤทธิ์ในการประเมินดังกล่าวให้สูงขึ้นด้วย โดยในการประเมินผลนักเรียนนานาชาตินี้ผู้เรียนจะต้องมีความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ รู้กระบวนการวิทยาศาสตร์ รู้เนื้อหาสาระที่ทำให้เข้าใจสถานการณ์ในชีวิตจริง และที่สำคัญนักเรียนต้องรู้จักเชื่อมโยงความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางในขั้นตอนของการขยายความรู้ ซึ่งนักเรียนจำเป็นที่จะต้องนำผลสรุปที่ได้จากการแก้สถานการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ จากห้องเรียนไปใช้ประโยชน์จริงโดยเชื่อมโยงกับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ หากครูผู้สอนยังเพิ่มประสบการณ์ด้วยกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์มากเท่าใด ยิ่งทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนกับชีวิตจริงได้มากเท่านั้น (สสวท.,2550)

3. จากผลการวิเคราะห์คะแนนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง (guide-inquiry approach) ในขั้นตอนต่าง ๆ พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนในขั้นตอนสำรวจและเก็บข้อมูล การตั้งสมมติฐาน และ การวางแผนออกแบบการทดลอง มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดในทุกสถานการณ์ แต่เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสร้างข้อสรุป การขยายความรู้ และ การประเมิน มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดในทุกสถานการณ์ ซึ่งจะสังเกตว่าในขั้นตอนดังกล่าวทั้ง 3 ขั้นตอนที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องใช้กระบวนการคิด วิเคราะห์ตีความความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป มีการคิด วิเคราะห์

ประเมินเพื่อหาข้อผิดพลาดของกระบวนการสำรวจและเก็บข้อมูล และ คิดเชื่อมโยงข้อสรุปที่ได้ไปสู่ การนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนการสอบประเมินผลระดับนานาชาติ (PISA) ปี 2009 ซึ่งประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยกลุ่มประเทศ OECD ด้านวิทยาศาสตร์ประเทศไทยได้ค่าเฉลี่ย 419 (ค่าเฉลี่ย OECD 496) คะแนนสอบการประเมินนานาชาติตามโครงการ TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study) ประเทศไทยได้คะแนนเฉลี่ยวิชา วิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ (ระดับ 1 จากทั้งหมด 5 ระดับ) ซึ่งจากผลการประเมินดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ในประเทศไทยยังไม่สามารถให้ผู้เรียนรู้จัก คิด วิเคราะห์ได้ (สำนักงาน เลขาธิการสภาการศึกษา, 2554) ดังนั้นหากต้องการให้นักเรียนฝึกคิด วิเคราะห์ได้ การจัดการเรียน การสอนโดยเน้นทักษะการปฏิบัติโดยใช้รูปแบบสืบสอบแบบแนะแนวทางนี้ ครูควรต้องเพิ่มการแนะ แนวทางในขั้นตอนของ การสร้างข้อสรุป การประเมิน และการขยายความรู้เพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิด การสืบสอบแบบแนะแนวทาง ซึ่งครูผู้สอนสามารถนำไปปรับประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางนอกจากวิทยาศาสตร์ได้ โดยเลือกกำหนดสถานการณ์ หรือปัญหาตามธรรมชาติของศาสตร์นั้น การกำหนดสถานการณ์หรือปัญหานี้ควรเป็นสถานการณ์หรือ ปัญหาที่ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมีความรู้สึกร่วมในการค้นคว้าหาคำตอบ โดยมี กระบวนการในการประเมินทั้งหมด 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การตั้งสมมติฐาน พิจารณาความถูกต้องของ การตั้งสมมติฐาน การระบุตัวแปร 2) การวางแผนการทดลอง พิจารณาจากความถูกต้องของการวางแผนการทดลองโดยนักเรียนต้องพิจารณาจากสมมติฐานที่ตั้งขึ้น 3) การสำรวจและเก็บข้อมูล พิจารณาจากการสำรวจและเก็บข้อมูล 4) ด้านด้วยกัน ได้แก่ ด้านที่ 1 เทคนิควิธีการทดลอง (Experimental techniques) ด้านที่ 2 กระบวนการทดลอง (Procedure) ด้านที่ 3 ความคล่องในการปฏิบัติงาน (Dexterity) และด้านที่ 4 ความเป็นระเบียบในการทำงาน (Neatness) 4) การ วิเคราะห์ข้อมูล พิจารณาจากความถูกต้องของการตอบคำถามหลังการสำรวจและเก็บข้อมูล 5) การ สรุปผล พิจารณาจากความถูกต้องของกระบวนการคิด วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่นักเรียน ได้มาเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป 6) การประเมิน พิจารณาจากความถูกต้องของการตอบ คำถามที่สามารถ สะท้อนการคิด วิเคราะห์ กระบวนการผิดพลาด 7) การขยายความรู้ พิจารณาจากความถูกต้องของ การตอบคำถาม การนำไปต่อยอดเพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ แต่อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในกระบวนการเก็บรวบรวม ข้อมูลส่วนใหญ่จะใช้การทดลอง หากนำไปปรับใช้กับศาสตร์อื่น ๆ เช่น สังคมศึกษา อาจจะมี

กระบวนการในการประเมินขั้นตอนของการสำรวจและเก็บข้อมูลที่แตกต่างออกไปได้ตามธรรมชาติของสาขาวิชานั้น ๆ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง โดยใช้รูปแบบเป็นแบบการประเมินจากแบบบันทึกกิจกรรม ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ (Paper-Pencil Test : PPT) ที่นักเรียนใช้การเขียนตอบสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไปควรเลือกใช้แบบทดสอบในระบบคอมพิวเตอร์ (Computer-Base Test : CBT) เพื่อช่วยให้ประเมินผลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถให้ผลย้อนกลับกับนักเรียนในแต่ละขั้นตอนได้ เช่น หากมีการแนะแนวทางในระบบคอมพิวเตอร์แล้ว นักเรียนยังไม่สามารถตอบคำถามในขั้นตอนนั้น ๆ ได้ จะยังไม่ผ่านไปยังขั้นตอนต่อไป เป็นต้น

2. การวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วยการกำหนดสถานการณ์จำนวน 4 สถานการณ์ ซึ่งไม่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการประเมินและระยะเวลาที่ใช้ในการประเมิน ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่ใช้ในการประเมินโดยการทิ้งช่วงระยะเวลาของสถานการณ์แต่ละสถานการณ์แล้วศึกษาผลของการนำเครื่องมือไปใช้ว่าทำให้ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ดีขึ้นหรือไม่ อย่างไร นอกจากนี้ จำนวนสถานการณ์ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์นั้นควรมีจำนวนเท่าใดที่จะสามารถทำให้นักเรียน มีทักษะกระบวนการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

รายการอ้างอิง

- Baseya J and F. C (2011). "design of inquiry-oriented science labs : impacts on students' attitudes " research in science & technological education **29**(2): 241-555.
- D, S. (2010). "Integrating guided inquiry into a traditional chemistry curricular framework." International Journal of Science Education **32**(3): 1689-1714.
- Donaldson, L. and A. Odom (2010). "What make swing time? A directed inquiry-based lab assessment " science activities: classroom projects and curriculum **38**(2): 29-33.
- Prades A and E. S (2009). "Laboratory assessment in chemistry : an analysis of the adequacy of the assessment process " Assessment and evaluation in higher education **35**(3): 449-461.
- กมลวรรณ ตั้งธนาภานนท์ (2555). เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 2757655 การประเมินภาคปฏิบัติ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาการวัดและประเมินทางการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กระทรวงศึกษาธิการ, ก. (2539). แนวทางการสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดภาคปฏิบัติ.
กรุงเทพมหานคร
- กระทรวงศึกษาธิการ, ก. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.
กรุงเทพมหานคร
- กุลชลี ตาลช่วง (2546). การพัฒนาวิธีการประเมินการปฏิบัติงานกลุ่ม สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. มหาบัณฑิต.
- จันจิรา แก้วโกย (2554). ผลของการทดลองใช้ห้องเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. มหาบัณฑิต.
- จันทน์ อุทธิสินธุ์ (2544). การศึกษาทักษะปฏิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ดุษฎีบัณฑิต
- จ่านง พรายแย้มแซ and สงบ แสงบำรุง (2516). เทคนิคการวัดผลวิชาวิทยาศาสตร์, ไทยวัฒนาพานิชย์

- แจ่มจันทร์ ศรีอรุณศรี (2554). ผลของการใช้ห้องทดลองเสมือนในการเรียนแบบสืบสอบที่มีการกำหนดแนวทางที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ดุษฎีบัณฑิต.
- ทงศักดิ์ ชัยชนะปัญญา (2549). การศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีด้วยวิธีสืบสอบของครูชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในนครหลวงเวียงจันทน์ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. มหำบัณฑิต.
- พรพรหม สัมฤทธิ์ (2540). ทักษะปฏิบัติในการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตสังกัดทบวงมหาวิทยาลัย คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหำบัณฑิต.
- ภัทรา นิคมานนท์ (2540). การประเมินผลการเรียน (learning evaluation). กรุงเทพมหานคร, ทิพย์วิสุทธ์การพิมพ์.
- มังกร ทองสุคติ (2533). ครุวิทยาศาสตร์. เชียงใหม่, ฝ่ายเอกสารการพิมพ์วิทยาลัยครูเชียงใหม่.
- ราชบัณฑิตยสถาน (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร, นานมีบุ๊คส์ พับลิเคชั่นส์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. กรุงเทพมหานคร, สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- วีระชาติ สวนไพรินทร์ (2531). การสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุจิกา ศรีนันทกุล (2551). ผลของการเรียนแบบสืบสอบเชิงปรัชญาบนเว็บล็อกที่มีต่อการคิดไตร่ตรองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ดุษฎีบัณฑิต
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) 2009. กรุงเทพมหานคร, อรุณการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550). การวัดผลประเมินผลเพื่อคุณภาพการเรียนรู้และตัวอย่างข้อสอบจากโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA). กรุงเทพมหานคร, เซเว่น พรินต์ติ้ง กรุ๊ป.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555). การวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร, ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุพัตรา จันทร์โฆสิต (2552). ผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบสอบเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการลดบทบาทการเสริมศักยภาพที่มีต่อมโนทัศน์ทางชีววิทยา และความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. มหำบัณฑิต.

