



## รายงานการวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาโท เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Association between Students' Perception of their Actual and Preferred Chemistry laboratory Environment Inventory toward their Science Attitude at the Eleventh-Grade Level

วราภรณ์ กระตุตเงิน

**มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**

**[2559]**

**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม**

*(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
มหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559)*



## รายงานการวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาโท เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Association between Students' Perception of their Actual and Preferred Chemistry laboratory Environment Inventory toward their Science Attitude at the Eleventh-Grade Level

วราภรณ์ กระตุตเงิน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

[2559]

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ

มหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากอาจารย์ ดร. เนตรชนก จันทรสว่าง ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ต้นสกุล ศานติบุรณ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิราศ จันทรจิตร ประธานกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉันทิชย์ สาธิตานันต์ กรรมการสอบ

ขอขอบพระคุณ คณะอาจารย์คณะครุศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ประสบการณ์อันมีค่ายิ่ง และได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือผู้วิจัยด้วยดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. พรรณวิไล ชมชิต ประธานสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ

มหาสารคาม และขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. ประสงค์ สายหงส์ อาจารย์สาขาหลักสูตรการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือและได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งต่อผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ นายพิศิษฐ์ วรรณศรี ผู้อำนวยการ คณะครูโรงเรียนวาปีปทุม ที่ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีส่วนสำคัญทำให้งานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ ที่ให้การแลกเปลี่ยนแนวคิด และชี้แนะในการเรียนมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณครอบครัวกระตุตเงินที่ ให้กำลังใจและเป็นกำลังสำคัญในการวิจัยครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์จากการวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศ  
เพื่อบูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ที่ให้การอบรมสั่ง  
สอนให้มีสติปัญญาและคุณธรรมอันเป็นเครื่องชี้ความสำเร็จ  
ของชีวิต และผู้มีอุปการคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยสนับสนุนให้  
ผู้วิจัยประสบผลสำเร็จในการวิจัยครั้งนี้

วราภรณ์ กระจุดเงิน

**ชื่อเรื่อง** ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมใน ห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

**ผู้วิจัย** วราภรณ์ กระตุตเงิน

**อาจารย์ที่ปรึกษา** อาจารย์ ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง

**อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก**

ผศ.ดร. ต้นสกุล ศานติบุรณ์

อาจารย์

ที่ปรึกษาร่วม

**ปริญญา**

ค.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

**ปี พ.ศ.**

2559

## **บทคัดย่อ**

จุดประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมีกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง 2 ห้อง จำนวน 92 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมใน

ห้องปฏิบัติการเคมีและแบบประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยใช้  $t$ -test สหสัมพันธ์อย่างง่าย ของเพียร์สัน (Pearson Correlation) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ พหุคูณ และสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ ผลการวิจัยพบว่า

1. การประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัด สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึง ประสงค์ พบว่า โดยภาพรวมความต้องการของนักเรียนในแต่ละ ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด และการประเมินความคิดเห็นของ นักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการ เคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า โดย ภาพรวมในแต่ละด้านอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาที่ค่า คะแนนเฉลี่ยจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าสูงขึ้นตามลำดับทั้งโดยภาพรวมและรายด้าน แต่อย่างไรก็ตามค่าคะแนนเฉลี่ยทั้งสองครั้งยังต่ำกว่าค่า คะแนนเฉลี่ยของความต้องการของนักเรียนที่ประเมินจากการ จัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์

2. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ต่อการ จัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่ พึงประสงค์กับสภาพจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า ทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 กับเจตคติเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ พบว่า โดยภาพรวมทั้ง 5 ด้านมีความสัมพันธ์กับ เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือ สัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ของความสัมพันธ์ระหว่างการจัด สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่



ค

2 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.201 และ 0.544  
ตามลำดับ

**TITLE :** Association between Students' Perception of their Actual and Preferred Chemistry laboratory Environment Inventory toward their Science Attitude at the Eleventh-Grade Level

**AUTHOR :** Waraporn Kratudngern

**ADVISORS :** Dr. Natchanok Jansawang Major Advisor

Assist. Prof. Dr. Toansakul Santiboon Co-advisor

**Organization :** M.Ed. (Master of Science Education)

**Year :** 2016

## **ABSTRACT**

The aims of this research were to 1) assess students' perceptions of their actual and preferred chemistry laboratory classroom environment at the 11<sup>th</sup> Grade level, 2) to compare students' perceptions of their actual and preferred chemistry laboratory classroom environment at the 11<sup>th</sup> Grade level and 3) to associated between students' perceptions of their actual chemistry laboratory classroom environment and

their attitudes toward science. Samples were 92 students from 2 classrooms. The instruments used in study were using the Chemistry Laboratory Classroom Environment (CLEI) and The Test of Science-Related Attitude (TOSRA). Statistics used were average, standard deviation. Hypothesis testing were *t*-test, Pearson Correlation Analysis, Multiple correlation and Prediction Coefficient The study found that;

1. The assessment students' perceptions of their preferred chemistry laboratory classroom environment found that the students wanted each scales at most level. The assessment students' perceptions of the first and the second actual chemistry laboratory classroom environment found that each scales are good level. The mean scores of the first and the second actual chemistry laboratory classroom environment increase respectively, However The mean scores of the first and the second actual chemistry laboratory classroom environment were lower than the mean scores of preferred chemistry laboratory classroom environment;

2. Samples showed preferred learning environment opinions statistically higher than those the 1<sup>st</sup> 2<sup>nd</sup> and 3<sup>th</sup> actual phases at the 0.05 level; and

3. The Associations between students' perceptions of the first and the second actual chemistry laboratory classroom environment with their science attitudes indicated that there were relationships between 5 scales and their attitudes toward science. The Prediction Coefficient of associating between students' perceptions of the first and the second actual chemistry laboratory classroom environment with their science attitudes Equal 0.201 and 0.544, respectively.

# สารบัญ

## หน้า

กิตติกรรมประกาศ .....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ง
สารบัญ .....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ณ
สารบัญแผนภาพ .....	ญ
สารบัญแผนภูมิ .....	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ .....</b>	<b>1</b>
ภูมิหลัง .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	3
สมมติฐานการวิจัย .....	4
ขอบเขตการวิจัย .....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	6
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</b>	<b>7</b>
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 .....	7
บริบทของโรงเรียนวาปีปทุม .....	12
การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) .....	15

แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินความคิดเห็น	17
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมใน ห้องปฏิบัติการเคมี .....	19
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ .....	32
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ 44	
แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือวิจัยเพื่อประเมิน สภาพแวดล้อม	
ในชั้นเรียน .....	47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	53
กรอบแนวคิดในงานวิจัย .....	58
<b>บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....</b>	<b>60</b>
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	60
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	60
วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ .....	61
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	64
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	66
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	66
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัย .....</b>	<b>69</b>
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	69
ผลการวิจัย .....	70

<b>บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ</b> .....	78
วัตถุประสงค้การวิจัย .....	78
สรุปผลการวิจัย .....	78
อภิปรายผลการวิจัย .....	80
ข้อเสนอแนะ .....	83
<b>บรรณานุกรม</b> .....	84
บรรณานุกรมภาษาไทย .....	85
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ .....	89
<b>ภาคผนวก</b> .....	92
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ ..	93
ภาคผนวก ข เครื่องมือวิจัยประเมินความคิดเห็นต่อ การจัดสภาพแวดล้อม ในห้องปฏิบัติการเคมี (The CLEI) ..	113
ภาคผนวก ค เครื่องมือวิจัยประเมินเจตคติเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ (The TOSRA) .....	120
ภาคผนวก ง ใบขออนุญาตให้ผู้วิจัยทดลองใช้ เครื่องมือและ ผู้วิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยใบขออนุญาตให้ เข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย .....	123

ภาคผนวก จ คุณภาพเครื่องมือของงานวิจัย .. 126

ประวัติผู้วิจัย ..... 136



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงการรายงานผลการสอบ O-NET ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวาปีปทุม .....	14
3.1 แสดงค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค ของเครื่องมือวิจัย CLEI ตามสภาพที่เป็นจริง และตามสภาพที่พึงประสงค์ .....	63
3.2 แสดงค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายชื่อของ เครื่องมือวิจัย CLEI ตามสภาพที่เป็นจริง และตามสภาพที่พึงประสงค์ .....	63
3.3 แสดงค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายชื่อของ เครื่องมือวิจัย TOSRA .....	64
4.1 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการจัดสภาพ แวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านต่าง ๆ ตาม สภาพที่พึงประสงค์ และตามสภาพที่เป็นจริง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 .....	70
4.2 ความสัมพันธ์ของความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ใน ห้องปฏิบัติการเคมีระหว่าง การรับรู้ที่เป็นจริงกับที่พึงประสงค์ .....	73
4.3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ แบบประเมินเจตคติ	

เกี่ยวกับวิทยศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการจัด สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใน	
ห้องปฏิบัติการเคมี (TOSRA) .....	74
4.4ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใน ห้องปฏิบัติการเคมีตาม	
สภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยศาสตร์ใน การเรียนรู้ของนักเรียน	
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครั้งที่ 2 .....	76
4.5ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใน ห้องปฏิบัติการเคมีตาม	
สภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยศาสตร์ใน การเรียนรู้ของนักเรียน	
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครั้งที่ 3 .....	77
จ-1แสดงค่า Cronbach's Alpha และค่าความตรงเชิงจำแนก ของเครื่องมือวิจัย CLEI	
ตามสภาพที่เป็นจริง .....	127
จ-2แสดงค่า Cronbach's Alpha และค่าความตรงเชิงจำแนก ของเครื่องมือวิจัย CLEI	
ตามสภาพที่พึงประสงค์ .....	128
จ-3แสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายชื่อของ เครื่องมือวิจัย CLEI	
ตามสภาพที่เป็นจริง .....	129
จ-4แสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายชื่อของ เครื่องมือวิจัย CLEI	

ตามสภาพที่ฟังประสงค์ .....	131
จ-5แสดงค่าการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายชื่อของ เครื่องมือวิจัย	
TOSRA .....	133
จ-6แสดงค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค ของเครื่องมือวิจัย CLEI ตามสภาพที่	
ฟังประสงค์ และตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	
134	
จ-7แสดงค่าการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายชื่อของ เครื่องมือวิจัย CLEI	
ตามสภาพที่เป็นจริง และตามสภาพที่ฟังประสงค์ .....	135

## สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่  
หน้า

2.1 .....	กรอบแนวคิดในงานวิจัย
58	
ก-1.....	การจัดอุปกรณ์การทดลองเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์
97	
ก-2	ปฏิกิริยารีดอกซ์ในเซลล์กัลป์วานิกก่อให้เกิดพลังงานไฟฟ้า
105	
ก-3.....	การจัดอุปกรณ์การทดลองเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์
109	

## สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่  
หน้า

4.1 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใน

ห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2  
และตามสภาพที่

พึงประสงค์ ..... 72



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ประกอบด้วยสาระหลัก 8 กลุ่มสาระ ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสาร การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน รวมไปถึง คุณลักษณะอันพึงประสงค์ คุณธรรมและค่านิยมที่ถูกต้องเหมาะสม (วิชัย ลิขิตพรักษ์. 2555 : 1) โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบน พื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็ม ตามศักยภาพ หรือ “เป็นคนดี เป็นคนเก่ง และเป็นคนที่มีความสุข” (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2554 : 5)

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการ พัฒนาประเทศเนื่องจากวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนา บุคคลให้มีความสามารถในการใช้เหตุผล การตัดสินใจ ตลอดจน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้บุคคลที่มีคุณภาพดีสามารถ พัฒนาสังคมและประเทศชาติให้รุ่งเรือง ทำให้เกิดสิ่งประดิษฐ์และ อุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งเกิดเป็นอาชีพให้แก่มนุษย์มากมาย ประเทศไทย จึงได้จัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในแนวใหม่สำหรับใช้สอน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ขึ้นโดยกระทรวงศึกษาได้มอบหมายให้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์และประกาศใช้ทั่วประเทศเมื่อปี พุทธศักราช 2521 เป็นหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นใหม่เป็น

หลักสูตรที่เปลี่ยนจากการเน้นเนื้อหาวิชาที่มีครูและตำราเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้มาเป็นหลักสูตรที่เน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ (พงษธร ผาสุขมุล. 2544 : 1-2)

หัวใจหลักของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ นอกจากทำให้ให้นักเรียนเข้าใจและสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้องแล้วยังต้องทำให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คือ ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้น การเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์จึงเป็นเรื่องสำคัญสำหรับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน (วิชัย ลิขิตพร รัช. 2556 : 3)

การจัดการศึกษา องค์ประกอบที่สำคัญยิ่ง คือการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนและการสร้างบรรยากาศที่ดี จะช่วยส่งเสริมและปลุกฝังให้ผู้เรียนเป็นบุคคลที่พร้อมด้วยความรู้ ความสามารถ ความเจริญ ทั้งทางร่างกาย และจิตใจ อันจะเป็นการสร้างบุคลิกภาพที่ดีงามแก่ผู้เรียน (ทรรศนีย์ วรหาคำ. 2554 :

2) สภาพแวดล้อมในห้องเรียนเป็นปัจจัยที่มีส่วนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาได้เป็นอย่างมากโดยเฉพาะใน ส่วนของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอนรวมถึง วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่รอบ ๆ ตัวผู้เรียนซึ่งมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียนและก่อให้เกิดการเรียนรู้ เพราะสภาพแวดล้อมทุกอย่างมีอิทธิพลต่อจิตใจและ พฤติกรรมของผู้เรียน เป็นการเสริมสร้างขวัญและกำลังใจในการ ประกอบกิจกรรมการเรียนการสอนและการปฏิบัติหน้าที่การงาน ของทุกคนในสถานศึกษาช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนการสอน



ให้เกิดผลสำเร็จทางการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพบรรลุตาม  
วัตถุประสงค์ (มาริสสา ธรรมมะ. 2545 : 1)

เครื่องมือวิจัยเพื่อประเมินสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนทาง  
วิทยาศาสตร์ที่ปรากฏและดำเนินการวิจัยอย่างต่อเนื่องและ  
แพร่หลาย มีค่าความเที่ยงและความน่าเชื่อถือ มีหลายเครื่องมือ  
สำหรับในการวิจัยนี้จะใช้ The Chemistry Laboratory  
Environment Inventory (CLEI) เป็นแบบสอบถามเพื่อประเมิน  
ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใน  
ห้องปฏิบัติการเคมีโดยประยุกต์เครื่องมือจาก The science  
Laboratory Environment Inventory (SLEI)

(Fraser, McRobbie, Giddings. 1993) แบบสอบถามชนิดนี้  
ประกอบด้วยข้อคำถามและตัวเลือก ซึ่งแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมี 2  
ลักษณะ คือแบบประเมินการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ  
เคมีตามสภาพที่เป็นจริง (Actual Form) และแบบประเมินการจัด  
สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์  
(Preferred Form) โดยคาดว่าผู้ตอบสามารถเลือกตอบได้ตาม  
ต้องการ สำหรับแบบสอบถามทั้งสองชนิดนี้ประกอบด้วยคำถาม  
จำนวน 35 ข้อ ประเมินความคิดเห็น 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการ  
ประสานความร่วมมือ (Student Cohesiveness) (SC) 2) ด้าน  
การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ (Open-Endness) (OE)  
3) ด้านการบูรณาการ (Integration) (I) 4) ด้านกฎระเบียบวินัย  
(Rule Clarity) (RC) 5) ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ  
(Material Environment) (ME) และ The Test of Science-  
Related Attitudes (TOSRA) เป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินเจต  
คติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดสภาพแวดล้อมการ  
เรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี

ปัญหาเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี ผู้สอนในฐานะผู้วิจัยมักจะพบปัญหาหลายประการ เช่น สภาพห้องเรียนไม่เหมาะสม บรรยากาศในห้องเรียนน่าเบื่อ ผู้เรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม ห้องปฏิบัติการขาดวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งสอดคล้องกับ สมจิตร สวธนไพบุลย์ (2547 : 474) ว่าปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการจะพบปัญหาหลายประการ เช่น สภาพห้องเรียนไม่เหมาะสม มีแสงสว่างมากหรือน้อยเกินไป มีเสียงรบกวน อากาศไม่ถ่ายเท ขนาดของห้องเรียนเล็ก เนื่องจากมีผู้เรียนมากเกินไป บรรยากาศในห้องเรียนน่าเบื่อ ผู้เรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม เพราะผู้สอนไม่เตรียมการสอนให้พร้อม ใช้วิธีสอนที่ซ้ำจำเจ เข้มงวด ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขาดการดูแลบำรุงรักษาและผู้สอนยังคงเน้นการสอนบรรยายมากเกินไป กิจกรรมการเรียนรู้ส่วนมากยึดผู้สอนเป็นหลัก ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้คือข้อจำกัดในการพัฒนาผู้เรียน

จากผลการทดสอบความรู้พื้นฐานระดับชาติหรือ O-NET ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยภาพรวมปรากฏว่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน รวมถึงคะแนน PISA วิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งอยู่ในลำดับที่ 50 จากทั้งหมด 65 ประเทศ โดยคะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยอยู่ที่ 444 คะแนนซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับ PISA 2009 (425 คะแนน) และ PISA 2000 (436 คะแนน) แต่ยังคงต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มากกว่าครึ่งระดับ และผลการประเมิน PISA 2012 พบว่าคุณภาพการศึกษาไทยยังห่างไกลจากความเป็นเลิศเมื่อเทียบกับประเทศเอเชียตะวันออก (นวรรัตน์

รามสูต. 2556) ส่วนหนึ่งอาจมาจากธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ประกอบด้วย

4 วิชาย่อยคือ ชีววิทยาพื้นฐาน เคมีพื้นฐาน ฟิสิกส์พื้นฐาน และ โลกดาราศาสตร์และอวกาศพื้นฐาน ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัย กระบวนการจำและทำความเข้าใจในระดับสูงเพราะเนื้อหาวิชา มีจำนวนมากทั้งภาคทฤษฎีและคำนวณ อาจก่อให้เกิดเจตคติในทาง ลบและไม่เห็นความสำคัญต่อวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อ การยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

โรงเรียนวาปีปทุม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 26 มีนโยบายที่จะมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ โรงเรียนวาปีปทุม ยังพบปัญหาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนในบางกลุ่มต่ำกว่าเกณฑ์รวมถึง ปัญหาเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อในห้องเรียน เช่น สภาพห้องเรียนไม่เหมาะสม บรรยากาศในห้องเรียนน่าเบื่อ ผู้เรียนไม่สนใจเข้าร่วมกิจกรรม ห้องปฏิบัติการขาดวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

ดังนั้น จากปัญหาข้างต้นการทำวิจัยครั้งนี้จึงเน้นเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อในห้องปฏิบัติการเคมีและเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 5 เพื่อสะท้อนกลับไปยังครูผู้สอน และนำไปสู่การปรับปรุง ลักษณะการสอนในครั้งต่อไปในชั้นเรียน

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็น

จริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อม  
การเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมีกับเจตคติ  
เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5

### **สมมติฐานการวิจัย**

1. ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการ  
เรียนรู้ให้ห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึง  
ประสงค์มีความแตกต่างของแต่ละครั้ง

2. การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงใน  
ห้องปฏิบัติการเคมีกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ตามมุมมองของ  
นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความสัมพันธ์กัน

### **ขอบเขตการวิจัย**

#### **1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

1.1 ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวาปี  
ปทุมที่กำลังศึกษาใน

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 8 ห้อง นักเรียน 510 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน  
92 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)  
จำนวน 2 ห้อง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และ 5/5

#### **2. ตัวแปรที่ศึกษา**

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี (The Chemistry Laboratory Environment Inventory : CLEI)

2.2.2 เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ที่ประเมินด้วยเครื่องมือวิจัย The Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)

### 3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร ประกอบด้วยมาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ โดยเนื้อหารายวิชาเคมีเพิ่มเติม ว 30224 ไฟฟ้าเคมี ประกอบด้วย

3.1 ไฟฟ้าเคมี

3.1.1 ปฏิกิริยารีดอกซ์

3.1.2 การดุลสมการรีดอกซ์

3.1.3 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

3.1.4 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี

3.2 ธาตุและสารประกอบในอุตสาหกรรม

3.2.1 อุตสาหกรรมแร่

3.2.2 อุตสาหกรรมเซรามิกส์

3.2.3 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโซเดียมคลอไรด์

3.2.4 อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโซเดียมคลอไรด์

#### 4. ขอบเขตด้านพื้นที่

โรงเรียนวาปีปทุม อ. วาปีปทุม จ. มหาสารคาม

#### 5. ขอบเขตด้านระยะเวลา

ระยะเวลาในการศึกษาแบ่งเป็น 3 ระยะดังนี้

ระยะที่ 1 สัปดาห์ที่ 1 ของภาคเรียนที่ 2/2558

ระยะที่ 2 สัปดาห์ที่ 4 ของภาคเรียนที่ 2/2558

ระยะที่ 3 สัปดาห์ที่ 8 ของภาคเรียนที่ 2/2558

### นิยามศัพท์เฉพาะ

**การประเมิน** หมายถึง กระบวนการพิจารณาตัดสินคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยนำสารสนเทศหรือผลจากการวัดมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ตีค่าผลการดำเนินการนั้น ๆ ว่าบรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

**ความคิดเห็น** หมายถึง ความรู้สึกที่แสดงออกโดยการพูด การเขียน หรือใช้แบบประเมิน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความรู้การรับรู้ประสบการณ์ที่ได้รับมาวัดโดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี เป็นแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า จำนวน 35 ข้อ

**สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี** หมายถึง องค์ประกอบสภาพแวดล้อมในห้องเรียนและการจัดกิจกรรม ที่อยู่ในสภาพการเรียนรู้อันจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาในทุก ๆ ด้าน ประกอบด้วย

1. ด้านการประสานความร่วมมือ (Student Cohesiveness) หมายถึง การให้ผู้เรียนได้เรียนแบบร่วมมือ ให้ผู้เรียนรู้จักให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รู้จักช่วยเหลือผู้อื่นในการทำงานร่วมกัน และให้รู้จักการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันภายในกลุ่ม
  2. ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ (Open-Endedness) หมายถึง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามที่ตนเองสนใจอย่างอิสระ
  3. ด้านการบูรณาการ (Integration) หมายถึง การเชื่อมโยงความรู้ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด
  4. ด้านกฎระเบียบวินัย (Rule Clarity) หมายถึง กฎเกณฑ์ที่กำหนดไว้เป็นแนวปฏิบัติเพื่อไม่ให้เกิดความวุ่นวายในห้องปฏิบัติการ
  5. ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ (Material Environment) หมายถึง เครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี
- โดยแต่ละด้านจะถูกนำไปปรับใช้กับแผนการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบการสอนตามแนวทางของสถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นการจัดการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน
- เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์** หมายถึง เป็นความรู้สึกโดยทั่วไปของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และ 5/5 โรงเรียนวชิรวิทย์ ที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เรื่อง ไฟฟ้าเคมี ประเมินโดยใช้แบบสอบถามเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์แบบมาตราส่วนประมาณค่า จำนวน 8 ข้อ

**ห้องปฏิบัติการเคมี** หมายถึง ห้องเรียนที่ใช้ทำการทดลองทางเคมี โรงเรียนวชิรวิทย์อำเภอนาโพธิ์ จังหวัดมหาสารคาม

**สภาพแวดล้อมที่เป็นจริง** หมายถึง ลักษณะทางกายภาพของความรู้สึก หรือความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และ 5/5 โรงเรียนวชิรวิทย์ โดยพิจารณาความคิดเห็นจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี ประเมินโดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริง (Actual Form) แบบมาตราส่วนประมาณค่า

**สภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์** หมายถึง ความคาดหวังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และ 5/5 โรงเรียนวชิรวิทย์ ที่อยากให้เกิดขึ้นในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อในห้องปฏิบัติการเคมี โดยพิจารณาจากทั้ง 5 ด้าน ประเมินโดยใช้แบบประเมินความคิดเห็นต่อการจัดสภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์ (Preferred Form) แบบมาตราส่วนประมาณค่า

## **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. โรงเรียนวชิรวิทย์สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
2. เป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้เกี่ยวข้องในการนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและผู้เรียนตามโครงการโรงเรียนต้นแบบต่อไป



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. บริบทของโรงเรียนวาปีปทุม
3. การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน(5Es)
4. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินความคิดเห็น
5. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี
6. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเคมี
7. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
8. แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือวิจัยเพื่อประเมินสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
10. กรอบแนวคิดในการวิจัย

**หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ จัดทำขึ้นสำหรับท้องถิ่นและสถานศึกษาได้นำไปใช้เป็นกรอบ และทิศทางในการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา และจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้มีคุณภาพด้านความรู้ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง และแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ.

2551 : 5) โดยหลักสูตรได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในทุกระดับเห็นผลคาดหวังที่ต้องการในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ชัดเจนตลอดแนว ที่จะสามารถช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในระดับท้องถิ่นและสถานศึกษาร่วมกันพัฒนาหลักสูตรได้อย่างมั่นใจมีคุณภาพและมีความเป็นเอกภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งมีความชัดเจนเรื่องการวัดและประเมินผลการเรียนรู้และช่วยแก้ปัญหาสถานศึกษา เพื่อสะท้อนคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

(กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 7)

## 1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

## 2. หลักการ

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนา เด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบน พื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมี โอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้ สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและ ความต้องการของท้องถิ่น

2.4 หลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้ สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและ ความต้องการของท้องถิ่น

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถ เทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์ การจัดหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐานจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่ คาดหวังได้ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งระดับชาติ ชุมชน ครอบครัว และ บุคคลต้องร่วมรับผิดชอบ โดยร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบ และ ต่อเนื่องในการวางแผน ดำเนินการ ส่งเสริมสนับสนุน ตรวจสอบ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาเยาวชนของชาติไปสู่คุณภาพ ตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

### 3. จุดมุ่งหมาย

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเองมีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของ พระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของ เศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

#### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึกและทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

ภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการวิเคราะห์ การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกัน ในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัว ให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

### 5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์ สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้

5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้จำนวน 67 มาตรฐาน สำหรับกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยจำนวน 8 สาระ และ 13 มาตรฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 92-131) ดังต่อไปนี้

### **สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต**

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเอง และดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### **สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม**

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น

ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการ  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์  
ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง  
อนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์  
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการ  
เปลี่ยนแปลงสถานะของสาร  
การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหา  
ความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้  
ประโยชน์

### สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า  
แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้  
สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมี  
คุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ  
ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา  
ศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับ  
การดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและ  
พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ

การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้  
ประโยชน์

### สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิว  
โลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผล  
ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มี  
กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่  
เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ  
กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อ  
สิ่งมีชีวิตบนโลกมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยา  
ศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ  
ที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติด้าน  
การเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ  
จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์  
อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ  
จิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่า  
ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน  
สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่  
ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และ  
สิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้เน้นสาระการเรียนรู้ในสาระที่ 3  
สารและสมบัติของสาร มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร  
ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึด



เหนียว ระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ  
จิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรารู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการ  
เปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา  
มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่  
เรารู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

## บริบทของโรงเรียนวาปีปทุม

โรงเรียนวาปีปทุมเป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐบาลแห่ง  
แรกของอำเภอวาปีปทุมจังหวัดมหาสารคาม (ซึ่งในขณะนั้นมี  
โรงเรียนเอกชนที่เปิดทำการคือโรงเรียนเรืองวิทยา) ปัจจุบันจัดอยู่  
ในประเภทโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ และเป็น  
โรงเรียนระดับอำเภอที่จัดเป็นโรงเรียนยอดเยี่ยม (โรงเรียนที่มี  
อัตราการแข่งขันสูง) รูปแบบสหศึกษา ทำการเรียนการสอนตาม  
หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พ.ศ. 2542-ปัจจุบัน) ระดับช่วงชั้น  
ที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 มีจำนวนนักเรียนกว่า 3,000 คน และ  
บุคลากรทางการศึกษาอีกกว่า 150 คน โดยมีเนื้อที่ 42 ไร่ 40  
ตารางวา

### 1. ประวัติโรงเรียน

โรงเรียนวาปีปทุม ตั้งอยู่ที่ถนนมหาสารคาม - วาปีปทุม  
303 ม.25 ต.หนองแสง

อ.วาปีปทุม จ.มหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา  
มัธยมศึกษา เขต 26 (เดิมสังกัดกรมสามัญศึกษา, สำนักงานเขต  
พื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 2) สำนักงานคณะกรรมการ  
การศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กระทรวงศึกษาธิการ

โรงเรียนวาปีปทุมตั้งขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2492 เปิดทำการเรียน  
การสอนครั้งแรก เมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2492 โดยอาศัยสถานที่

โรงเรียนบ้านหนองแสง (วาปีวิทยาคม) ซึ่งเป็นโรงเรียน  
 ประชาบาลประจำอำเภอ (ปัจจุบันคือ โรงเรียนอนุบาลวาปีปทุม)  
 เปิดทำการสอน 1 ห้องเรียน

มีนักเรียน 45 คน โดยมีนายจ่าง ภวภูตานนท์ เป็น ครูใหญ่  
 ต่อมากระทรวงศึกษาธิการได้จัดสรรงบประมาณ ให้  
 ก่อสร้างอาคารเรียนถาวร จำนวน 1 หลัง มีลักษณะ เป็นอาคารไม้  
 ใต้ถุนสูง จำนวน 6 ห้องเรียน เป็น งบประมาณทั้งสิ้น 150,000  
 บาท บนเนื้อที่ 42 ไร่ 40 ตารางวา ติดถนนวาปีปทุม-มหาสารคาม  
 เปิดใช้อาคารเรียน เมื่อวันที่ 17 พฤษภาคม 2493

**ในปีการศึกษา 2503** ได้เปิดทำการสอนตามหลักสูตรวิชา  
 สามัญพุทธศักราช 2503 หลังจากนั้น ในปีการศึกษา 2504 ได้  
 เปลี่ยนแปลงหลักสูตรใหม่ตามแผนการศึกษาชาติ จาก  
 ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4, 5, 6 เป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 3 ออกปี  
 ละชั้น จนกระทั่งสิ้นสุดในปีการศึกษา 2506

**ในปีการศึกษา 2521** โรงเรียนเปิดทำการสอนระดับชั้น  
 มัธยมศึกษาตอนต้น

ตามหลักสูตรมัธยมศึกษา ตอนต้น พุทธศักราช 2521 และเปิดทำ  
 การสอนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรมัธยมศึกษา  
 ตอนปลาย พุทธศักราช 2524 โดยเปิดทำการสอนตั้งแต่ระดับ  
 มัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6

**ปีการศึกษา 2545** โรงเรียนวาปีปทุมเป็นโรงเรียน  
 เครือข่าย การใช้หลักสูตร

ขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**ปีการศึกษา 2546** ได้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับ  
กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีการกำหนดเขตพื้นที่การศึกษาทั่ว  
ประเทศ 175 เขต สำหรับโรงเรียนวาปีปทุม สังกัดเขตพื้นที่  
การศึกษามหาสารคาม เขต 2

**ปีการศึกษา 2547** โรงเรียนวาปีปทุมมีห้องเรียน 61  
ห้องเรียน โดยจัดเป็นช่วงชั้นที่ 3 (ม1-3) จำนวน 29 ห้องเรียน  
(10 - 10 - 9) และช่วงชั้นที่ 4 (4 - 6) จำนวน 30 ห้องเรียน  
(10 - 10 - 10) แยกเป็นนักเรียนชาย 1,109 คน นักเรียนหญิง  
1,551 คน รวมทั้งสิ้น 2,827คน  
ครูอาจารย์ 120 คน ชาย 57 คน หญิง 63 คน ลูกจ้างประจำ รวม  
ทั้งสิ้น 18 คน (หัวหน้าหมวดอาคารสถานที่ 1 คน นักการภารโรง  
13 คน ยาม 3 คน, คนงาน, 1 คน)

**ปีการศึกษา 2552** โรงเรียนวาปีปทุมได้รับคัดเลือกจาก  
กระทรวงศึกษาธิการให้รับรางวัลโรงเรียนพระราชทาน ประเภท  
โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ เข้ารับพระราชทานรางวัลจาก  
สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาสยามบรมราชกุมารี เมื่อวันที่ เดือน  
พ.ศ. 2552 ซึ่งมี  
นางสมาลัย สุรมณี เป็นผู้อำนวยการโรงเรียน นับเป็นเกียรติ  
ประวัติสูงสุดของสถานศึกษา  
แผนจัดชั้นเรียนเป็น 12-10-10/12-10-10 รวม 64 ห้องเรียน  
นักเรียน (ปัจจุบัน ปี พ.ศ.) จำนวน 3,028 คน

**ปีการศึกษา 2553** โรงเรียนวาปีปทุม ได้รับคัดเลือกเข้า  
โครงการโรงเรียนมาตรฐานสากล (World-Class Standard  
School) ซึ่งเป็น 1 ใน 500 โรงเรียนทั่วประเทศ

## 2. วิสัยทัศน์โรงเรียนวาปีปทุม

โรงเรียนวชิรวิทย์ ชุมชนเกื้อกูล เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ควบคู่คุณธรรม น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มีชื่อเสียงด้านวิชาการ ผลงานเป็นเลิศ เชิดชูความเป็นไทย

ก้าวไกลสู่สากล ภายในปี 2558

### 3. อันพึงประสงค์ของนักเรียน

"มีคุณธรรม นำวิชา พัฒนาสังคม นิยมไทย ใส่ใจสุขภาพ

### 4. พันธกิจของโรงเรียนวชิรวิทย์

4.1 พัฒนาการบริหารจัดการ ด้วยระบบคุณภาพโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน

4.2 พัฒนาสื่อ สภาพแวดล้อม อาคารสถานที่ให้เอื้อต่อการเรียนรู้

4.3 พัฒนาบุคลากรและครูให้เป็นครูมืออาชีพ

4.4 ส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการศึกษา

4.5 ปลุกฝังให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

4.6 ดำรงความเป็นไทย และปฏิบัติตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

4.7 พัฒนาระบบคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนให้เข้มแข็งและเป็นสากล

4.8 ส่งเสริมประชาธิปไตย มีจิตอาสา พัฒนาสังคม

### 5. เป้าประสงค์

5.1 เพื่อให้นักเรียนโรงเรียนวชิรวิทย์ได้เรียนรู้เพิ่มเติมตาม ศักยภาพ รักการเรียนรู้ มีความเป็นไทย มีความรู้ ก้าวสู่คุณภาพ ตามมาตรฐานสากล

5.2 เพื่อให้นักเรียนมีสุขภาพพลานามัยที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของโรงเรียน และตระหนักในคุณค่าตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความ มุ่งมั่นในการพัฒนาประเทศไทย มีเจตคติที่ดีต่อพลโลก ธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม

**6. สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปี การศึกษา 2555-2557**

**ตารางที่ 2.1 แสดงการรายงานผลการสอบ O-NET ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวชิรวิทย์**

ระดับ	วิทยาศาสตร์		
	ปีการศึกษา		
	2555	2556	2557
โรงเรียน	34.62	32.22	32.16
จังหวัด	31.06	28.68	30.44
สพฐ.	33.26	30.60	32.67
ประเทศ	33.10	30.48	32.54

ข้อมูลการประเมินในระดับต่าง ๆ เป็นประโยชน์ต่อ สถานศึกษาในการตรวจสอบทบทวนพัฒนาคุณภาพผู้เรียนต่อไป (กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนวชิรวิทย์. 2558 : 1)

**การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)**

## 1. ความหมายของจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน

การเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (Inquiry Cycle) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ที่นำมาใช้ได้ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์คุ้นเคยกับกระบวนการหาความรู้เข้าใจว่า นักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สู่ประเด็นทางสังคมและประเด็นเกี่ยวกับบุคคลได้ ซึ่งได้มีผู้ให้ความหมายของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบุลย์ (2540 : 119) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

5 ขั้นตอนคือ กระบวนการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์โดยตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา

ชาติรี เกิดธรรม (2542 : 219) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้

5 ขั้นตอน คือ วิธีการสอนที่ฝึกให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้โดยใช้กระบวนการคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เอง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 57) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนคือการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นหาความรู้ด้วยตนเองโดยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายโดยครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก วิธีสืบเสาะหาความรู้จะเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากความหมายที่กล่าวมา สรุปได้ว่า การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนคือ การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมุ่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถ ได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งครูผู้สอนเป็นเพียงผู้จัดสภาพการเรียนรู้การสอนให้เอื้อต่อการเรียนรู้เท่านั้น

## 2. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ จะประกอบด้วย การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอนเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ครูจะต้องส่งเสริมให้ นักเรียนรู้จักคิดรู้จักแก้ปัญหา มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสนักเรียนได้ใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรม ที่จะให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิม และนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่และได้ใช้กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท. 2546) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

