

**สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง**

**ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี  
ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร**

**SAFETY KNOWLEDGE AND BEHAVIOR IN CHEMICAL LABORATORY  
WORKS OF CHEMISTRY PROGRAM STUDENTS IN FACULTY OF  
SCIENCE TECHNOLOGY RAJABHAT UNIVERSITY IN BANGKOK**



**สุวิมล โคตรสีเขียว  
SUWIMOL KHOTSEEKHIEW**

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน **60245**.....  
วัน,เดือน,ปี **27 ส.ย. 2549**.....

b. **1150248A**.....  
i.....

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป)  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**พ.ศ. 2548**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**ISBN 974-15-1718-1**  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**SAFETY KNOWLEDGE AND BEHAVIOR IN CHEMICAL LABORATORY  
WORKS OF CHEMISTRY PROGRAM STUDENTS IN FACULTY OF  
SCIENCE TECHNOLOGY RAJABHAT UNIVERSITY IN BANGKOK**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (GENERAL SCIENCE)  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2005**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานส่วนบุคคลเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ISBN 974-15-1718-1  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2005**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**  
เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หัวข้อวิทยานิพนธ์

ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี  
ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร

## นักศึกษา

นางสาวสุวิมล โคตรสีเขียว

## รหัสประจำตัว

46065812

## ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

## สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป)

## พ.ศ.

2548

## อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

## อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ดร.ราตรี ศิริพันธุ์

## บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี  
ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต  
กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน  
173 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้  
คือแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติ  
การเคมี มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.93 และ 0.95 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์ด้วย  
โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Science for  
Windows)

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครอยู่ในระดับปานกลาง
2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง
3. นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต  
กรุงเทพมหานคร ที่มีชั้นปีที่ต่างกัน มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี  
ไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต  
กรุงเทพมหานครที่มีชั้นปีที่ต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา **II** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<b>Thesis Title</b>	Safety Knowledge and Behavior in Chemical Laboratory Works of Chemistry Program Students in Faculty of Science Technology Rajabhat University in Bangkok
<b>Student</b>	Miss Suwimol Khotseekhiew
<b>Student ID</b>	46065812
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Programme</b>	Science Education (General Science)
<b>Year</b>	2005
<b>Thesis Adviser</b>	Assistant Professor Dr.Lertlak Klinhom
<b>Thesis Co-adviser</b>	Dr.Ratree Siripant

### ABSTRACT

The purposes of this research were to study safety knowledge and behavior in chemical laboratory works of chemistry program students in faculty of science technology Rajabhat University in Bangkok. The samples were 173 chemistry program students who studied in 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> year in faculty of science technology Rajabhat University in Bangkok. The samples were selected by stratified random sampling. The research instruments were safety knowledge testing and behavior in chemical laboratory questionnaire which reliability at 0.93 and 0.95 respectively. The data were analysed by using SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Science for Windows).

The research finding were as follows :

1. Safety knowledge in chemical laboratory works of chemistry program students in faculty of science technology Rajabhat University in Bangkok was at medium level.
2. Behavior in chemical laboratory works of chemistry program students in faculty of science technology Rajabhat University in Bangkok was at medium level.
3. There was no difference in safety knowledge in chemical laboratory works of chemistry program students in faculty of science technology Rajabhat University in Bangkok among the students who studied in each year.

4. There was no difference in behavior in chemical laboratory works of chemistry program students in faculty of science technology Rajabhat University in Bangkok among the students who studied in each year.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **IV** ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ดร.ราตรี สิริพันธุ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำให้ความช่วยเหลือและช่วยตรวจสอบตลอดจน ช้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. รวีวรรณ ชินะตระกูล ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ และ ผศ.กิตติพงศ์ มะโน ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำแก้ไขช้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผศ.บุปผา แซ่มประเสริฐ ผศ.อุดมวิทย์ พลเยี่ยม และอาจารย์ไพฑูรย์ พิมพ์ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแต่ บิดา มารดา พี่ชาย น้องชาย และครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ด้วยความเคารพเพียง

สุวิมล ไคครสีเขียว

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐานในการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ความสำคัญของการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมี.....	6
2.2 การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในหลักสูตรโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ.....	24
2.3 สภาพทั่วไปของห้องปฏิบัติการเคมีโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ.....	29
2.4 ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย และพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี อย่างปลอดภัย.....	30
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	73
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	79
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ VI ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	80
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	86
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	86
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>90</b>
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>98</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	98
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	101
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	105
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>107</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>114</b>
ภาคผนวก ก แบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี.....	115
ภาคผนวก ข แบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี.....	122
ภาคผนวก ค หลักสูตรโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ.....	127
<b>ประวัติผู้เขียน.....</b>	<b>131</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หน่วยกิตรวมและสัดส่วนหน่วยกิตขั้นต่ำตาม โครงสร้างของหลักสูตรแต่ละระดับที่ จัดไว้ โดยใช้ข้อบังคับคณะกรรมการสภาสถาบันราชภัฏ ว่าด้วยเกณฑ์มาตรฐาน หลักสูตรระดับอนุปริญญา และปริญญาตรี พ.ศ. 2539.....	28
2.2 ตัวอย่าง แบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมี ในโรงงานอุตสาหกรรม.....	66
3.1 แสดงประชากรและกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามมหาวิทยาลัยและชั้นปี.....	80
3.2 แสดงเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมของข้อความเชิงนิมิต และเชิงนิเสธ.....	84
3.3 ระดับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี จำแนกตามค่าเฉลี่ยร้อยละ ของคะแนน.....	89
3.4 ระดับพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการ จำแนกตามค่าเฉลี่ยของคะแนน.....	88
4.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติ การเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร.....	90
4.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรม วิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร.....	91
4.3 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านความรู้เกี่ยวกับการใช้ สารเคมีอย่างปลอดภัยของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร.....	92
4.4 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลอง อย่างปลอดภัยของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร.....	93
4.5 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านเทคนิคการดำเนินการ ทดลองอย่างปลอดภัยของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร.....	95

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ ในเขตกรุงเทพมหานคร.....	96
4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ ในเขตกรุงเทพมหานคร.....	97



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างแบบฟอร์มรายงานผลการทดลอง.....	16
2.2 แผนผังโครงสร้างหลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์.....	27
2.3 การบอกขนาดความอันตรายของสารเคมี.....	37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าความรู้ทางด้านเคมีได้มาจากการศึกษาค้นคว้าและการทดลอง ความรู้เหล่านั้นได้นำความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิชาการและเทคโนโลยีมาสู่มวลมนุษยชาติวิทยาการใหม่ ๆ ซึ่งมีผลผลิตจากความก้าวหน้าทางด้านเคมีก่อให้เกิดประโยชน์แก่สังคม จะเห็นได้จากมนุษย์ได้นำความรู้ทางเคมีมาใช้ในการพัฒนาด้านการเกษตร อุตสาหกรรมการแพทย์และสาธารณสุข เป็นต้น ความรู้ทางเคมีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ดังนั้นมนุษย์จึงมีสุขภาพแข็งแรง มียารักษาโรค ทำให้อายุเฉลี่ยยืนยาวขึ้น

การพัฒนาความรู้ทางด้านเคมีเป็นไปอย่างรวดเร็วและกว้างขวาง ประเทศใดที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านเคมีและเทคโนโลยีมาก มักจะมีฐานะทางเศรษฐกิจที่มั่นคงและพลเมืองจะมีคุณภาพชีวิตที่ดี (สมศรี เขียวสาด. 2527 : 1) ซึ่งประเทศที่ประกอบไปด้วยพลเมืองที่มีคุณภาพชีวิตที่ดีก็จะเป็นส่วนสำคัญยิ่งในการพัฒนาประเทศ ดังนั้นเพื่อให้ประชาชนพลเมืองเป็นทรัพยากรที่มีคุณภาพสามารถพัฒนาความรู้ทางเคมีและเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความปลอดภัยจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดการศึกษาและให้ความรู้ที่ถูกต้อง

วิชาเคมี เป็นวิชาพื้นฐานของอาชีพที่สำคัญๆ เช่น แพทย์ เภสัชกร พยาบาล เกษตรกร และวิศวกร เป็นต้น ด้วยสาเหตุนี้วิชาเคมี จึงมีการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมไปจนถึงระดับอุดมศึกษา สำหรับระดับอุดมศึกษา วิชาเคมีเป็นวิชาพื้นฐานในการศึกษาเพื่อใช้สำหรับการศึกษาในระดับชั้นสูงต่อไป ในการศึกษาวิชาเคมีนอกจากจะศึกษาภาคทฤษฎีแล้วจะต้องศึกษาภาคปฏิบัติควบคู่กันไป การศึกษาวิชาปฏิบัติทางเคมี มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น ทำงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัยรู้ถึงภัยที่อยู่ในสารเคมี ทั้งภัยที่มองเห็นได้ก่อนอันตรายอย่างเฉียบพลัน และภัยที่มองไม่เห็นเป็นพิษค่อยๆ สะสมจนถึงจุดอันตราย ตลอดจนถึงการใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับกระบวนการทดลอง ซึ่งผู้ทดลองจำเป็นต้องทราบ และใช้ให้ถูกวิธี ต้องหมั่นฝึกฝนและปฏิบัติตามเทคนิคที่ถูกต้องเพื่อให้เกิดทักษะในการปฏิบัติการ (ประเสริฐศรีไพโรจน์. 2528 : 1)

มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครที่เปิดการเรียนการสอนโปรแกรมวิชาเคมีให้นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 มีทั้งหมด 4 มหาวิทยาลัย ประกอบด้วย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาและมหาวิทยาลัย ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา จัดเป็นสถาบันระดับอุดมศึกษา ซึ่งจัดอยู่ในหลักสูตร สายวิทยาศาสตร์และ

วิทยาศาสตร์ประยุกต์ โปรแกรมวิชาเคมีเน้นด้านปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์โดยมีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบโดยตรงในสถาบัน เปิดบริการสอนให้แก่นักศึกษาทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กัน การเรียน โปรแกรมวิชาเคมีตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏจะต้องประกอบด้วยกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หมวดวิชาเฉพาะด้าน กลุ่มวิชาเนื้อหาบังคับเรียน ซึ่งในส่วนของกลุ่มวิชาเนื้อหาบังคับเรียนจะเป็นส่วนปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ (มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. 2547 : 116-120) ซึ่งมีการทดลองในห้องปฏิบัติการ นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติเองและต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมี วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่างๆ อันอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้เช่นเดียวกัน ถ้าผู้เรียนเกิดความประมาท ความไม่เอาใจใส่ ขาดความรู้ ขาดทักษะในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี ก็จะทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น

เสรี ไตรรัตน์ (2518 : 2) ได้แสดงความคิดเห็นว่า “อุบัติเหตุมักเกิดจากความเลินเล่อ ความสะเพร่า และการไม่เอาใจใส่จากผู้ทำการทดลอง ความเลินเล่อและความสะเพร่านั้นมีไข่ก่อก่อให้เกิดอันตรายเฉพาะผู้กระทำเท่านั้น อาจเป็นอันตรายต่อเพื่อน ๆ ที่ทำการทดลองอยู่ใกล้ ๆ หรืออาจได้รับอันตรายกันทุกคนก็ได้”

มังกร ทองสุคติ (2523 : 15-16) ได้กล่าวไว้ว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องทดลองอาจมีความรุนแรงมากบ้าง น้อยบ้าง ความเสียหายที่เกิดขึ้นไม่ได้อยู่ที่อุบัติเหตุร้ายใหญ่เท่านั้นอุบัติเหตุร้ายย่อยที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งต่อเนื่องกันก็อาจทำให้ผู้เรียนเสียชีวิตเกิดความหวาดกลัว ขาดความมั่นใจในการทดลอง และเมื่อมีอุบัติเหตุบ่อยครั้ง นักศึกษาอาจขาดเกิดความรู้สึกลัวผู้สอนขาดสมรรถภาพในการควบคุมดูแลเอาใจใส่ นักศึกษาอาจลดความเชื่อถือ เป็นสาเหตุให้นักศึกษาไม่ตั้งใจเรียนเท่าที่ควร ดังนั้นครูผู้สอนต้องให้ความสนใจกับเรื่องนี้ให้มาก พยายามหาหนทางป้องกันอุบัติเหตุและสร้างความปลอดภัยให้แก่ห้องปฏิบัติการเคมี อันเป็นวิธีที่จะลดอุบัติเหตุลงได้ แต่อย่างไรก็ตาม การป้องกันอุบัติเหตุในการทดลองเคมีเป็นหน้าที่ของทุกฝ่ายที่มีส่วนเกี่ยวข้องที่จะต้องให้ความร่วมมือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งครูผู้สอน และนักศึกษาที่ทำการทดลอง จะต้องมีความรู้และทักษะในการรักษาความปลอดภัยตลอดจนวิธีการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุ

ในสถานศึกษาผู้เรียนควรได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ถูกต้องและมีพฤติกรรมที่เหมาะสมในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีจะช่วยให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการป้องกันอันตรายอันเกิดจากสารเคมี หรืออุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ขณะทำการทดลอง (คณะเภสัชศาสตร์มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. 2545 : 25) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หาดหนทางที่จะปรับปรุงการเรียนการสอนไปในแนวที่เรียกว่า การเรียนการสอนโดยการทดลอง (Experimental Approach) เป็นสำคัญ ซึ่งวิธีนี้ผู้เรียนจะต้องทำการทดลองให้มากที่สุดเท่าที่เวลาจะอำนวย โดยครูเป็นเพียงผู้ช่วยเหลือแนะนำให้เข้าใจในหลักการเรียน ผู้เรียนคิดเองจากการทดลอง และในที่สุดจะค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริม

เอกสารการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2529 : 1) ศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเหตุผลและข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงเกิดแรงจูงใจที่จะศึกษา “ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร” เพื่อจะได้ทราบว่านักศึกษาแต่ละชั้นปีมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีพฤติกรรมในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางปรับปรุงการเรียนบทปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพ และเกิดความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการเสริมความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีให้นักศึกษา และเพื่อเป็นการปรับพฤติกรรมในการปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมีให้ถูกต้องเหมาะสมอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร
3. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ในแต่ละชั้นปี
4. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ในแต่ละชั้นปี

## 1.3 สมมติฐานในการวิจัย

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ในแต่ละชั้นปีแตกต่างกัน
2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ในแต่ละชั้นปีแตกต่างกัน

## 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี

ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรุงเทพมหานคร” ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดจาก จักรวาท จิ่งสมาน (2542 : 4-5) โดยการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีประกอบด้วย 3 ด้าน ดังต่อไปนี้

1. การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย
2. การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย
3. เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 304 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 173 คน

### 1.5.3 ตัวแปรที่ทำการศึกษา

1.5.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ

1. ชั้นปี แบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ชั้นปีที่ 2, 3 และ 4

1.5.3.2 ตัวแปรตาม คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านต่าง ๆ 3 ด้าน ดังนี้

1.1 การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การทดลองในห้องปฏิบัติการเคมี ด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บ

1.3 เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ในห้องปฏิบัติการเคมี ด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอุบัติเหตุหรือการบาดเจ็บ

2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง การกระทำใดๆ ของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการเคมี 3 ด้าน คือ

2.1 การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย หมายถึง การกระทำ ในการใช้สารเคมีของผู้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

2.2 การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย หมายถึง การกระทำในการใช้อุปกรณ์ทดลองของผู้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

2.3 เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย หมายถึง การกระทำในการใช้เทคนิคการดำเนินการทดลองของผู้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

3. วิชาเคมี หมายถึง วิชาเคมีที่มีอยู่ในหลักสูตรกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ หมวดวิชาเฉพาะด้าน และกลุ่มวิชาเนื้อหาบังคับเรียนของของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร

4. ห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง ห้องปฏิบัติการในโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีการทำปฏิบัติการของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร

5. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547

6. ชั้นปี หมายถึง ระดับชั้นปีที่นักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร กำลังศึกษาอยู่ ได้แก่ ชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 ยกเว้นชั้นปีที่ 1 เพราะยังไม่ได้เรียนวิชาเอกในหลักสูตรของ โปรแกรมวิชาเคมี

7. มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร หมายถึง มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษา เปิดให้มีการเรียนการสอนโปรแกรมวิชาเคมี (วิทยาศาสตร์บัณฑิต) ระดับชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย 4 มหาวิทยาลัย ได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา และมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

## บทที่ 2

# เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของ นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากหนังสือ วารสาร บทความ และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดที่น่าเสนอตามลำดับ ดังนี้

- 2.1 ความสำคัญของการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมี
- 2.2 การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในหลักสูตร โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ
- 2.3 สภาพทั่วไปของห้องปฏิบัติการเคมี โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
- 2.4 ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย และพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอย่างปลอดภัย
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ความสำคัญของการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมี

ในการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีนั้น มีจุดหมายเพื่อช่วยเพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจในหลักการขั้นมูลฐานในทางเคมีให้ดียิ่งขึ้น และยังเป็น การช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ทดลองที่มีความอยากหรืออยากเห็น ได้ฝึกฝนและปฏิบัติ มีการสังเกตด้วยตนเอง อันเป็นคุณสมบัติที่สำคัญยิ่งของนักวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการให้ผู้ทดลองได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นทางวิชาการจากการเขียนรายงานอีกด้วย สิ่งต่างๆ เหล่านี้ ผู้ทดลองจะได้รับจากการเข้าห้องปฏิบัติการทดลองทั้งสิ้น ห้องปฏิบัติการทดลองทั้งสิ้น

จึงเห็นได้ว่าการปฏิบัติการทดลองมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนในวิชาเคมีเป็นอย่างมาก แต่การทดลองจะได้ผลมากน้อยเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับผู้ทดลองเป็นสิ่งสำคัญ หากผู้ทดลองปฏิบัติการทดลองอย่างถูกวิธี หรือทำการทดลองอย่างมีเทคนิคแล้ว ย่อมจะได้ผลที่ถูกต้องด้วย จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่า ผู้ทดลองเป็นจำนวนมากไม่ทราบเทคนิคการทดลองที่ถูกต้อง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะได้รับการอบรมในระยะแรกที่แตกต่างกันหรือไม่ใส่ใจต่อวิธีการทำที่ถูกต้องก็ได้ การปฏิบัติการทดลอง จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะช่วยให้การทดลองได้ผลที่ถูกต้องและคุ้มค่าแล้ว ยังช่วยลดอันตรายจากอุบัติเหตุที่เกิดจากการปฏิบัติการทดลองได้อีก

ทางหนึ่งด้วย (ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2528 : 55)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ประโยชน์ในวงจำกัดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.1.1 ทฤษฎีและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่แตกต่างจากการเรียนการสอนของกลุ่มวิชาอื่น ๆ ซึ่งวิธีการศึกษาหาความรู้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นวิธีการที่ช่วยให้ผู้เรียน คิดเป็น คิดอย่างมีเหตุผล และรู้วิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีและวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

Statement (อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2543 : 42) ได้กล่าวว่า “วิทยาศาสตร์ถูกยอมรับให้เป็นกิจกรรมอย่างหนึ่งของมนุษย์ ซึ่งกิจกรรมนี้จะช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์เพราะผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และวิทยาศาสตร์ยังมีผลกระทบต่อการพัฒนาเทคโนโลยีของมนุษย์”

Cawthron and Rowell (อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2543 : 43) ได้กล่าวว่า “การปรับปรุงการเรียนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมในโรงเรียนจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบด้านการกำเนิดธรรมชาติ วิธีการสร้างขอบเขตของมนุษย์ และด้านสังคมวิทยา เพราะการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องการแหล่งความรู้ที่หลากหลายและเชื่อมโยงความรู้ประสบการณ์เพื่อให้เกิดความรู้ใหม่”

การสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนจะต้องจัดให้มีการเรียนโดยอาศัยองค์ประกอบการเรียนรู้หลาย ๆ ด้าน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้นอีกทั้งต้องเรียนถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการเรียนวิทยาศาสตร์

### 2.1.2 การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยทฤษฎีการสร้างความรู้

(Constructivism) กับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการสร้างความรู้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้เรียนมีโอกาสแสวงหาความรู้ด้วยตนเองครูเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะและคอยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และต้องการหาคำตอบ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนมากยิ่งขึ้น สำหรับทฤษฎีที่น่าสนใจสรุปได้ดังนี้

Fosnot (อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2543 : 44) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า “เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และเป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาปรัชญาและมนุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไรและได้ความรู้มาอย่างไร”

Cobb (อ้างใน วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2543 : 46) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า “เป็นกระบวนการไม่หยุดนิ่ง อยู่กับที่ในการสร้าง การรวบรวม และการตกแต่งความรู้ ผู้เรียนมีโอกาสสร้างความรู้ที่ใช้ในการตีความหมายและการทำนาย และยังกล่าวถึงทฤษฎีทางวัฒนธรรมของทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม และเป็นการร่วมมือกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน”

Driver and Bell (อ้างใน วรณทิพา รอดแรงคำ. 2543 : 47) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการสร้างความรู้ว่า “การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการสร้างความหมายของความรู้นั้น ไม่ว่าจะรู้นั้นจะมาจากหนังสือเรียน การพูดคุย หรือจากประสบการณ์รอบตัว”

สรุปแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้

1. บุคคลทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว และแสวงหาเพื่อที่จะอธิบายสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เหล่านั้น

2. ในการหาคำอธิบาย บุคคลทุกคนได้สร้างรูปแบบหรือตัวแทนของวัตถุ ปรากฏการณ์ และเหตุการณ์ที่เขาได้พบในสมองของเขา

3. รูปแบบที่เขาสร้างขึ้นนี้อาจแปลกและแตกต่างจากรูปแบบของผู้เชี่ยวชาญ

4. บุคคลทุกคนสร้างความหมายให้กับสิ่งที่เขารับรู้ ซึ่งความหมายที่สร้างขึ้นอาจได้รับคำแนะนำจากบุคคลอื่น ๆ รอบตัว

5. การสร้างความหมายที่เกิดขึ้นได้ก็คือเมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อบรม การประเมินผลการเรียน เป็นบทบาทที่สำคัญของสถานศึกษาเพื่อทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและบรรลุประสิทธิผล มีนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้กล่าวถึงการประเมินผลการเรียนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ดังนี้

Begg (อ้างใน วรณทิพา รอดแรงคำ. 2541 : 57-60) ได้กล่าวไว้ว่า “การประเมินผลการเรียนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ครูต้องพิจารณาถึงข้อมูลย้อนกลับที่ตัวครูและตัวนักเรียน ทั้งก่อนการเรียนการสอน ระหว่างการเรียนการสอน และหลังการเรียนการสอน”

ข้อควรพิจารณาในการนำแนวคิดการสร้างความรู้ไปใช้ในหลักสูตร และใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

1. พิจารณาความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่เพื่อให้อ่านเรียนต่อเนื่อง  
2. พิจารณาถึงบทบาทของนักเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสหาความรู้นอกเหนือการใช้ประสบการณ์อย่างเดียวนักเรียนได้สะท้อนความคิดสร้างความหมาย และกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงมโนคติ วิธีการเหล่านี้ได้แก่

2.1 กระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองให้ปรากฏออกมา

2.2 นำเสนอเหตุการณ์ที่ทำทลายความคิดของนักเรียน

2.3 กระตุ้นกระบวนการสร้างสมมติฐานและการตั้งข้อมูลที่หลากหลาย

2.4 ให้นักเรียนมีโอกาสสำรวจทางเลือกที่หลากหลายด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยใช้

การอภิปรายในกลุ่มย่อย

2.5 ให้นักเรียนมีโอกาสได้ใช้ความคิดใหม่ ๆ ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อว่านักเรียนจะได้ชื่นชมในความสามารถของตนเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ต้องพิจารณาในแง่ของเนื้อหาของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ว่านักเรียนไม่จำเป็นต้องสร้างความรู้ความเข้าใจสมบูรณ์ตั้งแต่แรกเริ่มที่ได้เรียนรู้ ความคิดของนักเรียนอาจมีพัฒนาการขึ้นสามารถเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เข้ากับความรู้นใหม่และเป็นการช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนความคิด

4. พัฒนาการสร้างความคิดที่มีประโยชน์ โดยพิจารณาทั้งระดับและชนิดของกิจกรรมที่นักเรียนมีส่วนร่วม

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพโดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล กระบวนการกลุ่ม และวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงรู้จักค้นคว้า และหาเหตุผลสามารถแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยนำเอาวิธีและกระบวนการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ซึ่งครูต้องปรับบทบาทของตนเองใหม่เป็นเพียงผู้คอยชี้แนะแนวทาง และจัดหากิจกรรมที่เหมาะสมให้ผู้เรียนได้ศึกษา และคอยกระตุ้นสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับเทคนิควิธีการสอนใหม่ ๆ เพื่อให้เข้ากับสภาพสังคมในปัจจุบัน

### 2.1.3 การสอนปฏิบัติการวิชาเคมี

การจัดกระบวนการสอนที่มีการทดลองหรือการลงมือด้วยตนเองจึงเป็นสิ่งสำคัญในการสอนปฏิบัติการวิชาเคมีเป็นอย่างยิ่งที่จะนำผู้เรียนไปสู่กระบวนการเรียนรู้ที่ถูกต้อง

การทดลอง เป็นกิจกรรมที่สำคัญที่จะทำให้ให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถมองเห็นปัญหาเมื่อผลการทดลองแตกต่างออกไป ทั้งนี้เพราะในระหว่างทดลองนักเรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ เช่น การสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือ การควบคุมตัวแปร การดำเนินการทดลอง การบันทึกข้อมูลด้วยตนเองทั้งสิ้น (ลือศักดิ์ มาตรฐาน. 2547 : 9) ดังนั้นการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูเป็นเพียงผู้คอยแนะนำ จึงจำเป็นต้องสอนให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้ให้เกิดประโยชน์และการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีถ้าผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้อย่างถูกต้องก็จะทำให้เกิดความปลอดภัยแก่ตนเองและผู้อื่น

ยุวเวศ วิสวเวชเมธี (2527 : ง) ได้ศึกษาปัญหาของครูมัธยมศึกษาตอนปลายในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมี กลุ่มตัวอย่างเป็นครูสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาวิชาเคมี จำนวน 75 คน ผลการวิจัยพบว่า ครูสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมี ประสบปัญหาในการดำเนินการเตรียมการสอน การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ คุณภาพและปริมาณของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ความปลอดภัยในการทดลอง ความร่วมมือของนักเรียน และการประเมินผลมีปัญหาในระดับปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียนวิชาเคมีนอกจากจะเรียนทฤษฎีแล้วยังจัดให้มีการเรียนปฏิบัติควบคู่กันเพื่อให้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเกิดทักษะความชำนาญ ในการใช้อุปกรณ์และวัสดุต่าง ๆ โดยไม่ใช่มุ่งแต่รายงานผลในเรื่องเนื้อหาสาระได้เพียงอย่างเดียว ครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นสร้างบรรยากาศในการเรียนและคอยหาเทคนิควิธีการสอนใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนตลอดทั้งวิธีการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

เรื่องชัย ทิมสุวรรณ (2534 : ง) ได้ศึกษาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2533 จำนวน 712 คน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมกรทดลองเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 รวมทุกด้าน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินผลของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2521 จะเท่ากับได้เกรด 1 เท่านั้นและเมื่อพิจารณาแยกแต่ละด้านพบว่า

1. ด้านการออกแบบการทดลอง อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์
2. ด้านการเลือกใช้และการเก็บรักษาเครื่องมือ อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
3. ด้านการดำเนินการทดลอง อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนด
4. ด้านความปลอดภัยในการทดลอง อยู่ในระดับปานกลาง

#### 2.1.3.1 ความหมายของการปฏิบัติการทดลอง

การทดลองวิทยาศาสตร์นั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2542 : 16) ได้อธิบายเกี่ยวกับการทดลองไว้ดังนี้

การทดลอง หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบหรือเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดลองจริงเพื่อกำหนด
  - 1.1 วิธีการทดลอง (ซึ่งเกี่ยวข้องกับกำหนัด และควบคุมตัวแปร)
  - 1.2 อุปกรณ์ และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลอง
2. การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติการทดลองจริง
3. การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ

#### 2.1.3.2 การเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการเคมี

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน มุ่งส่งเสริมโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กล่าวคือให้ผู้เรียนรู้จักคิดรู้จักค้นคว้าหาความรู้ หาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง โดยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ตามกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการเรียนการสอนจึงมิได้มุ่งให้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเพียงอย่างเดียว แต่ยังมุ่งให้ผู้เรียนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการทดลอง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญในการใช้อุปกรณ์ในการทดลองและวัสดุต่าง ๆ ผู้เรียนมีโอกาสคิด และแสวงหาความรู้เพิ่มเติมที่เพื่อค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง รวมทั้งเทคนิคต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดความปลอดภัย

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540 : 60-61) กล่าวถึง การวางแผนการเตรียมการสอนปฏิบัติการ ประกอบด้วย ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนปฏิบัติการ
2. กำหนดเนื้อหาสาระที่จะสอนและจัดลำดับเนื้อหาการสอนปฏิบัติการ
3. วิเคราะห์ลักษณะของผู้เรียนปฏิบัติการ
4. กำหนดวิธีสอนและกิจกรรมปฏิบัติการ
5. กำหนดสื่อการสอนและเลือกแหล่งวิทยาการ
6. จัดเตรียม จัดหาอุปกรณ์การทดลองปฏิบัติการ
7. กำหนดแนวทางการประเมินผลการสอนปฏิบัติการ
8. เขียนแผนการสอนปฏิบัติการ

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2535 : 6) ได้กล่าวถึง การเป็นครูที่ดี หรือครูในอุดมคติว่า จะต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ มีคุณธรรม และมีความสามารถในการปฏิบัติได้ ความรู้ทางวิชาการของครู ต้องเป็นความรู้ที่รู้จริงทันกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โดยครูจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจในวิชาการให้ถ่องแท้ก่อนลงมือปฏิบัติ การเตรียมการสอนจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับครู รวมทั้ง การเข้าใจปัจจัยในการเรียนของนักเรียนเพื่อจะให้เกิดความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างครูกับนักเรียน

Andersen (1976 : 2-7) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนในการเตรียมบทเรียนที่จะสอนดังนี้คือ

1. ระบุเรื่องที่จะสอนและวัตถุประสงค์ทั่วไปสำหรับบทเรียนที่จะสอนตามที่ได้เลือกไว้แล้ว เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายกว้าง ๆ หรืออาจกล่าวในรูปวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ระบุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่แน่นอน ซึ่งผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้ กิจกรรม มีขอบเขตจำกัด ใช้ภาษาเฉพาะเจาะจง หลีกเลี่ยงคำที่มีความหมายคลุมเครือ เช่น เข้าใจ รู้ เมื่อทุกคนอ่านแล้วสามารถเข้าใจ ได้ทันทีว่าต้องการให้ผู้เรียนทำอะไร
3. วิเคราะห์กิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนทำ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมช่วยให้พฤติกรรมช่วยให้สามารถกำหนดแนวทางเฉพาะในการดำเนินการสอน ซึ่งครูจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญทางด้านพัฒนาการวุฒิภาวะ วัย ความพร้อม ความสนใจของผู้เรียน
4. วางเค้าโครงบทเรียนที่จะสอน

5. กำหนดขอบเขตให้เฉพาะลงไปว่า จะทำสิ่งต่อไปนี้อย่างไร

- เริ่มต้นบทเรียน
- ดำเนินบทเรียน
- จะมีวิธีทราบได้อย่างไรว่าวัตถุประสงค์ที่วางไว้ประสบความสำเร็จ

6. ลองทำดู

7. ทบทวน ปรับปรุง ลองทำดูใหม่

ซึ่งในการเรียนการสอน ปฏิบัติการวิชาเคมีครูจะต้องสอนข้อควรระวัง เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติการก่อนทุกครั้ง

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ (2541 : 5-9) ได้กล่าวว่าเนื่องจากในการทำปฏิบัติการเคมีทั่วไปจะมีนักศึกษาเป็นจำนวนมากและมีสารเคมีหลายชนิดที่สามารถทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ทำปฏิบัติการได้ เช่น บาดเจ็บจากเครื่องแก้วขาด การถูกกรดเข้มข้นหรือเบสเข้มข้นกระเด็นใส่ หรือการไหม้พองเนื่องจากการจับอุปกรณ์ที่ร้อนจัด เป็นต้น อุบัติเหตุต่าง ๆ เหล่านี้หลีกเลี่ยงได้ถ้านักศึกษาทุกคนปฏิบัติตามระเบียบและข้อแนะนำของห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของนักศึกษา ก่อนที่จะเข้าห้องปฏิบัติ นักศึกษาต้องศึกษาคำแนะนำต่าง ๆ เช่น การป้องกันหรือการแก้ไข กรณีเกิดอุบัติเหตุขึ้นมาให้เข้าใจอย่างชัดเจนก่อน และให้ปฏิบัติตามโดยเคร่งครัด ซึ่งครูจะดำเนินการสอนและอธิบายตามขั้นตอนดังนี้

1. ข้อควรระวังเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

1.1 พึงระลึกลักษณะของการกระทำใด ๆ โดยความประมาท มักรวด และขาดสติ ความไตร่ตรองให้รอบคอบ จะทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออาจเป็นเหตุให้เกิดอันตรายแก่ตัวนักศึกษาเองและผู้อื่นอย่างมหันต์

1.2 ก่อนเข้าปฏิบัติการ นักศึกษาทุกคนต้องมีเสื้อคลุมสวมทับลงไปบนเครื่องแบบนักศึกษาเพื่อป้องกันสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดอย่างรุนแรง เช่น กรด เบส และสารอันตรายอื่น ๆ

1.3 ก่อนจะทำการทดลองใด ๆ ต้องอ่านวิธีการทดลองในแต่ละการทดลองมาก่อน ถ้าสงสัยให้ถามอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการทันที

1.4 ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีอยู่ในคู่มือปฏิบัติการ นอกจากนี้จะได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการ

1.5 ห้ามทดลองชิม ต้ม และกิน สารเคมีต่าง ๆ เป็นอันขาด เพราะสารเคมีแต่ละชนิดเป็นสารที่มีพิษเกือบทั้งนั้น และไม่ควรมนำอาหาร ขนม หรือเครื่องดื่มเข้ามารับประทานระหว่างทำการทดลอง

1.6 ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการโดยเด็ดขาด เพราะในห้องปฏิบัติการมีสารเคมีที่ไวไฟเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ถ้าต้องการทดสอบกลิ่นของสารเคมี ยานำสารเคมีนั้นมาดมโดยตรง แต่ให้ถืออยู่ห่าง ๆ แล้วใช้มือพัดกลิ่นของสารเคมีนั้นให้เข้าจมูกเพียงเล็กน้อย

1.8 การทดลองใด ๆ ที่มีก๊าซซึ่งเป็นออกไซด์ของกำมะถันและไนโตรเจน ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ก๊าซฮาโลเจน หรือพวกไฮระเหยของสารอินทรีย์ และปรอทเกี่ยวข้อง ต้องนำไปทำการทดลองในตู้ควัน

1.9 เมื่อถูกรดหรือเบสเข้มข้นที่ผิวหนังหรือเสื้อผ้า ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ ทันที แล้วล้างตามด้วย 1%  $\text{NaHCO}_3$  อีกครั้งหนึ่ง ในกรณีถูกรดเข้มข้น แต่ถ้าถูกเบสเข้มข้นต้องล้างด้วย 2%  $\text{HAc}$  แทน หรือถ้ากรณีสารเคมีกระเด็นเข้าตา ต้องรีบล้างตาทันทีด้วยน้ำจำนวนมาก ๆ และแจ้งให้อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการทราบ

1.10 ห้ามเทน้ำลงในกรดหรือเบสเข้มข้น เนื่องจากกรดหรือเบสเข้มข้นมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ ซึ่งเมื่อรวมกับน้ำจะให้ความร้อนออกมาอาจกระเด็นมาถูกผู้กระทำการทดลองได้

1.11 สารเคมีทุกชนิด อุปกรณ์ทุกชนิดที่วางไว้ใช้ประจำเป็นส่วนรวม ห้ามเคลื่อนย้ายหรือสับเปลี่ยนตำแหน่งโดยเด็ดขาด

1.12 สารเคมีทุกชนิดเมื่อแบ่งออกไปใช้แล้ว ส่วนที่เหลือห้ามเทสารนั้นกลับคืนลงในขวดเดิมอีก เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนได้

1.13 ของแข็งต่าง ๆ ที่ไม่ต้องการแล้ว เช่น ไม้ขีดไฟที่ใช้แล้ว กระจกกรงที่ใช้แล้ว เศษแก้วต่าง ๆ ให้ทิ้งลงในถังขยะที่จัดไว้ให้ ห้ามทิ้งลงในอ่างน้ำโดยเด็ดขาด

1.14 ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการให้ตรวจดูความเรียบร้อยของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ก๊อกน้ำ ก๊อกก๊าซ ไฟฟ้า พัดลม และอื่น ๆ ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย

1.15 การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ให้ปฏิบัติตามวิธีการใช้อย่างเคร่งครัด เมื่อพบว่าเครื่องมือเสียหรือชำรุด ให้แจ้งต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการทราบ อย่าพยายามปรับหรือแก้ไขเอง

1.16 การเข้าทำปฏิบัติการ ต้องเข้าห้องให้ตรงเวลา และในระหว่างทำปฏิบัติการ ถ้าต้องการไปข้างนอกต้องแจ้งอาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการทราบ ในกรณีที่ไม่สามารถมาทำปฏิบัติการได้ ด้วยสาเหตุใดก็ตามต้องส่งใบลาให้อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการนั้น ๆ ด้วย

#### การเตรียมตัวก่อนเข้าทำปฏิบัติการเคมี

ก่อนเข้าทำปฏิบัติการเคมี นักศึกษาต้องศึกษาและทำความเข้าใจเรื่องที่จะทำการทดลอง ทั้งทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีการทดลอง อุปกรณ์ต่าง ๆ และสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองให้เข้าใจอย่างถูกต้อง และต้องทำแผนงานในการทดลองไว้เป็นขั้นตอน เพื่อให้สามารถทำการทดลองเสร็จภายในกำหนดเวลา การเตรียมตัวดังกล่าวข้างต้นให้ทำลงในสมุดวางแผนงาน

การจดบันทึกผลการทดลองหรือรายละเอียดต่าง ๆ

ในการทดลองนักศึกษาต้องจดบันทึกผลการทดลองอย่างละเอียดทุกขั้นตอนในสมุดบันทึก เพื่อนำไปใช้ในการทำความเข้าใจและทำรายงานส่งอาจารย์ ซึ่งลักษณะของสมุดบันทึกและการจดบันทึกผลการทดลองควรเป็นไปดังนี้