- สุวัฒน์ นิยมคำ (2517). การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร, วัฒนาพานิชย์.
- สุวิมล ว่องวานิช (2547). การวัดทักษะปฏิบัติ (performance testing). กรุงเทพมหานคร, ศูนย์
ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิมล ว่องวานิชย์ และคณะ (2546). การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่. กรุงเทพมหานคร, ศูนย์
ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวรัตน์ รามแก้ว (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบแนะ
แนวทางที่มีผลต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. มหาบัณฑิต.
- เอมอร จังศิริพรภรณ์ (2550). การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร, ศูนย์ตำราและ
เอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



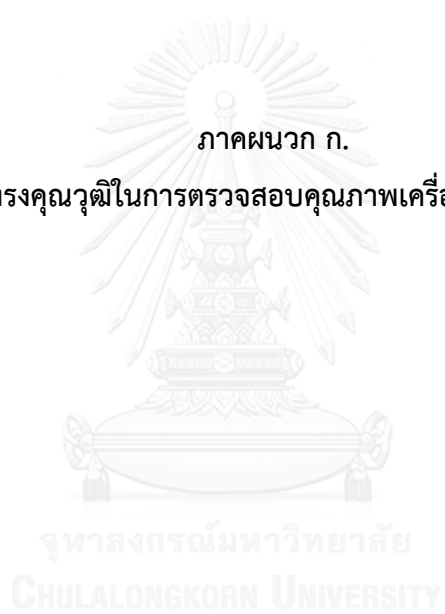


ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก.

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ ตังธนากานนท์	ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณีฎฐภรณ์ หลาวทอง	ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
ครูลลนา อัครรุ่งนรินทร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ครูวิยะดา คงรวมญาติ	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
ครูสุรสิทธิ์ จิรภัทรสกุล	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์

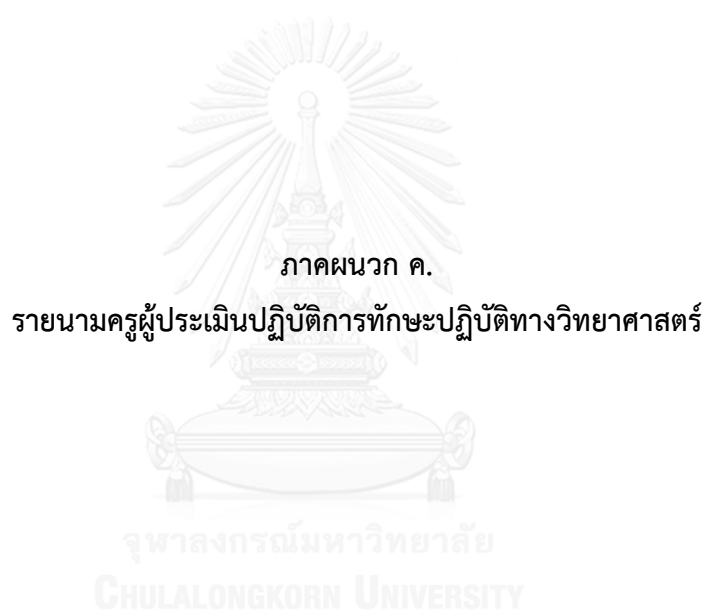




รายนามผู้เชี่ยวชาญผู้ให้สัมภาษณ์

ครูลลนา	อัครรุ่งนรินทร์	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย
ครูวิยะดา	คจรวมญาติ	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ
ครูสุรสิทธิ์	จิรภัทรสกุล	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนนทรีวิทยา
ครูอารียา	บุญทวีคุณ	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนปทุมคงคา





รายนามครูผู้ประเมินปฏิบัติการทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์

นางสาววรพร	ชูใจ	ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจุฬาภรณวิทยาลัย เพชรบุรี
นายวรพล	เหล็กดี	ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนจุฬาภรณวิทยาลัย เพชรบุรี
นายสุรเดช	ชาติพิทย์พาที	ครูครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดสุทธิวาราม
นายณัฐพงศ์	แดงเพชร	ครูครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดสุทธิวาราม
นายภานุมาต	พงษ์เส็ง	ครูครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์
นางสาวสุทธาสินี	ด้วงโต๊ด	ครูครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์





ภาคผนวก ง.

หนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 0031

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

4 กุมภาพันธ์ 2557

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬารณราชวิทยาลัย เพชรบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนริรัช ทองสะอาด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด และประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ นิสิต มีความจำเป็นต้องขอเก็บข้อมูลวิจัยด้วยแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางสำหรับครู และแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองโดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าวเพื่อ ประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

พรรัตน์ วิบูลผล

(อาจารย์ ดร.จุฑารัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600



ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 0032

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

4 กุมภาพันธ์ 2557

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัย

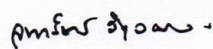
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดสุทธิวรากรม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนริรัช ทองสะอาด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ นิสิตมีความจำเป็นต้องขอเก็บข้อมูลวิจัยด้วยแบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางสำหรับครู และแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองโดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ



(อาจารย์ ดร.จuthartน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600



ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- ๐๐๐๐

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

4 กุมภาพันธ์ 2557

เรื่อง ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้เครื่องมือ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีวัดอัมพรสวรรค์

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนริรัช ทองสะอาด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด และประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิจัยวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้นิสิต มีความจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลและทดลองใช้เครื่องมือ คือ แบบประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทางสำหรับครู และแบบบันทึกกิจกรรมการทดลองโดยใช้แนวคิด การสืบสอบแบบแนะแนวทางสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงาน ในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นิสิตได้ทำการเก็บข้อมูลวิจัยและทดลองใช้ เครื่องมือดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จตุรัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600

ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- ๐๐๑๑



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

4 กุมภาพันธ์ 2557

เรื่อง ขออนุญาตการในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนไตรมิตรวิทยาลัย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนริรัช ทองสะอาด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ อาจารย์ลลิตนา อัครรุ่งนรินทร์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์ลลิตนา อัครรุ่งนรินทร์ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จตุรรัตน์ วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ

โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600

ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 0576

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

27 มกราคม 2557

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนปทุมคงคา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวนริรัช ทองสะอาด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญ อาจารย์อารีญา บุญทวีคุณ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์อารีญา บุญทวีคุณ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตั้งกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.จตุรรัตน์ วิบูลสมล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600



ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- 0577

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

27 มกราคม 2557

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนนนทรีวิทยา

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวรริรัช ทองสะอาด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในการนี้ใคร่ขอเชิญ อาจารย์สุรสิทธิ์ จิรภัทรสกุล เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์สุรสิทธิ์ จิรภัทรสกุล เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

จตุรนต์ ภิรมย์

(อาจารย์ ดร.จตุรนต์ ภิรมย์ผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600

ที่ ศธ 0512.6(2771)/57- ๐๐๐๘



คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท กรุงเทพมหานคร 10330

4 กุมภาพันธ์ 2557

เรื่อง ขอเชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

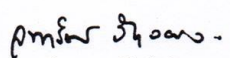
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสายน้ำผึ้ง ในพระอุปถัมภ์ฯ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วย นางสาวริริรักษ์ ทองสะอาด นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา อยู่ระหว่างการดำเนินงานวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนากระบวนการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง” โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ในกรณีนี้ใคร่ขอเชิญ อาจารย์วิยะดา คงรวมญาติ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ทั้งนี้ นิสิตผู้วิจัยจะได้ประสานงานในรายละเอียดต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ อาจารย์วิยะดา คงรวมญาติ เป็นผู้ทรงคุณวุฒิดังกล่าวเพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ


(อาจารย์ ดร.จuthาร์ตัน วิบูลผล)

รองคณบดี

ปฏิบัติการแทนคณบดี

งานหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน ฝ่ายวิชาการ
โทร. 0-2218-2681-2 ต่อ 600

ภาคผนวก จ.
เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์
โดยใช้แนวคิดการสืบสอบแบบแนะแนวทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดการสืบสอบที่มีการแนะแนวทาง

วิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1 เวลา 40 นาที

รายชื่อกลุ่ม

1. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....
2. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....
3. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....



ปฏิกิริยามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1

สถานการณ์ชวนคิด ?

วันเฉลิมสังเกตุว่า วันใดที่ตนเองตื่นสาย จึงทำให้ต้องรีบ
รับประทานอาหารเช้า เพื่อให้ทันมาโรงเรียนเช้า
วันนั้นจะรู้สึกปวดท้องและอึดอัดท้องเสมอ



1. นักเรียนคิดว่าวันเฉลิมเป็นเช่นนี้ เกิดจากสาเหตุใด
.....
2. ในกระเพาะอาหารของนักเรียนมีสภาพความเป็นกรดเบสอย่างไร
.....
3. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่าสาเหตุที่นักเรียนคาดการณ่นั้นถูกต้องหรือไม่
นักเรียนจะระบุตัวแปรเพื่อออกแบบการทดลองอย่างไร
ตัวแปรต้น ได้แก่
.....