**2.1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษา ในกรณีที่ไม่มีประเด็นใดที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอด้วยประเด็นขึ้นมาก่อน แต่

ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนมากขึ้น อาจารย์รวมทั้งการรับรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

**2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางสำหรับการตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง

(Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

**2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อเสนอแนะที่ได้วิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

**2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย



สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็ แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

**2.5 ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นการประเมินการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และ มากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ใน เรื่องอื่น ๆ การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือ ประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือ ข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้อง สำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไป เรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานใน การเรียนต่อไป

## แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับการประเมินความคิดเห็น

### 1. ความหมายของการประเมิน

ยิวดี เปรมวิชัย (2550 : 2) กล่าวว่า การประเมิน (Assessment) หมายถึง การนำลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ที่ส่วนใหญ่ เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพมาศึกษาแล้วตีค่าเป็นตัวเลขเพื่อให้สัมพันธ์ กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ไปด้วย โดยการประเมินจะทำในเวลาใดก็ได้ เช่น ก่อน ระหว่าง หรือหลังการดำเนินงานแล้ว

สมคิด พรหมจ้อย (2542 : 27-28) ได้ให้ความหมายว่า การ ประเมินเป็นกระบวนการ ที่ทำให้เกิดสารสนเทศ ช่วยให้ผู้บริหารตัดสินใจอย่างมี ประสิทธิภาพ เป็นการตรวจสอบความก้าวหน้าของโครงการหรือ แผนงาน ตลอดจนการพิจารณาผลสัมฤทธิ์ว่ามีมากน้อยเพียงใด เป็นกระบวนการที่บ่งชี้ถึงคุณค่าของโครงการ กล่าวคือ โครงการ

ที่ได้ดำเนินการไปแล้วนั้นได้ผลตามวัตถุประสงค์หรือไม่ มากน้อยเพียงใด

ไพศาล หวังพานิช (2530 : 2) กล่าวว่า การประเมิน หมายถึง กระบวนการการตรวจสอบหรือพิจารณาการตัดสินใจคุณค่า คุณภาพ ความถูกต้อง ความเหมาะสม โดยอาศัยเกณฑ์เป็นหลัก สรุปได้ว่า การประเมิน คือ การพิจารณาหรือกำหนดคุณค่าสิ่งต่าง ๆ ตามเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่ง

ดังนั้นสรุปได้ว่า การประเมิน คือ กระบวนการการตัดสินใจตัดสินใจคุณค่าของสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่า มีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยนำสารสนเทศหรือผลจากการวัดมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อช่วยในการตัดสินใจ ตีค่าผลการดำเนินการนั้น ๆ ว่า บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่

## 2. ความหมายของความคิดเห็น

ประกายเพชร ไกรฤกษ์ (2550 : 45) กล่าวว่า ความคิดเห็น ความหมายว่า สภาพความรู้สึกของบุคคลใดบุคคลหนึ่งมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ในเวลาใดเวลาหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความรู้ การรับรู้ประสบการณ์ ที่บุคคลนั้นได้รับมา โดยบุคคลนั้นจะแสดงออกมาทางใดทางหนึ่งไม่ว่าจะเป็นการพูด ลักษณะท่าทาง หรือไม่แสดงออกเลยก็ได้

สงวน คารศ (2551 : 34) สรุปไว้ว่า ความคิดเห็นเป็นการแสดงออกโดยการพูดหรือเขียนเกี่ยวกับทัศนคติหรือความเชื่อหรือค่านิยมของแต่ละบุคคล และความคิดเห็นไม่จำเป็นต้องแสดงความรู้ อารมณ์หรือการแสดงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งสิ่งหนึ่ง เป็นเพียงคำพูดพร้อมเหตุผลที่บุคคลคิดขึ้นมา และถ้าไม่มีคนเห็นด้วยก็อาจเปลี่ยนคำพูดดังกล่าวได้ ดังนั้นบุคคลที่มีทัศนคติหรือความเชื่อหรือค่านิยม ใดๆอย่างหนึ่ง แต่ถ้าไม่แสดงความคิดเห็นออกมา ก็จะไม่มีการทราบเลยว่า บุคคลนั้น มีทัศนคติความเชื่อหรือค่านิยมเช่นใด

ดังนั้น สรุปได้ว่า ความคิดเห็น คือ ความรู้สึกที่แสดงออก โดยการพูด การเขียน หรือใช้แบบประเมิน ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก ความรู้ การรับรู้ประสบการณ์ ที่บุคคลนั้นได้รับมา

## 2.1 ประเภทของความคิดเห็น

ชัตติยา ภัทรพรพันธ์ (2551 : 12) ได้จำแนกความคิดเห็นเป็น 2 ประการ คือ

2.1.1 ความคิดเห็นเชิงบวกสุด-เชิงลบสุด (Extreme Opinion) เป็นความคิดเห็นที่เกิดจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ ซึ่งสามารถทราบทิศทางได้ ทิศทางบวกสุดได้แก่ ความรักจนหลงทิศ ทิศทางลบสุด ได้แก่ ความรังเกียจ ความคิดเห็นนี้รุนแรงเปลี่ยนแปลงยาก

2.1.2 ความคิดเห็นจากความรู้ความเข้าใจ (Cognitive Contents) การมีความคิดเห็นต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งนั้น เช่น ความรู้ ความเข้าใจในทางที่ดี ชอบยอมรับ เห็นด้วย ความรู้ความเข้าใจในทางที่ดีไม่ดีได้แก่ ไม่ชอบ ไม่ยอมรับ ไม่เห็นด้วย

## 2.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความคิดเห็น

ภัทรลิตา บัวระภา (2550 : 23) ได้สรุปปัจจัยพื้นฐานที่มีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของบุคคลซึ่งทำให้บุคคลแต่ละคนแสดงความคิดเห็นที่เหมือนกันหรือแตกต่างกันไว้ดังนี้

### 2.2.1 ปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่

1) ปัจจัยทางพันธุกรรมและร่างกายคือ เพศ อวัยวะ ความครบครันสมบูรณ์ ของอวัยวะต่าง ๆ คุณภาพของสมอง

2) ระดับการศึกษา การศึกษามีอิทธิพลต่อการแสดงออกซึ่งความคิดเห็นและการศึกษาทำให้บุคคลที่มีความรู้ในเรื่องต่าง ๆ มากขึ้นและคนที่มีความรู้มากมักจะมีความคิดเห็นในเรื่องต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล

3) ความเชื่อค่านิยมและเจตคติของบุคคลต่อเรื่องต่าง ๆ ซึ่งอาจจะได้จากการเรียนรู้ จากกลุ่มบุคคลในสังคมหรือจากการอบรมสั่งสอนของครอบครัว

4) ประสบการณ์ เป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ ทำให้มีความรู้ ความเข้าใจในหน้าที่และความรับผิดชอบต่องาน ซึ่งจะส่งผลต่อความคิดเห็น

### 2.2.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1) สื่อมวลชน ได้แก่ วิทยุโทรทัศน์หนังสือพิมพ์ ฯลฯ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มี อิทธิพลอย่างมากต่อความคิดเห็นของบุคคลเป็นการได้รับข่าวสารของข้อมูลต่าง ๆ ของแต่ละบุคคล

2) กลุ่มและสังคมที่เกี่ยวข้อง มีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของบุคคลเพราะเมื่อบุคคลในกลุ่มใดหรือสังคมใดก็ต้องยอมรับและปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ ของกลุ่มหรือสังคม ซึ่งทำให้บุคคลนั้น มีความเห็นไปตามกลุ่มหรือสังคมที่อยู่

3) ข้อเท็จจริงในเรื่องต่าง ๆ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่บุคคลแต่ละคนได้รับทั้งนี้เพราะข้อเท็จจริงที่แต่ละบุคคลได้รับแตกต่างกัน ก็จะมีผลต่อการแสดงความคิดเห็นที่แตกต่างกัน

## แนวคิดเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี

### 1. ความหมายการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

ทรรศนีย์ วรหาคำ (2554 : 6) ได้ให้ความหมายว่า การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ คือ การดำเนินงานจัดหรือปรับปรุงสภาพแวดล้อมในห้องเรียนให้เหมาะสมกับการจัดสภาพการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน

สุจินต์ วิสวธีรานนท์ (2555 : 3) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้คือการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ

ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงลักษณะการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับลักษณะของวิชาและตัวแปรที่ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัด ซึ่งในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เป็นการจัดสภาพแวดล้อมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ กระบวนการแสวงหาความรู้ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์

สมพร บุญสุข (2531 : 11) ได้ให้ความหมายว่า การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้หมายถึง ลักษณะของชั้นเรียนอันเกิดจากการปรับปรุงเพื่อให้ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน ความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับวิธีการเรียนการสอน

ดังนั้นสรุปได้ว่า การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ คือ การดำเนินการจัดหรือปรับปรุง สิ่งต่าง ๆ สภาพแวดล้อม ที่อยู่รอบ ๆ ตัวผู้เรียน ทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม ส่งผลต่อผู้เรียนทั้งทางบวกและทางลบ และมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

## 2. แนวคิดการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ

สัจฉินท์ วิศวีรานนท์ (2555 : 41) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเป็นวิชาเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา ล้วนให้ความสำคัญกับการทดลองอย่างมาก ทั้งนี้เพราะจุดมุ่งหมาย ของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นอกจากการสอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ในสังคมปัจจุบัน และในอนาคตแล้ว ยังมุ่งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มุ่งสร้างนิสัยในการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ และมุ่งสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ เมื่อการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เน้นการทดลองเป็นสำคัญ ห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นมากขึ้น ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการจัดห้องปฏิบัติการ เพื่อให้สามารถจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่มีความพร้อมและเอื้อต่อการจัดกิจกรรมการทดลองให้แก่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ครูผู้สอนมักไม่มีโอกาสเข้าไปร่วมในการออกแบบห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่เริ่มต้น เมื่อรับหน้าที่ครูผู้สอนในโรงเรียนก็มักจะพบว่าห้องปฏิบัติการสร้างอยู่เรียบร้อยแล้ว หรือไม่มีห้องปฏิบัติการอยู่เลย จำเป็นต้องดัดแปลงห้องเรียนธรรมดาเป็นห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงห้องปฏิบัติการที่มีอยู่แล้วให้เหมาะสมยิ่งขึ้น หรือการดัดแปลงห้องเรียนธรรมดาเพื่อใช้เป็นห้องปฏิบัติการก็มีความจำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับหลักการทั่วไปของการออกแบบและจัดห้องปฏิบัติการ

Fraser and Fisher (1982 ; อ้างถึงใน สุจินต์ วิศวธีรานนท์. 2545 : 12 ) กล่าวว่า  
ในการจัดสภาพแวดล้อมที่จะส่งเสริมการเรียนรู้และสร้างเสริมเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์  
ต้องพิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดสภาพแวดล้อม Kaballa and Montague (1985 ; อ้างถึงใน สุจินต์ วิศวธีรานนท์. 2555 : 12) ได้รวบรวมตัวแปรที่ส่งผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากงานวิจัยต่าง ๆ โดยแบ่งเป็นตัวแปรเชิงโครงสร้าง (Structural Variable) และตัวแปรเชิงกระบวนการ (Procedural Variable) ไว้ดังนี้

1. ตัวแปรเชิงโครงสร้างที่มีผลต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการบริหารการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียน ได้แก่

1.1 การระบุวัตถุประสงค์การเรียนการสอนให้ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าต้องเรียนรู้ อะไรเป็นสำคัญ เนื้อหาสาระ หรือการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา

1.2 การพัฒนาบุคลากรด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การนิเทศการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การร่วมมือ

กันวางแผนการเรียนการสอนของผู้สอน ต่างมีส่วนส่งเสริมให้การเรียนการสอน วิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3 ขนาดของห้องเรียนที่เหมาะสม ผู้เรียนที่เรียนในห้องเรียนที่มีจำนวนผู้เรียนน้อยจะเรียนรู้ได้ มากกว่า มีเจตคติที่ดี ต่อโรงเรียนและการเรียนมากกว่าผู้เรียนที่เรียนในห้องที่มีจำนวนผู้เรียนมากกว่า

1.4 ระยะเวลาที่กำหนดให้สอน เนื่องจากเน้นการลงมือปฏิบัติจริง ซึ่งต้องใช้เวลาเรียนที่ต่อเนื่องกัน ดังนั้น หากมีการรวมคาบการเรียนปกติเข้าด้วยกันให้ได้ช่วงเวลาเรียนที่ต่อเนื่องมากพอ จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.5 การสนับสนุนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จากผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งจะมีผลต่อการจัดหา วัสดุอุปกรณ์การสอน และการส่งเสริมด้านกำลังใจให้แก่ครูผู้สอน

ตัวแปรเชิงโครงสร้างเหล่านี้ มีส่วนส่งเสริมให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนใหญ่จะเป็นปัจจัยด้านการบริหารที่ผู้สอนไม่สามารถควบคุมได้โดยตรง

2. ตัวแปรเชิงกระบวนการที่มีผลต่อการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรในห้องเรียนที่ ผู้สอนสามารถเลือกใช้ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการวิเคราะห์ ผลงานวิจัยที่ผ่านมา Wise and Okey (1983 ; อ้างถึงใน Kaballa and Montague. 1985) ได้สรุปยุทธวิธีการสอนที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

2.1 การเว้นช่วงเวลารอให้ผู้เรียนตอบคำถาม (Wait Time) การที่ผู้สอนเว้นช่วงเวลาประมาณ 3-5 วินาที หลังจากถามคำถามหนึ่ง ๆ และหลังจากผู้เรียนตอบคำถามแล้ว เพื่อให้ผู้เรียนมีเวลาคิด มีส่วนช่วยเพิ่ม ผลสัมฤทธิ์ทางพุทธิพิสัยและความคิดเชิงวิเคราะห์ ตลอดจนเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

2.2 การใช้ทักษะการเน้นความสำคัญ (Focus Skills) เป็นการใช่วิธีการต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนตั้งใจ และเอาใจใส่ในสิ่งที่เรียน ตัวอย่างเช่น การแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของบทเรียน และกระตุ้น เตือนให้ผู้เรียนไปสู่วัตถุประสงค์เป็นระยะในระหว่างดำเนินการเรียนการสอน และการใช้บทสรุปล่วงหน้า (Advance Organizers) ที่จะชี้ให้ผู้เรียนเห็นถึงประเด็นที่เขาจะเรียน

2.3 ความเป็นรูปธรรมของสื่อการเรียนการสอนและประสบการณ์ตรงช่วยขยายผลสัมฤทธิ์การเรียน การที่ผู้เรียนมีประสบการณ์โดยตรงกับสิ่งที่เรียนรู้อาจช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนจากสิ่งที่คนอื่นทำได้

2.4 การปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมให้สอดคล้องกับความต้องการความสนใจ และลักษณะของผู้เรียน เช่น การปรับภาษาที่ใช้ในบทเรียนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถในการอ่าน ของผู้เรียน การเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาให้หลากหลาย เช่น การอธิบาย การใช้รูปภาพ หรือการใช้วีดิทัศน์ เป็นต้น

2.5 ยุทธวิธีการใช้คำถาม นับเป็นกระบวนการเรียนการสอนอีกแบบหนึ่งที่มีผลต่อการปรับปรุง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการวิจัยพบว่า การถามให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ มากกว่าถามความจำ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น นอกจากนี้ผู้สอนยังอาจใช้คำถาม ในการช่วยให้ผู้เรียนจับประเด็นสำคัญของเนื้อหาจากกิจกรรมต่าง ๆ ได้ เป็นต้นว่า คำถามที่ถามก่อนและหลังชมภาพยนตร์ กิจกรรมการทดลอง และการอ่านเอกสารที่กำหนด

2.6 การทดสอบที่ให้ผู้เรียนทราบผลการทดสอบและให้ผลย้อนกลับโดยทันที เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ ส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และการทดสอบจะมีผลต่อประสิทธิภาพการ



เรียนการสอนมากขึ้น หากใช้คำถามระดับสูงที่เน้นการนำความรู้ที่ได้เรียนไปใช้

### 3. แนวทางการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี

การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีมีวัตถุประสงค์ที่มุ่งให้ผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาวิชา มีทักษะในการแสวงหาความรู้ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนการสอนส่วนใหญ่เป็นการทดลอง การจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จึงเป็นการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ได้ทำการทดลอง และให้ผู้เรียนมีโอกาสมือปฏิบัติด้วยตนเอง สุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2555 : 24) ได้กล่าวไว้ว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การทดลองและการปฏิบัติการ เป็นกิจกรรมที่สำคัญ ทำให้ผู้เรียนรู้จักการแสวงหาความรู้อย่างมีระบบ และการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมแบบร่วมมือยังช่วยให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่ม ได้ช่วยเหลือซึ่งพากัน มีผลให้เกิดสภาพแวดล้อมหรือบรรยากาศที่ดี ซึ่งการจัดสภาพแวดล้อมแบบสืบเสาะหาความรู้ และการจัดสภาพแวดล้อมแบบร่วมมือ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 การจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

ประเด็นของการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนอื่นต้องพิจารณาลักษณะการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์การจัดสภาพแวดล้อม (สุจินต์ วิศวธีรานนท์. 2555 : 25) ดังนี้

ขั้นตอนของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย

1. ผู้เรียนพบกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา (Confrontation with the Problem) เป็นขั้นที่ ผู้สอนเสนอ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย
2. ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลด้วยการตรวจสอบข้อเท็จจริง (Data Gathering Verification) เป็นขั้นที่ผู้เรียนตรวจสอบ ธรรมชาติของสิ่งของและสถานการณ์ที่เป็นปัญหานั้น โดยการ ถามผู้สอนเกี่ยวกับสมบัติของสิ่งของ เหตุการณ์ และเงื่อนไขของ สถานการณ์ที่เป็นปัญหา ผู้สอนจะตอบคำถามว่า ใช่ หรือ ไม่ใช่ เท่านั้น
3. ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลด้วยการทดลอง (Data Gathering-Experimentation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนกำหนดตัวแปร ตั้งสมมติฐาน และทำการทดลองเพื่อหาคำตอบ
4. ผู้เรียนจัดการกับข้อมูลและสร้างคำอธิบาย (Organizing Formulating an Explanation) เป็นขั้นที่ผู้เรียน รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองและพยายามอธิบาย สถานการณ์ที่เป็นปัญหา
5. ผู้เรียนวิเคราะห์กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Analysis of the Inquiry Process) เป็นขั้นที่ผู้เรียนวิเคราะห์และ ทบทวนวิธีการแสวงหาความรู้ที่ใช้

ซูแมน (Suchman. 1992 ; อ้างถึงใน สุจินต์ วิศวีรา นนท์. 2555 : 25) ได้ระบุถึงเงื่อนไขหรือสถานการณ์สำหรับการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ดีไว้ 4 ประการ คือ

1. ความเป็นอิสระของผู้เรียนในการแสวงหาข้อมูลที่เขาต้องการหรือสนใจ ผู้เรียนจะต้องมีอิสระที่จะทดลองความคิด และประดิษฐ์วิธีการแสวงหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่เขาเห็น

2. สิ่งแวดล้อมที่ตอบสนองต่อการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งอาจเป็นห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ หรือทัศนศึกษา หรือที่ใด ๆ ที่ผู้เรียนมีโอกาสสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนจะต้องจัดให้มีหนังสือ เครื่องมือและอุปกรณ์การทดลอง หรือสิ่งต่าง ๆ ให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรม ผู้สอนจะต้องจัดหาข้อมูลที่ผู้เรียนต้องการ หรืออาจจะให้แหล่งข้อมูลที่ผู้เรียนจะไปหาด้วยตนเองได้ ผู้สอนจะต้องจัดให้มีเอกสาร สื่อการสอน และข้อเท็จจริงที่กว้างครอบคลุมสิ่งที่ผู้เรียนต้องการศึกษา

3. จุดสำคัญหรือเป้าหมายหลักการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกิจกรรมที่มีเป้าหมายเป็นการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ที่ ก่อให้เกิดข้อสงสัยของผู้ค้นคว้า เป้าหมายหลักเพียงเป้าหมายเดียว คือ การหาคำตอบของปัญหาที่สงสัย

4. ไม่มีความกดดัน ผู้เรียนจะได้รับแรงเสริมจากความสำเร็จในการเข้าใจปรากฏการณ์ที่เขาศึกษา ผู้สอนควรตอบสนองผู้เรียนโดยทำตัวเป็นกลางกับความคิดของผู้เรียน คือ ไม่แสดงว่าเห็นด้วยหรือไม่ เห็นด้วยกับความคิดของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสคิดอย่างเสรี เนื่องจากผู้เรียนมีอัตราเร็วในการทำงานไม่เท่ากัน การไม่เร่งรัดผู้เรียนหรือไม่ กดดันผู้เรียนในเรื่องของการใช้เวลา จะทำให้ผู้เรียนทั้งชั้นก้าวหน้าไปตามความสามารถของเขา การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องให้เวลาในการเรียนมากกว่าการสอนแบบเดิมจากขั้นตอนและเงื่อนไขของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สิ่งที่จะเสริมให้การเรียนการสอนแบบนี้มีประสิทธิภาพ ได้แก่ สถานการณ์ชวนสงสัยหรือสถานการณ์ที่ ก่อให้เกิดปัญหา (Discrepant Event) ที่ผู้สอนจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับการเสนอปัญหาแต่ละปัญหา การใช้คำถามของผู้สอน การเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ผู้เรียนจะใช้ในการทดลอง และความเข้าใจบทบาทของผู้สอนในการสอนแบบนี้

### 3.1.1 การจัดเตรียมสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความสงสัย

สถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความสงสัยและทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและค้นหาคำตอบ มีลักษณะเป็นเหตุการณ์ที่สลับ คาดไม่ถึง และผู้เรียนไม่รู้จกมาก่อน เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการสร้างความรู้ใหม่ สถานการณ์ที่เสนอให้ผู้เรียนจะต้องอยู่ในวิสัยที่ผู้เรียนสามารถค้นพบได้ ผู้สอนไม่ควรเลือกสถานการณ์ที่ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ขั้นสูงเกินไป

### 3.1.2 การใช้คำถาม ในการเรียนการสอนแบบสืบ

เสาะหาความรู้ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผู้เรียนจะเป็นผู้ดำเนินการเสาะหาความรู้ ผู้สอนเป็นผู้คอยช่วยเหลือและจัดสถานการณ์ที่กระตุ้นและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ในการนี้ผู้สอนจะไม่บอกเล่าเนื้อหาความรู้ให้แก่ ผู้เรียนแต่จะถามคำถามให้ผู้เรียนคิดเป็นลำดับขั้นเพื่อชี้้นำความคิดของผู้เรียนจะเห็นได้จากการเสนอเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ที่น่าฉงนนั้น ผู้สอนจะต้องตั้งคำถามประกอบการสังเกตด้วยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น เมื่อผู้เรียนถามคำถามผู้สอน ผู้สอนมีทางเลือก 3 ทาง คือ

- 1) ให้คำตอบอย่างละเอียดและชัดเจน
- 2) ตอบคำถามด้วยการถามคำถามใหม่
- 3) ให้ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบของผู้เรียน

การให้คำตอบโดยตรงแก่ ผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนไม่พยายามใช้ความคิดด้วยตนเอง เพราะผู้เรียนจะรับรู้ที่ผู้สอนเป็นผู้รู้ทั้งหมด และผู้สอนไม่ควรคาดหวังให้ผู้เรียนต้องหาความรู้ด้วยตนเอง ทางที่ดีควรตอบคำถามผู้เรียนด้วยการถามให้คิดต่อหรือให้แนวทางในการหาคำตอบ จะช่วยให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง และจะเรียนรู้วิธีการคิดจากคำถามที่ผู้สอนถามเขาด้วยอย่างไรก็ตามวิธีการตอบคำถามของผู้เรียนที่ผู้สอนจะเลือกใช้นั้นจะต้องให้เหมาะสมกับสถานการณ์ด้วย บางครั้งมีความจำเป็นที่

จะต้องบอกคำตอบให้ผู้เรียนบ้างเหมือนกัน การป้อนคำถามผู้เรียนก็ มีเทคนิคเช่นกัน

เทคนิคเกี่ยวกับการใช้คำถามให้เกิดผลดี คือ ผู้สอนต้องตั้งใจฟังคำตอบของผู้เรียน และตั้งคำถามที่ต่อเนื่องจากคำตอบนั้น ในการถามคำถามควรเว้นระยะให้ผู้เรียน

ตอบ (Wait-Time) ได้เต็มที่ จากการวิจัยของ Mary Budd Rowe (1970 ; อ้างถึงใน สุจินต์

วิศวธีรานนท์. 2555 : 29) พบว่า ผู้สอนส่วนใหญ่ จะหยุดเพียง 1 วินาทีเพื่อรอให้ผู้เรียนตอบหลังจากถามคำถาม การเว้นระยะสั้นแบบนี้ทำให้ผู้เรียนตอบจากความจำหรือตำราเท่านั้น การศึกษาขั้นต่อมาของ Mary Budd Rowe พบว่า ถ้าผู้สอนเว้นระยะหลังถามคำถามให้นานถึง

3 วินาทีขึ้นไป หรือโดยเฉลี่ย 5 วินาทีแล้ว ผู้เรียนให้คำตอบที่มีความยาวมากขึ้น ได้คำตอบที่มีความหมายมากขึ้น จำนวนครั้งที่ตอบคำถามไม่ได้ลดลง ผู้เรียนที่เรียนซ้ำมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น ปัญหาด้านวินัยลดลง การเว้นระยะรอคำตอบมี 2 ช่วง คือ หลังจากคำถามเป็นช่วงที่หนึ่ง และหลังจากที่ ผู้เรียนคนแรกตอบคำถามแล้วเพื่อรอคำตอบจากผู้เรียนคนอื่นที่จะตอบคำถามเดียวกันนั้นเป็นช่วงที่สอง ในการสอนแบบให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ การขยายระยะเวลารอให้ผู้เรียนตอบคำถามช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสคิด สร้าง และแสดงความสามารถได้มากขึ้น

**ข้อควรระวังในการใช้คำถาม** แม้ว่าการใช้คำถามมีความสำคัญต่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและมีส่วนร่วมในกิจกรรม การเรียนการสอนก็ตาม ในบางกรณีการใช้คำถามอาจปิดกั้นความคิดของผู้เรียนได้ เช่น การถามนำของผู้สอนเพื่อให้เกิดการอภิปรายระหว่างผู้เรียน กลายเป็นการโต้ตอบกลับไปกลับมา ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งผิดวัตถุประสงค์ของกิจกรรม หรือการใช้คำถามในการดึงความสนใจของผู้เรียนที่ไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนตั้งใจรอฟังคำถามต่อไปของผู้สอนและมุ่งที่

จะตอบคำถามของผู้สอนให้ถูกต้อง โดยไม่ได้คิดตามการอภิปรายของเพื่อน ดังนั้นในการใช้คำถาม ผู้สอนควรพิจารณาให้รอบคอบ และเตรียมการเพื่อแก้ไขปัญหาการใช้คำถามไม่เหมาะสม เป็นต้นว่า

1. แจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงความรับผิดชอบของเขาในการดำเนินการอภิปรายก่อนใช้คำถามนำการอภิปราย เพื่อให้ผู้เรียนถามตอบกันเองด้วยไม่ใช่เตรียมตัวเพื่อตอบคำถามของผู้สอนเท่านั้น

2. เมื่อจะใช้คำถามเพื่อชี้ประเด็นบางประเด็น ควรพิจารณาว่าประเด็นเนื้อหานั้นมีความสำคัญเพียงใด บางครั้งอาจไม่คุ้มค่าที่จะใช้คำถามชี้ประเด็นเนื้อหาย่อยที่อาจบอกผู้เรียนให้ทราบโดยตรง

3. ไม่ควรเร่งรัดการตอบคำถามมากเกินไป เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสคิดเพียงพอ

4. ไม่ควรถามคำถามที่ชี้นำคำตอบที่ผู้สอนต้องการ เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่คิดไตร่ตรองก่อนตอบคำถาม

5. ไม่ควรตอบคำถามผู้เรียนด้วยการถามย้อนกลับบ่อย ๆ เพราะจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกว่าคุณสอนเป็นผู้มีสิทธิในการถามแต่เพียงผู้เดียว

6. ไม่ควรใช้คำถามเพื่อดึงผู้เรียนที่ไม่มีส่วนร่วมในการอภิปราย เพราะจะทำให้ผู้เรียนไม่สนใจการอภิปรายเท่าที่ควร มุ่งจะตอบคำถามต่อไปของผู้สอนมากกว่า

7. ไม่ควรถามความรู้สึกหรือประสบการณ์ส่วนตัวในการอภิปราย จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกลัวและไม่พอใจ ควรเก็บไว้ถามเป็นการเฉพาะ

**3.1.3 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ** เจื่อนไขหรือสถานการณ์ที่ส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดวิธีการหาคำตอบของปัญหาได้อย่างอิสระ และการจัด

สภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการสืบเสาะหาความรู้ การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือเพื่อให้ผู้เรียนเลือกใช้ทำการทดลองจะต้อง จัดให้พร้อมและให้มีหลากหลาย ผู้สอนอาจคาดคะเนความต้องการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ จากหัวข้อของบทเรียนไว้ล่วงหน้า นอกจากนี้ยังต้องเตรียมเอกสารข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องไว้ให้พร้อมด้วยนอกจากการเตรียมวัสดุอุปกรณ์การทดลองให้ผู้เรียนแล้ว ผู้สอนจะต้องให้ความสำคัญกับการเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่ผู้สอนต้องใช้ในการสาธิตและทดลองให้ผู้เรียน สังเกต เนื่องจากการสาธิตและทดลองนี้เป็นการสร้างสถานการณ์ที่น่าฉงนให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

### 3.1.4 บทบาทของผู้สอนในการสอนแบบสืบเสาะหา

**ความรู้** การเรียนการสอนแบบให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเป็นผู้ดำเนินการเสาะหาความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการหาความรู้ ผู้สอนจะลดบทบาทลงเป็นผู้สนับสนุนกิจกรรมการเรียนการสอน ทำหน้าที่ในการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่ ส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ คอยดูแลให้ความช่วยเหลือในระหว่างผู้เรียนดำเนินกิจกรรม เตรียมคำถามและใช้คำถามในการช่วยให้ผู้เรียนคิด

ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรจัดให้มีสภาพแวดล้อมที่ ส่งเสริมการสืบเสาะหาความรู้ภายในห้องเรียนโดยสม่ำเสมอ อาจให้สอดแทรกในบทเรียนต่าง ๆ ที่ไม่ใช่การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยตรงก็ได้ เป็นต้นว่า ถามให้ผู้เรียนคิดหาคำตอบ หรือ ชี้แนะให้ผู้เรียนหาคำตอบด้วยตนเอง

### 3.2 การจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมความร่วมมือ

การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้ มีบรรยากาศที่ส่งเสริมความร่วมมือในการเรียน เป็นสิ่งจำเป็นด้วย เหตุผลดังต่อไปนี้

1. การทำงานในชั้นเรียนและการทำงานในชีวิตจริง เป็นการทำงานร่วมกับผู้อื่น ในห้องเรียนผู้เรียนควรมีโอกาสฝึกการทำงานแบบร่วมมือ เพื่อเป็นการเตรียมผู้เรียนให้รู้จักและมีทักษะทำงานร่วมกับผู้อื่น
2. การทำงานเป็นทีม จัดว่า เป็นลักษณะหนึ่งของการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจในลักษณะการทำงาน ของนักวิทยาศาสตร์อีกรูปแบบหนึ่ง ผู้เรียนจึงควรมีประสบการณ์ ในการร่วมมือทำงานกับผู้อื่น
3. การจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนเรียนแบบร่วมมือ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนอย่าง ทัวหน้า และต้องลงมือทำงานร่วมกับเพื่อนอย่างจริงจัง นับเป็น กิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยเสริมให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของ การเรียนรู้อีกทางหนึ่ง
4. การจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนเรียนแบบร่วมมือ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยกันทำ ความเข้าใจสิ่งที่เรียน ซึ่งเป็นวิธีการทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมี ประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง
5. จากการวิจัยพบว่า การจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียน เรียนแบบร่วมมือ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงขึ้น
6. การจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนเรียนแบบร่วมมือ อาจจัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบ หรือเป็นกิจกรรม ย่อยของวิธีการสอนวิทยาศาสตร์แบบต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

**3.2.1 ลักษณะการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนร่วมมือ** ทำงานการกำหนดให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันใน วิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ สิ่งใหม่ เนื่องจากวิทยาศาสตร์มีการ ทดลองที่ผู้เรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอยู่แล้ว เพื่อจัดสภาพให้ ผู้เรียนช่วยกันเรียนให้ได้ผลเต็มที่ ได้มีบุคคลหลายกลุ่มพัฒนา



รูปแบบการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมมือกัน เรียกว่า การเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative Learning) หลักการสำคัญของการเรียนการสอนแบบนี้ เป็นการจัดให้ผู้เรียนตั้งแต่ 2 คนขึ้นไปทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยกัน ภายใต้สภาพเงื่อนไขที่ผู้สอนกำหนดรูปแบบของเป้าหมายและการให้รางวัลที่ทำให้ผู้เรียนร่วมมือกัน เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนทำงานประสานกัน Johnson and Johnson (1975 ; อ้างถึงใน สุจินต์ วิศวรรานนท์. 2555 : 31) เป็นหนึ่งในกลุ่มผู้เสนอรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือได้กำหนดมาตรการที่จะทำให้ผู้เรียนเรียนแบบร่วมมือกันไว้ว่าประกอบด้วย

1) การจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนต้องพึ่งพากันในทางบวก (Positive Interdependence) อาจทำได้โดยมอบหมายงานให้ผู้เรียนทำร่วมกันเป็นกลุ่มมีการกำหนดรางวัลหรือคะแนนพิเศษที่ทำให้ผู้เรียนช่วยกันเรียน หรืออาจทำได้โดยแยกเอกสารข้อมูลที่ต้องใช้ในการทำงานออกเป็นส่วน ๆ ให้สมาชิกแต่ละคนถือไว้ แล้วให้ผู้เรียนช่วยกันทำงานให้สำเร็จ หรืออีกวิธีหนึ่งได้แก่การกำหนดบทบาทของสมาชิกในกลุ่ม ให้คนหนึ่งทำหน้าที่อ่านเอกสาร อีกคนหนึ่งทำหน้าที่จดบันทึกข้อสรุป คนหนึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนต้องพึ่งพากันเพื่อทำงานให้สำเร็จ

2) การจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์แบบส่งเสริมกัน (Face-to-Face Promotive Interaction) ได้แก่ การสอนให้ผู้เรียนรู้จักให้กำลังใจซึ่งกันและกัน รู้จักช่วยเหลือผู้อื่นในการทำงานร่วมกัน ให้รู้จักการแลกเปลี่ยนข้อมูล และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการทำงานของเพื่อนสมาชิก กำหนดให้ผู้เรียนซักถามและอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน อธิบายสิ่งที่เพื่อนไม่เข้าใจให้ เพื่อนฟัง สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน

3) การจัดสภาพแวดล้อมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในส่วนบุคคล (Individual Accountability) โดยให้มีการ

ประเมินผลงานเป็นรายบุคคลควบคู่กับการประเมินผลงานกลุ่ม ในเมื่อสมาชิกแต่ละคนมีโอกาสดังต้องตอบคำถามของผู้สอนเท่า ๆ กัน จึงเป็นความรับผิดชอบของกลุ่มที่จะต้องเตรียมทุกคนให้พร้อม และแต่ละคนจะทราบว่าเขาจะปล่อยให้เพื่อนเพียงบางคนเท่านั้นที่ทำงานทุกอย่าง และไปเป็นตัวแทนของกลุ่มที่มักพบในการทำงานกลุ่มทั่วไปไม่ได้

4) การสอนทักษะสังคมเพื่อการทำงานร่วมกัน (Use of Interpersonal and Small Group Skills) ให้แก่ ผู้เรียนและหมั่นเตือนให้ผู้เรียนใช้ทักษะเหล่านั้น ทักษะที่ผู้เรียนควรมีเพื่อการนี้ได้แก่ ความเป็นผู้นำการตัดสินใจการสร้างควมไว้วางใจเชื่อใจการสื่อสาร และทักษะการจัดการกับข้อขัดแย้ง เป็นต้น

5) การจัดให้มีการทบทวนกระบวนการทำงานของกลุ่มหลังงานเสร็จ (Group Processing) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงานครั้งต่อไปที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่า ผู้สอนสามารถจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนต้องร่วมมือกันทำงานได้ หลักการทั้ง 5 ข้อนี้ จะเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจขั้นตอนของรูปแบบการสอนแบบให้ผู้เรียนร่วมมือกันที่จะกล่าวถึงต่อไป และยังเป็นกรณีตัวอย่างสำหรับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนที่น่าสนใจตัวอย่างหนึ่งทักษะการร่วมมือกันตามแนวทางที่ Johnson and Johnson (1975 ; อ้างถึงใน Trowbridge and Bybee. 1990) เสนอประกอบด้วย 4 ระดับ คือ