1. สมุดวางแผนงาน ควรมีความหนาประมาณ 40 แผ่น และมีหมายเลขกำกับทุกแผ่น
  2. เขียนชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัวของนักศึกษา ภาควิชา คณะ ไว้บนปกอย่างชัดเจน
  3. เว้น 2-3 หน้าแรกไว้ เพื่อเขียนสารบัญ ชื่อเรื่องการทดลองให้เขียนด้วยปากกาเท่านั้น
  4. ให้บันทึกวางแผนงานและผลการทดลอง ในหน้ากระดาษสีขวามือเท่านั้น หน้าที่ เว้นไว้ใช้สำหรับทดลอง
  5. ผลการทดลองที่ได้ต้องลงบันทึกในสมุดทันที ห้ามบันทึกผลการทดลองลงใน เศษกระดาษเป็นอันขาด
  6. เมื่อเขียนผิดอย่าฉีกทิ้ง หรือลบออก ให้ขีดฆ่าเพียงเส้นเดียวแล้วให้เขียนใหม่ต่อไป
  7. ข้อความที่บันทึกควรเป็นข้อความสั้น ๆ ให้ได้ใจความสมบูรณ์และชัดเจน คอนโดที่มีการคำนวณต้องแสดงให้ชัดเจน
  8. สำหรับสมุดวางแผนงานนี้ ต้องพร้อมที่จะให้อาจารย์ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการตรวจสอบ ได้ทุกเมื่อ โดยไม่มีข้อยกเว้นและโดยไม่มี การเตือนล่วงหน้า
- การเขียนรายงานผลการทดลอง**
- ให้ใช้กระดาษ A4 โดยเว้นกั้นหน้าบน-ล่าง-ขวา เท่ากับ 1 นิ้ว และกั้นหน้าซ้ายเท่ากับ 1.5 นิ้ว การเขียนรายงานผลการทดลองให้นักศึกษาใช้แบบฟอร์มดังต่อไปนี้
1. ใบบปะหน้า : ประกอบด้วย ชื่อผู้ทำการทดลอง รหัสประจำตัว ภาควิชา คณะ ชื่อ วิชา และชื่อการทดลอง กลุ่มที่ วันที่ส่งรายงาน อาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการ
  2. ชื่อการทดลอง : ชื่อผู้ทำการทดลอง ชื่อผู้ร่วมทำการทดลอง รหัสประจำตัว วันที่ทำการทดลอง กลุ่มที่
  3. วัตถุประสงค์ : เป้าหมายในการทำการทดลอง
  4. บทนำ : ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยสรุป
  5. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง : ที่ใช้ในการทดลอง
  6. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง : ที่ใช้ในการทดลอง
  7. วิธีการทดลอง : ที่ใช้ในการทดลอง
  8. ผลการทดลอง : ใช้ตาราง หรือกราฟ หรือเขียนบรรยาย
  9. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง : เปรียบเทียบว่าสอดคล้องหรือเบี่ยงเบนอย่างไรกับ

ทางทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. เอกสารอ้างอิง : นอกเหนือจากคู่มือปฏิบัติเคมีทั่วไปและที่ได้ไปค้นคว้าเพิ่มเติม มาทั้งทฤษฎีและสรุปผล ตลอดจนวิจารณ์ผลการทดลอง

11. ตอบคำถาม : กรณีถ้าแต่ละบทการทดลองมีการถามคำถามไว้

ให้ส่งรายงานผลการทดลอง (แบบฟอร์มบันทึกผลแต่ละบท) ต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการให้เสร็จภายในวันรุ่งขึ้นหลังเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว ส่วนการเขียนรายงานสมบูรณ์ให้ส่งหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว 1 สัปดาห์ กรณีที่มีการส่งล่าช้าหลังจากที่ได้กำหนดไปแล้วจะได้รับการพิจารณาให้คะแนนไม่เกินครึ่งหนึ่งของที่ควรจะได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เกณฑ์การพิจารณาคะแนนและการสอบผ่านปฏิบัติการ

การเข้าทำปฏิบัติการทดลองแต่ละครั้ง จะพิจารณาให้คะแนนดังนี้

1. สอบทำความเข้าใจต้นชั่วโมง (10%)
2. เขียนแผนงานในสมุดวางแผนงาน (15%)
3. การเข้าทำปฏิบัติการ (10%)
4. บันทึกผลการทดลอง (5%)
5. รายงานสมบูรณ์ (60%)

การสอบผ่านปฏิบัติการ จะอาศัยหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. นักศึกษาจะต้องเข้าปฏิบัติการครบทุกการทดลองที่กำหนดให้ (70%)
2. สอบปลายภาค (30%)

ความสะอาดของอุปกรณ์และภาชนะที่ใช้ในการทดลอง

เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีและถูกต้อง อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองจะต้องสะอาด ดังนั้นนักศึกษาควรถือปฏิบัติดังนี้

1. ก่อนทำการทดลองใด ๆ หลังจากเบิกอุปกรณ์ต่าง ๆ มาแล้ว ต้องทำความสะอาดด้วยผงซักฟอก ล้างด้วยน้ำและตามด้วยน้ำกลั่น จำนวน 5-10 cm<sup>3</sup> ทุกครั้ง
  2. หลังจากทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องทำความสะอาดอุปกรณ์โต๊ะปฏิบัติการ เก็บเก้าอี้เข้าที่ และนำอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดแล้วส่งคืนทันที
  3. ของแข็งต่าง ๆ เช่น ไม้ขีดไฟใช้แล้ว กระดาษกรองใช้แล้ว และสิ่งของอื่น ๆ ห้ามทิ้งลงในอ่างน้ำ ควรทิ้งลงในที่ที่จัดไว้ให้
- อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นักศึกษาจะต้องนำมาไว้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่
1. เสื้อคลุมสำหรับสวมทับเครื่องแบบนักศึกษา
  2. ผงซักฟอกสำหรับล้างเครื่องมือ
  3. กระดาษเช็ดชนิดเป็นม้วน
  4. เศษผ้าสำหรับถูโต๊ะเมื่อเกิดความสกปรก
  5. ไม้ขีดไฟ

### 2.1.3.3 ความสำคัญของการปฏิบัติการทดลองโดยกระบวนการเรียนรู้ในที่

ผู้เรียนเป็นสำคัญ

กิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง เป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญในการปลูกฝังกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียน จึงมีผู้กล่าวถึงความสำคัญของการปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

Lunetta, et al. (1982 : 21) ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการกล่าวคือ กิจกรรมการทดลองจะช่วยพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้แก่

1. การแก้ปัญหา
2. การเลือกวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล
3. การใช้เครื่องมือ
4. การสรุปหลักการและมโนทัศน์จากข้อมูล
5. การนำความรู้เดิมไปทำนายสิ่งที่พบใหม่
6. การนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา
7. การรายงานผลการทดลอง

มังกร ทองสุคติ (2525 : 573) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ที่นักเรียนจะได้รับจากการได้ลงมือปฏิบัติการทดลองดังนี้

1. รู้จักวิธีแก้ปัญหา
2. รู้จักวิธีการสังเกตอย่างรอบคอบ
3. มีวิธีการคิดหาเหตุผลในรูปต่าง ๆ
4. ได้ฝึกการใช้ข้อมูลอย่างมีระบบ
5. ช่วยส่งเสริมให้เกิดความสนใจในสิ่งแวดล้อม
6. กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการใช้เหตุผล

Lunetta, et al. (1981 : 22-25) กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของกิจกรรมปฏิบัติการทดลองในวิชาวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ที่แบ่งตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนไว้ ดังนี้

1. ด้านความคิด (Cognitive) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ
  - 1.1 ส่งเสริมพัฒนาการทางความคิด
  - 1.2 ส่งเสริมการเรียนรู้ โนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
  - 1.3 พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา
  - 1.4 พัฒนาความคิดสร้างสรรค์
  - 1.5 เพิ่มความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
2. ด้านการปฏิบัติ (Practical) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ
  - 2.1 พัฒนาทักษะการสืบสวน
  - 2.2 พัฒนาทักษะการวิเคราะห์ข้อมูล
  - 2.3 พัฒนาทักษะการเสนอรายงานผล
  - 2.4 พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับบุคคลอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ด้านความรู้สึก (Affective) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ

3.1 ส่งเสริมให้มีทัศนคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

3.2 ส่งเสริมการยอมรับและเข้าใจบุคคลอื่น

ประวิตร ชูศิลป์ (2524 : 5-6) กล่าวถึงบทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอนที่มีการทดลองไว้ว่าบทบาทของครูในกระบวนการเรียนการสอน โดยแบ่งออกได้ 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การอภิปรายก่อนการทดลอง (Pre-lab Discussion)

ผู้สอนจะต้องพยายามเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากกรู้อยากเห็น คิด สงสัย หรือแนะแนวทางเพื่อนักเรียนจะได้สืบเสาะหาคำตอบต่อไปตลอดจนให้คำแนะนำต่าง ๆ

ตอนที่ 2 การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง (Experiment Period)

ผู้สอนจะต้องคอยดูแลให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด คอยกระตุ้น สนับสนุนและเป็นที่ปรึกษา อยู่ด้วย มิใช่ปล่อยให้ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองกันตามลำพังฝ่ายเดียว

ตอนที่ 3 การอภิปรายภายหลังการทดลอง (Post-lab Discussion)

ผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือผลการทดลองที่รวบรวมได้ สรุปเป็นกฎเกณฑ์ ทฤษฎี หรือหลักการต่าง ๆ รวมทั้งอภิปรายถึงข้อผิดพลาด (Error) ของการทดลองที่อาจเป็นไปได้ด้วย

ในการเรียนการสอนปฏิบัติการทดลอง ครูจึงมีบทบาทเป็นเพียงผู้ที่คอยให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือและคอยสนับสนุนให้นักเรียนสนใจ และตั้งใจทำปฏิบัติการทดลอง ครูไม่ควรมีบทบาทมากเกินไป ควรปล่อยให้ให้นักเรียนทำการค้นคว้าทดลองด้วยตนเอง

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540 : 137-140) กล่าวว่า การทดลองและการปฏิบัติการในห้องทดลองเป็นส่วนสำคัญในโปรแกรมการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะเน้นการพัฒนาวิธีการทดลองและรูปแบบของการปฏิบัติการเพื่อให้นักเรียนได้มีความเข้าใจเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน ทำให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การทำงานตามขั้นตอนของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการสอนแบบทดลองนั้นถ้าเป็นกิจกรรมการทดลองอย่างง่ายไม่ซับซ้อน แบ่งออก 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นกำหนดปัญหา เป็นการระบุปัญหาที่เกิดขึ้นจากความต้องการเสาะแสวงหาคำตอบ

2. ขั้นทดลองและสังเกต เป็นการดำเนินการทดลอง และสังเกตผลการทดลอง

ว่ามีเหตุการณ์อะไรเกิดขึ้น

3. ขั้นสรุปผลการทดลอง เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลองและการสังเกตผล

บางกรณีถ้าเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน นักเรียนมีประสบการณ์ในการทำทดลอง มีวุฒิภาวะพร้อมและครูผู้สอนมีความสามารถที่จะสอนแบบทดลองให้มีคุณค่า ขั้นตอนการสอนแบบทดลองจึงอาจแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลองและ

ขั้นสรุปผลการทดลอง

ข้อดีของการสอนปฏิบัติการหรือการสอนแบบการทดลอง มีดังนี้คือ

1. นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา
2. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอนและได้เรียนโดยผ่านประสาทสัมผัสหลายด้านโดยตรง
3. เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบหลักการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองเนื่องจากนักเรียนจะเป็นผู้ออกแบบการทดลอง ทำการทดลองโดยได้สืบเสาะหาความรู้ วิเคราะห์หาเหตุผล ทดสอบสมมติฐาน สรุปผล และวัดผลการปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง
4. ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

#### 2.1.3.4 การนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอนปฏิบัติการวิชาเคมี

สุพันธ์ บูรณธรรม (2542 : 38-46) ได้กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการแสวงหาความรู้ใหม่หรือใช้ในการแก้ปัญหาเป็นทักษะความคิด (Intellectual Process Skills) ที่มีขั้นตอนเป็นเหตุเป็นผลที่จะนำไปสู่ความคิดใหม่ ๆ หรือเพื่อการแก้ปัญหา กล่าวคือปัญหาหนึ่ง ๆ อาจจะต้องเริ่มต้นจากกระบวนการในขั้นใดและจะสิ้นสุดในขั้นใด หรือจะต้องใช้กระบวนการใดบ้างนั้น ไม่มีข้อกำหนดหรือรูปแบบที่แน่นอน แต่จะขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาหรือของการหาความรู้ในแต่ละเรื่อง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่พึงประสงค์ที่จะต้องสร้างให้เกิดขึ้นในผู้เรียนจนเป็นนิสัย เพื่อให้เป็นผู้ที่คิดอย่างเป็นระบบมีเหตุผลและตัดสินใจด้วยข้อมูลที่มีอยู่ มีผู้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้แตกต่างกัน ตามที่ผู้จำแนกนั้น ๆ เห็นเหมาะสม แต่หากพิจารณาในสาระของทักษะเหล่านั้น โดยส่วนร่วมแล้ว พบว่า ประกอบด้วยทักษะต่าง ๆ ในการหาความรู้อย่างเป็นระบบเพื่อรวบรวมข้อมูลในการตัดสินใจเช่นเดียวกัน ซึ่งการนำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสอนจะประกอบด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ทักษะการสังเกต หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ผิวกาย ตา หู จมูก และลิ้นเข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ปรากฏการณ์ เพื่อค้นหาข้อมูลอย่างละเอียด ถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำ โดยไม่ใช้ความรู้สึก ความคิดของผู้สังเกตเข้าไปเกี่ยวข้อง ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะคุณสมบัติ ข้อมูลเชิงปริมาณ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลง

การสังเกต เป็นทักษะพื้นฐานของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้มีความชำนาญ ความละเอียดถี่ถ้วนในการสังเกต ซึ่งบางครั้ง อาจใช้แว่นขยาย กล้องจุลทรรศน์ ช่วยในการสังเกตเพื่อให้เกิดความแน่ชัดและมั่นใจได้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสังเกต หมายถึง การกระทำ ดังต่อไปนี้

1. บ่งชี้ และบ่งชี้สมบัติของวัตถุ สถานการณ์ หรือปรากฏการณ์โดยใช้ประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ได้แก่ ผิวกาย ตา หู จมูก และลิ้น

2. รายงานผลการสังเกตออกมาเป็นรูปจำนวน ผลของการสังเกตจะออกมาเป็นรูปจำนวนได้ ต้องเกิดจากการสังเกตที่อ้างอิงไปกับหน่วยต่าง ๆ เช่น หน่วยวัด ขนาดน้ำหนัก ความสูง เป็นต้น

3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตของลักษณะสมบัติของวัตถุ หรือสถานการณ์หรือปรากฏการณ์ การสังเกตมักจะเกี่ยวข้องกับการกระทำอย่างที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแก่ วัตถุ

4. ข้อสังเกต ออกจากข้อวินิจฉัยได้

วัตถุประสงค์ของการสังเกต

1. เพื่อตรวจสอบลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุ ทั้งปริมาณและคุณภาพ

2. เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ

3. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุ

2. ทักษะการวัด หมายถึง ความสามารถในการเลือกใช้เครื่องมือต่าง ๆ เพื่อเก็บรวบรวม ข้อมูล ประกอบด้วย เครื่องมือสำหรับวัด ค่าที่ได้จากการวัดต้องเป็นตัวเลขและมีหน่วยกำกับ

รูปแบบของการวัด มี 3 แบบ ได้แก่

1. การนับจำนวน

2. การวัดโดยตรง

3. การวัดโดยอ้อม

3. ทักษะการคำนวณ หมายถึง การนำจำนวนที่ได้จากการสังเกต การวัดการทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การยกกำลัง การถอดกรณฑ์ เป็นต้น ใช้ในการสรุปผลการทดลอง การอธิบายและการทดสอบสมมติฐาน ค่าใหม่ที่ได้จากการคำนวณจะทำให้สื่อความหมายชัดเจนและเหมาะสมยิ่งขึ้น

4. ทักษะการจำแนกประเภท หมายถึง การจัดจำแนกสิ่งของหรือเหตุการณ์ออกเป็น ประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะที่เหมือนกัน สัมพันธ์กัน หรือแตกต่างกันกับสิ่งของหรือเหตุการณ์

เกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทสิ่งของ 3 อย่าง คือ

1. ความเหมือน

2. ความแตกต่าง

3. ความสัมพันธ์

5. ทักษะการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส สเปสกับเวลา หมายถึง ความสามารถในการสังเกตรูปร่างของวัตถุ โดยการเปรียบเทียบกับตำแหน่งของผู้สังเกตกับการมอง ในทิศทางต่าง ๆ กัน โดยการเคลื่อนที่ การผ่า การหมุน การตัด ผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงได้จากการสังเกตรูปร่าง

คำว่า สเปส หมายถึง ลักษณะเกี่ยวกับระยะทาง ขนาด ความกว้าง สเปสของวัตถุ หมายถึง ที่ว่างที่วัตถุนั้นครองที่อยู่ ซึ่งมีรูปร่างลักษณะเช่นเดียวกันกับวัตถุ การหาค่าความสัมพันธ์เกี่ยวกับสเปส กับเวลานั้น 3 อย่าง คือ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสของวัตถุ
2. ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา
3. ความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา

6. ทักษะการจัดการกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล หมายถึง ความสามารถในการนำข้อมูลในการนำข้อมูลจัดกระทำที่ได้จากการสังเกต การวัด หรือแหล่งอื่น ๆ มาวัดกระทำใหม่ โดยใช้วิธีการต่าง ๆ เช่น การหาความถี่ การแยกประเภท การจัดเรียงลำดับ

7. ทักษะการพยากรณ์ หมายถึง การทำนาย หรือการคาดคะเนคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต หรือข้อมูลจากประสบการณ์ ที่เกิดขึ้น ๆ

การพยากรณ์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การพยากรณ์ภายในขอบเขตข้อมูล
2. การพยากรณ์ภายนอกขอบเขตข้อมูล

8. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล หมายถึง การอธิบายความหมายและเหตุผลของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและการจัดกระทำ โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเข้าช่วย การลงความเห็นจากข้อมูลใช้ประโยชน์ในขั้นทดสอบ ปรับเปลี่ยนสมมติฐานและการสรุป

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ และเป็น การอธิบายที่เชื่อถือได้มากกว่าการลงความเห็นจากข้อมูล เพราะมีข้อมูลมาสนับสนุนมากกว่าสมมติฐานจะช่วยกำหนดแนวทาง และคาดคะเนผลจากการทดลอง

10. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การให้ความหมายของคำ ลักษณะของสิ่งต่าง ๆ วิธีการ กระบวนการ หรือเหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

11. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การควบคุมตัวแปรอื่น ๆ นอกจากตัวแปรต้นที่จะไปมีผลให้การทดลองมีความคลาดเคลื่อน จึงต้องควบคุมให้เหมือนกันทุกกลุ่มทดลอง

สามารถแบ่งตัวแปร ออกได้ 3 ประเภทคือ

1. ตัวแปรต้น
2. ตัวแปรตาม
3. ตัวแปรควบคุม

12. ทักษะการทดลอง หมายถึง การออกแบบการทดลองให้สอดคล้องกับสมมติฐานและปัญหา การเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับการดำเนินการทดลอง รวมทั้งการบันทึกผลการทดลอง

13. ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป หมายถึง ความสามารถในการบอกหรือสื่อความหมายของข้อมูล ด้วยตาราง กราฟ แผนภูมิ ได้อย่างถูกต้องละเอียดถี่ถ้วนและเข้าใจง่าย ทักษะที่นำไปสู่การพยากรณ์ การลงความคิดเห็น หรือการตั้งสมมติฐาน

จินตนา อามระดิษ (2529 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของครูวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร พบว่า ปัญหาในการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง

บุวรี วิสวเวชเมธี (2527 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาปัญหาของครูในการสอนปฏิบัติการเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ปัญหาในการนำทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มาใช้ในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในการสอนประสบปัญหาในระดับน้อย

จะเห็นได้ว่า การเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีนอกจากจะเรียนภาคทฤษฎีแล้วยังมีการเรียนภาคปฏิบัติควบคู่กัน ไปเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักทำงานด้วยความรอบคอบ รู้จักคิด รู้จักตัดสินใจด้วยตนเอง อีกทั้งการปฏิบัติการทดลองเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิชาเคมีเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะในระหว่างการทดลองนักเรียนได้ฝึกการใช้ทักษะในด้านต่างๆ เช่น การสังเกต การเลือกใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลองและจดบันทึกข้อมูล ซึ่งเป็นการทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) จัดเป็นการเรียนการสอนตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ กระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล กระบวนการกลุ่มและวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ครูมีบทบาทเป็นเพียงผู้กระตุ้น ชี้แนะแนวทางที่ถูกต้อง และจัดหากิจกรรมที่เหมาะสมให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตัวเองและสังคม

## 2.2 การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีในหลักสูตรโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีนั้น มีคณาจารย์และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โปรแกรมวิชาเคมีเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงของสถาบันเปิดการสอนให้นักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โปรแกรมวิชาเคมีชั้นปีที่ 1, 2, 3 และ 4 ที่เรียนวิชาเคมี ในกลุ่ม วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หมวดวิชาศึกษาทั่วไป หมวดวิชาเฉพาะด้าน กลุ่มวิชาเนื้อหาบังคับ เรียน โดยมีรายละเอียดของหลักสูตรดังนี้ (มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. 2543 : 200)

### 2.2.1 สายวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ โปรแกรมวิชาเคมี ระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัยราชภัฏ

จุดประสงค์เฉพาะ

เพื่อผลิตบุคลากรในระดับวิชาชีพ ให้มีคุณลักษณะดังนี้

1. มีความรู้ทางเคมี สามารถประกอบอาชีพอิสระ ตลอดจนปฏิบัติงานในสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับเคมี ทั้งภาครัฐและเอกชนได้
  2. สามารถนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์
  3. สามารถนำความรู้ทางเคมีไปปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัยต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม
  4. เป็นผู้ที่มีคุณธรรมและจริยธรรม
  5. เป็นผู้ที่มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งมีเจตคติต่อตนเองและสังคม และเป็นผู้มีวิสัยทัศน์กว้างไกล
  6. มีความรู้ในเนื้อหาเพื่อใช้ในการวิจัยและเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูง
- โครงสร้างหลักสูตร

หน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 150 หน่วยกิต โดยมีสัดส่วนหน่วยกิตแต่ละหน่วย หมวดวิชา และแต่ละกลุ่มวิชาดังนี้

1. หมวดวิชาการศึกษาทั่วไป	33 หน่วยกิต
1.1 กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร	9 หน่วยกิต
1.2 กลุ่มวิชามนุษย์ศาสตร์	9 หน่วยกิต
1.3 กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์	6 หน่วยกิต
1.4 กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	9 หน่วยกิต
2. หมวดวิชาเฉพาะด้าน	107 หน่วยกิต
2.1 กลุ่มวิชาเนื้อหา	85 หน่วยกิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กลุ่มวิชาวิทยาการจัดการ	15 หน่วยกิต
3. หมวดวิชาเลือกเสรี	10 หน่วยกิต

## 2.2.2 จุดประสงค์และการจัดการเรียนการสอน

### 1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

หมวดวิชาการศึกษาทั่วไป เป็นหมวดวิชาการศึกษาที่นักศึกษาทุกคนต้องเรียน แบ่งเป็น 4 กลุ่มวิชา ได้แก่ กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร กลุ่มวิชามนุษย์ศาสตร์ กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์ และกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นหมวดวิชาที่มุ่งพัฒนาและเสริมสร้างคุณลักษณะความเป็นมนุษย์ (Human Being) และพลเมืองดี (Active Citizen) ให้แก่บัณฑิตทั้งหลาย ทั้งด้านกาย จิต อารมณ์ เจตคติ และสร้างคุณภาพชีวิตให้มีความเจริญงอกงามด้านปัญญาธรรม ทักษะและเจตคติ มีคุณธรรม จริยธรรม ตลอดจนมีความรู้ในด้านศิลปวิทยาการที่สร้างบุคลิก ลักษณะของผู้มีการศึกษา สามารถเป็นผู้นำ ผู้ตาม และดำรงชีวิตในสังคมระบอบประชาธิปไตย ปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสังคมยุคโลกาภิวัตน์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กลุ่มวิชาเนื้อหา จัดการเรียนการสอนเป็นแบบเอกเดี่ยว โดยกำหนดให้เรียนทั้งรายวิชาบังคับ และรายวิชาเลือก เป็นรายวิชาที่เสริมสร้างคุณลักษณะของผู้เรียนให้เกิดความสมบูรณ์ หรือมีคุณลักษณะเฉพาะทาง ลักษณะการจัดรายวิชาเลือกจึงมีทั้งแบบให้เลือกจากรายวิชาที่จัดไว้และเลือกเป็นแขนงวิชา

การจัดการเรียนการสอนวิชาโท สำหรับผู้ที่เรียนวิชาเอกตามหลักสูตรสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ ถ้าเลือกเรียนวิชาโทข้ามสาขา คือ เรียนวิชาโทในสาขาวิชาการศึกษา ไม่ต้องเรียนรายวิชาพฤติกรรมกรรมการสอน (สภากาแฟกหักครุอนุมติเมื่อวันที่ 27 พฤษภาคม 2536)

กลุ่มวิชาวิทยาการจัดการ กำหนดให้เรียนจำนวน 15 หน่วยกิต โดยจัดรายวิชาบังคับทุกสาย ทุกโปรแกรมวิชา ต้องเรียนเหมือนกัน 3 รายวิชา (9 หน่วยกิต) ส่วนหน่วยกิตที่เหลือ 6 หน่วยกิต ให้จัดรายวิชาที่เหมาะสมแต่ละโปรแกรมวิชา โดยจัดรายวิชาให้มีหน่วยกิตเท่ากับหน่วยกิตที่เหลือ หรือจัดรายวิชาให้มากกว่า และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกเรียนก็ได้

กลุ่มวิชาปฏิบัติการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จัดให้มีการเรียนรายวิชาการเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ เพื่อให้นักศึกษาได้มีความพร้อมในระดับหนึ่งก่อนที่จะออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพ การจัดรายวิชาการเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 2 หน่วยกิต และการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 5 หน่วยกิต

### 2. หมวดวิชาเฉพาะด้าน

หมวดวิชาเฉพาะด้าน เป็นหมวดวิชาที่มุ่งส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติในวิชาเฉพาะด้านใดด้านหนึ่ง ทั้งในด้านเทคนิควิธีและการจัดการงานอาชีพ

เอกสาร โดยให้สามารถนำไปประกอบอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ไม่นอญูตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวดวิชาเฉพาะด้าน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มวิชา คือ กลุ่มวิชาเนื้อหา หรือ เอก-โท กลุ่มวิชา  
 ฝึกครู และกลุ่มวิชาปฏิบัติการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

ข้อกำหนดเฉพาะ

ผู้ไม่เคยเรียนวิชาวิทยาการจัดการในระดับอนุปริญญาหรือเทียบเท่ามาก่อน ให้เรียนรายวิชา  
 วิทยาการจัดการระดับอนุปริญญา โดยไม่นับหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จหลักสูตร จำนวน  
 6 หน่วยกิต ได้แก่

3561204 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประกอบธุรกิจ 3 (3-0)

3591105 เศรษฐศาสตร์ทั่วไป 3 (3-0)

กลุ่มวิชาปฏิบัติการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ จัดให้เรียน 5 หน่วยกิต โดยให้เรียน  
 รายวิชาการเตรียมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 2 หน่วยกิต และฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 3 หน่วยกิต

### 3. หมวดวิชาเลือกเสรี

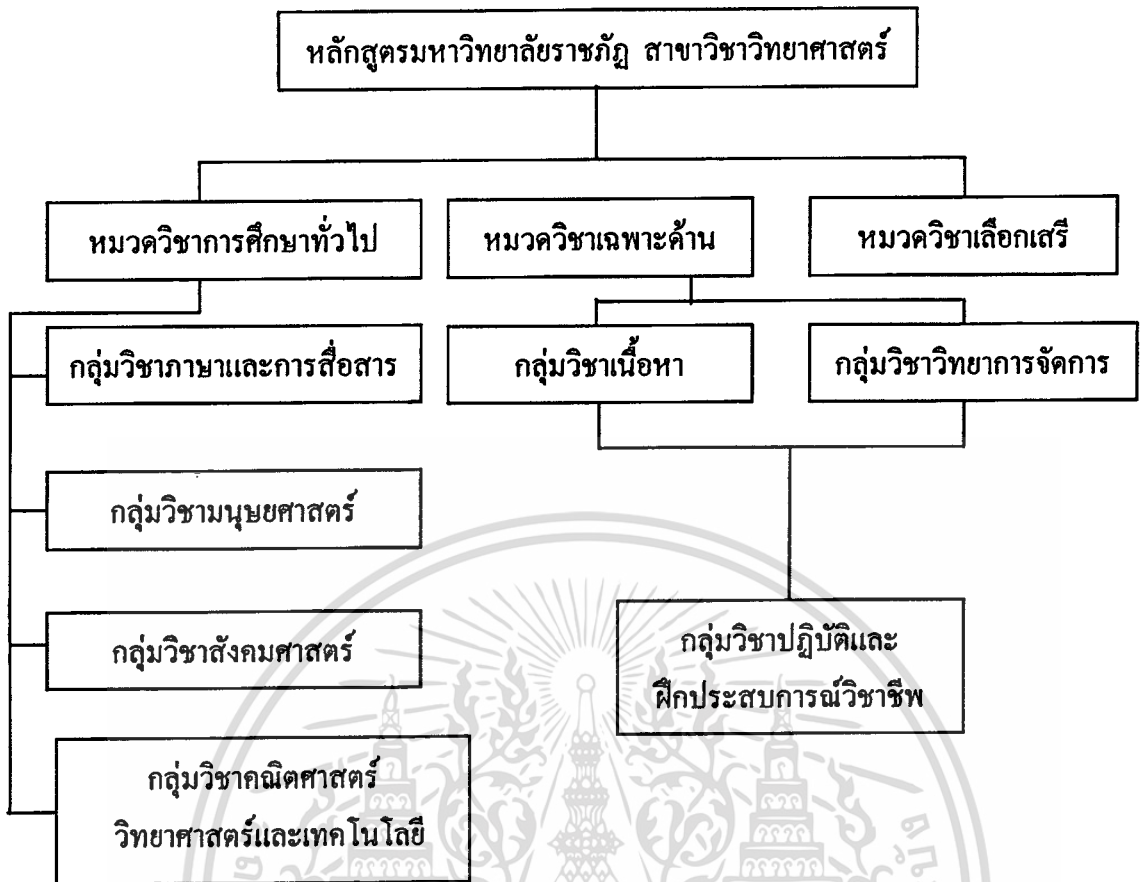
หมวดวิชาเลือกเสรี เป็นหมวดวิชาที่มุ่งให้ผู้เรียนมีโลกทัศน์ที่กว้างขึ้น และนำไปใช้เป็น  
 ประโยชน์ต่องานและชีวิตของตนจัดให้มีการเรียนโดย

1. ระดับปริญญาตรี ให้เรียน 10 หน่วยกิต
2. ระดับอนุปริญญา ให้เรียน 6 หน่วยกิต
3. ระดับปริญญาตรี (หลังอนุปริญญา) ให้เรียน 6 หน่วยกิต

แนวทางการจัดการเรียนการสอน ให้นักศึกษาได้เลือกเรียนรายวิชาใดๆ ในหลักสูตร  
 วิทยาลัยครู หรือหลักสูตรสถาบันราชภัฏ ตามความถนัดและสนใจ มีแนวปฏิบัติดังนี้

1. ไม่ซ้ำกับรายวิชาที่เคยเรียนมาแล้ว
2. ไม่เป็นรายวิชาที่กำหนดให้เรียน โดยไม่นับหน่วยกิตรวมในเกณฑ์การสำเร็จหลักสูตร

ของโปรแกรมวิชานั้นๆ



ภาพที่ 2.2 แผนผังโครงสร้างหลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์

ระดับของหลักสูตรมหาวิทยาลัยราชภัฏ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มี 3 ระดับ คือ

1. ปริญญาตรี
2. อนุปริญญา
3. ปริญญาตรี (หลังอนุปริญญา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีหน่วยกิตรวมและสัดส่วนของหน่วยกิตขั้นต่ำตาม โครงสร้างหลักสูตรดังนี้

ตารางที่ 2.1 หน่วยกิตรวมและสัดส่วนหน่วยกิตขั้นต่ำตาม โครงสร้างของหลักสูตรแต่ละระดับ ที่จัดไว้ โดยใช้ข้อบังคับคณะกรรมการสภาสถาบันราชภัฏ ว่าด้วยเกณฑ์มาตรฐาน หลักสูตรระดับอนุปริญญา และปริญญาตรี พ.ศ. 2539 มหาวิทยาลัยราชภัฏ (2545 : 204 – 225)

ระดับ หมวดวิชา	ปริญญาตรี 120-150 หน่วยกิต	อนุปริญญา (หลังอนุปริญญา) 70-90 หน่วยกิต	ปริญญาตรี 60-80 หน่วยกิต
1. การศึกษาทั่วไป			
- กลุ่มวิชาภาษาและการสื่อสาร	33	18	18
- กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์	9	6	3
- กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์	9	3	6
- กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	6	3	3 หรือ 6
2. เฉพาะด้าน			
- กลุ่มวิชาเนื้อหา (วิชาเอก)	ไม่ต่ำกว่า 75	ไม่ต่ำกว่า 40	ไม่ต่ำกว่า 40
- กลุ่มวิชาปฏิบัติการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ	7	5	5
- กลุ่มวิชาวิทยาการจัดการ	15	6	9
3. เลือกเสรี	10	6	6
หน่วยกิตรวม	122	73	66

ในการเรียนวิชาเคมี ตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏนั้น ยังมีสายและโปรแกรมวิชา ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ได้มีการเรียนปฏิบัติการทางเคมี ซึ่งได้เรียนในวิชาพื้นฐาน (มหาวิทยาลัยราชภัฏ. 2545 : 204 – 225) กล่าวถึงโปรแกรมวิชาในหลักสูตรระดับปริญญาตรี (หลังอนุปริญญา) จำแนกเป็น 4 สายวิชา ดังนี้

1. โปรแกรมวิชาสายเกษตรศาสตร์
2. โปรแกรมวิชาสายคณิตศาสตร์
3. โปรแกรมวิชาสายคหกรรมศาสตร์
4. โปรแกรมวิชาสายเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ในการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครนั้น นักศึกษาจะต้องเรียน หน่วยกิตรวมให้ครบตามที่ทางมหาวิทยาลัยกำหนดไว้ในหลักสูตร โดยโครงสร้างหลักสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย หมวดวิชาการศึกษาทั่วไป หมวดวิชาเฉพาะด้าน และหมวดวิชาเลือกเสรี ซึ่งการเรียนปฏิบัติการเคมีจะต้องเรียนควบคู่กับการเรียนทฤษฎีจัดอยู่ในหมวดวิชาเฉพาะด้านเป็นวิชาบังคับเลือก นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จะเรียนเคมีทั่วไปเป็นเคมีขั้นพื้นฐาน ส่วนนักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 จะเรียนเคมีขั้นสูงโดยแยกสาขาวิชาออกไป เช่น เคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ เคมีวิเคราะห์ เป็นต้น ซึ่งในบทเรียนปฏิบัติการก่อนเรียนทุกครั้งครูผู้สอนจะสอนความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมี การใช้อุปกรณ์ทดลอง และเทคนิควิธีการดำเนินการทดลองให้แก่ นักศึกษา เพื่อให้เกิดความรู้และเกิดทักษะในการทำปฏิบัติการเคมี ส่งเสริมให้ผลการเรียนวิชาเคมีมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมีชั้นปีที่ 4 ทุกคนจะต้องทำโครงการวิจัยทางเคมีจึงจะถือว่าครบหลักสูตรการเรียนในสาขาวิชานี้

### 2.3 สภาพทั่วไปของห้องปฏิบัติการเคมีโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร แต่ละมหาวิทยาลัยมีห้องปฏิบัติการเคมีประจำโปรแกรมวิชาเคมี มากกว่า 1 ห้อง ซึ่งจะใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีในหลายวิชา ห้องปฏิบัติการเคมีมีลักษณะเหมือนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วไป คือ ประกอบด้วย โต๊ะปฏิบัติการ ซึ่งมีลักษณะพิเศษที่ทนร้อน ทนกรด ทนด่าง และมีอ่างน้ำประจำห้องขนาดและจำนวนของห้องปฏิบัติการขึ้นอยู่กับจำนวนนักศึกษาของโปรแกรมวิชาเคมีนั้นๆ จะมีห้องเบิกอุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องมือพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ เช่น บีกเกอร์ ฟลasks หลอดทดลองขนาดต่างๆ บิวเรตต์ เทอร์โมมิเตอร์ ตู้ถ่ายเทสารเคมี ตั้งอยู่ภายในห้องปฏิบัติการ ฯลฯ และห้องเก็บเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมี แยกส่วนออกเป็นห้องปฏิบัติการเคมีย่อย เช่น เครื่อง HPLC เครื่อง AA เครื่อง FT-IR เป็นต้น ทั้งนี้ ห้องปฏิบัติการเคมีที่มีเครื่องมือวิเคราะห์ทางเคมีส่วนใหญ่ จะไม่จัดเก็บสารเคมีไว้ในห้องปฏิบัติการ เพราะขนาดของห้องมีขนาดไม่กว้างพอ จึงแยกสารเคมีและอุปกรณ์วิเคราะห์ทางเคมีไว้ต่างหาก

ห้องปฏิบัติการเคมีในมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครแต่ละมหาวิทยาลัยจัดอยู่ในความดูแลของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีนักวิทยาศาสตร์คอยดูแลเรื่องสารเคมี การเบิกอุปกรณ์เครื่องแก้ว และมีพนักงานทำความสะอาดประจำภาควิชาเคมีดูแลความเรียบร้อยหลังจากที่นักศึกษาใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งในการจัดห้องปฏิบัติการเคมีจะแยกห้องเรียน ห้องเก็บสารเคมี และห้องเครื่องมือออกเป็นสัดส่วน เพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีและป้องกันความเสียหายของเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีราคาแพง

## 2.4 ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย และพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี อย่างปลอดภัย

ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและพฤติกรรมใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอย่างปลอดภัยจะนำเสนอในเรื่องต่อไปนี้

### 2.4.1 ความหมายของความรู้ (Knowledge)

มีผู้ให้ความหมายของความรู้ไว้ต่างๆ กัน ซึ่งจะนำเสนอดังต่อไปนี้

ประกาเพ็ญ สุวรรณ (2526 : 16) ได้ให้ความหมายว่า “ความรู้เป็นพฤติกรรมขั้นต้น ซึ่งผู้เรียนเพียงจำได้ อาจจะได้โดยการนึกได้หรือโดยการมองเห็นหรือได้ยิน จำได้ ความรู้ขั้นนี้ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับคำจำกัดความ ความหมาย ข้อเท็จจริง ทฤษฎี กฎ โครงสร้าง และวิธีการแก้ปัญหาเหล่านี้”