ตัวแปรตาม ได้แก่

ตัวแปรควบคุม ได้แก่

จากสถานการณ์ชวนคิด ? ถ้านักเรียนยังไม่แน่ใจ ว่าวันเฉลิมเป็นอะไร

ให้นักเรียนลองอ่าน ข่าวดังต่อไปนี้

ปัจจุบันพบว่าผู้ป่วยระบบทางเดินอาหารที่มี “อาการอาหารไม่ย่อยและกรดไหลย้อน” มีจำนวนสูงชันอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะกลุ่มคนเมือง จากการศึกษาวิจัยพบว่า 20% ของผู้ป่วย จะมีอาการ 2 อย่างพร้อมกัน โดยผู้ป่วยมักแยกความแตกต่างอาการของโรคไม่ออก เราจึงขอนำ เคล็ดลับดีๆ มาฝาก

แพทย์หญิงวิภากร เพิ่มพูล อายุรแพทย์ ศูนย์ทางเดินอาหารและตับ โรงพยาบาล บำรุงราษฎร์ กล่าวถึงอาการอาหารไม่ย่อยและกรดไหลย้อนว่า “ทั้งอาการอาหารไม่ย่อยและ โรคกรดไหลย้อนกลายเป็นโรคยอดฮิตในคนยุคปัจจุบัน และเข้ามาใกล้ตัวเรามากกว่าที่คิด โรคนี้ สามารถเกิดขึ้นได้กับคนทุกเพศทุกวัย เพราะสถานการณ์การใช้ชีวิตของคนเปลี่ยนแปลงไป การใช้ชีวิต ที่เร่งรีบ การรับประทานอาหารที่ไม่มีประโยชน์ และไม่ตรงเวลา รวมไปถึงการสูบบุหรี่ และ ต้มแอลกอฮอล์ ซึ่งกลายเป็นอีกหนึ่งสาเหตุหลักที่ทำให้คนเป็นโรคนี้นี้เพิ่มมากขึ้น

โดยความรุนแรงของโรคแบ่งเป็น 3 ระดับ

คือกลุ่มที่มีอาการไม่มากเป็นแล้วหาย กลุ่มที่สอง คือกลุ่มที่เป็นแล้วเป็นซ้ำแต่ไม่รุนแรง กลุ่มสุดท้าย คือ กลุ่มที่มีอาการ รุนแรงถึงขั้นเป็นแผลในหลอดอาหาร แม้จะพบผู้ป่วยที่เป็น โรคในระดับที่รุนแรงในจำนวนไม่สูงนัก แต่กลุ่มนี้มีความเสี่ยง ต่อการพัฒนาของโรคเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์



และอาจลุกลามไปเป็นโรคมะเร็งหลอดอาหารได้ การรักษาเบื้องต้นจึงมีความสำคัญมากที่จะ บรรเทาอาการในระยะแรก โดยผู้ป่วยสามารถสังเกตอาการเบื้องต้นที่ต่างกันได้

นอกจากนี้ศาสตราจารย์เกียรติคุณ แพทย์หญิง พวงทอง ไกรพิบูลย์ ยังกล่าวด้วยว่าสำหรับ อาการอาหารไม่ย่อยนั้นเกิดจากการปัจจัยเสี่ยงต่ออาการอาหารไม่ย่อยกลุ่มที่ไม่พบสาเหตุชัดเจน (Functional dyspepsia) แต่ที่พบบ่อย คือกินอาหารปริมาณมากในแต่ละมื้อ ส่งผลให้น้ำย่อย อาหารไม่เพียงพอที่จะย่อยอาหารได้ กินอาหารไขมันมาก อาหารทอด ผัด ที่ใช้น้ำมันมาก ซึ่ง อาหารไขมันเป็นอาหารย่อยยาก ตกค้างในกระเพาะอาหารและลำไส้ได้นาน กินเร็ว จึงเคี้ยวอาหาร ไม่ละเอียด อาหารจึงย่อยยาก ต้มเครื่องต้มแอลกอฮอล์ ส่งผลให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อเมือกใน กระเพาะอาหารและลำไส้

เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ป่วยมีโรคแทรกซ้อนที่รุนแรงขึ้นก็ควรป้องกันตั้งแต่ระยะเริ่มต้น การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมมีความสำคัญที่สุด เช่น ปรับพฤติกรรมการรับประทานอาหาร หลีกเลี่ยงอาหารไขมันเยอะ เพราะทำให้การย่อยช้าลง เลี่ยงอาหารรสจัด งดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ รวมถึงชา กาแฟ น้ำอัดลม เคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน เพื่อช่วยให้การบดอาหารสามารถย่อยได้เร็วขึ้น เข้านอนหลังจากมีอาหารอย่างน้อย 3 ชั่วโมง การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ 3-5 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 30 นาที จะช่วยทำให้ระบบย่อยอาหารดีขึ้น ส่วนในกรณีของผู้ที่มีอาการบวมน้ำหรือหัวใจโตเพียงนอนให้สูงขึ้น 6 - 10 นิ้ว จะสามารถช่วยลดอาการได้ ในกรณีที่ต้องใช้ยาาร่วมด้วยก็ขอให้คำนึงถึงการใช้ยาที่ถูกต้องกับโรคและอาการ รวมทั้งการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องตามที่แนะนำข้างต้นจะสามารถช่วยบรรเทาอาการได้

เอกสารอ้างอิง

1. วิชาการ เพิ่มพูน. (2556). รู้ทันโรคแพทกู “อาหารไม่ย่อย+กรดไหลย้อน” (ออนไลน์). สืบค้นจาก <http://schoolobec.go.th/padad/scien32101/BODY/2BODY.html> [20 มกราคม 2557]

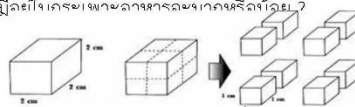


หลังจากนักเรียนได้ออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรแบบครบถ้วน แล้ว อาจจะได้ยากสักหน่อยใช่ไหมล่ะ ?
 ทีนี้เราลองมาดูซิว่า ถ้าจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบในห้องทดลอง สามารถทำง่าย ๆ ได้อย่างไร ?

ถ้าเราสมมติให้ อาหารที่วันเฉลิมรับประทานเป็น เนื้อไก่ และกรดที่อยู่ในกระเพาะอาหารของเรานั้นเป็นกรดไฮโดรคลอริกอยู่แล้ว

ถ้าคิดอีกนิต การที่วันเฉลิมเคี้ยวอาหารไม่ละเอียด แสดงว่า อาหารชิ้นต้องใหญ่

ถ้าอาหารชิ้นใหญ่ แสดงว่าพื้นที่ผิวในการที่อาหารนั้นจะทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกที่มีอยู่ถึง กระเพาะอาหารจะง่ายหรือเปลี่ย?



แบบที่ 1 (ไม่บด)

แบบที่ 2 (บด)

คำถามก่อนการทดลอง

1. สมมติฐานของการทดลองนี้เป็นอย่างไร

.....

2. นักเรียนจะระบุตัวแปรเพื่อ ออกแบบการทดลองในห้องทดลองอย่างไร
 ตัวแปรต้น ได้แก่

.....

ตัวแปรตาม ได้แก่

.....

ตัวแปรควบคุม ได้แก่

.....

หลังจากที่นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรต่าง ๆ แล้ว
 เห็นรีเปล่าว่าแอบบอกไปอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้แล้วด้วย ที่นี้นักเรียนลองบอกขั้นตอน
 ได้หรือยังเอ่ย จะทำอย่างไรดี ?

**อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้**

- | | | |
|-------------------------|----|-----------------|
| 1. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) | 90 | cm ³ |
| 2. เนื้อไก่ | 15 | กรัม |
| 3. บีกเกอร์ | 3 | ใบ |
| 4. นาฬิกาจับเวลา | 1 | เรือน |

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำเนื้อไก่ใส่ลงไปในกรดไฮโดรคลอริก (HCl)

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นและปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการทดลอง

บีกเกอร์	ความเข้มข้นกรด HCl (mol/dm ³)	ปริมาตร (cm ³)
บีกเกอร์ที่ 1		
บีกเกอร์ที่ 2		
บีกเกอร์ที่ 3		



จากตารางที่ 1 ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้
ถ้าในกระเพาะ เรามีความเป็นกรดประมาณ $0.1 - 0.2 \text{ mol/dm}^3$
แต่ในห้องทดลองของเรามี ความเข้มข้น ของกรดไฮโดรคลอริก
 0.5 mol/dm^3 1 mol/dm^3 และ 3 mol/dm^3

**นักเรียนจะเลือกใช้ความเข้มข้นเท่าไรดีนะ เพื่อให้ใกล้เคียงกับความเป็นกรด
ในกระเพาะอาหารมากที่สุด ? และแต่ละบีกเกอร์จะใช้ความเข้มข้นของกรด
ไฮโดรคลอริกเท่ากันหรือไม่ ?**

จากตารางที่ 1 ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

ถ้าครูกำหนดความเหมาะสมของกรดไฮโดรคลอริกที่ควรใช้นั้นควรมีปริมาณ 30 cm^3
เราจะใช้ในปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกในแต่ละบีกเกอร์เท่ากันหรือไม่ ?



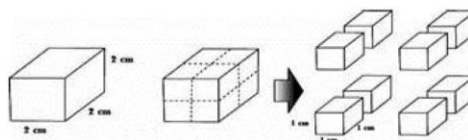
ตารางที่ 2 ความเข้มข้นและปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการทดลอง

บีกเกอร์	พื้นที่ผิวของเนื้อไก่ที่สัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริก (บดละเอียด , บดหยาบ , ไม่บด)	น้ำหนักของไก่ (กรัม)	เวลาที่ใช้ (นาที)
บีกเกอร์ที่ 1			
บีกเกอร์ที่ 2			
บีกเกอร์ที่ 3			



จากตารางที่ 2 พื้นที่ผิวของไม้ที่จะให้สัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริก จะกำหนดให้เหมือนกันหรือต่างกัน ?