**ทักษะการร่วมมือระดับที่ 1 (Forming Skills)** เป็นทักษะพื้นฐานที่ใช้ในการเริ่มต้นกลุ่มร่วมมือ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อตกลงในการทำงานแบบร่วมมือกัน ตัวอย่างเช่น

1. แยกย้ายเข้ากลุ่มโดยไม่ ส่งเสียงดังและเริ่มต้นพูดคุยทักทายกับสมาชิกในกลุ่ม

2. อยู่ประจำกลุ่ม
3. พุดด้วยน้ำเสียงเบาที่พอได้ยินกันภายในกลุ่ม
4. ชักชวนสมาชิกแต่ ละคนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรม  
ของกลุ่ม
5. หลีกเลี่ยงการตั้งข้อสังเกตที่จะทำให้สมาชิกรู้สึกไม่  
ดี

**ทักษะการร่วมมือระดับที่ 2 (Group Functioning)** เป็นทักษะที่ส่งเสริมความสัมพันธ์ในการทำงานร่วมกัน ตัวอย่างเช่น

1. ต้องทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ เวลาที่ได้รับ และกระบวนการขั้นตอนในการทำงานที่มีประสิทธิภาพ
2. สนับสนุนความคิดและการทำงานของกันและกัน
3. ออกปากขอความช่วยเหลือ ขอข้อมูล และขอให้เพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มช่วยชี้แจงในสิ่งที่ไม่เข้าใจ
4. เรียนรู้ที่จะถ่ายทอดข้อความรู้และสรุปแนวคิดของเพื่อน
5. เรียนรู้ที่จะแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมายและกระบวนการทำงานของกลุ่ม

**ทักษะการร่วมมือระดับที่ 3 (Formulating Understanding)** เป็นทักษะเกี่ยวกับการทำความเข้าใจแนวคิดและกระบวนการที่กำหนดในบทเรียน กระตุ้นให้เกิดการหาเหตุผล ทักษะการร่วมมือระดับนี้จะช่วยขยายขอบเขตการเรียนรู้ของผู้เรียน ตัวอย่างของทักษะ ได้แก่

1. ผู้เรียนแต่ละคนสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่อ่านแล้วอ่านสาระนั้นให้เพื่อนฟัง
2. ผู้เรียนคนอื่นช่วยแก้ไขและปรับปรุงให้ถูกต้องและชัดเจน

### 3. ชักชวนให้สมาชิกทุกคนมีส่วนร่วมในการอภิปราย

**ทักษะการร่วมมือระดับที่ 4 (Fermenting)** เป็นทักษะที่ช่วยในการปรับแนวคิด (Reconceptualize) และขยายแนวคิดในระดับนี้ โครงสร้างของกลุ่มมั่นคงมากพอที่จะเสนอข้อคิดเห็นที่แตกต่างกันให้ผู้เรียนอภิปรายได้แล้ว หรือเสนอสถานการณ์ที่ทำให้ทลายความคิดให้ผู้เรียนคิดอย่างลึกซึ้ง มีการวิเคราะห์แนวคิด รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม และมีการโต้เถียงแบบสร้างสรรค์เกี่ยวกับข้อสรุป การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา ทักษะที่ช่วยส่งเสริมการร่วมมือระดับนี้ ได้แก่

1. วิเคราะห์ความคิดเห็น ไม่วิจารณ์ตัวบุคคล
2. ทำความเข้าใจถึงข้อขัดแย้งภายในกลุ่ม
3. สังเคราะห์แนวคิดที่แตกต่างกันให้อยู่ในประโยคเดียวกัน

4. ถามคำถามที่ให้ผู้ตอบขยายความให้ชัดเจนมากขึ้น

5. หากคำตอบหลาย ๆ คำตอบแล้วเลือกคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับสถานการณ์หนึ่ง ๆ ในการสอนให้ผู้เรียนมีทักษะในการเรียนแบบร่วมมือ สิ่งที่คุณสอนจะต้องทำให้

- 5.1 ผู้เรียนเข้าใจถึงความจำเป็นของทักษะการร่วมมือ

- 5.2 ผู้เรียนเข้าใจทักษะการร่วมมือนั้น ๆ และทราบว่าจำเป็นต้องใช้เมื่อใด

- 5.3 ผู้เรียนมีเวลาและมีสถานการณ์ที่จะฝึกทักษะการร่วมมือเหล่านั้น

- 5.4 ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการใช้ทักษะการร่วมมือกันของเขา

5.5 ผู้เรียนใช้ทักษะการร่วมมือจนกลายเป็นส่วน  
หนึ่งของการทำงานเป็นกลุ่ม

### 3.2.2 ขั้นตอนการวางแผนการจัดการเรียนรู้แบบ

**ร่วมมือ** การนำแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือไปใช้ในการจัดการ  
เรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น จะต้องทำการบูรณาการลักษณะ  
การเรียนการสอนแบบนี้ เข้ากับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์  
แบบอื่น ๆ เช่น การสอนแบบให้ผู้เรียนทำการทดลองที่เน้นกลุ่ม  
แบบร่วมมือการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็อาจกำหนดให้ผู้เรียน  
อยู่ในกลุ่มร่วมมือได้ การอภิปรายโดยกลุ่มร่วมมือ สอดแทรก  
กิจกรรมการร่วมมือเป็นกิจกรรมย่อยในการสอนบทเรียนหนึ่ง ๆ  
เป็นต้นว่า หลังจากให้ผู้เรียนฟังการบรรยายประกอบสไลด์  
เกี่ยวกับการจัดประเภทของพืชแล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนเข้ากลุ่มเล็ก  
แล้วช่วยกันสรุปประเด็นหลักของสิ่งที่ได้รับฟัง

เพื่อให้เห็นแนวทางการจัดสภาพการเรียนการสอนที่  
ส่งเสริมการร่วมมือ จะขอยกขึ้น ตอนการวางแผนบทเรียนที่ใช้  
รูปแบบการทำงานร่วมกัน ซึ่ง Trowbridge and Bybee (1990 ;  
อ้างถึงใน สุจินต์ วิศวรรานนท์. 2555 : 33) ได้รวบรวมไว้สรุปได้  
ดังนี้

**1. วัตถุประสงค์** การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียน  
การสอนจะต้องชัดเจนและเฉพาะเจาะจง วัตถุประสงค์  
ประกอบด้วยวัตถุประสงค์เชิงเนื้อหาวิชาการ และวัตถุประสงค์  
เกี่ยวกับทักษะความร่วมมือ

**2. การวางแผนการเรียนการสอน** จะต้องดำเนินการ  
วางแผนเกี่ยวกับเรื่อง  
ต่าง ๆ ดังนี้

**2.1 การกำหนดขนาดของกลุ่ม** ควรพิจารณา  
ระยะเวลาที่สอน จำนวนเอกสารบทเรียน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มี

เพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกขนาดของกลุ่ม สำหรับระยะแรก ควรเริ่มต้นจากกลุ่มที่มีสมาชิกเพียง 2 คนก่อน

2.2 การกำหนดผู้เรียนที่อยู่ในแต่ละกลุ่ม โดยทั่วไป ควรให้กลุ่มมีสมาชิกที่มีลักษณะหลากหลาย (Heterogeneous Group) เช่น มีสมาชิกเพศหญิงและเพศชาย คณะสมาชิกที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำโดยเลือกจากการสุ่มอย่างใดก็ได้ ตามอาจกำหนดให้สมาชิกของกลุ่มมีลักษณะเหมือนกัน หรือให้ผู้เรียนเลือกเข้ากลุ่มกันเองก็ได้

2.3 การจัดห้องเรียน ขึ้นอยู่กับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มี เพื่อให้เกิดการร่วมมือได้ดีที่สุดสมาชิกควรนั่งเป็นวง หันหน้าเข้าหากันและนั่งใกล้กันเพียงพอที่จะสื่อสารกันได้ดี โดยที่แต่ละกลุ่มอยู่ ห่างกันมากพอที่ผู้สอนจะสามารถเข้าไปดูแลแนะนำแต่ละกลุ่มได้

2.4 การกำหนดสื่อการสอนที่ส่งเสริมการพึ่งพากัน ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม ในระยะแรกที่เริ่มใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบให้ผู้เรียนร่วมมือกัน จะต้องพยายามเลือกใช้สื่อการสอนที่ผู้เรียนต้องพึ่งพาส่งกันและกัน เช่น ให้ผู้เรียนใช้เอกสารร่วมกัน โดยที่ผู้สอนแจกเอกสารให้แต่ละกลุ่มเพียง 1 ชุด เป็นการบังคับให้ผู้เรียนแบ่งกันใช้เอกสารในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย หรือการให้ผู้เรียนใช้ข้อมูลร่วมกัน โดยให้สมาชิกแต่ละคนมีข้อมูลที่ไม่เหมือนกัน แต่ล้วนมีประโยชน์ต่อการทำงานของกลุ่ม

2.5 การกำหนดบทบาทของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนพึ่งพากัน โดยผู้สอนอาจกำหนดบทบาทของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม ให้มีผู้สรุป ผู้บันทึก ผู้สังเกต และอื่น ๆ เพื่อช่วยส่งเสริมความร่วมมือระหว่างผู้เรียน

3. การอธิบายและชี้แจงแก่ผู้เรียน สิ่งที่จะต้องอธิบาย หรือชี้แจงแก่ ผู้เรียนมีดังนี้

3.1 อธิบายเกี่ยวกับงานที่มอบหมายให้ผู้เรียน  
เข้าใจ ควรเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมและมีโนมตีของบทเรียนเข้า  
ด้วยกัน ให้คำจำกัดความมีโนมตีที่เกี่ยวข้อง อธิบายวิธีการ  
ดำเนินงานและข้อควรระวังในขณะที่ทำงาน และควรตรวจสอบ  
ความเข้าใจของผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนเริ่มต้นทำงาน

3.2 อธิบายเป้าหมายของการทำงานร่วมกันให้  
ผู้เรียนเข้าใจว่า เขาต้องรับผิดชอบในการทำงานและเรียนรู้จาก  
สื่อการสอนร่วมกับสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

3.3 อธิบายถึงความรับผิดชอบของแต่ละคนว่า  
จะต้องเรียนรู้เป็นรายบุคคลด้วย

3.4 อธิบายความร่วมมือระหว่างกลุ่ม ในบางกรณี  
จะต้องขยายขอบเขตแนวคิดเกี่ยวกับความร่วมมือไปถึงระดับชั้น  
เรียนด้วย ซึ่งจะต้องกำหนดวิธีการและเกณฑ์ให้ชัดเจน

3.5 อธิบายเกณฑ์ในการประเมินผล แจ้งให้ผู้เรียน  
ทราบว่า งานชิ้นใดบ้างที่ผู้สอนจะประเมิน

3.6 ชี้แจงและแนะแนวทางเกี่ยวกับพฤติกรรมกร  
ร่วมมือให้ชัดเจน ผู้เรียนอาจไม่เข้าใจว่า อะไรคือการทำงานแบบ  
ร่วมมือ ผู้สอนต้องยกตัวอย่างพฤติกรรมที่ผู้สอนคาดหวังให้ผู้เรียน  
แสดงออก เช่น อยู่ประจำกลุ่มพูดเสียงเบา ๆ รับฟังความคิดของ  
เพื่อนสมาชิก แต่ละคนต้องอธิบายวิธีการได้คำตอบของคำถาม  
วิจารณ์ความคิดเห็น แต่อย่าวิจารณ์ตัวบุคคล เป็นต้น

4. การติดตามดูแลผู้เรียน ผู้สอนจะต้องติดตามดูแล  
ผู้เรียนในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้

4.1 คอยดูแลผู้เรียนขณะปฏิบัติงาน สังเกตการณ์  
ทำงานของผู้เรียน แต่ละกลุ่มและเข้าไปช่วยแก้ ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

4.2 ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับงานที่มอบหมายให้  
ผู้เรียนทำ ในกรณีที่เกิดการติดขัด ผู้สอนอาจต้องชี้แจงเกี่ยวกับ  
งานที่มอบหมายอีกครั้ง แนะนำมีโนมตีที่ช่วยเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจ

บางครั้งผู้สอนอาจต้องปรับปรุงสื่อการสอน เป็นต้นแบบ หรือทำตัวอย่างของทักษะให้ผู้เรียน บางครั้งผู้สอนต้องตอบคำถามและนำอภิปรายอีกด้วย

4.3 สอนทักษะการร่วมมือ ในกรณีที่ผู้เรียนยังไม่รู้จักการทำงานแบบร่วมมือมากพอ ผู้สอนอาจต้องเข้าไปในกลุ่มและช่วยชี้แนะบทบาทให้ผู้เรียนทำ

4.4 ดำเนินการสรุปบทเรียน ในตอนท้ายของบทเรียนผู้สอนอาจต้องเข้าไปนำเสนอสรุปพร้อมสิ่งที่ผู้เรียนนำเสนอ ทบทวนมโนคติและทักษะต่าง ๆ และให้แรงเสริมในการทำงาน

## 5. การประเมินผล จะต้องประเมินผลในเรื่องต่อไปนี้

5.1 ประเมินปริมาณและคุณภาพของการเรียนรู้ของผู้เรียน ประเมินคุณภาพของชิ้นงานหรือรายงาน

5.2 ให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการทำงานของกลุ่มว่าดำเนินไปดีเพียงใด เพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงการทำงานเป็นกลุ่มในคราวต่อไป

## 4. ปัญหาเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

ในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน ผู้สอนมักจะประสบกับปัญหาหลายประการ ดังที่ สมจิต สวธนไพบูลย์ (2547 : 474 ; อ้างถึงใน สุจินต์ วิศวธีรานนท์. 2555 : 36) ได้รวบรวมไว้ ดังนี้

1. สภาพห้องเรียนไม่เหมาะสม มีแสงสว่างมากหรือน้อยเกินไป มีเสียงรบกวน อากาศไม่ถ่ายเท

2. ขนาดของห้องเรียนเล็กเนื่องจากมีจำนวนผู้เรียนมากเกินไป ไม่มีที่ว่างพอที่จะจัดมุมวิทยาศาสตร์ หรือป้ายนิเทศทางวิทยาศาสตร์ ที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ การสอนวิทยาศาสตร์ได้ นอกจากนี้ บางโรงเรียนไม่มีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยตรง ต้องจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนปกติ แม้บริเวณที่จะทำควม



สะอาดภาชนะที่จะบรรจุสารเคมีก็ไม่มี ไม่มีที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ ไม่สะดวกในการทำการทดลอง

3. บรรยากาศในห้องเรียนน่าเบื่อ ผู้เรียนไม่สนใจร่วมกิจกรรม เพราะผู้สอนไม่เตรียมการสอนให้พร้อม ใช้วิธีสอนที่ซ้ำจำเจ เข้มงวด เนื้อหาความรู้ที่เรียนไม่ ถึงระดับที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

4. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ขาดการดูแลบำรุงรักษา โดยทั่วไปโรงเรียนแต่ละแห่งมักจะมีห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นเพียงห้องเดียว ต้องหมุนเวียนใช้อยู่ตลอดเวลา ขาดบุคลากรดูแลอย่างจริงจัง

นอกจากนี้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียนยังขึ้นกับผู้สอนเป็นสำคัญ ถ้าผู้สอนไม่เตรียมการสอนเป็นอย่างดี สภาพการเรียนการสอนก็จะไม่ราบรื่น ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายกับทั้งผู้สอนและผู้เรียน การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนให้สร้างความสนใจผู้เรียน ผู้สอนต้องใช้เวลามากในการจัดหากิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อม และศึกษา ค้นคว้า เก็บรวบรวมกิจกรรมที่น่าสนใจเพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน นอกจากการเตรียมตัวแล้ว บุคลิกภาพของผู้สอนก็มีผลต่อสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน เพราะผู้เรียนบางคนไม่ชอบผู้สอน จึงไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย

ปัญหาเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์การทดลองไม่เพียงพอจัดว่าเป็นปัญหาการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการอีกปัญหาหนึ่ง บางโรงเรียนไม่มีวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการจัดการทดลอง ผู้สอนจำเป็นต้องทำการสาธิตแทน ทำให้ผู้เรียนขาดประสบการณ์ตรงในการทำการทดลอง ผู้สอนไม่สามารถจัดสภาพแวดล้อมให้ส่งเสริมการทดลองที่เป็นสิ่งสำคัญของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้อันได้

ดังนั้น การจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการจะมีความแตกต่างกันไปตามสถานที่ และตัวบุคคล เพื่อให้การจัด

สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องทำการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการที่ตนเองรับผิดชอบ และพยายามแก้ปัญหาเหล่านี้ การวิเคราะห์ปัญหาอาจทำได้โดยการออกแบบสอบถามหรือสัมภาษณ์ความคิดเห็นและความรู้สึกของผู้เรียนต่อสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขในครั้งต่อไป

## แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ

พรณวิไล ชมชิต (2557 : 124) กล่าวว่าไว้ว่า ห้องปฏิบัติการมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องมีการศึกษาค้นคว้าจากห้องปฏิบัติการเพื่อสร้างความรู้ และใช้ค้นคว้างานวิจัยหาความรู้และสิ่งใหม่ ๆ ทางวิทยาศาสตร์

### 1. การจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2546 : 1) กล่าวว่า ห้องปฏิบัติการเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งของสถานศึกษา เป็นสถานที่ซึ่งใช้เพื่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการทำปฏิบัติการและการสำรวจตรวจสอบ

#### 1.1 การจัดห้องปฏิบัติการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2546 : 5) กล่าวว่า การจัดห้องปฏิบัติการมีความสำคัญมาก ความพร้อมและความสะดวกต่าง ๆ ที่จัดไว้จะช่วยให้นักเรียนทำการทดลองด้วยความมั่นใจและได้ผลการทดลองที่ดี การจัดห้องปฏิบัติการตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ มีข้อแนะนำที่ควรปฏิบัติดังนี้

##### 1.1.1 ขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการของสถานศึกษาในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานควรมีขนาดที่เหมาะสมกับวัยและจำนวนนักเรียน โดยต้อง

คำนึงถึงความสะดวกในการทำปฏิบัติการและความปลอดภัยของนักเรียน ตามข้อแนะนำดังต่อไปนี้

1) ห้องปฏิบัติการที่มีขนาดเท่ากันทุกห้อง จะช่วยให้การจัดการต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการทำได้สะดวก เนื่องจากสามารถจัดการให้เป็นไปในแนวทางเดียวกันและมีความสะดวกในการปรับเปลี่ยนได้ดีกว่าห้องปฏิบัติการที่มีขนาดแตกต่างกัน

2) ห้องปฏิบัติการที่เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะช่วยให้การดูแล การให้คำแนะนำและการอำนวยความสะดวกทำได้อย่างทั่วถึง ลักษณะห้องปฏิบัติการที่ดีต้องไม่มีชอกและมุมต่าง ๆ และไม่ควรมีเสาอยู่ภายในห้อง

3) ห้องปฏิบัติการที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ต้องมีลักษณะห้องไม่หรือแคบเกินไป จนทำให้มุมมองจากโต๊ะสาริตหน้าชั้นเรียนแคบมาก หรือหน้าชั้นและหลังชั้นเรียนอยู่ห่างกันเกินไป โดยทั่วไปควรมีสัดส่วนของด้านกว้างต่อด้านยาวไม่เกิน 1 : 1.2

4) พื้นของห้องปฏิบัติการต้องไม่มีรอยต่อหรือมีรอยต่อน้อยที่สุด พื้นห้องควรทำด้วยวัสดุที่ทนต่อ สารเคมี ไขมัน และน้ำมันได้ดี ไม่ลื่นเมื่อเปียกน้ำ และพื้นห้องไม่ควรมีสีอ่อนมาก เนื่องจากจะเกิดรอยเปื้อนได้ง่าย หรือมีสีเข้มมากจนทำให้ความสว่างของห้องลดน้อยลง

## 1.2 การจัดพื้นที่ในห้องปฏิบัติการ

1.2.1 พื้นที่เพื่อการสาริตหรืออธิบาย บริเวณหน้าชั้นเรียนของห้องปฏิบัติการควรมีโต๊ะสาริตสำหรับครู และมีพื้นที่ว่างโดยรอบเพื่อให้นักเรียนทุกคนได้ฟังการอธิบาย การรวมกลุ่มดูการสาริตและการนำเสนอผลการทดลอง และแต่ละห้องควรมีบอร์ดหรือกระดานดำไว้ใกล้กับโต๊ะสาริตด้วย

1.2.2 พื้นที่ทำปฏิบัติการ บริเวณที่ใช้เป็นพื้นที่ทำปฏิบัติการจัดเป็นส่วนหนึ่งของห้องที่มีพื้นที่มากที่สุด ประกอบด้วยโต๊ะทำปฏิบัติการที่จัดวางไว้ให้มีมุมของการมองเห็นโต๊ะสาริตได้กว้างมากที่สุด การจัดโต๊ะทำปฏิบัติการสำหรับนักเรียนที่ทำการกิจกรรม

รวมกันเป็นกลุ่มทำได้หลายรูปแบบ โดยต้องมีพื้นที่ว่างรอบโต๊ะให้นักเรียนสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวก โต๊ะทำปฏิบัติการควรอยู่ห่างกัน 90 – 165 เซนติเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนโต๊ะและการจัดวางเก้าอี้

1.2.3 พื้นที่สำหรับวางสิ่งของและติดตั้งอ่างน้ำ บริเวณที่ติดกับผนังห้องปฏิบัติการด้านหนึ่งควรมีชั้นวางสิ่งของและติดตั้งอ่างน้ำ ในกรณีที่มีโต๊ะทำปฏิบัติการไม่เพียงพอก็สามารถใช้ชั้นที่ติดตั้งอ่างน้ำแทนโต๊ะทำปฏิบัติการได้ด้วย ในบางกรณีอาจจัดอ่างน้ำไว้ในบริเวณเดียวกันก็ได้

1.2.4 พื้นที่สำหรับติดตั้งตู้ควั่น การติดตั้งตู้ควั่นควรอยู่ในบริเวณที่นักเรียนใช้ได้สะดวก และไม่อยู่ในบริเวณทางเดินเข้าออกหรือทางหนีไฟ ตู้ควั่นชนิดเคลื่อนที่ได้ก็จะช่วยให้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้นเนื่องจากสามารถเคลื่อนย้ายไปใช้กับห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ได้ด้วย

1.2.5 พื้นที่สำหรับเครื่องฉายภาพนิ่ง คอมพิวเตอร์ และสื่อเทคโนโลยี ควรจัดวางเครื่องฉายภาพนิ่ง คอมพิวเตอร์ และสื่อเทคโนโลยี เพื่อการสาธิตหรือนำเสนอผลงานไว้ในบริเวณใกล้เคียงกับโต๊ะสาธิต

1.2.6 พื้นที่วางชั้นหรือตู้จัดเก็บสิ่งของแฟ้ม และเอกสารของนักเรียน ควรจัดเก็บสิ่งของ แฟ้ม และเอกสารต่าง ๆ ที่ไม่อนุญาตให้นำเข้ามาในห้องปฏิบัติการไว้ในบริเวณส่วนหนึ่งของห้องปฏิบัติการ โดยมีตู้หรือชั้นเก็บที่จัดไว้อย่างเป็นระเบียบและอาจจำเป็นต้องมีกุญแจด้วย

1.2.7 พื้นที่จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์หรือทำกิจกรรมเสริม บริเวณที่จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์หรือบริเวณที่ใช้ทำกิจกรรมเสริม ควรอยู่ติดผนังห้องปฏิบัติการด้านใดด้านหนึ่งหรือบริเวณหลังชั้นเรียน ส่วนการเก็บวัสดุอุปกรณ์ ที่มีราคาแพงและต้องใช้อยู่เสมอก็อาจจำเป็นต้องติดตั้งกุญแจล็อกไว้ด้วย

### 1.3 ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ

**1.3.1 โต๊ะสาธิต** โต๊ะสาธิตในห้องปฏิบัติการควรตั้งไว้หน้าห้องเรียนเพื่อให้ครูใช้สาธิตการทดลอง ควรมีขนาดใหญ่และยกพื้นให้สูงกว่าโต๊ะทำปฏิบัติการของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนมองเห็นการสาธิตได้อย่างชัดเจน โต๊ะสาธิตควรเป็นแบบที่เคลื่อนย้ายไม่ได้และสามารถจะติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับสาธิตการทดลอง รวมทั้งโสตทัศนวัสดุอุปกรณ์ประกอบการสอนด้วย โดยทั่วไปบนโต๊ะสาธิตจะติดตั้งอ่างน้ำ ท่อแก๊ส เต้ารับไฟฟ้าศักย์ 220 โวลต์ (เต้ารับไฟฟ้าศักย์ต่อกระแสตรงและกระแสสลับ 2 – 24 โวลต์ อาจติดตั้งไว้ในบางห้องปฏิบัติการ แต่ไม่จำเป็นต้องมีทุกห้องปฏิบัติการ) เครื่องฉายภาพนิ่ง และคอมพิวเตอร์ไว้ด้วย โต๊ะสาธิตควรมีขนาดไม่น้อยกว่า  $0.75 \times 1.65$  เมตร และสูง 0.90 เมตร (ความสูงนี้ไม่รวมความสูงของพื้นที่ยกขึ้นอีก 10 – 15 เซนติเมตร) ในกรณีที่ไม่มีโต๊ะสาธิต อาจใช้โต๊ะรูปแบบเดียวกับโต๊ะทำปฏิบัติการที่มีความสูงและความกว้างมากกว่าโต๊ะทำปฏิบัติการ รวมทั้งมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพิ่มขึ้นด้วย

**1.3.2 เก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการ** ในห้องปฏิบัติการต้องออกแบบให้มีลักษณะพิเศษแตกต่างต่อการกีดกร่อนของสารเคมี ได้ดีไม่ดูดซึมน้ำและสามารถซ่อมแซมโดยการขัดหรือเคลือบใหม่ได้ขอแนะนำเกี่ยวกับเก้าอี้และโต๊ะทำปฏิบัติการมีดังนี้

1) เก้าอี้ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการต้องมีรูปร่างและลักษณะที่นั่งได้สบายสะดวกต่อการลุกนั่งในขณะที่ทำปฏิบัติการ ควรใช้พลาสติกหรือยางหุ้มขาเก้าอี้เพื่อให้ตั้งบนพื้นได้อย่างมั่นคง โต๊ะทำปฏิบัติการควรสูงกว่าเก้าอี้ในช่วง 24 – 27 เซนติเมตร และควรเป็นเก้าอี้แบบไม่มีพนักที่สามารถปรับระดับความสูงได้

2) โต๊ะทำปฏิบัติการที่ใช้อยู่ทั่วไปมีพื้นที่ 3 ขนาด คือ

2.1) ขนาดเล็ก มีพื้นที่ทำปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 0.3 ตารางเมตร/คน

2.2) ขนาดกลาง มีพื้นที่ทำปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 0.36 ตารางเมตร/คน

2.3) ขนาดใหญ่ มีพื้นที่ทำปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 0.56 ตารางเมตร/คน ความสูงของโต๊ะอยู่ในช่วง 0.75 – 0.85 เมตร สัดส่วนขนาดของโต๊ะทำปฏิบัติการ กำหนดได้ดังนี้

2.3.1) ขนาดเล็กมีสัดส่วนระหว่าง กว้าง : ยาว เท่ากับ 0.6 : 1.2 เมตร

2.3.2) ขนาดกลางมีสัดส่วนระหว่าง กว้าง : ยาว เท่ากับ 0.6 : 1.5 เมตร

2.3.3) ขนาดใหญ่มีสัดส่วนระหว่าง กว้าง : ยาว เท่ากับ 0.75 : 1.5 เมตร

3) โครงของโต๊ะควรทำด้วยไม้หรือโลหะที่มีความแข็งแรงมั่นคงมีโครงของขาโต๊ะแบบตัว I แบบตัว C หรือแบบสี่ขา ก็ได้โต๊ะที่มีสี่ขาจะมีความมั่นคงมากที่สุดแต่ก็อาจทำให้เกะกะได้ ถ้าปฏิบัติการมีขนาดเล็ก สำหรับรูปแบบของโต๊ะทำปฏิบัติการ อาจเป็นแบบติดตั้งถาวรหรือแบบย้ายได้

### 1.3.3 ตู้และชั้นที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมี

จัดเป็นครุภัณฑ์ที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ ควรจัดวางไว้ติดผนังด้านใดด้านหนึ่งของห้องปฏิบัติการ การออกแบบควรคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ต้องการจัดเก็บด้วยชั้นที่ใช้จัดเก็บสิ่งต่าง ๆ ควรมีหลายขนาดที่สามารถปรับเปลี่ยนได้อาจเป็นรูปแบบของตู้ชั้นที่ติดตั้งถาวรแบบมีรางเลื่อนหรือไม่มีรางเลื่อนหรือแบบมีล้อที่เคลื่อนที่ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพของห้องปฏิบัติการและการใช้ประโยชน์

**1.3.4 ป้ายนิเทศ** ป้ายนิเทศเป็นส่วนสนับสนุนการเรียนรู้จากการทำปฏิบัติการที่สร้างความภาคภูมิใจให้แก่นักเรียนจากการนำเสนอผลงานที่ทำสำเร็จ สถานที่จัดแสดงผลงานของนักเรียนอาจมีเพียงเฉพาะป้ายนิเทศ หรือจัดเป็นบริเวณให้วางชิ้นงานต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและวัตถุประสงค์ของการจัดห้องปฏิบัติการด้วย

**1.3.5 ตู้คว้น** เป็นครุภัณฑ์ที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการเคมีที่มีแก๊สหรือคว้นเกิดขึ้น หรือเพื่อใช้เตรียมสารเคมีบางชนิด ตู้คว้นที่ใช้กันโดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ แบบมีล้อเคลื่อนที่ได้แบบติดตั้งถาวร

1) แบบติดตั้งถาวร การติดตั้งตู้คว้นแบบนี้ต้องให้ห่างจากทางเดินและทางหนีไฟ โดยมีบริเวณที่ว่างรอบ ๆ เพื่อให้นักเรียนสังเกตการณ์ทดลองได้อย่างชัดเจน

2) แบบเคลื่อนที่ได้เป็นแบบที่เคลื่อนย้ายไปใช้ในห้องปฏิบัติการได้หลายห้องตู้คว้นแบบเคลื่อนที่ได้มี 2 ระบบ คือ

2.1) ระบบที่ใช้ท่อดูดสู่ออกและเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กำจัดคว้นที่ติดอยู่กับอาคาร

2.2) ระบบวงจรปิดที่มีส่วนกรองคว้นติดตั้งอยู่ภายในตู้ ตู้ระบบนี้จะต้องตรวจสอบและเปลี่ยนที่กรองคว้นตามกำหนดเวลาที่ระบุไว้

## **1.4 การจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศของห้องปฏิบัติการ**

สภาพแวดล้อมและบรรยากาศของห้องปฏิบัติการเกี่ยวข้องกับตรงกับความปลอดภัย และสุขภาพของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการ ข้อเสนอแนะการจัดสภาพแวดล้อมและบรรยากาศเป็นดังนี้

### **1.4.1 การระบายอากาศ**

ห้องปฏิบัติการต้องมีอากาศบริสุทธิ์เช่นเดียวกับ อากาศภายนอก ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการควรเปลี่ยนความคิดที่ว่า “กลิ่น ของสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องปกติธรรมดา” ซึ่งจัดเป็นความคิดที่ไม่ถูกต้องและต้องยอมรับว่า “กลิ่นสารเคมีในห้องปฏิบัติการเตือนให้รู้ว่าอาจมีอันตรายจากสารเคมีเกิดขึ้นได้” จึงต้องให้ความสำคัญต่อการระบายอากาศเป็นอย่างมาก ข้อเสนอแนะเพื่อการจัดระบบระบายอากาศในห้องปฏิบัติการเป็น ดังนี้

1) อากาศในห้องปฏิบัติการต้องถ่ายเทได้ดี มีการ ระบายอากาศผ่านทางประตู หน้าต่างหรือช่องระบายอากาศ โดย ออกแบบประตูและหน้าต่างหรือช่องระบายอากาศให้อยู่ในทิศทาง ที่เหมาะสม และมีจำนวนเพียงพอ

2) ติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพื่อช่วยระบายอากาศ ให้หมุนเวียนได้ดียิ่งขึ้น

3) ติดตั้งเครื่องดูดอากาศเพื่อช่วยระบายอากาศ ไอน้ำ แก๊สหรือความร้อนออกจากห้องปฏิบัติการ เพื่อกำจัดสารไม่ให้ ตกค้างอยู่ในห้องและช่วยให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาแทนที่ได้ รวดเร็วขึ้น

4) ติดตั้งตู้ควัน เพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการกับสารที่มี ควัน กลิ่น หรือมีความร้อนเกิดขึ้น

#### 1.4.2 ความร้อน

ความร้อนที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการจากปฏิกิริยาเคมี เชื้อเพลิงให้ความร้อน หรือจากการใช้อุปกรณ์บางชนิด จัดเป็น สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุหรือเกิดไฟไหม้ได้ การดูแลและ ป้องกันที่ดีจะช่วยให้การใช้ห้องปฏิบัติการมีความปลอดภัยและ สร้างความมั่นใจในการทำปฏิบัติการ ข้อเสนอแนะเพื่อการจัดระบบ ก่อกันความร้อนเป็นดังนี้



1) ห้องปฏิบัติการทุกห้องต้องมีมาตรฐานการก่อสร้างที่คำนึงถึงความปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องไม่อยู่ในอาคารที่อับทึบ ร้อนอบอ้าว หรือมีอาคารอื่นกั้นทิศทางลม วัสดุก่อสร้างที่ไม่เก็บความร้อน มีทางเดินเข้าออกและประตูเปิดปิดที่ใช้ได้สะดวก

2) แหล่งพลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่ก่อให้เกิดพลังงานความร้อน เมื่อใช้งานแล้วจะต้องมีระบบการจัดเก็บและการดูแลรักษาที่ดี มีบริเวณที่จัดไว้สำหรับอุปกรณ์แต่ละชนิดเพื่อให้สามารถระบายความร้อนได้และไม่ให้มีความร้อนสะสมอยู่จนทำให้เกิดไฟไหม้ได้

3) จัดระบบป้องกันไฟไหม้ โดยให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงอยู่ประจำทุกห้องปฏิบัติการ และต้องตรวจสอบสภาพการใช้งานของอุปกรณ์ดับเพลิงเหล่านั้นให้มีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

### 1.4.3 ความสว่าง

ความสว่างมีความจำเป็นอย่างมากสำหรับห้องปฏิบัติการ การทำการทดลองในบริเวณที่มีความสว่างอย่างเพียงพอ จะช่วยให้มองเห็นผลการทดลองได้ชัดเจนและช่วยให้ไม่เสียสายตา ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความสว่างของห้องปฏิบัติการมีดังนี้

1) ความสว่างจากภายนอกต้องสามารถส่องผ่านเข้าไปในห้องปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสมและทั่วถึง

2) ในกรณีที่มีความสว่างไม่เพียงพอ ต้องติดตั้งหลอดไฟฟ้าในบริเวณที่ต้องการให้มีความสว่างเพิ่มขึ้นอย่างเพียงพอ

3) ควบคุมความสว่างของห้องโดยใช้ม่านกันแสงที่ส่องเข้ามามากเกินไปหรือใช้ม่านช่วยปรับแสงที่ผ่านเข้ามาในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวันได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้สามารถใช้ห้องปฏิบัติการได้ตลอดทั้งวัน

4) วัสดุที่ใช้ทำครุภัณฑ์ตกแต่งในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งพื้นของโต๊ะทำปฏิบัติการต้องมีลักษณะไม่สะท้อนแสงหรือเป็นมันวาว ไม่ควรใช้สีอ่อน เช่น สีขาวซึ่งสะท้อนแสงได้ดีจนทำให้

ห้องดูสว่างมากเกินไป หรือใช้ สีเข้ม เช่น สีดำซึ่งดูดกสิ้นแสง ได้มากจนทำให้ห้องมืดทึบ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ห้องปฏิบัติการมีความสำคัญมากต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะในการจัดการเรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นในรายวิชาเคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา โลกและดาราศาสตร์ เป็นต้น ล้วนต้องอาศัยห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาค้นคว้า ทดลอง เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ดังนั้นการจัดห้องปฏิบัติจึงเป็นสิ่งสำคัญ