Good (1973 :325) ได้ให้ความหมายว่า “ความรู้เป็นข้อเท็จจริง (Fact) ความจริง (Truth) กฎเกณฑ์และข้อมูลต่างๆ ที่มนุษย์ได้รับและสะสมรวบรวมไว้”

Berguist (1981 : 271) ได้ให้ความหมายว่า “ความรู้เป็นการรู้จักข้อเท็จจริง หรือหลักการเบื้องต้นโดยการศึกษาหรือการสืบเสาะแสวงหาจนเกิดความเข้าใจ และเกิดความชำนาญจนสามารถนำไปปฏิบัติได้”

กล่าวโดยสรุป “ความรู้” หมายถึง การรู้จักข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้น โดยการสืบเสาะแสวงหาจนเกิดความเข้าใจ และความชำนาญมีความสามารถและทักษะต่างๆ ทางสมองเรียงจากง่ายไปหายาก คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

### 2.4.2 ความปลอดภัยและอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี

ได้มีผู้ให้ความหมายคำว่าความปลอดภัยไว้ดังนี้

รัตนะ อุทัยผล (2523 : 3) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “ความปลอดภัย หมายถึง การที่ร่างกายปราศจากอุบัติเหตุใดๆ หรือทรัพย์สินปราศจากความเสียหายใดๆ”

วีรพงษ์ เถลิงจิระรัตน์ และวิฑูรย์ สิมะโชคคี (2528 : 136) ได้ให้ความหมายโดยทั่วไปของความปลอดภัยไว้ว่า “ความปลอดภัย หมายถึง การปราศจากภัยและอันตรายที่มีโอกาสเกิดขึ้น”

Bergquist (1981 : 442) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “ความปลอดภัย หมายถึง การรอดพ้นจากอันตราย หรือบาดเจ็บและการป้องกันอุบัติเหตุด้วยวิธีการต่างๆ ตลอดจนการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น”

Lapedes (1979 : 139) ได้ให้ความหมายของความปลอดภัยว่า “ความปลอดภัย หมายถึง การที่ร่างกายปราศจากอุบัติเหตุใดๆ หรือทรัพย์สิน ปราศจากความเสียหายใดๆ”

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปได้ว่า ความปลอดภัย หมายถึง การที่ร่างกายรอดพ้นจากอันตรายหรือการได้รับบาดเจ็บอีกทั้งทรัพย์สินไม่เสียหายเนื่องจากการประกอบกิจกรรมใดๆ

ได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่า “อุบัติเหตุ” ไว้ดังนี้

ฟอง เกิดแก้ว (2518 : 136) ได้ให้ความหมายของอุบัติเหตุไว้ว่า “อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ใดๆ ที่เกิดขึ้นโดยมิได้ตั้งใจ หรือมิได้คาดคิดมาก่อน และเป็นผลให้เกิดความเสียหายแก่ร่างกายคนเรา หรือเกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของเรา”

เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์ และชัยยะ พงษ์พาณิชย์ (2526 : 41) ได้ให้ความหมายของอุบัติเหตุไว้ว่า “อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครคาดคิด ไม่ได้ตั้งใจให้เกิดขึ้น ไม่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า และไม่สามารถควบคุมได้ เมื่อมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นย่อมจะทำให้เกิดผลเสียหายหลายประการ”

วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ และวิฑูรย์ สิมะโชคดี (2528 : 20) ได้ให้ความหมายของอุบัติเหตุไว้ว่า “อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยมิได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า ซึ่งก่อให้เกิดการบาดเจ็บ พิการ ตาย และทำให้ทรัพย์สินได้รับความเสียหาย”

สรุปได้ว่า อุบัติเหตุ หมายถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยมิได้คาดคิดมาก่อน ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลเสียหายกับร่างกายหรือทรัพย์สินได้

#### 2.4.2.1 สาเหตุของอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีต้องมีสาเหตุ เพราะฉะนั้นก่อนที่จะหาวิธีป้องกันอุบัติเหตุได้ จำเป็นต้องค้นหาสาเหตุให้ได้เสียก่อน สุชาติา ชินะจิตร (2520 : 1-2) และประพิณ ออกเวหา (2524 : 83-84) ได้กล่าวถึงสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี สรุปได้ว่า อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมีนั้น มีสาเหตุใหญ่ 2 ประการคือ

1. ครูหรือผู้สอนให้คำแนะนำหรือชี้แจงในการปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ ไม่เพียงพอหรือให้คำแนะนำผิด ไม่จัดเตรียมเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับป้องกันอันตรายไว้ใช้ ไม่ดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิด หรือไม่ตรวจสอบเครื่องมือก่อนนำไปใช้

2. นักเรียนไม่ปฏิบัติตามกฎ และคำแนะนำใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ทำการทดลองด้วยความประมาท ขาดความระมัดระวัง ไม่มีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริงเกี่ยวกับวิธีการใช้สารเคมี และอุปกรณ์การป้องกันอันตรายอื่นๆ ได้แก่ การทดลองไม่เหมาะสมกับผู้เรียน อุปกรณ์ชำรุด หรือไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติการ

#### 2.4.2.2 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี

อุบัติเหตุมีโอกาสดังเกิดขึ้นได้เสมอ ขณะทำกิจกรรมต่างๆ การปฏิบัติกิจกรรมในห้องปฏิบัติการย่อมมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุหรือได้รับอันตรายเช่นกัน ดังนั้น จึงควรทราบถึงแหล่งที่อาจทำให้เกิดอันตรายในห้องปฏิบัติการ วัลลภ สุวจิตตานนท์ (2525 : 1-2) พรพรรณ ไชยประภาพร

(2522 : 56-62) และประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 15-16) ได้กล่าวถึงลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า เกิดจาก ไฟไหม้ ไฟลวก แก้วขาด กระแสไฟฟ้า สารเคมีถูกผิวหนัง หรือเข้าตา สูดไอหรือก๊าซพิษ กลืนกินสารเคมี

### 2.4.2.3 การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ตั้งแต่ผู้ออกแบบห้อง ผู้วางแผนการทดลอง ผู้ควบคุมการทดลอง ผู้ให้บริการและผู้เรียน ซึ่งผดุงยศ ดวงมาลา (ม.ป.ป. : 219-220) ได้กล่าวถึงการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ว่า ครูต้องมีหน้าที่ชี้แจงให้นักเรียนปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ ชี้แจงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น หมั่นตรวจสอบอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพใช้งานได้ดี แยกสารเคมีที่เป็นอันตรายไว้ต่างหาก พร้อมทั้งทำฉลากคำเตือนติดไว้ และรู้วิธีการใช้สารเคมีและอุปกรณ์ จัดโต๊ะเก้าอี้ที่นั่งภายในห้องปฏิบัติการให้เรียบร้อยอยู่เสมอ

ประพิน ออกเวหา (2524 : 93) ได้กล่าวถึงการปฏิบัติทั่วไป เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ สรุปได้ว่า นักเรียนที่ทำการทดลองต้องรู้เทคนิคในการทดลอง เช่น ไม่นั่งทำการทดลอง ขณะใช้สารไวไฟ กรด เบส เก็บเครื่องมืออุปกรณ์เข้าที่และวางไว้ในที่ปลอดภัย รักษาความสะอาด ความเป็นระเบียบในห้องปฏิบัติการและปฏิบัติตามกฎของห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 : 34-36) ได้ให้ข้อเสนอแนะถึงหลักการต่างๆ ไปในการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. มีระเบียบข้อบังคับ เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติ ซึ่งเป็นมาตรการเบื้องต้นของการป้องกันอุบัติเหตุ
2. ฝึกนิสัยในการทำงาน ให้คำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ
3. ดูแลรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการให้สะอาด เป็นระเบียบอยู่เสมอ
4. ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ การเก็บสารเคมี ตลอดจนอันตรายจากการใช้สารเคมี พร้อมทั้งวิธีป้องกันและวิธีแก้ไข
5. มีอุปกรณ์สำหรับการป้องกันอุบัติเหตุไว้ประจำห้องปฏิบัติการ เช่น ตู้ยา อุปกรณ์ดับเพลิง อุปกรณ์ป้องกันสารกระเด็นเข้าตา
6. บันทึกอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้ง เพื่อประโยชน์ต่อผู้ที่จะมาปฏิบัติภายหลัง
7. ปลูกฝังให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการทำงานด้วยความปลอดภัย

### 2.4.2.4 การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

อุบัติเหตุอาจเกิดขึ้นได้ในห้องทดลอง หากผู้ทดลองทำด้วยความประมาทเลินเล่อหรือขาดความระมัดระวัง ขาดความเอาใจใส่ในเรื่องที่ทำการทดลอง เมื่อเกิดอุบัติเหตุต้องหาวิธีการ

เอกสารแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นให้ลดลงได้บ้าง ดังที่ผดุงยศ ดวงมาลา (ม.ป.ป. : 220-222) และประเสริฐ การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศรีโพธิ์ (2528 : 15-16) ได้กล่าวถึงวิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ไฟไหม้ ต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมดนําสารที่ไวไฟออกจากห้องปฏิบัติการ ในกรณีเกิดไฟไหม้เล็กน้อย ให้ใช้ผ้าเปียกหรือทรายคลุมไว้ แต่ถ้าไฟลุกลามออกไปเป็นบริเวณกว้าง ต้องใช้เครื่องดับเพลิง
2. แก้วบาด ต้องทำการห้ามเลือดโดยใช้นิ้วมือหรือผ้าที่สะอาดกดลงบนแผล เพื่อห้ามเลือด ล้างแผลด้วยแอลกอฮอล์ ใส่ยาทาแผลแล้วเอาผ้ายาลาสเตอร์ปิดแผลไว้ ถ้าเป็นแผลใหญ่และลึกต้องนำส่งแพทย์
3. ไฟลวกหรือถูกของร้อน ให้แช่ในน้ำเย็นทันทีจนหายปวดแสบปวดร้อน แล้วใช้ยาสำหรับทาแผลไฟไหม้น้ำร้อนลวก ถ้าถูกไฟลวกมากๆ ต้องนำส่งแพทย์
4. สารเคมีที่ถูกผิวหนัง ต้องรีบล้างบริเวณที่ถูกสารเคมีด้วยน้ำมากๆ เป็นขั้นแรก ถ้าสารนั้นเป็นกรด ให้ล้างตามด้วยเบสอ่อน เช่น สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต แล้วทาด้วยแมกนีเซียมกลีเซอรอลเพสต์ (Magnesia glycerol paste) ถ้าสารนั้นเป็นเบสให้ล้างตามด้วยกรดอ่อน เช่น สารละลายกรดน้ำส้มแล้วทาด้วยแมกนีเซียม กลีเซอรอลเพสต์
5. สารเคมีเข้าตา ต้องรีบล้างตาทันทีด้วยน้ำจำนวนมากๆ ถ้าสารเคมีที่เป็นกรดเข้าตา ให้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตที่เจือจาง ถ้าสารนั้นเป็นเบสเข้าตา ให้ล้างตาด้วยสารละลายกรดบอริกที่เจือจาง
6. สูดไอหรือก๊าซพิษ ให้รีบออกไปที่ๆ มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้หายใจเอาก๊าซพิษเข้าไปมากจนหมดสติหรือช่วยตัวเองไม่ได้ ผู้ที่เข้าไปช่วยควรมีหน้ากากป้องกันก๊าซพิษหรือเครื่องช่วยหายใจ เมื่อนำผู้ป่วยออกมาแล้วคลายเสื้อผ้าให้หลวมแล้วรีบส่งแพทย์ทันที
7. กลืนกินสารเคมี ต้องรีบล้างปากให้สะอาดเป็นอันดับแรก ต่อจากนั้นให้ดื่มน้ำ หรือดื่มนมมากๆ เพื่อทำให้พิษเจือจางแล้วทำให้อาเจียน โดยใช้นิ้วกดโคนลิ้นหรือกรอกไข่ขาวป้อนให้อาเจียนจนกว่าจะมีน้ำใสๆ ออกมา ถ้าผู้ป่วยกลืนสารกัดกร่อนหรือกรดแก่ อย่าพยายามทำให้อาเจียนทันที แต่ให้ดื่มน้ำปูนใส เพื่อทำให้อาเจียน เมื่ออาเจียนออกแล้วให้ดื่มนม Milk of Magnesia ถ้าผู้ป่วยกลืนเบสแก่ให้ดื่มน้ำส้ม 0.2% ตามด้วยไข่ขาวตีกับน้ำเพื่อให้อาเจียน หากไม่ทราบว่าผู้ป่วยกลืนกินสารเคมีชนิดใดให้ใช้ยาแก้พิษทั่วไป (Universal antidotes) แล้วให้ดื่มนมสดผสมไข่ขาวตีกับน้ำเพื่อทำให้อาเจียน
8. กระแสไฟฟ้าช็อต หากทางตัดกระแสไฟฟ้า โดยถอดปลั๊กหรือตัดกระแสไฟฟ้าโดยยกสะพานไฟ หรือใช้วัตถุที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้าเขี่ยสายไฟให้หลุดหรือขาดจากผู้ประสบอันตราย โดยเร็วที่สุด แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.2.5 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2529 : 3-6) ได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปฏิบัติคนในห้องปฏิบัติการไว้สรุปได้ว่า ในการปฏิบัติการณ์นั้นจะต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีหลายชนิด สารเคมีบางชนิดอาจจะทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายทั้งทางตรงและทางอ้อม หรืออาจเกิดอุบัติเหตุในขณะที่ทำการทดลองได้ การบาดเจ็บเกิดขึ้นเสมอในการทดลอง เช่น บาดแผลที่เกิดจากเครื่องแก้วบาด การไหม้พองเนื่องจากจับอุปกรณ์ที่ร้อนจัด หรือผิวหนังถูกกรดเข้มข้นเป็นพิษ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องทราบถึงการป้องกันหรือแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นในด้านอุปกรณ์ชนิดต่างๆ ให้ถูกวิธี ในการทำปฏิบัติการณ์นั้นก็สำคัญมาก เพราะสามารถป้องกันอันตรายและอุบัติเหตุซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้กับผู้ทำการทดลองหรือผู้ที่อยู่ใกล้เคียง นอกจากนี้เทคนิคในการปฏิบัติต่างๆ ก็ควรจะถูกต้อง ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้จากการทดลองใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

ธงชัย ชิวปรีชา และ ปรีชาญ เดชศรี (2528 : 4-5) กล่าวว่า อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี อาจเกิดจากการใช้สารเคมี การใช้เครื่องแก้ว และเทคนิคการดำเนินการทดลอง ดังนั้น เพื่อความปลอดภัยในการทดลองปฏิบัติการณ์ ผู้ทดลองจึงจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### 1. การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย

ธงชัย ชิวปรีชา และ ปรีชาญ เดชศรี (2528 : 5) ได้กล่าวถึงความจำเป็นของผู้ทดลอง จะต้องมีความรู้ในการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยไว้ดังนี้ “ในการทดลองใช้สารเคมีอาจมีอันตรายเกิดขึ้นได้ ทั้งนี้ เพราะสารเคมีเกือบทุกชนิดเป็นพิษต่อร่างกาย ในการใช้สารเคมี จึงจำเป็นต้องศึกษาให้เข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากสารนั้นๆ เพื่อจะได้หาทางป้องกันได้ถูกต้อง”

การศึกษาการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ควรจะศึกษารายละเอียดตามหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### 1.1 ประเภทของสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

วิจิตร บุญยะโทตระ (2536ข : 46-50) กล่าวถึงการแบ่งประเภทของสารเคมีโดยแบ่งตามรูปลักษณะและคุณสมบัติของสารเคมีดังนี้

1. พวกก๊าซ (Gaseous)
2. สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon Compounds)
3. ฝุ่นละอองที่ทำให้เกิดโรคปอด (Dust Disease of Lung)
4. สารเคมีที่ทำให้เป็นมะเร็ง (Carcinogenic Substance)

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2538 : 2-3) แครรีน นันทิทรภ (2542 : 25) อุมาพร สุขม่วง (2542 : 11) และ Mahn (1991 : 165) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของสารเคมีโดยแบ่งตาม

เอกสารคุณสมบัติที่ก่อให้เกิดอันตราย ตามหลักสากลนั้น แบ่งออกเป็น 9 กลุ่มดังนี้ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วัตถุระเบิด (Explosives)
2. ก๊าซ (Gases)
3. ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)
4. ของเหลวแข็งไวไฟ (Flammable Solids)
5. สารออกซิไดซ์ หรือสารออกาณิกเปอร์ออกไซด์ (Oxidizing Substance and Organic Peroxide)
6. สารที่เป็นพิษและสารติดเชื้อโรค (Poisonous Substance and Infectious Substances)
7. สารกัมมันตรังสี (Radioactive Materials)
8. สารกัดกร่อน (Corrosive Substance)
9. สารหรือวัตถุที่อาจเป็นอันตรายได้ (Miscellaneous Dangerous or Substance)

จูไรรัตน์ ดวงเดือน (2542 : 1-2) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของสารเคมีอันตราย (Hazardous Chemicals) แบ่งออกเป็น 6 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. สารไวไฟและสารติดไฟ (Flammable and Combustion Chemicals)
2. สารเคมีที่มีระเบิดได้ (Explosive Chemicals) มีสถานะทั้งของแข็ง และของเหลว จะเกิดการระเบิด เมื่ออัตราส่วนของอากาศต่อไอสารอยู่ในอัตราที่เหมาะสม ในช่วง LEL (Lower Explosive Limit) และ UEL (Upper Explosive Limit)
3. ของผสมอันตราย (Hazardous Mixture) ประกอบด้วยตัวออกซิไดซ์ ตัวรีดิวซ์ ซึ่งจะมี ความรุนแรงในการทำปฏิกิริยาสูง
4. สารกัดกร่อน และสารระคายเคือง (Corrosive and Irritant Substance) สารกัดกร่อน ได้แก่ กรด เบส สารระคายเคือง ได้แก่ แอมโมเนีย ฟอรัมาลดีไฮด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์
5. สารที่เป็นพิษ (Toxic Substances) ได้แก่สารที่ทำให้สลบ เช่น ไดเอทิลเทอร์ สารที่ รมกวนกระบวนการออกซิเดชัน เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารรบกวนการเกิดกระบวนการ ทางเคมี เช่น ฟอสฟีน ก๊าซคลอรีน คลอโรฟลูออโรคาร์บอน และสารประเภทยาพิษ เช่น ยาฆ่าแมลง พวงพาราไทออน มาลาไทออน ไซยาไนต์ คาร์บอนไดซัลไฟด์
6. สารก่อมะเร็ง (Carcinogenic Substances) เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์

พิมล เรียนวัฒนา (2542 : 12) ได้กล่าวถึง การแบ่งประเภทของสารเคมีที่เป็นพิษ (Toxic Substance) ออกเป็น 6 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. สารที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง เช่น กรด เบส คลอรีน แอมโมเนีย
2. สารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อกระดูก เช่น แคดเมียม ฟอสฟอรัส
3. สารที่ทำให้หมดสติ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ไซยาไนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 4. สารก่อมะเร็ง เช่น เบนซีน เบนโซไพรีน ไวนิลคลอไรด์  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สารเสพติด เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม

6. สารก่อการกลายพันธุ์หรือทำลายโครโมโซม เช่น สารกัมมันตรังสี

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าสารเคมีในห้องปฏิบัติการนั้นจำแนกออกได้หลายประเภทตามลักษณะของเกณฑ์ที่ใช้ ซึ่งสารเคมีแต่ละประเภทจะมีลักษณะแตกต่างกันไป ดังนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องควรศึกษาว่าสารเคมีแต่ละประเภทมีอะไรบ้าง และมีอันตรายอย่างไร

## 1.2 อันตรายของสารเคมี

### 1.2.1 มาตรฐานความเป็นพิษของสารเคมี

จูไรรัตน์ ดวงเดือน (2542 : 3) ได้กล่าวถึงการกำหนดค่ามาตรฐานความเป็นพิษของสารเคมีที่เป็นอันตรายดังนี้

1. LD50 (Lethal Dos, 50% Kill) หมายถึง ปริมาณของสารที่จะฆ่าสัตว์ทดลองได้ร้อยละ 50 ของสัตว์ทดลองที่ใช้ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อน้ำหนักของสัตว์ทดลองเป็นกิโลกรัม
2. LC50 (Lethal Concentration, 50% Kill) หมายถึง ความเข้มข้นของสารเป็นส่วนในล้านส่วน โดยปริมาตร (ppm) ที่จะฆ่าสัตว์ทดลองได้ร้อยละ 50 ของสัตว์ที่ทดลองที่ใช้
3. TLV (Threshold Limit Value) หมายถึง ค่าความเข้มข้นสูงสุดที่มนุษย์จะทนได้โดยไม่แสดงอาการเป็นพิษออกมา เมื่อได้รับสารนั้น มีหน่วยเป็นส่วนในล้านส่วน (ppm) และค่ามาตรฐานความเป็นพิษอีกค่าหนึ่งคือ ED50 (Effective Dose) (Luxon, 1992 : 75-76)

### 1.2.2 การรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 142-143) ชัยยุทธ ชาลิตนิกุล และ สุมาลี ชนะชาณมงคล (2539 : 5-7) และจูไรรัตน์ ดวงเดือน (2542 : 3) กล่าวถึงการรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายสรุปได้ดังนี้

1. ทางปาก จากการรับประทานสิ่งที่มีสารปนเปื้อน หรือการกลืนสารเคมี
2. ทางผิวหนัง จากการดูดซึมสารที่เป็นตัวทำลายเข้าสู่ร่างกาย บางชนิดมีฤทธิ์กัดกร่อน และทำให้เกิดการระคายเคืองได้
3. ทางลมหายใจเกิดจากการสูดดม ไอระเหย ไอรกรด รวมทั้งสารที่เป็นผงละเอียดและฝุ่นละออง

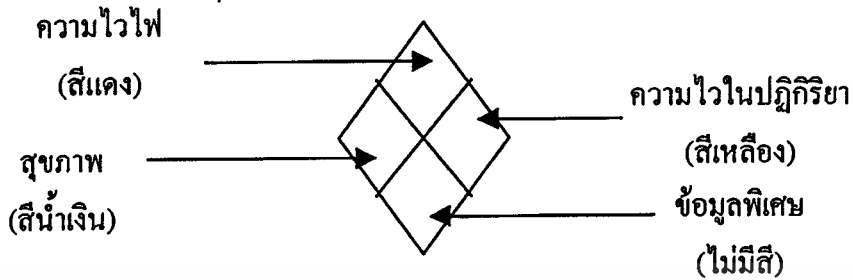
การรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายนอกจาก 3 ทาง ตามข้างต้นแล้ว พิมล เรียนวัฒนา (2542 : 11) ยังกล่าวไว้ว่า สารเคมียังสามารถเข้าสู่ร่างกายทางบาดแผลได้อีกด้วย

### 1.2.3 ขนาดความรุนแรงของสารอันตราย

อุมาพร สุขม่วง (2542 : 12-13) พิชัย โคววิวิชญ์ และคณะ (ม.ป.ป : 24-33) และ Mahn (1991 : 163 – 164) ได้กล่าวถึงขนาดความรุนแรงของสารอันตรายดังนี้ ในการบอกขนาดของความอันตรายของสารเคมีนั้น จะเขียนผลาคคิดข้างขวดหรือภาชนะเพื่อบอกถึงความเป็นพิษ

เอกสารความรู้ความไวไฟ และความรู้ความไวในปฏิกิริยา ไม่โดยอาศัยหลักสากล ไม่ตามระบบมาตรฐาน NFPA (The ค่าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Nation Fire Protection Association) กำหนดให้สารอันตรายต้องมีฉลากรูปสี่เหลี่ยมข้ามหลามตัด โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่อง แต่ละช่องระบุถึงอันตรายที่เกี่ยวข้องดังนี้



ภาพที่ 2.3 การบอกขนาดความอันตรายของสารเคมี

ความรุนแรงแต่ละช่อง จะให้เป็นตัวเลข จาก 0 ถึง 4 ดังนี้

ขนาดความรุนแรงที่เกี่ยวกับสุขภาพ

- 0 ปวดคอบมากที่สุด
- 1 อาจทำให้เกิดการระคายเคือง
- 2 อาจทำให้ทุพพลภาพชั่วคราว
- 3 เกิดอันตรายและบาดเจ็บอย่างร้ายแรง
- 4 อันตรายมากที่สุด อาจทำให้ตายหรือบาดเจ็บอย่างถาวร

ขนาดความรุนแรงที่เกี่ยวกับความไวไฟ

- 0 ไม่ติดไฟ
- 1 ต้องทำให้ร้อนก่อนจึงจะติดไฟ
- 2 ต้องทำให้ร้อนหรือแตะกับสิ่งที่อุณหภูมิสูง จะติดไฟ
- 3 ติดไฟได้ทุกสถานะ ของอุณหภูมิห้องปกติ
- 4 ระเบิดเป็นไอที่ความดันบรรยากาศ และพร้อมที่จะติดไฟในอุณหภูมิรอบๆ

ขนาดความรุนแรงที่เกี่ยวกับความไวในปฏิกิริยา

- 0 มีเสถียรภาพและความอยู่ตัวมากที่สุด
- 1 อยู่ตัวแต่สลายได้ในที่อุณหภูมิสูง และความดันสูง หรืออาจทำปฏิกิริยากับน้ำ
- 2 ปกติไม่อยู่ตัว และพร้อมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างรุนแรงแต่ไม่ถึงกับ

เกิดการระเบิดกัมปนาท

- 3 ไม่อยู่ตัว เกิดปฏิกิริยาระเบิดธรรมดา หรือระเบิดกัมปนาท อย่างรุนแรง
- 4 รุนแรงที่สุดจนอาจจะทำให้เกิดระเบิดกัมปนาทหรือระเบิดธรรมดาได้ที่อุณหภูมิและ

ความดันปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.2.4 ลักษณะที่เป็นอันตรายของสารเคมี

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2530 : 6) กล่าวถึงลักษณะที่เป็นอันตรายของสารเคมีดังนี้

1. ตัวทำละลายอินทรีย์ ส่วนมากไวไฟเกิดการลุกไหม้ได้
2. ความไม่เสถียร ทำให้เกิดการระเบิดได้
3. สารเคมีบางชนิดทำปฏิกิริยากับอากาศ เกิดเป็นสารพวกเปอร์ออกไซด์ระเบิดได้
4. สารเคมีบางชนิดเมื่อรวมกับสารอื่นจะเกิดปฏิกิริยารุนแรง
5. ความเป็นพิษของสารเคมี ทำให้เป็นมะเร็ง

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม (2531 : 69-75) ได้กล่าวถึงลักษณะสมบัติที่เป็นอันตรายของสารเคมีไว้สรุปได้ดังนี้

1. การกัดกร่อน ได้แก่กรดต่างๆ โดยเฉพาะกรดอินทรีย์ มีคุณสมบัติกัดกร่อนอย่างรุนแรง ทำให้เกิดอันตรายเมื่อสัมผัสกับผิวหนัง เป็นอันตรายต่อเยื่อทางเดินหายใจ เมื่อสูดดมเป็นอันตรายต่อตา และเมื่อเข้าสู่ร่างกายเป็นอันตรายต่อเยื่อทางเดินอาหาร
2. การระเหิดและการระเหย สารเคมีหลายชนิดระเหยเป็นไอได้ ในภาวะที่เป็นของแข็ง (Solid State) ที่พบบ่อยและใช้มากในห้องปฏิบัติการเคมี คือ ไอโอดีน และโบรมีน
3. การเกิดพิษ เกิดจากคุณสมบัติความเป็นพิษของสารเอง ได้แก่ พวกลโลหะหนัก สารหนู ไซยาไนด์ และสารละลายอินทรีย์ต่างๆ

อุมาพร สุขม่วง (2542 : 2-3) ได้กล่าวถึงลักษณะของอันตรายจากสารเคมี สรุปได้ดังนี้

1. การลุกติดไฟ (Inflammability) สารเคมีที่มีความไวไฟทั้งก๊าซ ของแข็ง และของเหลว การติดไฟเกิดได้ในสภาวะที่มีออกซิเจน หรืออากาศและเปลวไฟ
2. การระเบิด (Explosions) การระเบิดเกิดจากการเผาไหม้ หรือการสลายตัวอย่างรวดเร็ว เมื่อได้รับเปลวไฟทำให้เกิดความดันสูงมากอย่างรวดเร็ว เช่น โปแทสเซียมคลอเรต
3. แก๊สหรือสารที่ไอเป็นพิษ (Poisonous Gas and Toxic Vaporous) เป็นสารที่ไอระเหยเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น ไนตรัสออกไซด์
4. สารที่มีความเป็นพิษสูง (Highly Poisonous Materials) เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณเล็กน้อยจะมีผลถึงชีวิต
5. สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วเกิดอันตราย (Substance that by their Reaction with Water Give Rise to Hazardous Conditions) สารบางชนิดเมื่อทำปฏิกิริยากับน้ำจะเกิดอันตราย เช่น โลหะอัลคัลไล ดัฟริคัลซ์ พวกเมตอลลิคเฮไลด์ (Metallic Halide)

6. สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง (Dangers of Skin Absorption) สารพวกนี้ทำให้ผิวหนัง หรือเป็นรอยไหม้ โดยทำลายไขมันที่ผิวหนังนอก แล้วทำให้เป็นแผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. สารเคมีที่มีกลิ่น (Chemicals with Offensive Smell) ได้แก่ สารอินทรีย์ เช่น สารที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ แอลกอฮอล์ อัลคาลอยด์ และสารอนินทรีย์ เช่น ฮาโลเจน ไอโชน

### 1.2.5 ลักษณะการเป็นพิษของสารเคมี

สุชาดา ชินะจิตร (2520 : 19-22) ได้กล่าวถึงอาการที่เกิดจากพิษของสารเคมี สรุปได้ดังนี้

1. โลหะ (Metals) โลหะทุกชนิดมีโทษต่อร่างกาย เช่น ไอของปรอท เมื่อเข้าสู่กระแสเลือดจะแสดงอาการเป็นพิษ คือ หงุดหงิด มือเท้าสั่น ความจำเสื่อม
2. เปอร์ออกไซด์ (Peroxide) ไม่เสถียรเมื่อมีความเข้มข้นมาก จะเกิดการระเบิดได้
3. ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons) เช่น เบนซินเมื่อเข้าซึมสู่ร่างกายทางผิวหนัง หรือสูดไอเข้าไป จะทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะจนถึงไม่รู้สีกตัว
4. กรด (Acid) กรดกัดกร่อนทำให้เกิดการระคายผิวหนัง ตา จมูก
5. เบส (Base) จะกัดผิวหนังเป็นอันตรายต่อตาและปอดและระคายเยื่อจมูก
6. ฮาโลไนด์ (Halide) ไอของสารพวกนี้ทำให้แสบตา ระคายจมูก โบรมีน กัดผิวหนังไหม้ได้
7. สารอินทรีย์ (Organic Compound) เช่น สารพวกไนโตร มีผลต่อส่วนประกอบของเลือด ทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนได้ตามปกติ
8. ตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvent) เมื่อสูดดมเข้ามามากๆ ทำให้เวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาจหมดสติได้

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 70-73) กล่าวถึงการแบ่งลักษณะการเกิดพิษของตัวทำละลายอินทรีย์กลุ่มต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. กลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (Saturated Hydrocarbon) ไอรอะเฮนจะออกฤทธิ์กดประสาททำให้มีอาการง่วงและงุนงง อาจเกิดผลเรื้อรังต่อระบบประสาทส่วนกลาง
2. กลุ่มอโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbon) สารที่สำคัญที่สุดคือ เบนซิน ถ้าได้รับในปริมาณสูงอาจมีผลถึงตายได้ โดยเกิดจากระบบหายใจล้มเหลว ถ้าได้รับในปริมาณที่สูงไม่ถึงขั้นที่เป็นอันตรายแก่ชีวิต อาจมีผลทำลายระบบประสาทส่วนกลาง (CNS Function Disorder) และทำลายระบบการทำงานของตับ ถ้าได้รับสารนี้ระยะยาวทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้กับอวัยวะบางส่วนของร่างกาย
3. กลุ่มผลิตภัณฑ์ของผสมปิโตรเลียม (Mixtures of Volatile Petroleum Products) สารพวกนี้มีพิษมากต่อระบบหายใจและสมองส่วน Parasympathetic ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณสูงจะเกิดพิษชนิดรุนแรงทันที ถ้าได้รับสารนี้เป็นเวลานานจะทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง (Myasthenia) อาการกระตุก (Ataxia) อ่อนเพลีย นอนไม่หลับ มีอาการทางประสาท ในสตรีบางครั้งมีความผิดปกติทางรอบเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กลุ่มคลอโรไฮโดรคาร์บอน (Chlorohydrocarbons) มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง และเป็นพิษต่อ ตับ ไต ถ้าได้รับในปริมาณสูงจะเกิดอันตรายรุนแรงทำให้ปวดศีรษะ ตาพร่ามัว คลื่นไส้ อาเจียน และหมดสติ

5. กลุ่มแอลกอฮอล์ (Alcohol) สารกลุ่มนี้มีพิษน้อยกว่าตัวทำลายในกลุ่มอื่น ยกเว้น เมทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเป็นพิษสูงมากต่อประสาทตาและม่านตา ทำให้ตาบอด สำหรับ แอลกอฮอล์อื่นๆ เมื่อสัมผัสเป็นประจำอาจมีผลเรื้อรัง ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อเยื่อของระบบ ทางเดินหายใจและระบบประสาทตาและทำให้การมองเห็นสีอาจผิดปกติได้

6. กลุ่มอีเทอร์ (Ethers) จะก่อให้เกิดการระคายเคืองแก่เยื่อของตาและทางเดินหายใจ ตอนบน พิษเฉียบพลันอาจทำให้เกิดหลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบ ไตเสีย ส่วนพิษเรื้อรังอาจมีอาการ คลื่นไส้ ตามองเห็นภาพผิดปกติ เกิดอารมณ์เฉื่อยชา ไร้ความรู้สึก นอนไม่หลับ

7. กลุ่มเอสเทอร์ (Esters) สารในกลุ่มนี้มีพิษทำให้ง่วง และหมดสติได้ ถ้าได้รับหรือ สูดดมบ่อยๆ

8. กลุ่มคีโตน (Ketones) มีพิษและเป็นอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ถ้าได้รับเข้าสู่ ร่างกายหรือสูดดมบ่อยๆ จะเกิดการสะสมในร่างกายได้ เนื่องจากการขับถ่ายออกได้ช้ามาก ทำให้ เกิดพิษเรื้อรัง

9. กลุ่มไกลคอลและไกลคอลอีเทอร์ (Glycol and Glycolether) พวกไดเอทิลีน ไกลคอล มีความเป็นพิษเมื่อได้รับทางปากมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและไตพิษเรื้อรังที่เกิด คือ มีผลต่อระบบประสาท และเซลล์เม็ดเลือดแดง

ชัยยุทธ ชาลิตนิธิกุล และสุมาลี ชนะชาญมงคล (2539 : 8-13) กล่าวถึงลักษณะการเกิดพิษ ของสารเคมีสรุปได้ดังนี้ ผลกระทบที่เกิดจากสารเคมีได้แก่การระคายเคือง การแพ้สารเคมี การขาด ออกซิเจน การง่วงซึมและหมดสติ การเกิดปฏิกิริยาในร่างกาย การเกิดมะเร็ง ผลต่อพันธุกรรม การเกิดอันตรายต่อทารกในครรภ์ ในคนรุ่นต่อไป และการเกิดฝุ่นในปอด

พิมล เรียนวัฒนา (2542 : 11-22) ได้กล่าวถึงการเป็นพิษของสารเคมีโดยทั่วไป และ ลักษณะความเป็นพิษของโลหะที่เกิดจากโลหะบางชนิด การเข้าสู่ร่างกาย และการเกิดโรคไว้ดังนี้ อาการเฉียบพลัน (Acute Effect) เป็นอาการที่ร่างกายแสดงออกภายหลังจากรับสารเคมีเข้าไปได้ไม่นาน ส่วนอาการเรื้อรัง (Chronic Effect) เป็นอาการที่ร่างกายแสดงออกมาซึ่งเป็นผลจากร่างกายได้รับสารเคมีเข้าไปทีละน้อย และสะสมจนมีระดับของสารเคมีที่สูงพอ ที่จะทำให้เป็นอันตรายถึงชีวิตได้ ส่วนลักษณะความเป็นพิษของโลหะที่เกิดจากโลหะบางชนิด การเข้าสู่ร่างกาย และการเกิดโรค เป็นดังนี้

1. นิกเกิล (Ni) เข้าสู่ร่างกายทางปาก และจมูก เป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

2. ดีบุก (Sn) เข้าสู่ร่างกายทางปาก ถ้าอยู่ในรูปโลหะไม่เป็นพิษ ถ้าอยู่ในรูปดีบุก อินทรีย์ มีพิษร้ายแรง
3. สารหนู (As) เข้าสู่ร่างกายทางปาก ผิวหนัง เป็นพิษต่อระบบย่อยอาหาร ระบบกล้ามเนื้อ ระบบขับถ่ายและระบบผิวหนัง ทำให้เกิดโรคไข้ดำ
4. แมงกานีส (Mn) เข้าสู่ร่างกายทางปาก เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ
5. โครเมียม (Cr) ในรูป  $Cr^{6+}$  เข้าสู่ร่างกายทางจมูก ผิวหนัง เป็นพิษต่อผิวหนัง ตา ปลายจมูก ปอด ทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ ผื่นงันในจมูกทะเล และมะเร็งปอด
6. โคบอลต์ (Co) เข้าสู่ร่างกายทางจมูก ปาก ผิวหนัง เป็นพิษต่อปอด ไต และผิวหนัง ทำให้เกิดโรคทางผิวหนัง อาเจียนเมื่ออาหาร
7. ไซยาไนต์ (CN) เข้าสู่ร่างกายทางจมูกเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้ชีพจรเต้นเร็ว ปวดศีรษะ อาเจียน
8. ปรอท (Hg) เข้าสู่ร่างกายทางปาก จมูก เป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหาร และเนื้อเยื่อที่มีไขมันสูง เช่น ระบบสมอง ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ทำให้เป็นโรคมินามาตะ
9. แคดเมียม (Cd) เข้าสู่ร่างกายทางปาก จมูก เป็นพิษต่อตับ ไต ตา ปวดสันหลังทำให้เป็นโรคอิตาลี
10. สังกะสี (Zn) เข้าสู่ร่างกายทางปาก เป็นพิษต่อระบบย่อยอาหาร เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน
11. เงิน (Ag) เข้าสู่ร่างกายทางปาก จมูก เป็นพิษต่อผิวหนัง ตา เยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำให้เกิดโรค Argyria เป็นจุดคล้ำๆ ตามผิวหนัง และตา