แบบใดที่เรียกว่าพื้นที่ผิวสัมผัสมาก แบบใดที่เรียกว่าพื้นที่ผิวสัมผัสน้อย ลองพิจารณาข้อมูลต่อไปนี้ แล้วบอกได้ไหมเอ่ย ว่าแบบใดที่มีพื้นที่ผิวที่จะสามารถสัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริกได้ดีกว่ากัน



แบบที่ 1 (ไม่บิด)

แบบที่ 2 (บิด)

ตอบเหมือนกันหรือเปล่าเอ่ย ? ว่าต้องเป็นแบบที่ 2 แน่แน่นอน

นักเรียนสังเกตเห็นไหมว่าการที่จะทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสมาก จะต้องทำให้วัตถุ นั้น ๆ มีขนาดเป็นอย่างไร ? และในแต่ละบีกเกอร์จะให้พื้นที่ผิวของไม้ที่สัมผัสกับกรดไฮโดรคลอริกนั้นเท่ากันหรือไม่ ?

น้ำหนักของไม้ และเวลาที่ใช้ ควรจะเป็นน้ำหนักและเวลาที่พอเหมาะพอที่จะทำให้นักเรียนเห็นลักษณะของการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งถ้ามีเวลามากพอนั้น นักเรียนควรที่จะประมาณน้ำหนักและเวลาที่เหมาะสมด้วยตนเอง แต่เนื่องจากการทดลองนี้ เวลาที่ใช้ในการทดลองมีจำกัด

ครูได้คำนวณน้ำหนักของไม้และเวลาที่เหมาะสมแล้ว คือ ใช้ไม้ 5 กรัม และเวลาที่ใช้ คือ 15 นาที

แล้วนักเรียนบอกได้ไหมว่าในแต่ละบีกเกอร์ควรจะใช้ น้ำหนักของไม้และเวลาเท่ากันหรือไม่ ?





ถ้าพร้อมแล้ว ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ได้เลย

*** แต่อย่าลืมว่าการไฮโดรคลอริกที่ใช้ ถ้าถูกผิวหนังจะทำให้ระคายเคืองได้ ดังนั้น ต้องทำการทดลองอย่างระมัดระวังนะ ครับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ลักษณะเนื้อไก่	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
ปฏิกิริยาที่ 1		
ปฏิกิริยาที่ 2		
ปฏิกิริยาที่ 3		

คำถามหลังกิจกรรมการทดลอง

1. ลักษณะเนื้อไก่แบบใดที่ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกได้ดีที่สุด สังเกตได้จากสิ่งใด

.....

.....

2. ในกระบวนการย่อยในร่างกายของนักเรียนเริ่มต้นจากที่ใด และสามารถเกิดขึ้นได้ที่ใดบ้าง

.....

.....

3. นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด กรดไฮโดรคลอริกซึ่งมีอยู่ในกระเพาะอาหารของนักเรียน จึงไม่ทำปฏิกิริยาหรือย่อยเนื้อไก่ได้หมด ถึงแม้ว่านักเรียนจะบดเนื้อไก่ให้ละเอียดที่สุดแล้วก็ตาม

.....

.....

4. ถ้าหากนักเรียนเป็นวันเฉลิม นักเรียนจะแก้ไขปัญหาคารบดท่องดังกล่าวได้อย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

จากการทดลอง นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ถ้าหากนักเรียนทำการทดลองแล้วพบว่า ประสิทธิภาพในการย่อยของเอนไซม์ที่ไม่มีการบด สามารถย่อยได้ดีกว่า เนื้อเอนไซม์ละเอียด ทั้ง ๆ ที่ได้ควบคุมเวลาที่ใช้ และ ปริมาณไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการทดลองแล้ว นักเรียนคิดว่าลำยอนนั้นทำการทดลองในขั้นตอนใดผิดพลาด อย่างไร จึงทำให้ผลที่ได้ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้

.....

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่ามีเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันใดบ้างที่นักเรียนได้พบ และสามารถนำข้อสรุปที่ได้จากการทดลองไปใช้อธิบาย

.....

.....

.....



วิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2 เวลา 40 นาที

รายชื่อกลุ่ม

1. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....
2. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....
3. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....



ปฏิกิริยามีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2

สถานการณ์ชวนคิด ?

แอนนี่ อ่านหนังสือเล่มหนึ่งแล้ว พบว่าในการย่อยอาหารพวกโปรตีน นั้นสามารถเกิดได้ทั้งในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก แต่จะย่อยได้ดีในกระเพาะอาหารมากกว่าลำไส้เล็ก เมื่อศึกษาเพิ่มเติมจึงทำให้แอนนี่ทราบว่า pH ที่อยู่ในกระเพาะอาหารมีค่าประมาณ 1.0-2.0 และ pH ที่อยู่ในลำไส้เล็กมีค่าประมาณ 7.0-8.0



1. นักเรียนคิดว่าที่กระเพาะอาหารสามารถย่อยอาหารจำพวกโปรตีนได้ดีกว่าในลำไส้เล็ก เพราะเหตุใด
.....
2. ในการย่อยอาหารจำพวกโปรตีน จะสามารถย่อยได้ดีในสภาพความเป็นกรดเบสอย่างไร
.....
3. ในกระเพาะอาหารของนักเรียนมีค่า pH ประมาณ 1.0-2.0 นั้น มีความเข้มข้นของกรดเป็นอย่างไร
.....
4. ในลำไส้เล็กของนักเรียนมีค่า pH ประมาณ 7.0-8.0 นั้น มีความเข้มข้นของกรดเป็นอย่างไร
.....

5. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่าสาเหตุที่นักเรียนคาดการณ่นั้นถูกต้องหรือไม่
นักเรียนจะระบุตัวแปรเพื่อออกแบบการทดลองอย่างไร
ตัวแปรต้น ได้แก่

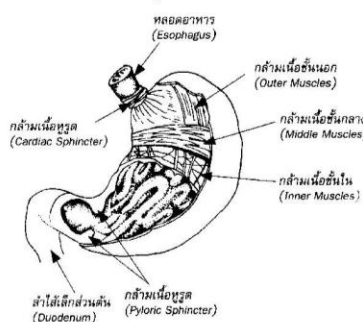
.....
ตัวแปรตาม ได้แก่

.....
ตัวแปรควบคุม

จากสถานการณ์ขวนคิด ? ถ้านักเรียนยังไม่แน่ใจ ว่าทำไมโปรตีนจึงย่อยในกระเพาะอาหารได้
ดีกว่าในลำไส้เล็ก ให้นักเรียนลองศึกษา ข้อมูลดังต่อไปนี้

การย่อยอาหาร

เมื่ออาหารถูกย่อยที่ปากโดยเอนไซม์อะไมเลส อาหารที่ยังไม่ถูกย่อยก็จะผ่านจากปากเข้า



ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของกระเพาะอาหาร

กักกระเพาะ และกรดไฮโดรคลอริกนี้จะออกมาเป็นเวลา โดยทั่วไปจะหลั่งออกมาก่อนถึงเวลา
ที่เราเคยรับประทานอาหารประมาณ 30 นาที เพื่อกระตุ้นเอนไซม์ให้ทำงานได้

หกลอดอาหารแล้วลงสู่กระเพาะอาหาร กระเพาะ
อาหารประกอบด้วยผนังหลายชั้น ชั้นในสุดจะมี
ต่อมสร้างน้ำย่อย ซึ่งเอนไซม์สำหรับย่อยโปรตีน
เช่น เพปซิน เรนิน โดยมีการไฮโดรคลอริกเข้า
มาช่วย ซึ่งกรดไฮโดรคลอริกที่ปล่อยออกมาใหม่ ๆ
มีความเข้มข้นมากสามารถทำลายเนื้อเยื่อต่าง ๆ
ภายในร่างกายได้ แต่กรดนี้จะไม่เป็นอันตรายต่อ
กระเพาะอาหาร ทั้งนี้เพราะผนังด้านในใน
กระเพาะจะมีเมือกเคลือบอยู่ เมือกนี้จะป้องกันกรด

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.(2556). ระเบียบอาหาร (ออนไลน์). สืบค้นจาก

<http://www.manager.co.th/celebonline>

[20 มกราคม 2557]



หลังจากนักเรียนได้ออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรแบบคร่าว ๆ
นั้น อาจจะได้ยากสักหน่อยใช่ไหมล่ะ ? ที่นี้เราลองมาดูซิว่า จะทำการ
ทดลองเพื่อหาคำตอบในห้องทดลองสามารถทำง่าย ๆ ได้อย่างไร ?

ถ้าเราสมมติให้ อาหารประเภทโปรตีนนั้น คือ เนื้อไก่
แล้วกรดที่เกิดในกระเพาะอาหารนั้น คือ กรดไฮโดรคลอริก

ซึ่งเราจะทำการทดลองเพื่อหาว่าความเข้มข้นของสารส่งผลต่อการ
เกิดปฏิกิริยาหรือไม่ อย่างไร

ก่อนที่เราจะออกแบบขั้นตอนการทดลอง จากตัวอย่างที่สมมติให้
พอมจะตั้งสมมติฐานการทดลองและออกแบบการทดลองจากข้อมูลที่ให้ได้กัน

คำถามก่อนการทดลอง

1. สมมติฐานของการทดลองนี้เป็นอย่างไร

.....
.....

2. นักเรียนจะระบุตัวแปรเพื่อ ออกแบบการทดลองในห้องทดลองอย่างไร

ตัวแปรต้น ได้แก่

.....