## 2. ข้อควรปฏิบัติโดยทั่วไปเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

2.1 การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายสำหรับดวงตาผู้ทำงานในห้องปฏิบัติการไม่ว่าจะอยู่ระหว่างการทำปฏิบัติการหรือการทำกิจกรรมอื่นใดที่อาจเกี่ยวข้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีก็ตามจะต้องสวมแว่นตานิรภัยตลอดเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากอุบัติเหตุอาจเกิดขึ้นได้จากผู้ที่อยู่ใกล้เคียง หากปกติท่านสวมแว่นสายตาควรจะสวมแว่นนิรภัยทับด้านนอกอีกชั้นหนึ่ง เนื่องจากแว่นสายตา โดยทั่วไปจะไม่สามารถป้องกันการกระเด็นเข้าทางด้านข้างได้ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีผู้ดัดแปลง ทำชั้นพลาสติกขนาดเล็กที่สามารถสวมเข้ากับขาของแว่นสายตาช่วยป้องกันการกระเด็นจากด้านข้างได้จึงอนุโลมให้สวมแว่นสายตาเข้าทำปฏิบัติการได้หากมีการดัดแปลงที่เหมาะสม หากต้องทำปฏิบัติการเป็นช่วงเวลานาน การทำแว่นนิรภัยโดยใช้เลนส์ของแว่นสายตาก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ทำได้เช่นกัน หากปกติท่านสวมคอนแทคเลนส์ให้เปลี่ยนมาสวมแว่นสายตาในวันเข้าปฏิบัติการ ทั้งนี้เนื่องจากวัสดุพอลิเมอร์ที่ใช้ทำคอนแทคเลนส์นั้นสามารถดูดซับไอของตัวทำละลายอินทรีย์ หรือสารเคมีบางชนิดได้ถึงแม้ไม่ได้สัมผัสโดยตรง นอกจากนี้เมื่อสารเคมีกระเด็นเข้าตามันจะเข้าทำอันตรายกับดวงตาก่อนที่จะมีการถอดคอนแทคเลนส์ออกได้ ดวงตาเป็นอวัยวะที่ละเอียดอ่อนและมีความสำคัญเป็น

อย่างมาก อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับดวงตาจัดเป็นอุบัติเหตุที่ร้ายแรงมากและมีอัตราเสี่ยงต่อการรักษาให้กลับมาเป็นปกติได้น้อยมาก

2.2 การแต่งกายที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการผู้เข้าทำปฏิบัติการควรแต่งกายด้วยเสื้อผ้าที่รัดกุมไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน ห้ามสวมรองเท้าแตะหรือรองเท้าเปิดหัวหรือส้น ควรสวมใส่รองเท้าหุ้มส้น เพื่อช่วยลดอันตรายหากเกิดการหกของสารเคมีหรือการกระเด็นของเศษแก้ว สุภาพสตรีไม่ควรสวมรองเท้าส้นสูงเพราะอาจจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดการสะดุดล้มเป็นอันตรายได้ สำหรับผู้ที่มีผมยาวควรจะรวบผมไว้ให้เรียบร้อยไม่ให้มาปิดบริเวณใบหน้าจะช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดจากการ สัมผัสของผมกับสารเคมีหรือเปลวไฟขณะทำงานได้ การสวมใส่เสื้อคลุมปฏิบัติการขณะเข้าทำปฏิบัติการเป็นการลดอันตรายจากการหกของสารเคมีไม่ให้สัมผัสกับร่างกายและเสื้อผ้าโดยตรงได้

2.3 ควรเรียนรู้ตำแหน่งของอุปกรณ์ปฐมพยาบาลหรือป้องกันอันตราย เช่น เครื่องดับเพลิง น้ำพุสำหรับ ล้างตา ตู้อภัยปฐมพยาบาล โทรศัพท์ สัญญาณเตือนภัย นอกจากนี้ยังต้องเรียนรู้วิธีการใช้อุปกรณ์ อย่างถูกต้องด้วย

2.4 รักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบในการทำงาน ควรรักษาบริเวณโต๊ะปฏิบัติการให้สะอาด ตลอดเวลาการทำงาน หากมีการหกของสารเคมีควรรีบทำความสะอาดทันที ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้ เพราะนอกจากอาจจะเป็นอันตรายต่อตัวเราเองแล้วยังอาจเป็นอันตรายต่อผู้อื่นที่ไม่ทราบอีกด้วย

2.5 อย่าสะสมเครื่องแก้วที่ใช้แล้วลงในอ่างน้ำ ทั้งนี้หากเกิดหกของสารเคมีโดนผิวหนังหรือดวงตา จำเป็นต้องมีการชำระล้างด้วยน้ำโดยอ่างน้ำที่ใกล้ที่สุด หากมีเครื่องแก้วอยู่ในอ่างน้ำจะเป็นอุปสรรคต่อการปฐมพยาบาล และอาจก่อให้เกิดอันตรายมากยิ่งขึ้นได้ ดังนั้นเมื่อใช้เครื่องแก้วแล้ว ควรล้างแล้วนำเก็บในที่ที่เหมาะสมหรือวางในที่ ๆ ไม่กีดขวางการทำงานหรือก่อให้เกิดอันตรายได้

2.6 ห้ามดื่มหรือรับประทานอาหารในห้องปฏิบัติการ ซึ่งรวมถึงการนำอาหารและเครื่องดื่มเข้ามาในห้องปฏิบัติการด้วยการปนเปื้อนของสารเคมีกับอาหารหรือเครื่องดื่มสามารถเกิดขึ้นได้โดยไม่ สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า หลังออกจากห้องปฏิบัติการควรล้างมือให้สะอาดทุกครั้ง

2.7 อย่าทำการทดลองนอกเหนือจากที่ได้รับมอบหมาย และอย่าทดลองเปลี่ยนแปลงชนิดของสารเคมีที่ใช้โดยไม่ปรึกษา หรือได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเสียก่อน

2.8 หากเกิดอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บควรแจ้งอาจารย์ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการทันที

2.9 ข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันการเกิดไฟไหม้ตัวทำละลายอินทรีย์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมัก เป็นสารติดไฟได้ จึงควรระมัดระวังตลอดเวลาเกี่ยวกับเรื่องไฟ โดยมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

2.9.1 ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ

2.9.2 ก่อนจะจุดตะเกียงด้วยไม้ขีดไฟหรือไฟแช็ค หรือทำการถ่ายเทสารเคมีที่ไวไฟ ควรสังเกตให้ดี ว่าคนรอบข้างที่อยู่ใกล้เคียงกับท่านมีใครใช้ตัวทำละลายที่ไวไฟหรือไม่ เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ ถ้ามีต้องหลีกเลี่ยงและย้ายไปยังที่ที่ปลอดภัยกว่า เช่น ในตู้ควัน อย่างไรก็ตามควรต้อง พึงระลึกไว้เสมอว่าไอของตัวทำละลายเดินทางได้ในระยะที่ไกลพอสมควร จึงควรต้องระมัดระวังเป็นอย่างยิ่งถึงแม้ว่าจะมีการใช้ตัวทำละลายที่ห่างออกไปพอสมควรก็ตาม

2.9.3 ห้ามเทตัวทำละลายอินทรีย์ลงในอ่างน้ำเต็ดขาด เพราะนอกจากจะเป็นการกำจัดสารเคมีอย่างไม่ ถูกวิธีแล้วยังอาจก่อให้เกิดอันตรายจากความเป็นพิษหรือเป็นต้นเหตุทำให้เกิดการติดไฟได้หาก ไอของตัวทำละลายเคลื่อนที่ไปยังบริเวณที่มีเปลวไฟ

2.9.4 ไม่ควรเปิดเตาให้ความร้อนหรือตะเกียงทิ้งไว้ขณะที่ไปทำกิจกรรมอื่น ควรปิดการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ทุกครั้งที่สิ้นสุดการทดลองที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์นั้น

2.9.5 อย่าพยายามต่ออุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าโดยไม่ทราบหรือไม่แน่ใจเกี่ยวกับวิธีการใช้อย่างถูกต้องโดยไม่ถามผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเสียก่อน ควรตรวจสอบสายไฟหรือปลั๊กไฟที่ต่ออยู่ก่อนใช้งานเสมอว่าขาดหรือชำรุดหรือไม่ การใช้งานอย่างไม่ถูกต้องหรือการใช้เครื่องมือชำรุดเป็นสาเหตุสำคัญที่อาจทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรเป็นต้นเหตุของไฟไหม้

2.9.6 เรียนรู้ตำแหน่งของแผงควบคุมสวิตช์ไฟ วาล์วควบคุมท่อแก๊ส และเครื่องดับเพลิงเพื่อใช้ในการฉุกเฉิน

## 2.10 ข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี

2.10.1 หลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือสูดดมสารเคมีโดยตรง หากจำเป็นต้องสูดดมเพื่อทดสอบกลิ่นให้ถือหลอดบรรจุห่างออกไปแล้วจึงใช้มือพัดโบกไอเข้ามา

2.10.2 หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ต้องสัมผัสกับสารเคมีควรสวมใส่ถุงมือ โดยเลือกใช้ถุงมือที่เหมาะสม เช่น ถุงมือที่ทำด้วยใยหินสำหรับกันความร้อนไม่ควรนำไปใช้กับสารเคมี ถุงมือพลาสติกสำหรับการล้างทั่วไปไม่ควรนำไปจับของร้อนเพราะอาจละลายได้ ถุงมือที่ใช้สำหรับสารเคมี แต่พึงระวังไว้เสมอว่าถุงมืออย่างไม่สามารถป้องกันจากสารเคมีได้ทุกชนิด สารเคมีบางชนิด สามารถซึมผ่านถุงมืออย่างเข้าทำอันตรายกับผิวหนังได้ เช่น สารกัดกร่อน จำพวกกรดเข้มข้น ในการจับถือสารเคมีบางชนิดอาจจำเป็นต้องใส่ถุงมือมากกว่าหนึ่งชั้น หรืออาจต้องใช้ถุงมือที่ทำจากวัสดุพิเศษซึ่งมีความหนาหรือทนทานพอต่อสารเคมีนั้น ๆ ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้งควรถอดถุงมือออกและขณะที่ยังสวมถุงมืออยู่ไม่ควรไปจับประตูหรือวัสดุอื่นที่อาจทำให้การปนเปื้อนออกไปนอกห้องปฏิบัติการได้

2.10.3 การตกผลึกด้วยตัวทำละลายอินทรีย์หรือการให้ความร้อนกับตัวทำละลายอินทรีย์ควรทำใน ภาชนะปากแคบ หากต้องการระเหยตัวทำละลายที่มากเกินไปในสารละลายที่บรรจุในภาชนะ เปิดควรทำในตู้ควัน หากเป็นตัวทำละลายที่ติดไฟได้และมีจุดเดือดค่อนข้างต่ำ (ต่ำกว่า 80 - 85 ° C อย่าให้ความร้อนด้วยเปลวไฟจากตะเกียงโดยตรง ให้ใช้เตาให้ความร้อน (Heating mantle หรือ Hot plate) หรือเตาอ่างไอน้ำ (Water bath)

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539 : 9-15) กล่าวว่า การใช้ห้องปฏิบัติการเคมีในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอน และผู้เรียน ควรทำความเข้าใจในข้อควรปฏิบัติให้ตรงกันเพื่อให้เกิดประโยชน์ และปลอดภัยแก่ผู้ทดลอง ดังต่อไปนี้

1. ต้องระลึกอยู่เสมอว่า ห้องปฏิบัติการทดลองเป็นสถานที่ทำงาน ต้องทำการทดลอง ด้วยความตั้งใจอย่างจริงจัง
2. ต้องรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการ เพราะการทดลองจะผิดพลาดได้ง่ายถ้าบนโต๊ะ ปฏิบัติการไม่มีระเบียบ เช่น อาจหยิบหลอดทดลองผิด หรือในกรณีที่ทำสารหกจะต้องรีบทำความสะอาดทันที เครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองแล้วต้องล้างให้สะอาดแล้วเก็บเข้าตู้ เมื่อไม่ต้องการใช้ทดลองอีก นอกจากนี้การรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการยังสามารถช่วยลดอุบัติเหตุและยังเป็นการช่วยประหยัด เวลาในการค้นหาสิ่งของที่ต้องการอีกด้วย
3. ต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น ๆ และพยายามทำความเข้าใจ ถึงขั้นตอนการทดลอง หากมีความสงสัยในตอนใด จะต้องถามอาจารย์ผู้ ควบคุมเสียก่อน ก่อนที่จะลงมือปฏิบัติการทดลองการอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองมาก่อนที่จะปฏิบัติการทดลองนั้น นับว่ามีประโยชน์มาก เพราะจะช่วยประหยัดเวลาในการทดลองและผู้ทดลองจะทำการทดลองด้วยความเข้าใจ

4. ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีไว้ในคู่มือปฏิบัติการ หรือที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้ควบคุมเท่านั้น แต่ถ้าต้องการทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากหนังสือคู่มือหรือที่อาจารย์มอบหมาย จะต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมเสียก่อน

5. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการทดลองต้องสะอาด ความสกปรกเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ผลการทดลองผิดพลาด หรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

6. อุปกรณ์หรือเครื่องมืออื่น ๆ เช่น สามขา ที่ยึดสายยาง ฯลฯ ที่นำมาใช้ในการทดลองนั้น ๆ จะต้องนำไปเก็บไว้ที่เดิม หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว

7. ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการตามเวลาที่กำหนดให้เท่านั้น ไม่ควรทำงานในห้องปฏิบัติการเพียงคนเดียว เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นจะไม่มีใครทราบ และไม่อาจช่วยได้ทันท่วงที

8. เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ ต้องรินออกจากขวดใส่ลงในบีกเกอร์ก่อนโดยรินออกมาประมาณเท่ากับจำนวนที่ต้องการจะใช้ อย่ารินออกมามากเกินไปเพราะจะทำให้สิ้นเปลืองสารโดยเปล่าประโยชน์ถ้าสารละลายที่รินออกมาแล้วนี้เหลือ ให้เทส่วนที่เหลือนี้ลงในอ่างอย่าเทกลับลงในขวดอีกทั้งนี้เพื่อป้องกันการปะปนกัน

9. ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้าต้องรีบล้างออก ด้วยน้ำทันทีเพราะมีสารเคมีหลายชนิดซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

10. อย่าทดลองชิมสารเคมีหรือสารละลาย เพราะสารเคมีส่วนมากเป็นพิษอาจเกิดอันตรายได้นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ชิมได้

11. อย่าใช้มือหยิบสารเคมีใด ๆ เป็นอันตราย และพยายามไม่ให้ส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย ถูกสารเคมีเหล่านี้ด้วย นอกเสียจากจะได้รับคำสั่งจากอาจารย์ผู้ควบคุมให้ปฏิบัติ

12. อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใด ๆ แต่ค่อย ๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ พร้อม กับกวนตลอดเวลา

13. เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี ยานำสารเคมีมาดมโดยตรง ควรใช้มือพัดกลิ่น สารเคมีนั้นเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย (อย่าสูดแรง ๆ) โดยถือหลอดที่ใส่สารเคมีไว้ห่าง ๆ

14. ออกไซด์ของธาตุบางชนิดเป็นแก๊สพิษ เช่น ออกไซด์ของกำมะถัน ไนโตรเจนและแก๊สแฮโลเจน แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก็เป็นก๊าซพิษเช่นเดียวกัน การทดลองใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับ แก๊สเหล่านี้ควรทำในตู้ควัน

15. อย่าทิ้งของแข็งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น ไม้ขีดไฟ หรือกระดาษกรองที่ใช้แล้ว ฯลฯ ลงในอ่างน้ำเป็นอันตราย ควรทิ้งในถังขยะที่จัดไว้ให้

16. ยานำแก้วอ่อน เช่น กระจกตวง กรวยแยก ไปให้ความร้อน เพราะจะทำให้ละลายใช้การไม่ได้

17. ยานำบีกเกอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมาใช้ต้มน้ำดื่ม ถึงแม้ว่าจะดูสะอาดก็ตาม เพราะ อาจมีสารเคมีตกค้างอยู่

18. หลังการทดลองแต่ละครั้งต้องล้างมือให้สะอาด โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนกินอาหาร เพราะในขณะที่ทำการทดลอง อาจมีสารเคมีที่เป็นอันตรายติดอยู่ก็ได้

19. ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสูบบุหรี่ อาจทำให้สารที่ติดไฟง่ายติดไฟได้ หรืออาจทำให้อนุภาคของสารเคมีที่ระเหยกลายเป็นไอถูกเผาผลาญในขณะที่สูบบุหรี่ แล้วถูกดูดเข้าไปในปอด



20. อย่ากินอาหารในห้องปฏิบัติการ เพราะอาจมีสารเคมีปะปนกับอาหารที่รับประทานเข้าไป เช่น อาจอยู่ในภาชนะที่ใส่อหาร ภาชนะที่ใส่น้ำสำหรับดื่มหรือที่มือของท่าน ซึ่งสารเคมีบางชนิดอาจมีพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้

21. เมื่อเสื้อผ้าที่สวมอยู่ติดไฟ อย่าวิ่ง ต้องพยายามดับไฟก่อนโดยนอนกลิ้งลงบนพื้นแล้วบอกให้เพื่อน ๆ ช่วยโดยใช้ผ้าหนา ๆ คลุมรอบตัวหรือใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุมบนเปลว ไฟให้ดับก็ได้

22. เมื่อเกิดไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการ จะต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมดและนำสารที่ติดไฟงายออกไปให้ห่างจากไฟมากที่สุด ซึ่งผู้ปฏิบัติการทดลองทุกคนควรจะต้องรู้แหล่งที่เก็บเครื่องดับเพลิงและรู้จักวิธีใช้ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการนำมาใช้ได้ทันท่วงที

23. หากผู้ทดลองเกิดอุบัติเหตุในขณะที่ทำการทดลอง ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้งต่ออาจารย์ผู้ควบคุมไม่ว่าจะเกิดมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม

24. ก่อนนำเอาสารละลายในขวดไปใช้ จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดขวดสารละลายอย่าง น้อยสองครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารที่ต้องการไม่ผิด

25. เมื่อจะใช้สารเคมีที่เป็นอันตราย หรือสารที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา หรือสารที่มีกลิ่นเหม็น เช่น เบนโซอิลคลอไรด์ ฟอสฟอรัสไตรคลอไรด์ โบรมีน ฯลฯ จะต้องทำในตู้ควัน

26. ภาชนะแก้วที่ร้อนจะดูคล้ายกับภาชนะแก้วที่เย็น ดังนั้นควรให้เวลานานพอสมควรในการให้ภาชนะแก้วที่ร้อนเย็นลง

27. น้ำที่ใช้ทำปฏิกิริยาเคมีควรใช้น้ำกลั่นทุกครั้ง แต่อย่าใช้ฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็น เช่น ใช้ล้างอุปกรณ์ เป็นต้น เพราะกว่าจะกลั่นได้ต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก

28. เมื่อใช้เครื่องควบแน่น อย่าไขว้หน้าเข้าเครื่องควบแน่นแรงนัก เพราะจะทำให้สูญเสียน้ำไปโดยเปล่าประโยชน์ ควรไขว้หน้าเข้าเครื่องควบแน่นเบา ๆ

29. ขณะต้มสารละลายหรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลอง จะต้องหันปากหลอดทดลองออกห่างจากตัวเองและห่างจากคนอื่น ๆ ด้วย

30. การทดลองใด ๆ ที่ทำให้เกิดสุญญากาศภาชนะที่ใช้ต้องหนาพอที่จะทนต่อความดันภายนอกได้

31. ขวดบรรจุสารละลายหรืออุปกรณ์อื่นใดที่มีตัวทำละลายอินทรีย์บรรจุอยู่ อย่าใช้จุกยาง ปิดปากขวดเป็นอันขาด เพราะตัวทำละลายอินทรีย์กัดยางได้ทำให้สารละลายสกรปรก และจะเอาจุกยางออกจากขวดได้ยากเพราะจุกส่วนข้างล่างบวม

32. อย่าทิ้งโลหะโซเดียมที่เหลือจากการทดลองลงในอ่างน้ำ เพราะจะเกิดปฏิกิริยากับน้ำอย่างรุนแรง จะต้องทำลายด้วยแอลกอฮอล์เสียก่อน แล้วจึงเททิ้งลงในอ่างน้ำ

33. เมื่อการทดลองใดใช้สารที่เป็นอันตราย หรือเป็นการทดลองที่อาจระเบิดได้ ผู้ทดลอง ควรสวมแว่นตานิรภัยเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

34. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ต้องทำความสะอาดพื้นโต๊ะปฏิบัติการ ตรวจสอบในตู้และใส่กุญแจให้เรียบร้อย แล้วล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

35. ฟังระลึกรู้อยู่เสมอว่า ต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังที่สุด ความประมาท เลินเล่ออาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้

ในห้องปฏิบัติการเคมีมีสารเคมีหลากหลายชนิด ทั้งของแข็ง ของเหลว และแก๊สขณะทำการทดลองอาจเกิดอุบัติเหตุให้สารเกิดหกตกหล่นได้ ซึ่งสารเคมีแต่ละชนิดจะมีสมบัติที่แตกต่างกันเมื่อหกจึงก่อให้เกิดปัญหาที่ต่างกัน เช่น สารบางตัว

เป็นพิษต่อร่างกายเมื่อถูกกับผิวหนังหรือสูดดม บางชนิดติดไฟได้ง่าย ดังนั้นจึงควรเก็บกวาดและทำความสะอาด ทันทีที่สารเคมีหก (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2539) ซึ่งควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. สารที่เป็นของแข็ง เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ในช้อน ตักหรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในภาชนะ

2. สารละลายที่เป็นกรด เมื่อกรดหกจะต้องรีบทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อนแล้วโรยโซดาแอส หรือโซเดียมไบคาร์บอเนตหรือเทสารละลายด่างเพื่อทำให้กรดเป็นกลางต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด ข้อควรระวัง เมื่อเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นที่หก เช่น กรดกำมะถันเข้มข้น จะมีความร้อนเกิดขึ้นมากและกรดอาจกระเด็นออกมา จึงควรค่อย ๆ เทน้ำลงไปมาก ๆ เพื่อให้กรดเจือจางและความร้อนที่เกิดขึ้นรวมทั้งการกระเด็นจะน้อยลง

3. สารละลายที่เป็นด่าง เมื่อสารเคมีที่เป็นด่างหกจะต้องเทน้ำลงไปเพื่อลดความเข้มข้นของด่างแล้วเช็ดให้แห้ง โดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับซับน้ำบนพื้น (Mop) พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ด เนื่องจากสารละลายด่างจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้งแล้วยังไม่หายควรใช้ทรายโรยบริเวณที่ด่างหกแล้วเก็บกวาดทรายออกไปจะช่วยแก้ปัญหา

4. สารที่ระเหยง่าย เมื่อสารเคมีที่ระเหยง่ายหกจะระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็นอันตรายต่อผิวหนังและปอด การทำความสะอาดสารที่ระเหยง่ายทำได้ดังนี้

4.1. ถ้าสารที่หกมีปริมาณน้อย ใช้ผ้าขี้ริ้วหรือเศษผ้าเช็ดถูออก

4.2 ถ้าสารที่หกนั้นมีปริมาณมาก ทำให้แห้งโดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับเช็ดถู เมื่อเช็ดแล้วก็นำมาใส่ถังเก็บและสามารถนำไปใช้อีกได้ตามต้องการ

5. สารที่เป็นน้ำมัน สารพวกนี้เช็ดออกได้โดยใช้น้ำมาก ๆ เมื่อเช็ดออกแล้วพื้นบริเวณที่ สารหกจะลื่นจึงต้องล้างด้วย ผงซักฟอกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สารที่ติดอยู่ออกไปให้หมด

6. สารปรอท เนื่องจากสารปรอท ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใด ล้วนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น เพราะทำอันตรายต่อระบบ ประสาท ทำให้มีอาการทางประสาท เช่น กล้ามเนื้อเต้น มึนงง ความจำเสื่อม ถ้าได้รับเข้าไปมาก ๆ อาจทำให้แขนขาพิการหรือ ถึงตายได้ ดังนั้นการทดลองใดที่เกี่ยวข้องกับสารปรอทต้องใช้ ความระมัดระวังให้มาก ในกรณีที่สารปรอทหกวิธีการที่ ถูกต้อง ควรปฏิบัติดังนี้

6.1 กวาดสารปรอทมากองรวมกัน

6.2 เก็บสารปรอทโดยใช้เครื่องดูด

6.3 ถ้าพื้นที่สารปรอทหกมีรอยแตกหรือรอยร้าว จะมี สารปรอทเข้าไปอยู่ข้างในจึงไม่สามารถเก็บปรอทโดยใช้ เครื่องดูดดังกล่าวได้ ควรปิดรอยแตกหรือรอยร้าว นั้นด้วยขี้ผึ้งทา พื้นหนา ๆ เพื่อกันการระเหยของปรอทหรืออาจใช้ผงกำมะถันพรม ลงไป ปรอทจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลไฟด์ แล้วเก็บกวาดอีก ครั้งหนึ่ง

ดังนั้น สรุปได้ว่าการทำงานในห้องปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็น ที่ใดก็ตาม สิ่งแรกที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ทุกคนต้องคำนึงถึงคือ ความปลอดภัยไม่เพียงแต่ผู้ที่อยู่ในห้องปฏิบัติการต้องพึงระวังใน สิ่งที่อยู่ในความรับผิดชอบของตนเองเท่านั้น แต่ควรต้องระวังและ คอยสอดส่องดูแลโดยทั่วไปภายในห้องปฏิบัติการด้วยหากพบเห็น สิ่งใดที่อาจเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อบุคคลใดบุคคลหนึ่ง หรือต่อส่วนรวมควรจะต้องช่วยป้องกันแก้ไขหรือแจ้งให้ผู้ควบคุม ห้องปฏิบัติการทราบทันทีหากเกินความสามารถของตนเองการ รู้จักอันตรายและการจับถือสารเคมีรวมทั้งวิธีการใช้เครื่องมืออย่าง ถูกต้องก่อนเข้าทำปฏิบัติการจะเป็นการช่วยลดอัตราเสี่ยงต่อการ

เกิดอันตรายได้มากยิ่งขึ้น

## แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

### 1. ความหมายของเจตคติ

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 17) ได้กล่าวว่าเจตคติ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ อาจอยู่ในรูปของการชอบ หรือไม่ชอบ สนใจหรือไม่สนใจและต้องการหรือไม่ต้องการ

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 106) กล่าวว่าไว้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้น ให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือทางต่อต้านก็ได้

พรณวิไล ชมชิต (2557 : 96) ระบุว่า เจตคติ คือ ความรู้สึกทั้งที่พอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งมีอิทธิพลต่อบุคคลทำให้แต่ละคนตอบสนองต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันออกไป บุคคลจะมีเจตคติดีหรือไม่ดีเกี่ยวกับสิ่งใดนั้น บุคคลรอบข้างมีอิทธิพลอย่างยิ่ง เจตคติของบุคคลมีแนวโน้มขึ้นอยู่กับค่านิยมของบุคคลนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 28) ได้กล่าวถึง จิตพิสัยทางวิทยาศาสตร์จะเน้นเจตคติ 2 กลุ่ม คือ เจตคติทางวิทยาศาสตร์กับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยที่เจตคติต่อวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติเป็น “อารมณ์” และโน้มเอียงไปในเชิง “ศิลปะ” ในขณะที่เจตคติทางวิทยาศาสตร์มีธรรมชาติ โน้มเอียง ไปในทางเป็น “เหตุผล” และ “ศาสตร์” มากกว่า

จากความหมายของเจตคติข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกภายในจิตใจ ความคิดเห็นส่วนบุคคล ค่านิยม ความเชื่อถือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งทางบวกและทางลบ สร้างและ

เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลมีแนวโน้มที่จะแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทาง

## 2. เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(2546 : 149) กล่าวว่าเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์หรือเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกล่าว ได้แก่ ความพอใจ ความศรัทธาและซาบซึ้ง เห็นคุณค่าและประโยชน์ ตระหนักในคุณและโทษ ความตั้งใจเรียนและเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์การเลือกใช้วิธีทางวิทยาศาสตร์ ในการคาดและปฏิบัติ การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพโดย ไคร่ครวญ ไตร่ตรองถึงผลดี และผลเสียสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 29 – 30) ได้ทำการกำหนด โครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติไว้ ดังนี้

1. พื่อใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและซาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่วมกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ

8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมี  
คุณธรรม

9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดย  
ใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

วีรเดช เกิดบ้านตะเคียน (2546 : 54) กล่าวว่า เจตคติทาง  
วิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของ  
บุคคล ที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพฤติกรรมที่ แสดงมาออกนั้น  
จะมี 2 ลักษณะ คือ

1. เจตคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่  
แสดงออกมาในลักษณะพึงพอใจ ความชอบ อยากเรียน และอยาก  
เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติเชิงลบต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดง  
ออกมาในลักษณะไม่พอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียน และไม่อยาก  
เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

คุณลักษณะต่าง ๆ ตามที่กล่าวนี้สังเกตได้จากพฤติกรรม  
การแสดงออกของผู้เรียนและจากการประเมินโดยใช้แบบสอบถาม  
ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้บ่งเพื่อการประเมินผลเจตคติเกี่ยวกับ  
วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (มีตัวอย่างการประเมินเจตคติใน  
ภาคผนวกของงานวิจัยนี้) ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่า  
The Test of Science-Related Attitudes (TOSRA) ซึ่งเป็น  
แบบประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อคำถาม 8  
ข้อ

### 3. การวัดเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

ไพศาล หวังพานิช (2530 : 147) ได้กล่าวว่า คุณลักษณะ  
ภายในมีการแปรเปลี่ยนได้ง่าย การวัดเจตคติจึงต้องยึดหลัก  
สำคัญดังนี้

1. ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดเจตคติ  
คือ

1.1 เจตคติของบุคคลจะมีลักษณะคงที่หรือคงเส้นคงวาอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง ไม่ได้ผันแปร ตลอดเวลา อย่างน้อยจะต้องมีช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่มีความรู้สึกต่อสิ่งหนึ่งคงที่ทำให้สามารถวัดได้

1.2 เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตเห็นได้โดยตรงจึงจะต้องวัดทางอ้อม โดยวัดจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือประพฤติอย่างสม่ำเสมอ

1.3 เจตคติ นอกจะแสดงออกในรูปแบบทิศทางของความรู้สึกนึกคิด เช่น สนับสนุน หรือคัดค้านแล้วยังมีขนาดและปริมาณของความรู้สึกนึกคิดนั้น ๆ ด้วย ดังนั้นนอกจากจะสามารถทราบทิศทางแล้วยังสามารถวัดความเข้มของเจตคติได้ด้วย

2. การวัดเจตคติใดก็ตามจะต้องมีสิ่งประกอบ 3 ประการ คือ ตัวบุคคลที่ถูกวัด สิ่งเร้า และการตอบสนอง

3. สิ่งเร้าที่นิยมมาใช้ คือ ข้อความวัดเจตคติ ซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายถึงคุณค่า คุณลักษณะของสิ่งนั้นเพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก เช่น มาก ปานกลาง น้อย เป็นต้น

4. การวัดเจตคติของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดสิ่งใด ต้องพยายามถามคุณค่าและลักษณะ ในแต่ละด้านของเรื่องนั้นออกมาแล้วนำผลซึ่งเป็นส่วนประกอบหรือรายละเอียดปลีกย่อยมาผสมผสานสรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น เพราะฉะนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่การวัดนั้น ๆ จะต้อง ครอบคลุมลักษณะต่าง ๆ ครบทุกลักษณะเพื่อให้การสรุปตรงตามความจริงมากที่สุด

5. ต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรงของผลการวัดอย่างเป็นพิเศษกล่าวคือ ต้องพยายามให้ผล ที่วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงของบุคคลทั้งในแง่ทิศทางและระดับ และช่วงของเจตคติ



เนื่องจากเจตคติประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ กันอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการวัดเจตคติที่องค์ประกอบหนึ่ง ก็ย่อมบอกถึงเจตคติของบุคคล ซึ่งการศึกษาเจตคติประกอบด้วย 6 วิธี ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การเฝ้ามองและจดบันทึก พฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งใด สิ่งหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่สังเกตได้ ไปอนุมานว่าบุคคลนั้นมีเจตคติต่อสิ่งนั้นอย่างไร

2. การสัมภาษณ์ คือ วิธีการถามให้ตอบด้วยปากเปล่า ผู้เก็บข้อมูลอาจจดบันทึกคำตอบ หรืออัดเสียงตอบไว้ได้ แล้วนำมา วิเคราะห์คำตอบภายหลัง วิธีการสัมภาษณ์ให้ข้อมูลครอบคลุม ทั้งอดีต ปัจจุบัน อนาคต และสิ่งอื่นที่เกี่ยวข้อง แต่มีข้อจำกัดเพราะ วิธีการสัมภาษณ์เป็นการตอบ หรือเล่าพฤติกรรมของตนเองหรือผู้อื่น ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ถูกศึกษาเล่าแต่พฤติกรรมที่ตนเอง เห็นสมควรจะนำมาเปิดเผยหรือเล่าพฤติกรรมที่สังคมยอมรับ

3. แบบสอบถาม วิธีนี้ใช้กับผู้ที่มีการศึกษาพอสมควร คือสามารถอ่านออกเขียนได้ แบบวัดเจตคตินั้นจะมีข้อคำถามและคำตอบต่าง ๆ ไว้ให้เลือกตอบ โดยทำไว้เป็นมาตรฐาน แบบแผน เดียวกันสำหรับผู้ตอบทุกคน การใช้แบบวัดเจตคติเป็นวิธีการที่ใช้ มากที่สุดในการศึกษา เกี่ยวกับเจตคติ เพราะใช้เวลาน้อยและได้ คำตอบเท็จจริงมากกว่าวิธีอื่น

4. การสร้างจินตภาพ เป็นวิธีการสร้างจินตนาการโดยใช้ภาพเพื่อใช้วัดเจตคติบุคลิกภาพ ของบุคคล โดยที่ภาพจะเป็น ตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงความคิดเห็นออกมา และสามารถสังเกต ได้ว่า บุคคลนั้นมีความรู้สึกอย่างไร วิธีการวัดเจตคติโดยการสร้าง จินตภาพนี้ ผู้ทำการศึกษามี ประสิทธิภาพและความสามารถ เพียงพอในการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้มา

5. การวัดแบบผู้ถูกศึกษาไม่รู้ตัว วิธีการนี้ผู้ที่เก็บข้อมูล ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับผู้ถูกศึกษา โดยตรงทั้งในลักษณะเป็น กลุ่มหรือรายบุคคล และผู้ถูกศึกษาไม่รู้สึกตัวว่ากำลังถูกศึกษาอยู่

6. การวัดทางสรีระ คือการใช้เครื่องมือไฟฟ้าหรือเครื่องมืออื่น ๆ ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย เนื่องด้วยเจตคติต่อสิ่งหนึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือมีความรู้ไปในทางชอบหรือไม่ชอบ ความรู้สึกนี้อาจจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง ขึ้นอยู่กับเรื่องราวและบุคคล เมื่อถูกกระตุ้นด้วยสิ่งที่เขาเคยชอบหรือไม่ชอบ จะทำให้ระดับอารมณ์ในขณะนั้นเปลี่ยนแปลงไป ถ้าใช้เครื่องมือวัดในทางสรีระที่ละเอียดก็สามารถตรวจพบความเปลี่ยนแปลงทางอารมณ์ได้ แต่เนื่องด้วยเครื่องมือวัดทางสรีระนั้นมีราคาสูงและผู้ใช้ต้องมีความรู้ทางสรีรศาสตร์เป็นอย่างดี ดังนั้นวิธีการนี้จึงยังไม่เป็นที่แพร่หลายในการวิจัยทางเจตคติในจิตวิทยาสังคม

สำหรับในงานวิจัยนี้การวัดเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ใช้วิธีการตอบแบบสอบถามโดยใช้เครื่องมือที่มีชื่อว่า The Test of Science-Related Attitudes (TOSRA) ซึ่งเป็นแบบประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี

## แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องมือวิจัยเพื่อประเมินสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน

### 1. วิวัฒนาการของการสร้างเครื่องมือวิจัยสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน

Lewin and Murrey (1938) ได้เสนอทฤษฎีกรอบของการทำงานเป็นสมการ  $B = f$

(P, E) เมื่อ B คือ สมรรถนะของมนุษย์ที่มีอิสระต่ออิทธิพลต่าง ๆ

ซึ่ง P หมายถึงบุคคล และ E หมายถึงสภาพแวดล้อม และเมอร์เรย์ได้ประยุกต์ทฤษฎีนี้ไปสู่ความต้องการพื้นฐานของมนุษย์

Moos and Walberg (1968) ได้สร้างเครื่องมือวิจัยสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนขึ้นเป็นครั้งแรก เพื่อประเมินสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนในช่วงเวลา 30 ปีที่ผ่านมากับนักศึกษาสาขาวิชาฟิสิกส์ แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด (Anderson and Walberg. 1968) ประเทศสหรัฐอเมริกา เครื่องมือวิจัยจะประเมินปัจจัย 9 ด้านที่มีผลต่อการจัดการเรียนและการสอน