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าสารเคมีแต่ละชนิดมีอันตรายแตกต่างกันไป อันตรายของสารเคมีนั้น แบ่งออกเป็นหลายประการ ประการแรก คือ การรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งอาจเกิดอันตรายอย่างเฉียบพลัน หรือเกิดอาการเรื้อรัง อันตรายอีกประการคือ สารเคมีอาจทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

### 1.3 การป้องกันอันตรายจากสารเคมี

#### 1.3.1 การวางแผนและการกำหนดมาตรการป้องกันอันตราย

การป้องกันอันตรายจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการนั้น แครธรีน นันทิทรรก (2542 : 29-30) ได้เสนอแนะไว้ดังนี้

1. ควรมีข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีหรือของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการว่าคืออะไร มีจำนวนเท่าไร นำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือไม่ จะกำจัดอย่างไร เมื่อเกิดปัญหาการลุกไหม้จะดับด้วยอะไร มีการขนส่งอย่างไร การเก็บต้องทำอย่างไร วิธีการรักษา การปฐมพยาบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต้องมีการเตรียมแผนการป้องกัน (Prevention) โดยมีการอบรม เมื่อเกิดปัญหาขึ้นในการปฏิบัติการควรทำอะไร กฎหมาย และระเบียบมีอะไรบ้าง

3. ต้องมีแผนการปฏิบัติฉบับฉุกเฉินฉบับย่อๆ ว่าเวลาเกิดอะไรขึ้นมาจะอย่างไร และเป็นแผนที่ง่ายต่อการปฏิบัติ

4. ต้องมีแผนฟื้นฟูหลังเกิดอุบัติเหตุทางเคมี เพื่อให้กลับเข้าสู่ปกติ และสามารถปฏิบัติงานได้โดยเร็ว

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 141-142) กล่าวถึงมาตรการความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี มีหลักเกณฑ์ที่สำคัญดังนี้

1. การควบคุมการแพร่ของสารเคมีในการนำสารเคมีแบบต่างๆ มาใช้ ทั้งการขนย้าย การถ่ายเทหรือการผสม การควบคุมจะเป็นการลดอันตรายที่ดี

2. การกำจัดขอบเขตการแพร่กระจาย การใช้สารเคมีที่อาจเป็นอันตรายจำเป็นต้องจำกัดขอบเขตการใช้ เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

3. การควบคุมหรือการลดปริมาณในบรรยากาศ โดยวิธีการใดๆ ที่สามารถควบคุมปริมาณสารเคมีอันตรายในบรรยากาศจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานปลอดภัยจากอันตราย

4. การใช้สารเคมีทดแทน กรณีที่รู้ว่าเป็นการทำงานมีการใช้สารเคมีอันตรายและมีโอกาสที่จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ควรหาวิธีการที่ไม่ต้องใช้สารเคมีอันตรายเหล่านั้น

5. การใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เป็นสิ่งที่จำเป็น

6. การศึกษาเฝ้าระวังเป็นมาตรการที่ควรปฏิบัติ

### 1.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันอันตราย

พิชัย ไตรวิษณุ และคณะ (ม.ป.ป. : 122-126) กล่าวว่าในห้องปฏิบัติการจะต้องเตรียมอุปกรณ์ที่จำเป็นที่ต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีดังนี้

1. ถุงมือยาง (Rubber Glovers)
2. ถุงมือหนัง (Leather Glovers)
3. เสื้อคลุม (Laboratory Coat)
4. เสื้อป้องกันไฟ (Fireproof Clothing)
5. รองเท้าป้องกันไฟ (Protective Shoes)
6. แว่นตานิรภัย (Safety Glasses)
7. เกราะกำบังหน้า (Face Shield)
8. เกราะกำบังตัว (Body Shield)
9. ระบบถ่ายเทอากาศ (Good Ventilation)
10. ตู้ดูดควัน (Fume Hood)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 11. หน้ากากกรองอากาศ (Respiration)

## 12. เครื่องช่วยหายใจที่มีออกซิเจน (Self-Continual Breathing)

ธงชัย ชิวปรีชา และ ปรีชาญู เศษศรี (2528 : 3-5) ได้กล่าวถึงอุปกรณ์ในการป้องกันอันตรายเฉพาะบุคคลดังนี้ อุปกรณ์ที่ใช้เฉพาะบุคคลขณะทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ ถ้าสวมใส่ อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสมจะสามารถลดอันตรายหรือป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ อุปกรณ์ดังกล่าวแบ่งได้ดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับดวงตา ทุกครั้งที่ทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการ ต้องใส่แว่นนิรภัย ซึ่งจะช่วยลดอันตรายเมื่อเกิดอุบัติเหตุและในการปฏิบัติการที่ใช้สารเคมีที่มีสมบัติทำให้เกิดการระคายเคือง เช่น การใช้กรด หรือเบสเข้มข้น แว่นนิรภัยสามารถป้องกันไม่ให้ดวงตาสัมผัสกับสารเหล่านั้นได้

2. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับมือ ได้แก่ ถุงมือซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับมืออาจแยกประเภทได้ดังนี้

2.1 ถุงมือยาง ป้องกันการกัดกร่อนของสารต่างๆ เช่น กรด เบส

2.2 ถุงมือหนัง ป้องกันของมีคมหรือเครื่องจักร โลหะต่างๆ

2.3 ถุงมือใยแก้วทนไฟ ป้องกันความร้อนที่เกิดจากภาชนะและสารเคมี

3. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับร่างกาย อุปกรณ์ที่ป้องกันอันตรายที่นิยมใช้ ได้แก่ เสื้อคลุม ผ้ากันเปื้อนและหมวกจะช่วยป้องกันภัยและลดอันตรายในกรณีที่สารเคมีอันตรายหกหรือกระเด็นออกจากภาชนะ การทดลองกับสารเคมีที่มีสมบัติในการกัดกร่อนสูง ควรสวมกางเกงขายาว ในกรณีที่ใช้สารเคมีอันตรายที่เกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรงอาจมีการกระเด็นมาก

4. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดจากการหายใจ ในการทดลองที่มีไอของสารเคมีที่เป็นพิษ เช่น ไอของตัวทำละลายอินทรีย์ หรือไอของสารกัดกร่อน ควรใช้หน้ากากช่วยหายใจ

จูไรรัตน์ ดวงเดือน (2542 : 6-7) ได้กล่าวถึงการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายกับอวัยวะต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. ตา ควรสวมแว่นนิรภัย และสวมหน้ากากป้องกัน

2. มือ ควรสวมถุงมือ เช่น ถุงมือผ้าสำหรับหยาบของคม ถุงมือยางหรือพลาสติก สำหรับหยาบสารที่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง ถุงมือใยแก้วสำหรับหยาบสารที่ร้อน

3. ร่างกาย ควรสวมใส่เสื้อคลุม ผ้ากันเปื้อน กางเกงยาว เสื้อยาง สำหรับป้องกันสารที่เป็นอันตราย และสารกัดกร่อน

4. การหายใจ ควรใช้หน้ากากช่วยหายใจ

### 1.3.3 วิธีป้องกันอันตรายจากสารเคมี

Fieser and Williamson (1998 : 19-32) ได้กล่าวถึงหลักเบื้องต้นในการป้องกันอันตรายดังนี้ ในการทำงานในห้องปฏิบัติการต้องรู้ที่อยู่ของอ่างล้างตา ที่อยู่ของฝักบัวอาบน้ำ ไม่สูบบุหรี่ ไม่รับประทานอาหาร ไม่ดื่ม และไม่ทำงานคนเดียว

สุชาติ ชินะจิตร (2520 : 5-6) ได้กล่าวถึงวิธีการป้องกันอันตรายจากสารเคมีไว้ดังนี้

1. ตัดฉลากสารเคมีให้ถูกต้องพร้อมทั้งคำเตือน เช่น ไวไฟ หรือ ไอเป็นพิษ
2. มีที่ทิ้งสารละลาย และเศษแก้ว แยกกัน โดยเฉพาะ
3. ไม่รับประทานอาหารหรือสูบบุหรี่ในห้องทดลอง
4. ก่อนใช้สารเคมีควรศึกษาสมบัติและอันตรายของสารก่อน เช่น ที่ฉลากข้างขวด
5. อย่าให้สารเคมีถูกส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกาย

อุมาพร สุขม่วง (2542 : 8-9) ได้กล่าวถึงวิธีการป้องกันอันตรายจากสารเคมี ไว้ดังนี้

1. ก่อนใช้สารเคมี ต้องอ่านป้ายแสดงรายละเอียดข้างขวดทุกครั้ง ต้องปฏิบัติตามข้อควรระวังในการใช้สารอันตรายทุกประเภท

2. ศึกษาอันตรายจากสารเคมีที่จะใช้งานทุกชนิด
3. สารไวไฟควรแยกจากสารอื่นให้เก็บในห้องที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก อุณหภูมิเหมาะสม มีป้ายแสดงว่าสารไวไฟ และมีเครื่องดับเพลิง
4. การใช้สารไวไฟต้องห่างจากเปลวไฟและทำในตู้ดูดควัน
5. สารที่ผสมกันไม่ได้ควรเก็บแยกกัน
6. ไม่สัมผัสสารเคมีและไม่สูดดมไอของสารเคมีโดยตรง

ชัยยุทธ ขวลิตนธิกุล และสุมาลี ชนะชาญมงคล (2539 : 29) กล่าวว่า ฉลากสารเคมีควรจะต้องมีข้อมูลดังนี้ คือ ชื่อทางการค้า ลักษณะของสารเคมี ชื่อและที่อยู่พร้อมเบอร์โทรศัพท์ของผู้จำหน่าย สัญลักษณ์แสดงอันตรายที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมี ข้อระวังเพื่อความปลอดภัยและรหัสเอกสารเคมีในรุ่นนั้นๆ

Creedy (1978 : 1) กล่าวว่า การป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ มีส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การเก็บสิ่งของต่างๆ จะต้องเก็บให้ถูกวิธี การเก็บอุปกรณ์และสารเคมีเป็นเรื่องที่สำคัญที่ควรศึกษา

Donald (1977 : 27-28) กล่าวถึงการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการดังนี้

1. ครูควรแนะนำระเบียบเกี่ยวกับความปลอดภัยและสารที่อันตรายรวมถึงวิธีการเก็บการใช้ การแก้ไขอุบัติเหตุ ในห้องปฏิบัติการและให้นักเรียนปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด
2. ในห้องปฏิบัติการ ควรมีแสงสว่าง การระบายอากาศที่ดี มีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย มีที่ใส่อุปกรณ์แตก และของเสียที่เป็นของเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3.4 การปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2538 : 4-5) ได้กล่าวถึงข้อปฏิบัติเมื่อสารเคมีหกไว้ดังนี้

1. สารที่เป็นของแข็ง เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดรวมกับใส่ในช้อนตัก หรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ภาชนะ
2. สารละลายที่เป็นกรดเมื่อกรดหกให้เจือจางด้วยน้ำก่อน แล้วโรยโซดาแอช หรือเทสารละลายเบส เพื่อให้กรดเป็นกลาง ต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำสะอาด
3. สารละลายที่เป็นเบส เมื่อสารเคมีที่เป็นเบสหกต้องเทน้ำลงไปเพื่อลดความเป็นเบสแล้วเช็ดให้แห้ง โดยใช้ไม้ที่มีปุยฝ้ายที่ปลายสำหรับซับน้ำบนพื้น พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ดเนื่องจากสารละลายเบสจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลายๆ ครั้ง แล้วยังไม่หายควรใช้ทรายโรยบริเวณที่หก แล้วเก็บกวาดทรายออกไปจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้
4. สารที่ระเหยง่าย เมื่อสารเคมีที่ระเหยง่ายจะระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็นอันตรายต่อผิวหนังและปอด ทำความสะอาดดังนี้
  - 4.1 ถ้าสารที่หกมีปริมาณน้อย ใช้ผ้าเช็ดออก
  - 4.2 ถ้าสารที่หกมีปริมาณมากทำให้แห้ง โดยใช้ไม้ที่มีปุยฝ้ายที่ปลาย สำหรับเช็ดดูเมื่อเช็ดแล้วนำมาใส่ถัง
5. สารที่เป็นน้ำมัน สารพวกนี้เช็ดออกได้ด้วยน้ำมากๆ เมื่อเช็ดออกแล้วจะทำให้พื้นลื่น จึงต้องล้างพื้นด้วยผงซักฟอกอีกครั้ง
6. สารปรอท เนื่องจากปรอทเป็นสารที่อันตราย ต่อระบบประสาททำให้มีอาการทางประสาท เมื่อได้รับมากๆ อาจพิการหรือตายได้ เมื่อปรอทหกควรปฏิบัติดังนี้
  - 6.1 กวาดสารปรอทมากองรวมกัน
  - 6.2 เก็บสารปรอทโดยใช้เครื่องดูด
  - 6.3 ถ้าพื้นที่สารหกรอยแตกหรือรอยร้าวจะมีปรอทเข้าไปอยู่ข้างใน จึงไม่สามารถเก็บปรอทด้วยเครื่องดูดดังกล่าวได้ควรปิดรอยแตกด้วยพื้นหนาๆ เพื่อกันการระเหยของปรอทหรืออาจใช้กัมมะถันพรมลง ไปเพื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลไฟด์ แล้วเก็บกวาดอีกครั้ง

### 1.4 การเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย

การเก็บสารเคมีนั้น เป็นเรื่องที่มีปัญหา มาก เนื่องจากสารเคมีนั้นมีอยู่จำนวนมาก และมีสมบัติแตกต่างกัน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย ซึ่งมีผู้ให้ข้อเสนอแนะ และกล่าวถึงวิธีการเก็บดังนี้

สุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527 : 1) ได้กล่าวถึงการจัดเก็บสารเคมีอันตรายอย่างปลอดภัยตามคุณสมบัติของสารเคมีอันตรายไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กรด (Acid)

1. ให้อ่างวางขวดที่มีขนาดใหญ่ไว้ที่ชั้นเตี้ยๆ หรือที่ต่ำๆ หรือในตู้เก็บกรด
2. เก็บกรดแยกให้ห่างจากโลหะที่ไวต่อการทำปฏิกิริยา (Active Metals)
3. แยกออกซิไดซ์ (Oxidizing acid) เช่น Nitric acid perchloric เป็นต้น จากกรดอินทรีย์ สารไวไฟ และสิ่งที่เป็นเชื้อเพลิง
4. ควรแยกกรดจากสารเคมีที่ผสมกันแล้วจะให้ก๊าซพิษหรือก๊าซที่ติดไฟได้ เช่น Sodium cyanide, Iron sulfide, Calcium carbide เป็นต้น

## เบส (Base)

แยกเก็บเบสจากกรดหรือสารอื่นๆ ที่ไวในการทำปฏิกิริยา

## สารไวไฟ (Flammable)

1. เก็บไว้ในภาชนะที่ปลอดภัย (Safety Can) หรือตู้เก็บสารไวไฟ
  2. เก็บแยกจากกรด
  3. เก็บให้ห่างจากแหล่งจุดไฟติด ได้แก่ ความร้อน ประกายไฟ หรือเปลวไฟ
- ตัวออกซิไดซ์ (Oxidizers)

1. เก็บไว้ที่เย็นและแห้ง
  2. เก็บให้ห่างจากเชื้อเพลิงหรือแหล่งจุดไฟติดได้
  3. เก็บให้ห่างจากตัวรีดิวซ์ เช่น สังกะสี โลหะอัลคาไล กรดฟอร์มิค
- สารที่ไวต่อน้ำ (Water Reaction Chemical)

1. เก็บในที่อากาศเย็นและแห้ง
  2. ให้เตรียมเครื่องดับเพลิงไว้เมื่อเกิดกรณีเพลิงไหม้
- สารที่ไวต่อแสง (Light Sensitive Chemical)

เก็บในขวดสีชา ในสถานที่ที่เย็นและแห้ง และที่มีมืด

สารพวกเปอร์ออกไซด์ (Peroxidizable Chemical)

1. เก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด อากาศเข้าไม่ได้
2. เก็บไว้ที่อากาศเย็นและแห้ง
3. ควรจะมีวันที่รับสารเข้ามา วันที่เปิดขวดภาชนะ และวันที่ที่ควรกำจัดสารชนิดนั้นด้วย
4. ควรทำการทดสอบดูว่ามี Peroxides เกิดขึ้นหรือไม่

## สารพิษ (Toxic Compound)

1. เก็บไว้ในที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี
2. เก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดมิดชิด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 : 51) ได้ให้ข้อเสนอแนะ

เกี่ยวกับการเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สารที่เป็นพิษหรือสารที่ระเบิดได้ ไม่ควรวางไว้บนชั้นปนกับสารเคมีอื่นๆ แต่ควรเก็บไว้ในตู้ที่มีฉลากหรือในตู้ที่มีกุญแจเปิดได้
2. กรดและเบสเข้มข้น ควรวางไว้บนพื้นและอาจจะต้องมีภาชนะที่แข็งแรง และขนาดใหญ่รองรับอยู่อีกชั้นหนึ่ง ถ้าภาชนะชั้นในหกหรือแตก ภาชนะชั้นนอกจะรองรับไม่ทำให้สารละลายกระจายออกไปเป็นบริเวณกว้าง สำหรับกรดและเบสควรแยกวางไว้ห่างจากกัน เพราะถ้าขวดเกิดแตกพร้อมๆ กันก็จะได้ไม่มีปฏิกิริยารุนแรงเกิดขึ้น
3. ของเหลวที่ไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ อีเทอร์ ควรเก็บไว้ในตู้ที่มีฉลากหรือในขวดสีเข้ม ไม่ควรวางใกล้กับเปลวไฟ เพราะของเหลวเหล่านี้ระเหยเป็นไอถูกคิดไฟได้ง่าย และไม่ควรวางไว้ในบริเวณเดียวกันกับสารที่เป็นตัวออกซิไดซ์ และสารเคมีที่ระเบิดได้
4. สารไวไฟอื่นๆ เช่น โซเดียม โปแตสเซียม หรือ ฟอสฟอรัส เป็นต้น สำหรับโซเดียมและโปแตสเซียมต้องเก็บแช่ไว้ในน้ำมันพาราฟิน ส่วนฟอสฟอรัสต้องเก็บไว้ในน้ำและของทั้งสองสิ่งไม่ควรวางหรือเก็บไว้ในที่ใกล้กัน เพราะอาจเดินเลื้อยใช้สลับกันได้ทั้งๆ ที่มีฉลากที่ขวดแล้วก็ตาม เช่น ใส่ขวดผิด แลถ้านำโซเดียมใส่ในขวดที่มีน้ำอาจเกิดการระเบิดได้
5. สารที่สลายได้ง่ายและมีก๊าซเกิดขึ้น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือออกซิเจนคลอไรด์ ควรเก็บไว้ในขวดสีน้ำตาลและควรเป็นขวดที่สามารถละลายความดันภายในขวด หรือเป็นจุกชนิดที่ระบายความดันได้ มิฉะนั้นก๊าซที่เกิดขึ้นอาจจะดันให้ขวดแตกได้
6. สารกัมมันตรังสี ควรแยกเก็บไว้ต่างหาก และเก็บไว้ในภาชนะที่สามารถป้องกันกัมมันตภาพรังสีได้

#### 1.4.1 การจัดเก็บสารเคมีในห้องเก็บสารเคมี

อัจฉรา พุ่มฉัตร (2542 : 8) ได้กล่าวถึงการจัดเก็บสารเคมีในห้องจัดเก็บสารเคมีไว้ดังนี้ ห้องเก็บสารเคมีประกอบด้วยห้องเก็บรักษาส่วนกลาง (Storerooms) ห้องเก็บรอกการใช้งาน (Stockrooms) และห้องปฏิบัติการ (Laboratory) ไว้ดังนี้

1. สำหรับห้องปฏิบัติการที่มีขนาดใหญ่ที่ประกอบไปด้วยห้องปฏิบัติการย่อยจำนวนมาก อาจจำเป็นต้องมีห้องเก็บสารเคมีส่วนกลาง (Storerooms)
2. มีการจัดระบบหมุนเวียนการซื้อและเบิกจ่ายที่เหมาะสมและทันต่อเหตุการณ์
3. ควรมีการตรวจสอบสารเคมีที่เก็บไว้อย่างน้อยปีละครั้ง
4. ต้องระมัดระวังดูแลชั้นที่ใช้วางสารเคมีและควรมีที่กั้น เพื่อกันสารหล่น
5. ห้องเก็บรอกการใช้งาน (Stockrooms) กับห้องเก็บรักษาส่วนกลาง (Storerooms) ไม่ควรอยู่ห่างกัน และควรมีการระบายอากาศได้ดี
6. ไม่ควรใช้ห้องเก็บรอกการใช้งาน (Stockrooms) เป็นที่เตรียมสารเคมี แต่ควรจัดที่เตรียมสารเคมีไว้เฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ควรมีผู้ที่รับผิดชอบในการเบิกจ่ายสารเคมีที่นำไปใช้ในแต่ละวัน เพื่อให้การหมุนเวียนสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ชูชาติ อาริจิตรานุสรณ์ และเปรมใจ อาริจิตรานุสรณ์ (2530 : 37) กล่าวว่า ห้องเก็บสารเคมีที่ดีควรมีลักษณะดังนี้ มีอากาศถ่ายเทได้ดี ไม่ร้อนเกินไป ผนังห้องทำด้วยวัสดุทนไฟ สะอาด เป็นระเบียบ สามารถเข้าออกได้สะดวก และควรมีเครื่องดับเพลิง

#### 1.4.2 วิธีการใช้สารเคมีอันตรายอื่นๆ

1. อลูมิเนียมคลอไรด์ (Aluminium Chloride) เป็นสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อนทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ ให้ก๊าซไฮโดรคลอไรด์
2. อะนิลีน (Aniline) สามารถดูดซึมทางผิวหนังจนถึงขนาดที่ทำให้ตายได้
3. โบรมีน (Bromine) เป็นอันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย ไฮโดรเจนเบนซีน และผงโลหะ โบรมีนระเหยได้ มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง ควรสวมถุงมือ หน้ากาก ผ้ากันเปื้อน และทำการทดลองในตู้ควัน ถ้าโบรมีนถูกผิวหนังให้ล้างออกทันทีด้วยน้ำปริมาณมาก และล้างต่อด้วยแอลกอฮอล์ ทาและนวดด้วยกลีเซอริน
4. คลอรีน (Chlorine) เป็นอันตรายเมื่อทำปฏิกิริยากับแอมโมเนีย ไฮโดรเจนเบนซีน และผงโลหะ มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง ถ้าหายใจเอาก๊าซนี้เข้าไปให้รีบออกไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ และดมกลิ่นแอมโมเนีย จากสำลิตที่เปียกชื้นด้วยสารละลายแอมโมเนียเจือจาง
5. ไซยาไนด์ (Cyanide) ทำปฏิกิริยากับกรดให้ก๊าซ HCN ที่เป็นอันตรายมาก ควรทำการทดลองในตู้ควัน
6. ฟอรั่มมาลดีไฮด์ (Formaldehyde) สารนี้ทำให้ผิวหนังเกิดการระคายเคือง และทำให้เยื่อจมูก ตา และทางเดินหายใจบวมแดงและอักเสบ
7. ไฮดราซีน (Hydrazine) เป็นวัตถุระเบิดและอันตราย เมื่อรวมกับตัวออกซิไดซ์
8. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide) ทำให้เกิดแผลไหม้เมื่อสัมผัสกับผิวหนังและเป็นอันตรายเมื่อรวมตัวกับของเหลวไวไฟ เนื่องจากจะเกิดการสลายตัวอย่างช้าๆ พร้อมปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมา
9. ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen Sulfide) ดัดไฟได้ เป็นก๊าซพิษมีกลิ่นเหม็นมาก ถ้าได้รับในปริมาณมากอาจทำให้ตายได้
10. ตัวออกซิไดซ์ (Oxidizers) สามารถทำปฏิกิริยารุนแรงกับผงโลหะ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัส สารประกอบอินทรีย์ที่เป็นผลละเอียด ของเหลวไฟ ให้ทำการทดลองในตู้ควัน และมีเครื่องกำบังสำหรับป้องกันอันตรายจากระเบิด

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าการใช้สารเคมีนั้น ผู้ใช้ควรศึกษาเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สารเคมี วิธีการใช้สารเคมีประเภทต่างๆ รวมถึงการศึกษาสัญลักษณ์ที่บอกถึงความเป็นอันตรายของสารเคมีแต่ละชนิดอย่างเข้าใจ เพื่อการปฏิบัติที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.4.3 การกำจัดสารเคมี

สารเคมีที่ต้องการกำจัดนั้น อาจจะเป็นสารเคมีที่เก็บไว้นานแล้ว และไม่ต้องการใช้อีก หรือสารเคมีที่หมดอายุการใช้งานหรือสารเคมีที่หกเลอะ โดยบังเอิญสารเคมีเหล่านั้นจัดเป็นของเสีย จำเป็นต้องมีการกำจัดอย่างถูกวิธี

#### 1.4.3.1 การแบ่งประเภทของสารเคมีที่เป็นของเสีย

แคธริน นันท์ทรภก (2542 : 27-28) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของสารเคมีที่เป็นของเสีย เพื่อการกำจัดนั้นจะแบ่งตาม Common Classes of Laboratory Chemistry สรุปได้ดังนี้

#### 1. กลุ่มสารอินทรีย์ (Organic Chemicals) มี 17 ชนิดดังนี้

- (A-1) ไฮโดรคาร์บอน
- (A-2) ฮาโลเจนเตตไฮโดรคาร์บอน
- (A-3) ฮาโลเจนเตตอื่นๆ
- (A-4) แอลกอฮอล์ และฟีนอล
- (A-5) อีเทอร์
- (A-6) ไทออล
- (A-7) ออกาโนซัลเฟอร์
- (A-8) คาร์บอกซิลิกแอซิด
- (A-9) คาร์บอนซิลิแอซิดอื่นๆ
- (A-10) กรดแอนไฮไดรด์ และกรดเฮไลด์
- (A-11) อนุพันธ์ของกรดอื่นๆ
- (A-12) อัลดีไฮด์ และคีโตน
- (A-13) เอมีน
- (A-14) เอ็น - ไนโตร
- (A-15) ไนโตร
- (A-16) ออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์
- (A-17) ลีและเมดิลี

#### 2. สารอนินทรีย์ (Inorganic Chemicals) มี 9 ชนิด

- (B-1) สารที่มีไอออนบวกและไอออนลบที่เป็นอันตราย
- (B-2) สารที่มีไอออนบวกที่อันตรายขึ้นกับแสง
- (B-3) สารที่มีไอออนลบที่อันตรายขึ้นกับแสง
- (B-4) โลหะ
- (B-5) เฮไลด์ และเอซิดเฮไลด์ของโลหะ
- (B-6) ไฮไดรด์ของโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (B-7) ฟอสฟอรัส
- (B-8) ฟอสฟอรัสออกไซด์
- (B-9) ไฮโดรเจน

3. สารออร์กาโนอินทรีย์ (Organo – Inorganic Chemicals) ออกาโนเมทัลลิก โลหะคาร์บอนิก ออกาโนเมอร์คิวรีและแคลเซียมคาร์ไบด์

4. สารที่ไม่มีฉลาก (Unlabelled Chemicals) ซึ่งพบมากในห้องทดลองที่ไม่ทราบว่าสารนั้นเป็นสารอะไร

5. สารที่เป็นก๊าซที่ไม่สามารถจำแนกได้ (Disposal of Leaking of Unidentified Gas Cylinder)

6. วัตถุระเบิด (Disposal of Explosive from Laboratory)

7. ของเสียจากสิ่งมีชีวิต (Disposal of Chemicals Waste from Life-Science Laboratory)

#### 1.4.3.2 วิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียประเภทสารอินทรีย์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช (2538ข : 165-182) และนราพร หาญจนวงศ์ (2542 : 41-51) ได้กล่าวถึงวิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียประเภท สารอินทรีย์ สรุปได้ดังนี้

##### 1. กรดและเบส

ใช้วิธีทำให้เป็นกลาง (Neutralization Method) ดังนี้

1. เมื่อของเสียที่จะกำจัดเป็นกรดแก่หรือเบสแก่ค่อยๆ เติมสารทั้งสองเข้าด้วยกัน ในปริมาณเล็กน้อย และคนตลอดเวลา จนกระทั่ง pH ประมาณ 7
2. ถ้ามีเกลือประเภทที่ละลายน้ำปนอยู่ ควรเติมน้ำเจือจางจนมีความเข้มข้นต่ำกว่า 5% จึงทิ้งไป
3. ในกรณีของเสียอยู่ในรูปสลัดจ์ ควรตกตะกอนก่อน

##### 2. ฟอสเฟต

ใช้วิธีทำให้ตกตะกอนในรูปแคลเซียม (Calcification Method) ดังนี้

1. การกำจัดฟอสเฟตควรใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์ เติมลงไปผสมให้เข้ากันและทิ้งไว้ 1 คืน
2. วิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตจากชั้นผิวของน้ำ หากพบควรเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ เพิ่มมากขึ้นอีก
3. ถ้ามีสารพิษที่เป็นอันตรายปนอยู่ ควรแยกวิธีกำจัด
4. ตะกอนที่แยกออกมาคือ แคลเซียมฟอสเฟต ถ้ายังมีสารที่เป็นอันตรายปนอยู่ ควรแยกวิธีกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ฟลูออไรด์

ใช้วิธีทำให้ตกตะกอนในรูปแคลเซียม (Calcification Method) ดังนี้

1. เติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ลงไป ปรับ pH คนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 1 คืน
2. วัดความเข้มข้นของฟลูออไรด์ หากไม่พบสารพิษ ทิ้งได้
3. ตะกอนที่แยกออกมาได้ คือ แคลเซียมฟลูออไรด์

### 4. ไซยาไนต์

ใช้วิธีออกซิเดชัน ด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Oxidation Decomposition Method of Hypochlorite) ดังนี้

1. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป เพื่อให้ pH มากกว่า 10
2. เติมสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ลงไปผสมให้เข้ากัน
3. ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วเติมกรดซัลฟูริกลงไปจน pH 8-9 จึงเติมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 6% ตั้งทิ้งไว้ 2-3 ชั่วโมง

4. ตรวจสอบว่าปฏิกิริยาเกิดอย่างสมบูรณ์แล้วด้วยเครื่องวัด pH
5. เมื่อปริมาณของไซยาไนต์ต่ำกว่ามาตรฐานจึงสามารถปล่อยทิ้งได้

### 5. เฮกซาวาเลนท์โครเมียม

ใช้ทำวิธีรีดักชัน ทำให้เป็นกลาง (Reduction-Neutralization Method) ดังนี้

1. ทำให้เจือจางลงจากเดิม 10-20 เท่า แล้วเติมกรดซัลฟูริก ให้มี pH ต่ำกว่า 3
2. เติมโซเดียมไบซัลไฟต์ลงไปเพื่อให้เกิดปฏิกิริยารีดักชัน สังเกตจากสีของสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีเขียว
3. ใช้กระดาษไดฟีนิลคาร์บาไซด์ ทดสอบดูว่า  $\text{Cr}^{6+}$  เป็น  $\text{Cr}^{3+}$  หมดหรือยัง
4. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10-30% คนตลอดเวลาแล้วปรับ pH จนกระทั่งโครเมียมไฮดรอกไซด์ ตกตะกอน
5. กรองตะกอนโซเดียมไฮดรอกไซด์
6. ของเหลวส่วนที่กรองได้ ถ้าไม่มีสารอื่นที่เป็นอันตรายอยู่ด้วย ให้ทิ้งได้ ถ้ามีเกลือในสารละลายมากกว่า 5% ควรทำให้เจือจางก่อน

### 6. โลหะหนักทั่วไป

ใช้วิธีทำให้เป็นกลางและตกตะกอน (Neutralization-Sedimentation Method) ดังนี้

1. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10-30% ลงไปเพื่อให้เป็นกลาง
2. ปล่อยให้ตกตะกอนทั้งคืนและกรอง
3. เจือจางของเหลวส่วนที่กรองได้จนกระทั่งมีความเข้มข้นของเกลือที่ละลายน้อยกว่า 5% จึงทำการทิ้ง แต่ถ้ามีสารอันตรายอื่นปนอยู่ต้องทำการกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสมก่อน

4. ส่วนที่เหลือจากการกรองให้กำจัดเช่นเดียวกับสลัดจ์

ใช้วิธีเฟอร์ไรท์-ตกตะกอนร่วม (Ferrite Co-Precipitation Method) ดังนี้

1. ปรับความเข้มข้นของโลหะให้อยู่ในช่วง 1000-1500 ppm
2. ละลายเฟอร์รัสซัลเฟตและทำให้ pH เป็น 1-3 และผสมให้เข้ากัน
3. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 20-30% ผสมให้เข้ากัน แล้วปรับ pH อย่างรวดเร็ว จนได้ pH เท่ากับ 10 เฟอร์รัสไฮดรอกไซด์ จะตกตะกอน
4. ควบคุมอุณหภูมิที่ 60-70 องศาเซลเซียส และ Aerate เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
5. กรองเอาตะกอนออก
6. สารละลายหลังจากกรองแล้ว ควรปรับ pH ให้เป็น 7 และตรวจสอบปริมาณโลหะหนัก หากต่ำกว่าค่ามาตรฐานทิ้งได้

ใช้วิธีการดูดซับด้วยคีเลตติ้งเรซิน (Chelating Resin Absorption Method) ดังนี้

1. น้ำเสียควรมีโลหะหนัก ต่ำกว่า 100 ppm
2. กรองแยกสารอินทรีย์ออก
3. ถ้าโลหะหนักมี  $Cr^{6+}$  และ EDTA ด้วยกำจัดขั้นต้นก่อน
4. ปรับ pH ตามชนิดของไอออนของโลหะหนักที่มีอยู่
5. หมุนเวียนของเสียผ่านหอกีเลตติ้งเรซิน จากส่วนบนหรือส่วนล่างของห่อ
6. ปรับ pH ให้เป็นกลางและตรวจดูว่ามีสารที่เป็นพิษเหลืออยู่หรือไม่ ถ้าไม่มีสารพิษเหลืออยู่จึงทิ้ง

7. เรซินที่ใช้ในกระบวนการ ควรนำไปใช้ใหม่ โดยกระบวนการรีเจนเนอเรชัน

7. პროთინირებ

ใช้วิธีทำให้ตกตะกอนด้วยซัลไฟด์ (Sedimentation Method for Sulfide) ดังนี้

1. เจือจางด้วยน้ำและปรับความเข้มข้นของไอออนของปรอทให้ต่ำกว่า 1%
2. ปรับ pH ให้ได้ 6-9
3. เติมสารละลายโซเดียมซัลไฟด์หรือโซเดียมไฮโครเจนซัลไฟด์ และคนให้เข้ากัน
4. เติมเฟอร์ริกคลอไรด์ลงไป เพื่อให้เกิดตะกอนร่วม
5. กรองเอาตะกอนออก และวัดความเข้มข้นของไอออนปรอทในสารละลายที่ผ่านการกรองแล้ว

8. პროთინირებ

ใช้วิธีกำจัดดังนี้

1. เติมกรดซัลฟูริกลงไปเล็กน้อย แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง

2. ทำการวัดจนแน่ใจว่าปรอทถูกออกซิไดซ์อย่างสมบูรณ์แล้ว โดยใช้ TOC meter
3. ขั้นตอนนี้ปรอทอินทรีย์จะถูกเปลี่ยนเป็นปรอทอนินทรีย์ ให้ใช้วิธีการกำจัด

แบบเดียวกับปรอทอนินทรีย์

#### 9. อาร์เซนิก

ใช้วิธีการกำจัดดังนี้

1. เติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ และปรับ pH ให้เป็น 9.5 ผสมให้เข้ากัน
2. เติมโคแอกกูแลนต์ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงและทิ้งไว้ 1 คืน
3. กรองเอาตะกอนออก
4. น้ำเสียที่กรองนำไปปรับ pH จนได้ 7-10 เติมด้วยแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน กำจัดตะกอนที่กรองได้เช่นเดียวกับสลัดจ์ที่มีอาร์เซนิก

#### 10. ตัวออกซิได์ และตัวรีดิวซ์

ใช้วิธีทำให้เป็นกลาง ออกซิเดชัน รีดักชัน (Oxidation-Reduction Neutralization Method)

1. ตรวจสอบดูว่ามีอันตรายของความร้อนหรือก๊าซเกิดขึ้น เมื่อทำการผสมตัวออกซิไดซ์กับตัวรีดิวซ์เข้าด้วยกัน โดยผสมทีละน้อยๆ
2. ปรับค่า pH จนเป็นกลาง
3. ตรวจสอบปริมาณเกลือไม่ควรเกิน 5% และสารเป็นพิษชนิดอื่น ถ้าไม่พบทิ้งได้
4. ถ้ามีตะกอนมาก ให้นำตะกอนไปกำจัดด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป

##### 1.4.3.3 วิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียประเภทสารอินทรีย์

นราพร หาญวงวงศ์ (2542 : 52) ได้กล่าวถึงวิธีการกำจัดสารอินทรีย์ไว้ดังนี้ ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์สามารถกำจัดโดยการเผาและทิ้งโดยไม่ต้องเก็บแยกใดๆ

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช (2538ข : 186-187) ได้กล่าวถึงวิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียประเภทสารอินทรีย์ไว้ สรุปได้ดังนี้

1. การขุดหลุมเผา โดยการขุดหลุมเส้นผ่าศูนย์กลาง 50-60 เซนติเมตร ที่บริเวณก้นหลุมบรรจุหินหรืออิฐ เติมน้ำมันก๊าดไปที่ก้นหลุมและจุดไฟ ผู้ปฏิบัติควรยืนบริเวณ เหนือลม โยนขวดใส่สารลงหลุม

2. การเผาบนกะทะเหล็ก ตั้งกะทะบนก้อนหินหรือก้อนอิฐใต้น้ำลงไปเล็กน้อย เพื่อให้กะทะร้อน เทสารอินทรีย์ลงไป โยนไม้ขีดไฟลงไป

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช (2538ข : 186-187) ได้กล่าวถึงวิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียประเภทก๊าซดังนี้ ก๊าซที่เป็นอันตรายที่เกิดในระหว่างการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ ควรตรวจสอบโดยความระมัดระวัง เนื่องจากก๊าซดังกล่าว นอกจากจะทำอันตรายต่อผู้ปฏิบัติการทดลองและยังเป็นอันตรายต่อผู้อื่น ซึ่งอยู่นอกห้องทดลองอีกด้วย วิธีการกำจัดมีดังนี้

1. การล้างด้วยน้ำ (Water Wash) ก๊าซส่วนใหญ่สามารถกำจัดโดยการผ่านลงไปในน้ำ เช่น กรดคลอโรซัลฟูริก และเมทานอล สามารถถูกย่อยได้ที่ pH2
2. การล้างด้วยกรด (Acid Wash) แอมโมเนียและไพรีดีน สามารถถูกกำจัดโดยผ่านลงในกรดซัลฟูริก
3. การล้างด้วยด่าง (Alkali Wash) ก๊าซที่มีสถานะเป็นกรด และฮาโลเจน สามารถเก็บใน alkali water เช่น HF HCl  $P_2O_5$
4. การบำบัดด้วยสารละลายด่าง (Alkali Solution Treatment) ใช้สำหรับ HCN และเมอร์เคปตัน
5. การบำบัดโดยโซเดียมโบรไซด์ไฟด์ ใช้สำหรับอัลดีไฮด์ เอซิดอัลดีไฮด์
6. การดักด้วยความเย็น (Cool Rope) ใช้สำหรับก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ ฟีนอล
7. การเผา (Burning Treatment) ใช้สำหรับก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์