ตัวแปรตาม ได้แก่

.....

ตัวแปรควบคุม ได้แก่

.....

หลังจากที่นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรต่าง ๆ แล้ว
เห็นรีเปิ้ลว่าแอบบอกใบ้อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้แล้วด้วย ที่นี้นักเรียนลองบอกขั้นตอน
ได้หรือยังเอ่ย จะทำอย่างไรดี ?



อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. กรดไฮโดรคลอริก(HCl) ความเข้มข้น 0.5 mol/dm ³	30	cm ³
2. กรดไฮโดรคลอริก(HCl) ความเข้มข้น 1 mol/dm ³	30	cm ³
3. กรดไฮโดรคลอริก(HCl) ความเข้มข้น 3 mol/dm ³	30	cm ³
4. เนื้อไก่	15	กรัม
5. บีกเกอร์	3	ใบ
6. นาฬิกาจับเวลา	1	เรือน

ขั้นตอนการทดลอง

1. นำเนื้อไก่ใส่ลงไปในกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ดังข้อมูลตารางออกแบบการทดลอง

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นและปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้

บีกเกอร์	ความเข้มข้นกรด HCl (mol/dm ³)	ปริมาณ HCl (cm ³)
บีกเกอร์ที่ 1		
บีกเกอร์ที่ 2		
บีกเกอร์ที่ 3		



จากตารางที่ 1 ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก เราจะกำหนดให้มีความเข้มข้นเท่ากัน
หรือแตกต่างกัน? ถ้ายังไม่ออกให้ลองกลับไปดูสิ่งที่นักเรียนออกแบบการทดลอง ว่าเรา
ต้องการให้สิ่งใดในการทดลองนี้ที่แตกต่างกันเอ่ย ?

ในห้องทดลองของเรามี ความเข้มข้น ของกรดไฮโดรคลอริก
0.5 mol/dm³ 1 mol/dm³ และ 3 mol/dm³

นักเรียนจะเลือกใช้ความเข้มข้นเท่าไรดีนะ ? และแต่ละบีกเกอร์จะใช้ความเข้มข้นของ
กรดไฮโดรคลอริกเท่ากันหรือไม่ ?



ถ้าพร้อมแล้ว ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ได้เลย

*** แต่อย่าลืมว่ากรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ ถ้าถูกผิวหนังจะทำให้ระคายเคืองได้ ดังนั้น ต้องทำการทดลองอย่างระมัดระวังนะ ครับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ลักษณะเนื้อไก่	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
บีกเกอร์ที่ 1		
บีกเกอร์ที่ 2		
บีกเกอร์ที่ 3		

คำถามหลังกิจกรรมการทดลอง

1. กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นเท่าใดที่ทำปฏิกิริยากับเนื้อไก่ได้ดีที่สุด สังเกตได้จากสิ่งใด

.....

.....

2. ถ้านักเรียนใช้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นไปอีก เป็น 6 mol/dm^3 นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่นักเรียนทดลองได้

.....

.....

3. ถ้าหากนักเรียนเป็นแอนนี นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไรว่า เพราะเหตุใดกระเพาะอาหารนั้น จึงสามารถย่อยอาหารจำพวกโปรตีนได้ดีกว่าในลำไส้เล็ก

.....

.....



ถ้าพร้อมแล้ว ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ได้เลย

*** แต่อย่าลืมว่ากรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ ถ้าถูกผิวหนังจะทำให้
ระคายเคืองได้ ดังนั้น ต้องทำการทดลองอย่างระมัดระวังนะ
ครับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ลักษณะเนื้อไก่	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
บีกเกอร์ที่ 1		
บีกเกอร์ที่ 2		
บีกเกอร์ที่ 3		

คำถามหลังกิจกรรมการทดลอง

1. กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นเท่าใดที่ทำให้ปฏิกิริยากับเนื้อไก่ได้ดีที่สุด สังเกตได้จากสิ่งใด

.....

.....

2. ถ้านักเรียนใช้ความเข้มข้นเพิ่มขึ้นไปอีก เป็น 6 mol/dm^3 นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองที่นักเรียนทดลองได้

.....

.....

3. ถ้าหากนักเรียนเป็นแอนนี นักเรียนจะอธิบายได้อย่างไรว่า เพราะเหตุใดกระเพาะอาหารนั้น จึงสามารถย่อยอาหารจำพวกโปรตีนได้ดีกว่าในลำไส้เล็ก

.....

.....

จากการทดลอง นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ถ้าหากนักเรียนทำการทดลองแล้วพบว่า ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริก เท่ากับ 0.5 mol/dm^3 นั้นสามารถย่อยเนื้อไก่ได้ดีกว่า ความเข้มข้นของ กรดไฮโดรคลอริก 3 mol/dm^3 ทั้ง ๆ ที่ได้ควบคุมเวลาที่ใช้ ปริมาณของไก่ และ ลักษณะของเนื้อไก่ที่ใช้ในการทดลองแล้ว นักเรียนคิดว่าเนส นั้นทำการทดลองในขั้นตอนใดผิดพลาด อย่างไร จึงทำให้ผลที่ได้ไม่เป็นไปตามที่นักเรียนคาดไว้

.....

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่ามีเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันใดบ้างที่นักเรียนได้พบ และสามารถนำข้อสรุปที่ได้จากการทดลองไปใช้อธิบาย

.....

.....

.....



วิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

เวลา 40 นาที

รายชื่อกลุ่ม

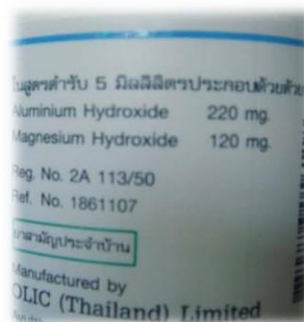
1. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....
2. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....
3. ชื่อ..... เลขที่.....ชั้นม.2/.....



ปฏิกริยาเคมีในชีวิตประจำวัน

สถานการณ์ชวนคิด ?

ร้อยตาวมักจะมีอาการแสบท้องอย่างเสมอ ๆ เมื่อไปพบแพทย์แพทย์วินิจฉัยว่าร้อยตาว เป็นโรคกระเพาะอาหาร และให้ยาลดกรดมารับประทานซึ่งมีฉลากข้างขวดยาลดกรดเป็นดังนี้



1. จากผลข้างขวดของยาลดกรด พบว่ามีสารประกอบใดเป็นหลัก

.....

2. นักเรียนคิดว่าสารประกอบหลักที่มีอยู่ในยาลดกรดนี้จะมีสมบัติอย่างไร (กรด, กลาง, เบส) ที่จะสามารถลดกรดในกระเพาะอาหารของผู้ที่เป็นโรคกระเพาะอาหารได้

.....

3. ถ้าหากใช้สารที่มีสมบัติที่แตกต่างจากสมบัติของสารประกอบหลักที่มีอยู่ในยาลดกรดแล้ว นักเรียนคิดว่าผลที่ได้ในการเกิดปฏิกิริยาจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

4. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบเพื่อตอบคำถามที่ว่า ถ้าไม่ใช่สารที่มีสมบัติเหมือนกับสารประกอบหลักที่มีในยาลดกรดแล้วผลของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันหรือไม่นั้น

นักเรียนจะระบุตัวแปรเพื่อออกแบบการทดลองได้อย่างไร

ตัวแปรต้น ได้แก่

.....

ตัวแปรตาม ได้แก่

.....

ตัวแปรควบคุม ได้แก่

.....

จากสถานการณ์ชวนคิด ? ถ้านักเรียนยังไม่แน่ใจ ว่าสารเคมีที่เป็นสารประกอบหลักในยาลดกรดมีสมบัติเป็นอย่างไร

ให้นักเรียนลองอ่าน ข้อมูล ที่ครูให้ต่อไปนี้

ยาลดกรด เป็นยาที่ใช้ลดกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะอาหาร

ประเภทของยาลดกรด

ยาลดกรดแบ่งตามสมบัติและรูปร่างทางเคมี แบ่งได้ 2 ประเภทดังนี้

1. ยาลดกรดประเภทที่มีคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ
2. ยาลดกรดประเภทที่มีไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบ

1. ยาลดกรดประเภทที่มีคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบ

เป็นชนิดที่ออกฤทธิ์ลดกรดได้ดี และถูกดูดซึมได้ดี แต่ไม่เหมาะสำหรับเพื่อหวังผลรักษาแผลในกระเพาะอาหาร เนื่องจากผลข้างเคียงของยา คือถ้าใช้ยาในระยะยาวจะทำให้เลือดในร่างกายมีความเป็นเบสสูง มีผลทำให้เกิดอาการคลื่นเหียน วิงเวียน อาเจียน อ่อนเพลีย และท้องผูก ทำให้แน่นท้อง ท้องอืด เนื่องจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากปฏิกิริยากับกรดในกระเพาะอาหารจึงมีผู้นิยมใช้น้อย

2. ยาลดกรดประเภทที่มีไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบ

เป็นชนิดที่ออกฤทธิ์ลดกรดได้น้อยและดูดซึมได้น้อย เช่น

1. อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ เป็นสาระสำคัญของยาลดกรดที่นิยมใช้ทั่วไป เนื่องจากดูดซึมได้น้อย ผลข้างเคียงน้อย นอกจากทำให้ท้องผูก และยังใช้ในผู้ป่วยโรคไตพิการเรื้อรังได้ แต่ถ้าใช้ระยะยาวอาจมีปัญหาการสะสมของอะลูมิเนียมได้ อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์มีชื่อเรียกทางการค้าต่างกัน เช่น อะลูครอกซ์ อะลัมมิลค์

2. แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นยาลดกรดได้ดี ออกฤทธิ์ได้เร็วกว่าอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในกรดได้ดี ขับออกทางไต นิยมใช้กันแพร่หลาย ผลข้างเคียงน้อย คือทำให้เกิดอุจจาระร่วง

***ยาลดกรดประเภทที่มีไฮดรอกไซด์เป็นองค์ประกอบมีปฏิกิริยากับกรดในกระเพาะอาหาร



ในกระเพาะอาหารของคนเรามีกรดไฮโดรคลอริก (กรดเกลือ) มีค่า pH ประมาณ 1.6-1.8 ซึ่งทำหน้าที่ช่วยให้เอนไซม์เปปซิน ในกระเพาะอาหารทำงานได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นนักเรียนต้องรับประทานอาหารให้เป็นเวลาเนื่องจากถึงเวลาอาหารกระเพาะอาหารจะปล่อยกรดไฮโดรคลอริกและเอนไซม์เปปซินออกมาเพื่อย่อยอาหารถ้าไม่มีอาหารให้อยู่ก็จะทำให้เกิดภาวะมีกรดและเอนไซม์เปปซินในร่างกายเกินไปจนทำให้เกิดการระคายเคืองในเยื่ออุกระเพาะอาหาร เป็นเหตุให้เยื่อกระเพาะอาหารเป็นแผลได้

***ยาลดกรดทุกชนิดมีสมบัติเป็นเบส มีค่า pH ประมาณ 8-9

เอกสารอ้างอิง

พิศมัย พานโสม. (2551). ยทที่ได้จากการสังเคราะห์ 2" (ออนไลน์). สืบค้นจาก <http://www.gotoknow.org/posts/217525>

[20 มกราคม 2557]



หลังจากนักเรียนได้ออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรแบบคร่าว ๆ แล้วนั้น อาจจะทำยังมองภาพไม่เห็นชัดเจนใช้ใหม่ว่าจะทำการทดลองอย่างไรดี ?

ที่นี้เราลองมาดูซิว่า ถ้าจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบในห้องทดลองสามารถทำง่าย ๆ ได้อย่างไร ?

ถ้าเราใช้

1. แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ เป็นตัวแทนของสารที่มีสมบัติเป็นเบสที่มีอยู่ยาลดกรด
2. น้ำ เป็นตัวแทนของสารมีสมบัติความเป็นกลาง
3. ใช้กรดไฮโดรคลอริก เป็นตัวแทนของสารมีสมบัติความเป็นกรด และเป็นกรดที่มีอยู่ในกระเพาะอาหารด้วย

ดังนั้นก่อนที่เราจะออกแบบขั้นตอนการทดลอง จากตัวอย่างที่สมมติให้พอจะตั้งสมมติฐานการทดลองและออกแบบการทดลองจากข้อมูลที่ได้กันใหม่เอ๋ย ?

คำถามก่อนการทดลอง

1. สมมติฐานของการทดลองนี้เป็นอย่างไร

.....

2. นักเรียนจะระบุตัวแปรเพื่อ ออกแบบการทดลองในห้องทดลองอย่างไร
ตัวแปรต้น ได้แก่

.....

ตัวแปรตาม ได้แก่

ตัวแปรควบคุม ได้แก่

หลังจากที่นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรต่าง ๆ แล้ว เห็นรีเปิ้ลว่าแอบบอกใบ้อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้แล้วด้วย ที่นี้นักเรียนลองบอก ขั้นตอนได้หรือยังเอ่ย จะทำอย่างไรดี ?



อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

- | | | |
|-------------------------|-----|-----------------|
| 1. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) | 120 | cm ³ |
| 2. แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ | 30 | cm ³ |
| 3. น้ำ | 30 | cm ³ |
| 4. บีกเกอร์ | 3 | ใบ |
| 5. กระดาษลิตมัส | 3 | แผ่น |

ขั้นตอนการทดลอง

- ใส่สารในปริมาณและความเข้มข้นดังต่อไปนี้

กระบอกตวง	ความเข้มข้นกรด HCl (mol/dm ³)	ปริมาณกรด HCl (cm ³)	สารที่ผสม	ปริมาณของสารที่ผสม	
กระบอกตวงใบที่ 1			ผสมกับ		
กระบอกตวงใบที่ 2				ผสมกับ	
กระบอกตวงใบที่ 3				ผสมกับ	



มาดูตารางช่องแรกกันเลย จะใส่กรดที่มีความเข้มข้นเท่าไร?

นักเรียนอย่าลืมนะว่ากรดในที่นี้เราจะแทนถึงกรดไฮโดรคลอริกที่มีอยู่ในกระเพาะอาหาร ถ้าในกระเพาะ เรามีความเข้มข้นของกรดประมาณ $0.1 - 0.2 \text{ mol/dm}^3$

แต่ในห้องทดลองของเรามี ความเข้มข้น ของกรดไฮโดรคลอริก 0.5 mol/dm^3 1 mol/dm^3 และ 3 mol/dm^3

นักเรียนจะเลือกใช้ความเข้มข้นเท่าไร ? ที่จะใกล้เคียงกับกรดที่มีอยู่ในห้องทดลอง และแต่ละปีเกอร์จะใช้ความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกเท่ากันหรือไม่ ?

แล้วเราจะใช้ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกเท่าไร ?

ถ้าการทดลองนี้ครูกำหนดให้ใช้ กรดไฮโดรคลอริกเท่ากับ 30 cm^3 แล้ว ในทุก ๆ กระบอกตวงจะต้องใส่ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกเท่ากันหรือไม่ ?

คิดได้แล้วก็ใส่ปริมาณของกรดไฮโดรคลอริกที่ใส่ลงไปในการทดลองได้เลย



สำหรับที่สารที่เราจะผสมนั้นนักเรียนจะใส่สารอะไรลงไป จากคำถามที่ว่า

“ถ้าใช้สารที่มีสมบัติไม่เหมือนกับสารประกอบหลักที่มีในยาลดกรดแล้วผลของปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร”

สารที่จะผสมกับกรดไฮโดรคลอริกที่อยู่ในกระเพาะอาหาร จะต้องเป็นสารที่มีสมบัติแตกต่างกันหรือไม่ ?

ถ้าแตกต่างกัน จะใช้สารอะไรดี อย่าลืมว่าเราใช้

1. **แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์** เป็นตัวแทนของสารที่มีสมบัติเป็นเบสที่มีอยู่ยาลดกรด
2. **น้ำ** เป็นตัวแทนของสารที่มีสมบัติความเป็นกลาง
3. **ใช้กรดไฮโดรคลอริก** เป็นตัวแทนของสารที่มีสมบัติความเป็นกรด

และในตารางช่องสุดท้าย ปริมาณของสารที่เราจะผสมลงไปละ เป็นอย่างไร

ถ้าการทดลองนี้ครูกำหนดให้ใช้ สารต่าง ๆ ที่ผสมในปริมาณ 30 cm³ แล้ว ในทุก ๆ กระบอกตวงจะต้องใส่สารต่าง ๆ ที่ผสมในปริมาณที่เท่ากันหรือไม่ ?

คิดได้แล้วก็ใส่ปริมาณของสารที่ผสมกับกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ลงในตารางได้เลย



นักเรียนเคยเรียนเรื่องสารละลายแล้ว กระดาษลิตมัสมีไว้ทำอะไร ?

.....

เมื่อทดสอบแล้ว

สารใดที่มีสมบัติเป็นเบส กระดาษลิตมัสจะเปลี่ยนสีจากสี เป็นสี

สารใดที่มีสมบัติเป็นกรด กระดาษลิตมัสจะเปลี่ยนสีจากสี เป็นสี

สารใดที่มีสมบัติเป็นกลาง กระดาษลิตมัสจะ



ถ้าพร้อมแล้ว ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ได้เลย

*** แต่อย่าลืมว่ากรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ ถ้าถูกผิวหนังจะทำให้ระคายเคืองได้ ดังนั้น ต้องทำการทดลองอย่างระมัดระวังนะครับ

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	สมบัติของสาร (กรด, กลาง, เบส)		
	ก่อนการทดลอง		หลังการทดลอง
	HCl	สารที่ผสม	
กระบอกดวงที่ 1			
กระบอกดวงที่ 2			
กระบอกดวงที่ 3			

คำถามหลังกิจกรรมการทดลอง

1. จากการทดลองเมื่อใช้สารที่มีสมบัติต่าง ๆ ทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกแล้ว สารผสมที่ได้หลังจากการทดลองมีสมบัติเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. ในกระบอกดวงใด ที่เสมือนเป็นการจำลองการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารที่อยู่ในยาลดกรดกับกรดที่อยู่ในกระเพาะอาหาร แล้วสารหลังผสมมีสมบัติเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

3. ถ้าหากว่าเปลี่ยนการทดลองจาก แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ เป็น อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นสารประกอบหลักที่มีอยู่ในยาลดกรดเช่นกัน นักเรียนคิดว่าสารผสมหลังจากการทดลองนี้ จะได้ผลการทดลองเหมือนหรือแตกต่างจากการใช้อะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

4. ดังนั้น นักเรียนพอจะสรุปได้หรือไม่ว่า เมื่อร้อยดาวเป็นโรคกระเพาะอาหารแล้ว ทำไมแพทย์จึงต้องให้ยาลดกรดมารับประทานด้วย จงอธิบาย

.....

.....

.....

จากการทดลอง นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ถ้าหากนักเรียนทำการทดลองแล้วพบว่า เมื่อทดสอบสารผสมที่ได้หลังจากการผสมสารในกระบอก
ดวงกระบอกที่ 1 ด้วยกระดาษลิตมัสแล้ว กระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน นักเรียนคิดว่า
เวียงแก้วนั้นทำการทดลองในขั้นตอนใด ผิดพลาดอย่างไร จึงทำให้ผลที่ได้ไม่เป็นไปตามที่
คาดไว้

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่ามีเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันใดบ้างที่นักเรียนได้พบ และสามารถนำข้อสรุปที่ได้จาก
การทดลองไปใช้อธิบายได้

.....