Moos (1973) ได้สร้างเครื่องมือประเมินสังคมมนุษย์ที่มีความสัมพันธ์ในการอยู่ร่วมกับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กับบุคคลอื่น เช่นกับผู้ป่วยที่มีปัญหาทางจิตที่กำลังรักษาในโรงพยาบาล แล้วสรุปได้ว่ามนุษย์สามารถเปลี่ยนสมรรถนะได้ 3 รูปแบบ ได้แก่ การพัฒนาความสัมพันธ์ การพัฒนาตน และการปรับเข้าสู่ความเป็นระบบในสังคมนั้น

Walberg, Fraser, and Welch (1986) ได้สร้างเครื่องมือวิจัยสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและสรุปผลการศึกษาว่าสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทัศนคติของผู้เรียน

Fisher and Fraser (1992) ได้ทำการศึกษาเพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนและผู้สอนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน แล้วสรุปผลได้ว่า สภาพแวดล้อมในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศที่ผู้เรียนได้รับรู้ด้วยตนเอง การขาดการสังเกตในชั้นเรียนจะไม่สามารถรับรู้สมรรถนะทั้งผู้เรียนและผู้สอนอย่างแท้จริง และผู้เรียนเท่านั้นเป็นผู้ตัดสินใจในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียน ต่อมาได้มีการสร้างเครื่องมือเพื่อทำการวิจัยในชั้นเรียนอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

## 2. เครื่องมือวิจัยเพื่อประเมินสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน

**2.1 The Classroom Environment Scale (CES)** เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสำหรับระดับมัธยมศึกษาโดย รูดอล์ฟ มุส (Rudolf Moos) มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford University) (Fisher and Fraser. 1983) ผลการปรับปรุงครั้งสุดท้ายแบบสอบถามนั้น

มีองค์ประกอบ 9 ประเด็น คือ

- 2.1.1 การมีส่วนร่วม (Involvement)
- 2.1.2 ความผูกพันฉันมิตร (Affiliation)
- 2.1.3 การสนับสนุนจากผู้สอน (Teacher Support)
- 2.1.4 การเน้นงานให้ผู้เรียนปฏิบัติ (Task Orientation)
- 2.1.5 การแข่งขัน (Competition)
- 2.1.6 ความมีระเบียบ (Order)
- 2.1.7 ระบบงาน (Organization)
- 2.1.8 ความชัดเจนของกฎ กติกา (Rule Clarity)
- 2.1.9 การควบคุมของผู้สอน (Teacher Control)

แต่ละประเด็นมีข้อความให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกตอบ “ถูก” หรือ “ผิด” (Moos and Trickett. 1987)

ตัวอย่างข้อความที่สำคัญของ CES ได้แก่

ครูผู้สอนให้ความสนใจผู้เรียน (The Teacher Takes a Personal Interest in the Students) เป็นข้อความหนึ่งในประเด็นการสนับสนุนจากผู้สอน หรือ Teacher Support มีกฎที่ชัดเจนให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม (There is a Clear Set of Rules for Students to Follow) เป็นข้อความหนึ่งในประเด็นความชัดเจนของกฎกติกา หรือ Rule Clarity

**2.2 The Learning Environment Inventory (LEI)** เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้น ในช่วงปลายของปี 1960s ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการประเมินผลและวิจัยโครงการ Harvard Project Physics (Anderson and Walberg. 1974) เป็นแบบสอบถามที่ใช้สำหรับระดับมัธยมศึกษา ผู้พัฒนาได้กำหนดมิติของบรรยากาศสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนไว้ 15 ประเด็น โดยอาศัยแนวคิดที่เป็นตัวชี้การเรียนรู้ที่ดีในอดีต แนวคิดที่สอดคล้องกับทฤษฎีและผลการวิจัยด้านสังคมจิตวิทยา แนวคิดตามทฤษฎีและการวิจัยทางการศึกษา ตลอดจนแนวคิดที่ใช้ในการตัดสินสังคมจิตวิทยาของชั้นเรียน ประเด็นของบรรยากาศในชั้นเรียนที่ใช้เป็นกรอบแนวคิดของแบบสอบถาม ประกอบด้วย

- 2.2.1 ความสามัคคีใกล้ชิดสนิทสนม (Cohesiveness)
- 2.2.2 ความขัดแย้ง (Friction)
- 2.2.3 ความลำเอียง (Favoritism)
- 2.2.4 ความเป็นหมู่พวก (Cliques)
- 2.2.5 ความพึงพอใจ (Satisfaction)
- 2.2.6 ความเฉยเมย (Apathy)
- 2.2.7 ความเร็ว (Speed)
- 2.2.8 ความยุ่งยาก (Difficulty)
- 2.2.9 การแข่งขัน (Competitiveness)
- 2.2.10 การกระจายหรือความหลากหลาย (Diversity)
- 2.2.11 ความเป็นทางการ (Formality)
- 2.2.12 สิ่งแวดล้อมด้านอุปกรณ์ (Material Environment)

2.2.13 การชี้แนะเป้าหมาย (Goal Direction)

2.2.14 ความสับสนวุ่นวาย ไม่เป็นระเบียบ  
(Disorganization)

2.2.15 ความเป็นประชาธิปไตย (Democracy)

แต่ละมิติประกอบด้วยข้อความ 7 ข้อความ ที่เป็นข้อความบรรยายสภาพในชั้นเรียน รวมทั้งสิ้น

105 ข้อความ ผู้ตอบแบบสอบถามจะแสดงระดับความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความแต่ละข้อความ ที่จัดไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Disagree)

2) ไม่เห็นด้วย (Disagree)

3) เห็นด้วย (Agree)

4) เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly Agree)

ตัวอย่างข้อความที่ใช้เพื่อให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพในชั้นเรียนภายใต้ ประเด็นความสามัคคีใกล้ชิดสนิทสนม หรือ Cohesiveness คือ นักเรียนทุกคนรู้จักกันดี (All Students Know Each Other Very Well) ข้อความภายใต้ประเด็น ความเร็วของการดำเนินกิจกรรม หรือ Speed คือ การดำเนินกิจกรรมของชั้นเรียนนับเป็นไปอย่างเร่งรีบ (The Pace of the Class is Rushed)

## 2.3 The Individual Classroom Environment

Questionnaire (ICEQ) สร้างโดยฟราเซอร์และเรนโทล (Fraser and Rentoul. 1982) โดยประเมินความคิดเห็นผู้เรียนเกี่ยวกับด้านบุคลิกภาพ การมีส่วนร่วม การสืบค้น และความแตกต่างที่เกี่ยวกับลักษณะของชั้นเรียน หลักสูตร และเนื้อหาแบบสอบถามจะ

ประเมินความคิดเห็นจำนวน 5 ด้าน ๆ ละ 10 ข้อ จากแบบสอบถามรวม 50 ข้อ

**2.4 The My Class Inventory (MCI)** เป็นแบบสอบถามที่ปรับจาก LEI ให้เหมาะกับเด็กช่วงอายุ 8-12 ปี (Fisher and Fraser. 1981) ซึ่งเป็นแบบสอบถามที่พัฒนาเพื่อใช้กับเด็กประถมศึกษา แต่ก็มีการนำไปใช้กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและใช้ได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีปัญหาด้านการอ่าน แบบสอบถาม MCI มีกรอบเพียง 5 ประเด็น คือ

2.4.1 ความสามัคคีใกล้ชิดสนิทสนม (Cohesiveness)

2.4.2 ความขัดแย้ง (Friction)

2.4.3 ความพึงพอใจ (Satisfaction)

2.4.4 ความยุ่งยาก (Difficulty)

2.4.5 การแข่งขัน (Competitiveness)

แบบสอบถามนี้ได้ปรับข้อความให้ใช้ภาษาที่ง่าย ปรับรูปแบบการตอบแบบสอบถามจาก

4 ระดับความคิดเห็นเป็น 2 ระดับ คือ “ใช่” และ “ไม่ใช่” นอกจากนี้ยังให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบลงแบบสอบถามโดยตรงไม่ต้องใช้กระดาษคำตอบ การปรับปรุงครั้งล่าสุดมีข้อความให้พิจารณาตอบ 38 ข้อความ โดยมีระดับความยากง่ายในการอ่านเหมาะกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา

ตัวอย่างข้อความที่สำคัญของ MCI ได้แก่

1. เด็กนักเรียนมักจะทะเลาะกันเป็นประจำ (Children are always fighting with each other) เป็นข้อความหนึ่งในประเด็นความขัดแย้ง หรือ Friction

2. ดูเหมือนเด็กนักเรียนชอบชั้นเรียน (Children seem to like the class) เป็นข้อความหนึ่งในประเด็นความพึงพอใจ หรือ Satisfaction

### **2.5 The College and University Classroom**

**Environment Inventory (CUCI)** เป็นเครื่องมือวิจัยคล้าย The MCI แต่ใช้ประเมินสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนระดับมหาวิทยาลัย สร้างโดย Fraser, Treagust, and Dennis (1986) แบบสอบถามจะประเมินความคิดเห็นจำนวน 7 ด้าน ๆ ละ 7 ข้อ แบบสอบถามรวม 49 ข้อ

### **2.6 The Constructivist Learning Environment**

**Survey (CLES)** เป็นเครื่องมือสะท้อนการเปลี่ยนแปลงชั้นเรียน ด้วยวิธีการบูรณาการ และพัฒนารูปแบบเพื่อประเมินสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนที่จัดกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ สร้างโดย Taylor, Fraser and Fisher (1997) แบบสอบถามจะประเมินความคิดเห็นจำนวน 5 ด้าน ๆ ละ 7 ข้อ แบบสอบถามรวม 35 ข้อ

### **2.7 The What Happening In This Class (WIHIC)**

**Questionnaire** เป็นแบบสอบถามจำนวนคำถาม 56 ข้อ จะประเมินความคิดเห็นจำนวน 7 ด้าน ๆ ละ 8 ข้อ เพื่อประเมินความคิดเห็นของการจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน เครื่องมือวิจัยในชั้นเรียนนี้ สร้างโดย Fraser, Fisher and McRobbie (1996)

### **2.8 The Questionnaire on Teacher Interaction**

**(QTI)** สร้างเครื่องมือขึ้นโดย Wubbels ดำเนินการจัดการเรียนรู้



ในชั้นเรียนในความคิดเห็นของนักเรียนหรือเพื่อนร่วมงาน แบบสอบถาม Brekelmans and Hooymayers (1995) ได้สร้าง เครื่องมือประเมินสมรรถนะของผู้สอนที่แสดงออกระหว่างจะ ประเมินความคิดเห็นจำนวน 8 ด้าน ๆ ละ 6 ข้อ แบบสอบถามรวม 48 ข้อ

## 2.9 The Science Laboratory Environment Inventory

(SLEI) พัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1991 โดย B. J. Fraser, G.J.

Giddings and C. J. McRobbie (1991) เป็นแบบสอบถามการ รับรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่ง ประกอบด้วยข้อความที่ระบุถึงสิ่งที้อาจเกิดขึ้นในห้องเรียน วิทยาศาสตร์ ผู้ตอบแบบสอบถามจะตอบคำถามว่า สิ่งทีระบุใน ข้อความแต่ละข้อเกิดขึ้นจริงบ่อยครั้งเพียงใด โดยเลือกตอบระดับ ใดระดับหนึ่งใน 5 ระดับต่อไปนี้

1 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกือบไม่เคยเกิดขึ้น (Almost Never)

2 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกิดขึ้นน้อยครั้ง (Seldom)

3 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกิดขึ้นเป็นบางครั้ง (Sometimes)

4 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้ง (Often)

5 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก (Very Often)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือวิจัยในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์ จำนวน 2 เครื่องมือ ได้แก่

## 1. แบบประเมินการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี (The Chemistry Laboratory Environment Inventory : CLEI)

The Chemistry Laboratory Environment Inventory (CLEI) เป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีโดยประยุกต์เครื่องมือจาก The science Laboratory Environment Inventory (SLEI) โดย B. J. Fraser, G.J. Giddings and C. J. McRobbie ในปี ค.ศ. 1993 (Fraser, McRobbie and Giddings. 1993)

แบบสอบถามการรับรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในห้องเรียนปฏิบัติการเคมี ประกอบด้วยข้อความที่ระบุถึงสิ่งทีอาจเกิดขึ้นในห้องเรียนปฏิบัติการเคมี ผู้ตอบแบบสอบถามจะตอบคำถามว่า สิ่งทีระบุในข้อความแต่ละข้อเกิดขึ้นจริงบ่อยครั้งเพียงใด โดยเลือกตอบระดับใดระดับหนึ่งใน 5 ระดับต่อไปนี้

1 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกือบไม่เคยเกิดขึ้น (Almost Never)

2 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกิดขึ้นน้อยครั้ง (Seldom)

3 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกิดขึ้นเป็นบางครั้ง (Sometimes)

4 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้ง (Often)

5 ถ้าสิ่งทีระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก (Very Often)

ประเด็นหรือกรอบแนวคิดของแบบสอบถามฉบับนี้ มี

ข้อความภายใต้ประเด็น 5 ด้านให้ผู้ตอบพิจารณาตอบ จำนวน 35 ข้อ ประกอบด้วย

1. ด้านการประสานความร่วมมือ (Student Cohesiveness) (SC) ประกอบด้วยข้อคำถามที่ 1, 6, 16, 21, 26 และ 31

2. ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ (Open-Endedness) (OE) ประกอบด้วยข้อคำถามที่ 2, 7, 12, 17, 22, 27 และ 45

3. ด้านการบูรณาการ (Integration) (IN) ประกอบด้วยข้อคำถามที่ 3, 8, 18, 23, 28, และ 32

4. ด้านกฎระเบียบวินัย (Rule Clarity) (RC) ประกอบด้วยข้อคำถามที่ 4, 9, 14, 19, 24, 29 และ 33

5. ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ (Material Environment) (ME) ประกอบด้วยข้อคำถามที่ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30

ต้นฉบับของแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่จะเป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินในเชิงบวก แต่จะมีแบบสอบถามในข้อต่อไปนี้มี ความหมายในเชิงลบ (Reverse) ประกอบไปด้วยแบบสอบถามในข้อ 3, 5, 6, 8, 9, 15, 20, 23, 24, 25, 26, 27 และ 33 ในข้อที่มีความหมายในเชิงลบ (Reverse) ระดับประเมิน 1 จะแปลเป็น 5 ระดับประเมิน 2 จะแปลเป็น 4 ระดับประเมิน 4 จะแปลเป็น 2 และระดับประเมิน 5 จะแปลเป็น 1

## **2. แบบประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ (The Test of Science-Related Attitudes : TOSRA)**

The Test of Science-Related Attitudes (TOSRA) เป็นแบบประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 8 ข้อโดยเลือกตอบระดับใดระดับหนึ่งใน 5 ระดับต่อไปนี้

5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strong agree = 5)

4 เห็นด้วย (Agree = 4)

3 เห็นด้วยบางครั้ง (Not sure = 3)

2 ไม่เห็นด้วย (Disagree = 2)

1 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง (Strongly disagree = 1)

อย่างไรก็ตามบางข้อของแบบประเมินเจตคติมีความหมายเชิงบวกและบางข้อมีความหมายเชิงลบ ต้องแปลค่ามาตรฐานระดับคะแนนจากการประเมินเจตคตินี้ด้วย

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. การใช้เครื่องมือวิจัยสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนในประเทศไทย

ดวงสมร กิจโกศล (2548) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง Teacher-student interactions and laboratory learning environments in biology classes in Thailand โดยใช้เครื่องมือ The Questionnaire on Teacher Interaction (QTI) และ The Science Laboratory Environment Inventory (SLEI) กับกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 37 ชั้นเรียน 37 โรงเรียน ผลการศึกษาพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนตลอดจนทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อสภาพห้องปฏิบัติการชีววิทยามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สุพัตรา วันเพ็ญ (2548) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง Creating a collaborative learning environment in a computer classroom in Thailand using the constructivist learning environment survey โดยใช้เครื่องมือ The Constructivist

Learning Environment Survey (CLES) กับกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนคอมพิวเตอร์ จำนวน 710 คนในประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนที่มีจำนวนคนน้อยในแต่ละกลุ่มจะมีผลการพัฒนาในการใช้คอมพิวเตอร์ดีกว่าในกลุ่มใหญ่

ต้นสกุล ศานติบุรณ (2550) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่องห้องปฏิบัติการเรียนรู้ระดับประถมศึกษาในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี เพื่อประเมินสภาพการจัดห้องปฏิบัติการในการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนกับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 โรงเรียน 792 คน ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดอุดรธานี ทั้ง 4 เขตพื้นที่การศึกษา ประเมินสภาพการจัดห้องปฏิบัติการทางวิชาการด้วยการประยุกต์เครื่องมือวิจัย The Science Laboratory Environment Inventory (SLEI) และประเมินทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการรับรู้การจัดของปฏิบัติการที่มีส่วนสนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเครื่องมือ The Test Of School-Related Attitude (TOSRA) ผลการวิจัยพบว่า ความแตกต่างของห้องปฏิบัติการเรียนรู้ที่คาดหวังและตามสภาพที่เป็นจริงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และพบว่านักเรียนจำนวนร้อยละ 56 มีความพึงพอใจในการจัดห้องปฏิบัติการที่มีส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน

ทรรศนีย์ วรหาคำ (2554) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่องการศึกษาการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของโรงเรียนวัดจันทร์ประดิษฐาราม สังกัดสำนักงานเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ครูจำนวน 83 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 187 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ผลการวิจัยพบว่า การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการ

เรียนรู้ของโรงเรียนวัดจันทรประดิษฐาราม สังกัดสำนักงานเขต  
ภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร ตามความคิดเห็นของครู โดยรวมและ  
รายด้านที่ 4 ด้าน มีการปฏิบัติอยู่ในระดับมาก และตามความ  
คิดเห็นของนักเรียน โดยรวมและรายด้านที่ 4 ด้าน มีการปฏิบัติอยู่  
ในระดับมาก เช่นกัน การเปรียบเทียบการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อ  
ต่อการเรียนรู้ของโรงเรียนวัดจันทรประดิษฐาราม สังกัดสำนักงาน  
เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร ตามความคิดเห็นของครู เมื่อ  
จำแนกตามระดับชั้นที่สอนและประสบการณ์สอนพบว่า มีความ  
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และตามความ  
คิดเห็นของนักเรียนจำแนกตามเพศของนักเรียนพบว่า พบว่า มี  
ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ต้นสกุล ศานติบุรณ (2555) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง  
สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏอุดรธานี เพื่อสืบค้นความคิดเห็นของนักศึกษาสาขา  
วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใน  
ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 557 คน เพื่อ  
ประเมินความคิดเห็นทั้งตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่คาดหวัง  
ด้วย The Physics Laboratory Environment Inventory (PLEI)  
และประเมินทัศนคติที่มีต่อห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ด้วย  
เครื่องมือ The Test Of Physics-Related Attitude (TOPRA)  
โดยพบว่า ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยในสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 น้อย  
กว่าคะแนนเฉลี่ยในสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 และน้อยกว่าคะแนน  
เฉลี่ยในสภาพที่พึงประสงค์

สุกฤษฎี อัญบุตร (2555) ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัด  
สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการศึกษาในโรงเรียนหลักชั้นต้น  
ของกองทัพอากาศ ประชากรที่ใช้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่  
บุคลากรและนักเรียนในโรงเรียนหลักชั้นต้นของกองทัพอากาศ 7

โรงเรียน จำนวน 3,926 คน กลุ่มตัวอย่าง 363 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบถามสอบความคิดเห็นของ บุคลากรและนักเรียนเกี่ยวกับ การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการศึกษา ในโรงเรียนหลักชั้นต้นของกองทัพอากาศ 4 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านการบริหาร ด้านการเรียนการสอน และด้านสังคม กลุ่มเพื่อนผลการวิจัยความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการศึกษาในโรงเรียนหลัก ชั้นต้นของกองทัพอากาศในภาพรวม อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่มี ค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านสังคมกลุ่มเพื่อน รองลงมาได้แก่ ด้านการเรียนการสอน ด้านการบริหาร ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด ได้แก่ด้านกายภาพ

พระจันทร์ทอน จันทมโม สีนทะดวงศ์ (2556) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่อการจัดสภาพแวดล้อมในโรงเรียนวัดตำหนักใต้ สังกัด สพป. นนทบุรี เขต 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้วิจัย เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนวัดตำหนักใต้ สังกัด สพป. นนทบุรี เขต 1 จำนวน 115 คน ใช้แบบสอบถามรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่อการจัด สภาพแวดล้อมในโรงเรียนวัดตำหนักใต้โดยภาพรวม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากและผลการเปรียบเทียบตามเพศของนักเรียนที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมในโรงเรียนวัดตำหนักใต้ภาพรวม คือ ด้านสภาพแวดล้อมกายภาพภายในโรงเรียน ด้านสภาพแวดล้อมทางสังคม ภายในโรงเรียนวัดตำหนักใต้ด้านสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนการสอนที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

0.05

สุพจน์ สาริบุตร (2556) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนถิ่นวิทยา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในเรื่องนี้ได้แก่ นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนเถินวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 35 อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง จำนวน 256 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนเถินวิทยา ที่มีต่อการจัดสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนเถินวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 35 อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับ มาก และผลการเปรียบเทียบ ความพึงพอใจของนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนเถินวิทยา ที่มีต่อการจัดสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนเถินวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 35 อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง ตามความคิดเห็นของนักเรียนเพศ ชายและนักเรียนเพศหญิง โดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

สมใจ วินิจกุล (2556) ได้ดำเนินการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในสถาบันการศึกษา ความสุขในการเรียนรู้ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์เกื้อการุณย์ มหาวิทยาลัย นวมินทราชิราช กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาพยาบาล คณะพยาบาลศาสตร์เกื้อการุณย์ ชั้นปีที่ 1 – 4 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 800 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามสภาพแวดล้อมในสถาบัน ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาพยาบาล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในภาพรวมอยู่ในระดับ ปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.97 ประเมินสภาพแวดล้อมในสถาบันการศึกษา ทุกด้านอยู่ในระดับ มาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4. ประเมินความสุขในการเรียนรู้ ทุกด้านอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ผลสัมฤทธิ์



ทางการเรียนมีความสัมพันธ์ทางบวกกับสภาพแวดล้อมในสถาบัน และความสุขในการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมในสถาบันมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสุขในการเรียนรู้

## 2. การใช้เครื่องมือวิจัยในชั้นเรียนในต่างประเทศ

Giddings and Waldrip (1996) ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่อง A comparison of science laboratory classroom in Asia, Australia, South Pacific and USA ดำเนินการวิจัยในชั้นเรียนด้วยเครื่องมือวิจัย the SLEI กับกลุ่มตัวอย่างทั้งในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ห้องปฏิบัติการเคมี ในประเทศออสเตรเลียอย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะที่เป็นจริงและสมรรถนะที่พึงประสงค์ในความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Aldridge and Fraser (1999) ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่อง Investigating classroom environments Taiwan and Australia with multiple research methods ได้ดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยในชั้นเรียนคือ The SLEI กับกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เรียนในประเทศไต้หวันจำนวน และ 956 คน จาก 50 ชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์ในความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Khine and Fisher (2001) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Classroom environment and teacher's cultural background in secondary science classes in an Asian context ได้รายงานผลการวิจัยในชั้นเรียนกับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 1,188 คน จาก 50 ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศบรูไน โดยใช้เครื่องมือ The WIHIC และ The Test of

Science Related Attitudes (TOSRA) เพื่อเปรียบเทียบ สหสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นสภาพแวดล้อมและทัศนคติของ ผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง สภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและทัศนคติมีความสัมพันธ์กันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

Lee and Fraser (2001) ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่อง Laboratory classroom environments in Korean high schools เป็นการสืบค้นถึงสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 439 โรงเรียน ในประเทศเกาหลีใต้ ใช้เครื่องมือ the SLEI โดยแบ่งกลุ่ม การศึกษาเป็น 3 กลุ่ม ใช้การสังเกตและสัมภาษณ์เป็นส่วนร่วมใน การศึกษา ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่ เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์ในความคิดเห็นของกลุ่ม ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Rickards and den Brok (2003) ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่อง Factors influencing students' perceptions of their teachers' interpersonal behaviour และได้รายงานผลการวิจัยในชั้นเรียน กับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 1,188 คน จาก 50 ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้เครื่องมือ The QTI และ The Test of Science Related Attitudes (TOSRA) เพื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็น สภาพแวดล้อมและทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในชั้นเรียน และทัศนคติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Koul and Fisher (2004) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Science classroom learning environments in India และได้

รายงานผลการวิจัยในชั้นเรียนกับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 1,041 คน จาก 32 ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนเอกชน ในประเทศอินเดีย โดยใช้เครื่องมือ The WIHIC และ The Test of Science Related Attitudes (TOSRA) เพื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นสภาพแวดล้อมและทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและทัศนคติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Adams (2007) ได้รายงานการวิจัยเรื่อง Science laboratory environment in a South African college of education: the effect of class membership โดยใช้เครื่องมือ the SLEI กับกลุ่มตัวอย่าง 264 คน ใน 16 ห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์และชีววิทยาที่ the Hewat College of Education, Athlone, Cape Town ผลการวิจัยพบว่าสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการมีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

Rickards (2008) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Student perceptions of a culturally diverse classroom environment. และได้รายงานผลการวิจัยในชั้นเรียนกับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษา จำนวน 3,215 คน จาก 158 ชั้นเรียน 43 โรงเรียนในทัสมาเนียและหมู่เกาะเคาะแปซิฟิกใต้ โดยใช้เครื่องมือ The QTI และ The Test of Science Related Attitudes (TOSRA) เพื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นสมรรถนะของผู้สอนและทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถนะของผู้สอนในชั้นเรียนและทัศนคติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

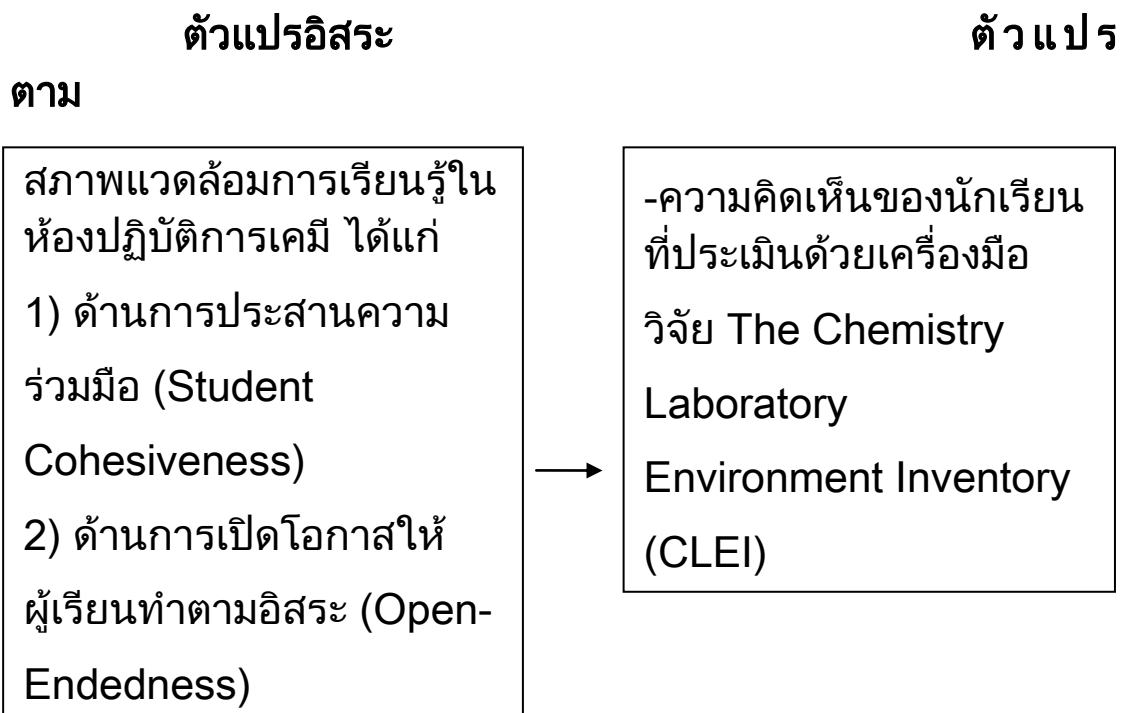
Wei, den Brok and Zhou (2008) ได้ดำเนินงานวิจัยเรื่อง A study of student perceptions of English teacher behavior in China. ได้รายงานผลการวิจัยในชั้นเรียนกับกลุ่มตัวอย่างผู้เรียนชั้นประถมศึกษาที่เรียนโดยใช้ภาษาอังกฤษและภาษาท้องถิ่น จำนวน 160 คน จาก 4 โรงเรียน ในภาคตะวันตกเฉียงใต้ในประเทศสาธารณประชาชนจีน โดยแปลเครื่องมือ The QTI และ The Test of Science Related Attitudes (TOSRA) เป็นภาษาจีนเพื่อเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นสมรรถนะของอาจารย์สอนภาษาอังกฤษและภาษาจีนและทัศนคติของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์สอนภาษาอังกฤษและภาษาจีนและทัศนคติของผู้เรียนมีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Wong and Fraser (2008) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Assessment of Chemistry Laboratory Classroom Environments กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เตรียมตัวจะเข้าศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยในสิงคโปร์ จำนวน 1,592 คน จาก 56 ชั้นเรียน จาก 28 โรงเรียนรัฐบาล โดยใช้เครื่องมือวิจัย The Chemistry Laboratory Environment Inventory (CLEI) ซึ่งประยุกต์เครื่องมือจาก The Science Laboratory Environment Inventory (SLEI) ผลการศึกษาพบว่าค่าความเชื่อมั่นและความน่าเชื่อถือในทางสถิติของเครื่องมือวิจัยมีค่าอยู่ในระดับสูง

Wong and Waldrup (1996) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง Science classroom learning environments and student attitudes in Singapore, Australia and the South Pacific กับ

กลุ่มตัวอย่างจาก 3 ประเทศ ได้แก่ นักเรียนในระดับ High School จำนวน 1,592 คนจากประเทศสิงคโปร์ จำนวน 1,594 คน จากประเทศออสเตรเลีย และจำนวน 3,637 คนจากประเทศใน หมู่เกาะมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ ประเมินความคิดเห็นของ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกันทั้งวัฒนธรรมและ สภาพแวดล้อมด้วยเครื่องมือ The Science Laboratory Environment Inventory (SLEI) และประเมินทัศนคติกับกลุ่ม ตัวอย่างด้วยเครื่องมือ Test Of Science-Related Attitude (TOPRA) ผลการศึกษาพบว่าเครื่องมือวิจัยมีความเที่ยงตรงและ ความเชื่อมั่นในระดับสูงและประเมินสหสัมพันธ์ระหว่างความ คิดเห็นและทัศนคติของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ

## กรอบแนวคิดในการวิจัย



## แผนภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศจะเห็นได้ว่าการศึกษาการจัดสภาพแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นทั้งในห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการ ล้วนมีความสำคัญต่อผู้เรียนถ้าสภาพแวดล้อมรอบข้างของผู้เรียนดีก็จะส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึกอยากเรียน รู้สึกดีต่อวิชานั้น ซึ่งจะเป็นตัวส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองในทุก ๆ ด้านและเมื่อสภาพแวดล้อมรอบข้างดีแล้วก็จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ดีขึ้นซึ่งจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวาปีปทุมที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 8 ห้อง นักเรียน 510 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 92 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 2 ห้องได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 และ 5/5

#### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัด  
สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี (The Chemistry  
Laboratory Environment Inventory : CLEI)

The Chemistry Laboratory Environment Inventory  
(CLEI) เป็นแบบสอบถาม  
เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมใน  
ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 35 ข้อ

2. The Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)

The Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)  
เป็นแบบประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่ง  
ประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 8 ข้อ

## **วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ**

1. ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรม ทฤษฎี และงานวิจัย เกี่ยวกับ  
เครื่องมือวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษาในระดับนานาชาติ จากนั้น  
เลือกเครื่องมือวิจัย โดยผู้วิจัยได้เลือกเครื่องมือวิจัยดังต่อไปนี้

### **1.1 The Chemistry Laboratory Environment Inventory (CLEI)**

The Chemistry Laboratory Environment Inventory  
(CLEI) เป็นแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัด  
สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีโดยประยุกต์เครื่องมือจาก  
The science Laboratory Environment Inventory (SLEI)  
(Fraser, McRobbie, Giddings, 1993) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชนิด  
ดังนี้



### 1.1.1 แบบประเมินความคิดเห็นต่อการจัด

สภาพแวดล้อมในห้องเรียนปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริง (CLEI-Actual Form) ประกอบด้วยข้อความที่ระบุถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในห้องเรียนปฏิบัติการเคมี ผู้ตอบแบบสอบถามจะตอบคำถามว่า สิ่งทีระบุในข้อความแต่ละข้อเกิดขึ้นจริงบ่อยครั้งเพียงใด โดยเลือกตอบระดับใดระดับหนึ่งใน 5 ระดับต่อไปนี้

- 1 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกือบไม่เคยเกิดขึ้น (Almost Never)
- 2 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นน้อยครั้ง (Seldom)
- 3 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นเป็นบางครั้ง (Sometimes)
- 4 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้ง (Often)
- 5 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก (Very Often)

จากนั้นกำหนดเกณฑ์การแปลค่าเฉลี่ย (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 100-103) ดังนี้

- 4.50-5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับมากที่สุด
  - 3.50-4.49 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับมาก
  - 2.50-3.49 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับปานกลาง
  - 1.50-2.49 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับน้อย
  - 1.00-1.49 หมายถึง มีความคิดเห็นระดับน้อยที่สุด
- ประเด็นหรือกรอบแนวคิดของแบบสอบถามฉบับนี้ มีข้อความภายใต้ประเด็น

5 ด้านให้ผู้ตอบพิจารณาตอบ จำนวน 35 ข้อ ประกอบด้วย

1. ด้านการประสานความร่วมมือ (Student Cohesiveness) ได้แก่ ข้อ 1, 6, 11, 16, 21, 26 และ 31
2. ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ (Open-Endedness) ได้แก่ ข้อ 2, 7, 12, 17, 22, 27 และ 45
3. ด้านการบูรณาการ (Integration) ได้แก่ ข้อ 3, 8, 18, 23, 28, และ 32
4. ด้านกฎระเบียบวินัย (Rule Clarity) ได้แก่ ข้อ 4, 9, 14, 19, 24, 29 และ 33
5. ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ (Material Environment) ได้แก่ ข้อ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30

ต้นฉบับของแบบสอบถามโดยส่วนใหญ่จะเป็นแบบสอบถามเพื่อประเมินในเชิงบวก แต่จะมีแบบสอบถามในข้อต่อไปที่มีความหมายในเชิงลบ (Reverse) ประกอบไปด้วยแบบสอบถามในข้อ 3, 5, 6, 8, 9, 15, 20, 23, 24, 25, 26, 27 และ 33 ในข้อที่มีความหมายในเชิงลบ (Reverse) ระดับประเมิน 1 จะแปลเป็น 5 ระดับประเมิน 2 จะแปลเป็น 4 ระดับประเมิน 4 จะแปลเป็น 2 และระดับประเมิน 5 จะแปลเป็น 1

#### 1.1.2 แบบประเมินความคิดเห็นต่อการจัด

สภาพแวดล้อมในห้องเรียนปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์ (CLEI- Preferred Form) ประกอบด้วยข้อความที่ระบุถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นในห้องเรียนปฏิบัติการเคมี จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบประเมินความคิดเห็นต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องเรียนปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและมีจำนวน 35 ข้อ เช่นเดียวกัน แต่ต่างกันที่แบบประเมินตามสภาพที่พึงประสงค์จะมีคำว่า “ควร” หรือ “ควรจะ” อยู่ในแต่ละข้อคำถามด้วย

## 1.2 The Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)

The TOSRA (Test of Science-Related Attitudes) แบบสอบถามเพื่อประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี ผู้ตอบแบบสอบถามจะตอบคำถามว่า สิ่งทีละข้อมูลในข้อความแต่ละข้อมูลมีความคิดเห็นมากน้อยเพียงใด โดยเลือกตอบระดับใดระดับหนึ่งใน 5 ระดับต่อไปนี้

- 1 หมายถึง นักเรียนรู้สึกไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 2 หมายถึง นักเรียนรู้สึกไม่เห็นด้วย
- 3 หมายถึง นักเรียนรู้สึกเห็นด้วยเป็นบางครั้ง
- 4 หมายถึง นักเรียนรู้สึกเห็นด้วย
- 5 หมายถึง นักเรียนรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่ง

2. ผู้วิจัยทำการศึกษาเครื่องมือวิจัยอย่างละเอียดและนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโดยท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ตันสกุล ศานติบุรณและท่านอาจารย์ ดร.ประสงค์ สายหงษ์