#### 1.4.3.4 วิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียประเภทสารกัมมันตรังสี

นราพร หาญวงวงศ์ (2542 : 69-70) ได้กล่าวถึง วิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียประเภทสารกัมมันตรังสีไว้ สรุปได้ดังนี้

1. การฝังในระยะตื้น (Shallow Burial) เป็นการฝังในคูหรือในบ่อคอนกรีต หรือหลุม เป็นวิธีที่ถูกที่สุด ปริมาณของรังสีจะถูกกำจัดในบริเวณที่ฝัง บริเวณที่ฝังควรมีแหล่งน้ำใต้ดิน อยู่ในบริเวณก้นคูที่ใช้ฝังและพื้นที่ที่เป็นคูนั้น ต้องมีความสามารถให้น้ำซึมผ่านได้สูง เพื่อป้องกันการสะสมของน้ำฝนที่บริเวณก้นคู
2. การถมทะเล (Sea Dumping) การกำจัดของเสียโดยวิธีนี้ อเมริกานำมาใช้ตั้งแต่ปี 1946 พอลถึงปี 1970 พบการรั่วเนื่องจากการกักตัวของน้ำทะเล ทำให้สารกัมมันตรังสีถูกปล่อยออกมา และพบในปลา จึงล้มเลิกการกำจัดโดยวิธีนี้
3. การฝังในระดับลึก สำหรับสารกัมมันตรังสีที่ใช้เวลาสลายนาน โดยกินเวลาหลายแสนปีในการสลายตัว จะใช้วิธีการฝังในที่ลึกลงไป ซึ่งจะต้องคำนึงถึงสภาพภูมิศาสตร์ของบริเวณที่ฝัง โดยทั่วไปนิยมฝังในพื้นที่ดินบริเวณภูเขาไฟ เนื่องจากมีความคงทน ปราศจากน้ำผิวดิน และไม่เปลี่ยนแปลงในเวลาหลายพันปี ภาชนะที่ใส่ก็จะต้องมีความคงทนด้วย

#### 1.4.3.5 วิธีการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเสียประเภทสารก่อมะเร็ง

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 92-93) ได้กล่าวถึงวิธีการกำจัดสารเคมีประเภทสารก่อมะเร็ง สรุปได้ดังนี้

1. สารก่อมะเร็งที่ปนอยู่ในอากาศ อากาศที่ดูดออกจากตู้ควัน หรือห้องทดลองจะกรองด้วย HEPA (High Efficiency Particular Arrestor) หรือ Charcoal Filter ก่อนจะปล่อยออกไป แล้วนำ filter ที่ใช้แล้วใส่ถุงพลาสติก ปิดปากให้สนิทนำไปเผาในเตาเผา ในการเปลี่ยน filter ต้องใส่หน้ากาก ปิดปาก ปิดจมูก

2. ของเสียที่เป็นของแข็งได้แก่ ซากสัตว์ทดลอง เสื้อผ้า ถุงมือที่เป็นอันตรายก่อนจะทิ้งควรนำไปเผาในเตาเผา ส่วนภาชนะที่แตกก่อนทิ้งควรล้างก่อนด้วยตัวทำละลายที่สกัดสารนั้นออกได้ หรือทำลายสารก่อนทิ้งโดยวิธีทางเคมีก่อนจะทิ้งภาชนะ

3. ของเสียที่เป็นของเหลว ได้แก่ตัวทำละลายที่ใช้สกัดสารก่อนจะทิ้งของเหลวที่ผสมสารก่อนจะทิ้งจะใช้กับสัตว์ทดลอง ควรใส่ภาชนะที่ปิดสนิทและนำภาชนะนั้นไปเผา

#### 1.4.3.6 การกำจัดสารเคมีทั่วไป

พิชัย โคววิชัย และคณะ (ม.ป.ป : 121-123) ได้กล่าวถึง วิธีการต่างๆ ไปสำหรับการกำจัดสารเคมีไว้ดังนี้

1. การเผาซึ่งเป็นวิธีที่ดีและใช้กันมาก ควรจุดเป็นหลุมใหญ่และลึกแล้ว จึงนำเอาสิ่งที่ต้องการเผาไปไว้ในหลุมนี้ พร้อมทั้งเชื้อเพลิง เวลาจุดไฟก็ใช้วิธีต่อสายยาว ไปจุดในที่ไกลจากหลุมนี้และปลอดภัยพอ

2. การฝังเป็นวิธีที่ไม่ปลอดภัยนัก เพราะสารอาจจะสลายตัว ซึ่งจะมีผลต่อระบบนิเวศ เช่น น้ำฝน อาจชะล้างลงสู่บ่อน้ำ จะก่อให้เกิดอันตรายต่อไป

3. การทิ้งลงน้ำเป็นวิธีที่ใช้ต่อเมื่อสารที่จะทิ้งนั้นได้ตรวจสอบดูแล้วว่าไม่ทำให้เกิดอันตรายใดๆ เกิดขึ้น รวมทั้งจะไม่ก่อให้เกิดสารแขวนลอยอยู่ในน้ำด้วย

4. การเปลี่ยนเป็นสารที่ไม่มีอันตรายหรืออันตรายน้อยลงก่อนทิ้ง  
 สุชาติ ชินะจิตร (2520 : 11) กล่าวถึง หลักการทิ้งสารเคมีจากห้องปฏิบัติการสรุปได้ดังนี้

1. สารเคมีที่มีปริมาณไม่มากอาจทิ้งลงในท่อน้ำทิ้งได้ โดยให้เปิดน้ำตามมากๆ
2. สารเคมีที่ไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ เช่น อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม สารไวไฟ และสารอื่นๆ ที่จะให้ควันหรือเป็นพิษ ไม่ควรเทลงในท่อ ควรเก็บใส่ขวดแยกไว้
3. สารที่เป็นพิษควรเปลี่ยน ให้เป็นสารที่ไม่เป็นอันตรายก่อนทิ้ง
4. สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำรุนแรง เช่น โลหะโซเดียม ห้ามทิ้งลงในน้ำเป็นอันขาด
5. สารที่เป็นกรดหรือเบสไม่ควรทิ้งเกิน 500 มิลลิลิตร

ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์ และเปรมใจ อารีจิตรานุสรณ์ (2530 : 45-47) กล่าวถึง การกำจัดสารเคมีโดยวิธีต่างๆ ไปด้วยดังนี้

1. การกำจัดสารเคมีโดยการเทลงสู่ท่อระบายน้ำ (Sewer System) เหมาะกับสารเคมีที่ละลายน้ำได้ ไม่เป็นพิษและมีปริมาณน้อยๆ

2. การกำจัดสารเคมีโดยการเผา (Incineration) ใช้ได้กับสารเคมีที่เป็นของเหลวและของแข็ง หรือสารที่เป็นพิษตกค้างจากการเผาน้อย

3. การกำจัดสารเคมีโดยการฝังดิน (Land Fill) ใช้กับสารเคมีที่ไม่เป็นอันตราย ต่อสุขภาพ

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 153) ได้กล่าวถึงการทิ้งสารเคมีดังนี้

1. ต้องมีมาตรการที่เหมาะสมที่จะทิ้งสารเคมีที่ใช้แล้วหรือการกำจัดสารเคมีนั้น
2. ต้องรู้คุณสมบัติของสารปฏิบัติให้ถูกต้อง

### 1.5 วิธีการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมี

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539 : 15) ได้กล่าวถึงอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้สารเคมี พร้อมทั้งวิธีแก้ไข ซึ่งสรุปเป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

1. ไฟไหม้ เนื่องจากการปฏิบัติการทางเคมีในห้องปฏิบัติการนั้น บางครั้งจะต้องใช้ตะเกียง ดังนั้น จึงมีโอกาที่จะเกิดไฟไหม้ได้ จึงต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง และไม่ให้สารที่ติดไฟง่ายอยู่ใกล้ไฟ

วิธีแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ สิ่งแรกที่ต้องทำก็คือต้องรีบดับตะเกียงในห้องปฏิบัติการให้หมด แล้วนำสารที่ติดไฟง่ายออกจากห้องปฏิบัติการให้ห่างที่สุด เพื่อไม่ให้สารเหล่านั้นเป็นเชื้อเพลิงได้ ในกรณีที่เกิดไฟไหม้เล็กน้อย จะดับไฟที่เกิดนี้โดยใช้ผ้าเช็ดตัวที่เปียกคลุม แต่ถ้าหากไฟลุกลามออกไปจะต้องใช้เครื่องดับเพลิงเข้าช่วยทันที

2. สารเคมีถูกผิวหนัง เราทราบแล้วว่า สารเคมีทุกชนิดมีอันตรายมากน้อยแตกต่างกัน บางชนิดมีฤทธิ์กัดกร่อนต่อสิ่งของและเนื้อเยื่อเป็นอันตรายต่อผิวหนัง บางชนิดให้ไอระเหยที่เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ บางชนิดไวไฟเป็นพิษหรือระเบิดได้ บางชนิดสามารถซึมผ่านเข้าไปในผิวหนัง ทำให้เกิดอันตรายได้มากมาย ด้วยเหตุนี้ผู้ทดลองจึงไม่ควรให้สารเคมีถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า

วิธีแก้ไข ถ้าทราบว่าถูกสารเคมีไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตามต้องรีบล้างบริเวณนั้นทันทีด้วยน้ำมากๆ เพื่อไม่ให้สารเคมีมีโอกาสทำลายเซลล์ผิวหนังหรือซึมเข้าไปในผิวหนังได้

3. สารเคมีเข้าตา ขณะทำการทดลองหากก้มหรือมองใกล้มากเกินไป อาจทำให้ไอของสารเข้าตา หรือสารกระเด็นถูกตาได้

วิธีแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมีเข้าตาก็คือ จะต้องล้างตาทันทีด้วยน้ำอุ่นจำนวนมากๆ พยายามลืมตาและกรอกตาในน้ำนานๆ ถ้าสารเคมีที่เป็นด่างเข้าตา เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ แอมโมเนีย ฯลฯ จะเป็นอันตรายต่อตามากกว่ากรด จะต้องรีบล้างตาด้วยสารละลายกรดบอริก (Boric Acid) ที่เจือจาง ในกรณีที่กรดเข้าตาให้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เจือจาง

4. การสูดไอหรือก๊าซพิษ เมื่อสูดไอของสารเคมี หรือก๊าซพิษ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการทดลอง หรือสารที่ใช้ในการทดลองก็ตาม ปกติจะมีอาการต่างๆ เกิดขึ้น เช่น วิงเวียน คลื่นไส้ หายใจขัด ปวดศีรษะ ฯลฯ ซึ่งแล้วแต่พิษของสารเคมีนั้นๆ หากไอนั้นกัดเนื้อเยื่อ ก็จะทำให้ระคายต่อระบบหายใจด้วย

วิธีแก้ไขก็คือ เมื่อทราบว่าสูดไอของสารเคมี จะต้องรีบออกไปจากที่นั้นและไปอยู่ในที่มีอากาศบริสุทธิ์ หากพบว่าผู้หายใจเอาก๊าซพิษเข้าไปมากจนหมดสติหรือช่วยตัวเองไม่ได้ จะต้องรีบนำออกจากที่นั้นทันที ซึ่งผู้เข้าไปช่วยต้องใส่หน้ากากป้องกันก๊าซพิษ หรือใช้เครื่องช่วยหายใจ

5. การกลืนกินสารเคมี เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างผู้ทดลองใช้ปากดูด สารเคมีอาจพรวดเข้าปากได้ หากสารเคมีนั้นเป็นสารพิษ ก็ย่อมจะเกิดอันตรายต่อผู้ทดลอง

วิธีแก้ไข เมื่อกลืนกินสารเคมีเข้าไปก็คือ จะต้องรีบล้างปากให้สะอาดเป็นอันดับแรก และต้องรีบให้รู้ว่ากลืนสารอะไรลงไป ต่อจากนั้นก็ให้ดื่มน้ำหรือนมมากๆ เพื่อทำให้พิษเจือจางแล้วทำให้อาเจียนโดยใช้นิ้วกดโคนลิ้นหรือกรอกไข่ขาวปλύยให้อาเจียนจนกว่าจะมีน้ำใสๆ ออกมา

## 1.6 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

### 1.6.1 ลักษณะของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ธงชัย ชิวปรีชา (2526 : 134-147) ได้กล่าวถึงลักษณะของห้องปฏิบัติการไว้ดังนี้

1. จำนวนห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการไม่สามารถใช้ต่อเนื่องได้ตลอดเวลา เหมือนกับห้องเรียนทั่วไป ควรมีเวลาสำหรับการจัดเตรียมปฏิบัติการใหม่ เพื่อใช้สำหรับนักเรียนกลุ่มต่อไป
2. ขนาดและตำแหน่งของห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการควรมีพื้นที่ประมาณ 120 -150 ตารางเมตร จึงจะปลอดภัยจากอุบัติเหตุและควรตั้งในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง ห้องเก็บสารเคมีอันตรายควรอยู่ในอาคารเดียวกัน เพื่อสะดวกในการดูแลรักษา และนำสารเคมีอันตรายไปใช้

3. มีบริเวณสำหรับทำกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิทยาศาสตร์

4. ภารกิจที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้แก่ โต๊ะทำการทดลอง โต๊ะสถิติการทดลอง ตู้และชั้นสำหรับใส่อุปกรณ์และสารเคมีอันตรายและอื่นๆ

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 43-48) ได้กล่าวถึงลักษณะของห้องปฏิบัติการสรุปได้ดังนี้

1. วัสดุก่อสร้างควรใช้วัสดุทนไฟ กระจกหน้าต่างที่แตกส่องเป็นกระจกตัดแสงผนังเพดาน และพื้นห้องควรทำด้วยวัสดุเรียบ ไม่ดูดซึมน้ำ ไม่ลื่น ประตูห้องควรมีช่องกระจกให้มองเห็นภายในห้องได้ชัดเจน

2. การจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงาน ควรแยกส่วนที่เป็นห้องทดลองกับส่วนที่เก็บสารเคมีกับวัสดุอุปกรณ์ออกจากกัน ส่วนที่เป็นการทดลองควรจัดโดยหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากการทดลองต่างประเภทกัน ห้องปฏิบัติการทั่วไปควรอยู่ในลักษณะมีทางออกได้ 2 ทาง

3. ขนาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทำงานการปฏิบัติงานในที่คับแคบมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย FAO แนะนำขนาดห้องอย่างต่ำ 10 x 5.5 เมตร สำหรับปฏิบัติงาน 8 คน ในการวิเคราะห์ทางอาหาร โดยไม่รวมพื้นที่สำหรับเครื่องมือวิเคราะห์

4. โตะปฏิบัติการ การวางโตะปฏิบัติการทำได้ 3 แบบ คือ ซิดตามความยาวของผนัง กลางห้อง และยื่นจากผนัง การวางในลักษณะใดขึ้นอยู่กับกิจกรรมและอุปกรณ์ที่ใช้ที่สำคัญ คือ ควรวางในลักษณะไม่ปิดทางออก โตะปฏิบัติการ ไม่ควรมีชั้นวางสาร

5. อุณหภูมิห้องและระบบระบายอากาศ การทดลองบางอย่างต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ การออกแบบให้อากาศระบายทางเดียวจะลดการปนเปื้อนจากห้องตรงข้ามได้

6. ระบบน้ำดื่ม น้ำใช้ ควรแยกออกจากกันหรือมีอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับ สายยาง ที่ต่อกับเครื่องมือควรเป็นชนิดใส เพื่อให้เห็นว่ามีน้ำไหลเวียน

7. ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง ต้องเพียงพอทุกคนในห้องสายไฟสำหรับแสงสว่าง และระบบ ปรับอากาศและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ควรแยกออกจากกัน มีสายดิน มีระบบตัดไฟอัตโนมัติ และควรมีเครื่องสำรองไฟสำหรับเครื่องมือด้วย

8. ระบบสูญญากาศ ควรต่อผ่าน HEPA filter และ liquid trap เพื่อป้องกัน เชื้อโรค และ สารที่มีอาจจะเข้ามา หากเป็นงานเกี่ยวข้องกับสารก่อมะเร็ง ควรแยกระบบออกจากกัน

9. ระบบกำจัดของเสีย น้ำทิ้งจากการทดลองต้องผ่านระบบกำจัดของเสีย ก่อนปล่อยสู่ สาธารณะ ท่อน้ำทิ้งควรเป็นวัสดุทนกรด เบส ทนตัวทำละลาย และไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น

Sund and Trowbridge (1976 : 226 – 229) ได้กล่าวถึงลักษณะของห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ต้องมีพื้นที่ให้นักเรียน 34 – 45 ตารางฟุต หรือมากกว่านั้น ต่อนักเรียน 1 คน
2. ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมบริเวณ โรงเรียน แหล่งของที่ตั้งของห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ สาขาต่างๆ ต้องสัมพันธ์กัน มีห้องพัสดุ พื้นที่กลางแจ้ง แสงสว่าง
3. จำนวนห้องและการใช้ประโยชน์ ห้องเปิดตลอดและนักเรียนสามารถเข้าใช้ได้
4. ต้องคำนึงถึงพื้นที่หน้าห้อง โคมไฟให้แสงสว่าง การระบายอากาศ ท่อประปา อ่างน้ำ สายไฟ ปลั๊กไฟ สำหรับนักเรียนให้เพียงพอ
5. ห้องเรียนต้องจัดให้น่าสนใจและดึงดูดความสนใจ
6. นักเรียนได้รับความสะดวกในการใช้วัสดุและมีจำนวนเพียงพอ
7. มีห้องสำหรับสร้างและซ่อมแซมอุปกรณ์
2. การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย

อุปกรณ์ทดลองที่ใช้ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะทำจากวัสดุที่เป็นแก้ว ซึ่งมีโอกาส แตกหักได้ง่าย และอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ทดลองขึ้นได้ นอกจากนี้อุปกรณ์ทดลองบางประเภท จะเป็นเครื่องไฟฟ้า ถ้าผู้ทดลองไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์เครื่องไฟฟ้าดีพอ ก็อาจก่อให้เกิด อันตรายแก่ผู้ทดลองได้เช่นกัน ดังนั้นผู้ทดลองจึงจะต้องมีความรู้ในการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่าง ปลอดภัยในด้านต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1 การป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

ธงชัย ชิวปรีชา และ ปรีชาญ เดชศรี (2528 : 36-37) ได้กล่าวถึง อันตรายและข้อปฏิบัติ ในการป้องกันอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องไฟฟ้า ดังนี้

### 2.1.1 การป้องกันอันตรายจากการใช้เครื่องแก้ว

ในห้องปฏิบัติการจะมีอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำด้วยแก้วอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเครื่องแก้ว เหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุ การใช้เครื่องแก้วจำเป็นต้องใช้อย่างถูกวิธีและระมัดระวัง

ข้อปฏิบัติโดยทั่วไปเกี่ยวกับการใช้เครื่องแก้วมีดังนี้

1. การถือหลอดแก้วหรือแท่งแก้วต้องถือให้หลอดแก้วหรือแท่งแก้วอยู่ในแนวตั้งเสมอ เพื่อป้องกันการหักหรือชนกับสิ่งต่างๆ
2. ควรสวมแว่นตานิรภัย เมื่อทำงานที่ต้องใช้เครื่องแก้วเพื่อป้องกันเศษแก้วกระเด็นเข้าตา หากแตกหรือระเบิด
3. ป้องกันมือด้วยผ้าหรือถุงมือเมื่อจะตัดแก้ว
4. อย่าวางเครื่องแก้วไว้ใกล้ของโต๊ะ เพื่อป้องกันการตกหล่น
5. อย่าเก็บเศษแก้วที่แตกแล้วด้วยมือเปล่า
6. การใส่หรือถอดหลอดแก้วออกจากจุกควรใช้น้ำ หรือกลีเซอรินหยดลงไปเพื่อหล่อลื่น และใช้ผ้าจับหลอดแก้วหมุนไปมา ถ้าถอดไม่ออกให้ใช้มีดกรีดจุก
7. อย่าใช้เครื่องแก้วที่มีรอยร้าว
8. แก้วที่เผาจนร้อนแดง ต้องวางไว้หลายนาทีจึงจะจับได้ แก้วที่นำออกมาจากไฟใหม่ๆ แม้จะมองดูเหมือนไม่ร้อน แต่จะต้องมีความร้อนอยู่มาก เพราะแก้วคายความร้อนได้ช้า ควรวางแก้วที่เผาแล้วบนวัสดุทนไฟ อย่าวางบนพื้นโต๊ะเพราะจะทำให้พื้นใหม่เกรียมได้

### 2.1.2 การป้องกันอันตรายจากการใช้เครื่องไฟฟ้า

ไฟฟ้าเป็นแหล่งอันตรายอีกแหล่งหนึ่งในห้องปฏิบัติการ ถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งสวิตช์อัตโนมัติป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร สำหรับข้อควรระวังในการใช้ไฟฟ้ามีดังนี้คือ

1. จะต้องระมัดระวังในการต่อวงจร และก่อนผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในวงจรต้องตรวจให้แน่ใจก่อนว่าได้ต่อวงจรไว้ถูกต้องแล้ว
2. การเคลื่อนย้ายหรือปรับเปลี่ยนเครื่องไฟฟ้าทุกชนิดต้องตัดวงจรไฟฟ้าหรือดึงปลั๊กไฟออกก่อน
3. ต้องระวังไม่ให้น้ำหรือท่อ น้ำไปสัมผัสกับปลั๊กหรือสวิตช์ไฟฟ้า
4. อย่าใช้สิ่งอื่นนอกจากปลั๊กไฟฟ้าเสียบเข้าในเต้ารับ
5. ก่อนเสียบปลั๊กทุกครั้งต้องปิดสวิตช์ก่อน และในการใช้เครื่องขยายทางไฟฟ้าทุกชนิด

เอกสารก่อนเปิดและปิดเครื่องต้องลดการขยายจนต่ำสุดทุกครั้ง ทำนั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 การแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

ชงชัย ชิวปรีชา และ ปรีชาญู เศษศรี (2528 : 40-41) ได้กล่าวถึง วิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ถ้าเศษแก้วเข้าตาต้องนำผู้บาดเจ็บส่งโรงพยาบาลทันที อย่าพยายามเอาเศษแก้วออกจากดวงตาด้วยตนเอง

2. การล้างบาดแผล บาดแผลที่เกิดจากของมีคม ถ้าเป็นบาดแผลเล็กน้อยให้ทำความสะอาดบาดแผลพร้อมทั้งเอาสิ่งที่มีติดอยู่ในบาดแผลออกก่อน แล้วปิดแผลด้วยผ้าพันแผลที่ฆ่าเชื้อโรคแล้วในกรณีที่บาดแผลใหญ่ และลึกให้นำส่งโรงพยาบาลทันที

3. การช่วยเหลือคนที่ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า สิ่งแรกที่ต้องทำด้วยความรอบคอบและรวดเร็ว โดยที่ผู้ช่วยเหลือไม่ประสบอันตรายไปด้วย คือ ถอดปลั๊กหรือตัดวงจรไฟฟ้า หรือใช้ฉนวน เช่น ผ้าแห้ง ไม้แห้ง หรือเชือกแห้ง เขี่ย ผลัก หรือจูด ให้ผู้ที่ได้รับอันตรายออกจากแหล่งกระแสไฟฟ้าหรือเชี่ยสายไฟให้หลุดออกไปจากตัวผู้บาดเจ็บ ห้ามใช้มือเปล่า และต้องตัวผู้กำลัง ได้รับอันตรายจากกระแสไฟฟ้า

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539 : 15) ได้กล่าวถึงวิธีแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากแก้วบาดไว้ดังนี้ เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์จำพวกเครื่องแก้ว ซึ่งแตกได้ง่าย ถ้าอุปกรณ์เหล่านี้แตก ผู้ทดลองอาจถูกแก้วบาดได้ การเทียบหลอดแก้ว หรือเทอร์โมมิเตอร์ ลงในจุกยาง ถ้าหลอดแก้วหัก อาจจะมีคมแทงมือได้เช่นเดียวกัน จึงเห็นได้ว่า อันตรายที่เกิดจากแก้วบาดนั้นมีได้มาก ผู้ทดลองจะต้องระมัดระวังไม่ให้อุปกรณ์พวกแก้วแตกหรือหัก หากพบควรรีบเก็บกวาดโดยเร็ว เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้น

วิธีแก้ไข เมื่อเกิดอุบัติเหตุแก้วบาด ก็คือ ต้องทำการห้ามเลือดโดยเร็ว โดยใช้นิ้วมือ หรือผ้าที่สะอาดกดลงบนแผล ถ้าเลือดยังออกมากให้ยกส่วนที่เลือดออกสูงกว่าส่วนอื่นๆ ของร่างกาย แล้วห้ามเลือดโดยใช้ผ้าหรือเชือกรัดระหว่างแผลกับหัวใจ แต่ต้องคลายออกเป็นครั้งคราว จนเลือดหยุดไหล แล้วทำความสะอาดแผลด้วยแอลกอฮอล์ ใส่ยา ปิดแผล ถ้าหากแผลใหญ่จะลึกลงไปหาแพทย์

## 3. เทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2528 : 1-18) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการปฏิบัติการวิชาเคมีไว้ว่า การทดลองเคมีนักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้เทคนิคหลายประการเพื่อให้สามารถใช้เทคนิคในการทดลองได้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับโอกาส ซึ่งจะช่วยให้ผลการทดลองถูกต้องและมีข้อผิดพลาดในการทดลองน้อยที่สุด เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการเคมีและที่เป็นพื้นฐานสำคัญ ได้แก่

### 1. การใช้อุปกรณ์วัดปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารเพื่อการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การถ่ายเทสารเคมี
4. การใช้เทอร์โมมิเตอร์
5. การคมกลั่นสาร
6. การให้ความร้อน
7. การใช้จุกยาง
8. การแยกและทำให้สารบริสุทธิ์
9. การหาจุดหลอมเหลวและจุดเดือด
10. การเตรียมก๊าซและการเก็บก๊าซ
11. การไทเทรต
12. การทำความสะอาดเครื่องแก้ว
13. การทำโครมาโตกราฟี

ทบวงมหาวิทยาลัย (2524 : 134 – 136) ได้เสนอแนะถึงประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการมีเทคนิคในการปฏิบัติการทดลอง สรุปว่า การมีเทคนิคการปฏิบัติการทดลองจะทำให้เกิดประโยชน์ดังนี้

1. มีความปลอดภัยเนื่องจากการใช้วัสดุต่างๆ ในห้องปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องเรียนรู้ถึงวิธีการใช้อย่างถูกต้องและมีทักษะ ซึ่งจะช่วยให้ตนเองและผู้อื่นปลอดภัยจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากปฏิบัติการทดลอง

2. ความมีประสิทธิภาพในการทดลอง การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมและถูกต้อง จะทำให้การทดลองดำเนินไปด้วยดี รวดเร็ว และแม่นยำ แต่ถ้าเลือกอุปกรณ์ที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม และไม่มีเทคนิคในการใช้ จะทำให้ผลการทดลองผิดพลาดมาก

3. ผลทางเศรษฐกิจ การมีเทคนิคในการทดลองจะช่วยประหยัดงบประมาณในการซื้ออุปกรณ์และสารเคมี เพราะเครื่องมือบางชิ้นและสารเคมีบางชนิดมีราคาแพงมาก การใช้ไม่ถูกวิธี นอกจากจะก่อให้เกิดอันตรายแล้ว อาจทำให้เครื่องมือชำรุดเสียหายใช้การไม่ได้ ต้องจัดซื้อใหม่ ทำให้เสียงบประมาณไป

นอกจากนั้น ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2539 : 55-100) ได้กล่าวว่า ในการทดลองทางเคมี จะต้องใช้อุปกรณ์พื้นฐานหลายชนิด เช่น เครื่องชั่ง เติชเคเตอร์ บิวเรตต์ เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ การเรียนรู้เทคนิคต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ การทดลองจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะช่วยให้การทดลองได้ผลถูกต้องแล้วและคุ้มค่าแล้ว ยังช่วยลดอันตรายจากอุบัติเหตุได้อีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งเทคนิคที่จำเป็นต้องรู้ในการศึกษาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มีดังนี้

1. เทคนิคการนำสารที่เป็นของแข็งออกจากขวด
2. เทคนิคการเทของเหลวหรือสารละลายออกจากขวด
3. เทคนิคการเทของเหลวหรือสารละลายออกจากบีกเกอร์หรือภาชนะอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารเทคนิคการเทสารละลายออกจากปิเปตศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เทคนิคการเข้าหลอดทดลอง
6. เทคนิคการเตรียมและผสมสารละลาย
7. เทคนิคการไทเทรต
8. เทคนิคการอ่านปริมาตรของของเหลว
9. เทคนิคการเลือกตัวทำละลายในสารละลาย
10. เทคนิคการต้มของเหลวหรือสารละลาย
11. เทคนิคการกลั่นอย่างง่าย
12. เทคนิคเกี่ยวกับการกรอง
13. เทคนิคการหาจุดเดือดของของเหลว
14. เทคนิคการระเหยของเหลวหรือสารละลาย
15. เทคนิคการเตรียมและการผสมสารในหลอดทดลอง

#### 2.4.3 การวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

การวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการจะนำเสนอในเรื่อง

ต่อไปนี้

##### 2.4.3.1 ความหมายของความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

จากความหมายของความรู้และความปลอดภัยในข้างต้นสามารถสรุปเป็นความหมายของความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ได้ดังนี้

ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายข้อเท็จจริงหรือหลักการเบื้องต้น เกี่ยวกับการป้องกันและการแก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีการต่างๆ เพื่อให้รอดพ้นจากอันตรายหรือการบาดเจ็บ

##### 2.4.3.2 ประเภทและลักษณะของแบบวัดความรู้หรือแบบทดสอบ

วิเชียร เกตุสิงห์ (2520 : 23 – 32) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบ ได้ดังนี้

###### 1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด แบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1.1 ฉบับทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ที่เด็กได้รับการเรียนรู้มาในอดีต

1.2 แบบทดสอบความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพสมองของคนที่แต่ละคนจะสามารถเรียนไปได้ไกลเพียงใด

1.3 แบบทดสอบบุคลิก – สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดบุคลิกภาพ และการปรับตัวให้เข้ากับสังคม

## 2. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

### 2.1 แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบ

ที่กำหนดปัญหาหรือกำหนดคำถามให้ โดยให้ผู้สอบเขียนคำตอบยาวๆ ผู้สอบมีความรู้ในปัญหา มากน้อยเท่าไรก็เขียนออกมาให้หมดได้ ภายในเวลาที่กำหนดให้ การใช้ภาษาในการเขียนตอบ ก็แล้วแต่ผู้สอบจะถนัด ข้อสอบประเภทนี้เหมาะสำหรับวัดหลายๆ ด้านในแต่ละข้อ เช่น วัดความสามารถในการใช้ภาษา ความคิด การแสดงออกทางอารมณ์ ทักษะคิด เป็นต้น

### 2.2 แบบปรนัย หรือแบบให้ตอบสั้น หมายถึง แบบทดสอบ

ที่กำหนดให้ตอบสั้นๆ หรือแบบกำหนดคำตอบให้เลือก ได้แก่

#### 1. แบบถูก – ผิด แบบสอบประเภทนี้เหมาะที่จะใช้วัด

ความจำเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง

2. แบบเติมคำ เป็นแบบสอบที่มุ่งให้ผู้ตอบเติมคำวลี หรือ ประโยคที่ถูกต้องต่อจากข้อความที่ได้เขียนค้างไว้ เพื่อให้เป็นข้อความที่ครบถ้วนและตรงตาม ข้อเท็จจริง

3. แบบจับคู่ เป็นแบบสอบที่เหมาะสมจะใช้วัดในระดับ การเรียนรู้ขั้นต้น และวัดความรู้เกี่ยวกับความหมายของคำจำกัดความต่างๆ ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ

4. แบบเลือกตอบ เป็นแบบสอบที่มีหลายตัวเลือก นิยมใช้ กันมากในปัจจุบัน เพราะเป็นแบบสอบที่สามารถจำแนกระดับความรู้ต่างๆ ได้ดีกว่าแบบอื่นๆ สามารถใช้วัดระดับการเรียนรู้ในขั้นสูง โครงสร้างของข้อสอบแบบนี้มีสองส่วน ส่วนแรกเป็น คำถามนำ ซึ่งเป็นคำถามหลักของแต่ละข้อ ส่วนที่สองจะเป็นตัวเลือก ซึ่งจะประกอบด้วยคำตอบที่ ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว ที่เหลือจะเป็นตัวลวง ซึ่งตัวเลือกอาจจะมีตั้งแต่ 2 ข้อถึง 5 ข้อก็ได้

## 3. แบ่งตามลักษณะการกระทำหรือการตอบ แบ่งได้เป็น

### 3.1 แบ่งให้ลงมือทำ หมายถึง ข้อสอบภาคปฏิบัติ

3.2 แบบให้เขียนตอบ หมายถึง การสอบที่ต้องใช้การเขียนตอบ ทั้งหมด ต้องใช้กระดาษและดินสอหรือปากกาเป็นเครื่องมือสำคัญ

3.3 แบบสอบปากเปล่า หมายถึง การถามตอบแบบปากเปล่า โดยมีการโต้ตอบกันทางคำพูด แทนที่จะใช้การเขียนตอบ

## 4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ทำตอบ แบ่งได้ดังนี้

4.1 แบบให้ใช้ความเร็ว หมายถึง การสอบที่มีข้อสอบหลายๆ แต่ให้เวลาตอบน้อยๆ จะใช้วัดทักษะในด้านใดด้านหนึ่ง

4.2 แบบทดสอบแบบให้เวลามากๆ ข้อสอบแบบนี้ส่วนใหญ่เป็นข้อสอบที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในเรื่องที่กำหนดให้ว่ามีอยู่มากเพียงใด และสามารถที่จะแสดงออกมาได้ดีเพียงใด โดยกำหนดเวลาให้ทำตอบนานๆ เช่น ภาคนิพนธ์

#### 5. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งได้เป็น

5.1 แบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาทดสอบเพื่อหาข้อบกพร่อง หรือหาจุดอ่อนในการเรียนแต่ละวิชาของนักเรียนเป็นเรื่องๆ

5.2 แบบทดสอบเพื่อการทำนาย แบบทดสอบแบบนี้ต้องอาศัยการวิจัยค้นคว้ากันมาก่อนจึงได้มา ต้องอาศัยผลการวิจัยมาช่วยในการทำนาย มีประโยชน์ในการสอบคัดเลือก ส่วนใหญ่ใช้วัดความถนัดในการเรียน

#### ลักษณะของแบบทดสอบที่ดี

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ซึ่งแบบได้เป็น

1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) คือข้อสอบที่มีคำถามสอดคล้องตรงตามเนื้อหาในหลักสูตร

1.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) คือ ลักษณะของข้อสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ตรงตามที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตร

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้แน่นอน ไม่เปลี่ยนแปลงไปเปลี่ยนมา การวัดครั้งแรกเป็นอย่างไร เมื่อวัดซ้ำอีกครั้งหนึ่งหรือหลายๆ ครั้ง ผลการวัดก็ยังคงเหมือนเดิม

3. อำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ลักษณะของแบบทดสอบที่สามารถจะแยกหรือจำแนกเด็ก เก่ง-อ่อนได้

4. ความเป็นปรนัย (Objectivity) ข้อสอบที่จะมีความเป็นปรนัยได้จะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

4.1 มีความชัดเจนในความหมายของคำถาม

4.2 มีความคงที่ในการตรวจให้คะแนน

4.3 มีความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน

ข้อสอบใดมีลักษณะหรือคุณสมบัติครบ 3 ประการดังกล่าว จึงจะเรียกได้ว่าข้อสอบนั้นมีความเป็นปรนัย ส่วนที่เรียกว่า “ข้อสอบแบบปรนัย” นั้นเป็นลักษณะของการสร้างข้อสอบที่พยายามจะให้ข้อสอบมีความเป็นปรนัย ส่วนข้อสอบแบบบรรยายหรือแบบ “อัตนัย” ถ้าสามารถทำให้มีคุณสมบัติครบ 3 ประการ ก็ถือว่าข้อสอบนั้นมีความเป็นปรนัยได้เช่นกัน

5. ความมีประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง ลักษณะข้อสอบที่มีคุณสมบัติที่แสดงถึงการประหยัดเศรษฐกิจ เช่น ลงทุนน้อย มีราคาถูก ง่ายในการดำเนินการสอบ พิมพ์ชัดเจน อ่านง่าย มีเนื้อหามาก แต่ใช้เวลาสอบน้อย เป็นต้น

6. การวัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) หมายถึง ลักษณะของข้อสอบที่ถามครอบคลุมพฤติกรรมหลายๆ ด้าน

ข้อสอบโดยทั่วไปควรจะให้มีคุณลักษณะทั้ง 6 ประการ จึงจะถือได้ว่าเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพดี ซึ่งคุณลักษณะดังกล่าวถือเป็นหัวใจสำคัญในการพิจารณาข้อสอบ

2.4.3.3 แบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จะมีลักษณะเหมือนกับความรู้ทั่วไป ดังนั้น การสร้างแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ จึงสามารถสร้างลักษณะเดียวกันกับการสร้างแบบวัดความรู้ทั่วไป ตามที่ได้กล่าวไว้แล้ว แต่แบบวัดความรู้ที่นิยมกันมาก ก็คือแบบปรนัย เพราะสามารถวัดได้ครอบคลุมรวมทั้งประหยัดเวลา และแรงงานในการตรวจให้คะแนน แบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยแบบปรนัย สามารถสร้างได้หลายลักษณะ เช่น เป็นแบบชนิดเลือกตอบ 4 หรือ 5 ตัวเลือก แบบชนิดจับคู่ หรือแบบถูก - ผิด สำหรับแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยที่มีปรากฏอยู่เป็นแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่ง สุภวรรณ ดันตยานนท์ (2527 : 1) ได้สร้างไว้เป็นลักษณะดังนี้

แบบวัดแต่ละข้อจะมีข้อความเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีหลายข้อความ ซึ่งเป็นข้อความที่ถูกต้องทั้งหมด ส่วนทางด้านขวามือจะเป็นช่องของความคิดเห็นของผู้ตอบ ซึ่งมี 3 ช่อง คือ ถูก ผิด และไม่เกี่ยวข้อง การให้คะแนนในแต่ละข้อความกำหนดไว้ดังนี้