.....

.....

.....



วิชา วิทยาศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

กิจกรรมการทดลอง เรื่อง สารที่ใช้ในการทำความสะอาด

เวลา 40 นาที

รายชื่อกลุ่ม

1. ชื่อ..... เลขที่..... ชั้นม.2/.....

2. ชื่อ..... เลขที่..... ชั้นม.2/.....

3. ชื่อ..... เลขที่..... ชั้นม.2/.....



สารที่ใช้ในการทำความสะอาด

สถานการณ์ชวนคิด ?

เมฆสังเกตเห็นว่า สบู่ แชมพูสระผม น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก
ต่างก็มีหน้าที่ในการทำความสะอาดแตกต่างกัน คือ กำจัดคราบ สิ่งสกปรกที่อยู่ตามร่างกาย
ตามภาชนะ หรือ เสื้อผ้า



1. นักเรียนคิดว่าสบู่ แชมพูสระผม น้ำยาล้างจาน และผงซักฟอก มีประสิทธิภาพในการทำความสะอาดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....
.....

2. ทรายความมันบนใบหน้า เส้นผม ทรายมันที่ติดอยู่ที่งานขาม หรือเสื้อผ้า ลักษณะเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

.....

3. ถ้านักเรียนต้องการทดสอบว่าสาเหตุที่นักเรียนคาดการณ์นั้นถูกต้องหรือไม่ นักเรียนจะระบุตัวแปรเพื่อออกแบบการทดลองอย่างไร
ตัวแปรต้น ได้แก่

.....

ตัวแปรตาม ได้แก่

.....

ตัวแปรควบคุม ได้แก่

.....

จากสถานการณ์ชวนคิด ? ถ้านักเรียนยังไม่แน่ใจ ว่าทรายความมันบนใบหน้า เส้นผม ทรายสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ที่ภาชนะ หรือ เสื้อผ้า ต่างก็มีลักษณะอย่างไร

ให้นักเรียนลองอ่าน ข้อมูลดังต่อไปนี้

สารทำความสะอาด คือ สารที่ช่วยให้สิ่งสกปรกหลุดจากวัสดุที่ต้องการทำความสะอาด

สารในกลุ่มทำความสะอาด ได้แก่ สบู่ น้ำยาล้างจาน แชมพูสระผม และ ผงซักฟอก

สารเหล่านี้สามารถทำงานได้ เนื่องจากมีโครงสร้างทางเคมีของสารลดแรงตึงผิว ซึ่งประกอบด้วย

1. ส่วนที่ละลายในน้ำ
2. ส่วนที่ละลายในไขมัน

เนื่องจากทรายสกปรกส่วนมากมักมีไขมันเป็นส่วนประกอบ ดังนั้นขี้ที่ละลายในไขมันจะจับกับไขมันและสามารถดึงทรายสกปรกออกจากวัสดุที่เปราะเปื้อน

ส่วนประกอบของสารทำความสะอาดแต่ละชนิด เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

1. สบู่

สบู่จะเกิดตะกอนไอออนในน้ำกระด้างทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการใช้สบู่ จึงได้มีการสังเคราะห์สารอื่นใช้ชำระล้างซักฟอกได้เช่นเดียวกับสบู่ สารสังเคราะห์นั้นก็คือ ผงซักฟอก ซึ่งไม่ตกตะกอนในน้ำกระด้าง

2. แชมพูสระผม

ผลิตภัณฑ์ สำหรับทำความสะอาดเส้นผมและหนังศีรษะ

ส่วนประกอบของแชมพูสระผม ยกตัวอย่างเช่น สารลดแรงตึงผิว สารเพิ่มฟอง สารทำให้เกิดความชุ่มหรือความทึบแสง สารสกัดจากพืชและสัตว์ซึ่งเป็น สารช่วยบำรุงเส้นผม หรือ ช่วยบำรุงหนังศีรษะ น้ำหอม หรือ สารให้กลิ่นหอม สี สารเติมแต่งเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติอื่นๆ เป็นต้น



3. น้ำยาล้างจาน

น้ำยาล้างจานมีส่วนประกอบคล้ายสารซักฟอกสังเคราะห์ แต่เลือกใช้สารลดแรงตึงผิวที่ใช้กับวัสดุที่ละเอียดอ่อน คือ ชนิดที่มีสองประจุ และใส่น้ำหอมให้แตกต่างออกไป



4. ผงซักฟอก

ส่วนประกอบของผงซักฟอก

1. บิลเดอร์ ฟอสเฟตปนประมาณ 30-50% มีประโยชน์และทำหน้าที่ดังนี้
 - ทำให้น้ำมีสภาพเป็นเบส เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายได้ดี
 - ฟอสเฟตจะรวมตัวกับไอออนของโลหะในน้ำกระด้างเป็นสารเชิงซ้อน ทำให้ไอออนของโลหะในน้ำกระด้างไม่สามารถขัดขวางการกำจัดสิ่งสกปรกของผงซักฟอกได้
2. สารลดแรงตึงผิว เป็นสารที่ใช้ชำระล้างสิ่งสกปรกทั้งหลายได้ ได้แก่ เกลือโซเดียม แอลคิล- ซัลโฟเนต โซเดียมแอลคิลเบนซีสัลโฟเนต ผสมอยู่ประมาณ 30%

ผลเสียที่เกิดจากการใช้ผงซักฟอก ทำให้เกิดมลภาวะของน้ำ คือ สารพวกฟอสเฟตเป็นปุ๋ยจากผงซักฟอกเมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ จะทำให้พืชน้ำเจริญเติบโต รวดเร็ว ทำให้ขวางทางคมนาคมทางน้ำ ทำลายทัศนียภาพ ทำให้ออกซิเจน ละลายน้ำไม่ได้ สิ่งมีชีวิต ขาดออกซิเจน ตายได้ และพืชน้ำเกิดมาก อาจตายเน่า ทำให้น้ำเสีย

เอกสารอ้างอิง

1. จรรยา อัครศรีพงษ์ธร และ โพธิกุล วีริญญวงษ์. (2553). สารซักล้าง (ออนไลน์). สืบค้นจาก <http://158.108.70.5/e-book/oila/us.html>

[20 มกราคม 2557]

2. ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และของเสียอันตราย. (2553). ฉลาดใช้ผลิตภัณฑ์ : เกี่ยวกับสารเคมี (ออนไลน์). สืบค้นจาก <http://www.chemtrack.org/EnvForKids/content.asp?ID=145> [20 มกราคม 2557]



หลังจากนักเรียนได้ออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรแบบคร่าว ๆ แล้ว
ทีนี้เราลองมาดูซิว่า ถ้าจะทำการทดลองเพื่อหาคำตอบในห้องทดลองสามารถทำง่าย ๆ
ได้อย่างไร ?

ถ้าเราสมมติให้

คราบไขมัน/น้ำมันที่ติดอยู่ตามร่างกาย เส้นผม จานชาม และ เสื้อผ้า นั้น แทนด้วย
น้ำมัน

ดังนั้นอย่าลืมว่าเวลาที่เราจะทำความสะอาดคราบต่าง ๆ เรามักจะนำ สบู่ แชมพู น้ำยา
ล้างจาน และผงซักฟอก มาผสมน้ำก่อนด้วย

คำถามก่อนการทดลอง

1. สมมติฐานของการทดลองนี้เป็นอย่างไร

.....
.....

2. นักเรียนจะระบุตัวแปรเพื่อ ออกแบบการทดลองในห้องทดลองอย่างไร

ตัวแปรต้น ได้แก่

.....
ตัวแปรตาม ได้แก่

.....
ตัวแปรควบคุม ได้แก่

.....

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้

1. สารละลายสบู่	3	cm ³
2. สารละลายน้ำยาล้างจาน	3	cm ³
3. สารละลายชมพูระดม	3	cm ³
4. สารละลายผงซักฟอก	3	cm ³
5. น้ำมัน	12	cm ³
5. หลอดทดลอง	4	หลอด

หลังจากที่นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยการระบุตัวแปรต่าง ๆ แล้ว
เห็นหรือเปล่าว่่าแอบบอกใบ้อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้แล้วด้วย ที่นี้นักเรียนลองบอกขั้นตอน
ได้หรือยังเอ่ย จะทำอย่างไรดี ?

**ขั้นตอนการทดลอง**

- ใส่สารในปริมาณดังต่อไปนี้

หลอดทดลอง	ปริมาณน้ำมัน (cm ³)
หลอดทดลองที่ 1	
หลอดทดลองที่ 2	
หลอดทดลองที่ 3	
หลอดทดลองที่ 4	

ผสมกับ

ผสมกับ

ผสมกับ

สารที่ใช้ ในการทำความสะอาด	ปริมาณของสาร ที่ใช้ทำความสะอาด (cm ³)



ปริมาณของน้ำมันที่เราให้เป็นตัวแทนของคราบน้ำมัน คราบสกปรกที่ติดอยู่ตามร่างกาย เส้นผม เสื้อผ้าและจานชาม
นักเรียนคิดว่า ปริมาณที่ใช้จะเท่ากันหรือไม่ ?
แล้วถ้าต้องใช้ใส่ในลงในหลอดทดลองแต่ละหลอดเท่ากันแล้ว จะใส่หลอดละเท่าไร ?