3. จากนั้นนำเครื่องมือวิจัย ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน โรงเรียนวาปีปทุม ปีการศึกษา 1/2558 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เก็บรวบรวมข้อมูล แล้วนำข้อมูลที่ได้นำมาหาคุณภาพเครื่องมือโดยวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค (Cronbach's Alpha Reliability) และวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อโดยใช้ Factor loading analysis ผลการวิเคราะห์ (ภาคผนวก ง) ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 3.1** แสดงค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค ของเครื่องมือวิจัย CLEI ตามสภาพที่เป็นจริง และตามสภาพที่พึงประสงค์

พฤติกรรม	ความเชื่อมั่นของครอนบาค	
	ตามสภาพที่พึงประสงค์	สภาพที่เป็นจริง
1. ด้านการประสานความร่วมมือ	0.79	0.54
2. ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ	0.82	0.66
3. ด้านการบูรณาการ	0.84	0.57
4. ด้านกฎระเบียบวินัย	0.81	0.53
5. ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ	0.78	0.63

ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคยอมรับมากกว่า 0.50

**ตารางที่ 3.2** แสดงค่าการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อของเครื่องมือวิจัย CLEI ตามสภาพที่เป็นจริง และตามสภาพที่พึงประสงค์

พฤติกรรม	ค่าการวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อ	
	ตามสภาพที่พึงประสงค์	สภาพที่เป็นจริง
1. ด้านการประสานความร่วมมือ	0.49-0.84	0.60-0.80

2. ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ	0.39-0.63	0.48-0.76
3. ด้านการบูรณาการ	0.69-0.95	0.65-0.74
4. ด้านกฎระเบียบวินัย	0.50-0.86	0.39-0.57
5. ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ	0.44-0.81	0.52-0.73

ค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อยอมรับมากกว่า 0.30

**ตารางที่ 3.3** แสดงค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อของเครื่องมือวิจัย TOSRA

เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	ค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อ
1. นักเรียนมีความตั้งใจคอยที่จะร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนทุก ๆ ครั้ง	0.738
2. นักเรียนมีความสนุกสนานในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนและการ	0.964

ปฏิบัติการ

3. นักเรียนรู้สึกไม่พอใจต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครูควรกำลังให้นักเรียนดำเนินการอยู่	0.822
4. นักเรียนรู้สึกเบื่อต่อกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูควรกำลังดำเนินการสอนหรือปฏิบัติการในชั้นเรียน	0.672
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนหรือห้องปฏิบัติการทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของวิชาอย่างลุ่มลึกและชอบวิชานี้	0.639
6. นักเรียนมีส่วนร่วมและได้ดำเนินการตามที่ครูมอบหมายหรือปฏิบัติการทดลองครบถ้วนทุกกระบวนการ	0.964
7. นักเรียนรู้สึกว่ากิจกรรมการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทำให้เสียเวลา	0.778
8. ยิ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือทดลองทำให้อุ้เข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น	0.814

ค่าการวิเคราะห์ห้องค้ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อยอมรับมากกว่า 0.30

**วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการแจกแบบสอบถามครั้งที่ 1 ประกอบด้วย แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์ (Preferred Form) และแบบประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสัปดาห์ที่ 1 ของภาคเรียนที่ 2/2558

2. ก่อนลงมือตอบแบบสอบถามผู้วิจัยได้ชี้แจงถึงวัตถุประสงค์การวิจัยและขั้นตอนการตอบแบบสอบถามให้นักเรียนเข้าใจ จากนั้นให้นักเรียนลงมือตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง

3. นำผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

4. ได้รับความรู้ความคิดเห็น และทำการปรับปรุงแก้ไข ดังนี้  
ครั้งที่ 1 จากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์ (Preferred Form) ได้ทำการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยให้แต่ละกลุ่มมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกัน เพื่อให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกันและเพื่อฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม

2. ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนทำการทดลองตามที่ตนเองเข้าใจ โดยมีครูเป็นผู้ควบคุมดูแลและคอยให้คำปรึกษา

3. ในบางเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น ผู้วิจัยก็จัดกิจกรรมการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

4. ทุกครั้งก่อนทำการทดลองผู้วิจัยทำการชี้แจงกฎระเบียบวินัยและการปฏิบัติตนในห้องปฏิบัติการเคมี

5. ผู้วิจัยได้ทำการจัดสรรอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการมาเพื่อให้เพียงพอกับจำนวนของนักเรียน

5. ผู้วิจัยทำการแจกแบบสอบถามครั้งที่ 2 ประกอบด้วยแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติเคมีตามสภาพที่เป็นจริง (Actual 1 Form) และแบบประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสัปดาห์ที่ 4 ของภาคเรียนที่ 2/2558

6. นำผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

7. รับรู้ความคิดเห็น และทำการปรับปรุงแก้ไข ดังนี้  
ครั้งที่ 2 จากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริง (Actual Form) ได้ทำการปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

1. เนื่องจากการกิจกรรมการทดลองที่ผ่านมายังไม่สอดคล้องกับเนื้อหามากนัก ผู้วิจัยจึงเน้นไปที่กิจกรรมการทดลอง และจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับการเรียนในเรื่องนั้น ๆ มากยิ่งขึ้น

2. ผู้วิจัยได้ทำการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบงานกลุ่มเพื่อให้นักเรียนเกิดความสามัคคี ช่วยเหลือกัน และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3. ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มได้มีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้กันและเปิดโอกาสให้นักเรียนถามครูในสิ่งที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ



8. ผู้วิจัยทำการแจกแบบสอบถามครั้งที่ 3 ประกอบด้วยแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมตามสภาพที่เป็นจริง (Actual 2 Form) และแบบสอบถามประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสัปดาห์ที่ 8 ของภาคเรียนที่ 2/2558

9. นำผลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามมาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละครั้งตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนาได้แก่ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และ

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อรับทราบความคิดเห็นของนักเรียน และหาแนวทางในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี

2. หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกัน วิเคราะห์ความแตกต่างด้วยสถิติ t-test

3. วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมีในแต่ละด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยสถิติ

Pearson Correlation

4. วิเคราะห์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมใน

ห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) และเพื่อต้องการทราบถึงตัวแปรอิสระว่าสามารถพยากรณ์ความสัมพันธ์กับตัวแปรตามได้ดีหรือไม่ โดยใช้สถิติ สัมประสิทธิ์การถดถอย ( $R^2$ )

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น (ไพศาล วรคำ. 2558 : 323-325)

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) เป็นค่าที่หาได้จากข้อมูลที่ผู้วิจัยได้รับจากการประเมินของนักเรียนใช้สัญลักษณ์  $\bar{x}$  แทนค่าเฉลี่ย ที่มีค่าเป็น

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{n}$$

$\sum X$  แทน ผลบวกของข้อมูลทั้งหมด  
 $N$  แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สัญลักษณ์ S.D. เป็นการวัดการกระจายที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะเป็นการคำนวณจากข้อมูลทุกตัวที่มีอยู่โดยหาได้จาก

$$S. D. = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด
X	แทน	ข้อมูลตัวที่อยู่กึ่งกลางชั้น

2. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้สถิติ t-test  
(Independent) (ไพศาล  
วรคำ. 2558 : 351)

$$\text{สูตร } t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

เมื่อ df แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

$S_p^2$  แทน ความแปรปรวนร่วม (Pooled variance)

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

$n_1, n_2$  แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

3. วิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมีในแต่ละด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยสถิติ

Pearson Correlation (ไพศาล วรคำ. 2558 : 333)

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] - [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

เมื่อ  $r$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน  
 $N$  แทน จำนวนคู่ของข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง  
 $x, y$  แทน ค่าของตัวแปรชุดที่ 1, ชุดที่ 2

4. วิเคราะห์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ ( $R$ ) และเพื่อต้องการทราบถึงตัวแปรอิสระว่าสามารถพยากรณ์ความสัมพันธ์กับตัวแปรตามได้ดีหรือไม่ โดยใช้สถิติ สัมประสิทธิ์การทำนาย ( $R^2$ ) (บุญชม ศรีสะอาด. 2541 : 156)

4.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (Multiple Correlation,  $R$ ) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัว ดังสมการ

$$R = \frac{\sum yy'}{\sqrt{\sum y^2 + \sum y'^2}}$$

เมื่อ  $R$  แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ  
 $Y$  แทน คะแนนเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของตัว  
 เกณฑ์

(ตัวแปรตามนั่นคือ =  $Y - Y$ )

$y'$  แทน คะแนนคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์  
 (นั่นคือ =  $Y - Y'$ )

4.2 สัมประสิทธิ์การทำนาย (Coefficient of determination,  $R^2$ ) สัมประสิทธิ์การทำนายเป็นสัดส่วนที่ตัวแปรอิสระสามารถอธิบายความผันแปรของตัวแปร  $Y$  ได้ โดยที่

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

เมื่อ SSR แทน ความผันแปรเนื่องจากอิทธิพลของ  $X_1, X_2, \dots, X_k$   
 SST แทน ความผันแปรทั้งหมด

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จัดเป็นงานวิจัยเชิงปริมาณกับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีด้วยเครื่องมือ The Chemistry Laboratory Environment Inventory (CLEI) และประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ด้วยเครื่องมือ The Test of Science-Related Attitude (TOSRA) ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิจัย

### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปรความหมายข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดสัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ของ

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย

S.D แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน อัตราส่วนวิกฤติที่ใช้พิจารณาในการแจกแจงแบบที่

$\beta$	แทน	สัมประสิทธิ์ของตัวพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน
R	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R <sup>2</sup>	แทน	สัมประสิทธิ์การทำนายหรือพยากรณ์
r	แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อย่างง่าย
N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
*	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
**	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
***	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001
Sig.	แทน	นัยสำคัญทางสถิติ

## ผลการวิจัย

### 1. ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เพื่อรับทราบความคิดเห็นของนักเรียน และหาแนวทางในการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านต่างๆ ได้แก่ ด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียน ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านการบูรณาการ ด้านกฎระเบียบวินัยและด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์และตามสภาพที่เป็นจริง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ดังรายละเอียดในตารางที่ 5

**ตารางที่ 4.1** แสดงค่าคะแนนเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการจัดสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านต่าง ๆ ตามสภาพที่พึงประสงค์และตาม สภาพที่เป็นจริง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

พฤติกรรม	รูปแบบ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
ด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียน	พึงประสงค์	4.63	0.86	มากที่สุด
	สภาพจริง 1	3.53	1.01	มาก
	สภาพจริง 2	4.38	0.80	มาก
ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ	พึงประสงค์	4.74	0.85	มากที่สุด
	สภาพจริง 1	3.51	1.42	มาก
	สภาพจริง 2	4.41	0.68	มาก
ด้านการบูรณาการ	พึงประสงค์	4.72	0.82	มากที่สุด
	สภาพจริง 1	3.48	0.92	ปานกลาง
	สภาพจริง 2	4.47	0.74	มาก
ด้านกฎระเบียบวินัย	พึงประสงค์	4.67	1.27	มากที่สุด
	สภาพจริง 1	3.60	0.97	มาก



	สภาพ จริง 2	4.41	0.79	มาก
ด้านวัสดุอุปกรณ์ ในการปฏิบัติการ	พึง ประสงค์	4.70	0.95	มาก ที่สุด
	สภาพ จริง	3.55	0.89	มาก
พฤติกรรม	รูปแบบ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
	สภาพ จริง 2	4.39	0.59	มาก
รวม	พึง ประสงค์	4.69	0.95	มาก ที่สุด
	สภาพ จริง 1	3.53	1.04	มาก
	สภาพ จริง 2	4.41	0.72	มาก

จากตารางที่ 5 แสดงค่าการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี ทั้ง 3 ครั้ง เมื่อวิเคราะห์ผลจากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนตามสภาพที่พึงประสงค์พบว่า โดยภาพรวมความต้องการในแต่ละด้านของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}=4.69$ ) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าต้องการมากที่สุดทุกด้าน ได้แก่ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ( $\bar{x}=4.74$ ) ด้านการบูรณาการ ( $\bar{x}=4.72$ ) ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ ( $\bar{x}=4.70$ ) ด้าน

กฎระเบียบวินัย ( $\bar{x}=4.67$ ) และด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียน ( $\bar{x}=4.63$ ) ตามลำดับ

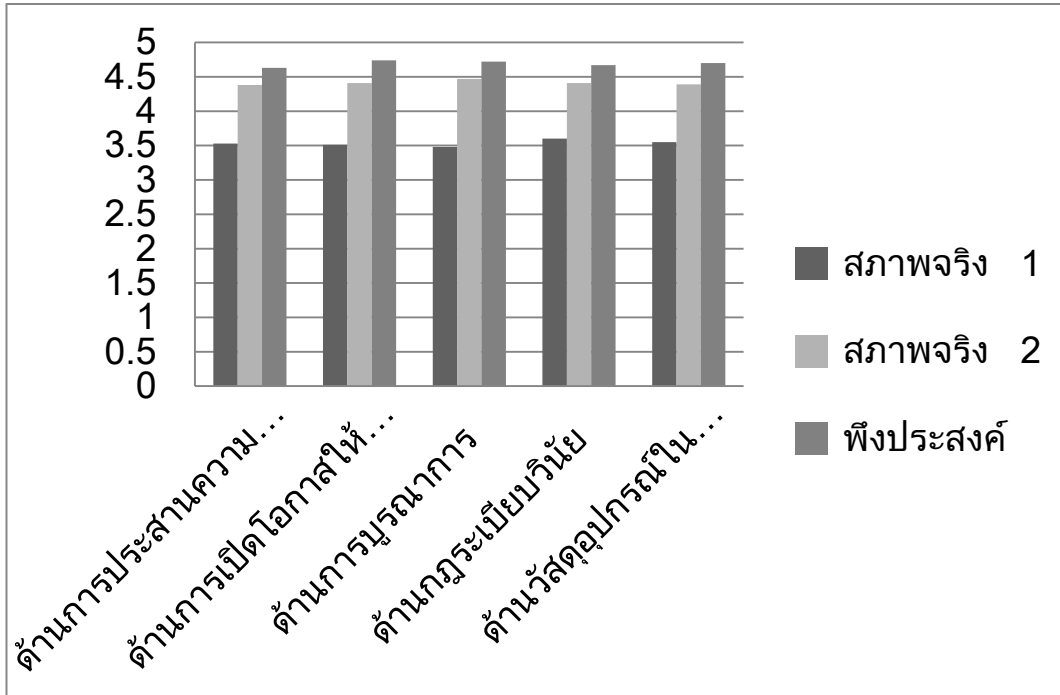
เมื่อวิเคราะห์ผลจากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริง ครั้งที่ 1 พบว่า โดยภาพรวมในแต่ละด้านที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าเกิดขึ้นจริงในระดับมาก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกฎระเบียบวินัย ( $\bar{x}=3.60$ ) ด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียน ( $\bar{x}=3.53$ )

ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ ( $\bar{x}=3.53$ ) และด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ( $\bar{x}=3.51$ ) โดยมีด้านการบูรณาการ ( $\bar{x}=3.48$ ) เกิดขึ้นจริงในระดับปานกลาง

และเมื่อวิเคราะห์ผลจากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริง ครั้งที่ 2 พบว่า โดยภาพรวมในแต่ละด้านที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x}=4.41$ ) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าเกิดขึ้นในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านการบูรณาการ ( $\bar{x}=4.47$ ) ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ( $\bar{x}=4.41$ ) ด้านกฎระเบียบวินัย ( $\bar{x}=4.41$ ) ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ ( $\bar{x}=4.39$ ) และด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียน ( $\bar{x}=4.38$ ) ตามลำดับ

เมื่อนำค่าคะแนนเฉลี่ยแต่ละด้านทั้ง 5 ด้าน มาเขียนกราฟเพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี ดังรายละเอียดในแผนภูมิที่ 1

### แผนภูมิที่ 4.1 แสดงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัด



สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใน

ห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และตามสภาพที่ฟังประสงค์

จากแผนภูมิที่ 1 เป็นการแสดงความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อม

การเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และตามสภาพที่ฟังประสงค์ ซึ่งให้เห็นว่าระดับคะแนนเฉลี่ยตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าสูงขึ้นตามลำดับอย่างไรก็ตามค่าคะแนนเฉลี่ยทั้งสองครั้งยังมีค่าระดับคะแนนที่น้อยกว่าความต้องการของนักเรียนที่ประเมินจากความ

คิดเห็นต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีที่พึงประสงค์ทั้ง 5 ด้าน

## 2. ผลการเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นและความสัมพันธ์ของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการจัดสภาพการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี ตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และสภาพที่พึงประสงค์ โดยทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยใช้สถิติ *t*-test ตามรายละเอียดที่ปรากฏในตารางที่ 6

### ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีระหว่างการรับรู้ที่เป็นจริงกับที่พึงประสงค์

พฤติกรรม	รูปแบบ	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	<i>t</i> -test	Sig.
ด้านการประสานความร่วมมือ	สภาพจริง 2- สภาพจริง 1	0.85	43.7 5	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 1	1.10	57.3 4	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 2	0.25	15.4 3	0.00 0

ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ	สภาพจริง 2-สภาพจริง 1	0.90	38.3 9	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 1	1.23	50.4 8	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 2	0.33	23.4 8	0.00 0
ด้านการบูรณาการ	สภาพจริง 1-สภาพจริง 2	0.99	60.6 2	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 1	1.24	69.8 9	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 2	0.25	15.5 7	0.00 0
ด้านกฎระเบียบวินัย	สภาพจริง 2-สภาพจริง 1	0.81	42.9 6	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 1	1.07	47.7 4	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 2	0.26	12.4 5	0.00 0
ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ	สภาพจริง 2-สภาพจริง 1	0.84	50.5 5	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-สภาพจริง 1	1.15	58.9 9	0.00 0
	สภาพที่พึงประสงค์-	0.31	18.0	0.00

	สภาพจริง 2		4	0
--	------------	--	---	---

N=92

จากผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่าทุกด้าน ได้แก่ ด้านประสานความร่วมมือ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านการบูรณาการ ด้านกฎระเบียบวินัยและด้านวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์ และสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 พบว่าทุกด้าน ได้แก่ ด้านประสานความร่วมมือ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านการบูรณาการ ด้านกฎระเบียบวินัยและด้านวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์ และสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 พบว่าทุกด้าน ได้แก่ ด้านประสานความร่วมมือ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านการบูรณาการ ด้านกฎระเบียบวินัยและด้านวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

**3. ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมีกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริง (ซึ่งประเมินความคิดเห็น 2 ครั้ง) กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยโดยใช้สถิติ Pearson Correlation เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านประสานความร่วมมือ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำตามอิสระ ด้านการบูรณาการ ด้านกฎระเบียบวินัย และด้านวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการกับ เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และใช้สถิติที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ (R) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และเพื่อต้องการทราบถึงตัวแปรอิสระที่สามารถพยากรณ์ความสัมพันธ์กับตัวแปรตามได้ดีหรือไม่ โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์การทำนาย ( $R^2$ ) ดังปรากฏผลต่อไปนี้

**ตารางที่ 4.3** แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินเจตคติ

เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ใน

ห้องปฏิบัติการเคมี (TOSRA)

เจตคติเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$	S.D.
1. นักเรียนมีความตั้งใจ คอยที่จะร่วมกิจกรรมใน ชั้นเรียนทุก ๆ ครั้ง	2.6	0.4	3.4	0.5	4.5	0.50
2. นักเรียนมีความ	48	80	94	02	16	2
	2.5	0.5	3.4	0.5	4.4	0.50

สนุกสนานในระหว่าง ดำเนินการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนและ การปฏิบัติการ	38	43	39	20	61	1
3. นักเรียนรู้สึกไม่พอใจต่อ กิจกรรม ต่าง ๆ ที่ครูควรกำลังให้ นักเรียนดำเนินการอยู่	2.7 25	0.4 95	3.3 73	0.5 08	4.4 39	0.52 0

เจตคติเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3	
	$\bar{X}$	S.D	$\bar{X}$		$\bar{X}$	S.D.
4. นักเรียนรู้สึกเบื่อต่อ กระบวนการจัดการเรียนรู้ ที่ครูควรกำลังดำเนินการ สอนหรือปฏิบัติการในชั้น เรียน	2.6 15	0.5 11	3.4 28	0.5 19	4.2 85	0.45 4
5. การดำเนินกิจกรรมการ เรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนหรือ ห้องปฏิบัติการทำให้ นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของ วิชาอย่างลุ่มลึกและชอบ วิชานี้	2.6 15	0.5 11	3.3 84	0.5 11	4.2 08	0.52 7
6. นักเรียนมีส่วนร่วมและ ได้ดำเนินการตามที่ครูควร มอบหมายหรือปฏิบัติการ ทดลองครบถ้วนทุก กระบวนการ	2.6 48	0.5 07	3.4 28	0.5 19	4.3 40	0.49 9



7. นักเรียนรู้สึกว่าการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ทำให้เสียเวลา	2.7 03	0.5 26	3.3 95	0.5 13	4.4 50	0.50 0
8. ยิ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือทดลองทำให้เข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น	3.0 65	0.6 79	3.4 94	0.5 02	4.6 15	0.48 9

จากตารางที่ 7 พบว่าค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ TOSRA ครั้งที่ 1

อยู่ระหว่าง 2.538-3.065 และ 0.480-0.679 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ TOSRA ครั้งที่ 2 อยู่ระหว่าง 3.373-3.494 และ 0.508-0.520 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ TOSRA ครั้งที่ 3 อยู่ระหว่าง 4.208-4.615 และ 0.454-0.527 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.4** ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตาม สภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครั้งที่ 2

สภาพแวดล้อมของ ห้องปฏิบัติการเคมี	สภาพแวดล้อมที่เป็นจริงครั้งที่ 1
	r
ด้านการประสานความร่วมมือ	0.13
ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ทำตามอิสระ	0.30**
ด้านการบูรณาการ	0.14
ด้านกฎระเบียบวินัย	0.30**
ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการ ปฏิบัติการ	0.18*
R	0.448**
R <sup>2</sup>	0.201**

N=92

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

จากตารางที่ 8 หาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ พบว่าโดยภาพรวมการจัดสภาพแวดล้อมทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระและด้านกฎระเบียบวินัยกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการกับเจตคติเกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนด้านการประสานความร่วมมือและด้านการบูรณาการ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ มีค่าเท่ากับ 0.201 หมายความว่า ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 20.1

#### ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมี

ตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครั้งที่ 3

สภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการเคมี	สภาพแวดล้อมที่เป็นจริงครั้งที่ 2
	r
ด้านการประสานความร่วมมือ	0.17
ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ	0.34**
ด้านการบูรณาการ	0.24*
ด้านกฎระเบียบวินัย	0.52**
ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ	0.34**

R	0.737***
R <sup>2</sup>	0.544***

N=92

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

\*\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001

จากตารางที่ 9 หาความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ พบว่า

โดยภาพรวมการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านกฎระเบียบวินัยและด้านวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และด้านการบูรณาการกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านการประสานความร่วมมือพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ มีค่าเท่ากับ 0.544 หมายความว่า ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 ทั้ง 5 ด้านมีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 54.4

## บทที่ 5

### สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนและสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย
2. สรุปผลการวิจัย
3. อภิปรายผลการวิจัย
4. ข้อเสนอแนะ

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมีกับเจตคติ

เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5

## สรุปผลการวิจัย

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนตามสภาพที่พึงประสงค์พบว่า โดยภาพรวมความต้องการในแต่ละด้านของนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าต้องการมากที่สุดทุกด้าน ได้แก่ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านการบูรณาการ ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ ด้านกฎระเบียบวินัย และด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียนตามลำดับ

ผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริง ครั้งที่ 2 พบว่า โดยภาพรวมในแต่ละด้านที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าเกิดขึ้นในระดับมาก 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกฎระเบียบวินัย ด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียน ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ และด้านการเปิด

โอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ รู้ โดยมีด้านการบูรณาการ เกิดขึ้นในระดับปานกลาง

และผลการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริง ครั้งที่ 3 พบว่า โดยภาพรวมในแต่ละด้านที่เกิดขึ้นในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าเกิดขึ้นในระดับมากทุกด้าน ได้แก่ ด้านการบูรณาการ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านกฎระเบียบวินัย ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ และด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียน ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์ในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการเปรียบเทียบการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 และสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้ง 5 ด้าน

ผลการเปรียบเทียบการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์และสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้ง 5 ด้าน

และผลการเปรียบเทียบการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์และสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้ง 5 ด้าน

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมีกับเจตคติเกี่ยวกับ

วิทยาศาสตร์และในการรับรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ พบว่าโดยภาพรวมการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระและด้านกฎระเบียบวินัยกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนด้านการประสานความร่วมมือและด้านการบูรณาการ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ มีค่าเท่ากับ 0.201

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ พบว่าโดยภาพรวมการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านกฎระเบียบวินัยและด้านวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และด้านการบูรณาการกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนด้านการประสานความ



รวมมือพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ มีค่าเท่ากับ 0.544

## อภิปรายผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์ เพื่อรับทราบความต้องการของนักเรียน พบว่าโดยภาพรวมนักเรียนต้องการในระดับมากที่สุดทุกด้าน และการประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อรับทราบการรับรู้ของนักเรียน พบว่าโดยภาพรวมนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ทั้ง 2 ครั้ง และเมื่อพิจารณาที่ค่าคะแนนเฉลี่ยจะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าสูงขึ้นตามลำดับทั้งโดยภาพรวมและรายด้านซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการปรับสภาพแวดล้อมทั้ง 5 ด้านให้เป็นไปตามที่นักเรียนต้องการจะทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยของความคิดเห็นของนักเรียนสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามค่าคะแนนเฉลี่ยทั้งสองครั้งยังต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของความต้องการของนักเรียนที่ประเมินจากการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่พึงประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ต้นสกุล ศานติบุรณ (2555 : 173) ที่ศึกษาสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี โดยพบว่าค่าระดับคะแนนเฉลี่ยในสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 น้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยในสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 และน้อยกว่าคะแนนเฉลี่ยในสภาพที่พึงประสงค์

2. การเปรียบเทียบความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 กับครั้งที่ 1, ตามสภาพที่พึงประสงค์กับสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และตามสภาพที่พึงประสงค์กับสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาตามสภาพที่พึงประสงค์กับตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 ยังคงมีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่านักเรียนกลุ่มนี้ยังคงต้องได้รับปรับปรุงและแก้ไขการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีต่อไปจนกว่าความคิดเห็นของสภาพที่พึงประสงค์ และสภาพที่เป็นจริง จะไม่แตกต่างกัน จากผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของตันสกุล ศานติบุรณ (2550) ที่ทำการศึกษารูปแบบปฏิบัติการเรียนรู้ระดับประถมศึกษาในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษายุทธยานี เพื่อประเมินสภาพการจัดห้องปฏิบัติการในการสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าห้องปฏิบัติการเรียนรู้ที่คาดหวังและตามสภาพที่เป็นจริงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยในต่างประเทศหลายท่านด้วยกันเช่น Lee and Fraser (2001) ได้สืบค้นถึงสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในชั้นเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่าสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์ในความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องงานวิจัยของ Aldridge and Fraser (1999) ที่ได้ดำเนินการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่าสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงและสภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์ในความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 3. ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจัด

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ พบว่า โดยภาพรวมการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มี 3 ด้านที่มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านกฎระเบียบวินัย และด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ ส่วนด้านการประสานความร่วมมือและด้านการบูรณาการ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการจัด

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 2 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ พบว่า โดยภาพรวมการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 5 ด้านกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มี 4 ด้านที่มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ ด้านกฎระเบียบวินัย ด้านวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ และด้านการบูรณาการ ส่วนด้านการประสานความร่วมมือพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษาได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ

Rickards and den Brok (2003) ที่ทำการเปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นสภาพแวดล้อมและทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและทัศนคติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wong and Waldrip (1992) ที่ได้ประเมินความคิดเห็นของห้องปฏิบัติการ

วิทยาศาสตร์ที่มีความแตกต่างกันทั้งวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม ด้วยเครื่องมือ The Science Laboratory Environment Inventory (SLEI) และประเมินทัศนคติกับกลุ่มตัวอย่างด้วย เครื่องมือ Test Of Science-Related Attitude (TOSRA) ผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นและทัศนคติของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khine and Fisher (2001) ที่ได้เปรียบเทียบสหสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นสภาพแวดล้อมและทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนและทัศนคติมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์หรือสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์ของความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.201 และ 0.544 ตามลำดับ นั้นหมายความว่า ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์กับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 20.1 และ 54.4 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการปรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการเคมีทั้ง 5 ด้าน โดยการนำผลจากการประเมินความคิดเห็นต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการจัดสภาพแวดล้อมทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามสภาพที่เป็นจริงกับเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สูงขึ้นตามลำดับ ดังที่ Haladyna and Shaughnessy (1982 ; อ้างถึงใน สุจินต์ วิศวธีรานนท์. 2555 : 10) กล่าวไว้ว่าสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนเป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งเจต

คติต่อวิชาที่เรียนของผู้เรียนขึ้นอยู่กับตัวแปรต่อไปนี้ คือ  
 คุณลักษณะผู้สอน คุณลักษณะผู้เรียน และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่ง คุณลักษณะผู้สอน คุณลักษณะผู้เรียน และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มีแนวโน้มที่จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อวิชาที่เรียนของผู้เรียน ทั้งนี้เพราะผู้สอนเป็นตัวละครสำคัญในการเปลี่ยนแปลงภายในห้องเรียน

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ควรมีการส่งเสริมการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการในสาระการเรียนรู้ช่วงชั้นอื่น ๆ

1.2 ในบทบาทของครูผู้สอนจะต้องมีความอดทน ใจกว้าง ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความสามารถให้เต็มที่ โดยจะต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์มากที่สุด

1.3 ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ โรงเรียนควรจัดให้มีวัสดุอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ให้เพียงพอต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาอื่นหรือระดับชั้นอื่น ๆ ที่ต้องการพัฒนาเจตคติทักษะ การทำงานร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียน

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดสภาพแวดล้อมร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ผลสัมฤทธิ์ ชุดการเรียนการสอน และพฤติกรรมของครู

### 2.3 ควรศึกษาปัญหาและแนวทางในการแก้ไขปัญหาการ จัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติหรือในห้องเรียนที่ใช้ทำการ ปฏิบัติการ

## บรรณานุกรม

### บรรณานุกรมภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กลุ่มบริหารงานวิชาการ โรงเรียนวาปีปทุม. (2558). **สรุปผลการประเมินคุณภาพการศึกษา ระดับชาติ (O-NET) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

**ปีการศึกษา 2555-2557**. มหาสารคาม. หน้า 1.

ชาติรี เกิดธรรม. (2542). **การสอนวิทยาศาสตร์เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง**. กรุงเทพฯ : เซ็นเตอร์ดีสคัฟเวอร์.

ซัตติยา ภัทรพรพันธ์. (2551). **การศึกษากระบวนการควบคุมคุณภาพภายในตาม มาตรฐาน**

**การบริหารองค์การบริการพยาบาลและการผดุงครรภ์ ตามความคิดเห็นของผู้บริหาร การ พยาบาล และพยาบาล วิชาชีพโรงพยาบาลเอกชน จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ดวงกมล กิจโดศล. (2548). [Online]. **Teacher-student interactions and laboratory learning environments in biology classes in Thailand**. Available from : URL :

[http://espace.library.curtin.edu.au/R.?func=dbin-jump-  
full&objectid=16101&local\\_base=GEN01-ERA02](http://espace.library.curtin.edu.au/R.?func=dbin-jump-full&objectid=16101&local_base=GEN01-ERA02)

ตันสกุล ศานติบุรณ. (2550). “ห้องปฏิบัติการการเรียนรู้ระดับ  
ประถมศึกษาในสถานศึกษาใน สถาบันขั้นพื้นฐานสำนักงาน  
เขตพื้นที่การศึกษาอุดรธานี,” **วารสารวิทยาศาสตร์และ**

**เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. 4(7) : 51-46.**

\_\_\_\_\_. (2555). “สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ห้องปฏิบัติการ  
ฟิสิกส์มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุดรธานี,” **วารสารวิทยาศาสตร์และ**  
**เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.**

ทรรศนีย์ วรหาคำ. (2554). การศึกษาการจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อ  
ต่อการเรียนรู้ของโรงเรียนวัด จันทรประดิษฐาราม สังกัด

สำนักงานเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร. สารนิพนธ์

การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา บัณฑิต  
วิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นวรรตน์ รามสุต. (2556). [ออนไลน์]. ผลการประเมิน PISA 2012.

[สืบค้นเมื่อ 11 พฤศจิกายน

2558]. จาก[http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.](http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=34982&news_act)

[php?NewsID=34982&news\\_act](http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=34982&news_act)

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุริวิ  
ยาศาสตร์.



บุญชม ศรีสะอาด. (2543). การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล.

กรุงเทพฯ : สุริยสาสน์.

ประกายเพชร ไกรฤกษ์.(2550). การศึกษาความคิดเห็นของครู  
และผู้บริหารสถานศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษา  
จังหวัดลำพูน เกี่ยวกับการปฏิรูประบบบริหาร การศึกษาตาม

**พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542.**

วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการบริหาร  
การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. (2539). เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพฯ :

ประกายพริก.

พงษ์ธร ผาสุกมุล. (2544). การศึกษาการรับรู้สภาพแวดล้อมใน  
การเรียนวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในโรงเรียนในสังกัดกรม  
สามัญศึกษาและสังกัด สำนักงานการศึกษาเทศบาล เขตการศึกษา

9. วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม.

พรธณวิไล ชมชิด. (2557). พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์.

มหาสารคาม : ตักสิลาการพิมพ์.

พระจันทร์ทอน จันทมโม สิ้นทะดาวงศ์. (2556). [ออนไลน์].  
ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียน

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นต่อการจัดสภาพแวดล้อมใน  
โรงเรียนวัดตำหนักใต้ สังกัด

สพป. นนทบุรี เขต 1. [สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2558]. จาก

<http://www.mcu.ac.th/userfiles/file/thesis/Educational-Administration/56-2-11-002.pdf>

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดวิธีและเทคนิค การสอน 1**. กรุงเทพฯ : เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

ไพศาล วรคำ. (2558). **การวิจัยทางการศึกษา (Educational Research)**. มหาสารคาม :

ดักสิลาการพิมพ์.

ไพศาล หวังพานิช. (2530). **เอกสารประกอบการอบรมการวัดผลการศึกษา**. กรุงเทพฯ :

สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

\_\_\_\_\_. (2547). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชย์.

ภัทรลิตา บัวระภา. (2550). **ความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ทางเพศของวัยรุ่นในระหว่างศึกษากรณีศึกษา นักศึกษาสถาบันการอาชีวศึกษาภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จังหวัดเลย**. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏเลย.

มาริสา ธรรมะ. (2545). ความพึงพอใจของนิสิตต่อสภาพแวดล้อม  
มหาวิทยาลัยบูรพาวิทยาเขต สารสนเทศสระแก้ว.

วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการบริหาร  
การศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ยุวดี เปรมวิชัย. (2550). [ออนไลน์]. การประเมิน (Assessment).  
[สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2558].

จาก

[http://library.rtna.ac.th/web/RTNA\\_Journal/y.7c.1/05.pdf](http://library.rtna.ac.th/web/RTNA_Journal/y.7c.1/05.pdf)

วิชัย ลิขิตพรักษ์. (2555). ผลการจัดกิจกรรมโดยใช้แบบเรียน  
สำเร็จรูปและแนวการสอนแบบ เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญรายวิชา  
วิทยาศาสตร์ (เคมี) เรื่อง พันธะเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนศิลาจาร  
พิพัฒน์. กรุงเทพฯ : ธนรัชการพิมพ์.

\_\_\_\_\_. (2556). การศึกษาเปรียบเทียบเจตคติทางวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมการเรียน  
วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1

ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนศิลาจารพิพัฒน์ สำนักงานเขต  
พื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต กรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ :  
ธนรัชการพิมพ์.

วีรเดช เกิดบ้านตะเคียน. (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียน ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์เจตคติต่อการ  
เรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มี  
ระดับผลการเรียนรู้ต่างกัน จากการเรียนด้วยบทเรียน  
คอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย รูปแบบ ต่างกันกับการสอนตามคู่มือครู.

วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สงวน คารศ. (2551). **ความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อการบริหารจัดการตามหลักธรรมาภิบาล ของเทศบาลตำบลท่าวัง ผา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน.** วิทยานิพนธ์

รัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการบริหารและพัฒนา  
ประชาคมเมืองและ

ชนบท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

สมคิด พรหมจ้อย, รองศาสตราจารย์ ดร. (2542). **การเขียนรายงานการวิจัย.** นนทบุรี :

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

สมจิต สวธนไพบุลย์. (2547). **ปัญหาการสอนและการพัฒนาการสนของครูวิทยาศาสตร์**

**ในเอกสารการสอนวิทยาศาสตร์เล่ม 2 หน่วยที่ 15.** นนทบุรี :

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

สมพร บุญสุข. (2531). **การศึกษาการรับรู้สภาพแวดล้อมทางการเรียนในชั้นเรียนวิชาฟิสิกส์ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมสามัญศึกษาปี การศึกษา**

**2530.** สารนิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการสอน  
วิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาสารคาม.