ถ้าทำเครื่องหมายในช่อง “ถูก” หมายความว่า ผู้ตอบมีความรู้ที่ถูกต้องจะให้ +1 คะแนน

ถ้าทำเครื่องหมายในช่อง “ผิด” หมายความว่า ผู้ตอบมีความรู้ที่ผิดจะให้ -1 คะแนน

ถ้าทำเครื่องหมายในช่อง “ไม่เกี่ยวข้อง” หมายความว่า ผู้ตอบนั้นไม่เคยเกี่ยวข้องกับข้อความนั้นๆ หรือผู้ตอบไม่มีคำตอบสำหรับข้อความนั้นๆ จะให้ 0 คะแนน

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่าง แบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้สารเคมีในโรงงาน  
อุตสาหกรรม (สุภวรรณ ดันตยานนท์. 2527 : 1)

	ถูก	ผิด	ไม่เกี่ยว
1. การปฏิบัติต่อสารเคมีที่เป็นก๊าซ			
1.1 ดึงก๊าซทุกถัง ได้จัดตั้งไว้อย่างปลอดภัย เพื่อป้องกันการล้ม			
1.2 บริเวณที่ตั้งถังก๊าซอยู่ห่างไกลจากความร้อน เปลวไฟ หรือประกายไฟต่างๆ			
1.3 บริเวณที่ตั้งถังก๊าซ อยู่ห่างจากสารที่ไวไฟมากๆ			
1.4 ก๊าซพิษ และก๊าซไวไฟ ไม่ได้เก็บไว้ในห้องใต้ดิน			

#### 2.4.4 แนวความคิดเกี่ยวกับพฤติกรรม

##### 2.4.4.1 ความหมายของพฤติกรรม

เกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ ได้มีผู้ทำการศึกษาและให้ความหมายของคำว่าพฤติกรรมไว้พอสรุปได้ดังนี้

โสภณ ชูพิทูลชัย (2521 : 2) ให้คำจำกัดความ พฤติกรรมว่า หมายถึง การกระทำกิจกรรมต่างๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตและบุคคลอื่น สามารถสังเกตได้ และใช้เครื่องมือทดสอบได้ เช่น การหัวเราะ การร้องไห้ การกิน การเล่น การนอน ฯลฯ

ชัยพร วิชชาวุธ (2523 : 1) ให้คำจำกัดความ พฤติกรรมว่า หมายถึง การกระทำของมนุษย์ไม่ว่าการกระทำนั้น ผู้กระทำจะทำโดยรู้ตัวหรือไม่รู้ตัว และไม่ว่าคนอื่นจะสังเกตการกระทำนั้นได้หรือไม่ก็ตาม

ชุกดา จิตพิทักษ์ (2525 : 2) กล่าวว่า พฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคลนั้น ไม่รวมเฉพาะสิ่งที่แสดงปรากฏออกมาภายนอกเท่านั้น แต่ยังรวมถึงสิ่งที่อยู่ภายในของบุคคล ซึ่งคนภายนอกไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง เช่น คุณค่าที่เขายึดถือเป็นหลักในการประเมินสิ่งต่างๆ ทศนคติหรือเจตคติที่เขามีต่อสิ่งต่างๆ ความคิดเห็น ความเชื่อต่าง ทัศนคติและสภาพจิตใจนี้ เป็นเหตุกำหนดพฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคล

ประภาเพ็ญ สุวรรณ (2526 : 15) ให้ความหมาย พฤติกรรมว่า หมายถึง กิจกรรมทุกประเภทที่มนุษย์กระทำ ไม่ว่าสิ่งนั้นจะสังเกตได้หรือไม่ได้ เช่น การพูด การคิด ความรู้สึก ความสนใจ เป็นต้น

อรทัย ชื่นมนุษย์ (2535 : 17) ให้ความหมายของพฤติกรรม คือ การกระทำใดๆ ของบุคคล ทั้งที่สังเกตเห็นได้ภายนอก เช่น การเคลื่อนไหว การพูด การแสดงออก ฯลฯ และที่เกิดขึ้นภายในบุคคล เช่น การคิด การจำ การตัดสินใจ เป็นต้น และรวมทั้งการกระทำที่บุคคลทำโดยรู้ตัวหรือไม่รู้

ตัวก็ตาม

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วีรนาถ มานะกิจ (2536 : 23) ให้ความหมายพฤติกรรม คือ สิ่งใดก็ตามที่มนุษย์ปฏิบัติ ธรรมชาติของพฤติกรรมสามารถอธิบายได้โดยการวิเคราะห์

จากคำจำกัดความและความหมายของพฤติกรรม ที่กล่าวแล้ว จึงสรุปได้ว่า พฤติกรรมหมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกใดๆ ของมนุษย์ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสภาพแวดล้อม ทั้งในรูปของการกระทำ ที่สามารถสังเกตเห็นได้จากภายนอก และที่เกิดขึ้นภายในตัวบุคคล โดยที่พฤติกรรมนั้นสามารถสังเกตและตรวจสอบถึงลักษณะพฤติกรรมนั้นๆ ได้ในเชิงวิชาการ

#### 2.4.4.2 ประเภทของพฤติกรรม

สุชา จันทร์ธอม (2524 : 1) จำแนกพฤติกรรมของมนุษย์ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. พฤติกรรมเปิดเผย (Cover Behavior) หรือพฤติกรรมภายนอก ซึ่งเป็นการกระทำที่สามารถมองเห็นได้เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาโดยการกระทำ
2. พฤติกรรมปกปิด (Covert Behavior) หรือพฤติกรรมภายใน ซึ่งหมายถึง ความรู้สึกต่างๆ ที่อยู่ภายในบุคคล แต่เป็นสิ่งที่สามารถจะประมาณได้จาก พฤติกรรมภายนอก เช่น ความรู้สึก ความคิด อารมณ์ การรับรู้ การตัดสินใจ ทักษะคติ ความต้องการ เป็นพฤติกรรมที่ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ นอกจากนี้ใช้เครื่องมือวัด

#### 2.4.2.3 องค์ประกอบพฤติกรรม

Cronbach (1972 : 14) อธิบายว่า พฤติกรรมของคนเรามีองค์ประกอบอยู่ 7 ประการ คือ

1. ความมุ่งหมาย (Goal) เป็นความต้องการ หรือวัตถุประสงค์ที่ทำให้เกิดกิจกรรม คนเราต้องทำกิจกรรมเพื่อสนองความต้องการที่เกิดขึ้น กิจกรรมบางอย่างก็ให้ความพอใจหรือสนองความต้องการได้ทันที แต่ความต้องการหรือวัตถุประสงค์บางอย่าง ก็ต้องใช้เวลาาน จึงจะสามารถบรรลุผลสมความต้องการ คนเราจะมีความต้องการหลายๆ อย่าง ในเวลาเดียวกัน และมักจะต้องเลือกสนองความต้องการที่รีบด่วนก่อน และสนองความต้องการที่ห่างออกไปภายหลัง
2. ความพร้อม (Readiness) หมายถึง ระดับวุฒิภาวะหรือความสามารถที่จำเป็นในการทำกิจกรรม เพื่อสนองความต้องการ คนเราไม่สามารถสนองความต้องการได้หมดทุกอย่าง ความต้องการบางอย่างอยู่นอกเหนือความสามารถของเขา
3. สถานการณ์ (Situation) เป็นเหตุการณ์ที่เปิดโอกาสให้เลือกทำกิจกรรม เพื่อสนองความต้องการ
4. การแปลความหมาย (Interpretation) ก่อนที่คนเราจะทำกิจกรรมใด กิจกรรมหนึ่งลงไป เขาจะต้องพิจารณาสถานการณ์เสียก่อน แล้วตัดสินใจเลือกวิธีการที่คาดว่า จะได้รับความพอใจมากที่สุด
5. การสนองตอบ (Response) เป็นการทำกิจกรรมเพื่อสนองความต้องการ โดยวิธีการที่ได้เลือกแล้ว ในขั้นแปลความหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผลที่ได้รับหรือผลที่ตามมา (Consequence) เมื่อทำกิจกรรมแล้ว ย่อมได้รับผลจากการกระทำนั้น ผลที่ได้รับอาจจะตามที่คาดคิดไว้ (Confirm) หรืออาจตรงกันข้าม กับความคาดหมาย (Contradict) ก็ได้

7. ปฏิกริยาต่อความผิดหวัง (Reaction To Thwarting) หากคนเราไม่สามารถสนองความต้องการได้ ก็กล่าวได้ว่า เขาประสพกับความผิดหวัง ในกรณีเช่นนี้เขาอาจจะย้อนกลับไปแปลความหมายของสถานการณ์เสียใหม่ และเลือกวิธีการสนองตอบใหม่ก็ได้

#### 2.4.4.4 การเกิดพฤติกรรม

อรรถชัย ชื่นมณูชัย (2535 : 10) อธิบายว่า พฤติกรรมเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ 2 สิ่ง คือ

1. สิ่งเร้า (Stimulus) คือ สิ่งที่มากระตุ้นให้ร่างกายมีปฏิกริยาตอบสนองเกิดเป็นพฤติกรรมขึ้น หรือหมายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นก่อนหน้า ตัวอย่างเช่น เห็นมะม่วงน้ำปลาหวานแล้ว น้ำลายไหล ในที่นี้ มะม่วงน้ำปลาหวาน กระตุ้นให้ร่างกายเกิดปฏิกริยา น้ำลายไหลเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้น ภายหลังจากที่ได้เห็นมะม่วงน้ำปลาหวาน ฉะนั้นมะม่วงน้ำปลาหวานเรียกได้ว่าเป็น Stimulus

2. การตอบสนอง (Response) คือ ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นโดยสิ่งกระตุ้น ตัวอย่างเช่น กรณียังตั้ง น้ำลายไหลเกิดขึ้นจากการที่ได้เห็นตัวกระตุ้น คือ มะม่วงน้ำปลาหวาน เพราะฉะนั้น เรียกได้ว่า น้ำลายไหลเป็น Response

วีระนารถ มานะกิจ (2536 : 14-16) ได้จำแนกตัวแปรในพฤติกรรมของคน (The variable in human behavior) เป็น 2 ตัวแปร คือ

1. ตัวแปรของคน (The Person Variable) คือ พันธุกรรมจะกำหนดโครงสร้างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งทำให้มีพฤติกรรมเยี่ยงคน มิใช่เยี่ยงสัตว์ และคนมีความสลับซับซ้อนมากกว่า เพราะมิใช่เป็นเพียงสิ่งที่เกิดขึ้นจากการรวมของอวัยวะต่างๆ ประสาทต่างๆ ต่อมทั้งหลาย กระดูก กล้ามเนื้อ และมันสมอง กลไกเหล่านี้ มีความสำคัญต่อความคงอยู่และการปรับตัว แต่แสดงบทบาทเป็นรองต่อพฤติกรรมของคน

2. ตัวแปรของสิ่งแวดล้อม (The Environment Variable) คือ สิ่งเร้าที่เป็นสิ่งแวดล้อม ธรรมชาติและวัฒนธรรมทางสังคมที่แวดล้อม ซึ่งมีอิทธิพลต่อคน นับตั้งแต่เกิดจนตายไป รวมทั้งสถานการณ์ที่ทั้งหมดที่เกิดขึ้นทันทีทันใด ที่เกิดขึ้นในอดีตและที่เกิดขึ้นในอนาคต พฤติกรรมจึงเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

นวลศิริ เปาโรหิตย์ (2533 : 98) กล่าวว่า พฤติกรรมของมนุษย์ส่วนใหญ่ถูกกำหนดโดยสังคมสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวเขา การตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม จะมีค่าต่างระดับกันในแต่ละบุคคลขึ้นอยู่กับสถานการณ์และบุคลิกภาพ

#### 2.4.4.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์

นวลศิริ เปาโรหิตย์ (2533 : 25-28) ได้กล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ไว้ดังนี้

##### 1. ทฤษฎีของ A.H.Maslow

เป็นทฤษฎีแรงจูงใจที่กล่าวถึงลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ ซึ่งกำหนดหลักเกณฑ์พื้นฐานไว้ 3 ประการ คือ

1.1 มนุษย์เป็นสิ่งที่ดำรงอยู่ด้วยความต้องการ คือ มนุษย์จะถูกจูงใจโดยความต้องการที่จะได้รับการตอบสนองสิ่งต่างๆ ที่ต้องการ ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้วจะไม่เป็นแรงจูงใจพฤติกรรม แต่ความต้องการที่ยังไม่ได้รับการตอบสนองจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรม

1.2 ความต้องการของมนุษย์ถูกจัดตามลำดับความสำคัญ จากสิ่งที่เป็นพื้นฐานที่สุดจนถึงสิ่งที่สูงที่สุด

1.3 เมื่อความต้องการลำดับต่ำได้รับการตอบสนองแล้วความต้องการลำดับถัดไปจะติดตามมา

สำหรับลำดับความต้องการนั้น แบ่งออกเป็น 5 ชั้น จากต่ำไปสูง คือ

1. ความต้องการสิ่งจำเป็นในชีวิต
2. ความต้องการความปลอดภัย
3. ความต้องการความผูกพันกับกลุ่มและความรัก
4. ความต้องการที่จะได้รับการยกย่อง
5. ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จ

##### 2. ทฤษฎีของ Clayton P.Alderfer

เป็นทฤษฎีที่ได้พัฒนาจากทฤษฎีของ Maslow โดยได้ย่อความต้องการ 5 ประเภทเป็นความต้องการตามทฤษฎีนี้เพียง 3 ประเภท ที่มนุษย์พึงมีเพื่อที่จะได้ประสบ คือ

2.1 ความต้องการเพื่อที่จะได้มีชีวิตอยู่รอด (Existence Needs = E) ซึ่งประกอบด้วยสิ่งที่จำเป็นในชีวิตหลายอย่าง และความต้องการด้านวัตถุ ความหิว ความกระหาย ที่พักอาศัย ความต้องการที่จะได้มีชีวิตรอด

2.2 ความต้องการความสัมพันธ์ (Relatedness Needs = R) เป็นความต้องการทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับผู้อื่น เช่น การเป็นสมาชิกครอบครัว การเป็นผู้ควบคุมงาน ผู้ร่วมงาน เพื่อนการยอมรับ การรับรอง ความเข้าใจ ซึ่งเป็นรากฐานแห่งกระบวนการความสัมพันธ์

2.3 ความต้องการความจำเริญ (Growth Needs = G) เป็นความต้องการที่รวมความต้องการทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาต่างๆ ที่คนต้องใช้ความสามารถให้เป็นประโยชน์อย่างเต็มที่ ซึ่งรวมทั้งความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต และความต้องการที่จะได้รับการยกย่องในด้านต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎี E.R.G. นี้ยึดหลักเกี่ยวกับปัญหาพื้นฐานหลายประการ คือ

1. ความต้องการไม่สมหวังหากความต้องการเพื่อที่จะได้มีชีวิตอยู่ ได้รับการตอบสนองน้อย ก็จะมีความต้องการมากขึ้น และหากความต้องการความสัมพันธ์ได้รับการตอบสนองน้อยก็จะมีความต้องการมากขึ้น ซึ่งสรุปได้ว่า ความต้องการที่ไม่สมหวังจะมีผลในทางที่ทำให้ความต้องการเพิ่มมากขึ้น

2. ความต้องการไม่สมหวังนำไปสู่การถดถอย เช่น หากความต้องการความสัมพันธ์ได้รับการตอบสนองน้อยก็จะมีความต้องการเพื่อที่จะได้มีชีวิตอยู่มากขึ้น หรือหากความต้องการความจำเริญได้รับการตอบสนองน้อย ความต้องการความสัมพันธ์จะมีมาก ซึ่งก็คือ เมื่อไม่พอใจที่ได้รับการตอบสนองน้อยกว่าเป้าหมายที่แท้จริง ก็จะถอยหลังกลับไปหาความต้องการซึ่งมันคงกว่า

3. การก้าวไปข้างหน้า เพราะได้รับการตอบสนองแล้ว เช่น ยิ่งได้รับการตอบสนองเกี่ยวกับความต้องการที่จะได้มีชีวิตอยู่มากขึ้น ความต้องการความสัมพันธ์ก็ยังมีมากขึ้น และหากความต้องการความสัมพันธ์ได้รับการตอบสนองมากขึ้น ความต้องการความจำเริญก็จะยิ่งมากขึ้น ซึ่งก็คือ เมื่อมนุษย์ได้รับการตอบสนองเกี่ยวกับความต้องการมากขึ้น จะมีแรงกระตุ้นที่มากกว่า เพื่อใช้กระตุ้นให้ต้องการในสิ่งที่มันคงน้อยกว่า และส่วนตัวมากกว่า เมื่อความต้องการความจำเริญได้รับการตอบสนองมากขึ้น มนุษย์ก็จะยังมีการแสวงหาโอกาสที่จะจำเริญยิ่งกว่าที่เป็นอยู่

### 3. ทฤษฎีจิตใจของ Mecleland

ทฤษฎีนี้กล่าวว่า คนแต่ละคนมีศักยภาพที่จะกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมต่างๆ ตามวิถีทางซึ่งคนแต่ละคนประพฤตินั้นอยู่กับพลังที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจต่างๆ และโอกาสที่มีตามสถานการณ์ที่เป็นอยู่ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า สิ่งเร้าที่กระตุ้นพฤติกรรมของคนให้มีพฤติกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะนั้น ขึ้นอยู่กับพลังจูงใจของเขาและการรับรู้สองประการ เกี่ยวกับสถานการณ์ คือ การคาดหวังของเขาเกี่ยวกับการบรรลุเป้าหมาย และคุณค่าของสิ่งจูงใจซึ่งผูกพันกับเป้าหมายที่มีอยู่

### 4. ทฤษฎีความเสมอภาค (Equity Theory)

ทฤษฎีความเสมอภาคของ J.Stancy Adum ถือว่า คนงานแต่ละคนพยายามที่จะประเมินผลตอบแทนของตนกับคนงานอื่นๆ จากประสบการณ์ที่ผ่านมา โดยเทียบเคียงกับผลงานที่แต่ละคนได้ผลิตออกมา ซึ่งมีหลักการจูงใจถูกเร้าโดยขีดความเสมอภาค ซึ่งแต่ละคนรับรู้ในภาวะการณ์ทำงานของเขา หากคนงานคิดว่าเขาได้รับค่าตอบแทนน้อยกว่าคนอื่น ทั้งๆ ที่ทำงานในปริมาณและคุณภาพอย่างเดียวกัน ก็จะบังเกิดความไม่พอใจ และหาทางลดความไม่เสมอภาคนั้น

การเปรียบเทียบความเสมอภาคนั้น จะเป็นคนละคน หรืออาจเป็นคนคนเดียวกัน มาเปรียบเทียบโดยใช้ผลงาน ในปัจจุบันกับผลงานในอดีตว่าเงินที่ได้รับการทำงานนั้นเสมอภาคกัน

หรือไม่ หรือในการเปรียบเทียบอาจเป็นกลุ่มคนก็ได้ เขาท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5. ทฤษฎีความต้องการของ Murray

ทฤษฎีนี้มีความคิดเห็นว่า ความต้องการเป็นสิ่งที่บุคคลได้สร้างขึ้นและมีผลส่งต่อการแสดงพฤติกรรมของบุคคล ซึ่งความต้องการตามหลักการของ Murray สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1 ความต้องการที่จะเอาชนะด้วยการแสดงออกทางด้านความก้าวร้าว

5.2 ความต้องการที่จะเอาชนะพื้นผ้าอุปสรรคต่างๆ

5.3 ความต้องการที่จะยอมแพ้

5.4 ความต้องการในการที่จะป้องกันตนเอง

5.5 ความต้องการเป็นอิสระ

5.6 ความต้องการความสำเร็จ

5.7 ความต้องการสร้างมิตรภาพกับบุคคลอื่น

5.8 ความต้องการความสนุกสนาน

5.9 ความต้องการความช่วยเหลือจากบุคคลอื่น

5.10 ความต้องการที่จะให้ความช่วยเหลือบุคคลอื่น

5.11 ความต้องการแยกตนเองออกจากผู้อื่น

5.12 ความต้องการที่จะสร้างความประทับใจในตนเองให้กับผู้อื่น

5.13 ความต้องการมีอิทธิพลเหนือบุคคลอื่น

5.14 ความต้องการที่จะยอมรับนับถือผู้อาวุโสกว่า

5.15 ความต้องการหลีกเลี่ยงความรู้สึกล้มเหลว

5.16 ความต้องการที่จะหลีกเลี่ยงจากอันตราย

5.17 ความต้องการที่จะหลีกเลี่ยงจากการถูกตำหนิหรือถูกลงโทษ

5.18 ความต้องการความเป็นระเบียบเรียบร้อย

5.19 ความต้องการที่จะรักษาชื่อเสียง

5.20 ความต้องการให้ตนเองมีความแตกต่างจากบุคคลอื่น

ซึ่งความต้องการนี้ Murray มีความคิดเห็นว่า บางครั้งเกิดขึ้นเนื่องจากแรงกระตุ้นภายในบุคคลและบางครั้งอาจเกิดความต้องการเนื่องจากสภาพทางสังคมได้ หรืออาจกล่าวได้ว่า ความต้องการเป็นสิ่งที่เกิดขึ้น เนื่องมาจากสภาพทางร่างกายและสภาพจิตใจ

### 2.4.4.6 การวัดพฤติกรรม

นวลศิริ เปาโรหิตย์ (2533:17-20) ได้เสนอวิธีการศึกษาพฤติกรรมไว้ดังนี้

#### 1. การศึกษาในสนาม (Field Study)

เป็นการศึกษาจากสภาพการณ์ที่แท้จริง โดยการเข้าไปสังเกตพฤติกรรมตามธรรมชาติจริงๆ

โดยไม่เข้าไปควบคุมตัวแปรอิสระเลย คือจะไม่ทำให้ผู้ถูกสังเกตรู้ตัว ดังนั้น การศึกษาวิธีนี้ จึงเป็น

เพียงการสังเกตพฤติกรรม หรือดูความสัมพันธ์ของตัวแปรเท่านั้น ผลของการศึกษาประเภทนี้ก็คือ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รู้ถึงข้อมูลที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ตามความเป็นจริง ซึ่งในธรรมชาติย่อมมีตัวแปรมากมาย การไม่ควบคุมตัวแปรทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้หลายรูปแบบ และทำให้มีข้อเสนอแนะ ในการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคตได้มากมาย แต่ในขณะเดียวกันผลเสียก็คือ ในการศึกษาสามารถทำได้เพียงการสังเกตปรากฏการณ์ และดูความสัมพันธ์ซึ่งไม่ทำให้รู้ถึงสาเหตุของการเกิด พฤติกรรมนั้นๆจึงสรุปถึงสาเหตุแห่งปรากฏการณ์นั้นๆไม่ได้

## 2. การทดลองในสนาม (Field Experiment)

เป็นการศึกษาจากสภาพการณ์ที่เป็นจริง เช่นเดียวกับการศึกษาในสนาม แต่ในการศึกษา จะมีการควบคุมตัวแปรบางตัว เช่น การจำลองสถานการณ์ให้คนขับรถ ทำรถเสียในสี่แยกแล้ว สังเกตพฤติกรรมของผู้เข้ามาช่วยเหลือ โดยควบคุมตัวแปร เกี่ยวกับเพศ และอายุของผู้ขับ เป็นต้น แต่ในการศึกษาก็อาจมีปัญหาที่เกิดขึ้นได้ คือ อาจไม่สามารถควบคุมตัวแปรอิสระอื่นได้ตามที่ ต้องการ เช่น อุบัติเหตุ การเข้ามามีส่วนร่วมของตำรวจ เป็นต้น

## 3. การทดลองในห้องทดลอง (Laboratory Experiment)

เป็นการศึกษาโดยการควบคุมตัวแปรอิสระหลายๆตัวในสภาพห้องทดลองแล้วสำรวจผล ที่เกิดจากการควบคุมตัวแปรนั้นๆซึ่งการศึกษาวีธีนี้ ผู้ศึกษาสามารถที่จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ ที่ต้องการศึกษาได้สะดวก แต่ผลเสียก็คือขาดสภาพแวดล้อมที่เป็นจริงตามธรรมชาติ

## 4. การสำรวจกลุ่มตัวอย่าง (Sampling Survey)

เป็นวิธีการศึกษาที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น หรือทัศนคติของ บุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใดในอดีต ปัจจุบัน หรือ อนาคต ซึ่งผู้ที่ศึกษาจะใช้ข้อมูลที่เก็บมานั้นทำการ สรุปผล ซึ่งในการศึกษามักจะทำกับกลุ่มประชากรที่มีขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถใช้ประชากรทั้งหมด ได้ จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด มาทำการศึกษา แทน และในการศึกษาก็มีข้อควรระวังในเรื่องการสุ่มตัวอย่าง คือ ถ้าเลือกกลุ่มที่ไม่เป็นตัวแทนของ ประชากรที่แท้จริงแล้ว ก็อาจทำให้ข้อมูลไม่น่าเชื่อถือ และเป็นการสิ้นเปลืองเวลาโดยใช่เหตุ

จากข้อมูลที่น่าเสนอมาทั้งหมดในบทนี้ล้วนเกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและ พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย โดยจะ เห็นอันตรายจากสารเคมี อุปกรณ์การทดลองและเทคนิคต่างๆในการทำปฏิบัติการเคมีว่าถ้าหาก ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจและมีพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้เรียนและผู้ที่เกี่ยวข้องได้

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Ekpo (1981 : 3516-A) ได้ทำการสำรวจเกี่ยวกับการปฏิบัติทดลองวิชาเคมีของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของมลรัฐฟลอริดา และเสนอชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี พบว่า ครูเคมีร้อยละ 73 มีความเห็นว่าชุดการสอนดังกล่าวเป็นสิ่งที่จำเป็น นักเรียนส่วนมากขาดความรู้ที่ถูกต้องในการใช้ประโยชน์ของเครื่องมือในการป้องกันอันตราย และขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากเครื่องมืออุปกรณ์ ครูขาดการการบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น หลายโรงเรียนมีเครื่องมือปฐมพยาบาลไม่เพียงพอ และขาดคนที่ทำหน้าที่พยาบาลในชั้นต้น

จากข้อมูลข้างต้นสรุป ได้ว่าในการป้องกันอันตรายจากสารเคมีนั้น ควรมีการวางแผนการป้องกันอันตราย มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ในการป้องกันอันตรายจากสารเคมีให้เหมาะสมกับสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อความปลอดภัยของผู้เกี่ยวข้อง

Young (1971 : 349A-356A) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการสำรวจเกี่ยวกับ ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของมลรัฐอิลลินอยส์ ในปีการศึกษา 1969-1970 กลุ่มตัวอย่างคือ ครูเคมีในมลรัฐอิลลินอยส์ ปรากฏว่า

1. มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น 156 ครั้ง
2. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยมีอัตราการเกิด 0.54 ครั้งต่อห้องต่อปี
3. ครูเคมีร้อยละ 65.3 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์
4. ครูเคมีร้อยละ 56.6 ไม่ทราบเกี่ยวกับเรื่องความรับผิดชอบของครูเกี่ยวกับอุบัติเหตุ

ที่เกิดขึ้นในระหว่างการสอน

Wooburn (1981 : 1089 - A -1090 - A) ได้สำรวจเกี่ยวกับกระบวนการในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือที่ปลอดภัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของมลรัฐเนบราสก้า กลุ่มตัวอย่างคือครูวิทยาศาสตร์ในมลรัฐเนบราสก้า จำนวน 300 คน จาก 16 โรงเรียน พบว่า

1. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นร้อยละ 80.72 เกิดจากการทดลองที่ใช้ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี ร้อยละ 19.28 เกิดจากการผ่าตัดสัตว์เลี้ยง เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องจักรกล
2. อุบัติเหตุรุนแรงที่เกิดขึ้น ร้อยละ 77.65 เกิดจาก 19 การทดลองและมี 14 การทดลองที่ครูเลือกให้ ซึ่งสามารถลดอุบัติเหตุได้ถึงร้อยละ 75.00
3. จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับประสบการณ์ทำงานของครู ขนาดของโรงเรียนและขนาดชั้นเรียน โดยพบว่าถ้ามีนักเรียนในชั้นมากเกินไปจะเกิดอุบัติเหตุมากขึ้นด้วย
4. วิชาเคมีและวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ จะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าวิชาฟิสิกส์
5. อุบัติเหตุเกิดกับนักเรียนระดับ 3 มากกว่าระดับ 4 ถึง 1.83 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ห้องที่ใช้บรรยายและใช้ทำการปฏิบัติการร่วมกันจะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าห้องที่ใช้ปฏิบัติการเพียงอย่างเดียว

7. อัตราส่วนพื้นที่ห้องเรียนต่อนักเรียนที่เพิ่มขึ้นจะเกิดอุบัติเหตุลดลงและห้องปฏิบัติการมีอัตราส่วนพื้นที่ต่อนักเรียนมากกว่า 40 ตารางฟุตต่อนักเรียน 1 คน จะเกิดอุบัติเหตุน้อย

8. การเปรียบเทียบอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างครูที่มีความรู้ทางกฎหมายแตกต่างกัน ระหว่างโรงเรียนที่มีและไม่มีการรักษาความปลอดภัยระหว่างครูที่ผ่านและไม่ผ่านการอบรม เกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน

Dombrowski (1983 : 720-A) ทำการวิจัยเรื่องผลจากการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษาแผนกวิทยาศาสตร์

กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 ห้อง ซึ่งเรียนวิชาชีววิทยาและวิชาเคมี ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ทั้งสองกลุ่มมีการทดสอบก่อนการทดลอง หลังจากนั้นให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยแก่กลุ่มทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ แล้วนำทั้งสองกลุ่มมาทดสอบหลังจากทดสอบเสร็จแล้วโดยใช้วิธีสังเกตพฤติกรรมขณะปฏิบัติการทดลอง ซึ่งทำติดต่อกันหลายสัปดาห์แล้วนำผลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในการทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

Kramer (1984 : 1358-A) ได้ทำการวิจัยเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยของครู ตามการรับรู้ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างคือ ครูวิทยาศาสตร์ที่สอนชั้นมัธยมศึกษาจำนวน 145 คน และนักเรียนที่สอนโดยครูวิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 8003 คน ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบวัดความรู้ของครูเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและแบบวัดความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนของครูเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผลปรากฏว่า คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของครูไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัย จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นั้นควรจัดให้มีระบบต่างๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยจากอันตรายต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นจากสารเคมีและสิ่งอื่นๆ ภายในห้องปฏิบัติการ และมีการตรวจสอบระบบต่างๆ ให้พร้อมสำหรับการทำงานเสมอ

สมศรี เขี้ยกสาต (2527 : ง-ฉ) ได้ทำการศึกษาอุบัติเหตุและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างคือ ครูเคมีจำนวน 127 คน พบว่าโรงเรียนสหศึกษามีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าโรงเรียนชายและโรงเรียนหญิง การปฏิบัติการที่สอนโดยครูเพศชายมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าครูเพศหญิง การปฏิบัติการเคมีในห้องที่ไม่ใช่ห้องปฏิบัติการเคมีโดยเฉพาะมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครู ที่ไม่เคยอบรมการการสอนเคมีในระดับที่สอนมีอัตราการเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุบัติเหตุสูงกว่าการสอนโดยครูที่เคยเข้ารับการฝึกอบรม การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยมากที่สุด คือ ถูกสารเคมีกัดและถูกน้ำร้อนลวก สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุคือผู้ทดลองเดินเลื้อย ครูเคมีป้องกันอุบัติเหตุ โดยการอธิบายสมบัติของสารเคมีและวิธีการใช้ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ก่อนทุกครั้ง ครูเคมีแก้ไขอุบัติเหตุไฟไหม้ โดยใช้ผ้าเปียกน้ำคลุมทับบริเวณที่เกิดไฟไหม้ที่เกิดจากแอลกอฮอล์ใช้ทรายกลบบริเวณที่เกิดไฟไหม้ที่เกิดจากสารเคมี ปิดสวิทช์หรือคัทเอาท์ เมื่อเกิดไฟไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า กรดและเบสถูกผิวหนังใช้น้ำล้างหลายๆ ถูกของมีคมทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ถูกความร้อนใช้ยาแก้ไข้พลาวกทาที่บริเวณที่ถูกความร้อน การระเบิดโดยการนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาล ถ้าได้รับบาดเจ็บมาก

ศิริก หุ่นสุวรรณ (2530 : ง-จ) ได้ทำการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ปีการศึกษา 2529 จำนวน 414 คน ปรากฏว่า นักเรียนได้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีเฉลี่ยร้อยละ 46.34 โดยได้คะแนนการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย เฉลี่ยร้อยละ 44.76, 51.27 และ 42.28 ตามลำดับ นักเรียนมีเจตคติเชิงนิมิตต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ธีรพล จินแพทย์ (2531 : ง-ฉ) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับความปลอดภัยในทักษะปฏิบัติการเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2530 จำนวน 68 คน จากโรงเรียนรัฐบาล ในจังหวัดกาญจนบุรี ผลการวิจัยพบว่า

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ทักษะปฏิบัติการเคมีกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีและความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยกับทักษะปฏิบัติการเคมีมีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.44 0.74 และ 0.46 ตามลำดับ

2. ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการเคมีกับความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี มีความสัมพันธ์กันทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.9548

3. สมการพยากรณ์ความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี (Y) ซึ่งพยากรณ์โดยใช้คะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย (X<sub>1</sub>) คะแนนทักษะปฏิบัติการเคมี (X<sub>2</sub>) มีรูปแบบดังนี้

$$Y = 0.07 X_1 + .32 X_2 + 4.50$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จักรวาล จึงสมาน (2542 : I-II) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2541 จำนวน 301 คน ผลการวิจัยเป็นดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อยู่ในระดับปานกลาง
2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อยู่ในระดับเหมาะสมน้อย
3. นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ละสาขาวิชามีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .0009
4. นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ละชั้นปีมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน
5. นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ละสาขาวิชาที่มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .0083
6. นักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แต่ละชั้นปี มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีไม่แตกต่างกัน
7. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและพฤติกรรม การใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาแต่ละสาขาวิชาไม่มีความสัมพันธ์กัน
8. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและพฤติกรรม การใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาแต่ละชั้นปี ไม่มีความสัมพันธ์กัน

ปิยะ ไชยกันยา (2528 : 69) ได้ศึกษาการเกิดอุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เขตการศึกษา 10 กลุ่มตัวอย่างคือ ครูวิทยาศาสตร์จำนวน 238 คน ปรากฏว่า

1. ปริมาณการเกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างน้อย และการป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติการอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง
2. ลักษณะของอุบัติเหตุที่มีมากที่สุดด้านเคมี คือถูกสารเคมี ด้านชีววิทยาและด้านฟิสิกส์คืออุปกรณ์แตกหรือชำรุด ส่วนสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุที่มีมากที่สุด ด้านเคมีก็คือ นักเรียนไม่ปฏิบัติตามคำสั่ง ด้านชีววิทยาและด้านฟิสิกส์คือ นักเรียนเดินเล่น
3. ครูวิทยาศาสตร์ที่มีเพศ ระดับการศึกษา และสอนในระดับชั้นมัธยมศึกษา แตกต่างกัน มีปริมาณการเกิดอุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุจากการปฏิบัติการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิทยาศาสตร์มากกว่า มีปริมาณการเกิดอุบัติเหตุไม่แตกต่างไปจากครูวิทยาศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนน้อยกว่า แต่มีระดับการป้องกันอุบัติเหตุมากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. ปริมาณการเกิดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติกรด้านเคมีมีปริมาณมากกว่าด้านชีววิทยาและด้านฟิสิกส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนด้านชีววิทยาและด้านฟิสิกส์มีปริมาณการเกิดอุบัติเหตุไม่แตกต่างกัน

6. นักเรียนต่างระดับชั้นกันมีปริมาณการเกิดอุบัติเหตุด้านเคมีชีววิทยาและด้านฟิสิกส์ไม่แตกต่างกัน

ไชศรีวิสัย คำเนิน (2532 : ง-จ) ได้ทำการวิจัยเรื่องปัญหาและการดำเนินงานของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในด้านสารเคมี อุปกรณ์การทดลอง อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ กลุ่มตัวอย่างคือครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ปีการศึกษา 2530 จำนวน 141 คน จากโรงเรียนกรมสามัญศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. การดำเนินงานของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านสารเคมี อุปกรณ์การทดลอง และสภาพแวดล้อม มีการปฏิบัติถูกต้องตามแนวทางป้องกันการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ยกเว้น อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ ซึ่งไม่ได้จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการป้องกันตัวครูเองในขณะที่เตรียมการทดลอง

2. การดำเนินงานของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับ ความปลอดภัย และการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านสารเคมี อุปกรณ์การทดลอง และสภาพแวดล้อมมีปัญหาปานกลาง ยกเว้นอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุมีปัญหามาก

วรารักษ์ อุบลคำ (2545 : I-II) ได้ทำการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการ กลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 276 คน ผลการวิจัยสรุปว่า

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อยู่ในระดับสูง

2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อยู่ในระดับเหมาะสม

3. นิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีเพศแตกต่างกันมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการไม่แตกต่างกัน

4. นิสิตคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในแต่ละชั้นปี มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการไม่แตกต่างกัน

อารมณีสานานนท์ (2540 : 16) ได้ศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสถาบันราชภัฏ โดยศึกษาตัวแปรด้านลักษณะของนักศึกษาและครอบครัว ด้านสถานศึกษา และด้านเพื่อนของนักศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสถาบันราชภัฏ มากที่สุด ได้แก่ เกรดเฉลี่ยชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การอยู่หอพักเอกชน ความเพียรในการเรียน ความเอาใจใส่ในการเรียน และอาชีพของบิดามารดา

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศพบว่าความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีผลต่อพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมในด้านทฤษฎีและปฏิบัติจะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น สามารถนำความรู้และเทคนิคไปใช้ได้ถูกต้องและเหมาะสม และตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเกิดความรู้ และพฤติกรรมที่เหมาะสมในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ได้แก่ ตัวแปรด้านส่วนตัว ตัวแปรด้านการเรียนการสอน และ ตัวแปรด้านสภาพแวดล้อมในสถานศึกษา



## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของ นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 4 มหาวิทยาลัย รวมจำนวน 304 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 4 มหาวิทยาลัย จำนวน 173 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

2.1 แบ่งประชากรออกเป็นชั้น โดยแบ่งตามลักษณะของตัวแปร ที่ต้องการทำการวิจัย คือ ตามชั้นปี

2.2 คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสูตรของ Yamane (1967 : 440) ดังสมการ

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3.1)$$

เมื่อ	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	N	แทน	จำนวนประชากร
	e	แทน	ค่าความคาดเคลื่อนเนื่องมาจากการสุ่มตัวอย่าง มีค่าเป็น .05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 สุ่มกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามชั้นปี โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย ได้กลุ่มตัวอย่างในแต่ละชั้นปี ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงประชากรและกลุ่มตัวอย่างนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามมหาวิทยาลัยและชั้นปี

มหาวิทยาลัยราชภัฏ	ชั้นปีที่ 2		ชั้นปีที่ 3		ชั้นปีที่ 4		รวม	
	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต	52	30	40	23	40	23	132	76
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา	21	12	18	10	17	10	56	32
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	13	7	20	11	27	15	60	33
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา	8	5	9	5	39	22	56	32
รวม	94	54	87	49	123	70	304	173

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.2.1 ลักษณะของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และแบบวัดพฤติกรรมกรการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยอาศัย ความรู้ ทฤษฎี และงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้ศึกษา จากเอกสาร ผู้รู้และประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ถามความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ด้านละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ

2. แบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert) ประกอบด้วย ข้อคำถามวัดพฤติกรรมการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยด้านละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ

### 3.2.2 ขั้นตอนการสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

3.2.2.1 การสร้างและหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีรายละเอียดของขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูล และเนื้อหา จากวารสาร ตำรา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีจากตำรา วารสาร เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

3. สร้างแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ๆ ละ 15 ข้อ รวมเป็น 45 ข้อ คือ

3.1 ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ได้แก่ ข้อ 1-15

3.2 ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย ได้แก่ 16-30

3.3 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ได้แก่ 31-45

4. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ดังนี้

4.1 นำแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมและผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน รายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

1. ผศ.นุปลา แซ่มประเสริฐ หัวหน้าโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

2. อาจารย์ไพฑูรย์ พิมดี ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุทธากรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ผศ.อุดมวิทย์ พลเยี่ยม อาจารย์แผนกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช

เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายข้อ และพิจารณาความเหมาะสม (Rational Approach) เกี่ยวกับความชัดเจนของคำถามและความถูกต้อง ความชัดเจนของภาษาที่ใช้และให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความรู้กับวัตถุประสงค์ โดยใช้เทคนิค IC (Index of Congruence) พร้อมทั้งลงความเห็น และให้คะแนนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารต้นฉบับที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่าย หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต การนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต ถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- คะแนน 1 สำหรับแบบวัดความรู้ที่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ  
ในแต่ละด้าน
- คะแนน 0 สำหรับแบบวัดความรู้ที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะ  
ในแต่ละด้าน
- คะแนน -1 สำหรับแบบวัดความรู้ที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์  
เฉพาะในแต่ละด้าน

บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละข้อนำไปหาดัชนีความสอดคล้องระหว่าง  
ข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์  
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 124) ดังสมการ

$$IC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.2)$$

IC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในแต่ละด้าน  
 $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนน ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด  
 N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เลือกแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ที่มีค่าดัชนี  
ความสอดคล้องตั้งแต่ 0.66 – 1.00 ไว้

4.2 นำแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี  
มาปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์  
ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจและพิจารณาอีกครั้ง

4.3 นำแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี  
ที่ได้ปรับปรุงและแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชา  
เคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่อ  
กลุ่มตัวอย่าง 2 มหาวิทยาลัย คือ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
สวนสุนันทา จำนวนมหาวิทยาลัยละ 20 คน

4.4 นำแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี  
มาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ถูกข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ผิด ข้อที่ไม่ได้ทำ หรือข้อที่ตอบ  
มากกว่า 1 ตัวเลือก ให้ 0 คะแนน

4.5 นำแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี  
มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อโดยใช้สูตรการคำนวณหา  
ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก (ยุทธพงษ์ กัยวรรณ. 2543 : 127-129) ดังสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$p = \frac{H+L}{2N} \quad (3.3)$$

$$r = \frac{H-L}{N} \quad (3.4)$$

เมื่อ	p แทน	ค่าความยากง่าย
	r แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	H แทน	จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	L แทน	จำนวนนักศึกษาที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	N แทน	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

คัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.32-0.73 และมีค่าอำนาจจำแนก 0.52-0.83 และนำแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้วงปฏิบัติการเคมีไปหาค่าความเชื่อมั่น

4.6 นำแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้วงปฏิบัติการเคมีที่ได้จำนวน 30 ข้อไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 162) ดังสมการ

$$r_{tt} = \left[ \frac{K}{K-1} \right] \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right] \quad (3.5)$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของแบบวัดทั้งหมด
	K	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	P	แทน	สัดส่วนจำนวนนักศึกษาที่ทำข้อสอบได้ทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของนักศึกษาที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ 1-p

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้วงปฏิบัติการเคมี ได้ดังนี้

ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย	ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.913
ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย	ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.921
ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย	ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.924
รวมทั้งฉบับ	ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.931

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2.2 การสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการ

เคมี

1. ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี
2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบวัดแบบมาตราส่วนประเมินค่า
3. สร้างแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบ

มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert) โดยนำแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของจักรวาล จึงสมาน (2542 : 67-71) มาปรับปรุงแก้ไขและประยุกต์ใช้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ด้านละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ คือ วัดพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ได้แก่ ข้อ 1-10 วัดพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย ได้แก่ ข้อ 11-20 และวัดพฤติกรรมเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ได้แก่ ข้อ 21-30 โดยลักษณะข้อความที่สร้างขึ้นประกอบด้วยข้อความเชิงนิมิต (Positive) และเชิงนิเสธ (Negative) โดยให้ผู้ตอบประเมินพฤติกรรม การใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของตนเอง โดยกำหนดเกณฑ์ ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมของข้อความเชิงนิมิต และเชิงนิเสธ

พฤติกรรม	นิมิต (+)	นิเสธ (-)
ปฏิบัติตามข้อความนั้นทุกครั้ง	5	1 \
ปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้ง	4	2
ปฏิบัติตามข้อความนั้นบางครั้ง	3	3
ปฏิบัติตามข้อความนั้นน้อยครั้ง	2	4
ไม่ปฏิบัติตามข้อความนั้นเลย	1	5

#### 4. หาคุณภาพของแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ดังนี้

4.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นรายข้อ โดยนำแบบวัดพฤติกรรม การใช้ห้องปฏิบัติการเคมีที่สร้างขึ้นเสนอผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน รายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

1. ศศ.นุปผา แซ่มประเสริฐ หัวหน้าโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
2. อาจารย์ไพฑูรย์ พิมดี ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ศศ.อุดมวิทย์ พลเยี่ยม อาจารย์แผนกวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตโชติเวช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นรายชื่อ และพิจารณาความเหมาะสม (Rational Approach) เกี่ยวกับความชัดเจนของคำถามและความถูกต้อง ความชัดเจนของภาษาที่ใช้ โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแบบวัดพฤติกรรมกับวัตถุประสงค์ โดยใช้เทคนิค IC (Index of Congruence) พร้อมทั้งลงความเห็น และให้คะแนน

4.3 คัดเลือกแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IC) ตั้งแต่ 0.66 – 1.00 ไว้รวมเป็น 30 ข้อ ซึ่งประกอบด้วย พฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ได้แก่ ข้อ 1-10 พฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย ได้แก่ ข้อ 11-20 และพฤติกรรมเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ได้แก่ ข้อ 21-30

4.4 นำแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีมาปรับปรุง และแก้ไขข้อบกพร่อง แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจและพิจารณาอีกครั้ง

4.5 นำแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โพรแกรมนวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 2 มหาวิทยาลัย คือ มหาวิทยาลัยบ้านสมเด็จเจ้าพระยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต จำนวนมหาวิทยาลัยละ 20 คน

4.6 นำแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีไปหาความค่าเชื่อมั่น ทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha – Coefficient) (Cronbach, 1970 : 161) ดังสมการ

$$\alpha = \left[ \frac{n}{(n-1)} \right] \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (3.6)$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัด
	$n$	แทน	จำนวนข้อในแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี
	$S_i^2$	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนในแบบวัดแต่ละข้อ
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมในแบบวัด

หาความค่าเชื่อมั่นของแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ได้ดังนี้	
ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย	ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.925
ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย	ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.931
ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย	ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.912
รวมทั้งฉบับ	ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.952

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. นำหนังสือจากคณะกรรมการชุดสหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครทั้ง 4 มหาวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการออกหนังสือไปยังหัวหน้าภาควิชาเคมี โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏทั้ง 4 มหาวิทยาลัย เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

2. ส่งแบบสอบถาม พร้อมหนังสืออนุญาตให้เก็บรวบรวมข้อมูลจากคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ทั้ง 4 มหาวิทยาลัย ไปยังภาควิชาเคมี โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏทั้ง 4 มหาวิทยาลัย โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าว ใช้เวลาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาทั้งหมด มาตรวจหาความสมบูรณ์ และตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Science for Windows) โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย โดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนน (รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540 : 219) ดังสมการ

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \quad (3.7)$$

เมื่อ	P	แทน	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ
	n	แทน	จำนวนนักศึกษาที่เลือกตอบตัวเลือกนั้นๆ
	N	แทน	จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ประกอบ กรรณสูตร. 2528 : 72) ดังสมการ

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{n} - \left[\frac{\sum fx}{n}\right]^2} \quad (3.8)$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนที่กำหนด
	f	แทน	จำนวนผู้ตอบแต่ละข้อ
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

แล้วแปลความหมายระดับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในแต่ละด้าน โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายในตารางที่ 3.3 (จักรวาล จิ่งสมาน. 2542 : 34)

ตารางที่ 3.3 ระดับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี จำแนกตามค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนน

ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ระดับความรู้
80.00 – 100.00	สูงมาก
60.00 – 79.99	สูง
40.00 – 59.99	ปานกลาง
20.00 – 19.99	ต่ำ
0.00 – 19.99	ต่ำมาก

2. วิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย โดยการศึกษาค่าเฉลี่ย (ประกอบ กรรณสูตร. 2528 : 72) ดังสมการ

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{n} \quad (3.9)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	X	แทน	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ
	f	แทน	จำนวนนักศึกษาที่เลือกตอบ ตัวเล็กนั้นๆ
	n	แทน	จำนวนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง

และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ประคอง กรรณสูตร. 2528 : 72) ดังสมการ

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{n} - \left[\frac{\sum fx}{n}\right]^2} \quad (3.10)$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนที่กำหนด
	f	แทน	จำนวนผู้ตอบแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

แล้วแปลความหมายระดับพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการในแต่ละด้าน โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายในตารางที่ 3.4 (จักรวาล จึงสมาน. 2542 : 34)

ตารางที่ 3.4 ระดับพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการ จำแนกตามค่าเฉลี่ยของคะแนน

ค่าเฉลี่ย	ระดับพฤติกรรม
4.50 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.50 – 4.49	เหมาะสมมาก
2.50 – 3.49	เหมาะสมปานกลาง
1.50 – 2.49	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.49	เหมาะสมน้อยที่สุด

3. เปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha$ ) .05 ดังนี้

3.1 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาที่มีชั้นปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกัน โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One way ANOVA) ซึ่งทำการทดสอบด้วย F-test (อนันต์ ศรีโสภณ. 2524 : 50-53) ดังสมการ

$$F = \frac{MSb}{MSw} \quad df_1 = k-1, \quad df_2 = n-k \quad (3.11)$$

เมื่อ	F	แทน	ค่าการแจกแจงของสถิติ F
	MSb	แทน	ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม
	MSw	แทน	ความแปรปรวนภายในกลุ่ม
	n	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง
	k	แทน	จำนวนข้อมูลที่มีอยู่ในกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ

ถ้าทดสอบ F-test แล้วพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จะต้องทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างคู่ โดยใช้วิธีของ Scheffé (บุญธรรม กิจปริคาปริสุทธิ. 2537 : 237-238) ดังสมการ

$$S = \sqrt{(k-1)F(\alpha; df_1, df_2)} \sqrt{MS_E \left[ \sum_{j=1}^k \frac{(C_j)^2}{n_j} \right]} \quad (3.12)$$

เมื่อ	S	แทน	ค่าวิกฤตของ Scheffé
	k	แทน	จำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่นำมาเปรียบเทียบกัน
	$F(\alpha; df_1, df_2)$	แทน	ค่าวิกฤตที่เปิดได้จากตารางการแจกแจงของ F
	$MS_E$	แทน	ความแปรปรวนอันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน
	$C_j$	แทน	สัมประสิทธิ์ของค่าเฉลี่ยของกลุ่ม j
	$n_j$	แทน	จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต กรุงเทพมหานคร ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ผลการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ ในเขตกรุงเทพมหานคร

ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี	ค่าเฉลี่ย ร้อยละ	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ ความรู้
ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย	38.67	8.37	ปานกลาง
ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย	49.33	6.32	ปานกลาง
ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย	49.85	6.12	ปานกลาง
รวม	42.54	6.93	ปานกลาง

จากตารางที่ 4.1 โดยภาพรวมพบว่า นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อันดับแรก ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X} = 49.85$ ) รองลงมา คือ ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X} = 49.33$ ) และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X} = 38.67$ )

4.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ด้านการใช้สารเคมี อย่างปลอดภัย ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่าง ปลอดภัย ปรากฏดังตารางที่ 4.2 – 4.5

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต กรุงเทพมหานคร

พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับพฤติกรรม
ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย	3.41	0.56	เหมาะสมปานกลาง
ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย	3.34	0.66	เหมาะสมปานกลาง
ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย	3.47	0.75	เหมาะสมปานกลาง
รวม	3.41	0.67	เหมาะสมปานกลาง

จากตารางที่ 4.2 โดยภาพรวมพบว่า นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า อันดับแรก ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย มีความรู้ในระดับเหมาะสมปานกลาง ( $\bar{X} = 3.47$ ) รองลงมาคือ ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย มีความรู้ในระดับเหมาะสมปานกลาง ( $\bar{X} = 3.41$ ) และ อันดับสุดท้าย ได้แก่ ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย มีความรู้ในระดับเหมาะสมปาน กลาง ( $\bar{X} = 3.34$ )

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร

พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีด้านความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับพฤติกรรม
1. การสวมเสื้อปฏิบัติการก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ	3.81	0.35	เหมาะสมมาก
2. การใช้มือในการหยิบสารเคมีที่เป็นของแข็ง	3.18	0.70	เหมาะสมปานกลาง
3. การศึกษาคุณสมบัติ และอันตรายของสารเคมีในห้องปฏิบัติการอย่างละเอียด	3.13	0.65	เหมาะสมปานกลาง
4. การติดฉลากสารเคมีที่ต้องใช้หรือเตรียมขึ้นเพื่อป้องกันการหยิบไปใช้ผิด	3.55	0.33	เหมาะสมมาก
5. ทานริบเก็บกวาดทันทีที่ทำสารเคมีหก	3.42	0.82	เหมาะสมปานกลาง
6. การเจือจางสารเคมีที่เหลือจากการทดลองก่อนจะทิ้ง	3.28	0.76	เหมาะสมปานกลาง
7. การเทสารเคมีที่เหลือใช้จากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด	3.10	0.36	เหมาะสมปานกลาง
8. การตรวจสอบสารละลายอินทรีย์และกรดเข้มข้นในตู้ดูดควัน	3.01	0.76	เหมาะสมปานกลาง
9. การติดฉลากสารเคมีทุกชนิดที่รินใส่บีกเกอร์มาใช้	3.11	0.81	เหมาะสมปานกลาง
10. การล้างมือสะอาดหลังเสร็จสิ้นการทดลอง	3.31	0.46	เหมาะสมปานกลาง
รวม	3.41	0.56	เหมาะสมปานกลาง

จากตารางที่ 4.3 โดยภาพรวมพบว่า พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีด้านความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อันดับแรก การสวมเสื้อปฏิบัติการก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ( $\bar{X} = 3.81$ ) รองลงมาคือ การติดฉลากสารเคมีที่ต้องใช้หรือเตรียมขึ้นเพื่อป้องกันการหยิบไปใช้ผิด พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ( $\bar{X} = 3.55$ ) และอันดับสุดท้าย ได้แก่ การตรวจสอบสารละลายอินทรีย์และกรดเข้มข้นในตู้ดูดควัน พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ( $\bar{X} = 3.01$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านการใช้อุปกรณ์  
ทดลองอย่างปลอดภัยของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร

พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีด้านการใช้ อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับพฤติกรรม
1. การถ่ายเทสารระเหย เช่น $CCl_4$ ลงในภาชนะ อื่นในตู้ดูดควัน	3.54	0.67	เหมาะสมมาก
2. การตรวจสอบเครื่องมือก่อนใช้ทำการทดลอง ทุกครั้ง	3.33	0.55	เหมาะสมปานกลาง
3. การใช้ผ้าพลาสติกปูพื้นโต๊ะปฏิบัติการก่อนทำ การทดลอง	3.23	0.72	เหมาะสมปานกลาง
4. การทำความสะอาดเทอร์โมมิเตอร์ก่อนที่จะ ใช้วัดในครั้งต่อไป	3.32	0.23	เหมาะสมปานกลาง
5. การทำความสะอาดเครื่องชั่งก่อนและ หลังการใช้	3.43	0.34	เหมาะสมปานกลาง
6. การติดป้ายบอกไว้เพื่อให้ผู้อื่นทราบเมื่อมี อุปกรณ์หรือเครื่องมือชำรุดและรอซ่อม	3.11	0.56	เหมาะสมปานกลาง
7. การใช้เครื่องแก้วที่มีรอยร้าวในการทำ การทดลอง	2.31	0.33	เหมาะสมน้อย
8. การใช้ หรือเคยใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วจาก ห้องปฏิบัติการใส่อาหารหรือเครื่องดื่ม	2.52	0.66	เหมาะสมปานกลาง
9. การไม่วางอุปกรณ์อื่นบนโต๊ะที่ทำการปฏิบัติ นอกเหนืออุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองเท่านั้น	2.55	0.51	เหมาะสมปานกลาง
10. การรินของเหลวจากขวดบรรจุสารผ่าน แท่งแก้วคนลงในบีกเกอร์	2.53	0.62	เหมาะสมปานกลาง
รวม	3.34	0.66	เหมาะสมปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.4 โดยภาพรวมพบว่า พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านการใช้ อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อันดับแรก การถ่ายเทสารระเหย เช่น  $CCl_4$  ลงในภาชนะอื่นในตู้ดูดควัน พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ( $\bar{X} = 3.54$ ) รองลงมาคือ การทำความสะอาดเครื่องชั่ง ก่อนและหลังการใช้ พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ( $\bar{X} = 3.43$ ) และอันดับสุดท้าย ได้แก่ การใช้เครื่องแก้วที่มีรอยร้าวในการทำการทดลอง พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมน้อย ( $\bar{X} = 2.31$ )



ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านเทคนิคการ  
ดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร

พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีด้านเทคนิค การดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับพฤติกรรม
1. ในการเทสารละลายจากกระบอกตวงลงใน บีกเกอร์ ใช้ปากกระบอกตวงสัมผัสกับปาก บีกเกอร์ด้วย	4.24	0.27	เหมาะสมมาก
2. การใช้ปิเปตในการไทเทรต เมื่อต้องการ ความเร็ว	4.13	0.55	เหมาะสมมาก
3. การใช้ลูกยางกับปิเปตในการดูดน้ำกลั่นเพื่อใช้ ในการทำปฏิบัติการ	3.23	0.32	เหมาะสมปานกลาง
4. การใส่เศษกระเบื้อง หรือลูกแก้วเล็กๆ ลงไปใน หลอดกลั่นทุกครั้งที่ทำกรกลั่นสาร	4.31	0.43	เหมาะสมมาก
5. การสูดดมสารเคมีจากขวดในระดับต่ำกว่าจมูก เล็กน้อย และอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร โดยใช้ มืออีกข้างโปกให้กลิ่นของสารเข้าจมูกช้าๆ	3.43	0.64	เหมาะสมปานกลาง
6. การใช้ขวดสีชาใส่ $\text{AgNO}_3$ เข้มข้นเพื่อ ป้องกันแสง	4.11	0.76	เหมาะสมมาก
7. การใช้บีกเกอร์ในการตวงเพื่อปรับปริมาตร	3.35	0.13	เหมาะสมปานกลาง
8. ในการชั่งสารทำนึ่งตรงกึ่งกลางของเครื่องชั่ง	4.52	0.36	เหมาะสมมากที่สุด
9. การคนสารละลายไปในทิศทางเดียวกัน ตลอดเวลา	3.55	0.43	เหมาะสมมาก
10. การทำความสะอาดก้นภาชนะให้แห้งก่อนจะ นำไปต้ม	4.13	0.62	เหมาะสมมาก
รวม	3.47	0.75	เหมาะสมปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 โดยภาพรวมพบว่า พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านเทคนิค การดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า อันดับแรก การซึ่งสารทำนึ่งตรงกึ่งกลางของเครื่องซึ่ง พฤติกรรม จัดอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.52$ ) รองลงมาคือ การใส่เศษกระเบื้องหรือลูกแก้วเล็กๆ ลงไปในหลอดกลั่นทุกครั้งที่ทำกรกลั่นสาร พฤติกรรมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ( $\bar{X} = 4.31$ ) และอันดับสุดท้าย ได้แก่ การใช้ลูกยางกับปิเปตในการดูดน้ำกลั่นเพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการ พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ( $\bar{X} = 3.23$ )

3. ผลการเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต กรุงเทพมหานคร จำแนกตามชั้นปี ปรากฏดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร

SOURCE	D.F.	SS	MS	F-Ratio	F-prob
ระหว่างกลุ่ม	2	56.366	28.183	.197	.821
ภายในกลุ่ม	170	24264.802	142.734		
รวม	172	24321.168			

จากตารางที่ 4.6 แสดงว่านักศึกษาชั้นปีที่ต่างกัน มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.5

4. ผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามชั้นปี ปรากฏดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร

SOURCE	D.F.	SS	MS	F-Ratio	F-prob
ระหว่างกลุ่ม	2	.516	.258	1.056	.350
ภายในกลุ่ม	170	41.564	.244		
รวม	172	42.081			

จากตารางที่ 4.7 แสดงว่านักศึกษาชั้นปีที่แตกต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.5

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ใน 3 ด้าน คือ การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย โดยมีสาระสำคัญในการศึกษาสรุปได้ดังนี้

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร
3. เพื่อเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ในแต่ละชั้นปี
4. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ในแต่ละชั้นปี

#### 5.1.2 สมมติฐานในการวิจัย

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ในแต่ละชั้นปีแตกต่างกัน
2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ในแต่ละชั้นปีแตกต่างกัน

### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 4 มหาวิทยาลัย รวมจำนวน 304 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 2, 3 และ 4 โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 4 มหาวิทยาลัย จำนวน 173 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ ดังนี้

ฉบับที่ 1 เป็นแบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ถามความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ด้านละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ โดยคัดเลือกเอาข้อคำถามที่มีค่า IC ตั้งแต่ 0.66-1.00 และมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.32-0.73 ค่าอำนาจจำแนก 0.52-0.83 ซึ่งนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson รวมทั้งชุดเท่ากับ 0.931 และหาค่าความเชื่อมั่นรายด้านดังนี้

ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย	ค่าความเชื่อมั่น 0.913
ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย	ค่าความเชื่อมั่น 0.921
ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย	ค่าความเชื่อมั่น 0.924

ฉบับที่ 2 เป็นแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert) ประกอบด้วยข้อคำถามวัดพฤติกรรมการปฏิบัติในการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการทดลองอย่างปลอดภัยด้านละ 10 ข้อ รวมเป็น 30 ข้อ โดยคัดเลือกเอาข้อคำถามที่มีค่า IC ตั้งแต่ 0.66-1.00 และนำแบบวัดพฤติกรรมมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีหาสัมประสิทธิ์อัลฟาของ Cronbach ได้ค่าความเชื่อมั่นรวมทั้งชุดเท่ากับ 0.952 และหาค่าความเชื่อมั่นรายด้านดังนี้

ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย	ค่าความเชื่อมั่น 0.925
ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย	ค่าความเชื่อมั่น 0.931
ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย	ค่าความเชื่อมั่น 0.912

### 5.1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถึงคณบดี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครทั้ง 4 มหาวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการออกหนังสือไปยังหัวหน้าภาควิชาเคมี โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏทั้ง 4 มหาวิทยาลัย เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

2. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำแบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และแบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีไปให้กลุ่มตัวอย่าง 173 คน ตอบได้ ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์จำนวน 173 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 โดยผู้วิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง และระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2548

### 5.1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาทั้งหมด มาตรวจหาความสมบูรณ์ และตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Science for Windows) โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. วิเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านการใช้สารเคมี อย่างปลอดภัย ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย โดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนน และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปลความหมายระดับความรู้โดยใช้เกณฑ์ในตารางที่ 3.3

2. วิเคราะห์พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย โดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปลความหมายระดับพฤติกรรม โดยใช้เกณฑ์ในตารางที่ 3.4

3. เปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา โดยการทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $\alpha$ ) .05 ดังนี้

4. ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและคะแนนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาที่มีชั้นปีแตกต่างกัน โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA : F-test)

### 5.1.7 ผลการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต กรุงเทพมหานคร สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครอยู่ในระดับปานกลาง
2. พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง
3. นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีชั้นปีที่ต่างกัน มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน
4. นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครที่มีชั้นปีที่ต่างกัน มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน

### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขต กรุงเทพมหานคร ปรากฏว่ามีประเด็นสำคัญที่ควรจะนำมาอภิปราย ดังต่อไปนี้

5.2.1 จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีโดยภาพรวมทั้ง 3 ด้าน คือ การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย อยู่ในระดับปานกลาง อาจมีสาเหตุมาจากการจัดการเรียนการสอนของครู โดยการจัดการเรียนวิชาเคมีในมหาวิทยาลัยราชภัฏจะจัดให้มีการเรียนทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและนักศึกษาได้ลงมือทำปฏิบัติการด้วยตนเอง ซึ่งในชั่วโมงเรียนวิชาปฏิบัติการครูผู้สอนจะสอนและอธิบายทฤษฎีในต้นชั่วโมง เช่น การใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์การทดลอง และเทคนิคการดำเนินการทดลองที่ถูกต้อง ก่อนที่จะให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติ ซึ่งนักศึกษาอาจจะฟังที่ครูสอนหรืออธิบายแต่ไม่ได้นำมาปฏิบัติหรืออาจจะปฏิบัติได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงทำให้ระดับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรวาท จิ่งสมาน (2542 : I-II)

ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของ

นักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่าความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อยู่ในระดับปานกลาง อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการเรียนวิชาเคมีของมหาวิทยาลัยราชภัฏไม่ได้เน้นทางด้านความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ในการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างปลอดภัย และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ไว้เป็นรายวิชาโดยเฉพาะลงในหลักสูตร และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออกมาเป็นคะแนน ดังนั้นนักศึกษาจึงไม่ค่อยให้ความสำคัญและเอาใจใส่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อารมย์ สนานนท์ (2540 : 16) ได้ศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสถาบันราชภัฏ ผลจากการศึกษาพบว่า ตัวแปรที่สามารถพยากรณ์ผลสัมฤทธิ์ทางในด้านการเรียนของนักศึกษา ได้แก่ ความเพียรในการเรียน ความเอาใจใส่ในบทเรียน และเกรดเฉลี่ยในชั้นมัธยมศึกษา

### 5.2.2 นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ

ในเขตกรุงเทพมหานคร มีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย การใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย และด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย โดยภาพรวมทุกด้าน อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง เนื่องจากการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีของโปรแกรมวิชาเคมีนั้น อาจารย์ได้ให้นักศึกษาทุกคนทำการทดลองด้วยตนเอง และอาจารย์จะดูแลอยู่ห่าง ๆ เมื่อมีปัญหา นักศึกษาสามารถปรึกษาได้ตลอดเวลา อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีจัดให้นักศึกษาเรียนภาคทฤษฎีควบคู่กับปฏิบัติ ซึ่งในชั่วโมงเรียนภาคปฏิบัติทางโปรแกรมวิชาเคมีได้จัดเวลาให้นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติอย่างเพียงพอ ที่จะศึกษาหาความรู้และฝึกทักษะความชำนาญในการทดลอง พฤติกรรมที่แสดงออกมาจึงอยู่ในเกณฑ์ที่ทำให้เกิดความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี และจากผลการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่พบว่านักศึกษามีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งอาจส่งผลให้นักศึกษามีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลางด้วยนั้น สอดคล้องกับทฤษฎีของ Bloom (อ้างใน สุรางค์ โคว์ตระกูล. 2533 : 186-187) ได้กล่าวไว้ว่า จุดมุ่งหมายการเรียนทุกวิชามุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่หนึ่งพุทธรพิสัย (Cognitive Domain) คือ ผู้เรียนมีความรู้ความจำในเนื้อหาที่เรียนมีการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ดังนั้นผู้เรียนต้องเข้าใจทฤษฎี ข้อเท็จจริง ข้อตกลง และเทคนิควิธีการเรียน ด้านที่สองจิตพิสัย (Affective Domain) คือ ผู้เรียนต้องซาบซึ้งและเห็นคุณค่าในสิ่งที่เรียนสร้างลักษณะนิสัยที่ดี ด้านที่สาม ทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) คือ ผู้เรียนนำความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องและลักษณะนิสัยเหมาะสมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ดังนั้นจากทฤษฎีของ Bloom จะเห็นว่าความรู้

ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมีผลต่อพฤติกรรมที่จะนำความรู้มาใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นเดียวกับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งอยู่ในระดับ ปานกลาง เป็นผลทำให้พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลางด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ จักราวุธ จึงสมาน (2542 : I-II) ได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่า ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา อยู่ในระดับปานกลางและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี อยู่ในระดับเหมาะสมน้อย

5.2.3 จากผลการวิจัย เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นรายชื่อ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย โดยภาพรวมนักศึกษามีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีในด้านนี้อยู่ในระดับเหมาะสม เมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ การตรวจสอบสารละลายอินทรีย์และกรดเข้มข้นในตู้ดูดควัน พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักศึกษาที่เรียนวิชาปฏิบัติการเคมี ยังขาดความรู้ด้านการป้องกันอันตรายจากสารเคมีที่ถูกต้อง รวมทั้งครูผู้สอนขาดการวางระบบและอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีที่ได้มาตรฐานเพียงพอ ซึ่งอาจจะขาดงบประมาณสนับสนุนในส่วนนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไชศรีวิไลย์ ดำเนิน (2532 : 67) ที่ได้ศึกษาปัญหาและการดำเนินงานของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในด้านสารเคมี อุปกรณ์การทดลอง อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ พบว่าด้านสารเคมีมีปัญหาปานกลาง และด้านอุปกรณ์ป้องกันอันตรายและอุบัติเหตุมีปัญหามาก กล่าวคือไม่มีเครื่องดับเพลิงและตู้ยาไว้ในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งมีอุปกรณ์ป้องกันตนเองในขณะเตรียมการทดลอง

2. ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย โดยภาพรวมนักศึกษามีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีในด้านนี้อยู่ในระดับเหมาะสม เมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ การใช้เครื่องแก้วที่มีรอยร้าวในการทำการทดลอง พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอ เพราะงบประมาณที่ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏจัดสรรให้กับภาควิชาต่าง ๆ นั้นเป็นงบประมาณที่ค่อนข้างจำกัดอีกทั้งงบประมาณที่ภาควิชาเคมีได้รับเป็นงบประมาณที่ต้องจัดซื้อเครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่างในแต่ละภาคการศึกษาจึงทำให้อุปกรณ์ไม่เพียงพอตามไปด้วย อีกทั้งครูผู้สอนยังขาดการวางแผนในการจัดการเรียนที่เหมาะสมเกี่ยวกับความปลอดภัยในด้านต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเคมี สอดคล้องกับงานวิจัยของ Expo (1981 : 3516-A) ได้ศึกษาเรื่องเกี่ยวกับการปฏิบัติ

ทดลองวิชาเคมีของโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของมลรัฐอลาบามา และเสนอชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี พบว่า ครูในโรงเรียนส่วนมากขาดความรู้ที่ถูกต้องในการใช้เครื่องมือป้องกันอันตราย และขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ทดลอง

### 3. ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย โดยภาพรวมนักศึกษามี

พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีในด้านนี้อยู่ในระดับเหมาะสม เมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้ว พฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ การใช้ลูกยางกับปิเปต ในการดูดน้ำกลั่นเพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการ พฤติกรรมจัดอยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากนักศึกษาขาดทักษะความชำนาญในการใช้ลูกยางกับปิเปตเพราะเทคนิคการปฏิบัติค่อนข้างยากนักศึกษาอาจจะใช้วิธีการอื่น ๆ ในการดูดน้ำกลั่น ซึ่งอาจจะเป็นเทคนิควิธีการที่นักศึกษาถนัด เป็นผลทำให้พฤติกรรมด้านนี้อยู่ในระดับเหมาะสมปานกลาง สอดคล้องกับเหตุผลของ ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2528 : 55) ได้กล่าวไว้ว่าการปฏิบัติการทดลองมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนในวิชาเคมีเป็นอย่างมาก แต่การทดลองจะได้ผลมาน้อยเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับผู้ทดลองเป็นสิ่งสำคัญ หากผู้ทดลองปฏิบัติการทดลองอย่างถูกวิธี หรือทำการทดลองอย่างมีเทคนิคแล้ว ย่อมจะได้ผลที่ถูกต้องด้วย จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่า ผู้ทดลองเป็นจำนวนมากไม่ทราบเทคนิคการทดลองที่ถูกต้อง ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะได้รับการอบรมในระยะแรกที่แตกต่างกันหรือไม่ใส่ใจต่อวิธีการทำที่ถูกต้องก็ได้ การปฏิบัติการทดลอง จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะช่วยให้การทดลองได้ผลที่ถูกต้องและคุ้มค่าแล้ว ยังช่วยลดอันตรายจากอุบัติเหตุที่เกิดจากการปฏิบัติการทดลองได้อีกทางหนึ่งด้วย

#### 5.2.4 จากผลการเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของ

นักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีชั้นปีต่างกัน พบว่ามีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากว่านักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี ไม่ว่าจะชั้นปีที่ 2,3 และ 4 ต่างก็ได้มีการเรียนวิชาเคมี 1 ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานทางเคมีในชั้นปีที่ 1 มาแล้ว รวมทั้งมีการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีเบื้องต้นอีกด้วย ซึ่งในรายวิชาดังกล่าวนักศึกษาได้เรียนวิชาเคมีที่เป็นทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กัน นักศึกษาได้ลงมือทำการทดลองด้วยตนเอง ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเป็นอย่างดี จึงส่งผลให้ในแต่ละชั้นปีมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีไม่แตกต่างกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรวาท จึงสมาน (2542 : I-II) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่านักศึกษา แต่ละชั้นปีมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน

5.2.5 จากผลการเปรียบเทียบพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรม วิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีชั้นปี ต่างกัน พบว่า นักศึกษามีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ไม่แตกต่างกัน อาจเป็นเพราะ การเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีนั้น นักศึกษาทุกคนต้องทำการทดลองด้วยตนเองตลอด ดังนั้นจึงทำให้ การปฏิบัติตนของนักศึกษาเพื่อให้เกิดความปลอดภัยไม่แตกต่างกัน โดยทุกชั้นปีสามารถนำความรู้ ที่ได้รับหรือที่มีอยู่ไปใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีในระดับที่เหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของ จักรวาท จิงสมาน (2542 : I-II) ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและ พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่า พฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา ในแต่ละชั้นปีไม่แตกต่างกัน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรมีการกระตุ้นให้นักศึกษาสนใจในการเรียนมากขึ้นเพื่อทำให้มีความรู้เกี่ยวกับความ ปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี และมีพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีในระดับที่ เหมาะสมมากขึ้น อีกทั้งเมื่อจบการศึกษาจะต้องนำความรู้ที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการทำงาน ต่อไป เช่น ด้านความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ส่งเสริมและให้ความรู้เรื่องการใช้ สารเคมีควรมีการทำให้สารเจือจาง การติดป้ายที่ขวดแสดงชนิดสารเคมี เป็นต้น

2. ครูควรกระตุ้นและชี้แนะให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ให้ดีขึ้นเนื่องจากผลการวิจัย ด้านความรู้และพฤติกรรมกับความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอยู่ในระดับปานกลาง เช่น การชี้ให้เห็นโทษของการขาดความรู้และการมีพฤติกรรมต่างๆ ที่ผิดวิธีในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งมีแต่ผลเสียมากกว่าผลดี หรือการจัดนิทรรศการความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

3. พฤติกรรมด้านความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย ที่ควรปรับปรุง เช่น การไม่ ใช้มือในการหยิบสารเคมีที่เป็นของแข็ง การเก็บกวาดทันทีที่ทำสารเคมีหก การใช้ตู้ควันเมื่อต้องใช้ สารเคมีที่เป็นอันตราย ด้านการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย ควรปรับปรุง เช่น ควรมีการ ตรวจสอบเครื่องมือก่อนใช้ทำการทดลองทุกครั้งเมื่อมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือชำรุดและรอซ่อม ควรติดป้ายบอกไว้เพื่อให้ผู้อื่นทราบ การทำความสะอาดอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนการใช้งานทุกครั้ง ด้านเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย ควรปรับปรุงเทคนิคและวิธีการทำการทดลอง ให้เกิดทักษะและความชำนาญมากขึ้น เช่น การใช้บีกเกอร์ในการตวงเพื่อปรับปริมาตร การคน

สารละลายไปในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา และการใช้ลูกยางกับปิเปต ในการดูดน้ำกลั่นเพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการ

4. ควรมีการตั้งกฎระเบียบข้อบังคับเกี่ยวกับพฤติกรรมที่เหมาะสมในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา และมีบทลงโทษผู้ที่มีพฤติกรรมไม่เหมาะสม ซึ่งจะให้นักศึกษาปรับระดับพฤติกรรมในการใช้ห้องปฏิบัติการได้เหมาะสมมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความปลอดภัยในขณะที่ทำปฏิบัติการในวิชาเคมี

5. ใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงหลักสูตร และจัดการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการเคมี ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัดเพื่อนำผลที่มาเปรียบเทียบความแตกต่างและใช้ในการปรับเนื้อหาหลักสูตรการเรียนการสอนวิชาเคมี

2. ควรศึกษาเรื่องปัญหาและอุปสรรคเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีให้เหมาะสมมากขึ้น

## บรรณานุกรม

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2538. คู่มือการวัดระดับอุบัติเหตุจากสารเคมี. กรุงเทพฯ :
- กองความปลอดภัยโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- ไชศรีวิไลย์ ดำเนิน. 2532. “ปัญหาและการดำเนินการของครุวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- แคร์รีน นันทิทรภ. 2542. “เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง สารเคมีและวัตถุอันตรายในประเทศไทย.” กรุงเทพฯ ฯ : สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. เอกสารอัดสำเนา.
- จินตนา อามระดิษ. 2529. “ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาการสอนทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ของครุวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ในกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จูไรรัตน์ ดวงเดือน. 2542. “เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง อันตรายจากเคมี.” กรุงเทพฯ ฯ : สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. เอกสารอัดสำเนา.
- จักรวาล จิ่งสมาน. 2542. “การศึกษาความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์ และชัยยะ พงษ์พาณิชย์. 2526. วิทยาศาสตร์สุขภาพ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ชัยพร วิชาวุธ. 2523. การวิจัยเชิงจิตวิทยา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล และสุมาลี ชนะชาตมงคล. 2539. ความปลอดภัยและอนามัยในการใช้สารเคมีในการทำงาน. กรุงเทพฯ : อมรินทร์ พรินต์ติ้ง แอน พับลิชชิ่ง.
- ชูดา จิตพิทักษ์. 2525. พฤติกรรมศาสตร์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สารมวลชน.
- ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์ และเปรมใจ ตรีจิตรานุสรณ์. 2530. คู่มือห้องปฏิบัติการ : ความรู้พื้นฐาน. ขอนแก่น : ภาควิชาเคมีคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ดิเรก หุ่นสุวรรณ. 2530. “ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัย  
ในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานคร.”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- ทบวงมหาวิทยาลัย. คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์.  
ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย.  
เอกสารอัดสำเนา.
- ธงชัย จิวปรีชา และปรีชา เดชศรี. 2528. “ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.”  
ข่าวสาร ศสวท. 3 (2) : 2-5.
- ธีรพล จินแพทย. 2531. “ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย ทักษะปฏิบัติการ  
เคมีและความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- นราพร หาญวงวงศ์. 2542. “เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องการบำบัดสารเคมีและวัตถุอันตราย  
ในห้องปฏิบัติการเคมี.” กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.  
เอกสารอัดสำเนา.
- นวลศิริ เปาโรหิตย์. 2533. จิตวิทยาสังคม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ. 2537. เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมสำหรับการทำวิจัย.  
พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : B&B.
- บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ. 2545. สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :  
ศรีอนันตการพิมพ์.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2528. เทคนิคทางเคมี. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร.
- ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2539. เทคนิคทางเคมี. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร.
- ประคอง กรรณสูตร. 2528. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือ  
ดร.ศรีสง่า.
- ประคอง กรรณสูตร. 2542. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :  
คำนสุทธการพิมพ์.
- ประพิณ ออกเวหา. 2524. การบริหารห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา.  
นครปฐม : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1.
- ประภาเพ็ญ สุวรรณ. 2526. การวัดการเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมอนามัย. กรุงเทพฯ :  
ไทยวัฒนาพานิช.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประวิตร ชูศิลป์. 2542. เอกสารนิเทศการศึกษาระดับปีที่ 233 : หน่วยการศึกษานิเทศก์ กรรมการ  
ฝึกหัดครู.
- ปิยะ ไชยกันยา. 2528. “การเกิดอุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุจากปฏิบัติการวิทยาศาสตร์  
ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม.
- ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธ์. 2541. คู่มือปฏิบัติการเคมีทั่วไป. กรุงเทพฯ : เกลิมชัยการพิมพ์.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. 2535. การบริหารงานวิชาการ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สหมิตรออฟเซต.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (ม.ป.ป.). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. สงขลา : ภาควิชา  
วิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พรพรรณ ไชยประพาฬ. 2522. “ความคิดเห็นเกี่ยวกับสมรรถภาพของครูวิทยาศาสตร์.”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ :  
โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล.
- พิชัย ไทวิวิญญ์ และคณะ. ม.ป.ป. คู่มือสารเคมีกับความปลอดภัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี  
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมล เรือนวัฒนา. 2542. “เอกสารประกอบบรรยายเรื่องเทคโนโลยีสะอาดกับการจัดการสารเคมี  
และวัตถุอันตราย.” กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.  
เอกสารอัดสำเนา.
- ฟอง เกิดแก้ว. 2518. วัสดุศึกษา-การปฐมพยาบาล. พระนคร : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภพ เลหาไพบูลย์. 2540. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรา นิคมานนท์. 2538. การประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา. 2547. คู่มือการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ  
บ้านสมเด็จเจ้าพระยา. กรุงเทพฯ : กรรมการจัดทำคู่มือการศึกษาสำนักส่งเสริมวิชาการ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. 2538ก. เอกสารการสอนชุดวิชาความปลอดภัย การควบคุม  
คุณภาพและการบริการห้องปฏิบัติการ หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช. 2538ข. เอกสารการสอนชุดวิชาความปลอดภัย การควบคุม  
คุณภาพและการบริการห้องปฏิบัติการ หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- มังกร ทองสุคดี. 2523. การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : หน่วยการศึกษ  
นิเทศ กรรมการฝึกหัดครู.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

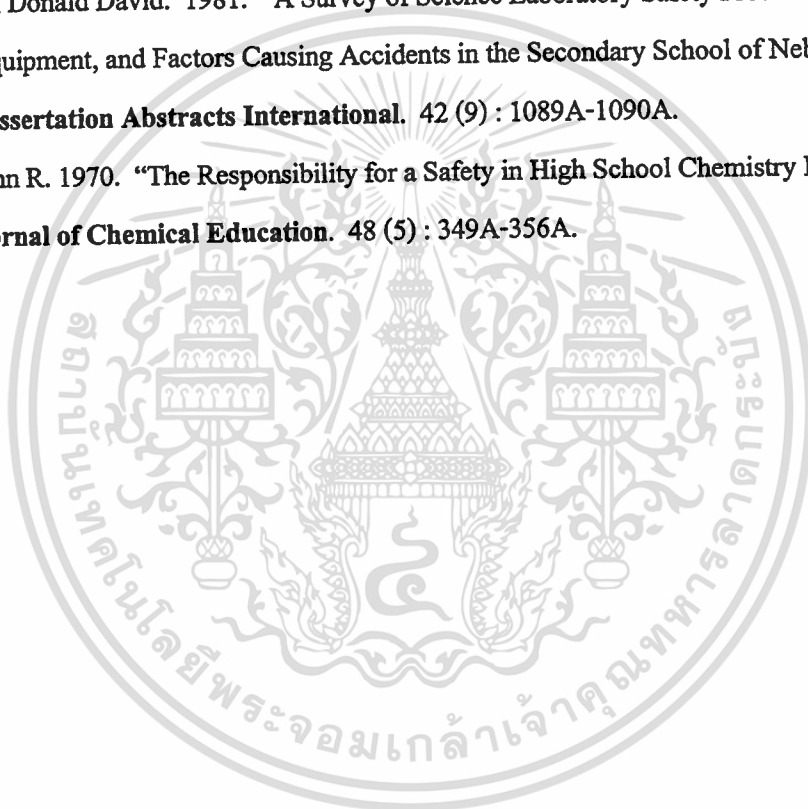
- มังกร ทองสุคติ. 2525. “ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.” วิทยาศาสตร์. 36 (4) : 46.
- บุทรพงษ์ กัยวรรณ. 2543. **พื้นฐานการวิจัย**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น จัดพิมพ์.
- บุรี วิศวะเมธี. 2527. “ปัญหาของครูมัธยมศึกษาตอนปลายในการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์  
สาขาเคมี.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวิวรรณ ชินะตระกูล. 2540. **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- เรืองชัย ทิมสุวรรณ. 2534. “ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองเคมีของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร  
มหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัตนะ อุทัยผล. 2523. **สวัสดิศึกษาในโรงฝึกงาน**. กรุงเทพฯ : หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการ  
ฝึกหัดครู.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2541. **สาระการศึกษาระียนการสอน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์  
คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ. 2543. “เอกสารประกอบการสอนวิชาการศึกษาศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎี  
และวิธีการสอนวิทยาศาสตร์.” กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.  
เอกสารอัดสำเนา.
- วรารักษ์ อุบลคำ. 2545. “ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและพฤติกรรมการใช้  
ห้องปฏิบัติการของนิสิตคณะเภสัชศาสตร์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วัลลี สุวจิตตานนท์. 2525. “ภัยในห้องปฏิบัติการ.” วารสารเคมีพันธ์ 6 (10) : 1-7.
- วิเชียร เกตุสิงห์. 2520. **การวัดผลการศึกษาและสถิติเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ :  
ไชยวัฒน์การพิมพ์.
- วิจิตร บุญชะโหดระ. 2536ก. **อุบัติเหตุ**. กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์.
- วิจิตร บุญชะโหดระ. 2536ข. **อุบัติเหตุจากการทำงาน**. กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์.
- วีระนารถ มานะกิจ 2536. **พฤติกรรมของบุคคลในองค์กร**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย  
รามคำแหง.
- วีระพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ และวิฑูรย์ สิมะโชคดี. 2528. **วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัย  
ในโรงงาน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอช-เอ็น.
- ศุภวรรณ ดันตยานนท์. 2527. “เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาเรื่อง สาระเคมีกับความปลอดภัย  
ในโรงงานอุตสาหกรรม.” กรุงเทพฯ : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. เอกสารอัดสำเนา.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถาบันราชภัฏ. 2543. **ประมวลหลักสูตรปริญญาของสถาบันราชภัฏ**. กรุงเทพฯ : ฝ่ายตำรา และอุปกรณ์การศึกษา สำนักบริการทางวิชาการและทดสอบสถาบันราชภัฏ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2529. **เอกสารสำหรับครู**.  
เทคนิคบางประการในปฏิบัติการเคมี. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2542. **ประชุมข้อปฏิบัติการระดมความคิด ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วิสัยทัศน์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยุคหลังปี ค.ศ. 2000**. กรุงเทพฯ.
- สมศรี เขียวสาด. 2527. “อุบัติเหตุและความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลายในกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2531. **รายงานสัมมนาวิชาการเรื่องความปลอดภัย จากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- สุชาติ ชินะจิตร. 2520. **คู่มือความปลอดภัยในการปฏิบัติการเคมี**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2532. **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.
- สุนันท์ บุราณรัมย์. 2542. **วิทยาศาสตร์เพื่อคุณภาพชีวิต**. กรุงเทพฯ : เบิร์ดเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- สุรางค์ โต้วตระกูล. 2533. **จิตวิทยาการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- เสรี ไตรรัตน์. 2518. **คู่มือปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์คุณภาพ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- โสภา ชูพิกุลชัย. 2521. **จิตวิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช.
- อนันต์ ศรีโสภา. 2524. **การวัดผลและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- อรทัย ชื่นมณุษย์. 2535. **จิตวิทยาสังคมขั้นสูง**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- อัจฉรา พุ่มฉัตร. 2542. “เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง การจัดเก็บสารเคมีตาม มอก. 1300.” กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.
- อารมณฺ์ สนานภู. 2540. “สรุปผลการวิจัยเรื่องตัวแปรที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักศึกษาสถาบันราชภัฏ.” วิชาการ. ฉบับปฐมฤกษ์ : 14-17.

- อุดม พลเยี่ยม. 2544. “ปัญหาการจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของอาจารย์ผู้สอน วิชาเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.
- อุมาพร สุขม่วง. 2542. “เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง ความปลอดภัยและอันตรายจาก สารเคมี.” กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. เอกสารอัดสำเนา.
- Anderson, R.O. 1976. **The Experience of Science : A New Perspective for Laboratory Teaching.** New York : Teacher College Press Columbia University.
- Bergquist, Sidney R. 1981. **New Webster Dictionary of the English Language.** New York : Copyright by Delair Publishing. 442.
- Bloom, B.S. 1976. **Human Characteristics and School Learning.** New York : McGraw Hill.
- Bloom, Benjamin S., Hastinas T. Thomsa and Madaue George F. 1971. **Handbook on formation And Summatic of student Learning.** New York : Mc-Hill.
- Creedy, J. 1978. **A Laboratory Manual for School and Colleg.** London : Huneman Education Books.
- Cronbach, L. J. 1970. **Essentials of Psychology Testing.** 3<sup>rd</sup> ed. New York : Harper and Row.
- Doanald, S. F. 1977. “Teaching for safety.” **The Science Teacher.** 44 (5) : 27-28.
- Dombroski, June Morgan., and Hagellberg, Ray R. 1983. “The Effects of a Safety Unit on Student Safety Knowledge and Behavior.” **Science Education.** 69 (10) : 720.
- Ekpo, Johnson Udo Johnnie. 1981. “A Survey of Chemistry Laboratory Safety Practices in Selected High School of Alabama and Proposed Chemistry Laboratory Safety Module.” **Dissertation Abstracts International.** 41(2) : 3516-A
- Fieser, L. F. and Williamson, K. L. 1998. **Organic Experiment.** New York : Houghton Mifflin Company.
- George, I. Sackheim and Ronaid M. Schultz. 1968. **Laboratory Chemistry for the Health Sciencse.** London : The Macmillan.
- Good, Cater V. 1973. **Dictionary of Education.** New York : McGraw-Hill.
- Kramer, Bery Marjorie Cayzer. 1984. “Study of the Relationship Between Safety Knowledge and Student Perception of Safety Practice of Secondary School Science Teacher. **Dissertation Abstracts International.** 45 (11) : 1358-A.

- Lapedes, Daneil N. 1979. **Dictionary of Scientific and Technical Terms**. 2<sup>nd</sup> ed. New York :  
Mc Graw – Hill.
- Lunetta, Vincent. ; Hoftein, A. ; and Gidding Geoffrey. 1981. “Evaluation Science Laboratory  
Skills.” **The Science Teacher**. 48(January),22-25.
- Lunetta, Vincent N. 1982. “ The Role of the Laboratory in Secondary Science Teaching :  
A Curriculum Perspective. “ **The Science Teacher**. 49(February),21.
- Mahn, W. J. 1991. **Fundamentals of Laboratory Safety : Physical Hazards in the  
Academic Laboratory**. New York : Van Nostrand Reinhold.
- Woodburn, Donald David. 1981. “A Survey of Science Laboratory Safety Procedures. Safety  
Equipment, and Factors Causing Accidents in the Secondary School of Nebraska.”  
**Dissertation Abstracts International**. 42 (9) : 1089A-1090A.
- Young, John R. 1970. “The Responsibility for a Safety in High School Chemistry Laboratories.”  
**Jornal of Chemical Education**. 48 (5) : 349A-356A.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ..... ชั้นปีที่ .....

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### คำชี้แจง

- แบบทดสอบวัดความรู้ฉบับนี้ใช้วัด 3 ด้าน คือ
  - ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย
  - ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย
  - ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย
- แบบทดสอบวัดความรู้ทุกข้อเป็นแบบเลือกตอบ ให้นักศึกษาเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวโดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง  ให้ตรงกับข้อนั้น ๆ ในกระดาษคำตอบ
- การวัดความรู้ครั้งนี้ ไม่มีผลต่อการเรียนของนักศึกษาแต่อย่างใด

### .....

#### ด้านที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย

- ข้อใดควรปฏิบัติเป็นอันดับแรกของการเก็บสารเคมีต่าง ๆ ในห้องเก็บสารเคมี
  - ศึกษาสมบัติของสารเคมี
  - จัดกลุ่มตามสถานะของสารเคมี
  - ศึกษาวิธีการป้องกันอันตรายจากสารเคมี
  - จัดกลุ่มสารเคมีตามอักษรตัวแรกของสารเคมี
- สารเคมีชนิดใดที่ต้องเก็บไว้ในน้ำ
 

1. ฟอสฟอรัส	2. แคลเซียม
3. กำมะถัน	4. ซิลิกอน
- เปลวไฟที่เกิดจากโลหะโซเดียม จะมีวิธีการดับอย่างไร
 

1. ใช้น้ำราด	2. ใช้ทรายกลบ
3. ใช้แอลกอฮอล์ราด	4. ใช้ผ้าชุบน้ำคลุมทับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สารเคมีในข้อใดที่ควรระมัดระวังในการใช้ เนื่องจากสามารถซึมผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกายได้
1.  $\text{CCl}_4$  กับ Hg
  2. Toluene กับ Hg
  3.  $\text{CaCl}_2$  กับ  $\text{CCl}_4$
  4.  $\text{CaCl}_2$  กับ Toluene
5. เมื่อโดนกรดหกใส่ผิวหนัง ควรจะล้างด้วยสารชนิดใด หลังจากล้างด้วยน้ำแล้ว
1. เมทิลแอลกอฮอล์
  2. แอมโมเนียคลอไรด์
  3. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต
  4. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
6. สารเคมีในข้อใดควรเก็บไว้ในขวดสีเข้มหรือสีชา
1. ของเหลวที่ไวไฟ
  2. สารละลายกรดหรือเบสที่เข้มข้น
  3. สารที่เป็นพิษหรือสารที่ระเบิดได้
  4. สารที่สามารถถูกออกซิไดส์ได้
7. ข้อใดจัดเป็นสารไวไฟทุกตัว
1. แกลเซียมคาร์ไบด์ ไอโอดีน เบนซีน
  2. เอทิลแอลกอฮอล์ อะซิโตน อะลูมิเนียมผง
  3. ผงสังกะสี ไทลูอีน โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต
  4. ปีโคเลียมอีเทอร์ เฮกเซน แกลเซียมคลอไรด์
8. สารเคมีที่นักศึกษาใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี จัดอยู่ในเกรดใด
1. Comercial Grade
  2. Analysed Grade
  3. Laboratory Grade
  4. Chemical Pure Grade
9. สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อระบบประสาทคือข้อใด
1. แอลกอฮอล์
  2. ก๊าซคลอรีน
  3. ไนโตรเจน
  4. ฟอสฟอรัส
10. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ควรเก็บไว้ในที่ใดจึงจะปลอดภัย
1. ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก
  2. ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส
  3. ที่อุณหภูมิห้อง
  4. ที่อุณหภูมิไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส

## ด้านที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย

11. การใช้ปิเปตดูดสารเคมี ควรปฏิบัติอย่างไร จึงจะถูกต้องและปลอดภัย
  1. ใช้ปากดูดสารเคมี
  2. ใช้ลูกยางดูดสารเคมี
  3. ใช้ลูกยางหรือปากดูดสารเคมีก็ได้
  4. ใช้ลูกยางดูดสารเคมีที่อันตรายเท่านั้น ส่วนสารที่ไม่เป็นอันตรายใช้ปากดูด
  
12. ในการเตรียมสารละลาย (reagent) ที่เป็นสารละลายกรด-เบสเข้มข้นมากๆ ควรปฏิบัติอย่างไร
  1. สารละลายที่เป็นกรด เตรียมใส่อุปกรณ์ที่เป็นขวดพลาสติกปิดมิดชิด
  2. สารละลายที่เป็นเบส เตรียมใส่อุปกรณ์ที่เป็นขวดแก้วปิดมิดชิด
  3. สารละลายที่เป็นกรด เตรียมใส่อุปกรณ์ที่เป็นขวดแก้วปิดมิดชิด
  4. ข้อ 2, 3 ถูก
  
13. ข้อใดไม่ควรปฏิบัติในการล้างเครื่องแก้ว
  1. เมื่อด่างสะอาดแล้ว ใช้น้ำกลั้ด้างอีกครั้งหนึ่ง
  2. เมื่อด่างสะอาดแล้ว จึงทำให้แห้ง
  3. เมื่อด่างสะอาดแล้ว จึงทำให้แห้งโดยนำไปอังกับเปลวไฟ
  4. ใช้อะซิโตนล้างสิ่งตกปรกที่ไม่สามารถใช้น้ำล้างออก
  
14. ลักษณะใดไม่ควรปฏิบัติในการดึงเทอร์โมมิเตอร์ออกจากจุกยาง
  1. ใช้มีดกรีดจุกยางแล้วดึง
  2. นำจุกยางไปอังไฟเพื่อให้จุกยางขยาย
  3. ใช้น้ำหรือสบู่หยดลง ไปและใช้ผ้าจับเทอร์โมมิเตอร์หมุนไปมา
  4. ใช้ก๊ลิเชอรินหยดลง ไปและใช้ผ้าจับเทอร์โมมิเตอร์หมุนไปมา
  
15. การจับหลอดทดลอง ขณะให้ความร้อนควรจับตำแหน่งใด และควรหันปากหลอดอย่างไร
  1. ปลายหลอด และหันปากหลอดไปทางหน้าต่าง
  2. กลางหลอด ขณะให้ความร้อน เอียงหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปด้านที่ไม่มีคน
  3. ปลายหลอด ขณะให้ความร้อน เอียงหลอดเล็กน้อย และหันปากหลอดไปด้านที่ไม่มีคนหรือสิ่งของ
  4. ปลายหลอด ขณะให้ความร้อนเอียงหลอด  $45^\circ$  และหันปากหลอดไปด้านที่ไม่มีคน

16. ข้อใดต่อไปนี้เป็นวัสดุที่ต้องเกี่ยวกับ โดคูความชื้น (Dessicator)
1. สีของสารที่ใช้แล้วใน โดคูความชื้น คือสีฟ้า
  2. สารที่ใส่ใน โดคูความชื้น คือสารประเภทคาร์บอน
  3. สารที่ใส่ใน โดคูความชื้น คือสารพวกซิลิกาเจล
  4. ควรใส่สิ่งของที่ต้องการใน โดคูความชื้นทันทีหลังจากอบแล้วเพื่อป้องกันความชื้นเข้า
17. ก่อนใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ ท่านต้องปรับได้ตะเกียงให้สูงประมาณเท่าใด และควรเติมแอลกอฮอล์ปริมาณเท่าใดของตะเกียง
1. 1 ซม. และ  $\frac{1}{2}$
  2.  $\frac{1}{2}$  ซม. และ  $\frac{3}{4}$
  3.  $\frac{1}{2}$  ซม. และเต็ม
  4. 1 ซม. และ  $\frac{3}{4}$
18. สารเคมีประเภทใดห้ามตวงด้วยกระบอกลงพลาสติก
1. สารละลายเบส
  2. สารละลายกรด
  3. สารอินทรีย์
  4. สารอนินทรีย์
19. ถ้าต้องการเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นตามจำนวนที่เราต้องการ ได้อย่างถูกต้องจะใช้ อุปกรณ์ใด
1. บิวเรต
  2. ปีเปต
  3. ขวดวัดปริมาตร
  4. กระบอกตวง
20. อุปกรณ์ที่ใช้บรรจุสารเพื่อใช้ในการทำปฏิกิริยา คือข้อใด
1. ขวดรูปกรวย
  2. บีกเกอร์
  3. หลอดทดสอบ
  4. ขวดวัดปริมาตร

### ด้านที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

21. การคมสารเคมีควรถือภาชนะอย่างไร และอยู่ในตำแหน่งใดกับจมูกจึงจะปลอดภัย
  1. ในระดับต่ำกว่าจมูกเล็กน้อย
  2. ในระดับเดียวกับจมูกอยู่ และอยู่ห่างจากจมูกพอสมควรแล้วค่อยๆ สูดดมกลิ่นสารอย่างช้าๆ
  3. ในระดับต่ำกว่าจมูกเล็กน้อย และอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร ใช้มืออีกข้างโบกให้กลิ่นของสารเคมีผ่านเข้าจมูกช้าๆ
  4. ในระดับเดียวกับจมูก และอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร ใช้มืออีกข้างหนึ่งโบกให้กลิ่นของสารเคมีผ่านเข้าจมูกช้าๆ
22. การกระทำในลักษณะใดต่อไปนี้จะทำการทดลอง ในห้องปฏิบัติการเคมีที่อาจทำให้สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้
 

1. การสูบบุหรี่	2. กินอาหาร
3. ใช้มือหยิบสารเคมี	4. พुकยุขขณะทำการทดลอง
23. เมื่อหยดกลิ่นสาร นักศึกษาควรปฏิบัติอย่างไร เป็นอันดับแรก
  1. ดับตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วจึงดึงหลอดนำก๊าซออก
  2. ดับตะเกียงแอลกอฮอล์ แล้วจึงเลื่อนที่จับหลอดทดลอง
  3. ดึงหลอดนำก๊าซออกจากหลอดทดลอง แล้วจึงดับตะเกียงแอลกอฮอล์
  4. เลื่อนที่จับหลอดทดลองให้หลอดพ้นเปลวไฟ แล้วจึงดับตะเกียงแอลกอฮอล์
24. ข้อปฏิบัติใดในการให้ความร้อนแก่ของเหลวชนิดไวไฟที่มีจุดเดือดต่ำ อาจเกิดอันตรายได้
  1. บรรจุในภาชนะปากแคบ
  2. นำภาชนะที่บรรจุสารไปให้ความร้อนโดยตรง
  3. ให้ความร้อนแก่สารในห้องโล่ง หรืออากาศถ่ายเทได้สะดวก
  4. เที่ยงภาชนะที่ใส่ของเหลวเพียงเล็กน้อย
25. ควรปฏิบัติอย่างไร เพื่อให้การกรองมีความรวดเร็ว
  1. เลือกภาชนะการกรองให้เหมาะสมกับขนาดและปริมาตรของตะกอน
  2. วางกระดาษกรองให้กระดาษพันขอบกรวยขึ้นมา 1 ซม.
  3. สารละลายที่ร้อนๆ สามารถกรองได้เร็ว
  4. ใช้กรวยกรองที่มีด้านขนาดใหญ่

26. การกำจัดปรอทที่ตกจากการทดลอง ข้อใดปฏิบัติได้ถูกต้อง
1. ใช้ผ้าแห้งกวาดปรอทมารวมกัน แล้วใช้ช้อนตักทิ้ง
  2. ใช้กำมะถันโรยไปที่ปรอทแล้วกวาดมารวมกัน แล้วนำไปฝังดิน
  3. ใช้ก๊าซออกซิเจนพ่นเข้าไปในที่ที่มีปรอทอยู่ เพื่อให้เกิดการออกซิไดซ์
  4. ใช้ผ้าแห้งกวาดปรอทมารวมกันแล้วใช้ช้อนตัก นำไปฝังในบ่อที่เตรียมไว้สำหรับทิ้งสารเคมี
27. ข้อใดเป็นสาเหตุที่ต้องใช้อินดิเคเตอร์ใส่ลงไปในสารละลาย ในการไทเทรต
1. เพื่อให้สีของสารละลายดูสวยงาม
  2. เพื่อให้รู้การเปลี่ยนแปลงของสีต่างๆ
  3. เพื่อใช้เป็นตัวบอกจุดยุติ
  4. เพื่อให้ผู้ไทเทรตมีความรู้เกี่ยวกับสี
28. ธรรมเนียมการใช้เป็นของแข็ง ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง
1. ใช้นิ้วมือสัมผัสสารได้โดยตรง
  2. ใช้ช้อนตักสารที่สะอาดและแห้ง ตักสารเคมี
  3. เปิดฝาขวดขวดเคมี ให้ห่างฝ่าขวคบนพื้นโต๊ะ
  4. ปิดขวดสารเคมีทันที เมื่อใช้สารเคมีเสร็จแล้ว
29. การเตรียมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ควรเตรียมในที่ใด
1. เตรียมในบริเวณที่ทำการทดลอง
  2. เตรียมในตู้ดูดควัน
  3. เตรียมบริเวณคิคริมหน้าต่าง
  4. เตรียมบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก
30. ในการรินของเหลวจากขวดบรรจุสารลงในบีกเกอร์ ควรปฏิบัติอย่างไร
1. รินของเหลวจากขวดบรรจุสารผ่านแท่งแก้วลงในบีกเกอร์
  2. รินของเหลวจากขวดบรรจุสารผ่านกรวยกรองลงในบีกเกอร์
  3. รินของเหลวจากขวดบรรจุสารลงในบีกเกอร์ โดยใช้ของเหลวไหลผ่าน
  4. ใช้กระบอกฉีดยาคูด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบวัดพฤติกรรมการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ..... ชั้นปีที่ .....

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

### คำชี้แจง

1. แบบวัดพฤติกรรมฉบับนี้ใช้วัด 3 ด้าน คือ
  - ด้านที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย
  - ด้านที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย
  - ด้านที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย
2. กรุณาใส่เครื่องหมาย (/) ลงในช่องที่นักศึกษาปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี
  - 5 หมายถึง ปฏิบัติตามข้อความนั้นทุกครั้ง
  - 4 หมายถึง ปฏิบัติตามข้อความนั้นบ่อยครั้ง
  - 3 หมายถึง ปฏิบัติตามข้อความนั้นบางครั้ง
  - 2 หมายถึง ปฏิบัติตามข้อความนั้นน้อยครั้ง
  - 1 หมายถึง ไม่ปฏิบัติตามข้อความนั้นเลย
3. การทดสอบวัดพฤติกรรมครั้งนี้ ไม่มีผลต่อการเรียนของนักศึกษาแต่อย่างใด

## ด้านที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัย

ข้อความ	ระดับปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
1. ท่านสวมเสื้อปฏิบัติการก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ					
2. ท่านใช้มือในการหยิบสารเคมีที่เป็นของแข็ง					
3. ก่อนใช้สารเคมีท่านศึกษาคุณสมบัติ และอันตรายของสารเคมีในห้องปฏิบัติการอย่างละเอียด					
4. ท่านติดฉลากสารเคมีที่ต้องใช้หรือเตรียมขึ้น เพื่อป้องกันการหยิบไปใช้ผิด					
5. ท่านรีบเก็บกวาดทันทีที่ทำสารเคมีหก					
6. ท่านแจ้งงานสารเคมีที่เหลือจากการทดลองก่อนจะทิ้ง					
7. ท่านเทสารเคมีที่เหลือใช้จากการทดลองกลับคืนขวดเมื่อใช้ไม่หมด					
8. ท่านตรวจสอบสารละลายอินทรีย์และกรดเข้มข้นในตู้ดูดควัน					
9. ท่านติดฉลากสารเคมีทุกชนิดที่รินใส่บีกเกอร์มาใช้					
10. ท่านล้างมือสะอาดหลังเสร็จสิ้นการทดลอง					

## ด้านที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ทดลองอย่างปลอดภัย

ข้อความ	ระดับปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
11. การถ่ายเทสารระเหย เช่น $CCl_4$ ลงในภาชนะอื่นท่านจะทำในตู้ดูดควัน					
12. ท่านตรวจสอบเครื่องมือก่อนใช้ทำการทดลองทุกครั้ง					
13. ท่านใช้ผ้าพลาสติกปูพื้นโต๊ะปฏิบัติการก่อนทำการทดลอง					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรที่สอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังบริเวณที่นอกเหนือจากนี้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อความ	ระดับปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
14. ท่านทำความสะอาดเทอร์โมมิเตอร์ก่อนที่จะใช้วัดในครั้งต่อไป					
15. ท่านทำความสะอาดเครื่องชั่งก่อนและหลังการใช้					
16. เมื่อมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือชำรุดและรอซ่อมท่านติดป้ายบอกไว้เพื่อให้ผู้อื่นทราบ					
17. ท่านใช้เครื่องแก้วที่มีรอยร้าวในการทำทดลอง					
18. ท่านใช้ หรือเคยใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วจากห้องปฏิบัติการใส่อาหารหรือเครื่องดื่ม					
19. ท่านไม่วางอุปกรณ์อื่นบนโต๊ะที่ทำปฏิบัติการ นอกเหนืออุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลองเท่านั้น					
20. ท่านรินของเหลวจากขวดบรรจุสารผ่านแท่งแก้วคนลงในบีกเกอร์					

### ด้านที่ 3 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัย

ข้อความ	ระดับปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
21. ในการเทสารละลายจากกระบอกตวงลงในบีกเกอร์ ท่านใช้ปากกระบอกตวงสัมผัสกับปากบีกเกอร์ด้วย					
22. ท่านใช้ปิเปตในการไทเทรต เมื่อต้องการความเร็ว					
23. ท่านใช้ลูกยางกับปิเปตในการดูดน้ำกลั่นเพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการ					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อความ	ระดับปฏิบัติ				
	5	4	3	2	1
24. ท่านใส่เศษกระเบื้อง หรือลูกแก้วเล็กๆ ลงไปในหลอดกลั่นทุกครั้งที่ทำกรกลั่นสาร					
25. ท่านดูดดมสารเคมีจากขวดในระดับต่ำกว่าจมูกเล็กน้อย และอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร โดยใช้มืออีกข้างโบกให้กลิ่นของสารเข้าจมูกช้าๆ					
26. ท่านใช้ขวดสีชาใส่ $\text{AgNO}_3$ เข้มข้นเพื่อป้องกันแสง					
27. ท่านใช้บีกเกอร์ในการตวงเพื่อปรับปริมาตร					
28. ในการชั่งสารท่านนั่งตรงกึ่งกลางของเครื่องชั่ง					
29. ท่านคนสารละลายไปในทิศทางเดียวกันตลอดเวลา					
30. ท่านทำความสะอาดกันภาชนะให้แห้งก่อนจะนำไปต้ม					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หลักสูตรสายวิทยาศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ โปรแกรมวิชาเคมี ระดับปริญญาตรี**  
**หน่วยกิตรวมตลอดหลักสูตรไม่น้อยกว่า 150 หน่วยกิต**

**การจัดการเรียนการสอน**

1. หมวดวิชาการศึกษาทั่วไป	33 หน่วยกิต
2. หมวดวิชาเฉพาะด้าน	107 หน่วยกิต
2.1 กลุ่มวิชาเนื้อหา	85 หน่วยกิต
บังคับ เรียน	79 หน่วยกิต
4011305 ฟิสิกส์ 1	3 (3-0)
4011601 ปฏิบัติการฟิสิกส์ 1	1 (0-3)
4021108 เคมีทั่วไป	3 (3-0)
4021109 ปฏิบัติการเคมีทั่วไป	1 (0-3)
4031101 ชีววิทยา 1	3 (3-0)
4031102 ชีววิทยา 2	3 (3-0)
4031103 ปฏิบัติการชีววิทยา 1	1 (0-3)
4031104 ปฏิบัติการชีววิทยา 2	1 (0-3)
4031107 ชีววิทยาพื้นฐาน	3 (2-3)
4022201 เคมีอินทรีย์ 1	3 (3-0)
4022202 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1	1 (0-3)
4023202 เคมีอินทรีย์ 2	3 (3-0)
4023203 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 2	1 (0-3)
4022307 เคมีอินทรีย์	3 (3-0)
4022308 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1	1 (0-3)
4023301 เคมีอินทรีย์ 2	3 (3-0)
4023302 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 2	1 (0-3)
4022404 เคมีเชิงฟิสิกส์ 1	3 (3-0)
4022405 ปฏิบัติการเชิงฟิสิกส์ 1	1 (0-3)
4023401 เคมีเชิงฟิสิกส์ 2	3 (3-0)
4023402 ปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ 2	1 (0-3)
4022503 ชีวเคมี 1	3 (3-0)
4022504 ปฏิบัติการชีวเคมี 1	1 (0-3)
4023501 ชีวเคมี 2	3 (3-0)
4023502 ปฏิบัติการชีวเคมี 2	1 (0-3)

4022618	การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 1	3 (3-0)
4022619	ปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 1	1 (0-3)
4023603	การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2	3 (3-0)
4023604	ปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือ 2	1 (0-3)
4022616	เคมีวิเคราะห์	3 (3-0)
4022617	ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์	1 (0-3)
4023307	สเปกโทรสโกปี สำหรับเคมีอินทรีย์	2 (2-0)
4023708	เคมีสภาวะแวดล้อม	3 (3-0)
4023709	ปฏิบัติการเคมีสภาวะแวดล้อม	1 (0-3)
4024905	สัมมนาเคมีเฉพาะทาง 1	1 (0-2)
4024906	สัมมนาเคมีเฉพาะทาง 2	1 (0-2)
4024904	โครงการวิจัยทางเคมี	2 (0-4)
4091604	คณิตศาสตร์สำหรับวิทยาศาสตร์ 1	3 (3-0)
4091605	คณิตศาสตร์สำหรับวิทยาศาสตร์ 2	3 (3-0)
เลือก	เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้ไม่น้อยกว่า	6 หน่วยกิต
สาขาเคมีอินทรีย์		
4023204	เคมีอินทรีย์ 3	3 (3-0)
4023205	ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 3	1 (0-3)
4023206	เคมีออร์แกโนเมทัลลิก	2 (2-0)
4024204	วิทยาการใหม่ในสาขาอินทรีย์เคมี	2 (2-0)
สาขาเคมีอนินทรีย์		
4023304	เคมีอนินทรีย์ 3	3 (3-0)
4023308	อินทรีย์สังเคราะห์	2 (2-0)
4023309	ปฏิบัติการอินทรีย์สังเคราะห์	1 (0-3)
4024306	เคมีของผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ	3 (2-2)
4024307	วิทยาการใหม่ในสาขาเคมีอนินทรีย์	2 (2-0)
สาขาเคมีเชิงฟิสิกส์		
4024403	เคมีเชิงฟิสิกส์ 3	3 (3-0)
4022401	เคมีเชิงฟิสิกส์สำหรับเซรามิกส์	2 (2-0)
4024404	วิทยาการใหม่ในสาขาเคมีเชิงฟิสิกส์	2 (2-0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สาขาชีวเคมี

4024503	ชีวเคมี 3	3 (3-0)
4023711	เคมีอาหาร	3 (3-0)
4023712	ปฏิบัติการเคมีอาหาร	1 (0-3)
4024505	วิทยาการใหม่ในสาขาชีวเคมี	2 (2-0)
4024506	ชีวเคมีวิเคราะห์	2 (2-0)

## สาขาเคมีวิเคราะห์

4023605	การวิเคราะห์ดินและปุ๋ย	3 (2-2)
4024605	วิทยาการใหม่ในสาขาเคมีวิเคราะห์	2 (2-0)
4024606	การวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องมือขั้นสูง	2 (2-0)

## สาขาเคมีประยุกต์

4021702	ยางธรรมชาติ	3 (3-0)
4021703	ยางสังเคราะห์	3 (3-0)
4021704	เคมียาง	3 (3-0)
4022706	กระบวนการแปรรูปยาง	3 (3-0)
4022707	ผลิตภัณฑ์ยาง	2 (2-0)
4022708	เทคโนโลยีลาเท็กซ์	3 (2-2)
4022709	สารเคมีผสมยาง	3 (3-0)
4022710	ปฏิบัติการวิเคราะห์ยางและสารเคมีผสมยาง	2 (0-4)
4022711	การออกแบบผลิตภัณฑ์ยางเบื้องต้น	3 (2-2)
4022712	ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยียาง	2 (2-0)
4022719	ปฏิบัติการเทคโนโลยียาง 1	2 (0-4)
4022720	ปฏิบัติการเทคโนโลยียาง 2	2 (0-4)
4022721	ปฏิบัติการเทคโนโลยียาง 3	2 (0-4)
4023706	เคมีอุตสาหกรรม	3 (3-0)
4023707	ยูนิค โอเปอเรชัน	3 (3-0)

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นางสาวสุวิมล โคตรสีเขียว
วัน เดือน ปี เกิด	12 พฤษภาคม 2520
สถานที่เกิด	อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	89/11 ถ.สุขุมวิท ซ.สุขุมวิท 66/1 แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260
สถานที่ทำงาน	บริษัท ที.พี.ครีกแลบบอราทอรี่ส์ (1969) จำกัด 98 สุขุมวิท 62 แยก 1 แขวงบางจาก เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10260
ตำแหน่ง	นักวิเคราะห์ (เคมี)
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2542 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต เอกเคมี จากสถาบัน ราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการ ศึกษาวิทยาศาสตร์ (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอม เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้