(สังเกตว่า อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในที่นี้เราต้องใช้ น้ำมันในการทดลองนี้มีทั้งหมด 12 cm^3 ด้วยกัน)

สำหรับสารที่ใช้ในการทำความสะอาด

จากคำถามการทดลอง เราต้องการทราบว่า สารที่ใช้ในการทำความสะอาดที่ต่างกัน จะมีประสิทธิภาพในการทำสะอาดต่างกันหรือไม่

ดังนั้น เราควรจะใช้สารที่เหมือนหรือต่างกันนะ
แล้วเราจะใช้สารที่ใช้ทำความสะอาดอะไรบ้าง ?

และจะใช้ปริมาณของสารละลายที่ใช้ทำความสะอาดนั้น ควรจะกำหนดให้มีปริมาณเท่ากันหรือไม่ ?



2. เขย่าสารละลายในแต่ละหลอดให้เข้ากัน สังเกตผลที่เกิดขึ้นและบันทึกผลลงในตารางบันทึกผลการทดลอง



ถ้าพร้อมแล้ว ทำการทดลองตามแผนที่วางไว้ได้เลย

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ผลการทดลองที่เกิดขึ้น	
	ก่อนเขย่า	หลังเขย่า
หลอดทดลองที่ 1		
หลอดทดลองที่ 2		
หลอดทดลองที่ 3		
หลอดทดลองที่ 4		

คำถามหลังกิจกรรมการทดลอง

1. หลังจากเขย่าสารในแต่ละหลอดทดลองให้เข้ากันแล้วนั้น ผลการทดลองที่เกิดขึ้นเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2. จากการทดลอง นักเรียนพบว่าประสิทธิภาพในการทำความสะอาดเป็นไปเช่นนั้นแล้ว คือมี ประสิทธิภาพในการทำงานที่คล้ายคลึงกัน แต่เพราะเหตุใดสารที่ใช้ทำความสะอาดแต่ละชนิดจึงมี หน้าที่ในการทำความสะอาดผลิตภัณฑ์แตกต่างกัน

.....

.....

.....

.....

3. ถ้านักเรียนเป็นเมฆ นักเรียนจะตอบคำถามการทดลองนี้ได้ว่าอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

จากการทดลอง นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

ถ้าหากนักเรียนทำการทดลองแล้วพบว่า มีบางหลอดทดลองที่ให้ผลไม่เหมือนกับหลอดทดลองอื่น คือ มีลักษณะการไม่เข้ากันของน้ำมันและสารละลายที่ใช้ทำความสะอาด นักเรียนคิดว่าหมอกนั้นทำการทดลองในขั้นตอนใดผิดพลาด ผิดพลาดอย่างไร จึงทำให้ผลที่ได้ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้

.....

.....

.....

.....

นักเรียนคิดว่ามีเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันใดบ้างที่นักเรียนได้พบ และสามารถนำข้อสรุปที่ได้จากการทดลองไปใช้อธิบาย

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการ เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 1
รายวิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ โรงเรียน
รายวิชา วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ โรงเรียน
ผู้ประเมิน

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
1. วางแผน/ตั้งสมมติฐาน	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานการทดลองที่เข้าใจง่าย และแนวทางการทดลองที่ตรงประเด็นได้ และสามารถตรวจสอบได้ด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการ	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐานการทดลองที่แนะแนวทางการทดลองที่ตรงประเด็นได้ แต่ยังไม่สามารถตรวจสอบได้ด้วยการทดลองในห้องปฏิบัติการ	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานการทดลองได้ หรืออาจทำการทดลองเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์หรือปัญหาที่ตั้งไว้ได้	พิจารณาจากใบงานกิจกรรมการทดลองในส่วนของตารางออกแบบการทดลอง และการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
2. การวางแผน/ออกแบบการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้ถูกต้องทั้งหมด <input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถออกแบบการทดลอง ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน <input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้ถูกต้องบางส่วน	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถออกแบบการทดลอง ได้ถูกต้องเลย <input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถระบุตัวแปรต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	พิจารณาจากใบงานกิจกรรมการทดลอง ในส่วนของตารางออกแบบการทดลอง และการระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม
3. การปฏิบัติตามการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานทั้งหมดทุกชิ้น <input type="checkbox"/> สามารถใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้องตามหลักการใช้งานทั้งหมด	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานบางส่วน <input type="checkbox"/> สามารถใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้องตามหลักการใช้งานบางส่วน	<input type="checkbox"/> นักเรียนเลือกใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้ไม่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน <input type="checkbox"/> สามารถไม่ใช้อุปกรณ์แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้องตามหลักการใช้งาน	พิจารณาจากขณะที่นักเรียนปฏิบัติตามการทดลอง
3. การปฏิบัติตามการทดลอง 3.2 ขั้นตอนการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้อย่างถูกต้อง	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้เป็นบางส่วน	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้	พิจารณาจากขณะที่นักเรียนปฏิบัติตามการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
3. การปฏิบัติกรทดลอง 3.3 ความคล่องการทำงาน	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างคล่องแคล่วมั่นใจ โดยไม่ต้องสอบถามหรือมองกลุ่มเพื่อนในระหว่างการปฏิบัติการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างคล่องแคล่วมั่นใจ แต่ยังต้องมีคำถามหรือมองกลุ่มเพื่อนในระหว่างการปฏิบัติการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถใช้อุปกรณ์การทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว และยังคงมีการสอบถามหรือมองกลุ่มเพื่อนในระหว่างการปฏิบัติการทดลอง	พิจารณาจากขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง
3. การปฏิบัติกรทดลอง 3.4 ความเป็นระเบียบ	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถจัดอุปกรณ์ให้มีความเป็นระเบียบ สะอาด อยู่ตลอดเวลาขณะที่ทำการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถจัดอุปกรณ์ให้มีความเป็นระเบียบ สะอาด เป็นบางครั้งคราว ขณะที่ทำการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถจัดอุปกรณ์ให้มีความเป็นระเบียบ สะอาด อยู่ตลอดเวลาขณะที่ทำการทดลอง	พิจารณาจากขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
3. การปฏิบัติการตลาด 3.4 ความเป็นระเบียบ	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถจัดพื้นที่ในการปฏิบัติการตลาดให้มีความเป็นระเบียบ สะอาด อยู่ตลอดเวลา ขณะที่ทำการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถจัดพื้นที่ในการปฏิบัติการตลาดให้มีความเป็นระเบียบ สะอาด เป็นบางครั้งคราว ขณะที่ทำการทดลอง	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถจัดพื้นที่ในการปฏิบัติการตลาดให้มีความเป็นระเบียบ สะอาด อยู่ตลอดเวลาขณะที่ทำการทดลอง	พิจารณาจากขณะที่นักเรียนปฏิบัติการตลาด
4. การวิเคราะห์ข้อมูล	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลองเพื่อใช้ในการตอบคำถามหลังกิจกรรมได้ถูกต้องทั้งหมด	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลองเพื่อใช้ในการตอบคำถามหลังกิจกรรมได้ถูกต้องเป็นบางส่วน	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลองเพื่อใช้ในการตอบคำถามหลังกิจกรรมได้ถูกต้อง	พิจารณาจากใบงานกิจกรรมการตลาด ในส่วนของคำถามหลังกิจกรรมการตลาด
5. การสรุปผลข้อมูล	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่ได้อย่างละเอียด ถูกต้องครบถ้วน	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่ได้อย่างละเอียด ถูกต้องครบถ้วนเป็นบางส่วน	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถสรุปผลจากการใช้ข้อมูลที่ได้อย่างถูกต้อง	พิจารณาจากใบงานกิจกรรมการตลาด ในส่วนของการสรุปผลการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับการปฏิบัติ/ผลการปฏิบัติ			หมายเหตุ
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)	
6. การประเมินผลที่ได้จากข้อมูล	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถประเมินกระบวนการปฏิบัติ การทดลองได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ว่าการทดลองผิดพลาด เนื่องมาจากสาเหตุใด และ เกิดความผิดพลาดอย่างไร	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถประเมินกระบวนการปฏิบัติ การทดลองได้อย่างถูกต้องแม้ยังให้เหตุผลไม่ชัดเจนว่าการทดลองผิดพลาดเนื่องมาจากสาเหตุใด และยังไม่สามารถ	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถประเมินกระบวนการปฏิบัติ การทดลองได้อย่างถูกต้องว่าเกิดจากความผิดพลาดอย่างไร	พิจารณาจากใบงาน กิจกรรมการทดลอง ในส่วนคำถามหลัง สรุปผลการทดลอง
7. การขยายความรู้	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถยกตัวอย่าง เหตุการณ์ที่สามารถนำผลสรุปที่ได้จากการทดลองไปอธิบายได้ 2 ตัวอย่าง ขึ้นไป	<input type="checkbox"/> นักเรียนสามารถยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่สามารถนำผลสรุปที่ได้จากการทดลองไปอธิบายได้อย่างน้อย 1 ตัวอย่าง	<input type="checkbox"/> นักเรียนไม่สามารถยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่สามารถนำผลสรุปที่ได้จากการทดลองไปอธิบายได้เลย	พิจารณาจากใบงาน กิจกรรมการทดลอง ในส่วนคำถามหลัง สรุปผลการทดลอง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนริรัชช์ ทองสะอาด เกิดเมื่อวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ.2532 สำเร็จการศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนมัธยมวัดหนองแขม กรุงเทพมหานคร และสำเร็จระดับชั้นปริญญาตรี จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาหลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา สาขาวิชามัธยมศึกษา-วิทยาศาสตร์ วิชาเอกเคมี เมื่อปีการศึกษา 2554 และเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2555 ปัจจุบันรับราชการครูในตำแหน่ง ครู ค.ศ.1 โรงเรียนวัดสังเวช สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาเขต 1