สมใจ วินิจกุล. (2556). [ออนไลน์]. **ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมในสถาบันการศึกษา**

ความสุขในการเรียนรู้ กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของ  
 นักศึกษาพยาบาล  
 คณะพยาบาลศาสตร์เกื้อการุณย์ มหาวิทยาลัย นวมินทราชิ  
 ราช. [สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม  
 2558]. จาก

[http://www.kcn.ac.th/KCNJournal/Journal/32557/  
 Job%2020150213\\_3\\_1.pdf](http://www.kcn.ac.th/KCNJournal/Journal/32557/Job%2020150213_3_1.pdf)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี . (2538).

คู่มือครูวิชาชีววิทยา 4 ว 0410. กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.  
 \_\_\_\_\_. (2546). คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.

กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์ (1977) จำกัด.

สุกฤษฎี อัญบุตร. (2555). [ออนไลน์]. การจัดสภาพแวดล้อมที่เอื้อ  
 ต่อการจัดการศึกษาใน

โรงเรียนหลักขั้นต้นของกองทัพอากาศ. [สืบค้นเมื่อ 7  
 ตุลาคม 2558]. จาก

[http://grad.vru.ac.th/pdf-  
 journal/JourTs61/05%20Sukrit.pdf](http://grad.vru.ac.th/pdf-journal/JourTs61/05%20Sukrit.pdf).

สุจินต์ วิศวะธีรานนท์. (2555). การจัดสภาพแวดล้อมการเรียนการ  
 สอนวิทยาศาสตร์ : เอกสาร

การสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. นนทบุรี :  
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

สุพจน์ สาริบุตร. (2556). [ออนไลน์]. ความพึงพอใจของนักเรียน  
 ที่มีต่อการจัดสิ่งแวดล้อมใน

โรงเรียนถิ่นวิทยา. [สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2558]. จาก  
[http://e-article.plu.ac.th/files  
 /2556/EDU/EDU560406.pdf](http://e-article.plu.ac.th/files/2556/EDU/EDU560406.pdf)  
 สุพัตรา วันเพ็ญ. (2548). [ออนไลน์]. **Creating a collaborative  
 learning environment in a computer classroom in  
 Thailand using the constructivist learning environment  
 survey.** [สืบค้นเมื่อ 7 ตุลาคม 2558]. จาก  
[http://trove.nla.gov.au/work/153073902?q&versionId  
 =166825649.](http://trove.nla.gov.au/work/153073902?q&versionId=166825649)

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2554). **มาตรฐาน  
 การศึกษาขั้นพื้นฐานและ มาตรฐานการศึกษาปฐมวัยเพื่อการ  
 ประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษา.**

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย  
 จำกัด

### **บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ**

Adams, R. A. (2007). [Online]. **Relationships between the  
 school-level and classroom-level environment in  
 secondary schools in South Africa. South African  
 Journal of Education.** [cited 6 October 2015]. Available  
 from : URL :

<http://www.scielo.org.za/scielo.php?pid=SO2560100>

2011000100010&script=sci arttext.

Aldridge, J. m., and Fraser, B. J. (1999). "Investigating classroom environments Taiwan and Australia with multiple research methods," **Journal of Educational Research**. 93, 48-62

Anderson, G.J., and Walberg, H.J. (1974). **Learning environments**. In H.J. Walberg (Ed.), *Evaluating educational performance : A sourcebook of methods, instrument, and examples*. Berkeley, California : McCutchan.

Fisher, D, L. and Fraser, B. (1992). "Cooperating and student teachers' actual and preferred Learning environments," **Learning Enviroments Research**.

Volume 1, Number 2, 181-197. October 6, 2015.

<http://www.springerlink.com/content/p3856410X4v63655/>.

Fisher, D.L., and Fraser, B.J. (1981). "Validity and use of My Class Inventory,"

**Science Education**. 65, 145-156.

Fisher, D.L., and Fraser, B.J. (1983). "Validity and use of Classroom Environment Scale," **Educational Evaluation and Policy Analysis**. 5, 261-271.

Fraser, B.J., Giddings, G.J., and McRobbie, C.J. (1991).

**Science laboratory classroom environments: A cross-national perspective.** Paper presented at annual meeting of American Educational Research Association, Chicago.

Fraser, B. J. and Fisher D. L. (1982). "Predicting Student's Outcomes from their Perceptions of Classroom Psychosocial Environment" **American Educational Research Journal**

**19 (4), 498 –518.**

Fraser, B.J., Fisher, D.L. ., and McRobbie, C.J. (1996). **Development, validation and use of personal and class form of a new classroom environment instrument.** Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New York.

Fraser, B., McRobbie, C.J., and Giddings, G.J. (1993). "Development and cross-national validation of a laboratory classroom instrument for senior high school students," **Science Education**. 77, 1-24.

Fraser, B.J. and Rentoul, A.J. (1982). "Relationship Between School-Level and Classroom-Level Environment," **Alberta Journal of Educational Research**. 28, 212-225.

Fraser, B.J., Treagust, D.F., and Dennis, N.C. (1986).



“Development of an instrument for assessing classroom psychosocial environment in universities and colleges,”

**Studies in Higher Education.** 11(1), 43-54.

Giddings, G.J., and Waldrup, B. (1996). A comparison of science laboratory classroom in Asia, Australia, South Pacific and USA : An international study. **Paper**

**presented at the annual meeting of the American Educational Research Association.** New York : NY.

Kaballa, T. R., Jr., and Montague, E. J. (1985).

“Classroom and School Factors that Affect Science Learning,” **Texas Science Teacher.** 14 (4), 5–10.

Khine, M. S. and Fisher, D. L. (2001). Classroom environment and teacher’s cultural background in secondary science classes in an Asian context. **Paper**

**presented at International Education Research Conference of Australian Association of Research in Education.** Perth.

Koul, P., and Fisher, D. (2004). Science classroom learning environments in India. **Paper presented at the International Educational research Conference of the Australian Association for Research in Education (AARE), Brisbane, Australia.**

Lee, S., and Fraser, B. (2001). Laboratory classroom environments in Korean high schools. **Paper presented at the annual meeting of Australia Association for Research in Education**, Fremantle, WA.

Lewin and Murrey. (1938). [online]. **History of Learning environments**. [cited 6 October 2015]. Available from :  
URL:<http://www.usq.edu.au/course/material/EDU8421/History%20learning%20environments.htm>

Moos. (1973). "Using individual or group scores on perceived environment scale: Classroom environment scale as example," **American Journal of Community Psychology**. Volume 7, Number 5, 497-502, DOI: 10.1007/BF00894046. October 6, 2015 :

<http://www.springerlink.com/content/0091-0562/>.

Moos, R.H., and Trickett, E.J. (1987). **Classroom Environmental Scale manual (2<sup>nd</sup>ed.)**. Palo Alto, California : Consulting Psychologists Press.

Moos and Walberg. (1968). [online]. **Classroom environment**. [cited 6 October 2015]. Available from :  
URL :

<http://www.book.google.co.th/book?id=201968&f=false>.

Rickards, T. (2008). "Student perceptions of a culturally

diverse classroom environment,” **Research in Science & Technological Education**. Volume 26, Issue 2, 2008.

[Online].

(Available):<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02635140802037310>.

Rickarde, T., den Brok, P. (2003). [Online]. (**Factors influencing students’ perceptions of their teachers’ interpersonal behaviour : A multilevel analysis.**)

Available from : URL :

<http://www.waier.org.au/forums/2003/rickards-3.html>

Taylor, P.C., Fraser, B.J. and Fisher, D.L. (1997).

“Monitoring constructivist classroom

learning environments,” **International Journal of Educational Research**.

27, 293-302.

Trowbridge, L. W., and Bybee, R. W. (1990). **Becoming a Secondary School Science Teacher**.5<sup>th</sup>ed. Columbus : Merrill Publishing.

Walberg, H.J., Fraser, B.J., and Welch, w.w. (1986). "A test of a model of educational productivity among senior high school students," **Journal of Educational Research**. 79, 133-139. October 6, 2015 :

<http://www.iier.org.au/iier11/nair.html>.

Wei, M., Den Brok, P., and Zhou, Y. (2008). **A study of student perceptions of English teacher behavior in China**. Presented at the 2008 American Education Research Association Annual Meeting, New York : NY.

Wong, A. F. L. and Freser, J. B. (2008).

[Online]. "Assessment of Chemistry Laboratory

Classroom Environments," **Asia Pacific Journal of Education**.

Volume 17, Issue 2, 1997. Available from : URL :

<http://www.tandfonline.com/>

[/doi/abs/10.1080/02188799708547761?JournalCode=cape20](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02188799708547761?JournalCode=cape20)

Wong, A. F. L. and Waldrip, B. G. (1996). [Online].

Science classroom learning

environments and student attitudes in Singapore, Australia and the South Pacific. **Australian Association for Research in Education**. Volume 17, Issue 2,

1997.Available from : URL

:[http://www.aare.edu.au/data/publications/1996/  
wongf96473.pdf](http://www.aare.edu.au/data/publications/1996/wongf96473.pdf)

Wubbels, T., Brekelmans,M., and Hooymayers, H. (1995).  
**Interpersonal teacher behavior in the classroom.** In B.  
Fraser and H. Walberg, Educational environments :  
Evaluation, antecedents and consequences, (pp.141-  
160).Oxford : Pergamon Press.

ภาคผนวก

**ภาคผนวก ก**  
**ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้**

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชื่อรายวิชาเคมี รหัสวิชา ว

30224 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

หน่วยการเรียนรู้ที่ 9 ไฟฟ้าเคมี

เวลา 2 คาบ/สัปดาห์

เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์

ภาคเรียนที่ 2/2558

ผู้สอน นางสาววารภรณ์ กระจุดเงิน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/3 วันที่...../...../..... คาบ

ที่.....

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 วันที่...../...../..... คาบ

ที่.....

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบ



ได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้อง สัมพันธ์กัน

### ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลอภิปรายและอธิบายความหมายของปฏิกิริยา ออกซิเดชันปฏิกิริยารีดักชันปฏิกิริยารีดอกซ์ตัวรีดิวซ์และตัว ออกซิไดซ์ในแง่การถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการเปลี่ยนแปลงเลข ออกซิเดชัน

2. ทดลองสืบค้นข้อมูลอภิปรายและอธิบายการจัดลำดับ ความสามารถในการรับอิเล็กตรอนของธาตุหรือไอออนและ เปรียบเทียบความสามารถในการเป็นตัวรีดิวซ์หรือตัวออกซิไดซ์

### สาระสำคัญ

ปฏิกิริยารีดอกซ์ คือ เป็นปฏิกิริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงเลข ออกซิเดชันของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าสามารถแยกออกเป็น ปฏิกิริยาย่อยได้ 2 ปฏิกิริยา ได้แก่ ปฏิกิริยาย่อยเรียกว่าครึ่ง ปฏิกิริยา

- ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน เรียกว่า ปฏิกิริยา ออกซิเดชัน

- ครึ่งปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน เรียกว่า ปฏิกิริยา รีดักชัน

ปฏิกิริยาทั้งสองต้องเกิดขึ้นพร้อมกัน จึงเรียกปฏิกิริยารวมว่า

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันหรือปฏิกิริยารีดอกซ์ สารละลายใน ปฏิกิริยานี้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์

ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าหรือปฏิกิริยารีดอกซ์ สามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวันมากมาย เช่นการชุบโลหะ การทำ แบตเตอรี่ การแยกสารด้วยไฟฟ้า การทำสารให้บริสุทธิ์

## จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์ (K)
2. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาออกซิเดชัน ปฏิกิริยารีดักชัน (K)
3. อธิบายความหมายของตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ได้ (K)
  4. ทำการทดลอง ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน (P)
5. มีความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น ความเพียรพยายามความมีเหตุผลความมีระเบียบและรอบคอบและการรับฟังความคิดของผู้อื่น (A)

## สาระการเรียนรู้

1. ปฏิกิริยารีดอกซ์
2. ปฏิกิริยาออกซิเดชัน
3. ปฏิกิริยารีดักชัน

## กิจกรรมการเรียนรู้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) (เวลา 10 นาที)**
  - 1.1 นักเรียนสังเกตภาพบนกระดานแล้วร่วมกันอภิปรายว่า (ไฟฟ้าเคมีเป็นการศึกษาเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี)
  - 1.2 นักเรียนทบทวนความรู้เรื่อง การหาเลขออกซิเดชัน
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (เวลา 40 นาที)**



อภิปรายหลังการทดลอง 20 นาที

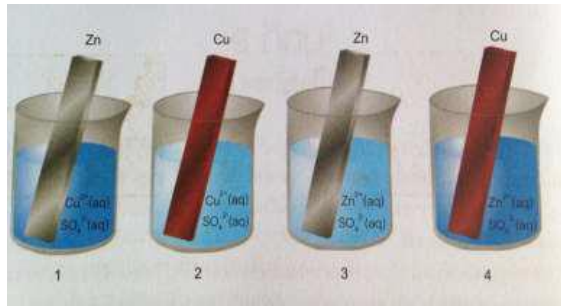
รวม 40 นาที

### สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
<b>สารเคมี</b>	
1. สารละลาย $\text{CuSO}_4$ 1.0 mol/dm <sup>3</sup>	50 cm <sup>3</sup>
2. สารละลาย $\text{ZnSO}_4$ 1.0 mol/dm <sup>3</sup>	50 cm <sup>3</sup>
3. ลังกะสีขนาด 0.5cm 57 cm	2 ชิ้น
4. ทองแดงขนาด 0.5 cm 5 7 cm	2 ชิ้น
<b>อุปกรณ์</b>	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm <sup>3</sup>	4 ใบ
2. กระจกตวง 25 cm <sup>3</sup>	1 ใบ
3. กระจกทรายขนาด 3cm 57 cm	1 ใบ

### วิธีการทดลอง

- ใส่สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  1.0 mol/dm<sup>3</sup> ลงในบีกเกอร์ 2 ใบ ใบละ 25 cm<sup>3</sup> สังเกตสีของสารละลาย
- จุ่มโลหะสังกะสีขนาด 0.5 cm × 7 cm ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และโลหะทองแดงขนาดเดียวกันลงใบบีกเกอร์ใบที่ 2 ตามลำดับ
- ตั้งไว้สักครู่ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในสารละลายและแผ่นโลหะ ถ้ามีสารเกาะบนแผ่นโลหะให้ใช้แท่งแก้วเขี่ยออกและสังเกตผิวของโลหะอีกครั้ง
- ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 แต่ใช้สารละลาย  $\text{ZnSO}_4$  1.0 mol/dm<sup>3</sup> แทนสารละลาย  $\text{CuSO}_4$



ภาพภาคผนวกที่ 1 การจัดอุปกรณ์การทดลองเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

ระบบทดสอบ	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	ชั้นโลหะ	สารละลาย
Zn ใน $\text{CuSO}_4$		
Cu ใน $\text{CuSO}_4$		
Zn ใน $\text{ZnSO}_4$		
Cu ใน $\text{ZnSO}_4$		

### อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 หลังเสร็จการทดลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน  
ออกมานำเสนอหน้า  
ชั้นเรียน

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายผลการทดลองและ  
ตอบคำถามท้ายการทดลอง

### 3. ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป (Explanation) (เวลา 20 นาที)

3.1 นักเรียนและครุร่วมกันอภิปรายผลการทดลองเรื่อง  
ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับโลหะไอออนเพื่อให้ได้ข้อสรุปดังนี้  
ตัวอย่างผลการทดลอง

ระบบทดสอบ	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	ชั้นโลหะ	สารละลาย
Zn ใน CuSO <sub>4</sub>	มีสารสีน้ำตาลแดงเกาะ อยู่บนสังกะสี ส่วนที่จุ่ม อยู่ในสารละลาย เมื่อ เขี่ยสารสีน้ำตาลแดง ออก พบว่าผิวสังกะสีมี ลักษณะขรุขระ	สารละลายมีสีฟ้า จางลงเมื่อตั้งไว้ เป็นเวลานานขึ้น สารละลายจะมีสี จางลงมากหรือใน ที่สุดจะไม่มีสี
Cu ใน CuSO <sub>4</sub>	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการ เปลี่ยนแปลง
Zn ใน ZnSO <sub>4</sub>	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการ เปลี่ยนแปลง

Cu ใน ZnSO <sub>4</sub>	ไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง	ไม่เห็นการ เปลี่ยนแปลง
----------------------------	-----------------------	---------------------------

### อภิปรายผลการทดลอง

1. สารละลาย CuSO<sub>4</sub> มีสีฟ้าและในสารละลายมี Cu<sup>2+</sup> (aq) ส่วนสารละลาย ZnSO<sub>4</sub> ไม่มีสีและในสารละลายมี Zn<sup>2+</sup>(aq)

2. ระบบที่เกิดปฏิกิริยา ได้แก่ Zn จุ่มอยู่ในสารละลาย Cu<sup>2+</sup> (aq) และมี Cu กับ Zn<sup>2+</sup>(aq) เกิดขึ้น แสดงว่ามีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่าง Zn กับ Cu<sup>2+</sup>หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว ในสารละลายจะมี Zn<sup>2+</sup>(aq) เพิ่มขึ้น ส่วน Cu<sup>2+</sup> (aq) ลดลงเป็นผลให้สีฟ้าของสารละลายจางลง

การทดลองจุ่มโลหะทองแดงลงในสารละลาย Zn<sup>2+</sup>(aq) แล้วไม่เกิดปฏิกิริยาแสดงว่าความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของโลหะทองแดงน้อยกว่าโลหะสังกะสีแต่ Cu<sup>2+</sup> (aq) จะรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า Zn<sup>2+</sup>(aq)

3.2 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายคำถามท้ายการทดลองดังนี้

ข้อ 1) จากการทดลองในกิจกรรมที่ 2.1 มีสิ่งใดที่เป็นตัวบ่งชี้ว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

ตอบ สิ่งที่เป็นตัวบ่งชี้ว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นในการทดลองครั้งนี้คือการมีสารใหม่เกิดขึ้นในที่นี้คือของแข็งสีน้ำตาลแดงซึ่งก็คืออะตอมของธาตุทองแดง

ข้อ 2) การที่ผิวของโลหะสังกะสีร้อนไปแสดงว่าอย่างไร

ตอบ การที่ผิวของโลหะสังกะสีกร่อนไปแสดงว่า  
อะตอมของโลหะสังกะสีเสียอิเล็กตรอน

ข้อ 3) การที่มีอะตอมของธาตุทองแดงปรากฏขึ้นเกาะที่  
ผิวของแผ่นสังกะสีแสดงว่าอย่างไร

ตอบ การที่มีอะตอมของธาตุทองแดงปรากฏขึ้นเกาะที่  
ผิวของแผ่นสังกะสี  
แสดงว่าทองแดงไอออนในสารละลายมารับอิเล็กตรอนจากสังกะสี  
แล้วกลายเป็นอะตอมของธาตุทองแดง

ข้อ 4) สารละลายคอปเปอร์ไอออนมีสีฟ้าขณะ  
เกิดปฏิกิริยาสีฟ้าจางลงแสดงว่าอย่างไร

ตอบ แสดงว่าคอปเปอร์ไอออนในสารละลายมีปริมาณ  
ลดลง

ข้อ 5) เมื่อจุ่มแผ่นทองแดงลงในสารละลายคอปเปอร์  
ซัลเฟตไม่เกิดปฏิกิริยาแสดงว่าอย่างไร

ตอบ ไม่มีการให้อิเล็กตรอนและไม่มีการรับ  
อิเล็กตรอน

ข้อ 6) เมื่อจุ่มแผ่นสังกะสีลงในสารละลายซิงค์ซัลเฟต  
ไม่เกิดปฏิกิริยาน่าจะเป็นเพราะอะไร

ตอบ ซิงค์ไอออนไม่สามารถชิงอิเล็กตรอนจากแผ่น  
สังกะสีได้

ข้อ 7) เมื่อจุ่มแผ่นทองแดงลงในสารละลายซิงค์ซัลเฟต  
ไม่เกิดปฏิกิริยาน่าจะเป็นเพราะอะไร

ตอบ ซิงค์ไอออนไม่สามารถชิงอิเล็กตรอนจากแผ่น  
ทองแดงได้

ข้อ 8) ถ้าคำนิยามของปฏิกิริยาออกซิเดชันคือปฏิกิริยา  
ที่มีการสูญเสียอิเล็กตรอนเหตุการณ์ใดในการทดลองที่ 1.1  
จัดเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน



ตอบ การที่โลหะสังกะสีกร่อนเนื่องจากสูญอิเล็กตรอนกลายเป็นเชิงค์ไอออนจัดเป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน

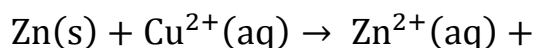
ข้อ 9) ถ้าคำนิยามของปฏิกิริยารีดักชันคือปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอนเหตุการณ์ใดในการทดลองที่ 2.1 จัดเป็นปฏิกิริยารีดักชัน

ตอบ การที่คอปเปอร์ไอออนมารับอิเล็กตรอนจากโลหะสังกะสีแล้วเกิดเป็นอะตอมของธาตุทองแดงจัดเป็นปฏิกิริยารีดักชัน

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย ตรวจสอบความถูกต้องตอบคำถามข้อสงสัยต่าง ๆ ให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเข้าใจคำตอบก่อนส่ง

#### 4. ขยายความรู้ (Elaboration) (เวลา 10 นาที)

โลหะ Zn สามารถเกิดปฏิกิริยาถ่ายโอนอิเล็กตรอนกับ  $\text{Cu}^{2+}$  ไอออนได้ โดยโลหะ Zn ให้อิเล็กตรอนแก่  $\text{Cu}^{2+}$  ไอออน ดังสมการ



$\text{Cu(s)}$

และเรียงลำดับความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของโลหะทั้งสอง พบว่า โลหะ Zn สามารถให้อิเล็กตรอนได้ดีกว่า Cu

โลหะกับไอออนของโลหะคู่ที่เกิดปฏิกิริยาเลขออกซิเดชันของสารมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (1. สารละลาย  $\text{CuSO}_4$  มีสีฟ้า และในสารละลายมี  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ส่วนสารละลาย  $\text{ZnSO}_4$  ไม่มีสีและในสารละลายมี  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  2. ระบบที่เกิดปฏิกิริยา ได้แก่ Zn จุ่มอยู่ในสารละลาย  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  และมี Cu กับ  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  เกิดขึ้น) แสดงว่ามีการถ่ายโอนอิเล็กตรอนระหว่าง Zn กับ  $\text{Cu}^{2+}$  หลังจากเกิดปฏิกิริยาแล้ว ในสารละลายจะมี  $\text{Zn}^{2+}(\text{aq})$  เพิ่มขึ้น ส่วน  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ลดลงเป็นผลให้สีฟ้าของสารละลายจางลง การทดลองจุ่ม

โลหะทองแดงลงในสารละลาย  $Zn^{2+}(aq)$  แล้ว ไม่เกิดปฏิกิริยา แสดงว่าความสามารถในการให้อิเล็กตรอนของโลหะทองแดงน้อยกว่าโลหะสังกะสีแต่  $Cu^{2+}(aq)$  จะรับอิเล็กตรอนได้ดีกว่า  $Zn^{2+}(aq)$ )

### 5. ชั้นประเมิน (Evaluation) (เวลา10นาที)

- 5.1 นักเรียนทำใบงานที่ 2.1 เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์
- 5.2 ครูประเมินผลจากผลงานและผลการปฏิบัติกิจกรรมตามใบกิจกรรมต่าง ๆ
- 5.3 ครูประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติกิจกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล

### สื่อ / แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม เคมี 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6
2. ห้องสมุด
3. อินเทอร์เน็ต
4. ใบกิจกรรมที่ 2.1เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์
5. ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์
6. ใบงานที่ 2.1 เรื่อง ปฏิกิริยารีดอกซ์
7. อุปกรณ์ในการทำปฏิบัติการ

### การวัดผลและประเมินผล

สิ่งที่วัด	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
------------	-----------------	-----------------

1. ความรู้ความเข้าใจ(K)	- ใบงาน	- ได้คะแนนจากการทำใบงานไม่น้อยกว่า 60%
2. กระบวนการ (P)	-แบบประเมินการปฏิบัติการทดลอง	-ผ่านเกณฑ์ Rubrics ระดับ 3
3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- ผ่านเกณฑ์ Rubrics ระดับ 3





ลง

ชื่อ.....

.....

(นายสัมฤทธิ์

โคตรโสภา)

รอง

ผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

**บันทึกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้****1. ผลการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้****1.1 ผลการเรียนรู้ (ด้านพุทธิพิสัย K)**

ห้อง	จำนวน	นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	คิดเป็นร้อยละ	หมายเหตุ
ม.5/3					
ม.5/5					

สรุปนักเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้น..... คน คิดเป็นร้อยละ

.....

**1.2 ผลการประเมิน (ด้านทักษะพิสัย P)**

ห้อง	จำนวน	นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	คิดเป็นร้อยละ	หมายเหตุ
ม.5/3					
ม.5/5					

สรุปนักเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้น .....คน คิดเป็นร้อยละ .....

### 1.3 ผลการประเมิน (ด้านจิตพิสัย A)

ห้อง	จำนวน	นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	คิดเป็นร้อยละ	หมายเหตุ
ม.5/3					
ม.5/5					

สรุปนักเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งสิ้น..... คน คิดเป็นร้อยละ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### 2. ผลการใช้สื่อ

.....

.....

.....

.....  
.....  
.....  
.....

3. ปัญหา/อุปสรรค

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. แนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



ลง

ชื่อ.....

...ผู้บันทึก

(นางสาววราภรณ์ กระตุตเงิน)

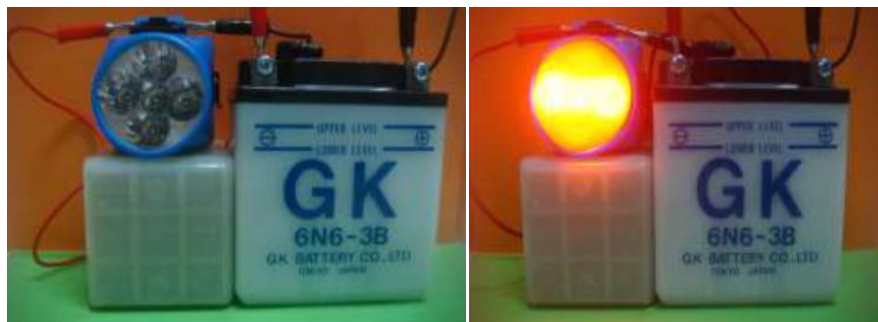
...../...../.....

.....

## ใบความรู้ เรื่อง ปฏิกริยารีดอกซ์

### 1. ปฏิกริยารีดอกซ์กับไฟฟ้าเคมี

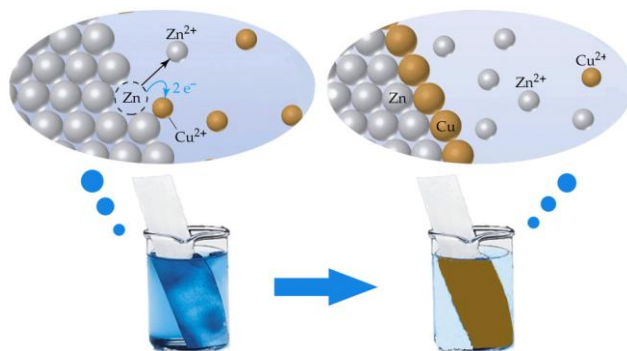
ปฏิกริยารีดอกซ์คือปฏิกริยาเคมีที่มีการให้และรับอิเล็กตรอน ปฏิกริยาที่ให้อิเล็กตรอนเรียกว่า“ปฏิกริยาออกซิเดชัน”ส่วน ปฏิกริยาที่รับอิเล็กตรอนเรียกว่า“ปฏิกริยารีดักชัน”รวมเรียก ปฏิกริยาทั้งสองว่า“ปฏิกริยารีดอกซ์” การให้และรับอิเล็กตรอนใน ปฏิกริยารีดอกซ์ย่อมมีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนการเคลื่อนที่ ของอิเล็กตรอนก่อให้เกิดพลังงานไฟฟ้าในทางกลับกันการผ่าน กระแสไฟฟ้าลงในสารเคมีบางชนิดก็ส่งผลให้เกิดปฏิกริยาเคมี “ไฟฟ้าเคมี”เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปพลังงานระหว่าง พลังงานไฟฟ้ากับพลังงานเคมีจึงเห็นได้ว่าปฏิกริยารีดอกซ์มี ความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับไฟฟ้าเคมี



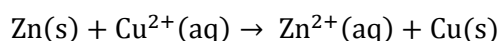
## ภาพภาคผนวกที่ 2 ปฏิกริยารีดอกซ์ในเซลล์กัลป์วานิกก่อให้เกิดพลังงานไฟฟ้า

### ปฏิกริยารีดอกซ์ หรือปฏิกริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน (Oxidation-Reduction Reaction)

จะเกิดสองปฏิกริยาย่อยควบคู่กันไปเสมอ นั่นคือ ปฏิกริยาออกซิเดชัน (Oxidation Reaction) และ ปฏิกริยารีดักชัน (Reduction Reaction) ปฏิกริยารีดอกซ์ส่วนมากจะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การนำโลหะสังกะสี (Zn) จุ่มลงไปนในสารละลายของทองแดง ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ดังรูป



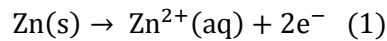
ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นเป็นไปตามสมการ



อิเล็กตรอนจะถูกถ่ายโอนจาก Zn ไปยัง  $\text{Cu}^{2+}$  ในสารละลายได้โดยตรง สิ่งที่จะสังเกตเห็นได้ชัดเจนก็คือ แผ่นสังกะสีจะกร่อน มีตะกอนของทองแดงเกิดขึ้นบนแผ่นสังกะสี และเมื่อตั้งทิ้งไว้สารละลายสีฟ้าของ  $\text{Cu}^{2+}$

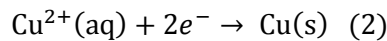
จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นไม่มีสี โดยเกิดปฏิกิริยาย่อย หรือที่เรียกว่า ครึ่งปฏิกิริยา (half-reaction) คือ

**ปฏิกิริยาออกซิเดชัน**เป็นปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน โดย Zn ให้อิเล็กตรอนแล้ว กลายเป็น  $Zn^{2+}$

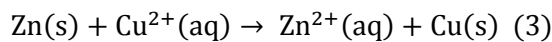


ถ้าพิจารณาเลขออกซิเดชันของ Zn เมื่อให้อิเล็กตรอนแล้วมี เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้นจาก 0 เป็น +2 ปฏิกิริยาออกซิเดชันจึงเป็น ปฏิกิริยาที่มีการเพิ่มขึ้นของเลขออกซิเดชัน และอาจกล่าวได้ว่า สาร ที่สูญเสียอิเล็กตรอนและเลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น (Zn) นี้ถูก ออกซิไดซ์

**ปฏิกิริยารีดักชัน**เป็นปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน โดย  $Cu^{2+}$ รับอิเล็กตรอนแล้ว กลายเป็นอะตอมของ Cu



$Cu^{2+}$ เมื่อรับอิเล็กตรอนแล้วมีเลขออกซิเดชันลดลงจาก +2 เป็น 0 ปฏิกิริยารีดักชันจึง เป็นปฏิกิริยาที่มีการลดลงของเลขออกซิเดชัน และอาจกล่าวได้ว่า สารที่รับอิเล็กตรอนและมีเลขออกซิเดชันลดลง ( $Cu^{2+}$ ) นี้ถูกรีดิวซ์ เมื่อรวมปฏิกิริยา (1) และ (2) จะได้ปฏิกิริยาดังสมการ



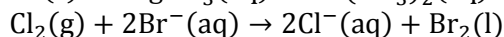
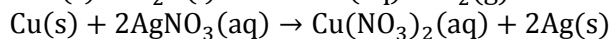
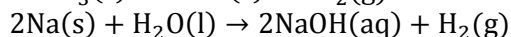
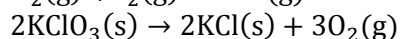
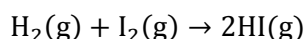
ปฏิกิริยา (3) เรียกว่า **ปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน**หรือหรือ เรียกสั้น ๆ ว่า **ปฏิกิริยา**

**รีดอกซ์**โดย Zn รีดิวซ์  $Cu^{2+}$ ให้เป็น Cu และ  $Cu^{2+}$ ออกซิไดซ์ Zn ให้ออกซิไดซ์กลายเป็น  $Zn^{2+}$ หรืออาจกล่าวได้ว่า  $Cu^{2+}$ ถูกรีดิวซ์โดย Zn และ Zn

ถูกออกซิไดซ์โดย  $\text{Cu}^{2+}$  Zn จึงเป็นตัวรีดิวซ์ (reducing agent)

และ  $\text{Cu}^{2+}$  เป็นตัวออกซิไดซ์ (oxidizing agent)

### ตัวอย่างปฏิกิริยารีดอกซ์เพิ่มเติม



\*\*\* การรวมปฏิกิริยาต้องตรวจสอบจำนวนอิเล็กตรอนที่ให้และที่รับของทั้งสองครึ่งปฏิกิริยาให้เท่ากันก่อน

\*\*\* ปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือปฏิกิริยาที่มีการให้อิเล็กตรอน หรือปฏิกิริยาที่มีการเพิ่มขึ้นของเลขออกซิเดชัน

\*\*\* สารที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเรียกว่า ตัวรีดิวซ์ หรือถูกออกซิไดซ์

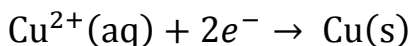
\*\*\* ปฏิกิริยารีดักชัน คือปฏิกิริยาที่มีการรับอิเล็กตรอน หรือปฏิกิริยาที่มีการลดลงของเลขออกซิเดชัน

\*\*\* สารที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่า ตัวออกซิไดซ์ หรือถูกรีดิวซ์ คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยารีดอกซ์

1. “ตัวออกซิไดส์” คือสารที่เป็นตัวกระทำให้สารอื่นเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยการเข้าไปรับอิเล็กตรอนจากสารอื่น สารที่รับอิเล็กตรอนได้ดีก็จะเป็นตัวออกซิไดส์ที่ดี

$\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$  มี  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  เป็นตัวออกซิไดส์

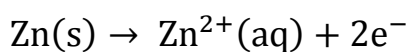
เนื่องจาก  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  เข้าไปรับอิเล็กตรอนจาก  $\text{Zn}(\text{s})$  ดังนี้



2. “ตัวรีดิวซ์” คือสารที่เป็นตัวกระทำให้สารอื่นเกิดปฏิกิริยารีดักชันโดยการให้อิเล็กตรอนแก่สารอื่นสารที่ให้อิเล็กตรอนได้ดีก็จะเป็นตัวรีดิวซ์ที่ดี

$\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$  มี  $\text{Zn}(\text{s})$  เป็นตัวรีดิวซ์

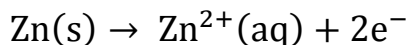
เนื่องจาก  $\text{Zn}(\text{s})$  ให้อิเล็กตรอนแก่  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  ดังนี้



3. “ตัวถูกออกซิไดส์” คือสารที่ถูกกระทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยสูญเสียอิเล็กตรอนให้แก่สารอื่นสารที่สูญเสียอิเล็กตรอนได้ดีก็จะเป็นตัวถูกออกซิไดส์ที่ดี

$\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$  มี  $\text{Zn}(\text{s})$  เป็นตัวถูกออกซิไดส์

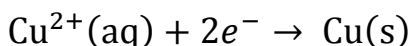
เนื่องจาก  $\text{Zn}(\text{s})$  สูญเสียอิเล็กตรอนดังนี้



4. “ตัวถูกรีดิวซ์” คือสารที่ถูกกระทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชันโดยการรับอิเล็กตรอนจากสารอื่นสารที่รับอิเล็กตรอนได้ดีก็จะเป็นตัวถูกรีดิวซ์ที่ดี

$\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$  มี  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  เป็นตัวถูกรีดิวซ์

เนื่องจาก  $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$  รับอิเล็กตรอนดังนี้



## ใบกิจกรรมที่ 2.1

**การทดลอง 1 ปฏิกิริยาระหว่างโลหะกับสารละลายของโลหะไอออน**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนทำการทดลองตามวิธีการทดลองต่อไปนี้ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง อภิปรายผล สรุปผลให้สมบูรณ์  
**จุดประสงค์การทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เวลาที่ใช้ อภิปรายก่อนการทดลอง	5 นาที
ทดลอง	15 นาที
อภิปรายหลังการทดลอง	20 นาที
รวม	40 นาที

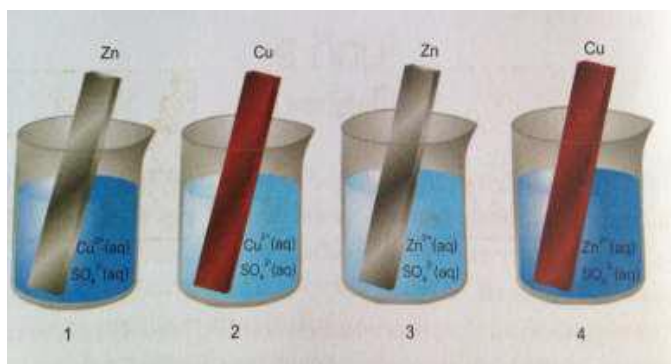
### สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
<b>สารเคมี</b>	
1. สารละลาย $\text{CuSO}_4$ 1.0 mol/dm <sup>3</sup>	50 cm <sup>3</sup>
2. สารละลาย $\text{ZnSO}_4$ 1.0 mol/dm <sup>3</sup>	50 cm <sup>3</sup>
3. สังกะสีขนาด 0.5cm 57 cm	2 ชิ้น
4. ทองแดงขนาด 0.5 cm 5 7 cm	2 ชิ้น
<b>อุปกรณ์</b>	
1. บีกเกอร์ขนาด 50 cm <sup>3</sup>	4 ใบ
2. กระจกตวง 25 cm <sup>3</sup>	1 ใบ

3. กระจกทรายขนาด 3cm 57 cm	1 ใบ
----------------------------	------

### วิธีการทดลอง

1. ใส่สารละลาย  $\text{CuSO}_4$   $1.0 \text{ mol/dm}^3$  ลงในบีกเกอร์ 2 ใบ ใบละ  $25 \text{ cm}^3$  สังเกตสีของสารละลาย
2. จุ่มโลหะสังกะสีขนาด  $0.5 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}$  ลงในบีกเกอร์ใบที่ 1 และโลหะทองแดงขนาดเดียวกันลงใบบีกเกอร์ใบที่ 2 ตามลำดับ
3. ตั้งไว้สักครู่ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในสารละลายและแผ่นโลหะ ถ้ามีสารเกาะบนแผ่นโลหะให้ใช้แท่งแก้วเขี่ยออกและสังเกตผิวของโลหะอีกครั้ง
4. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 และ 2 แต่ใช้สารละลาย  $\text{ZnSO}_4$   $1.0 \text{ mol/dm}^3$  แทนสารละลาย  $\text{CuSO}_4$



ภาพภาคผนวกที่ 3 การจัดอุปกรณ์การทดลองเรื่องปฏิกิริยารีดอกซ์

### ตารางบันทึกผลการทดลอง



ระบบทดสอบ	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้	
	ซินโลหะ	สารละลาย
Zn ใน $\text{CuSO}_4$		
Cu ใน $\text{CuSO}_4$		
Zn ใน $\text{ZnSO}_4$		
Cu ใน $\text{ZnSO}_4$		

### อภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### คำถามหลังการ

ข้อ 1) จากการทดลองในกิจกรรมที่ 2.1 มีสิ่งใดที่เป็นตัวบ่งชี้ว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ข้อ 2) การที่ผิวของโลหะสังกะสีกร่อนไปแสดงว่าอย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ข้อ 3) การที่มีอะตอมของธาตุทองแดงปรากฏขึ้นเกาะที่ผิวของแผ่นสังกะสีแสดงว่าอย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....  
.....

ข้อ 4) สารละลายคอปเปอร์ไอออนมีสีฟ้าขณะเกิดปฏิกิริยาสีฟ้า  
จางลงแสดงว่าอย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ข้อ 5) เมื่อจุ่มแผ่นทองแดงลงในสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟตไม่  
เกิดปฏิกิริยาแสดงว่าอย่างไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ข้อ 6) เมื่อจุ่มแผ่นสังกะสีลงในสารละลายซิงค์ซัลเฟตไม่  
เกิดปฏิกิริยาน่าจะเป็นเพราะอะไร

.....  
.....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ข้อ 7) เมื่อจุ่มแผ่นทองแดงลงในสารละลายซิงค์ซัลเฟตไม่  
เกิดปฏิกิริยาน่าจะเป็นเพราะอะไร

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ข้อ 8) ถ้าคำนิยามของปฏิกิริยาออกซิเดชันคือปฏิกิริยาที่มีการ  
สูญเสียอิเล็กตรอนเหตุการณ์ใดในการทดลองที่ 1 จัดเป็นปฏิกิริยา  
ออกซิเดชัน

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

.....

.....

ข้อ 9) ถ้าคำนิยามของปฏิภยารัดกชั้นคือปฏิภยารัดกชั้นที่มีการรับ  
อิเล็กรอนเหตุการณัใดในการทดลองที่ 2.1 จัดเป็นปฏิภยารัดกชั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ใบงานที่ 2.1

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเติมคำลงในช่องว่างหรือตอบคำถามต่อไปนี้

1. ปฏิกริยาเคมีที่ให้อิเล็กตรอน เรียกว่า

.....

2. ปฏิกริยาเคมีที่รับอิเล็กตรอน เรียกว่า

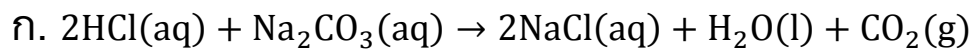
.....

3. ปฏิกิริยารีดอกซ์

คือ.....

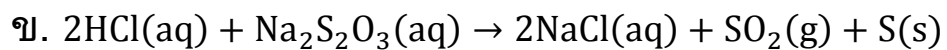
.....

4. จงพิจารณาว่าปฏิกิริยาใดเป็นปฏิกิริยารีดอกซ์



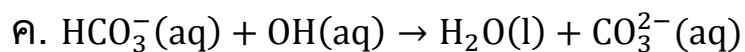
.....

.....

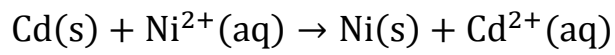


.....

.....



.....  
.....  
5. ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



- 1) สารใดเป็นตัวออกซิไดส์.....
- 2) สารใดเป็นตัวรีดิวซ์.....
- 3) สารใดเป็นตัวถูกออกซิไดส์.....
- 4) สารใดเป็นตัวถูกรีดิวซ์.....

**ภาคผนวก ข**  
**เครื่องมือวิจัยประเมินความคิดเห็นต่อการจัด**  
**สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี (The CLEI)**



ประเมินครั้งที่ ....

**แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัด  
สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี กลุ่มสาระการ  
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา เคมีเพิ่มเติม**

Chemistry Laboratory Environment Inventory (CLEI)

**ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามสภาพแวดล้อมที่**

เลขประจำตัวนักเรียน .....ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ .....  
ห้อง.....รายวิชา.....

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามความคิดเห็นนี้เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการเคมีที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมและมีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมจริง
2. ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบหมายเลขที่เป็นมาตรฐานระดับของความคิดเห็นต่อการรับรู้ตามสภาพที่เป็นจริง
3. การให้ความคิดเห็นจะไม่มีผลต่อผลการเรียนใดๆ ทั้งสิ้น

ความหมายของมาตรฐานระดับคะแนน (ประเมินตามสภาพที่เป็นจริง)

- 1 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกือบไม่เคยเกิดขึ้น  
(Almost Never)
- 2 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นน้อยครั้ง  
(Seldom)
- 3 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นเป็นบางครั้ง  
(Sometimes)
- 4 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้ง (Often)
- 5 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก  
(Very Often)

ข้อ	สภาพแวดล้อมที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมี ในความคิดเห็นของนักเรียน	ระดับปฏิบัติ					
		1	2	3	4	5	
1.	นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ได้เป็น		1	2	3	4	5
2.	อย่างดี		1	2	3	4	5
3.	นักเรียนได้รับโอกาสในการดำเนินการทดลอง				3	4	5
4.	ตามที่ตนเองสนใจ	R	1	2	3	4	5
5.	การทดลองของนักเรียนที่เป็นอยู่ไม่สัมพันธ์กับ เนื้อหาวิชาที่เรียน		1	2	3	4	5
	มีกฎระเบียบที่ชัดเจนในการดำเนินกิจกรรมใน ห้องปฏิบัติการ	R	1	2			5
	นักเรียนมีจำนวนมากเกินไปไม่สัมพันธ์กับ จำนวนเครื่องมือทดลอง						
6.	นักเรียนขาดโอกาสที่จะร่วมดำเนินการทดลอง	R	1	2	3	4	5
7.	ในกลุ่มเดียวกัน		1	2	3	4	5
8.	นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการทดลองเพื่อ				3	4	5
9.	จะแก้ปัญญาที่ได้รับมา	R	1	2	3	4	5
10.	กิจกรรมการทดลองไม่สอดคล้องกับเนื้อหาที่ เรียน	R	1	2	3	4	5
	เกิดความวุ่นวายสับสนอลหม่านใน ห้องปฏิบัติการ		1	2			5
	มีเครื่องมือที่มีมาตรฐานและพอเพียงกับนักเรียน ในห้องปฏิบัติการ						
11.	เพื่อนๆ ในกลุ่มให้ความช่วยเหลือนักเรียนขณะ		1	2	3	4	5
12.	ดำเนินการทดลอง		1	2	3	4	5
13.	นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นร่วมกับ				3	4	5
14.	เพื่อนๆ ในกลุ่มเดียวกัน		1	2			5
15.	สิ่งที่นักเรียนทำในช่วงเวลาปฏิบัติการช่วยให้				3	4	5
16.	นักเรียนเข้าใจทฤษฎีที่เรียนในชั้นเรียน		1	2	3	4	5
17.	ห้องปฏิบัติการมีแนวปฏิบัติในการทำงานอย่าง		1	2			5

1	ปลอดภัย	R						
4.	เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการมีอายุการใช้งานนานและล้าหลัง							
5.								
1	นักเรียนมีความสนิทสนมกับเพื่อนร่วมกลุ่มเป็นอย่างดี		1	2	3	4	5	
6.			1	2	3	4	5	
1	นักเรียนได้รับโอกาสในการวิเคราะห์หรือวิพากษ์ผลงานในกลุ่ม		1	2	3	4	5	
7.			1	2	3	4	5	
1	การทดลองมีส่วนสนับสนุนให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น		1	2	3	4	5	
8.		R	1	2			5	
1	นักเรียนมีความรู้สึกปลอดภัยและไว้วางใจในการดำเนินการทดลอง							
9.								
2	มีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ วางระเกะระกะในห้องปฏิบัติการ							
0.								
2	เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่มีมาตรฐานพอที่จะวิเคราะห์ผลการทดลองได้		1	2	3	4	5	
5								
2	นักเรียนต้องใช้เวลาที่จะทำความรู้จักกับเพื่อนในกลุ่มและในชั้นเรียน	R	1	2	3	4	5	
6.		R	1	2	3	4	5	
2	นักเรียนชอบอยู่ตามลำพังโดยปล่อยให้เพื่อนๆ ดำเนินการทดลองเอง		1	2	3	4	5	
7.								
2	กิจกรรมการทดลองมีส่วนสนับสนุนให้เพื่อนๆ ในกลุ่มมีความสามัคคีกัน				3	4		
8.			1	2	3	4	5	
	เพื่อนๆ ปฏิบัติตนเองตามกฎระเบียบของห้องปฏิบัติการ		1	2			5	
2								
9.	ห้องปฏิบัติการมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการทำงานรายบุคคลและการทำงานเป็นกลุ่ม							
3								
0.								
ข้อ	สภาพแวดล้อมที่เป็นจริงในห้องปฏิบัติการเคมี		ระดับปฏิบัติ					

อ	ในความคิดเห็นของนักเรียน		1	2	3	4	5
3	นักเรียนมีความยินดีที่จะร่วมมือกับเพื่อนเพื่อให้		1	2	3	4	5
1.	งานประสบความสำเร็จ		1	2	3	4	5
3	ขณะที่เพื่อนอภิปรายหรือให้ข้อเสนอแนะ				3	4	
2.	นักเรียนจะรับฟังด้วยดี	F	1	2	3	4	5
3	การทดลองทำให้นักเรียนและเพื่อนๆ ไม่ลงรอย		1	2	3	4	5
3.	กัน		1	2			5
3	กฎระเบียบในห้องปฏิบัติการมีความยืดหยุ่น						
4.	อย่างพอเหมาะ						
3	เครื่องมือการทดลองเป็นส่วนสนับสนุนให้						
5.	นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาเร็วขึ้น						

ขอขอบคุณในความ  
ร่วมมือ

ประเมินครั้งที่ ....

**ประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัด  
สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมี  
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชา เคมีเพิ่มเติม**

Chemistry Laboratory Environment Inventory (CLEI)

**ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามสภาพแวดล้อมที่พึง**

เลขประจำตัวนักเรียน ..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ .....

ห้อง.....รายวิชา.....

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามความคิดเห็นนี้เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการเคมีที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมและมีบทบาทในการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมจริง
2. ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบหมายเลขที่เป็นมาตรฐานระดับของความคิดเห็นต่อการรับรู้ตามสภาพที่เป็นจริง
3. การให้ความคิดเห็นจะไม่มีผลต่อผลการเรียนใดๆ ทั้งสิ้น

ความหมายของมาตรฐานระดับคะแนน (ประเมินตามสภาพที่พึงประสงค์)

- 1 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกือบไม่เคยเกิดขึ้น  
(Almost Never)
- 2 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นน้อยครั้ง  
(Seldom)
- 3 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นเป็นบางครั้ง  
(Sometimes)
- 4 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้ง (Often)
- 5 ถ้าสิ่งที่ระบุในข้อความ เกิดขึ้นบ่อยครั้งมาก  
(Very Often)

ข้อ	สภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์ในห้องปฏิบัติการเคมี ในความคิดเห็นของนักเรียน	ระดับปฏิบัติ					
		1	2	3	4	5	
1.	นักเรียนควรจะสามารถทำงานร่วมกับเพื่อน ๆ ได้		1	2	3	4	5
2.	เป็นอย่างดี		1	2	3	4	5
3.	นักเรียนควรจะได้รับโอกาสในการดำเนินการ				3	4	5
4.	ทดลองตามที่ตนเองสนใจ	R	1	2	3	4	5
5.	การทดลองของนักเรียนที่เป็นอยู่ไม่ควรสัมพันธ์ กับเนื้อหาวิชาที่เรียน		1	2	3	4	5
	ควรจะมีกฎระเบียบที่ชัดเจนในการดำเนิน กิจกรรมในห้องปฏิบัติการ	R	1	2			5
	นักเรียนมีจำนวนมากเกินไปไม่สัมพันธ์กับ จำนวนเครื่องมือทดลอง						
6.	นักเรียนควรจะขาดโอกาสที่จะร่วมดำเนินการ	R	1	2	3	4	5
7.	ทดลองในกลุ่มเดียวกัน		1	2	3	4	5
	นักเรียนควรจะมีส่วนร่วมในการดำเนินการ						
8.	ทดลองเพื่อจะแก้ปัญญาที่ได้รับมา				3	4	5
9.	กิจกรรมการทดลองไม่ควรสอดคล้องกับเนื้อหาที่	R	1	2	3	4	5
1	เรียน	R	1	2	3	4	5
0.	ควรเกิดความวุ่นวายสับสนอลหม่านใน ห้องปฏิบัติการ		1	2			5
	ควรจะมีเครื่องมือที่มีมาตรฐานและพอเพียงกับ นักเรียนในห้องปฏิบัติการ						
1	เพื่อนๆ ในกลุ่มควรจะให้ความช่วยเหลือนักเรียน		1	2	3	4	5
1.	ขณะดำเนินการทดลอง		1	2	3	4	5
1	นักเรียนควรจะสามารถแสดงความคิดเห็นร่วมกับ				3	4	5
2.	เพื่อนๆ ในกลุ่มเดียวกัน		1	2			5
1	สิ่งที่นักเรียนทำในชั่วโมงปฏิบัติการควรช่วยให้				3	4	5
3.	นักเรียนเข้าใจทฤษฎีที่เรียนในชั้นเรียน		1	2	3	4	5
	ห้องปฏิบัติการมีควรจะแนวปฏิบัติในการทำงาน	R	1	2			5



1	อย่างปลอดภัย							
4.	เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการควรมี							
1	อายุการใช้งานนานและล้ำหลัง							
5.								
1	นักเรียนควรมีความสนิทสนมกับเพื่อนร่วมกลุ่ม		1	2	3	4	5	
6.	เป็นอย่างดี		1	2	3	4	5	
1	นักเรียนควรมีได้รับโอกาสในการวิเคราะห์หรือ				3	4	5	
7.	วิพากษ์ผลงานในกลุ่ม		1	2	3	4	5	
1	การทดลองควรมีส่วนสนับสนุนให้นักเรียน		1	2	3	4	5	
8.	เข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น	R	1	2			5	
1	นักเรียนควรมีความรู้ลึกปลอดภัยและไว้วางใจ							
9.	ในการดำเนินการทดลอง							
2	ควรมีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ วาง							
0.	ระเกะระกะในห้องปฏิบัติการ							
2	เพื่อน ๆ ควรมีให้ความช่วยเหลือด้วยดีเมื่อ		1	2	3	4	5	
1.	นักเรียนมีปัญหา		1	2	3	4	5	
2	นักเรียนควรมีได้รับการยกย่องถึงความสำคัญ							
2.	ในฐานะสมาชิกกลุ่ม							

ข้อ	สภาพแวดล้อมที่พึงประสงค์ในห้องปฏิบัติการเคมี ในความคิดเห็นของนักเรียน	ระดับปฏิบัติ					
		1	2	3	4	5	
2	นักเรียนควรจะได้ใช้ทฤษฎีที่ได้เรียนจากชั้นเรียน		1	2	3	4	5
3.	ปกติในการทำกิจกรรมปฏิบัติการ						
	นักเรียนควรจะรู้สึกอึดอัดต่อบรรยากาศในชั้นเรียนที่มีแต่ความวุ่นวาย	F	1	2	3	4	5
2	เครื่องมือและอุปกรณ์ควรจะไม่มีความมาตรฐานพอที่จะวิเคราะห์ผลการทดลองได้	F	1	2			5
4.							
2							
5.							
2	นักเรียนควรจะต้องใช้เวลาที่จะทำความรู้จักกับเพื่อนในกลุ่มและในชั้นเรียน	F	1	2	3	4	5
6.		F	1	2	3	4	5
2	นักเรียนควรจะชอบอยู่ตามลำพังโดยปล่อยให้เพื่อนๆ ดำเนินการทดลองเอง		1	2	3	4	5
7.							
2	กิจกรรมการทดลองควรจะมีส่วนสนับสนุนให้เพื่อนๆ ในกลุ่มมีความสามัคคีกัน				3	4	
8.	เพื่อนๆ ควรจะปฏิบัติตนเองตามกฎระเบียบของห้องปฏิบัติการ		1	2	3	4	5
			1	2			5
2	นักเรียนควรจะสามารถนำเครื่องมือ/อุปกรณ์ไปปฏิบัติการทดลองได้ถ้าไม่เข้าใจ						
9.							
3							
0.							
3	นักเรียนควรมีความยินดีที่จะร่วมมือกับเพื่อนเพื่อให้งานประสบความสำเร็จ		1	2	3	4	5
1.	ขณะที่เพื่อนอภิปรายหรือให้ข้อเสนอแนะ						
	นักเรียนควรจะรับฟังด้วยดี		1	2	3	4	5
3							
2.	การทดลองควรจะทำให้นักเรียนและเพื่อนๆ ไม่ลงรอยกัน	F	1	2	3	4	5
3			1	2	3	4	5
3.	กฎระเบียบในห้องปฏิบัติการควรมีความยืดหยุ่นอย่างพอเหมาะ		1	2			5

3	เครื่องมือการทดลองควรจะเป็นส่วนสนับสนุนให้							
4.	นักเรียนได้เข้าใจเนื้อหาเร็วขึ้น							
3								
5.								

ขอขอบคุณใน  
ความร่วมมือ

**ภาคผนวก ค**  
**เครื่องมือวิจัยประเมินเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์**  
**(The TOSRA)**

แบบประจักษ์คติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการจัด  
สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในชั้นเรียน (หรือห้องปฏิบัติการ)

**The Test of Science-Related**

เลขประจำตัวนักเรียน ..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
..... ห้อง..... รายวิชา.....

**คำชี้แจง**

1. แบบสอบถามความคิดเห็นนี้เกี่ยวข้องกับเจตคติเกี่ยวกับ  
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีต่อการจัดสภาพการเรียนรู้  
ในชั้นเรียน (หรือห้องปฏิบัติการ)
2. ให้นักเรียนวงกลมล้อมรอบหมายเลขที่เป็นมาตรฐานระดับ  
ของความคิดเห็นต่อการรับรู้ตามสภาพที่พึงประสงค์หรือ  
ต้องการอยากให้เกิดขึ้นในชั้นเรียน
3. การให้ความคิดเห็นจะไม่มีผลต่อผลการเรียนใด ๆ ทั้งสิ้น  
**ความหมายของระดับคะแนน** (ประเมินเจตคติเกี่ยวกับ  
วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนของนักเรียน)
  - 1 หมายถึง นักเรียนรู้สึกไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
  - 2 หมายถึง นักเรียนรู้สึกไม่เห็นด้วย
  - 3 หมายถึง นักเรียนรู้สึกเห็นด้วยเป็นบางครั้ง
  - 4 หมายถึง นักเรียนรู้สึกเห็นด้วย
  - 5 หมายถึง นักเรียนรู้สึกเห็นด้วยอย่างยิ่ง

ที่	เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนหรือ ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์	ระดับของเจต คติ				
		1	2	3	4	5
1	นักเรียนมีความตั้งใจคอยที่จะร่วมกิจกรรม ในชั้นเรียนทุก ๆ ครั้ง	1	2	3	4	5
2	นักเรียนมีความสนุกสนานในระหว่าง ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในชั้น เรียนและการปฏิบัติการ	1	2	3	4	5
3	นักเรียนรู้สึกไม่พอใจต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่ครู ควรกำลังให้นักเรียนดำเนินการอยู่	1	2	3	4	5
4	นักเรียนรู้สึกเบื่อกับกระบวนการจัดการ เรียนรู้ที่ครูควรกำลังดำเนินการสอนหรือ ปฏิบัติการในชั้นเรียน	1	2	3	4	5
5	การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในชั้น เรียนหรือห้องปฏิบัติการทำให้นักเรียน	1	2	3	4	5
6	เข้าใจเนื้อหาของวิชาอย่างลุ่มลึกและชอบ วิชานี้	1	2	3	4	5
7	นักเรียนมีส่วนร่วมและได้ดำเนินการตามที่ ครูควรมอบหมายหรือปฏิบัติการทดลอง ครบถ้วนทุกกระบวนการ	1	2	3	4	5
8	นักเรียนรู้สึกว่ากิจกรรมการปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์ทำให้เสียเวลา ยิ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้หรือทดลองทำให้เข้าใจใน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น	1	2			5

ขอขอบคุณในความ  
ร่วมมือ

**ภาคผนวก ง**  
**ใบขออนุญาตให้ผู้วิจัยทดลองใช้เครื่องมือและ**  
**เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย**  
**ใบขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการ**  
**วิจัย**







โรงเรียนวาปีปทุม	.....
เลขที่รับ	๒๕๕๖/๒๕๕๘
วันที่	๒๒/๑๒/๒๕๕๘, ๑๓.๐๘
ผู้รับ	ศิริกร (ศิริ)

ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๒/ว.๗๗๓๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม  
๔๔๐๐๐

๑๖ ธันวาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวาปีปทุม

ด้วย นางสาววารุภรณ์ กระตุตเงิน รหัสประจำตัว ๕๗๘๐๑๐๕๐๐๑๑๖ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา รูปแบบการศึกษาในเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีตามสภาพที่เป็นจริงและสภาพที่พึงประสงค์และเจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัย ฯ จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับกลุ่มประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ จำนวน ๔๐ คน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี

ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้อำนวยการ โรงเรียนวาปีปทุม

ขอแสดงความนับถือ

*ศิริกร*

*ขออนุญาตให้เข้าห้องทดลอง*

*ศิริกร*  
๒๕.๑๒.๕๘

*ศิริกร*  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กนกวรรณ ศรีวาปี)

รองคณบดี รักษาการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์  
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
โทรศัพท์. ๐๔๓-๗๒๒๑๑๘ ต่อ ๑๐๑  
โทรสาร. ๐๔๓-๗๑๓๒๐๖  
www.edurmu.org

*- นิสิตชมรมกลุ่มวิทยาศาสตร์*

*ศิริกร*  
๒๕ ธ. ๕๘

*- นิสิตชมรม*  
*ศิริกร*  
๒๕ ธ. ๕๘

*ศิริกร*  
๒๕/๑๒/๕๘



**ภาคผนวก จ**  
**การประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัย**

## การประเมินคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

### 1. ค่าความเที่ยงตรงและเชื่อมั่น (Validity and Reliability)

1.1 วิเคราะห์ค่าความเที่ยงและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวิจัย CLEI ตามสภาพที่เป็นจริง

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงค่า Cronbach's Alpha และค่าความตรงเชิงจำแนกของเครื่องมือวิจัย CLEI ตามสภาพที่เป็นจริง

พฤติกรรม	$\bar{X}$	S.D.	ค่า Cronbach's Alpha	ความตรงเชิงจำแนก (Discriminant)
ด้านการประสานความร่วมมือของนักเรียน	3.52	1.01	0.54	0.60
ด้านการเปิดโอกาสให้นักเรียนทำตามอิสระ	3.50	1.42	0.66	0.57
ด้านการบูรณาการ	3.48	0.92	0.57	0.59
ด้านกฎระเบียบวินัย	3.60	0.97	0.53	0.60
ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ	3.54	0.89	0.63	0.56

ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคยอมรับมากกว่า 0.50

1.2 วิเคราะห์ค่าความเที่ยงและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ  
วิจัย CLEI ตามสภาพที่พึงประสงค์

**ตารางภาคผนวกที่ 2** แสดงค่า Cronbach's Alpha และค่าความตรง  
เชิงจำแนกของเครื่องมือ วิจัย CLEI ตาม  
สภาพที่พึงประสงค์

พฤติกรรม	$\bar{X}$	S.D.	ค่า Cronbach's Alpha	ความตรงเชิง จำแนก (Discriminant)
ด้านการ ประสานความ ร่วมมือของ นักเรียน	4.63	0.86	0.79	0.81
ด้านการเปิด โอกาสให้ ผู้เรียนทำตาม อิสระ	4.74	0.85	0.82	0.80
ด้านการบูรณา การ	4.72	0.84	0.84	0.80
ด้านกฎระเบียบ วินัย	4.67	1.27	0.81	0.81

ด้านวัสดุ อุปกรณ์ในการ ปฏิบัติการ	4.69	1.95	0.78	0.82
---	------	------	------	------

ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคยอมรับมากกว่า 0.50

การดำเนินการหาคุณภาพด้วยเครื่องมือวิจัยด้วยด้วยสถิติ Cronbach's alpha reliability พบว่าแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน ตารางที่ 1 - 2 แสดงค่าของคุณภาพของเครื่องมือวิจัยเป็นรายด้าน แต่ละด้านมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับตามมาตรฐานสากลที่ระดับ 0.50 ทุกด้าน แต่ละด้านจึงเป็นข้อมูลที่สนับสนุนค่าความเที่ยงตรงของคุณภาพเครื่องมือวิจัย

## 2. ค่าองค์ประกอบเชิงยืนยันของข้อคำถามของเครื่องมือวิจัย

เพื่อเป็นการยืนยันถึงคุณภาพของเครื่องมือวิจัยการวิเคราะห์ปัจจัยหรือการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Factor loading analysis) เพื่อใช้ตรวจสอบโครงสร้างของชุดตัวแปรหรือแบบสอบถามรายข้อของเครื่องมือวิจัยและเพื่อใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือข้อคำถามที่ประเมินในแต่ละข้อในด้านเดียวกัน หรือการวิเคราะห์ปัจจัยรายข้อของแต่ละด้านของข้อคำถามของเครื่องมือวิจัย ผลการวิเคราะห์ปรากฏในรายละเอียดตามตารางภาคผนวกที่

3 - 4

**ตารางภาคผนวกที่ 3** แสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อของเครื่องมือวิจัย

CLEI ตามสภาพที่เป็นจริง

ข้อ คำถาม	ด้านการ ประสาน ความ ร่วมมือ ของ นักเรียน	ด้านการ เปิด โอกาส ให้ ผู้เรียน ทำตาม อิสระ	ด้านการ บูรณา การ	ด้าน กฎระเบียบ วินัย	ด้านวัสดุ อุปกรณ์ ในการ ปฏิบัติก าร
A111	0.80				
A11	0.76				
A16	0.76				
A131	0.75				
A126	0.73				
A121	0.70				
A116	0.60				
A12		0.76			
A117		0.64			
A122		0.61			
A132		0.59			
A17		0.56			
A127		0.49			
A112		0.48			
A118			0.74		
A123			0.70		
A133			0.70		



A18			0.68		
A128			0.67		
A113			0.65		
A13			0.65		

ข้อ คำถาม	ด้านการ ประสาน ความ ร่วมมือ ของ นักเรียน	ด้านการ เปิด โอกาส ให้ ผู้เรียน ทำตาม อิสระ	ด้านการ บูรณา การ	ด้าน กฎระเบียบ วินัย	ด้านวัสดุ อุปกรณ์ ในการ ปฏิบัติก าร
A119				0.57	
A19				0.52	
A124				0.51	
A134				0.50	
A114				0.50	
A129				0.39	
A14				0.39	
A110					0.73
A120					0.71
A125					0.70
A130					0.68

A135					0.67
A15					0.52
A115					0.52
% of Variance	22.33	22.83	29.85	28.83	27.36
Initial Eigenvalues	1.56	1.60	2.09	2.02	1.92

\*ค่าองค์ประกอบเชิงยืนยันยอมรับมากกว่า 0.30 กับกลุ่มตัวอย่าง 92 คน

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน เป็นรายชื่อของเครื่องมือวิจัย

CLEI ตามสภาพที่พึงประสงค์

ข้อ คำถาม	ด้านการ ประสาน ความ ร่วมมือ ของ นักเรียน	ด้านการ เปิด โอกาส ให้ ผู้เรียน ทำตาม	ด้าน การ บูรณา การ	ด้าน กฎระเบียบ วินัย	ด้านวัสดุ อุปกรณ์ ในการ ปฏิบัติกา ร
--------------	---	--	-----------------------------	----------------------------	---

		อิสระ			
P11	0.84				
P21	0.79				
P31	0.76				
P16	0.71				
P1	0.70				
P26	0.70				
P6	0.49				
P17		0.63			
P22		0.53			
P12		0.50			
P2		0.50			
P32		0.47			
P7		0.40			
P27		0.39			
P33			0.95		
P3			0.94		
P8			0.83		
P28			0.80		
P13			0.76		
P18			0.73		
P23			0.69		

ข้อ คำถาม	ด้านการ ประสาน ความ ร่วมมือ ของ นักเรียน	ด้านการ เปิด โอกาส ให้ ผู้เรียน ทำตาม อิสระ	ด้าน การ บูรณา การ	ด้าน กฎระเบียบ วินัย	ด้านวัสดุ อุปกรณ์ ในการ ปฏิบัติกา ร
P24				0.86	
P4				0.83	
P29				0.78	
P19				0.71	
P9				0.65	
P14				0.57	
P34				0.50	
P20					0.81
P30					0.76
P5					0.73
P35					0.74
P15					0.66
P10					0.58
P25					0.44
% of Varianc	36.48	48.89	43.25	29.36	32.03

e					
Initial Eigenvalues	2.55	3.42	3.03	2.06	2.24

\*ค่าองค์ประกอบเชิงยืนยันยอมรับมากกว่า 0.30 กับกลุ่มตัวอย่าง 93 คน

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายชื่อของเครื่องมือวิจัย

TOSRA

เจตคติเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์	ค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายชื่อ
1. นักเรียนมีความตั้งใจคอยที่จะร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนทุกครั้ง	0.738
2. นักเรียนมีความสนุกสนานในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนและการปฏิบัติการ	0.964
3. นักเรียนรู้สึกไม่พอใจต่อกิจกรรมต่างๆที่ครูควรกำลังให้นักเรียน	0.822

ดำเนินการอยู่	
4. นักเรียนรู้สึกเบียดอกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ครูควรกำลังดำเนินการสอนหรือปฏิบัติการในชั้นเรียน	0.672
5. การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในชั้นเรียนหรือห้องปฏิบัติการทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาของวิชาอย่างลุ่มลึกและชอบวิชานี้	0.639
6. นักเรียนมีส่วนร่วมและได้ดำเนินการตามที่ครูควรมอบหมายหรือปฏิบัติการทดลองครบถ้วนทุกกระบวนการ	0.964
7. นักเรียนรู้สึกว่ากิจกรรมการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทำให้เสียเวลา	0.778
8. ยิ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือทดลองทำให้เข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น	0.814

ค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อยอมรับมากกว่า 0.30

การดำเนินการหาคุณภาพเครื่องมือด้วยสถิติองค์ประกอบเชิงยืนยัน (Principal components factor analysis with varimax rotation) พบว่าแต่ละข้อคำถามแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน ตารางภาคผนวกที่ 3 - 4 แสดงค่าของคุณภาพของเครื่องมือวิจัยเป็นรายข้อ แต่ละข้อมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับตามมาตรฐานสากลที่ระดับ 0.30 ทุกข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามจึงเป็นข้อมูลที่สนับสนุนค่าความเที่ยงตรงของคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เพื่อเป็นการยืนยันว่า เครื่องมือวิจัยเหล่านี้สามารถตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือได้ในแต่ละระยะที่ดำเนินการใช้เครื่องมือจึงได้ทำการคุณภาพของเครื่องมือซ้ำอีกครั้งดังต่อไปนี้

**ตารางภาคผนวกที่ 6** แสดงค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค ของเครื่องมือวิจัย CLEI ตามสภาพที่  
ฟังประสงค์ และตามสภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

พฤติกรรม	ความเชื่อมั่นของครอนบาค		
	ตามสภาพที่ฟังประสงค์	สภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1	สภาพที่เป็นจริงครั้งที่ 1
1. ด้านการประสานความร่วมมือ	0.78	0.65	0.59
2. ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ	0.80	0.57	0.70
3. ด้านการบูรณาการ	0.85	0.50	0.53
4. ด้านกฎระเบียบวินัย	0.79	0.69	0.68
5. ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการปฏิบัติการ	0.75	0.63	0.55

ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาคยอมรับมากกว่า 0.50

การหาคุณภาพด้วยเครื่องมือวิจัย ด้วยด้วยสถิติ Cronbach's alpha reliability พบว่าแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงค่าของคุณภาพของเครื่องมือวิจัยเป็นรายด้าน แต่ละด้านมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับตามมาตรฐานสากลที่

ระดับ 0.50 ทุกด้าน แต่ละด้านจึงเป็นข้อมูลที่สนับสนุนค่าความเที่ยงตรงของคุณภาพเครื่องมือวิจัย

**ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิง  
ยืนยันเป็นรายชื่อของเครื่องมือวิจัย**

CLEI ตามสภาพที่เป็นจริง และตามสภาพที่พึง  
ประสงค์

พฤติกรรม	ค่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิง ยืนยันเป็นรายชื่อ		
	ตามสภาพ ที่พึง ประสงค์	สภาพที่ เป็นจริง ครั้งที่ 1	สภาพที่ เป็นจริง ครั้งที่ 2
1. ด้านการประสานความร่วมมือ	0.43-0.80	0.61-0.79	0.39-0.83
2. ด้านการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทำตามอิสระ	0.39-0.68	0.47-0.80	0.65-0.76
3. ด้านการบูรณาการ	0.70-0.93	0.69-0.74	0.49-0.86
4. ด้านกฎระเบียบวินัย	0.50-0.89	0.40-0.69	0.55-0.70
5. ด้านวัสดุอุปกรณ์ในการ	0.44-0.79	0.59-0.75	0.42-0.84



ปฏิบัติการ			
------------	--	--	--

ค่าการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นรายข้อยอมรับ  
มากกว่า 0.30

การหาคุณภาพเครื่องมือด้วยสถิติองค์ประกอบเชิงยืนยัน  
เป็นรายข้อ พบว่าแต่ละข้อคำถามแต่ละด้านมีความแตกต่างกัน  
ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงค่าของคุณภาพของเครื่องมือวิจัย  
เป็นรายข้อ แต่ละข้อมีค่าสูงกว่าค่าที่ยอมรับตามมาตรฐานสากล  
ที่ระดับ 0.30 ทุกข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามจึงเป็นข้อมูลที่  
สนับสนุนค่าความเที่ยงตรงของคุณภาพเครื่องมือวิจัย

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาววราภรณ์ กระจุดเงิน  
วันเกิด 17 เมษายน 2534  
ที่อยู่ปัจจุบัน 139 หมู่ 7 บ้านหมากค่า ตำบลแกดำ อำเภอกำแพง  
จังหวัดมหาสารคาม 44190

### ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556 วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาเคมี  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2559 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยา  
ศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม